	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Башкирский государственный аграрный университет»	Рабочая программа дисциплины
		БЗ.В.1 Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясопродуктов

Х.Х. Тагиров

КУРС ЛЕКЦИЙ

**«Физико-химические и биохимические основы
производства мяса и мясных продуктов»**

Уфа 2013

УДК 637.512.7 (075.5)

ББК

Т

Тагиров, Х.Х.

БЗ.В.1 Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясопродуктов Учебное пособие для аграрных вузов / Х.Х. Тагиров – Уфа: ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ, 2013.- 151 с.

Курс лекций включает в себя обобщенный материал по изучаемому предмету «Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясопродуктов» и рекомендован в качестве учебного пособия для студентов, аспирантов, магистрантов технологических специальностей.

© Тагиров Х.Х. 2013 г.

© ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ, 2013 г.

Лекция 1

Тема: Введение. Мясо как совокупность тканей, виды и особенности мяса.

План:

1. Мясное сырье. Оценка мясной продуктивности.
2. Мясо как совокупность тканей.
3. Виды и особенности мяса.

Литература: Основная литература:

1. Горбатов В.М. Физико-химические и биохимические основы технологии мяса и мясопродуктов. Учебное пособие. – М.: Изд-во «Пищевая промышленность», 1973. – 495 с.
2. Соколов А.А. Физико-химические и биохимические основы технологии мяса и мясопродуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 490 с.
3. Кудряшов Леонид Сергеевич. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 160 с.

Дополнительная литература:

1. Антипова Людмила Васильевна, Глотова Ирина Анатольевна, Жаринов Александр Иванович. Прикладная биотехнология УИРС для специальности 270900: – Воронеж: Воронеж. ГТА, 2001. – 332 с.
2. Журавская Нина Константиновна, Алехина Л.Т., Отряшенкова Л.М. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов. – М.: Агропромиздат, 1985
3. Журавская Н.К., Гутник Борис Ефимович, Журавская Наталья Анатольевна. Технохимический контроль производства и мясопродуктов. Учебное пособие. – М.: Колос, 1999. – 176 с.

4. Мирошникова Елена Петровна. Техно-химический контроль и управление качеством производства мяса и мясопродуктов. Учебное пособие – Оренбург, ОГУ, 2006. – 122 с.

Журналы:

1. Мясная промышленность.
2. Мясная индустрия.
3. Молочное и мясное скотоводство.
4. Хранение и переработка сельхозсырья.

Введение. Предмет «Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов (ФХиБХОПМиМП)» изучает физические свойства, химический состав тканей и органов животных, физико-химические и биохимические процессы, происходящие в них после убоя животного и в процессе последующей технологической обработки.

Задачи:

1. Основная задача данного предмета – это изучение строения, физико-химических и биохимических свойств различных белков, входящих в состав мяса, а также их изменения в результате воздействия технологических факторов.
2. Изучение свойств и биологической роли в посмертных превращениях других составных частей животных тканей, т.е. жиров, углеводов, экстрактивных веществ, витаминов и др.

Институт питания РАМН (Российская академия медицинских наук) рекомендует следующие нормы потребления продуктов питания (табл.1)

Таблица 1 – Потребление продуктов питания на душу населения Р.Ф. (кг)

№	Наименование продукта питания	Рациональная норма потребления	2012	% от нормы
1	Мясо и мясопродукты	82	61	74
2	Молоко и молокопродукты	392	237	60
3	Яйца (шт)	292	257	88
4	Рыба и рыбопродукты	25	12	48
5	масло растительное	16	13	81
6	Сахар и кондитерские изделия	41	39	95
7	Картофель	118	137	116
8	Овощи и бахчевые культуры	139	106	76
9	Фрукты и ягоды	160	47	29
10	Хлеб и хлебобулочные изделия	110	122	111

В нашей стране в структуре потребления мяса на первом месте говядина – 36%, на втором свинина – 34, на третьем мясо птицы – 26%. В странах мира. Свинина – 39%, мясо птицы – 31%, говядина – 22%.

Таким образом, основное сырье для мясной промышленности в нашей стране получают при убое крупного рогатого скота, свиней, птицы.

В зависимости от продуктивности КРС выделяют: молочные (голштинская, черно-пестрая, англеская, красная степная, джерсейская, ярославская, холмогорская); мясные (абердин-ангусская, герефордская, шортгорнская, казахская белоголовая, калмыцкая, лимузинская, кианская, шаролезская, санта-гертруда) и мясомолочные (бестужевская, симментальская, сывчевская, швицкая, костромская).

Свины. Сальные: украинская, крупная белая, миргородская, степная белая; мясо-сальные породы: уржумская, лесогорская, сибирская, северная;

беконные: ландрас, эстонская, латвийская, литовская.

Мясную продуктивность животных оценивают как прижизненно, так и после убоя. Прижизненным показателям мясной продуктивности являются живая масса животного, скорость его роста, упитанность. Послеубойными показателями: масса туши, выход туши, масса внутреннего жира, убойная масса, убойный выход, морфологический состав туши, химический состав мякоти, энергетическая ценность мяса, биологическая полноценность. Под мясом понимают тушу, состоящую из мышц, соединительной ткани, жира, хрящей и костей.

2. Термином «мясо» в мясной промышленности обозначают мышечную, соединительную, жировую и костную ткани с прилежащими к ним кровеносными сосудами, лимфатическими узлами и нервной тканью. Различают мясо на костях (туша), обваленное мясо, жилованное мясо.

Туша – обескровленное туловище убитого животного без головы, конечностей, хвоста, шкуры, внутренних органов и внутреннего жира. Свиная туша может быть в шкуре, с головой и задними ногами.

Обвалка – операция по отделению мякоти от костей. Обвалка осуществляется после разделки туши на полутушу и анатомические отрубы. В результате получается обваленное мясо. Полутуша – часть туши, полученная от деления ее вдоль спинного хребта на две части.

Жиловка – операция по отделению связок, сухожилий и видимых частей жира от мякоти. В результате получается жилованное мясо.

Соотношение различных видов тканей в мясе зависит от вида, породы, пола, возраста и упитанности животных.

Мышечная ткань: скелетная (поперечно-полосатая), сердечная, гладкая.

Соединительная ткань: рыхлая, плотная, ретикулярная, хрящевая, костная

Жировая ткань представляет собой сильно измененную рыхлую соединительную ткань.

Кровь является разновидностью жидкой соединительной ткани, состоящей из плазмы и форменных элементов.

При определении качества мяса учитывают удельный вес мышечной, жировой, соединительной и костной тканей. Мясо различных видов с.-х. животных отличается неодинаковым количеством съедобных частей.

Таблица 2 – Состав туш различных видов сельскохозяйственных животных.

№	Туша	Выход ткани, %		
		мышечной	жировой	Костной
1	крупного рогатого скота	66,8	9,4	23,8
2	свиньи	55,8	34,4	9,8
3	овцы	63,3	12,8	23,9
4	кролика	70,8	2,9	26,3
5	птицы	67,4	6,7	25,9

В свинине мышечная и жировая ткани составляют более 90%, а в говядине всего 76,2%, однако по выходу наиболее ценной мышечной ткани свинина занимает последнее место.

Оптимальным в биологическом отношении является вариант, когда в пище взрослых людей белки животного происхождения составляют около 60%, а жир 70% от общего количества в суточном рационе. Из этого количества больше половины белков должно поступать за счет мяса, яиц и рыбы, а жира – за счет молока и молочных продуктов.

В мясе содержатся необходимые для человека белки, жиры, углеводы, минеральные соли и витамины, а также экстрактивные вещества,

возбуждающие отделение пищеварительных соков и способствующие хорошему аппетиту и усвоению пищи.

Пищевые достоинства мяса определяются, прежде всего, белковым комплексом, его превосходным аминокислотным составом.

3. В Российской Федерации качество мясных туш регламентируется государственными стандартами. **Говядину** в соответствии с действующим ГОСТом в зависимости от возраста животных подразделяют на мясо взрослого скота (животные старше 3-х лет) и мясо молодых животных (от 3-х мес до 3 лет). **Телятину** получают при убойе молодняка в возрасте старше 14 дней, но не старше 3-х мес. По упитанности скота говядину подразделяю на две категории: первая и вторая.

Таблица 3-Химический состав и энергетическая ценность
различных видов мяса

Вид и категория мяса	Содержание, %				Энергетическая ценность, ккал
	Воды	Белка	Жиры	Золы	
Говядина: I категории	64,5	18,6	16,0	0,9	225
II категории	69,2	20,0	9,8	1,0	173
Свинина: беконная					
жирная мясная	54,2	17,0	27,8	1,0	328
мясо поросят	38,4	11,7	49,3	0,6	506
	51,5	14,3	33,3	0,9	368
	75,4	20,6	3,0	1,0	112
Баранина: I категории	67,3	15,6	16,3	0,8	216
II категории	69,7	19,8	9,6	0,9	170

Конина: I категории	69,6	19,5	9,9	1,0	172
II категории	73,9	20,9	4,1	1,1	124
Мясо кролика	66,7	21,1	11,0	1,2	189
Мясо лося	75,8	21,4	1,7	1,1	104
Мясо сайгака	64,7	21,2	13,0	1,1	208
Верблюжatina I категории	70,7	18,9	9,4	1,0	165
Оленина I категории	71,0	19,5	8,5	1,0	159
Гуси I категории	45,0	15,2	39,0	0,8	425
Куры I категории	62,5	18,2	18,4	0,9	246
Утки I категории	46,0	15,4	38,0	0,6	416

Лекция №2

Тема: Мышечная ткань: морфологическая и химическая характеристика

План:

1. Виды мышечной ткани. Морфологическая характеристика.
2. Химический состав. Характеристика белков и ферментов.

В зависимости от морфологического строения и свойств различают поперечно-полосатую, сердечную и гладкую мышечную ткань.

Поперечно-полосатая или скелетная ткань составляет основу мяса. Основными структурными элементами скелетной мускулатуры являются поперечно-полосатые мышечные волокна длиной от 2 до 150 мм, диаметром от 9 до 150 микрометров (мкм), ($1\text{ мкм} = 10^{-6}\text{ м}$). Эти волокна покрыты клеточной оболочкой – сарколеммой (очень тонкая, двухслойная, прозрачная и эластичная оболочка). Через сарколемму совершается обмен веществ между волокном и

окружающей его плазмой крови. Сарколемма довольно устойчива к действию щелочей, кислот, к кипячению и поэтому является надежной защитой волокна от различных неблагоприятных воздействий. Под сарколеммой находится **саркоплазма** – мелкодисперсная концентрированная коллоидная система, образованная белками. По периферии непосредственно под сарколеммой располагаются многочисленные овальные клеточные ядра. В ядрах находятся кариоплазма, ядрышки с РНК и ДНК. Внутри волокна продольно оси расположены длинные нитеподобные волокна – **миофибриллы**. Они выполняют основную функцию мышц сократительную. Внутри миофибрилл чередуются темные и светлые сегменты – **протофибриллы**, придавая мышцам поперечнополосатость. В светлой зоне обнаружены тонкие белковые нити, состоящие из актина, а в темной зоне – толстые белковые нити (в 2 раза толще), состоящие из миозина. Толщина нити влияет на лучепреломление (разные оптические свойства). Две полосы темная и светлая образуют один мышечный сегмент – **саркомер**.

Механизм мышечного сокращения – окоченения мышц (мяса) объясняется тем, что миопротофибриллы, состоящие из актина тянутся через весь саркомер и соединяются с нитями миозина, скручиваются и становятся толще. Вот это непосредственное сближение тонких и толстых нитей приводит к утолщению, сокращению, окоченению мышц. Поэтому в скелетной мускулатуре в расслабленных волокнах наблюдается поперечная исчерченность, в сокращенных – продольная.

Между мышечными волокнами располагаются волокнистые и клеточные элементы соединительной ткани. Непосредственно к волокнам прилегают тонкие прослойки соединительной ткани – эндомизия. Эндомизий образован тонкими и нежными коллагеновыми волокнами. Прослойки эндомизия

пронизаны кровеносными и лимфатическими сосудами и нервными волокнами. Волокна объединяются в первичные пучки, которых окружают перимизий. Первичные пучки объединяются в пучки вторичные, третичные и т.д., таким образом образуя мускул, который покрыт самой толстой внешней оболочкой – эпимизием.

В перемизии и эпимизии кроме коллагеновых волокон содержатся и эластиновые, кроме того у хорошо откормленных животных в них находятся жировые клетки, образующие «мраморность» на поперечном разрезе мускула.

Сердечная мышечная ткань составляет основную часть сердца животных и сформирована настоящими клетками, в которых находится только одно овальное ядро. Клетки имеют цилиндрическую форму и образуют тяживолокна, объединяющиеся в пучки. Пучки, в отличие от скелетной мускулатуры, направлены в разные стороны. Клетки в сердечной мышце, в отличие от скелетной (имеющих единую клеточную мембрану), разделены поперечными перегородками – вставочными дисками. Мышечная сердечная ткань характеризуется ярко выраженной поперечной исчерченностью. Кроме сократительных мышечных клеток в сердце имеются проводящие мышечные клетки (**клетки Пуркинье**). Они большего диаметра, содержат значительное количество саркоплазмы и меньшее количество миофибрилл.

Гладкая мышечная ткань располагается в стенках внутренних органов артериальных сосудов, в большом количестве в стенках пищеварительного тракта, матке и мочевом пузыре, в незначительном количестве во всех внутренних органах животного. Структурным элементом гладкой мышечной ткани является гладкомышечная клетка. Она имеет веретеновидную форму, толщину до 20 мкм и длину до 500 мкм. Поскольку эти клетки являются сократительными, они содержат много миофибриллярных белков, которые в

отличие от скелетной и сердечной мышц не формируют пучки. Поэтому в них отсутствует исчерченность и называют их гладкими. Мышечные клетки окружены рыхлой волокнистой соединительной тканью. Работают автономно, не подчиняются приказам ЦНС.

2. Мышечная ткань с.-х. животных содержит примерно 25 – 28% сухого вещества и 72 – 78% воды.

Сухое вещество: 18-22% белка; 1,7-5,0% жиров и липоидов; 1,0-1,2 минеральных веществ

Таблица 4. Содержание минеральных веществ в мышечной ткани, %

№	Макроэлементы		микроэлементы	
	1	кальций	0,01	6. железо
2	магний	0,019	7. медь	0,00011
3	натрий	0,065	8. марганец	0,000024
4	калий	0,34	9. кобальт	0,000004
5	фосфор	0,20	10. цинк	0,0034
			11. йод	0,014
			12. молибден	0,0075
			13. фтор	0,03
			14. свинец	0,008
			15. алюминий	0,0005
			16. никель	0,008
			17. хром	0,011

Лекция № 3

Тема: **Пигменты мяса. Изменение пигментов в свежем мясе.**

План:

1. **Пигменты мяса.**
2. **Изменения пигментов в свежем мясе.**

Литература:

1. Лосева Н.С. Влияние свойств ДФД говядины на цветообразование. – М.: Тр. ВНИИМПа. – 1991.
2. Якупов Г.З. Изменение цвета мяса и готовых мясных продуктов при холодильном хранении. – М.: АгроНИИТЭИмяс молпром. – 1990.

1. Пигменты мяса.

Цвет мяса – один из основных показателей качества, оцениваемый потребителем, по которому судят о товарном виде. Окраска мяса обусловлена в основном наличием пигмента мышечной ткани – **миоглобина**. На его долю приходится почти 90% от общего количества пигментов, на долю **гемоглобина** (пигмент крови) приходится около 10%, а цитохромы и флавины содержатся в минимальном количестве и не оказывают заметного влияния на цвет мышечной ткани.

(Гемоглобин – это сложный белок, состоящий из окрашенной простетической группы гемма и бесцветной белковой части – глобина. ИЭТ=5,5)

Окраска жировой ткани в составе мяса определяется содержанием в ней пигментов – **каротиноидов**.

Миоглобин – дыхательный пигмент мышечной ткани, окрашивающей ее в красный цвет. При гидролизе он распадается на белковую часть – глобин и

небелковую группу – гем. Глобин представляет собой одну полипептидную цепь, состоящую примерно из 150 аминокислотных остатков. В мышцах миоглобин играет роль резервуара кислорода, так как обладает большим сродством к кислороду, чем гемоглобин. От гемоглобина отличается своей белковой частью: в миоглобине выявлено больше содержание лизина, триптофана, метионина, глютаминовой кислоты; в гемоглобине больше содержится фенилаланина, тирозина, серина, лейцина, валина, аргинина и аспарагиновой кислоты.

Характеристика миоглобина:

1. Сложный белок хромопротеид. Составляет 0,5 – 1,0% от суммы белков мышечной ткани.
2. Полноценный белок.
3. Растворим в воде.
4. Изоэлектрическая точка $pH=7,0$.
5. Температура денатурации 60-70 С.
6. Молекулярная масса 16 800 = (гемоглобина=68 000, т.е. в 4 раза больше).

Миоглобин построен из белковой части – **глобина** (94%) и простетической (небелковой части)– **гема** (4,5%). 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 , OH , NO , CO и др.).

Цвет миоглобина определяется окраской гема, который зависит от валентности железа. У нативного миоглобина железо в геме двухвалентное, белок окрашен в пурпурный цвет. Окисление железа до трехвалентного сопровождается изменением окраски гема с образованием серо-коричневых оттенков. Миоглобин способен обратимо связывать кислород без окисления гема (прижизненная функция миоглобина). Эта форма белка носит название – **оксимиоглобин**. Длительное воздействие O_2 приводит к окислению миоглобина с образованием формы пигмента – **метмиоглобина**, имеющего серо-коричневую окраску. (Производные миоглобина: оксимиоглобин, метмиоглобин, сульфомиоглобин и др. имеют характерные спектры поглощения). Метмиоглобин может быть вновь восстановлен в миоглобин:

Количественное соотношение этих форм белка: нативного миоглобина (Mb), оксимиоглобина (MbO₂) и метмиоглобина (MetMb) определяет цвет мяса. Установлено, что при содержании метмиоглобина больше 50% от общего количества миоглобина в мясе цвет его становится серо-коричневым. Миоглобин способен соединяться не только с кислородом, но и с другими газами – окисью азота, окисью углерода, сероводородом. Так изменение цвета мяса при гнилостной порче обусловлено взаимодействием H₂S с миоглобином. Образующийся сульфомиоглобин придает мясу зеленую окраску.

Поваренная соль ускоряет эти процессы. Поэтому при посоле мышечная ткань за счет образования различных форм миоглобина теряет свою естественную окраску, приобретает светло-коричневый цвет различных оттенков.

Цвет мяса зависит:

1. от вида мяса (говядина больше содержит миоглобина, а свинина меньше, чем баранина, поэтому она светлее). Мясо птиц меньше содержит миоглобина, поэтому курятина светлее.

2. от анатомического происхождения мышц. Мышцы состоят из двух типов волокон – белых и красных. Соотношение между ними зависит от задач мышц. Красные волокна получают энергию в основном за счет окисления глюкозы и содержат много миоглобина. Белые мышечные волокна (куриные грудные мышцы) содержат меньше миоглобина, но больше ферментов, обеспечивающих анаэробное окисление глюкозы – гликолиз. При этом в мышцах накапливается молочная кислота, что ограничивает их выносливость, поэтому для долгой работы эти волокна не подходят. Поэтому белые мышечные волокна называют быстрыми. Чем лучше натренированы мышцы, тем больше требуется кислорода, тем выше содержание миоглобина и цитохромов (пигменты, содержащие атомы железа) и тем темнее их цвет. Например, мышцы ног окрашены интенсивнее, чем спинная мышца. Мышцы работающих животных (волов) окрашены сильнее, чем у коров. Если больше мышцам требуется кислорода, то и капилляров в них больше, из-за чего красные мышцы выглядят еще темнее.

3. от возраста животного. Мясо молодняка – светло-красное с почти белом жиром. Мясо взрослых животных более темного цвета. Поскольку в мышечной ткани телят содержится 0,1 – 0,3% от сырой ткани, взрослых животных – 0,4-1,0; старых – 1,6-2,0%. Свинина – 0,3-0,7%.

Таким образом, цвет мяса и его интенсивность зависят от концентрации миоглобина в мышечной ткани и от количественного соотношения различных форм этого белка.

2.Изменения пигментов в свежем мясе.

Красная окраска поверхности свежего мяса на глубину до 4 см в основном обусловлена наличием оксимиоглобина. Более глубокие слои мяса окрашены в пурпурный цвет миоглобином. Во время измельчения мяса увеличивается доступ O_2 к пигментам, в результате чего постепенно оксимиоглобин и миоглобин превращаются в метмиоглобин. Серо-коричневая окраска образуется, когда количества метмиоглобина достигает около 60%.

В свежем мясе в присутствии кислорода постоянно миоглобин превращается в окси- и метмиоглобин. Этот процесс протекает в две стадии, причем обе реакции обратимы.

Образование и исчезновение метмиоглобина на поверхности измельченной говядины происходит при двухдневном хранении в анаэробных условиях, при этом протекает одновременное самоокисление и ферментативное восстановление пигментов.

На изменение цвета свежего мяса влияют многие факторы. Высокое парциальное давление кислорода приводит к превращению миоглобина в оксимиоглобин. По мере снижения давления увеличивается скорость окисления пигментов. Накапливается метмиоглобин. Максимальная скорость образования метмиоглобина наблюдается при парциальном давлении кислорода в пределах 1 – 20 мм рт. ст.

При снижении рН скорость окисления пигментов увеличивается. При рН=5,3 происходит усиленное образование метмиоглобина, чем при рН=6,0, т.е. чем выше рН, тем больше пигмента.

Изменение окраски свежего мяса ускоряется при обсеменении его бактериями. При сильной бак. обсемененности наблюдается окисление и

образование метмиоглобина. Два рода микроорганизмов – кислотообразующие бактерии и бактерии, продуцирующие сероводород, вызывают изменение цвета мяса.

При нагреве до T С, при которой происходит денатурация пигментов мяса (например при варке), цвет мяса изменяется от красного до серо-коричневого в результате образования гемохромов и гематинов:

Гемохромы имеют в своем составе двухвалентное железо, которое легко может окисляться до трехвалентного с образованием гематинов. Денатурированный глобин обладает способностью образовывать адсорбционное соединение с гемохромом.

При низких температурах не происходит таких изменений и пигменты мяса превращаются в основном метмиоглобин. Поэтому для сохранения розово-красной окраски свежего мяса лучше поддерживать температуру хранения выше 0 С. При повышении T от 0 до +4 С скорость самоокисления увеличивается в 2 раза.

Для сохранения цвета свежего мяса используют восстанавливающие вещества – никотиновую и аскорбиновую кислоты и их соли.

Аскорбиновая кислота восстанавливает метмиоглобин в миоглобин, поэтому ее называют стабилизатором цвета свежего мяса. Однако ее можно применять для сохранения окраски только охлажденного мяса, так как при высокой температуре или замораживании миоглобин все же окисляется в метмиоглобин.

При действии никотиновой кислоты на миоглобин образуется оксимиоглобин.

Для равномерного окрашивания кусков мяса в толще можно применять одновременно никотиновую и аскорбиновую кислоты, что позволяет получить

красную окраску, которая сохраняется при замораживании и длительном хранении мяса.

Лекция № 4

Тема: Соединительные ткани: разновидности и характеристика

План:

- 1. Характеристика соединительной ткани.**
- 2. Разновидности.**
- 3. Химический состав соединительной ткани.**
- 4. Пищевая и промышленная ценность**

1. Характеристика соединительной ткани.

Соединительная ткань:

I. Жидкая: 1) Кровь

2) Лимфа

II. Рыхлая соединительная ткань: 1) Жировая

2) Пигментная

III. Плотная соединительная ткань: 1) Кожа

2) Сухожилия

3) Хрящи

4) Связки

IV. Твердая: 1) Кость.

Соединительная ткань встречается во всех органах животного, она выполняет опорную, связующую, питательную и защитную функции. Это один из главных элементов мяса и мясопродуктов. Она составляет в среднем 16% массы мясной туши большинства домашних животных. Как сырье ее используют в колбасном, кулинарном, желатиновом и других производствах.

Соединительные ткани образуются из мезенхимы и характеризуются хорошо развитым промежуточным бесструктурным межклеточным веществом.

Основу соединительной ткани составляют лентовидные коллагеновые, нитевидные эластиновые и ретикулиновые волокна. Они входят в состав тонких бесструктурных перепонки и образуют вместе с ними губчатую структуру (аморфное вещество), в ячейках которой содержится тканевая жидкость. Клеточных элементов в соединительной ткани мало.

Из соединительной ткани построены оболочки мышечных пучков и мускулов - эндомизий, перимизий, эпимизий и более крупные и прочные образования; сухожилия и апоневрозы, представляющие собой тяжи, которыми мускулы крепятся к костям, фасции - прочные оболочки, покрывающие все тело животного под кожей (поверхностная фасция), поверхностные группы мускулов (глубокая фасция) и глубокие группы мускулов и отдельные мускулы (специальные фасции); связки - плотные образования, соединяющие кости друг с другом в суставах; надкостницы и надхрящницы, покрывающие поверхность костей и хрящей.

2. Разновидности.

По соотношению аморфного вещества и волокон в межклеточном веществе выделяют два основных вида собственно соединительной ткани: . рыхлую и плотную.

Рыхлая соединительная ткань широко входит в состав всех органов; она выстилает кровеносные сосуды, прослаивает все органы и ткани, заполняет промежутки между органами, мускулами, из нее состоит подкожная клетчатка. Рыхлая соединительная ткань выполняет питательную и защитную функции. В ней проходят кровеносные сосуды, и она защищает от проникновения во внутреннюю среду микробов. В межклеточном веществе рыхлой соединительной ткани преобладает аморфное вещество, волокон сравнительно мало и они расположены в различных направлениях.

В основе коллагеновых волокон - элементарные волоконца, образованные 3 - 5-молекулярными цепями. Волоконца объединяются в **протофибриллы**, которые составляют **фибриллы**. Фибриллы объединяются в первичные волокна, а затем сложные волокна - **пучки**. В пучках фибриллы связаны аморфным веществом, которое растворяется в щелочах и разрушается под действием протеолитических ферментов.

Коллагеновые волокна отличаются большой прочностью; их модуль упругости $2650 - 8800 \text{ кг/см}^2$.

В отличие от коллагеновых волокон **эластиновые** нити имеют гомогенную структуру, в которой нет фибрилл. В отличие от коллагеновых волокон эластиновые нити легко растяжимы, и их прочность значительно меньше, модуль упругости всего $3,8 - 6,3 \text{ кг/м}$.

Плотная соединительная ткань входит в состав сухожилий (неэластичные, негибкие тяжи, прикрепляющие мышцы к костям), связок (соединяют между собой кости), фасций и кожи.

Плотная соединительная ткань выполняет опорную и механическую функцию. В межклеточном веществе мало аморфного вещества и много волокон. Так много, что клетки оказываются зажатыми между ними. В сухожилиях волокна расположены параллельно друг другу, а в коже они переплетаются и образуют сетку.

В зависимости от строения и функций в различных образованиях из плотной соединительной ткани количественное соотношение веществ различно. Например, в сухожилиях, связках и в дерме кожи высокое содержание коллагена 31-33%, а в вот в затылочной связке быка коллагена всего 7,5%, зато содержание эластина 31.7%.

3. Химический состав соединительной ткани.

Состав различных видов соединительной ткани примерно одинаков. В нее входят вода, белки, липиды, минеральные вещества, мукополисахариды, экстрактивные вещества, гликоген и витамины. Количественное соотношение этих веществ в отдельных видах соединительной ткани различно, например, в костной ткани особенно много минеральных веществ, в хрящевой - мукополисахаридов, в плотной соединительной ткани (например в сухожилиях) - коллагена.

Белковые вещества. Наиболее характерны для с.т. структурные белки, или склеропотеины (коллаген, эластин, ретикулин), входящие в состав волокон. В состав основного вещества с.т. входят белки мукопротеиды. В небольших

количествах в составе основного вещества и клеток имеются белки типа альбуминов и глобулинов, нуклеопротеиды и некоторые другие.

Коллаген наиболее распространенный белок, его количество в организме достигает 1/3 всех белков:

Таблица 1 – Содержание коллагена в различных тканях (в % массы ткани)

Сухожилия	25 – 35	Стенки сосудов	5 – 12
Кости	10 – 20	Мышцы	1 – 2
Хрящи	10 – 15	Почки	0,4 – 1
Кожа	15 – 25	Печень	0,1 – 1
		Мозг	0,2 – 0,4

В зависимости от анатомического происхождения коллаген бывает волокнистый (в мягких тканях), гиалиновый (в хряще) и хондриновый, или оссеин (в кости).

Аминокислотный состав коллагена характеризуется тем, что в нем мало тирозина и метионина и совсем нет триптофана и цистеина. Отличительной особенностью коллагена является то, что почти ¹/А всех аминокислот представляет оксипролин. Поэтому коллаген относят к неполноценным белкам.

Нативный (природный) коллаген устойчив к воздействию различных веществ; он нерастворим в воде, органических растворителях, на него в очень слабой степени воздействуют кислоты, щелочи и протеолитические ферменты (не переваривается трипсином и медленно переваривается пепсином). Нерастворимость и устойчивость объясняется наличием поперечных связей в молекуле коллагена.

Нерастворимость и устойчивость коллагена зависят от вида и возраста животного, а также от ткани, в которой он содержится. С увеличением возраста

животного количество поперечных связей в коллагене возрастает и его устойчивость повышается. Коллаген может сильно набухать, при этом его масса увеличивается в 1,5-2 раза. По набухаемости коллаген уступает только миозину. При длительном воздействии горячей воды коллаген расщепляется, переходит в глютин. Одновременно с образованием глютина происходит гидролитический распад и самих полипептидных цепочек по линии пептидных связей. Превращение коллагена в глютин имеет очень важное промышленное значение. На основе этого превращения построено производство некоторых видов пищевой и технической продукции (студней, зельцев, желатина, клея).

Проколлаген выделен из некоторых видов соединительной ткани. Этот белок считается биохимическим предшественником коллагена. Проколлаген несколько отличается от коллагена по аминокислотному составу, а также тем, что расщепляется протеолитическими ферментами.

Эластин, как и коллаген, относится к склеропротеинам, но значительно устойчивее коллагена. Эластиновые волокна желтого цвета, они могут быть разветвлены или соединены между собой. Волокна очень эластичны, их длина при растяжении может увеличиваться вдвое.

Эластин не растворяется в холодной и горячей воде. Горячая вода вызывает заметные изменения эластина лишь при температуре 130 С. Не растворяется в кислотах, солях, щелочах, даже крепкая серная кислота на него слабо воздействует. В эластине много глицина, пролина, присутствует оксипролин (хотя его в 10 раз меньше, чем в коллагене), но совершенно отсутствуют триптофан и метионин. Поэтому эластин относится к неполноценным белкам. В состав эластина входят мукополисахариды.

Эластин плохо усваивается, почти не переваривается под действием трипсина и медленно - под действием пепсина, но гидролизуется ферментом

поджелудочной железы - эластазой. В отличие от коллагена эластин слабо набухает, при нагревании не образует желатина.

Ретикулин характеризуется высоким содержанием пролина и оксипролина. Триптофан практически в его составе отсутствует, в этой связи его относят к неполноценным белкам. В ретикулине содержится до 4,5% углеводов. Он плохо усваивается, почти не набухает в воде, не растворяется в течение многих часов в крепких растворах кислот и щелочей. Ретикулин входит в состав тонких ретикулиновых волокон, которые в присутствии сульфита натрия частично разрушаются.

4. Пищевая и промышленная ценность соединительной ткани заключается в способности коллагена переходить в глютин. Соединительную ткань, богатую глютином, используют для производства некоторых видов пищевой и технической продукции. Желатин, почти полностью состоящий из пролина, при употреблении в пищу совместно с полноценными белками снижает необходимый минимум содержания полноценных белков в пище. Однако пища, содержащая много желатина, не может обеспечить потребности организма в азоте для синтеза необходимых ему веществ даже в том случае, если к ней добавлять недостающие аминокислоты.

Соединительную ткань, содержащую много эластина, нельзя использовать для производства пищевой или ценной технической продукции. Но такая ткань пригодна для производства кормовой продукции.

Соединительная ткань, связанная с мышечной и органически входящая в состав мяса, уменьшает его пищевую ценность: коэффициент использования в анаболизме (в построении нужных организму веществ) для говядины составляет около 69%, а для соединительной ткани - не более 25%.

Соединительная ткань снижает пищевую ценность мяса также тем, что увеличивает жесткость мяса. Поэтому качество мяса зависит не только от количества содержащейся в нем соединительной ткани, но и от ее свойств: соотношения в ней количеств коллагеновых и эластиновых волокон, строения и толщины коллагеновых волокон.

Нежность и жесткость мяса зависят прежде всего от количества соединительной ткани, которой больше в мышцах, испытывающих повышенные напряжения. Так, в поясничных мышцах, дающих нежное мясо, соединительной ткани почти в 5 раз меньше, чем в мышцах ног.

Иногда пробы мяса содержат одинаковую концентрацию соединительной ткани, но при этом обнаруживаются значительные различия в нежности. Это следствие того, что в соединительной ткани неполноценно выращенных, худых и старых животных, а также несущих большую физическую нагрузку мышц имеется больше веществ, придающих мясу жесткость и жилистость. На нежности мяса складывается и диаметр мышечного волокна и мышечных пучков, содержание и распределение жира внутри мышц и т.д.

Увеличение диаметра мышечных волокон сопровождается уменьшением доли соединительной ткани. В связи с этим при оценке нежности мяса следует принимать во внимание толщину мышечных волокон и удельный вес соединительной ткани. Животным необходимо создавать условия, способствующие росту мышечных волокон без прироста соединительной ткани. Поэтому отбор животных, способных к быстрому росту, хорошее кормление играют важную роль в получении нежного мяса.

Практически нежность мяса определяют двумя способами.

Первый - субъективный, органолептический, путем дегустации. Мясо разных проб должно готовиться одинаковым способом.

Второй - объективный, основанный на измерении силы, требующейся для разрезания или протыкания стандартного образца мяса. Для этого обычно применяют прибор Уорнена-Братцлера. Образец мяса цилиндрической формы (диаметром 25 или 12 мм) вкладывают между кронштейнами и лезвием из нержавеющей стали. Сила, требуемая для разрезания образца, регистрируется по шкале.

Таблица 2 – Характеристика жесткости мяса после варки в течение 60 мин при температуре 105 С

№	Мышца	Отруб, в который входит мышца	Содержание коллагена в % к кол-ву белков	Усилие раскусывания в кг/см
1	Полуперепончатая	Огузок	11,27	2,3
2	Длиннейшая спины	Спинная часть	12,64	2,2
3	Плечевая	Лопатка	14,46	2,6
4	Грудная	Грудная часть	20,26	2,8

Примечание. Усилие раскусывания - усилие, необходимое для разрушения ткани в условиях, сходных с условиями разрушения зубами (резцами).

Лекция №5

Тема: Жировая ткань: морфология, химия, пищевая и биологическая ценность.

План:

- 1. Химический состав жировой ткани.**
- 2. Липиды: структура, функции**
- 3. Механизм окисления и гидролиза животных жиров**
- 4. Порча жиров**

1.Химический состав жировой ткани.

Липиды. К этой группе веществ относятся жиры (нейтральные жиры) и жироподобные вещества (липоиды). Греческое слово «липос»-жир. Они не растворимы в воде и растворяются в органических растворителях (хлороформ, эфир, бензол и др.).

В растениях обычно накапливаются масла, а не жиры. Маслами богаты семена, плоды. Принципиальных различий между жирами и маслами нет.

Условно принято считать, что жиры - это вещества, сохраняющие при комнатной температуре твердую консистенцию, а масла жидкую. Отличаются друг от друга природой жирных кислот, связанных с остатком глицерина.

Жировая ткань животных состоит из жировых клеток, разделенных прослойками рыхлой соединительной ткани. Химсостав жировой ткани изменяется с возрастом животного. У молодых животных жировые шарики в жировых клетках мелкие, вследствие чего жировая ткань содержит относительно больше воды и белка и меньше химически чистого жира, чем у

взрослых животных. По мере роста животного шарики становятся крупнее, увеличивается количество чистого жира и уменьшается относительное содержание воды и белка. Изменяется и окраска жира. Если у телят жир белой или светло-желтой окраски, то у взрослых животных желтой или темно-желтой окраски, вследствие постепенного накопления вместе с жиром каротина.

Удельная масса жира в туше изменяется в зависимости от породы, уровня кормления, возраста, пола и колеблется у КРС от 3 до 55% и более.

По месту откладывания жир подразделяется на:

1. Жир-сырец или внутренний жир (околопочечный, сальник, выстилающей брюшную полость, брыжеечный, кишечный) 1 - 5% массы животных.

2. Подкожный жир или полив.

3. Межмышечный, внутримышечный, который придает мясу мраморность.

Чистый жир возрастает в следующей последовательности:

внутримышечный - полив - внутренний.

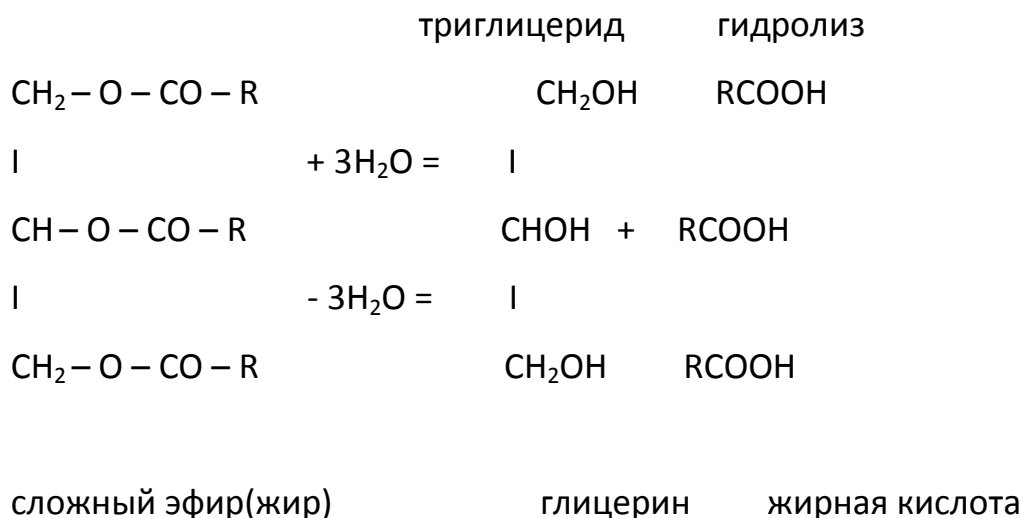
По мере роста и откорма жир откладывается в следующей последовательности:

1. Жир-сырец - 2. Межмышечный, внутримышечный. - 3. Подкожный.

При недостатке питательных веществ в рационе животные для поддержания жизни используют жир в обратной последовательности:

1. Полив. - 2. Внутримышечный. - 3. Внутренний

Нейтральные жиры - это сложные эфиры, образованные трехатомным спиртом - глицерином и высокомолекулярными карбоновыми кислотами:



Нейтральные жиры наиболее распространены в биологических объектах. В некоторых органах и тканях их массовая доля достигает 90%.

Эфиры глицерина называются глицеридами. Простые глицериды (простые липиды) имеют три остатка одной и той же кислоты, смешанные (сложные липиды) - остатки разных кислот.

В организме животных встречаются жиры запасные и протоплазматические.

Запасные жиры откладываются в подкожной жировой клетчатке, на внутренних органах, между мышцами и расходуются при недостаточном питании.

Протоплазматические жиры входят в состав протоплазмы, образуя комплексы белками. Их количество не зависит от степени упитанности организма. Так, содержание жира в организме человека массой 70 кг составляет 12 кг, из которых 9 кг составляют запасные, т.е. служат источником энергии.

Физические и химические свойства жиров зависят от свойств жирных кислот, входящих в их состав. По степени насыщенности различают

насыщенные жирные кислоты: миристиновая, пальмитиновая, стеариновая и ненасыщенные жирные кислоты: олеиновая, ленолевая, леноленовая, арахидоновая.

Ненасыщенные жирные кислоты в организме животных находятся в жидком состоянии, а насыщенные - в твердом.

Наибольшее значение для организма имеют ненасыщенные жирные кислоты, которые участвуют в жировом обмене, играют важную роль в нормализации холестерина обмена, оказывают нормализующее действие на стенки кровеносных сосудов, повышая их эластичность и снижая проницаемость. Они не синтезируются в организме и должны доставляться с пищей.

Таблица 1

Массовая доля основных жирных кислот в животных жирах, %

№	Кислота	говяжий	бараний	свиной	куриный
1	Миристиновая	2,0 – 2,5	2,0 – 4,0	2,0 – 4,0	0 – 1,0
2	пальмитиновая	27,0-29,0	25,0-27,0	25,0-35,0	24,0-37,0
3	стеариновая	24,0-29,0	25,0-31,0	12,0-16,0	4,0-7,0
1	олеиновая	43,0-44,0	36,0-43,0	41,0-51,0	37,0-43,0
2	линолевая	2,0 – 5,0	3,0 – 4,0	6,0 – 8,0	18,0-23,0
3	линоленовая	0,5 – 0,8	0,5 – 1,0	0,5 – 1,0	–
4	арахидоновая	0,1	0,1	0,2 – 2,0	–

В бараньем и говяжьем жирах преобладают насыщенные жирные кислоты, которые делают их более тугоплавкими. Свиной, куриный и рыбий жиры на 55-66% состоят из наиболее ценных жирных кислот - ненасыщенных, среди

которых самым высоким биологическим действием обладает арахидоновая. С ней связаны очень важные функции организма, в том числе и обмен веществ. Суточная потребность организма в арахидоновой кислоте составляет 5 г. И удовлетворить ее за счет пищи невозможно, поскольку этой кислоты в животных жирах крайне мало. Поэтому большое значение при оценке жиров придается содержанию в них линолевой и линоленовой кислот, из которых в организме образуется арахидоновая кислота. Наибольшим содержанием арахидоновой кислоты отличается свиной, а линоленовой и линолевой - куриный и свиной жиры.

Животные жиры имеют различную температуру плавления, которая зависит от степени непредельности входящих в их состав жирных кислот.

Таблица 2

Температура плавления и йодное число животных жиров

№	Жир	Температура плавления, С	Йодное число
1	Бараний	44 – 55	31 – 46
2	Говяжий	40 – 50	33 – 47
3	Свиной	28 – 40	46 – 66
4	Гусиный	26 – 34	–
5	Конский	30 – 43	71 – 86
6	Коровье масло	28 – 30	25 – 27

Йодное число отражает количество ненасыщенных жирных (количество иода в г, поглощаемого 100 г жира). Йодное число выражается в % иода. Чем выше йодное число, тем больше ненасыщенных жирных кислот (олеиновая,

линолевая, линоленовая арахидоновая) в жире, тем ниже его температура плавления.

Жиры с температурой плавления ниже температуры тела человека хорошо усваиваются, так как попадая в организм, они целиком переходят в жидкое состояние и эмульгируются.

Внутренний жир имеет высокую температуру плавления (51 С) и сравнительно низкое йодное число. Вследствие этого внутренний жир менее пригоден в пищу, чем подкожный и внутримышечный, имеющие более низкую температуру плавления и относительно высокое йодное число.

Внутримышечный жир имеет низкую температуру плавления (27,5 С) и высокое йодное число. А подкожный жир имеет температуру плавления 29 С.

В состав жира входят вещества, близкие к жирам, но имеющие другой химсостав. Это фосфатиды, стерины, каротиноиды и витамины.

Важнейшим представителем фосфатидов является лецитин, его используют в маргариновом производстве и при выработке косметических препаратов. Лецитин является хорошим эмульгатором.

Из стеринов в животных жирах содержится холестерин. В растительных жирах его нет, что позволяет отличать животные жиры от растительных. Холестерин под влиянием ультрафиолетовых лучей превращается в разновидность витамина Д.

Каротиноиды - пигменты, обуславливающие окраску жиров: красный пигмент - каротин и желтый - ксантофилл. Пигменты хорошо растворяются в жирах и органических растворителях. Являясь нестойкими соединениями, они легко обесцвечиваются под действием солнечного света. Каротин адсорбируется на отбельных землях и углях. Это свойство используют при отбелке жиров.

1. Жиры являются основным источником энергии, так при сгорании 1 г жира образуется 9300 кал, а при сгорании 1 г углеводов и белков - 4100 кал. Причиной тому служат большее количество водорода и меньшее - кислорода в жирах.

2. Жиры участвуют в процессах терморегуляции организма. Они, являясь плохими проводниками, находясь под кожей, предохраняют внутренние органы от охлаждения и от травм.

3. Подкожный жир предохраняет туши от высыхания при охлаждении и хранении.

4. Жиры придают коже эластичность и поддерживают ее влажность.

5. Вместе с жирами в организм человека поступают жирорастворимые витамины: А, Д, Е, К.

6. При окислении жиров образуется диоксид углерода и вода, что позволяет животным организмам, например верблюдам, запасая жиры в горбах, решать две задачи: сохранение источника энергии и воды. Из 10 кг жира можно получить 11 кг воды.

7. Жиры обладают хорошей усвояемостью, которая равна 80 - 98%, в зависимости от вида используемого жира. Из животных жиров наиболее легко усваивается свиной.

В процессе усвоения пищи около 20-25% жира гидролизуются под действием панкреатического сока. Остальной жир всасывается стенками кишечника в нейтральном состоянии в виде водной эмульсии (размер частиц менее 0,5 мкр, заряд отрицательный). Поэтому усвояемость жира зависит от их способности образовывать эмульсии в водной среде, что, в свою очередь, связано с их температурой плавления. Жиры с температурой плавления ниже

температуры тела хорошо усваиваются, потому что, попадая в организм, они целиком переходят в жидкое состояние и легко эмульгируются.

В больших количествах жир тормозит отделение желудочного сока и мешает перевариванию белков до тех пор, пока не перейдет в кишечник. И в этом случае большое значение имеет способность жира эмульгироваться. Жир, возбуждая панкреатическую железу, обеспечивает выделение панкреатического сока не только для себя, но и для белковых веществ.

Таким образом, количество жира и его свойства влияют и на усвояемость белковых веществ

Жиры могут использоваться как самостоятельный продукт питания (шпик), как пищевые животные жиры, как добавка в вареные колбасы в виде шпика и белково-жировых эмульсий, могут входить в состав пастообразных продуктов на основе эмульсий.

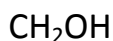
3. В присутствии воды и щелочей в результате расщепления эфирной связи происходит гидролиз жиров. Этот процесс протекает медленно и значительно ускоряется в присутствии фермента - липазы. В результате гидролиза кислотное число жира возрастает. При гидролизе образуются свободные жирные кислоты.

Кислотным числом называется количество мг КОН (едкого кали), необходимое для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира. В производстве по кислотному числу определяют количество щелочи, требующееся для нейтрализации жира.

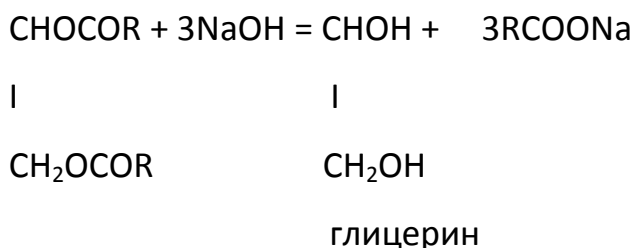
При действии на жиры едких щелочей образуются мыла - соли жирных кислот



|



|



Под числом омыления понимают количество мг едкого калия, необходимое для омыления связанных в воде глицеридов и для нейтрализации свободных жирных кислот, входящих в состав 1 г жира.

4. При хранении на воздухе и на свету жиры прогоркают. Они приобретают неприятный вкус и запах и становятся непригодными в пищу, так как содержат вредные для здоровья вещества.

Прогоркание жиров усиливается под действием микроорганизмов, в присутствии солей железа и меди. Прогоркание жиров - это сложный окислительный процесс. В жире образуются перекиси и другие кислородосодержащие соединения, альдегиды и кетоны. Быстрее прогоркают жиры, содержащие в своем составе ненасыщенные жирные кислоты.

Различают альдегидное и кетонное прогоркание.

Альдегидное прогоркание активизируется под действием света, особенно ультрафиолетовых лучей, и ведет к образованию перекисей, альдегидов и альдегидокислот.

Кетонное прогоркание вызывается микроорганизмами и чисто химическими превращениями. В животных жирах кетонное прогоркание наблюдается редко.

Степень прогоркания жиров определяется по перекисному числу. Под перекисным числом понимают число граммов йода, выделившихся в кислой среде из йодистого калия при действии на него перекисей, содержащихся в 100 г жира. Жиры, у которых перекисное число более 0,1%, в пищу не пригодны.

Осаливание жиров - порча, которая характеризуется образованием оксикислот. Скорость окисления жиров зависит от содержания в них природных антиокислителей, степени ненасыщенности[™], температуры, присутствия ферментов и других факторов.

При осаливании жир приобретает неприятный сальный вкус и запах, исчезает окраска, повышается температура плавления. Процесс осаливания вызывается действием солнечного света и усиливается в присутствии металлов (железа, свинца и пр.).

Для сохранения качества и удлинения сроков хранения в жиры добавляют антиокислители: бутилксианизол, бутилксиитолуол и их смеси. Механизм действия антиокислителей заключается в том, что они вступают в реакцию со свободными радикалами, ведущими цепной процесс, и обрывают его.

Антиокислители вводят в жиры после отстаивания или сепарирования при температуре жира 70 - 90 С. Жиры тщательно перемешивают в течение 5 - 10 мин. Концентрация в жире антиокислителей не должна превышать 0,02%.

Жиры, обработанные антиокислителями, можно хранить в охлаждаемых помещениях.

Лекция 6

Тема: Основные физико–химические и биохимические превращения при хранении и переработке жирового сырья. Практическое значение.

План:

- 1. Производство пищевых жиров**
- 2. Физические свойства жиров**
- 3. Химические свойства жиров**

1. Сырьем для производства пищевых животных жиров является жировая ткань крупного рогатого скота, свиней и овец. Жировая ткань представляет собой рыхлую соединительную ткань с большим количеством жировых клеток

Жировое сырье собирают с туш и органов в цехе убоя скота и разделки туш, в субпродуктовом, кишечном и колбасном цехах. Жир откладывается у животных преимущественно в тканях, окружающих внутренние органы — сердце, почки, кишки, и в подкожном слое. В зависимости от местоположения в организме жир- сырец делят на околопочечный, сердечный, кишечный, жир с желудков и т. д. Содержание жира в жиросырье зависит от породы, возраста и упитанности животного.

В процессе переработки в зависимости от вида исходного сырья получают говяжий, свиной, бараний, костный и сборный пищевые жиры. Сборный жир — смешанный, его получают из жирового сырья, полученного от всех видов скота, которое по своему качеству не может

быть использовано на вытопку жиров высшего и I сорта. Сборный жир собирают при варке субпродуктов, мяса, требующего стерилизации, колбас, копченостей, а также после прессования шквары.

Все жиры, кроме сборного, бывают двух сортов: высшего и I. Жиры отличаются по цвету, запаху, вкусу, консистенции, кислотному числу и влажности. Кислотное число жиров высшего сорта должно быть не более 1,2, I — не более 2,2. Влажность говяжьего и бараньего жира высшего сорта не более 0,2%, I — не более 0,3%. Влажность свиного и костного жиров высшего сорта — не более 0,25%. Кислотное число сборного жира должно быть не более 3,5; влажность — 0,5%.

Жиры являются источником энергии, которая накапливается организмом при усиленном питании и расходуется при недостатке его. Они являются наименее окисленными соединениями и поэтому способны при полном окислении выделять большое количество тепла, т. е. обладают высокой калорийностью. Так, 1 г жира выделяет 9100 кал, 1 г белка — 5800 кал, а 1 г углевода — 4200 кал.

Жиры обладают хорошей усвояемостью, которая равна 80—98% в зависимости от вида используемого жира. Из животных жиров наиболее легко усваивается свиной.

По химическому составу жиры представляют собой сложные эфиры трехатомного спирта — глицерина и жирных кислот. В состав жиров входят различные высокомолекулярные насыщенные и ненасыщенные кислоты, от разнообразия которых зависят все различия между жирами. Формулу жиров можно представить в следующем виде



I



I

$\text{CH}_2\text{OCOR}''''$,

где R' , R'' и R''' — радикалы высокомолекулярных жирных кислот.

Из насыщенных твердых жирных кислот в животных жирах преобладают пальмитиновая и стеариновая, содержание которых лежит в пределах 40—50%. Из ненасыщенных жирных кислот в состав животных жиров входит главным образом олеиновая и в небольшом количестве линолевая и другие кислоты.

В состав жира входят вещества, близкие к жирам, но имеющие другой химический состав. Это фосфатиды, стерины, каротиноиды и витамины. Важнейшим представителем фосфатидов является лецитин, его используют в маргариновом производстве и при выработке косметических препаратов. До 10% лецитина содержится в яичном желтке. Лецитин является хорошим эмульгатором.

Из стеринов в животных жирах содержится холестерин. В растительных жирах его нет, что позволяет отличать животные жиры от растительных. Холестерин под влиянием ультрафиолетовых лучей превращается в разновидность витамина D. Каротиноиды — пигменты, обуславливающие окраску жиров: красный пигмент — каротин и желтый — ксантофил. Пигменты хорошо растворяются в жирах и органических растворителях. Являясь нестойкими соединениями, они легко обесцвечиваются под действием солнечного света. Каротин адсорбируется на отбельных землях и углях. Это свойство используют при отбелке жиров.

В жирах содержатся витамины А, Е и D.

2. В зависимости от характера триглицеридов, преобладания насыщенных или ненасыщенных кислот животные жиры бывают твердой, жидкой и мазеобразной консистенции. При медленном охлаждении жиры

кристаллизуются. Это свойство используют при выделении твердых глицеридов во время получения костного смазочного масла.

Жиры легче воды. Плотность жиров колеблется в пределах 0,915—0,961 при 15° С. Они не растворяются в воде, но хорошо растворяются в органических растворителях — эфире, бензине, трихлорэтилене. Плохо растворяются жиры в спирте. Жиры легко поглощают из воздуха различные запахи.

Вязкость — одна из характерных констант жира. Она уменьшается с повышением температуры и возрастает при окислении его. В практике вязкость измеряют в градусах Энглера, т. е. отношением времени истечения 200 мм жира в секундах к времени истечения того же объема воды при той же температуре. Вязкость жиров необходимо учитывать при расчетах насосов, трубопроводов, сепараторов.

Вследствие того, что жиры представляют собой смесь различных триглицеридов, они не обладают точно выраженной точкой плавления. Жиры плавятся в определенном температурном интервале. Температурой плавления называют условно ту температуру, при которой расплавленный жир становится совершенно прозрачным. Этот показатель имеет значение для товарной характеристики жира, идущего на пищевые цели. Жиры, содержащие в своем составе преобладающее количество ненасыщенных кислот, имеют более низкую температуру плавления и лучше усваиваются организмом. Температура плавления говяжьего жира 42—52, бараньего 46—55, свиного 28—46, конского — 26-34° С.

Температура застывания жира также не является определенно выраженной точкой застывания, поэтому часто определяют титр жира — температуру застывания выделенных из него жирных кислот.

Теплоемкость жира, т. е. количество тепла, требуемое для нагревания 1 кг жира на 1°С, колеблется в пределах 0,3— 0,5ккал/(кг • град).

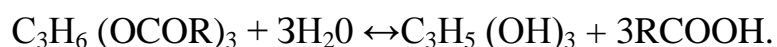
Жиры относятся к числу веществ, сильно преломляющих световые лучи. Коэффициент преломления животных жиров при 40° равен 1,456—1,460.

Жиры обладают низким поверхностным натяжением, они легко проникают в капиллярные каналы и хорошо удерживаются в капиллярах различных материалов, как, например, в шкваре.

Жиры плохие проводники электричества.

3. Химические свойства жиров обуславливаются наличием в них эфирной связи между радикалом глицерина и радикалами жирных кислот, а также составом жирных кислот. Жирные кислоты по месту двойных связей способны к реакциям присоединения и замещения.

В присутствии воды и щелочей в результате расщепления эфирной связи происходит гидролиз жиров. Этот процесс протекает медленно и значительно ускоряется в присутствии фермента — липазы. В результате гидролиза кислотное число жира возрастает. При гидролизе образуются свободные жирные кислоты

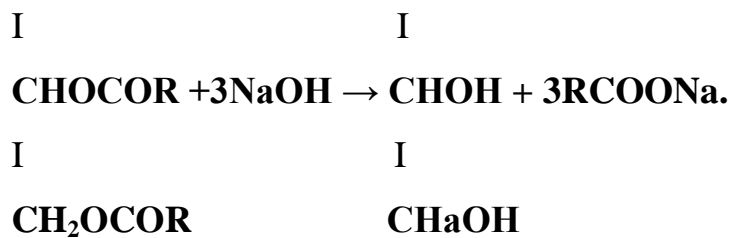


Кислотное число характеризует содержание свободных жирных кислот, т. е. качество жира.

Кислотным числом называется количество миллиграммов едкого кали, необходимое для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира. В производстве по кислотному числу определяют количество щелочи, требующееся для нейтрализации жира.

При действии на жиры едких щелочей образуются мыла — соли жирных кислот





Под числом омыления понимают количество, миллиграммов едкого кали, необходимое для омыления связанных в воде глицеридов и для нейтрализации свободных жирных кислот, входящих в состав 1 г жира. Число омыления характеризует средний молекулярный вес глицеридов, из которых составлен жир.

Степень непредельности жира характеризуется йодным числом. По йодному числу может быть определена природа жира и его чистота. Определение йодного числа основано на свойстве ненасыщенных жирных кислот присоединять галоиды по месту двойных связей. Йодным числом называется количество граммов йода, эквивалентное галоиду, присоединяющемуся к 100 г жира. Йодное число выражается в процентах йода.

Под влиянием внешних условий (влаги, действия микроорганизмов и ферментов) в жирах происходят химические изменения, вызывающие их порчу.

При хранении на воздухе и, на свету жиры прогоркают. Они приобретают неприятный вкус и запах и становятся непригодными в пищу, так как содержат вредные для здоровья вещества. Прогоркание жиров усиливается под действием микроорганизмов, в присутствии солей железа и меди. Прогоркание жиров — это сложный окислительный процесс. В жире образуются перекиси и другие кислородсодержащие соединения, альдегиды и кетоны. Быстрее прогоркают жиры, содержащие в своем составе ненасыщенные жирные кислоты.

Различают альдегидное и кетонное прогоркание. Альдегидное прогоркание активизируется под действием света, особенно ультрафиолетовых лучей, и ведет к образованию перекисей, альдегидов и альдегидокислот. Кетонное прогоркание вызывается микроорганизмами и чисто химическими превращениями. В животных жирах кетонное прогоркание наблюдается редко.

Степень прогоркания жиров определяют по перекисному числу. Под перекисным числом понимают число граммов йода, выделившихся в кислой среде из йодистого калия при действии на него перекисей, содержащихся в 100 г жира. Жиры, у которых перекисное число более 0,1 %, в пищу не пригодны.

Осаливание жиров — порча, которая характеризуется образованием оксикислот. Скорость окисления жиров зависит от содержания в них природных антиокислителей, степени ненасыщенности, температуры, присутствия ферментов и других факторов. При осаливании жир приобретает неприятный салыный вкус и запах, исчезает окраска, повышается температура плавления. Процесс осаливания вызывается действием солнечного света и усиливается в присутствии металлов (железа, свинца и пр.).

Для сохранения качества и удлинения сроков хранения в жиры добавляют антиокислители: бутилоксианизол, бутилокситолуол и их смеси, пропиловый эфир галловой кислоты и др. Механизм действия антиокислителей заключается в том, что они вступают в реакцию со свободными радикалами, ведущими цепной процесс, и обрывают его.

Антиокислители вводят в жиры после отстаивания или сепарирования при температуре жира 70—90° С. Жиры тщательно перемешивают в течение 5—10 мин. Концентрация в жире антиокислителей не должна превышать 0,02%.

Жиры, обработанные антиокислителями, можно хранить в неохлаждаемых помещениях.

Лекция №7

Тема: Кость. Разновидности, морфология, характеристика химических компонентов, их превращения в процессе хранения и переработки.

План:

- 1. Строение костной ткани.**
- 2. Функции костей.**
- 3. Химический состав и свойства костной ткани.**
- 4. Пищевая и промышленная ценность кости.**

1. Строение костной ткани.

Масса костей по отношению к массе тела колеблется от 7 до 15% и зависит от вида животного, его упитанности, породы и возраста. По морфологическому составу костная ткань является одной из разновидностей соединительной ткани и возникает из мезенхимы.

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

В организме встречаются как трубчатые, так и плоские кости. В кости различают наружный, более плотный слой, состоящий из плотного вещества, и внутренний, менее плотный слой, состоящий из губчатого вещества. В плоских костях плотный слой значительно толще и иногда превосходит губчатый слой. В трубчатых костях губчатый слой значительно больше плотного слоя.

Плотный слой и губчатый состоят из отростчатых клеток – **остеоцитов** и большого количества промежуточного, межклеточного вещества – **оссеина**. Оссеин обильно пропитан фосфатом кальция (до 85%), который и придает костям твердость. По оссеину проходят кровеносные сосуды и коллагеновые волокна. Коллаген (греч. Colla – клей, гennaо – делаю). И плотное и губчатое вещества построены из окостеневших пластинок, образованных небольшими пучками коллагеновых волокон. В губчатом веществе пластины расположены менее упорядоченно и образуют многочисленные мельчайшие поры, в которых находится **красный костный мозг**. Основу его составляет сеть кровеносных сосудов, ячейки которой заполнены соединительной тканью и клеточными элементами остеоцитами.

Желтый мозг, заполняющий канал трубчатых костей, состоит почти исключительно из жировых клеток.

Учитывая особенности технологической обработки костей их подразделяют на трубчатую, паспортную и рядовую кость.

Трубчатая кость (кости конечностей). Трубчатая кость имеет внутреннюю полость, заполненную желтым костным мозгом, который содержит 96% жира, 3,6% воды, 0,3% холестерина, 0,2% фосфатидов и 0,1% минеральных веществ. Средняя часть кости – трубка (**диафиз**). Он состоит из плотного вещества, богатого коллагеном. Диафиз обладает высокой прочностью, его модуль упругости около 1600 кг/см. Концы кости – кулаки (**эпифиз**). Эпифизы образованы в основном губчатой тканью, мельчайшие полости которой заполнены красным костным мозгом, содержащим 92% жира, 5% воды, 0,3% холестерина, 0,2 фосфатидов и 0,1% минеральных веществ.

Паспортная кость (плоские кости скелета: кости черепа, челюсти, лопатка, ребра, кости таза) состоит из плотной ткани. Внутри имеется небольшой слой губчатый ткани. Плотная ткань богата коллагеном, поэтому паспортную кость используют для получения желатина.

Рядовая кость (позвонки, путовый сустав, пальцы, носовые раковины) построена сходно с эпифизами, т.е. богата губчатой тканью.

Различают еще пневматические кости, имеющие полости, заполненные воздухом. Эти кости облегчают массу тела и имеются в основном у птиц, у млекопитающих заполняют костные пазухи в костях черепа.

Каждая кость снаружи окружена надкостницей (**периостом**). Функция периоста заключается в питании кости и восстановления ее поврежденных участков. Надкостница состоит из двух слоев плотной соединительной ткани:

- в наружном слое залегают толстые пучки коллагеновых волокон;
- во внутреннем слое коллагеновые волокна более тонкие. В этом слое располагаются камбиальные (ростковые клетки) – **остеобласты**. Они непосредственно участвуют в восстановлении поврежденных участков кости. Через всю надкостницу вертикально проходят **гаверсовы** каналы диаметром 10 – 100 мкм, по которым проходят кровеносные сосуды, обеспечивающие питание кости.

2. Функции костей.

Они выполняют разнообразные опорные, механические и биологические функции.

Опорная функция заключается в том, что кости служат прочным остовом тела животного, обеспечивают надежную защиту и нормальное функционирование всех его жизненно важных органов, заключенных в полостях черепа, позвоночном канале, грудной, брюшной и тазовой полостях тела.

Механическая функция заключается в том, что кости скелета – эта система рычагов, с помощью которых осуществляется сложная и разнообразная статика и динамика животного.

Биологическая функция проявляется в том, что кости выполняют роль основных депо минеральных солей (кальций, фосфор, железо и др.) и служатместищем костного мозга, имеющего большое значение в кроветворной функции.

3. Химический состав и свойства костной ткани.

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

Минеральные вещества костной ткани составляют $\frac{1}{4}$ объема ткани или около $\frac{1}{2}$ массы и состоят из: фосфат кальция – 85% (придает твердость костям), карбонат кальция – 10%, хлорид натрия – 3,2%, фосфат магния и фторид кальция 0,3%.

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

После прокалывания в печи в кости остаются только минеральные вещества. Кость сохраняет свою форму, но лишенная органических веществ, становится хрупкой, растирается в порошок.

Химический состав кости зависит от многих факторов: вида скота, его упитанности, пола, возраста, анатомического происхождения кости (табл. 1).

Из данных табл. 1 видно, что химический состав кости существенно зависит от ее строения. В трубчатой и рядовой кости больше жира, чем в паспортной. Это связано с наличием в трубке желтого костного мозга и более развитым губчатым слоем, пропитанным красным костным мозгом, у рядовой кости.

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

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

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

В составе жиров преобладают олеиновая, стеариновая и пальмитиновая кислоты.

Таблица 1. – Средний химический состав свежей кости

Вид животного	Массовая доля, %			
	Влаги	Золы	Жиры	Белка
КРС	40,0	23,0	19,0	18,0
МРС	45,9	18,7	14,7	20,7
Свинья	37,9	25,0	18,6	18,2

Таблица 2. - Химический состав костного мозга

Содержание, %	Костный мозг	
	красный	желтый
Влага	67,0	1,5
Жир	17,9	95,85
Холестерин	0,28	0,30
Белок	11,6	2,0
зола	3,0	0,17

4. Пищевая и промышленная ценность кости

По производственному назначению кость подразделяют, для:

- пищевых целей (получения пищевого жира, бульона, мясной массы, суповой кости, мясокостных полуфабрикатов);
- выработки желатина, в том числе и фотографического, для производства кормовой муки;
- изготовления товаров народного потребления (поделочная кость);
- кормления пушных зверей

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

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

Для пищевых целей кость используется:

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

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

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

По строению, форме, составу кости скелета делят на три группы:

1. Трубчатые кости (кости конечностей)
2. Паспортная кость (плоские кости: кости черепа, лопатки, ребра и др.)
3. Рядовая кость (кости сложного профиля: позвонки, кулаки трубчатой кости, запястья, пальцы)

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

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

Рядовая кость построена сходно с эпифизами.

Лекция №8

Тема: Хрящевая и нервные ткани: биологические функции, морфологические особенности и химический состав, характеристика отдельных компонентов, практическое значение.

План:

1. Хрящевая ткань.
2. Нервная ткань.

1. Хрящевая ткань.

Таблица 1. Химический состав хрящевой и костной тканей

Составная часть	Хрящевая, %	Костная, %
Вода	40-70	20-25
Минеральные вещества	2-10	40-45
Белки	17-20	19-22
Жиры	3-5	10-11
Гликоген и мукополисахариды	1	1

Хрящевая ткань является одним из компонентов скелета. Она состоит из сильно развитого межклеточного (основного) плотного вещества, в котором располагаются группами и поодиночке хрящевые клетки без отростков – **хондроциты**. Кроме хондроцитов в межклеточном веществе встречаются

волокна, капельки жира и глыбки гликогена. Хрящевая ткань помимо опорной функции принимает участие в обмене углеводов.

Хрящ снаружи окружен надхрящницей – это уплотненная волокнистая соединительнотканная оболочка. Клетки надхрящницы **хондробласты** размножаются путем митоза и, обводняясь, превращаются в хондроциты, увеличивая общую массу развивающегося хряща или заполняя места после его повреждения. Таким образом, надхрящница – это камбиальный и защитный элемент хрящевой ткани.

Основное промежуточное вещество хрящей настолько плотно, что в него не прорастают сосуды и нервы. Поэтому хрящи питаются с поверхности через их надхрящницу путем диффузии веществ.

Хрящевая ткань выполняет главным образом опорную функцию и является основой для закладки скелета животного. Она обладает значительной прочностью и эластичностью. У взрослых животных хрящ встречается на суставных поверхностях, кончиках ребер, в стенках трахеи и бронхов, ушной раковине и других местах.

Все хрящи построены однотипно, однако структура их промежуточного вещества значительно различается. В связи с этим по строению промежуточного вещества различают три вида хрящей: гиалиновый, эластичный и волокнистый.

Гиалиновый (или стекловидный) хрящ характеризуется своей прозрачностью, имеет голубоватый оттенок. Он встречается на суставных поверхностях, кончиках ребер, в носовой перегородке, трахее и бронхах. Хондроциты имеют диаметр 3-30 мкм, форма их округлая, овальная, дисковидная. Ядро у них округлое, содержит мало хроматина. Хондроциты часто расположены группами по две-четыре – это так называемые изогенные

группы. Хондроциты, расположенные по периферии, т.е. лежащие ближе к надхрящнице, всегда располагаются поодиночке.

Основное промежуточное вещество гиалинового хряща состоит из аморфного и волокнистого материалов.

Волокнистый материал представлен коллагеновыми волокнами, которые в обычных гистологических препаратах не видны, так как очень тонкие. При обработке хряща трипсином, перманганатом калия, известковой и баритовой водой волокнистый материал основного вещества хряща хорошо обнаруживается.

Аморфный материал промежуточного вещества хряща состоит главным образом из сульфатированных гликозаминогликанов и некоторого количества неколлагеновых белков и гликопротеидов. Сульфатированные гликозаминогликаны обуславливают базофилию межклеточного вещества. Чем старше организм, тем резче выражено дифференцирование основного вещества, в результате создаются более темные пятна вокруг групп и отдельных клеток. В хряще с возрастом накапливаются соли.

Волокнистый хрящ – это разновидность гиалинового хряща. Разница заключается в том, что волокнистый хрящ содержит упорядоченно расположенные пучки коллагеновых волокон значительного диаметра. В результате создается полосатая структура, в которой полосы гиалинового хряща чередуются с пучками коллагеновых волокон.

Этот вид хряща занимает промежуточное положение между гиалиновым хрящом, сухожилиями и фасциями. Он постоянно переходит от гиалинового хряща в оформленную соединительную ткань.

Из волокнистого хряща состоят межпозвоночные диски (миниски), а также места переходов от сухожилий к костям.

Эластический хрящ. В основном веществе этого хряща кроме коллагеновых волокон имеется сеть эластических волокон, которые придают всему хрящу большую эластичность и гибкость, а также желтоватую окраску и меньшую прозрачность. Хондроциты и изогенные группы окружены более темными капсулами. Клетки и изогенные группы в эластическом хряще чаще расположены направленно, столбиками.

Эластический хрящ имеется в ушной раковине, придавая ей большую гибкость и упругость, надгортаннике, наружном слуховом проходе, дыхательном горле северного оленя. Процессы обызвествления в эластическом хряще всегда отсутствуют.

Таким образом, основным отличием всех видов хрящей от других форм соединительных тканей является сильное развитие их промежуточного вещества разного качественного состава.

В состав мяса в основном входит гиалиновый хрящ. Коллагеновые волокна и пучки склеены аморфным веществом, содержащим в своем составе белковые вещества, прочно связанные с хондроитинсерной кислотой.

При вываривании хряща глютин, который при обычных условиях содержит избыток отрицательно заряженных групп, соединяется с хондроитинсерной кислотой и образует хондромукоид. Поэтому хрящевая ткань малопригодна для производства желатина или клея. Поскольку содержит всего 3 - 5% жира. Поэтому хрящевая ткань не имеет большего промышленного значения, а, находясь в составе мяса, уменьшает его пищевую ценность.

2. Нервная ткань.

Нервная система подразделяется на ЦНС и на периферическая.

ЦНС: головной мозг и спинной мозг.

Головной мозг помещается в черепной полости и покрыт тремя оболочками: твердой, паутинной и мягкой. Поверхность с дорсальной стороны разделяется поперечной щелью на большой и ромбовидный мозг.

Большой мозг состоит: 1) из двух полушарий, разграниченных глубокой продольной щелью; 2) промежуточного; 3) среднего. Промежуточный и средний мозг прикрыты двумя полушариями.

Ромбовидный мозг состоит:

4. Мозжечок.

+ = Задний мост

5. Мозговой мост

6. Продолговатый мозг

Мозжечок располагается дорсально от продолговатого мозга и сзади от полушарий большого мозга.

Продолговатый мозг является непосредственным продолжением спинного мозга и с переднего его конца виден мозговой мост.

Головной мозг построен из серого и белого мозгового вещества.

Серое мозговое вещество состоит из нервных клеток и их отростков, белое - только из отростков нервных клеток.

В полушариях большого мозга, а также в мозжечке серое мозговое вещество залегает на периферии в виде коры большого мозга и коры мозжечка. Коре большого мозга функционально подчинены все глубже лежащие отделы серого мозгового вещества, которые в целом формируют подкорковое серое мозговое вещество.

Особенности головного мозга у рогатого скота - большой мозг сравнительно короткий, широкий, высокий; полушария в передней части

сужены, сзади - сильно расширены, что придает мозгу грушевидную форму. У лошади большой мозг сравнительно длинный, более сжат с боков и ниже, чем у жвачных, извилины крупнее, чем у КРС.

Нервная ткань развивается из дорсального утолщения эктодермы и образована нервными клетками и глией. Нервные клетки, или нейроны, являются структурными элементами нервной системы.

Нейрон состоит из тела с ядром и нейроплазмой, отростков и окончаний.

В зависимости от количества в нервной клетке отростков различают следующие нейроны:

1. С одним отростком - униполярные.
2. С двумя отростками - биполярные.
3. С тремя и более отростками - мультиполярные.

У каждого нейрона один из отростков называется нейритом или аксоном, по которому поступает импульс от клетки к периферии, а по другому отростку — дендриту — возбуждение проводится к нервной клетке.

Нервные окончания подразделяются на чувствительные (аффлекторные) и на двигательные (эффлекторные).

Чувствительные окончания могут свободно располагаться на иннервируемых ими структурах или заключенные в соединительную капсулу.

Двигательные двигательных нервных клеток являются концевыми аппаратами аксонов, которые располагаются на поперечнополосатых мышечных волокнах.

Мозги относятся субпродуктам первой категории и их используют при изготовлении колбас высших сортов.

На поперечном разрезе головного мозга резко различаются два вещества.

4. серое (кора), расположенное по периферии органа, построенное из нервных клеток;

5. белое (подкорковая область), находящееся внутри мозга, состоящее из отростков нервных клеток

В спинном мозге в отличие от головного белое вещество находится по периферии, а серое - в центре.

Основной структурной единицей нервной ткани является нервная клетка, или нейрон. Состоит: ядро, протоплазма, отростки (дендриты) - многочисленные древовидные разветвления.

Лекция № 9

Тема: Кровь – как ткань, её компоненты и химические вещества

План:

- 1. Морфологический состав крови**
- 2. Химический состав крови и ее фракции.**
- 3. Свойства крови**
- 4. Пищевая и промышленная ценность крови.**

1. Морфологический состав крови.

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

Кровь – это однородная, густая клейкая, непрозрачная жидкость красного цвета, со специфическим запахом, соленого вкуса, слабощелочной реакции.

Общее количество крови у КРС и МРС составляет 7,6 – 8,3% от массы тела, у свиней – 4,5–6,0%, у птицы – 7,6–10%. Потеря 1/3 крови приводит к гибели животного, а при обескровливании извлекается 50 – 60% крови от общего количества. Так выход крови при сборе у КРС составляет – 4,2%, МРС – 3,2%, свиней – 3,5% от живой массы.

Кровь является суспензией. Она состоит из жидкой части – плазмы (около 60% от массы крови) и форменных элементов (40%).

В зависимости от вида убойных животных соотношение составных частей крови различное (табл. 1).

Таблица 1. Соотношение составных частей крови

Вид животных	Количество в крови, %	
	плазма	форменные элементы
КРС	63,0	37,0
МРС	72,0	28,0
Свиньи	56,4	43,6

Плазма – это жидкость соломенно-желтого цвета. Причем плазма различных животных имеет свою окраску. В плазме около 90 – 93% воды и около 7 – 10% сухих веществ, причем на 90% сухое вещество состоит из органических веществ и на 10% неорганических.

Органические вещества плазмы – белки (альбумины, глобулины, фибриноген), жиры, углеводы, ферменты. Белки крови содержат весь комплекс незаменимых аминокислот, которые не синтезируются в организме человека и

обязательно должны поступать с белками пищи. В плазме имеются витамины А, В1, В2, С, Д, К, содержатся газы (кислород, азот, СО₂).

Плазму и сыворотку широко используют в колбасно-кулинарном производстве.

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

Эритроциты - красные кровяные шарики яйцевидной формы, размером 5-7 мкм - придают крови красный окраску благодаря огромному их количеству, 6-11 млн в 1 мм³. Эритроциты содержат около 60% воды и 40% сухого вещества. Сухое вещество на 90% состоит из гемоглобина. Они имеют ядра.

Окраска эритроцитов зависит от наличия в них пигментированного белка - гемоглобина.

При приливании воды в кровь, воздействия давления, различных химических веществ целостность эритроцитов нарушается и гемоглобин растворяется в жидкой плазме. Это явление называется гемолиз, при этом пигмент крови окрашивает плазму.

Лейкоциты - белые кровяные шарики. Крупнее эритроцитов (5 - 20 мкм). Количество в крови 5-10 тыс. в 1 мм³ По химсоставу они отличаются от эритроцитов, что не содержат гемоглобин. Они состоят из белков (альбумина, глобулина, нуклеопротеидов), фосфатидов, холестерина, гликогена пр.

Таким образом, в крови имеются три основных вида белковых веществ: гемоглобин, альбумин и глобулин. Гемоглобин содержится в форменных элементах, а альбумины и глобулины основном в сыворотке.

Тромбоциты - кровяные пластинки очень малого размера (2 - 4 мкм). 200 - 600 тыс в 1 мм³. По составу они близки к лейкоцитам. Имеют ядра. Играют

важную роль в свертываемости крови. При вытекании из кровеносных сосудов тромбоциты разрушаются и из них выделяется фермент тромбокиназа, который активизирует находящийся в плазме тромбоген. Из тромбогена образуется тромбин, который превращает находящийся в плазме растворенный фибриноген в нерастворимый фибрин, фибрин выпадает в осадок. Образуя густую сеть. Петли этой сети при своем образовании захватывают жидкую кровь и удерживают в виде студнеобразного сгустка. А в сосудах кровь не сворачивается благодаря наличию в плазме антитромбина.

Скорость свертывания крови: у КРС кровь свертывается за 6,5 мин, МРС - 2,5 мин, свиней - за 3,5 мин.

Свертывание можно предотвратить, если добавить во взятую из вены кровь стабилизаторы - химические вещества, дающие с кальцием нерастворимое соединение: лимоннокислый натрий (0,3% к массе крови), гепарин. Замедлить свертывание крови можно, если понизить температуру крови до $-3 - 4^{\circ}\text{C}$.

Физические свойства крови.

Реакция крови слабощелочная, $\text{pH} = 7,3 - 7,4$. Температура замерзания крови = $-0,5 - 0,6^{\circ}\text{C}$. Вязкость крови в 5 раз выше вязкости воды. Электропроводность крови низкая. Плотность крови 1,055, эритроцитов - 1,08-1,09, а плазмы - 1,027-1,034. Так как эритроциты тяжелее плазмы, то они могут оседать в ней. Этим свойством пользуются при сепарирования, отстаивания, центрифугирования крови.

2. Химический состав крови и ее фракций

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

Таблица 2. Химический состав крови

Состав			
	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
Проч. органические вещества	0,50 – 0,67	0,17 – 0,23	–
Минеральные вещества	0,8 – 0,9	0,85 – 0,87	0,7 – 1,0

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

Таблица 2. Содержание белков в крови, %

Белки	КРС	МРС	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:

7. нативный гемоглобин (красный цвет);

8. оксигемоглобин (ярко красный цвет);
9. метгемоглобин (красно-бурый цвет).

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

3. Свойства крови

Плотность крови и ее фракций различна и составляет в среднем:

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

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

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

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

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

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

Свертывание крови обусловлено превращением растворимого белка плазмы *фибриногена* в нерастворимый белок *фибрин*. Это сложный много-ступенчатый 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 АТ-Фазы 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*.

4. Пищевая и промышленная ценность крови

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

Пищевая ценность крови определяется достаточно высоким содержанием белка (16-18 %), по которому она близка к мясу. 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.

По пищевой и биологической ценности кровь уступает мясу, так как основной белок крови - гемоглобин, является неполноценным. Использование крови на пищевые цели ограничивается ее цветом, обусловленным гемоглобином. Разделение крови на фракции позволяет получить плазму и форменные элементы. Содержание белка в плазме - 7- 8%. Все белки плазмы полноценны. После изъятия кровь подвергается свертыванию. Для торможения и предотвращения этого явления в технологической практике производят стабилизацию или дефибринирование.

Лекция 10

Тема: Биохимия свертывания крови. Физико-химическая характеристика стадий и компонентов свертывания. Антисвертывающие агенты, механизм действия и практическое значение

План:

1. Биохимия свертывания крови

2. Физико-химическая характеристика стадий и компонентов свертывания.

3. Переработка крови

Литература:

1. Лисицын А.Б. Переработка и использование побочных сырьевых ресурсов мясной промышленности и охрана окружающей среды. Справочник. М.: ВНИИМП. 2000. -405 с.
2. Файвишевский М.Л. Переработка крови убойных животных. М.: В.О. Агропромиздат. 1998. - 222 с.

1. Биохимия свертывания крови

Выпущенная из кровеносных сосудов кровь через несколько минут превращается в сгусток, при этом выделяется тепло и понижается щелочность. Это явление называется свертыванием крови. В крови, находящейся в кровеносных сосудах, процесса свертывания не происходит благодаря наличию в плазме антитромбина, который разрушается только при 80°C. Причиной свертывания крови является сложный химический процесс, происходящий под действием ферментов крови. При вытекании из кровеносных сосудов тромбоциты разрушаются и из них выделяется вещество ферментативного характера — тромбокиназа,— которое активирует находящийся в плазме тромбоген. Из тромбогена образуется тромбин, который превращает находящийся в плазме растворенный фибриноген в нерастворимый фибрин, выпадающий в осадок. В процессе свертывания крови наравне с тромбокиназой участвуют растворенные в плазме соли кальция, которые также активируют тромбоген.

Механизм свертывания крови можно представить в виде следующей схемы



В результате этого процесса фибрин, выделившийся в виде небольших палочек, соединяется постепенно в нити и образует в свернувшейся крови густую сеть. Петли этой сети при своем образовании захватывают жидкую кровь и удерживают в виде студнеобразного сгустка.

Скорость свертывания крови различная у разных животных. Так, например, кровь крупного рогатого скота свертывается за 6,5 мин, мелкого рогатого скота — 2,5 мин, а свиньи — за 3,5 мин. Свертывание крови ускоряется при повышении температуры, шероховатостях сосуда, в который собирают кровь, непосредственном соприкосновении крови с воздухом, с остатками свернувшейся крови и т. п.

2. Физико-химическая характеристика стадий и компонентов свертывания.

Основные этапы свертывания крови более изучены в XIX в. русским физиологом А.В. Шмидтом. Известны 13 факторов свертывания крови. Процесс свертывания крови условно можно разбить на 3 стадии:

1. ранение кровеносного сосуда. Происходит образование *протромбиназы*. Эта стадия инициируется тромбопластинами-фосфолипидами мембран разрушающихся клеток крови, сосудов, тканей. *Тромбопластины* становятся активными при соприкосновении с разрушенными частями кровеносных сосудов.

2. Происходит превращение неактивного *протромбина* кровяных пластинок в *тромбин*. Это процесс осуществляется под влиянием протромбиназы: она активизирует протромбин, адсорбируя его на своей поверхности. Необходим Ca^{2+} .

3. Из *фибриногена* крови (самый крупномолекулярный белок плазмы, во время свертывания крови переходит из состояния золи в гель фибрин), активизируемого тромбином крови, образуется нерастворимый белок: фибрин. Нерастворимые нити фибрина вместе с форменными элементами крови образует кровяной сгусток-тромб, который закупоривает нарушенный сосуд. Кровотечение останавливается. В образовании фибрина участвует Ca^{2+} .

Свертывание крови активизируется симпатической нервной системой. Ее медиаторы освобождают тканевые тромбопластины, которые ускоряют образование протромбиназы. Адреналин ускоряет свертывание крови.

3. Переработка крови

Способы сбора и переработки крови на пищевые цели

Существуют два способа сбора пищевой крови - открытый и закрытый. При открытом способе вытекающую кровь собирают в открытые емкости. При таком способе не исключается загрязнение крови от соприкосновения со шкурой животного. При открытом способе

собирают 35- 40% от общего количества крови, получаемого при обескровливании.

При закрытом способе применяют полый нож, соединенный с закрытой емкостью для сбора крови. При таком способе сбор пищевой крови достигает 50%, получаемой крови.

Для осуществления закрытого способа применяют специальные установки **В2-ФВУ-100** и **В2-ФВУ-50**. Установки отличаются производительностью голов в час (100 гол/ч и 50 гол/ч).

Собираемая для пищевых целей кровь должна иметь красный цвет, жидкую, однородную, без посторонних включений консистенцию, специфический запах с массовой долей сухого остатка не менее 15%. Наличие патогенных микроорганизмов не допускается.

Таблица 1 - Выход плазмы (сыворотки) и форменных элементов при сепарировании крови

Продукты	КРС	Свиньи
Плазма, % от массы стабилизированной крови	55	45
Форменные элементы, % от массы стаб. крови	45	55
Сыворотка, % от массы дефибринированной крови	54	44
Форменные элементы, % от массы дефибрин, крови	46	56

Способы обработки:

1. **Стабилизация.** Для предотвращения свертывания крови большинство предприятий используют стабилизаторы, связывающие ионы кальция. Это в основном растворимые фосфаты.
2. Другой способ обработки крови – **дефибринирование**, т.е. удаление из нее образовавшихся сгустков фибрина с помощью дефибринаторов

(специальные устройства) или вручную с помощью деревянного весла, помещенного в бидон с кровью.

3. **Сепарирование.** Для разделения крови на плазму и форменные элементы применяют сепараторы СК-1 производительностью 250-300 кг/ч. Из плазмы вырабатывают светлый пищевой альбумин

4. При невозможности своевременной переработки и использования кровь **консервируют** в основном путем охлаждения при температуре не выше +4 С. Для использования в колбасном производстве кровь консервируют путем добавления 2,5-3,0% поваренной соли и хранят при $T=+4$ С не более 48 часов.

5. С целью увеличения срока хранения кровь замораживают при $T=-18 - -35$ С. Замороженную кровь можно хранить в холодильнике при $T=-8$ С в течение 6 мес.

6. Находит применение способ замораживания крови и плазмы (сыворотки) в виде чешуйчатого льда на льдогенераторах. Использование вместо льда при куттеровании фарша замороженной крови (плазмы) обеспечивает ее рациональное использование и снижение расхода основного мясного сырья в процессе производства фарша.

7. **Сушка.** Для получения сухой растворимой крови применяют сушилки распылительного типа. Вырабатываемый при этом черный пищевой альбумин предназначен для изготовления антианемических препаратов типа детского гематогена.

Наиболее распространенная технология переработки крови на пищевые цели

1. Кровь получают от КРС с помощью полого ножа.
2. Стабилизация, реже дефибрирование
3. Сепарирование: плазму и сыворотку направляют в колбасный цех:

- плазму (сыворотку) замораживают в виде чешуйчатого льда, который добавляют при изготовлении вареных колбас и пельменей. Часть льда хранят в упаковках в холодильнике.
- форменные элементы отправляют в варочный котел, затем используют при выработки кровяных колбас.

Способы сбора и переработки крови на технические цели

Сбор крови на технические цели от КРС и свиней производят по окончании сбора пищевой крови. Всю кровь от МРС собирают как техническую и используют на выработку кормовой и технической продукции.

Собираемую кровь сушат и изготавливают из нее кормовую муку, технический альбумин.

На предприятиях малой и средней мощности кровь совместно с другим непригодным сырьем направляют на выработку мясокостной муки.

Основной вид технической продукции, вырабатываемой из крови – черный технический альбумин (ЧТА). Для производства 1 т черного технического альбумина расходуется около 6 т крови. Технология получения ЧТА: измельчают сгустки свернувшейся крови с последующим отделением фибрина путем процеживания на сите.

Лекция № 11

Тема: Механизм прижизненного движения, роль химических и структурных компонентов. Источники энергии.

План:

1. Механизм сокращения и релаксации мышц. Роль миофибриллярных белков.

2. Источники энергии, вклад в совершении мышечной работы.

1. В настоящее время движение рассматривается как скольжение двух типов белковых нитей относительно друг друга в миофибриллах.

Внутри мышечного волокна по его длине расположены продольно оси длинные нитеподобные волокна и **протофибриллы**.

Миофибриллы мышечного волокна имеют сложное строение и состоят из белковых нитей (**протофибрилл**) со светлыми и темными сегментами.

В светлой зоне обнаружены тонкие нити (белковые) состоящие из актина, тропонина и тропомиозина ($d = 5$ нм), а в темной зоне - толстые белковые нити ($d=10$ нм), состоящие из миозина. Толщина нитей влияет на лучепреломление (разные оптические свойства). Две полосы темная и светлая образуют один мышечный сегмент - **саркомер**.

Сигнал из ЦНС доходит до мышечной клетки, возбуждает мембрану (клеточную оболочку). Возбуждение передается саркоплазматическому ретикулину, а через него выбрасываются ионы Ca^{+2} , которые устремляются к тропониновому комплексу. В результате чего появляется деформация, которая в свою очередь передается на актиновую нить миофибрилл. Актин при этом

проявляет сродство к миозину, и нити актина тянутся через весь саркомер и соединяются с нитями миозина, скручиваются и становятся толще, в результате возникает химическое взаимодействие актином и миозином в виде перемычки (ассоциация), т.е. образуется актомиозиновый комплекс.

Вот это непосредственное сближение тонких и толстых нитей приводит к утолщению, сокращению, окоченению мышц.

При расслаблении мышц ионы Ca^{+2} возвращаются к саркоплазматическому ретикулину. А исчезновении ионов Ca^{+2} освобождает тропонин и препятствует дальнейшему взаимодействию актина с миозином. Головка миозина отсоединяется от тонких нитей.

2. Система этих белков представляет собой своего рода двигатель, который преобразует химическую энергию в механическую работу.

10. 1) Под действием ионов Ca^{+2} миозин гидролизует АТФ до продуктов, которые прочно удерживаются в комплексе миозин – АТФ – Р_i.

2) Актин обладает высоким сродством к миозину и комплексу миозин – АТФ – Р_i (низким сродством АТФ- миозин), поэтому он легко образует комплекс.

3) Затем комплекс распадается, актин теряет сродство к миозину и освобождается.

При жизни животного реализуется несколько механизмов синтеза АТФ (пополнения энергией).

К ним относятся:



3) Аэробные организмы живут за счет окисления и цикл трикарбоновых кислот



Лекция 12

Тема: Морфологическая и биохимическая характеристика производных кожи: перо, рога, копыта, щетина, волос. Кератины их свойства и перспективы применения

План:

- 1. Морфологическая и биохимическая характеристика производных кожи: перо, рога, копыта, щетина, волос**
- 2. Кератины их свойства и перспективы применения**

ОБРАБОТКА ЩЕТИНЫ

Щетина домашних и диких свиней является ценным сырьем для выработки щеток, кистей, сапожной дратвы и других изделий.

Различают щетину хребтовую, покрывающую спинную часть шкуры, и боковую, покрывающую бока, лопатки и бедра. Брюхо, грудь, низ шеи и ноги свиньи покрыты щетиной низкого качества — упалью. Наиболее ценная — хребтовая щетина.

Щетина состоит из двух основных частей — стержня и корня. Стержень щетины выдается над кожей и имеет коническую форму, на конце он расщепляется на кисточку тонких волоконцев — флажок. Стержень состоит из рогового вещества каротина. Корни щетины

погружены в волосяные сумки шкуры, нижняя часть корня расширена в луковицу.

Важнейшими физическими свойствами щетины, определяющими ее товарную ценность, являются прямолинейность, длина, толщина, упругость, гибкость, расщепленность и прочность на разрыв.

Наиболее прямолинейна щетина с хребта. Изогнутую щетину при обработке приходится выправлять. Длина щетины колеблется от 3 до 10 см, иногда она бывает длиннее. Наиболее длинная щетина на хребте. Чем длиннее щетина, тем она дороже ценится. Толщина щетины также важна, так как с увеличением толщины увеличивается ее прочность на разрыв.

Упругость и гибкость щетины — важный показатель качества ее. Кисти и щетки, сделанные из малоупругой и малогибкой щетины, быстро изнашиваются.

Расщепленность щетины (флажок) должна быть умеренной. Умеренно развитый флажок повышает качество щетины. Кисти из такой щетины кладут краску тонким и ровным слоем. Лучшей в этом отношении является боковая щетина.

Прочность щетины на разрыв обуславливается толщиной ее стержней и плотным корковым слоем. Наиболее прочная щетина хребтовая. Прелая щетина теряет свою прочность.

Качество щетины зависит от пола, возраста, породы животного и времени убоя его. Зимняя щетина отличается большей длиной, толщиной и упругостью. От беспородных свиней получают щетину лучшего качества, чем от свиней культурных пород. Средний выход щетины с одной головы ~250 г. Окраска щетины бывает самая разнообразная — белая, бурая, черная. Белая щетина наиболее ценная.

Щетину со свиной шкуры или туши обычно выдергивают крючком, стригут машинкой или получают после шпарки туш. По способу съемки

различают щетину дерганую, стриженую, щетину-шпарку и щетину, снятую со шкур химическим методом. Последний применяется на кожевенных заводах.

При выдергивании щетины вручную полностью сохраняют ее высокие природные качества, но этот процесс очень трудоемкий и в условиях конвейерной переработки скота мало применим. Щетину, снятую со шкур выдергиванием, сортируют по цвету, укладывают луковица к луковице, флажок к флажку, связывают в пучки и направляют на сушку в сушилки при температуре 40—60° С.

Имеющиеся машинки приспособлены для выдергивания щетины со снятой шкуры, а не с туши. Наиболее широкое применение имеет машинка, предложенная П. И. Лучиным. Она состоит из двух рифленых валиков, которые при вращении в разные стороны захватывают щетину зубьями и выдергивают ее. Машинка не обеспечивает должного качества, так как у многих щетинок обрываются луковицы и флажки, а иногда щетина путается. На ряде мясокомбинатов щетину стригут. Для этой цели используют машинку для стрижки шерсти с овец, несколько реконструированную.

Щетину-шпарку снимают вручную с туши ножом или скребками на скребмашине. Перед шпаркой хребтовую щетину выдергивают.

В последнее время для мойки и обезжиривания щетины-шпарки применяют новые материалы. Моющей средой служат щелочные растворы, а также растворы, содержащие поверхностно-активные вещества. Обработку щетины-шпарки с целью освобождения от эпидермиса и обезжиривания целесообразно проводить при перемешивании в растворе, содержащем тринатрийфосфат в количестве 10 г/л при температуре 80—90° С или 15 г/л при температуре 60—65° С. Время обработки 25 мин. Щетину-шпарку также можно обрабатывать в

растворе, содержащем кальцинированную соду 14 г/л и силикатный клей 0,7 г/л в течение 20 мин при температуре 25—30° С.

После обработки в щелочных растворах щетину следует промыть в проточной воде до нейтральной реакции по индикатору. Время промывки 20—30 мин.

В результате обработки щетина-шпарка становится чистой и содержит незначительные количества жира.

Щетина-шпарка значительно ниже по своим качествам щетины дерганой. Она менее прочна и упруга, не прямолинейна и сильно перепутана.

ОБРАБОТКА ВОЛОСА

В зависимости от вида животных различают волос конский, коровий и сарлычий. Из волоса вырабатывают разнообразные щетки, кисти и другие изделия.

От крупного рогатого скота собирают волос с конца хвоста и с внутренней стороны ушей. Хвостовой волос коровник снимают с конечной кисти хвоста, его срезают ножом под корень и затем вяжут в пучки. Волос промывают в воде, сушат и расчесывают.

Загрязненные хвосты предварительно замачивают в воде одни сутки, затем промывают в теплой воде и сушат в сушилках при температуре 30—35° С. После сушки коровняк стригут и сортируют по цвету. Длина хвостового волоса 20—50 см.

Основными качественными признаками коровняка являются длина, прочность, упругость.

Ушной волос собирают вручную, его выдергивают или стригут. Уши промывают теплой водой, ошпаривают при температуре 70—75° С и выдергивают волос. Затем его сушат в шкафу, сортируют по цвету и связывают в пучки диаметром 2—3 см. Длина волоса 5—12 см. Он относительно мягок, но упруг и не ломок. Выход ушного волоса в среднем 4 г с одной пары ушей.

Конский волос собирают с хвоста, гривы, челки лошадей, а также с ног над копытами. Прочность конского волоса на разрыв очень велика. Волос хвоста может выдержать груз 400—800 г. Наиболее длинный волос растет по бокам репицы хвоста, длина его достигает до 100 см. Волос гривы короче — 60 см, длина волоса челки—10—30 см, щетки — до 15 см. Длина волоса увеличивается с возрастом животного.

Конский волос срезают ножом при жизни животного и со шкур после убоя. Волос, снятый при жизни животного, ценнее.

Срезанный волос, если он сухой и чистый, проветривают и упаковывают. Грязный волос промывают в теплой воде и сушат в сушилке при температуре 50—60° С. После высушивания и остывания волос сортируют по цвету, связывают в пучки и упаковывают.

Конский волос по товарным качествам делят на жесткий и мягкий. Влажность волоса не должна превышать 15%, а засоренность 5% к массе волоса.

ОБРАБОТКА ПЕРА

При переработке птицы получают большое количество пера и пуха, являющихся ценным сырьем для производства изделий широкого потребления. При тепловой обработке птицы получают перо, содержащее до 100% влаги (к массе пера), что делает его непригодным для хранения и

транспортировки. Для удаления влаги из пера применяют механическую и тепловую обработку. Пери загружают в корзинчатую центрифугу, куда сначала подают воду для промывки, затем подачу воды прекращают и, не приостанавливая работу центрифуги, отжимают воду до 48—50%. Пери направляют в сушилку барабанного типа с лопастной мешалкой для перемешивания пера. Сушат перо в токе воздуха, нагретого до 80—120° С в подогревателе, через который он и нагнетается в сушилку. Скорость сушки зависит от температуры и расхода воздуха. Производительность ее 100—120 кг сухого пера в смену. Из сушки перо подается в сборник при помощи вентилятора. Для мойки, сушки и упаковки пера можно использовать автоматическую линию для обработки шерсти. После намачивания перо загружают в центрифугу, откуда оно выбрасывается через 40—60 сек непрерывным потоком (влажностью 45—50%), поступая в систему циклонов. В этой системе циклонов воздух нагрет до 40—45° С; после сушки влажность пера 12%. Затем перо прессуют в тюки массой 76 кг (обычно тук весит 12—15 кг) и зашивают в мешковину.

ОБРАБОТКА РОГОВ И КОПЫТ

Рога и копыта мелкого и крупного рогатого скота, а также копыта лошадей, используют при производстве товаров народного потребления и кормовой продукции. Рого - копытное сырье получают на мясокомбинатах и убойных пунктах, а также при утилизации трупов животных в местности, благополучной по заразным болезням.

Рого – копытное сырье подразделяют на поделочное (рога и копыта взрослого крупного рогатого скота, копыта взрослых лошадей) и сырье для технического применения (мелкие рога и копыта всех видов убойных

животных, отходы рога-копытного сырья). Рого-копытное сырье подвергают первичной обработке: шпарке, отделению рога от других тканей.

Поделочное рога-копытное сырье должно быть сухим, без трещин и поломов, без посторонних примесей; рога – длиной не менее 12см, с матовой поверхностью. Рого-копытное сырье упаковывают в бумажные и тканевые мешки, рогожные кули, дощатые ящики. Хранят его в закрытых помещениях или под навесом на бетонированных или асфальтированных площадках

Срок хранения поделочного сырья не более 12 мес. На каждую отправляемую партию рога-копытного сырья ветеринарная служба выдает ветеринарное освидетельствование.

Так как рога и копыта относятся к кератинсодержащему сырью, а белок кератин не расщепляется ферментами желудочно-кишечного тракта животных, то сырье можно использовать в качестве белковой добавки только после предварительного гидролиза. Целью гидролиза является разрушение компактной структуры кератиновой молекулы до получения полипептидов, пептидов и отдельных аминокислот.

Наиболее простым является высокотемпературный водный гидролиз кератинсодержащего сырья. Копыта моются горячей водой, измельчаются, подаются в вакуумный котел. Процесс термической обработки предусматривает гидролиз при температуре 138-143 °С и сушку. Полученную гидротермическим методом муку используют и на кормовые цели, в этом случае ее добавляют к мясокостной в количестве до 7%.

Кислотный гидролиз применяют для получения аминокислот. Аминокислоты необходимы для повышения биологической ценности белковых кормов. Гидролиз проводят при температуре 115-120 °С в присутствии 28% соляной кислоты в течение 4-6 часов. Полученный гидролизат очищают, упаривают и выделяют из него аминокислоты.

Щелочной гидролиз осуществляют щелочами для изготовления кератинового клея, связующего материала для литейных форм, органоминеральных удобрений, пеногасителя. Щелочной гидролиз с последующей нейтрализацией фосфорной кислотой позволяет изготовить из полученного гидролизата, стабилизированной пищевой крови, пищевого костного жира и сахара заменитель цельного молока.

Гидролиз кератинсодержащего сырья в присутствии мочевины позволяет получить кормовой белковый концентрат.

Гидролизат кератинсодержащего сырья, полученный ферментативным методом, можно использовать для замены 15% мясокостной муки.

2. Кератины их свойства и перспективы применения

Специфическим белком кожи и ее производных является *кератин*, химический состав и свойства которого зависят от происхождения. Кератин входит в состав эпидермиса кожи, 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 растворителях, 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.

Лекции 13 – 15

Тема: Автолитические изменения мяса

План:

1. Сущность автолиза
2. Показатель активной кислотности pH
3. Парное мясо.
4. Посмертное окоченение.
5. Разрешение посмертного окоченения.
6. Фактор Марша – Бендалла.
7. NOR-, PSE-, DFD-мясо.
8. Созревание мяса.
9. Глубокий автолиз.
10. Автолитические изменения жировой ткани.

Смерть убойных животных наступает вследствие их обескровливания, после чего в организме развивается комплекс посмертных изменений. Для мышечной ткани наиболее важными из них являются охлаждение, развитие посмертного окоченения и автолиз.

Снижение температуры тела убитого животного до температуры внешней среды вследствие прекращения выработки тепла организмом идет в определенной последовательности. Вначале охлаждаются конечности и голова, наружные, затем глубокие участки туши.

После прекращения жизни животного состав и свойства отмирающих тканей начинают изменяться, вследствие чего существенно меняются важнейшие свойства мяса. Общее направление этих изменений можно охарактеризовать как распад прижизненных биологических систем, образующих живые ткани.

Причина этого распада – прекращение обмена веществ в тканях и переход обратимых ферментативных химических процессов в необратимые, когда на первый план выступает разрушительная деятельность ферментов.

Таким образом, посмертный распад тканей – это самораспад, или **автолиз** (перевод с греческого саморастворение).

Автолиз можно представить как совокупность следующих последовательных этапов:

1. Прекращение обмена веществ
2. Распад связей объединяющих вещества в системы, из которых состоят ткани.
3. Распад самих веществ на более простые.

Важным показателем при оценке мяса является **величина рН**.

Величина рН влияет на такие качественные параметры как цвет, нежность, влагосвязывающая способность и стойкость при хранении.

Величина рН показывает концентрацию водородных ионов, т.е. их количество в 1 л исследуемой среде. Шкала рН находится в пределах от 0 до 14.

При этом нейтральная среда $pH=7,0$; кислая среда меньше 7, щелочная среда больше 7.

У живого организма показатель pH составляет 7,2 – 7,3, у только что убитого животного pH мышц = 7,0. После убоя значение pH под воздействием молочной кислоты (образуется при распаде гликогена) снижается в кислую сторону до 5,3 – 5,6 в говядине и 5,6 – 5,8 в свинине, что приближает реакцию среды мышечной ткани к изоэлектрической точке белков мяса ($pH=5,0 – 5,5$).

Величину pH определяют цифровыми pH -метрами с электродами. При этом в ряде стран дополнительную сортировку сырья на категории ведут с учетом уровня pH : I – 5,0-5,5; II – 5,6-6,2; III – 6,3 и выше.

Посмертные изменения мяса или автолиз условно разделяют на три последовательные фазы:

1. Парное мясо.
2. Посмертное окоченение.
3. Разрешение посмертного окоченения.
4. Созревание.

I. Парное мясо

Сразу после убоя животного ткани находятся в расслабленном состоянии, мышечные волокна набухшие, прямолинейной или слегка волокнистой формы, соединительно-тканые волокна сокращены волнообразно. Это состояние характеризуется высоким значением растворимости белков. Основные белки мышечного волокна актин и миозин находятся в диссоциированном состоянии и поэтому обладают хорошими гидрофильными свойствами, что обеспечивает высокую водосвязывающую способность мышц.

Сразу после убоя в горяче-парном мясе мышечная ткань расслаблена и обладает наибольшей влагоемкостью и способностью удерживать влагу. Т.е. белки парного мяса обладают наибольшей влагосвязывающей и

эмульгирующей способностью, а развариваемость коллагена максимальна. Величина рН мышечной ткани в этот момент близка 7,0.

В первые часы после убоя мясо бактерицидно и содержит незначительное количество микроорганизмов.

Высокой водосвязывающей способности мышц способствует и высокое содержание АТФ в парной туше. Содержание АТФ в мышцах парных туш примерно такое же, как в мышцах живых животных. Так парное мясо при величине рН=5,9 поглощает в среднем 86% воды, а охлажденное (рН=5,4) – только 33%. Потеря водосвязывающей способности обусловлена в основном на две трети распадом АТФ и на одну треть понижением величины рН.

Развариваемость коллагена в первые часы после убоя животных достигает 20 – 30%, а после хранения в течение 2 суток уменьшается до 14 – 18%. У парного мяса нет выраженного аромата и вкуса.

Парное мясо обладает высокими бактериостатическими свойствами по отношению ко многим микробам, поэтому размножение микроорганизмов в нем заторможено.

Таким образом, парное мясо характеризуется:

1. Высокой водо- и жиросвязывающей способностью.
2. Нежной консистенцией.
3. Максимальной развариваемостью коллагена.
4. Минимальной микробной обсемененностью.
5. Отсутствием ярко выраженного аромата и вкуса.

Все это сохраняется с момента убоя до 3 – 4 часов.

Парное мясо пригодно для выработки видов мясной продукции, производство которой сопряжено с необходимостью получения устойчивых систем мясо – вода (например, для выработки вареных (эмульгированных) колбасных изделий) и соленых изделий из свинины.

С экономической точки зрения применение парного мяса выгодно, вследствие снижения в потребности в холодильных камерах, экономии электроэнергии. Однако работа с парным мясом требует как высокой оперативности в технологическом процессе (интервал от момента убоя до стадии термообработки готовых изделий не должен превышать 3 часов), так и применения специальных приемов, направленных на задержку гликолиза и процесса взаимодействия актина и миозином. В частности такими приемами являются:

1. Быстрое замораживание обваленного парного мяса (без или после предварительного измельчения) путем введения твердой углекислоты.
2. Обвалка парного мяса, быстрое измельчение и посол с введением 2-4% хлорида натрия.
3. введение рассолов через кровеносную систему одновременно с обескровливанием при убое животных..
4. инъектирование рассолов в отруба непосредственно после разделки парных туш.
5. применение сублимационной сушки парного мяса.

Вышеуказанные приемы позволяют устранить или свести до минимума развитие и последствия посмертного окоченения.

II. Посмертное окоченение.

Вскоре после убоя в мышечной ткани начинается посмертное окоченение, которое внешне выражается в отвердении и некотором укорочении мышц.

Окоченение начинается с мышц головы и постепенно распространяется по разветвлениям спинномозговых нервов. Его полное развитие наступает в разные сроки, которые зависят от особенностей животного и от окружающих условий. При температуре 15 – 18 С полное окоченение наступает через 10 – 12 часов, при температуре 0 С – через 18 – 20 часов, а затем начинается постепенное расслабление мышц.

Быстрое охлаждение задерживает развитие окоченения, делает его менее глубоким и быстрее проходящим. То же наблюдается в мясе больных животных. Окоченение развивается быстрее в мышцах молодых животных, чем в мышцах старых, медленнее в мышцах упитанных животных. Окоченение наиболее выражено в скелетных мышцах, менее в сердечных и почти незаметно в гладких. Полное развитие окоченения свинины наступает раньше, чем говядины и баранины на 2-6 часов.

В период посмертного окоченения возрастает механическая прочность мышц и уменьшается их эластичность. К моменту полного посмертного окоченения (в среднем к 16-18-му часу после убоя) жесткость мяса, измеряемая пенетрометром, возрастает примерно на 25%, а сопротивление мяса на разрез увеличивается почти вдвое. Такое мясо сохраняет повышенную жесткость и после варки. Повышенная механическая прочность не только ухудшает качество мяса, но и требует больших затрат энергии при механической обработке (резании, обвалке, измельчении).

При окоченении уменьшается влагоемкость. Через 16-18 часов после убоя рН с 7,0 скатывается до 6,4, а влагоемкость снижается на 25%. На 40% возрастает количество мясного сока, отделяемого на центрифуге.

Мясо в состоянии посмертного окоченения наиболее устойчиво к переваривающему действию пепсина, оно почти лишено, присущих ему в вареном состоянии, аромата и вкуса.

Таким образом, в состоянии посмертного окоченения мясо наименее подходяще к употреблению в пищу, для промышленной переработки и для замораживания с целью длительного хранения.

Механизм сокращения мышечных волокон в период окоченения сходен с механизмом их сокращения при жизни, однако имеются и существенные различия. Вместо организованного и регулируемого сокращения группы волокон под влиянием нервного импульса волокна беспорядочно сокращаются по всему объему мышц. Процесс протекает несинхронно, отдельные волокна находятся в разной стадии сокращения. Неравномерность перехода в сокращенное состояние обнаруживается даже по длине одного и того же волокна – одна часть его может быть расслаблена, тогда как другая – сокращена. В структуре волокон развивается большое напряжение, которое выражается в появлении признаков их внутреннего строения. Число сокращенных волокон нарастает и достигает максимума в момент наиболее интенсивного посмертного окоченения.

Развитие окоченения сопровождается выделением тепла, около 1,7 кал на 1 г мышц. В связи с этим температура туши возрастает до 39 – 40 С через 1,5 часа после убоя. При этом окоченевшие мускулы перестают реагировать на раздражение электрическим током.

Что же все-таки происходит при окоченение.

В свежем мускуле непосредственно после убоя животного актин и миозин взаимно не связаны. Распад АТФ приводит к объединению актина и миозина с образованием актомиозина.

Актомиозин активно сокращается за счет большего количества энергии, выделяющийся при распаде АТФ. Так наступает посмертное окоченение. На стадии посмертного окоченения аромат и вкус мяса плохо выражены.

Таким образом, уменьшение влагоемкости мышечной ткани при посмертном окоченении вызывается ассоциацией актина и миозина в актомиозин вследствие распада АТФ (главным образом) и сдвигом рН к изоэлектрической точке белков мяса вследствие накопления молочной кислоты (в меньшей степени).

III. Разрешение посмертного окоченения.

Поскольку после смерти животного прекращается доступ кислорода в клетки, то и затухает аэробная фаза энергетического обмена, т.е. прекращается ресинтез мышечного гликогена, и остается лишь анаэробная фаза – распад гликогена.

В начальный период автолиза распад гликогена идет двумя путями: путем анаэробного гликолиза (фосфоролиза) с образованием молочной кислоты и путем амилолиза с образованием редуцирующих углеводов. В первые часы посмертного окоченения интенсивный распад гликогена происходит преимущественно за счет фосфоролиза с участием аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). Амилолитический распад мало заметен. К концу первых суток (при температуре, близкой к 0) фосфоролиз практически прекращается вследствие почти полного исчезновения АТФ и накопления молочной кислоты, которая, как продукт реакции, подавляет фосфоролиз. К этому времени количество молочной кислоты в нормальных условиях достигает 500 – 800 мг%.

В результате чего:

1) увеличивается устойчивость мяса к действию гнилостных микроорганизмов;

- 2) снижается растворимость мышечных белков (их изоэлектрическая точка при рН 4,7-5,4), уровень их водосвязывающей способности;
- 3) происходит набухание коллагена соединительной ткани;
- 4) повышается активность катепсинов, вызывающих гидролиз белков на более поздних стадиях автолиза;
- 5) формируются предшественники вкуса и аромата мяса;
- 6) активизируется процесс окисления липидов.

Величина сдвига рН связана с количеством гликогена и АТФ в мышцах в момент убоя животного, которое, в свою очередь, зависит от физиологического состояния его в этот момент.

В мышцах утомленных, истощенных и больных животных гликогена и АТФ меньше. Поэтому рН мяса утомленных и больных животных при прочих равных условиях несколько выше.

Уменьшение рН мышц приближает реакцию среды мышечной ткани к изоэлектрической точке белков мяса (рН 5,0 – 5,5). Сдвиг реакции среды в кислую сторону имеет и практическое значение: кислая среда тормозит развитие гнилостных микроорганизмов.

Животные	рН к 24 часу		
	в говядине	в телятине	в свинине
Отдохнувшие	5,1	5,4	5,3
Утомленные и больные	6,2	6,7	6,9

IV. Фактор Марша - Бендалла

Действие АТФ на состояние контрактильных белков двойственное. Пока ее концентрация в мышцах высокая и ее распад задерживается, АТФ оказывает на мышцы расслабляющее и гидратирующее действие. Но как только АТФ начинает распадаться – происходит ассоциация актина и миозина и падение уровня их гидратации. Двойственное действие АТФ определяется условиями, в которых происходит взаимодействие АТФ и миозина в мышечном волокне.

Распад АТФ обусловлен ферментативной аденозинтрифосфатазной активностью миозина, которая затормаживается особым белковым веществом, содержащимся в мышечном волокне и названным фактором Марша-Бендалла. Он очень стабилен против денатурирующего действия температуры и старения.

Активность фактора Марша – Бендалла сохраняется в течение 15-суточного хранения мускула КРС при температуре – 2 – -5 С и незначительно падает после 7 суток хранения мускула в замороженном виде. Но ионы кальция инактивируют фактор Марша – Бендалла.

Сразу после убоя животного часть ионов кальция и цинка связаны с АТФ в комплекс, благодаря чему активность фактора Марша – Бендалла сохраняется. Этим затормаживается аденозинтрифосфатазная активность миозина и распад АТФ происходит очень медленно. Мышцы почти полностью сохраняют расслабленное состояние и высокую степень гидратации.

Сохранению высокого уровня содержания АТФ в мышцах в этот период способствует в некоторой степени также и ресинтез АТФ из продуктов ее распада – аденозиндифосфорной кислоты (АДФ), аденозинмонофосфорной кислоты (АМФ) – за счет энергии, освобождающейся при гликолизе гликогена и распаде креатинфосфата на креатин и фосфорную кислоту. Продолжительность замедленного периода распада АТФ зависит поэтому и от физиологического состояния животного: наиболее длителен этот период в мышцах упитанных,

невелик в мышцах голодных и почти отсутствует в мышцах истощенных животных.

С уменьшением запаса гликогена в мышцах (рН 6,8 – 6,7) и содержания в них креатинфосфата вся энергия ресинтеза расходуется и происходит только распад АТФ.

С распадом гликогена в мышцах увеличивается содержание молочной кислоты, возрастает кислотность среды, в результате чего в тканях повышается концентрация ионов кальция и уже в течение первых часов концентрация ионов кальция достигает уровня, достаточного для инактивирования фактора Марша – Бендалла. В этот период происходят основные изменения свойств мышечной ткани: сокращение и изменение прочности и эластичности и дегитратация (падение растворимости фракции контрактивных белков).

Сокращение контрактивных белков мышечного волокна происходит за счет дефосфорилирования АТФ, от которой вначале отщепляется одна, а затем вторая фосфорные группировки, и образуются соответственно АБФ, а затем АМФ. Эти соединения отличаются от АТФ значительно меньшей способностью к комплексообразованию с кальцием. Поэтому в составе мышечного волокна концентрация ионов кальция остается достаточной для подавления активности фактора Марша – Бендалла вплоть до практически полного распада АТФ (через 12 час. после убоя распадается более 90% АТФ).

Скорость развития ферментативных процессов зависит и от температуры. Поскольку образование молочной кислоты повышается с повышением температуры, то и глубина развития посмертного окоченения зависит от температуры (чем выше температура, тем быстрее наступит окоченение).

V. Мясо с признаками NOR, PSE, DFD

В настоящее время вопрос направленного использования сырья с учетом хода автолиза приобретает особое значение, так как существенно возросло доля животных, поступающих на переработку с промышленных комплексов, у которых из-за стрессов, после убоя в мышечной ткани обнаруживаются значительные отклонения от обычного развития автолиза.

В связи с этим различают мясо с высоким конечным рН, так называемое с признаками DFD и эксудативное мясо (PSE). Мясо с признаками DFD имеет через 24 ч после убоя уровень рН выше 6,3, темную окраску, грубую структуру волокон, обладает высокой водосвязывающей способностью, повышенной липкостью и обычно характерно для молодых животных КРС, подвергавшихся различным видам длительного стресса до убоя. Вследствие прижизненного распада гликогена, количество образовавшейся после убоя молочной кислоты в мясе таких животных невелико и миофибриллярные белки в мясе DFD имеют хорошую растворимость.

Высокие значения рН ограничивают продолжительность его хранения, в связи с чем, мясо DFD непригодно для выработки сырокопченых изделий. Однако, благодаря высокой влагосвязывающей способности, его целесообразно использовать при производстве вареных колбас, соленых изделий, быстрозамороженных полуфабрикатов.

Эксудативное мясо PSE характеризуется светлой окраской, мягкой рыхлой консистенцией, выделением мясного сока вследствие пониженной водосвязывающей способности, кислым привкусом. Признаки PSE чаще всего имеет свинина, полученная от убоя животных с интенсивным откормом и ограниченной подвижностью при содержании.

Мясо с признаками PSE и DFD

Специфика автолиза в мясе	Характерные признаки мяса	Причины образования	Рекомендации по использованию
NOR (нормальное)	Яркий красно-розовый цвет, упругая консистенция, характерный запах, рН=5,6-6,2 высокая ВСС.	Нормальное развитие автолиза	Производство всех видов мясопродуктов (без ограничений)
PSE (бледное, мягкое, водянистое)	Светлая окраска, рыхлая консистенция, кислый привкус, выделение мясного сока, низкая ВСС, рН=5,2-5,5	Встречается у свиней с малой подвижностью, отклонениями в генотипе, под воздействием кратковременных стрессов	Использование: в парном состоянии после введения NaCl; в сочетании с мясом DFD, в комплексе с соевыми изолятами, с введением фосфатов; в комбинации с мясом с нормальным ходом автолиза повышенной сортности
DFD (темное, жесткое, сухое)	Темно-красный цвет, грубая волокнистость,	Наиболее часто у молодняка КРС после	Использование: при изготовлении эмульгированных

	повышенная липкость, низкая стабильность при хранении, высокая ВСС, рН выше 6,2 через 24 ч после убоя	длительного стресса	колбас, соленых изделий с коротким периодом хранения; в сочетании с мясом PSE; при изготовлении замороженных мясопродуктов
--	---	---------------------	--

Появление признаков PSE может быть обусловлено генетическими последствиями, воздействием кратковременных стрессов, чрезмерной возбудимостью животных. Наиболее часто мясо с признаками PSE получают в летний период времени. В первую очередь эксудативности подвержены наиболее ценные части туши: длиннейшая мышца и окорока. После убоя таких животных в мышечной ткани происходит интенсивный распад гликогена, посмертное окоченение наступает быстрее. В течение 1 часа рН мяса понижается до 5,2-5,5.

Такое мясо из-за низких рН и водосвязывающей способности непригодно для производства вареных колбас, вареных и сырокопченых окороков, так как при этом ухудшаются органолептические характеристики готовых изделий (светлая окраска, кисловатый привкус, жесткая консистенция, пониженная сочность), снижается выход.

Однако, в сочетании с мясом хорошего качества либо с соевым изолятом или другими белками оно пригодно для переработки в эмульгированные и сырокопченые колбасы, рубленые полуфабрикаты.

Контроль качества сырья, получаемого при первичной переработке скота, осуществляют путем определения величины рН мяса через 1-2 ч после убоя.

VI. Созревание

Созревание – это совокупность изменений важнейших свойств мяса, обусловленных углублением автолиза, в результате которых мясо приобретает хорошо выраженный аромат и вкус, становится мягким и сочным, более влагоемким и более доступным действию пищеварительных ферментов в сравнении с мясом в состоянии посмертного окоченения.

В период созревания различают две последовательные стадии автолиза:

1. стадия, связанная с развитием ферментативных процессов, вызывающих посмертное окоченение мускулатуры.
2. стадия протеолиза и сопутствующее ему разрушение структурных элементов тканей.

Если в период посмертного окоченения изменения структуры тканей незаметны, то уже через двое суток (при 4 С) они весьма существенны: мышечные волокна становятся неровными и зазубренными, клеточные ядра сморщиваются и деформируются, соединительнотканые образования разрыхляются и отслаиваются не только между пучками, но и в промежутках между отдельными мышечными волокнами. На четвертые сутки обнаруживаются явные признаки распада ядер, встречаются поперечные разрывы мышечных волокон; на шестые сутки количество поперечных разрывов значительно возрастает.

Одним из следствий углубления автолиза в период созревания является размягчение тканей. После 18 – 24 час (при температуре, близкой к 0 С) отвердевшие мышцы начинают расслабляться. Если жесткость парного мяса,

измеряемую пенетрометром, принять за единицу, то ее изменение с течением времени можно характеризовать следующими примерными цифрами:

Время с момента убоя в сутках	0	1	3	6	12	29
Жесткость мяса	1	1,25	0,6	0,35	0,3	0,2

Наиболее интенсивно жесткость мяса уменьшается за первые шесть суток (почти в 4 раза). Она уменьшается в течение всего возможного времени хранения мяса при плюсовых температурах, но интенсивность резко снижается.

Как показали работы ВНИИМПа (с мясом КРС, охлажденном при температуре 0 – 4 С), после максимума посмертного окоченения, соответствующего переходу большей части актомиозина в нерастворимое состояние, начинается его диссоциация на актин и миозин. Через четверо суток остается лишь около 17% актомиозина, а на шестые сутки миозин совершенно не связан с актином.

Таким образом, в начальной стадии созревания размягчение тканей непосредственно связано с диссоциацией актомиозина на актин и миозин, т.е. процессом, обратным тому, который вызывает посмертное окоченение мускулатуры. Расслабление мускулатуры в этот период можно характеризовать как разрешение посмертного окоченения.

Дальнейшее, но менее интенсивное размягчение тканей в значительной мере объясняется прогрессирующим разрушением ее структурных элементов, и прежде всего, мышечных волокон. В этом разрушении большое значение имеет деятельность тканевых протеолитических ферментов, стимулирующих гидролиз белковых веществ. Это уже начало глубокого автолиза, т.е. распада веществ, входящих в состав тканей.

Изменение состояния белков при созревании мяса сопровождается увеличением перевариваемости мяса пепсином. Наибольшей устойчивостью к действию пепсина мясо обладает через 24-48 часов после убоя. Спустя 5-7 суток после убоя устойчивость к пепсину уменьшается в 1,5 раза и продолжает уменьшаться по мере развития автолиза.

При созревании улучшается аромат и вкус мяса в вареном состоянии и бульона, получаемого из него при варке. Аромат и вкус проявляются через 2 суток после убоя. Спустя 5 суток аромат и вкус мяса и бульона хорошо выражены; наиболее они ощутимы на 10-14 сутки. Изменения органолептических связаны с накоплением в мясе летучих редуцирующих веществ и увеличением содержания летучих жирных кислот.

Когда же наступает полная зрелость мяса? Если необходимы удовлетворительные жесткость и влагоемкость при температуре 0 – 4 С мясо зрело через 5 – 7 суток после убоя. А оптимальная органолептика наступает на 10 – 14 сутки после убоя.

Все зависит куда направляется мясо:

1. На кулинарные цели без предварительной фасовки, руководствуются органолептическими свойствами. В таком случае выдерживают мясо после убоя в течение 10 – 14 суток, при $T = 0 - 4$ С.
2. Если мясо предназначено на замораживание, на посол, на изготовление колбасных изделий, то выдержки достаточно в течение 24-48 часов.
3. Если мясо реализуется в фасованном виде или в виде полуфабрикатов, или направляется на консервное производство, то желательна выдержка в течение 5 – 7 суток.

Продолжительность созревания зависит от температуры. При $T=8 - 10\text{ C}$ продолжительность созревания снижается с 10-14 суток до 5 суток, а при $T=17\text{ C}$ – до 3 суток. Однако при высоких T появляется опасность поражения мяса микробами и усушки.

Мясо старых животных созревает медленнее мяса молодых, а мясо быка медленнее мяса коров.

Мясо утомленных, больных животных созревает медленнее.

VII. Глубокий автолиз

Глубокий автолиз – это ферментативный распад белковых веществ и жиров.

Распад белковых веществ – протеолиз – начинается в период созревания мяса. Протеолиз стимулируется деятельностью ферментов мышечной ткани, в первую очередь катепсина и пептидаз, катализирующих разрыв пептидных связей белковых и полипептидных частиц.

Скорость распада белков максимальна при температурах близких к температуре тела животного. Мясо, длительно хранящееся при $T=37\text{ C}$ в асептических условиях, приобретает коричневую окраску. Выделяется значительное количество светло-коричневого сока. После 7 суток хранения вкус и запах мяса ухудшаются. В процессе хранения увеличиваются количество полипептидов и количество аминного и аммиачного азота.

Наиболее важный автолитический процесс в жировой ткани – это гидролиз жира, катализируемый тканевыми липазами. Гидролиз жира в сырье различного происхождения протекает с разной скоростью вследствие разной активности липаз, присутствующих в них.

Длительность хранения, ч	Кислотное число при температуре хранения 0 C		
	сальника	почечного жира	брыжеечного жира
20	0,05	0,16	1,70

40	0,30	0,40	3,70
60	0,50	0,80	5,30
100	0,90	1,60	9,3

При снижении температуры ферментативный гидролиз значительно замедляется, но не приостанавливается. Активность липазы велика при температурах 35 – 40 С. При температуре около 50 С действие липазы резко ослабляется, а выше 60 С липаза инактивируется.

Гидролиз протекает ступенчато по следующей схеме:

1. Триглицерид + H₂O = диглицерид + жирная кислота
2. Диглицерид + H₂O = моноглицерид + жирная кислота
3. Моноглицерид + H₂O = глицерин + жирная кислота.

Свободный глицерин образуется лишь на глубоких стадиях автолиза.

Загар мяса. Загар обычно обнаруживается в глубине туш большой массы в тех случаях, когда затруднен нормальный тепло- и газообмен с внешней средой, например, когда туши или части их, сохранившие тепло, укладывают плотно, или когда жирное парное мясо охлаждается при плохой циркуляции воздуха, а также если с животных шкура была снята не сразу. Загар может появиться при медленном замораживании парного мяса.

Чаще загар наблюдается в крупных жирных говяжьих тушах или в свинине с толстым слоем шпика, так как жир, являясь плохим проводником, уменьшает скорость охлаждения и, кроме того, затрудняет диффузию газов, образующихся в клетках тканей.

При загаре в некоторых частях туши появляется специфический неприятный запах и изменяется окраска и консистенция мяса. Чаще всего этот вид порчи обнаруживается в мышечной ткани около костей. Такой вид загара вызывается автолитическими процессами. В толще туши нарушается нормальное протекание процессов гликолитического распада, идут иные ферментативные реакции с образованием таких продуктов как сероводород, масляная кислота и другие вещества, обладающие неприятным запахом. Интенсивно выделяется углекислый газ. Миоглобин претерпевает значительные изменения с образованием пигментов, меняющих нормальную окраску мяса.

В мясе птицы загар возникает при плотной укладке тушек, сохранивших тепло и замораживании такой птицы в ящиках. Особенно легко загар возникает на тушках уток и гусей вследствие большего содержания жира. При загаре у гусей и уток внутренний жир часто приобретает зеленую окраску. Тушки птицы с загаром имеют влажную, большей частью зеленовато-серую, мягкую кожу.

Лекция № 16

Тема: Микробиологические процессы при хранении и обработке мясного сырья: источники, характеристика продуктов ферментации, практическое значение.

План:

1. Источники микроорганизмов в мясном производстве

Мясо отличается высоким содержанием влаги и белка, которые являются благоприятной средой для развития микрофлоры.

Мясо и мясопродукты могут обсеменяться микробами как эндогенным, так и экзогенным путем.

Степень обсеменения мяса микробами зависит от условий содержания животных в хозяйствах, их транспортировки на мясокомбинат, их предубойного содержания и переработки.

Мясо, полученное от убоя здоровых и отдохнувших животных, практически не содержит микробов, а загрязняется оно с поверхности туши, т.е. экзогенным путем.

Мясо больных, ослабленных, утомленных транспортировкой животных обсеменяется микробами путем эндогенного проникновения их из желудочно-кишечного тракта и открытых ран по кровеносной и лимфатической системе в мышечную ткань, паренхиматозные органы.

Интенсивность размножения микробов и их проникновения в ткани во многом зависит от первоначальной степени микробного обсеменения туши, а также других факторов: главным образом от температуры, относительной влажности воздуха, санитарного состояния окружающей среды, наличия и целостности корочки подсыхания, которая препятствует размножения микробов

При неудовлетворительном туалете, т.е. сильное загрязнение шерстного покрова животных до убоя и механический перенос микробов инструментами, руками больных рабочих при переработке, вследствие несоблюдения санитарного режима.

Микрофлора, появляемая на поверхности мяса при первичной обработке туш, обычно представлена:

I Бактериями: (кокки, палочки)

1. неспоровые грамотрицательные палочки родов псевдоманас, протей, аэроманас и др.
2. неспоровые грамотрицательные палочки родов лактобактериум, брохотрикс.
3. Спорообразующие аэробы рода бацилиус и анаэробы рода клостридиум.
4. Грамположительные кокковые формы микрококкус, стафилококкус.

II Плесени представлены следующими видами: пенициллины, мукоровые, ризопус.

III Дрожжи представлены родами торулопсис.

Микрофлора парного мяса здоровых животных представлена ограниченным количеством различных микроорганизмов.

Таких как бактерий кишечной группы, в том числе E. coli, бактерии группы Proteus, спорообразующие аэробы (в зависимости от температуры хранения преобладают аэробные мезофильные бактерии при повышенных температурах или аэробные психрофильные бактерии при низких температурах), микрококки.

Мокрый туалет туши, хотя и снижает общее количество микробов, но тем не менее, увлажняя поверхность мяса, создает условия для размножения и проникновения микробов вглубь и способствует распространению их по всей поверхности туши.

Развитие микробов на мясе подчиняется общей закономерности. Вначале наблюдается период замедленного размножения - лаг-фаза, переходящая затем в логарифмическую фазу, которая характеризуется быстрым нарастанием бактериальных клеток. Логарифмическая фаза сменяется стационарной фазой и фазой отмирания (рис. 1)

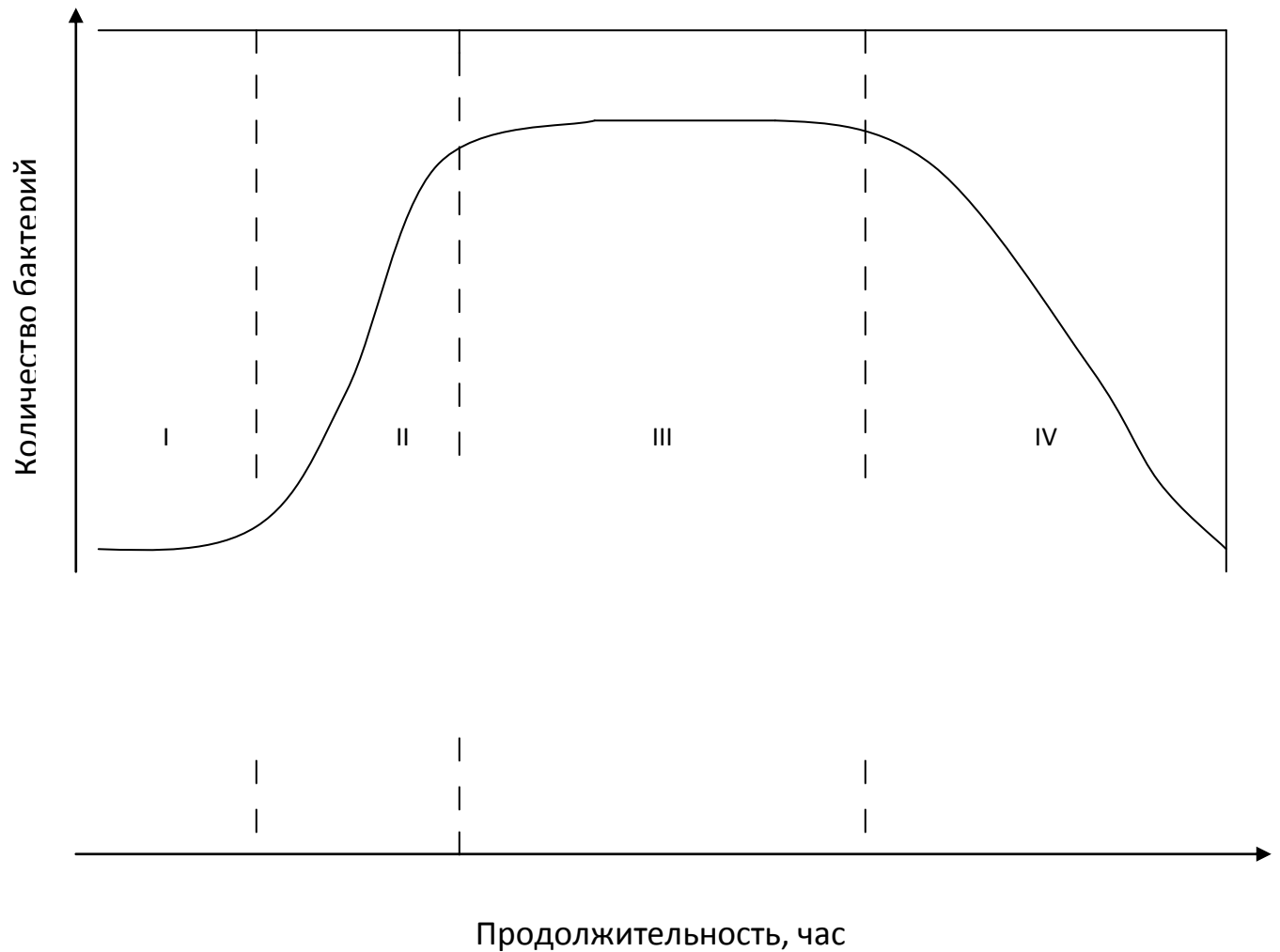


Рис. 1. График кривой роста бактерий:

I – лаг-фаза; II – логарифмическая фаза; III – стационарная фаза; IV – фаза отмирания

На санитарную доброкачественность и товарные показатели мяса влияют как патогенные, так и условно-патогенные микроорганизмы.

К патогенным относятся: сальмонеллы, энтеротоксигенные

стафилококки, гемолитические и зеленящие стрептококки, спорообразующая бактерия сериус. клостридий ботулинум, клостридий перфрингенс и др.

К условно-патогенным относятся гнилостные бактерии протеи, к примеру, протеус вульгарис и др.

Лекция № 17

Тема: Микробиологическая порча мясного сырья. Возбудители, характеристика ферментов, факторы активации. Понятие о барьерных технологиях.

План:

- 1. Микробиологическая порча мясного сырья.**
- 2. Возбудители, характеристика ферментов, факторы активации.**
- 3. Понятие о барьерных технологиях.**

1. Микробиологическая порча мясного сырья.

При хранении мяса проявляются следующие виды его порчи:

1. Ослизнение.
2. Пигментация.
3. Плесневение.
4. Кислое брожение.

5. Гниение.

Ослизнение мяса

Первым признаком микробиальной порчи мяса является слизь на поверхности мяса.

Ослизнение мяса характеризуется образованием на поверхности мяса слизи, в которой преобладают микрококки, стрептококки, споровые палочковые бактерии, некоторые виды акробактерий, псевдоманас и дрожжи.

Слизь становится заметной, когда число микробов достигает примерно 30 млн. на 1 см² поверхности. Слизь появляется тем позже, чем ниже температура окружающей среды и относительная влажность воздуха.

При 16 С и относительной влажности воздуха 90% слизь появляется уже на вторые сутки. Относительная влажность воздуха косвенно влияет на появление слизи: от относительной влажности воздуха зависит равновесная влажность поверхности мяса, на которой развиваются микробы. При хранении мяса стремятся к тому, чтобы создать на поверхности туши корочку подсыхания за счет подсушивания поверхностной соединительнотканной пленки - поверхностной фасции. Эта корочка препятствует распространению микробов вглубь. При хорошей корочке подсыхания мясо может сохраняться при температуре близкой к 0 °С, более одного месяца.

Пигментация - порча мяса, вызванная развитием на поверхности аэробных микроорганизмов. Например, бактерии *бактериум продиглозум* способствуют образованию красных пятен, а *псевдомонас пиоценеа* образованию синих пятен, *псевдомонас флюоресценс* - зеленых.

С развитием на поверхности мяса *фотобактерии фосфориум* связано появления свечения мяса, обнаруживаемое в темном помещении.

Если запах мяса нормальный и при санитарной оценке мяса токсических веществ не обнаружено, то после удаления пигментных пятен мясо можно реализовать.

Плесневение мяса вызывают плесневые грибы, которые размножаются при условиях повышенной влажности и плохой вентиляции в камерах хранения. Чаще всего развиваются грибы рода пеницилиум, мукор, аспергилус.

Плесени очень неприхотливы и быстро начинают размножаться, прежде всего, на тех участках поверхности мяса, возле которых затруднена циркуляция воздуха: затылочная впадина, зарез, паховые складки, внутренняя поверхность ребер. Они не проникают в глубь тканей более чем на 2 мм. Плесени не вызывают гниения. Однако плесени выделяют протеолитические ферменты, действующие в кислой среде. В результате их деятельности накапливаются органические основания и реакция среды мяса сдвигается в щелочную сторону. Создаются условия, благоприятные для развития гнилостных бактерий.

Изменения белковых веществ и жиров под воздействием плесеней столь велики, что пораженные ими слои становятся непригодными в пищу. В местах поражения плесенями мясо приобретает тяжелый затхлый запах.

Такое мясо не допускается к хранению, а при глубоком плесневении направляется на утилизацию. Плесневые грибы могут остаться на стенках холодильных камер, поэтому помещения дезинфицируют.

Кислое брожение обусловлено жизнедеятельностью молочнокислых бактерий и дрожжевых грибов. Кислому брожению подвергаются мясные продукты богатые гликогеном (конина, печень). Кислое брожение предшествует гниению.

В процессе кислого брожения, в результате дезаминирования аминокислот, в мясе накапливаются жирные и циклические кислоты, в том числе и оксикислоты. Большею частью они летучи и отгоняются с водяным паром. В числе летучих кислот более 95% составляют уксусная, масляная, муравьиная и пропионовая. На наиболее ранних стадиях гнилостного разложения и в наибольших количествах образуется уксусная кислота, за ней следует масляная. Муравьиная и пропионовая появляются на глубоких стадиях порчи мяса. Количество образующихся летучих кислот и их соотношение могут быть использованы для объективной характеристики порчи мяса. Органические кислоты уменьшают величину сдвига рН мяса в щелочную сторону. Иногда образование органических кислот происходит с большой скоростью и их количество может быть повышенным. С большей интенсивностью органические кислоты накапливаются при порче мяса-фарша. Поэтому наблюдается сдвиг рН не в щелочную, а в кислую сторону, а начальная стадия гнилостного разложения принимает форму закисания.

При кислом брожении мясо приобретает серый цвет и кисловатый неприятный запах.

Гнилостное разложение мяса.

Происходит под воздействием микроорганизмов. Развиваясь при определенных условиях на мясе, они разрушают питательные вещества и выделяют такие продукты жизнедеятельности, которые резко ухудшают органолептические свойства мяса или обладают токсичностью. Некоторые микроорганизмы, участвующие в гнилоственном разложении (протей, кишечная палочка и др.), могут вызвать пищевые отравления. Таким образом, на определенной стадии гнилостного разложения мясо становится непригодным в пищу, а иногда способным вызывать пищевые отравления.

Обычно гнилостное разложение мяса начинается с поверхности под действием аэробных микроорганизмов, попадающих на мясо из внешней среды и распространяющихся вглубь по прослойкам соединительной ткани, особенно вблизи суставов, костей и крупных кровеносных сосудов. Скорость передвижения зависит от свойств микроорганизмов и внешних условий (в первую очередь от температуры). При температуре 0 С, микроорганизмы за 30 суток проникают в среднем на глубину до 1 см. Аэробы готовят условия для анаэробов, которые начинают развиваться вблизи суставов, костей, крупных кровеносных сосудов и в кровеносном русле, выделяя продукты с крайне неприятным запахом.

Гнилостные бактерии выделяют протеолитические ферменты, действующие в щелочной среде. Так как обычно мясо имеет кислую среду, гнилостные бактерии развиваться на нем не могут.

Чем больше начальная величина рН мяса, тем быстрее создаются условия, благоприятные для развития гнилостных бактерий. Поэтому мясо утомленных и больных животных, рН которого 6,8-6,9 портится быстрее.

С развитием гнилостной порчи меняется запах мяса. Вначале он слабый, неприятный, с кисловатым оттенком, а затем отвратительный, гнилостный. При низких температурах появляется иногда затхлый запах. Меняется также и цвет мяса вследствие глубоких изменений гемоглобина и миоглобина. В начальной стадии гниения цвет мяса коричневатый, затем он приобретает свинцово-серый, а на глубоких стадиях - зеленоватый оттенок.

В отдельных случаях возможно гнилостное разложение мяса в глубоких слоях (в особенности вблизи суставов) под действием анаэробов. Гнилостные анаэробы (перфригенс, спорогенес) можно обнаружить в отдельных лимфатических узлах утомленных животных и даже в отдельных мышцах., если

утомление было сильным или животное болело. В таких случаях анаэробные микробы проникают в кровяное русло из кишечника вследствие ослабления защитных функций организма, вызываемого утомлением или заболеванием. Развитие микробов носит очаговый характер: некоторые участки мяса оказываются стерильными, в других частях, а также в лимфатических узлах и в костном мозгу обнаруживаются микробы. Развитие порчи в таких случаях характеризуется изменением цвета на разрезе, вплоть до появления зеленых пятен, образованием сероводорода и фосфористого водорода и появлением неприятного кисловатого запаха.

Такого рода порча мяса, внешне напоминающая загар мяса, наблюдается иногда при посоле, если в рассол погружают плохо охлажденное мясо (чаще свинину). Аналогичная картина наблюдается при копчении сильно обводненных окороков, в толщу которых микробы попадают с рассолом при шприцевании.

Гистологические изменения при гниении

Уже в начальной стадии гнилостного разложения мяса заметны некоторые изменения структуры мышечной ткани. Мышечное волокно становится неодинаковым по толщине, встречаются колбовидные вздутия, расположенные по оси волокна. Поперечная исчерченность становится слабо выраженной и наблюдается не на всех волокнах. Ядра хорошо различаются. Соединительнотканые прослойки и оболочки набухшие. Между мышечными волокнами заметны отдельные микроорганизмы.

На более глубоких стадиях гнилостного разложения наблюдаются резко выраженные структурные изменения. Мышечные волокна набухшие и с

колбовидными вздутиями, поперечная исчерченность мышц не видна, часть мышечных волокон в состоянии разволокнения. Вдоль разжижающихся коллагеновых пучков, особенно вблизи кровеносных сосудов, видны многочисленные скопления гнилостных палочек. Местами видны пустоты, образующиеся в результате развития микробных колоний. Весьма прочная сарколемма разрушается лишь на очень глубоких стадиях гнилостного разложения мяса. В связи с прогрессирующим разрушением структуры тканей меняется консистенция мяса: из упругой она превращается в дряблую. На глубоких стадиях гнилостного разложения консистенция мяса мягкая и мажущаяся.

Химизм гнилостного разложения белков

Очень немногие микробы способны в состоянии разлагать нативные белки. Большинство микробов развиваются на продуктах распада белковых веществ, поэтому парное мясо разлагается очень медленно.

Автолитические изменения тканей на стадии протеолиза готовят условия для развития микроорганизмов на мясе.

В тех случаях, когда в ходе гниения микробы разлагают белки, обычно вначале образуются первичные продукты их гидролиза - альбумозы и полипептиды, которые затем расщепляются до аминокислот. Альбумозы и полипептиды с водой образуют слизь, которая появляется на поверхности испорченного мяса. В отличие от белковых веществ они растворимы в горячей воде и при варке испорченного мяса переходят в бульон. Вследствие этого бульон становится вязким и мутным. Это можно использовать для суждения о свежести мяса.

Гемоглобин и миоглобин под действием микробов меняют свою окраску, вследствие чего изменяется и окраска мяса. На изменение окраски оказывает

влияние образующийся в ходе гниения сероводород, под действием которого в анаэробных условиях оксигемоглобин и метгемоглобин восстанавливаются до гемоглобина. Гемоглобин с сероводородом образует соединение пурпурного цвета, поэтому после варки глубокие слои испорченного мяса имеют розоватый оттенок. В присутствии кислорода оксигемоглобин и метгемоглобин с сероводородом образуют соединение зеленого цвета, поэтому испорченное мясо на поверхности зачастую приобретает зеленоватую окраску.

В числе первичных продуктов гнилостного разложения белков могут образовываться токсальбумины, обладающие ядовитыми свойствами. Образовавшиеся при разложении белков аминокислоты под действием микробов претерпевают сложные химические превращения, продуктами которых являются различные органические соединения: органические основания, органические кислоты и др.

Конечными продуктами гнилостного разложения являются неорганические вещества: углекислый газ, вода, аммиак, водород, азот, сероводород и пр.

При аэробном гниении образуются более многообразные, но менее сложные и менее токсичные вещества, чем при анаэробном гниении.

Накопление в процессе гниения органических оснований сдвигает реакцию среды в щелочную сторону. Некоторые из них: гистамин, триптамин, тирамин обладают токсическими свойствами.

При дезаминировании аминокислот наряду с органическими кислотами в значительных количествах выделяется и аммиак. Аммиак связывается с кислотами, образуя соли и обуславливая сдвиг реакции в щелочную сторону.

При сильной порче мяса, когда количество аммиака велико, реакция среды может оказаться слабощелочной.

Из числа других органических соединений, образующихся при гнилостном разложении белков, встречаются некоторые продукты распада циклических аминокислот. К их числу относятся крезол (образуется из тирозина) и фенол (фенилаланина), индол и скатол (образуются из триптофана). Эти вещества появляются на глубоких стадиях гнилостного разложения. Крезол и фенол токсичны, индол и скатол обладают отвратительным запахом и обуславливают гнилостный запах испорченного мяса. Аминокислоты, содержащие в своем составе серу, разлагаются с образованием меркаптанов и сероводорода. Меркаптаны также обладают сильным неприятным запахом.

3. Понятие о концепции барьерной технологии пищевых продуктов

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

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

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

Микробиологическая безопасность и пищевая ценность мясных продуктов часто находятся в противоречии. Продукты, подвергаемые мягкой обработке,

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

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

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

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

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

Известно более 60-ти потенциальных сохраняющих факторов (барьеров). В настоящее время в качестве перспективных признаны физические нетепловые

барьеры: применение высокого гидростатического давления; комбинирование тепловой обработки, давления и ультразвука; воздействие импульсного электрического тока и т. д. К другой группе перспективных барьеров относятся «природные консерванты», такие, как экстракты пряностей, лизоцим и др.; применение методов биотехнологии, в частности, направленное использование микроорганизмов. Однако как традиционные барьеры, так и барьеры будущего применяются в сочетании с другими барьерами, например, мягкой тепловой обработкой, охлаждением и т. п.

Барьерная технология целенаправленно и в возрастающих масштабах будет применяться при производстве мясных продуктов.

Лекция 18

Тема: Микробиологические процессы при созревании и посоле мяса.

Стартовые культуры их общая характеристика, опыт практического применения

План

- 1. Микробиальные и автолитические процессы при посоле**
- 2. Микробиологические процессы при созревании мяса**
- 3. Стартовые культуры их общая характеристика**

1. Микробиальные и автолитические процессы при посоле

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Появление в продукте в процессе длительного посола ветчинных свойств обусловлено действием не только ферментов, продуцируемых микроорганизмами, а также непрекращающимся действием тканевых ферментов (катепсинов) в процессе созревания мяса при посоле.

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

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

3. Стартовые культуры

Подверженность мяса микробиальному загрязнению с последующим ухудшением питательных и органолептических характеристик объяснила стремление людей консервировать его различными способами, в том числе путем спонтанной ферментации полезной микрофлорой. В последующем было установлено, что к полезной флоре мяса относится, прежде всего, молочнокислые микроорганизмы, составляющие часть исходной микрофлоры. Исследования, проведенные в начале XX века, показали, что частичное добавление к мясу сырья, сброженного молочнокислой микрофлорой, способствовало формированию лучшей консистенции конечного продукта и большей устойчивости его в хранении. То есть введение в сырье большого количества полезной микрофлоры в самом начале процесса, на старте, способствовало развитию процесса созревания сразу же, а не по истечении какого-то периода времени и обеспечивало выраженный положительный

эффект. В результате сформировалась идея направленной ферментации мяса стартовой микрофлорой. Переход от спонтанной ферментации к направленному использованию микроорганизмов можно датировать 1940 годом, когда в США в качестве стартовых культур были запатентованы *L.plantarum*, *L.fermenti* и Дж. Паддоком запатентовано введение бактерий в сырокопченые колбасы.

Luocarni – стартовые культуры для мясных изделий

Основной ролью стартовой культуры является контролирование процесса созревания путем подавления местной флоры и его оптимизация. Стартовые культуры – это полезные бактерии и часть безубыточной технологии, которая является важным средством производства безопасных, гомогенных/стандартных ферментированных мясных продуктов со стабильным сроком годности.

В производстве ферментированных мясных продуктов самыми важными являются стафилококки и молочнокислые бактерии (МКБ). Их функциональность в общих чертах можно описать так:

Бактерии	Действие в мясе	Преимущества
Стафилококки	Формирование цвета	Улучшают формирование цвета
	Стабильность цвета	Предотвращают обесцвечивание и прогоркание
	Формирование аромата	Улучшают аромат
Молочнокислые (МКБ)	Понижение рН	Обсушка, консистенция, безопасность
	Повышенная безопасность	Безопасность, дополнительная ценность продукта
	Подавляют аэробные	Безопасность, формирование цвета

	бактерии	
	Подавляют местные бактерии	Контроль, однородность /гомогенность продукции

Лекция 19

Тема: Влияние холодильной обработки на свойства мяса

План:

- 1. Термическое состояние мяса и других продуктов убоя.**
- 2. Способы холодильной обработки мяса**
- 3. Изменения мяса при охлаждении и хранении в охлажденном виде**

1. В зависимости от термической обработки мясо и другие продукты убоя делят:

- | | |
|-----------------------------------|-------------------|
| а) горяче-парные или парное мясо; | д) талые; |
| б) остывшие; | е) оттаявшие; |
| в) охлажденные; | ж) размороженное; |
| г) мороженые или замороженные; | з) подмороженное. |

Непосредственно после обработки туши, части туш, внутренние органы называют горячее-парными или **парными**. Когда температура в

толще мышц бедра (на глубине не менее 6 мм от поверхностного слоя) составляет около $+35^{\circ}\text{C}$. У птицы в толще грудных мышц около 25°C .

Охлажденные в естественных условиях до температуры окружающей среды мясо и другие продукты убоя называют **остывшими**. Температура в толще мышц не выше $+12^{\circ}\text{C}$.

При охлаждении мяса и продуктов убоя специальным воздействием низких температур при определенных режимах получают охлажденное и замороженное мясо.

Охлажденным называют мясо и другие продукты убоя, которые имеют температуру в толще мышц не выше $+4^{\circ}\text{C}$, т.е. выше точки замерзания соков ($-0,6 - 1,2$), и поверхность которых покрыта корочкой подсыхания (*корочка подсыхания — это сухая корочка на поверхности туши, образующаяся в результате испарения влаги с поверхности мяса при его охлаждении*).

Замороженным называют такое мясо и другие продукты убоя, температура которых ниже температуры замерзания соков. Температура замороженного мяса не выше -8°C в толще, оно имеет твердую консистенцию.

Если замороженное мясо и другие мясопродукты частично оттаяли в естественных условиях до температуры окружающей среды, но в толще температура осталась ниже точки замерзания мясного сока, их называют **талыми**; если же в толще мышц температура становится выше точки замерзания, то это **оттаявшее** мясо.

Размороженным называют такое мясо, которое подвергали оттаиванию в искусственно созданных условиях и которое приобрело температуру и состояние, близкие к охлажденному.

Подмороженное мясо убойных животных и птицы после холодильной обработки имеет температуру $-2 \pm 0,5$ °С.

2. В промышленной практике мясокомбинатов используют следующие способы холодильной обработки:

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

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

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

Наиболее широко в промышленной практике используется *воздушное* охлаждение мяса при близкриоскопических температурах (0-4 °С). Длительность воздушного охлаждения можно снизить за счет снижения температуры воздуха и увеличения скорости его движения (до 3-4 м/сек). В зависимости от параметров охлаждения различают одностадийный медленный, ускоренный и быстрый способы, а также двухстадийный быстрый и

сверхбыстрым способом воздушного охлаждения. При этом длительность охлаждения говяжьей полутуши может варьировать от 26-28 до 12-16 час. Хранят охлажденное мясо при температуре 0-4 °С не более 12-16 суток.

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

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

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

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

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

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

Таблица 11

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

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

Микробиологические процессы. Понижение температуры мяса до близкриоскопической ($t_{кр} = \text{минус } 1,2 \text{ } ^\circ\text{C}$) приводит к торможению процессов жизнедеятельности микроорганизмов, к нарушению обменных процессов в микробной клетке. В результате этого размножение термофильных микроорганизмов приостанавливается, мезофильных замедляется. Психрофильные микроорганизмы продолжают развиваться с меньшей активностью. Наиболее устойчивы к действию низких положительных

температур психрофильные аэробы (*Pseudomonas*). Таким образом, охлаждение мяса до температур (0-4 °С), близких к точке замерзания тканевой жидкости, не исключает возможности микробиальной порчи мяса. Глубина и интенсивность этих изменений зависят от свойств мясного сырья и условий хранения. Образование слизи на поверхности мяса при 0 °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 микробиальной порчи (гниения), поэтому сроки хранения охлажденного мяса ограничиваются его микробиальной порчей.

В этой связи важной практической задачей является увеличение сроков хранения мяса в охлажденном состоянии. Для этого пригодны меры, направленные на подавление развития микроорганизмов:

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

- озонирование и ультрафиолетовое облучение холодильных камер и др.

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

Установлено, что темп охлаждения мяса определяет не только интенсивность автолитических изменений сырья, но и влияет на характер автолиза белковых систем. При быстром охлаждении говядины, баранины, мяса птицы наблюдается явление *холодового сокращения* мышц, сопровождающееся нарастанием жесткости мяса, мало устранимой 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 автолиз. Загар возникает при

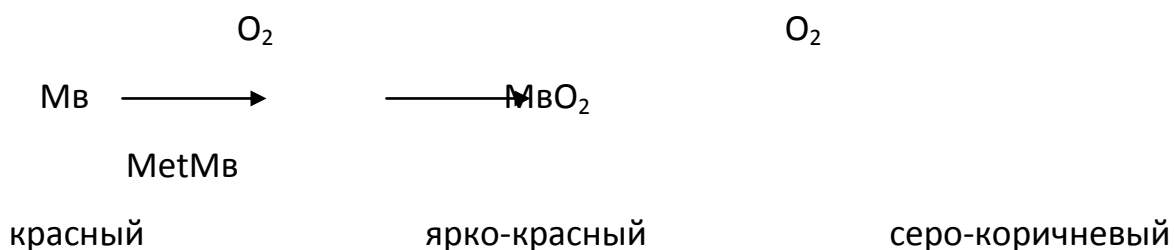
охлаждении мяса в условиях медленного теплоотвода, обусловленного перегрузкой камер, повышенной температурой охлаждающего воздуха и его недостаточной циркуляцией. Особенно велика вероятность загара для туш с хорошо развитой жировой тканью, тормозящей теплообменные процессы и газообмен с окружающей средой. Непосредственной причиной загара является быстрое накопление кислых продуктов анаэробного гликолиза, обусловленное высокой активностью тканевых ферментов.

Признаки загара сходны с признаками гнилостного разложения. Мясо в глубоких слоях приобретает неприятный кисло-тухлый запах, непомерно мягкую консистенцию, медно-красную или желто-коричневую окраску; реакция среды - кислая.

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

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

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



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

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

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

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

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

3. Изменения мяса при замораживании и хранении в замороженном виде

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

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

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

Основная масса влаги в мясе (около 80 %) вымерзает в интервале температур минус 2-8 $^\circ\text{C}$. Но даже при минус 30 $^\circ\text{C}$ в мясе остается часть незамерзшей влаги (8-12 %).

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

Образование кристаллов при замораживании происходит в такой последовательности:

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

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

Образование кристаллов льда начинается в первую очередь в межклеточном пространстве вследствие более низкой концентрации растворимых веществ и сопровождается миграцией влаги из клеток. При *медленном* замораживании (скорость замораживания менее 0,5 см/час) образуются *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, чем медленнее теплоотвод, тем значительнее перенос влаги. Перемещение влаги в свою очередь влияет на состояние белков.

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

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

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

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

Для сохранения морфологической структуры тканей мяса при замораживании и снижения величины возможных потерь при размораживании

сырья целесообразно использовать способы и режимы замораживания, обеспечивающие интенсивный теплоотвод. При этом очень важно правильно выбрать температуру хранения мяса и обеспечить ее стабильность. Иначе возможна перекристаллизация - изменение структуры льда в процессе хранения, укрупнение кристаллов со всеми вытекающими последствиями.

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

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

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

Степень снижения гидрофильности белков зависит:

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

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

Автолитические процессы при замораживании и последующем хранении мяса продолжают с меньшей скоростью, так как деятельность

ферментов резко замедляется, но не приостанавливается даже при очень низких температурах.

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

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

При замораживании и хранении мяса не приостанавливается гидролитический распад жира, однако резко тормозится с понижением температуры хранения. Так, кислотное число свиного шпига, хранившегося 12 месяцев при минус 18 °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 заморожен-ного 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 отека 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 отека 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.

Лекция 20

Тема: Влияние посола на технологические свойства мяса

План:

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

1. Общая характеристика посола

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

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

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

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

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

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

При *длительной выдержке* мяса в посоле (от нескольких суток до нескольких недель), характерного для выработки соленых изделий, сырокопченых и сыровяленых колбас, цель посола дополняется необходимостью формирования специфических органолептических признаков продукта - консистенции, аромата, вкуса - за счет развития при посоле

биохимических процессов автолитического и микробиального характера. Независимо от цели посола и характера внутренних изменений соль сохраняет роль фактора, влияющего на вкус продукта.

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

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

2. Массообменные процессы при посоле

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

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

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

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

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

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

Процесс распределения посолочных веществ зависит от свойств сырья: тканевого состава, размера, проницаемости тканей. Так, проницаемость мышечной, соединительной и жировой тканей составляет примерно 8:3:1. Проницаемость тканей можно увеличить за счет разрыхления их структуры (при замораживании, созревании и т. д.). Уменьшение толщины сырья ведет к существенному сокращению длительности посола. В этой связи мясо перед посолом подвергают измельчению (посол мяса для изготовления колбас),

инъектируют сырье рассолом с образованием начальных зон его накопления (при посоле сырья для изготовления штучных соленых продуктов).

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

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

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

При классическом мокром посоле сырья влагоперенос в системе «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.

3. Изменение водосвязывающей способности мяса при посоле

Водосвязывающая способность мяса перед посолом определяется его морфологическим (тканевым) и химическим составом, исходными свойствами с учетом рН (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 рН изоэлектрической точки белков и фактической величиной рН 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.

4. Изменение окраски мяса при посоле

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

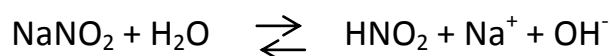
Денатурация миоглобина, происходящая при тепловой обработке соленых изделий, сопровождается отщеплением гема, окислением железа гема до трехвалентного с образованием парагематинов, обладающих серо-коричневой

окраской. В связи с этим, даже если при посоле часть миоглобина оказалась не окисленной и естественная окраска мяса частично сохранилась, при последующей тепловой обработке мяса полностью исчезает его естественная окраска. В практике посола мясопродукты предохраняют от нежелательных изменений окраски обработкой их нитритом натрия. При этом в конечном счете образуется ярко-красный нитрозомиоглобин (НОМв) в результате взаимодействия пигмента миоглобина с окисью азота, источником которой является нитрит натрия.

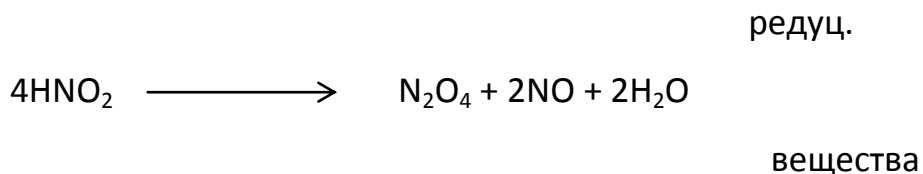
В этом соединении (НОМв) нитрозогруппа довольно прочно связана с железом гема, что обеспечивает сравнительную устойчивость окраски соленого мяса, которая в сыром продукте обусловлена присутствием нитрозомиоглобина, а в вареном - нитрозогемохромогена, также имеющего красный цвет.

Механизм формирования нитритной окраски мяса заключается в следующем.

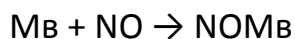
Введенный в мясо нитрит натрия как соль слабой кислоты и сильного основания гидролизует в присутствии воды до азотистой кислоты.



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



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

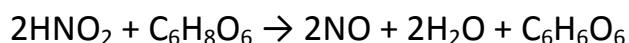


Реакция взаимодействия оксида азота с миоглобином протекает во времени. Ее скорость зависит от температуры и pH среды (оптимум pH 5,2-5,7).

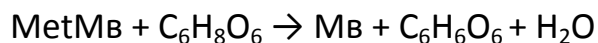
Таким образом, интенсивность окраски мясных продуктов зависит от содержания в них миоглобина и количества образующегося из нитрита оксида азота. Образующийся одновременно с оксидом азота четырехоксид азота является сильным окислителем и окисляет часть миоглобина до метмиоглобина. Из метпигментов нитрозопигменты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

5. Микробиальные и автолитические процессы при посоле

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

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

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

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

С течением времени меняется количество микроорганизмов и их качественный состав. В рассоле возрастает доля многочисленных бактерий, наиболее устойчивых к условиям посола (низкая положительная температура, наличие соли, нитрита, сахара), например, *Lact. plantarum*, *Str. lactis*. Установлено, что после 30-ти суток посола мяса (при 0-4 °С) около 80-90 %

микроорганизмов являются молочнокислыми бактериями. Однако подобное селективное развитие микрофлоры требует длительного времени (несколько недель). В качестве питательной среды молочнокислые бактерии используют сахар (вносится в рассол) и продукты промежуточного распада углеводов мяса с образованием карбоновых кислот: уксусной, муравьиной, молочной и др.

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

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

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

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

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

Появление в продукте в процессе длительного посола ветчинных свойств обусловлено действием не только ферментов, продуцируемых микроорганизмами, а также непрекращающимся действием тканевых ферментов (катепсинов) в процессе созревания мяса при посоле.

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

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

Лекция №21

Тема: Влияние термообработки на свойства мяса (бланшировка, варка, жарение, запекание, стерилизация, пастеризация). Механизмы физико-химических и биохимических процессов.

План:

- 11. Тепловая денатурация белков.**
- 12. Сваривание коллагена.**
- 13. Изменение экстрактивных веществ и липидов.**
- 14. Изменение витаминов.**

Литература:

6. Павловский П.Е., Пальмин В.В. Биохимия мяса. - М.: Пищевая промышленность, 1975. -344 с.
7. Алехина Л.Т. и др. Технология мяса и мясопродуктов. - М.: Агропромиздат, 1988. - 576 с.

1. Тепловая денатурация белков.

Тепловая обработка является одним из наиболее часто применяемых технологических процессов при производстве мясопродуктов. В зависимости от поставленной цели применяют следующие приемы тепловой обработки:

1. поверхностная тепловая обработка - шпарка, опалка, обжарка;
 2. нагревание на всю глубину с целью достижения определенной степени кулинарной готовности продукта - бланшировка, варка, запекание, жаренье;
 3. нагревание с целью предотвращения микробиальной порчи продукта - пастеризация, стерилизация;
 4. нагревание с целью выделения из сырья тех или иных составных частей
- выплавка жира, выварка желатина и клея.

Характер изменений, вызываемых нагревом животных тканей и изготовляемых из них продуктов, обусловлен главным образом температурой нагрева и присутствием или отсутствием больших количеств воды в греющей среде или в самом продукте (влажный нагрев).

Соответственно этому изменения, происходящие при нагреве, удобнее рассматривать в следующем порядке:

1. изменения при влажном нагреве в границах умеренных температур (до 100 С, преимущественно 70 - 80 С);
2. изменения при влажном нагреве выше 100 С;
3. изменения при сухом нагреве.

1. Наиболее важное изменение, вызываемые при умеренных температурах - это тепловая денатурация растворимых белковых веществ.

Белки мышц актин, миозин, актомиозин представляют собой сложенные в глобулу полипептидные цепи.

При денатурации происходит разворачивание полипептидных цепей от изогнутой спиральной конфигурации к более растянутой складчатой конфигурации. При этом рвется часть водородных связей. Нарушаются нативные связи. Вот для разворачивания полипептидных цепей необходимо наличие воды, проникающей в пространства между складками цепей. Без воды нагрев даже выше 100 С не вызывает денатурации.

В дальнейшем возникают новые беспорядочные связи между пептидными цепями в белковой молекуле. (В нативном белке пептидные цепи строго ориентированы, а в денатурированном белке они дезориентированы).

Таким образом, денатурация представляет собой внутреннюю перестройку белковой молекулы. В дальнейшем раскрученные полипептидные цепи разных белковых молекул соединяются, образуя крупные кластерные образования, т.е. внутримолекулярные связи заменяются межмолекулярными, что приводит к образованию нерастворимого сгустка, т.е. происходит **коагуляция** белка.

Наиболее чувствителен к нагреву миозин. По достижении $T=47$ С начинается денатурация миозина. Денатурация актомиозина начинается при $T=50$ С, актина - 50-55 С. Белки саркоплазмы при $T=50-54$ С.

При нагреве до 60 С денатурирует до 90% общего количества белков мяса, но и при $T=100$ С небольшая часть белков сохраняют первоначальные (нативные) свойства.

При $T=70$ С начинается денатурация миоглобина и гемоглобина, гемм отделяется от глобина, изменяется окраска мясопродукта.

При разворачивании полипептидных цепочек внутренние пептидные связи становятся доступными действию ферментов, поэтому умеренно денатурированные белки лучше перевариваются ферментами ЖКТ.

2. Сваривание коллагена.

Коллаген, нагретый во влажном состоянии до 58-62 С сваривается. Т сваривания зависит от содержания в нем оксипролина. Чем больше оксипролина, тем выше Т сваривания. При этом происходит ослабление и разрыв части водородных связей, удерживающих полипептидные цепи в трехмерной структуре коллагена, подобно тому, как это происходит при денатурации растворимых белков. Полипептидные цепи изгибаются и скручиваются, между ними возникают случайные водородные связи. При этом коллагеновые волокна деформируются, укорачиваются и утолщаются. Длина коллагеновых волокон уменьшается примерно на 60%, толщина возрастает. В целом объем волокон коллагена увеличивается, а структура волокон разрыхляется. В результате коллаген становится доступным действию ферментов пепсина и трипсина, особенно при Т=60-70 С. Хлорид натрия повышает Т сваривания коллагена. Сваренный коллаген становится эластичным, его прочность значительно понижается. Сваривание коллагена повышает его усвояемость, вследствие этого повышается и усвояемость мяса.

При длительном нагреве сваренный коллаген дезагрегирует, образуя глютин. Дезагрегация выражается в разрыве солевых и водородных поперечных связей, удерживающих полипептидные цепочки в структуре коллагена, т.е. исчезают постоянные прочные связи между молекулами. Поэтому в отличие от коллагена глютин растворим в воде неограниченно при Т=40 и выше С. Глютин, переходя в водный раствор, вместе с другими растворимыми составными частями мяса образует питательный

бульон. Процесс превращения коллагена называется **пептизацией**. С повышением Т С происходит гидролиз плотина. При этом полипептидные цепочки разрываются на более мелкие звенья. Продуктом гидролиза глютина являются низкомолекулярные соединения - желатозы. Желатинизация или студнеобразование - это образование желатина. Желатин (студень) не плавится при $T=23 - 27$ С. Таким образом из коллагена получают желатинирующие и клеющие вещества.

3. Изменение экстрактивных веществ и липидов.

В результате денатурации и дегидротации белков при тепловой обработки из мяса выделяется жидкость, в которой содержатся экстрактивные вещества, придающие вареному мясу характерные вкусовые свойства. Белок, лишенный этих веществ (отмытый), безвкусен. Тщательно отмытое от бульона мясо безвкусно и обладает очень слабым запахом. Важное значение в образовании вкуса вареного мяса имеют глутаминовая кислота, креатинин.

Нагревание мяса сопровождается выплавлением жира и частичным его эмульгированием. Одновременно с выплавлением жира освобождаются некоторые летучие соединения, связанные с жирами, что придает дополнительный аромат мясу и бульону. Длительное воздействие высокой температуры в присутствии воды и кислорода воздуха может вызвать гидролиз и окисление жиров. В результате нагревания до 190 С образуются эпоксиды.

4.Изменение витаминов.

Тепловая обработка приводит к снижению его витаминной ценности. При нагреве свыше 100 С разрушаются 40-70% витаминов. Из водорастворимых менее устойчивы B_1 и Витамин С, из жирорастворимых - витамин Д. Витамин А выдерживает $T=130$ С.

Однако сухой нагрев в контакте с воздухом, например жаренье, сопровождается интенсивным разрушением витамина А.

Шпарка

Шпарка - кратковременная обработка поверхности объекта горячей водой или паром при температуре ниже 100 С. Цель шпарки - ослабить силы сцепления между подлежащими удалению частями объекта обработки (волоса, щетины, оперения, рогового башмака) и самим объектом (тушей, субпродуктом), а также для уменьшения механической прочности удаляемых слоев (эпидермиса, слизистой оболочки).

При шпарке с целью удаления щетины и волоса частично нарушается дермальное гнездо, в котором располагается луковица. Щетина (волос) изменяет форму в поперечном разрезе с округлой на овально-вытянутую. В результате изменений волосяной сумки и волоса силы сцепления волоса (щетины) с волосяной сумкой ослабляются. Поэтому после шпарки для удаления щетины, волоса необходимы сравнительно небольшие механические усилия.

Температура шпарки должна быть оптимальной. Например, при оптимальной температуре, сила удерживаемости пера в перовой сумки уменьшается в 2 раза. При температуре ниже оптимальной, вследствие слабого прогревания поверхности тела ослабление сил сцепления между волосом, пером, щетиной и волосяной (перовой) сумкой оказывается недостаточным. При нагревании до температуры выше оптимальной происходит зашпарка, т.е. начинается сваривание коллагена волосяной сумки, что вызывает сокращение волокон, приводя к увеличению сил сцепления между волосяной сумкой и волосом. В результате волос, щетина выдергиваются с трудом или ломаются у поверхности продукта, корень остается в сумке. У птицы зашпарка приводит к отслоению

поверхностных слоев кожи. Поэтому температура поверхности шкуры животных к концу шпарки не должно превышать 50 - 55 С, а кожи - птицы 45 - 50 С. У водоплавающей птицы применяют более жесткий режим с применением паровоздушной смеси, поскольку оперение обладает водоотталкивающими свойствами. Шпарку таких субпродуктов как рубцы КРС, сычуги свиней, коров производят для ослабления связи слизистой оболочки со стенкой желудков при температуре 62 - 65 С. Языки шпарят для ослабления связи коже и телом языка при $T = 75 - 80$ С.

Жаренье

Жаренье - тепловая обработка мясопродуктов в присутствии достаточно большего количества жира (5 - 10% к массе продукта). В мясной промышленности применяют частичное, т.е. неполное жаренье, или обжаривание поверхности. Обжаривание применяют в качестве предварительной обработки сырья при изготовлении из него некоторых типов консервов (жареное мясо, гуляш и пр) в расчете на то, что при последующей стерилизации будет достигнута полная кулинарная готовность продукта.

Расплавленный жир, являясь жидкой теплопередающей средой обеспечивает равномерный нагрев всей поверхности на некоторую глубину до температуры выше 100 С в условиях, близких к сухому нагреву. Обладая небольшой теплопроводностью, жир защищает продукт от сильного местного перегрева. Претерпевая в процессе обжаривания специфические химические изменения, составные части жира придают продукту своеобразные аромат и вкус.

В начальный период обжаривания T как внутри, так и во внешнем слое не превышает 100 С, так как происходит интенсивное испарение

влаги. Часть влаги в составе мясного сока выделяется на поверхность и смывается жиром, затем на поверхности образуется корочка и диффузия влаги на поверхности резко замедляется. При $T = 105$ С начинается образование веществ, вызывающих ощущение аромата и вкуса жареного и усиливается до $T = 135$ С. При T выше 135 С начинают образовываться вещества с неприятным вкусом и запахом пригорелого. При $T = 150$ С этот процесс настолько усиливается, что качественные показатели продукта резко ухудшаются.

Поэтому T греющего жира не должна быть выше $150 - 180$ С, а T поверхностной корочки - около 135 С. Продолжительность нагрева около $20 - 30$ минут.

Пригодны для жаренья мясо птицы, почти все части туш телятины, баранины, свинины. Полуфабрикаты из говядины, употребляемые в пищу в жареном виде (бифштекс, ромштекс) из спинной и поясничной частей полутуши. При жаренье этих сортов говядины деструктурируется до 20% коллагена внутримышечной соединительной ткани, что вполне достаточно для достижения кулинарной готовности. А при обжаривании говядины для выработки консервов используют и другие части туши, так как деструкция коллагена в процессе стерилизации достаточна для достижения состояния кулинарной готовности консерва.

Обжарка колбасных изделий

Обжарка - это обработка поверхности мясопродуктов продуктами неполного сгорания дерева при высокой температуре. Обжарке подвергаются вареные, полукопченые колбасы, легкой обжарке фаршированные колбасы и некоторые сорта ливерных колбас. В результате поверхность батона окрашивается в буровато-красный цвет с золотистым оттенком, продукт приобретает специфический запах и

привкус коптильных веществ. Обжарку проводят в две фазы: первая фаза - подсушка, вторая - собственно обжарка (обработка дымовыми газами). Обжарку производят в обжарочных камерах. Подсушка нужна, поскольку способность поверхности продукта к адсорбции коптильных веществ становится максимальной тогда, когда она освобождается от избытка влаги. В начале обжарки температура в камере 45-60 С. В среднем в период обжарки колбасные изделия теряют в весе в результате испарения: сосиски до 10%, вареные колбасы до 8%, полукопченые колбасы до 7%. Во второй фазе температуру повышают до 80-110 С. Относительная влажность должна быть не ниже 3%. В результате в толще изделий температура фарша повышается до 40-50 С.

Запекание

Запеканием называют тепловую обработку при $T > 100$ С. Одним из видов жарения является запекание. Запекание применяют при изготовлении карбоната, буженины, окороков. Продукт обогревают горячим воздухом или горячими дымовыми газами. При запекании потери сока и жира значительно

меньше по сравнению с варкой в воде, так как при варки составные части диффундируют в воду. При запекании теряется не более 20% соли и 10% сахара и нитрата к начальному их количеству, поэтому продукт получается с лучшим вкусом, запахом и более нежной консистенцией.

Запекают продукты в печах с воздушным обогревом при $T = 110 - 150$ С или в люлечных печах при $T = 180 - 200$ С, а также в коптильных камерах в две фазы. В первой фазе продукты прогревают до 40-45 С в толще в течение 3- 4 часов. Во второй фазе заканчивают запекание и копчение, доведя T в глубине продукта до 68 - 69 С. T в камере во второй фазе 75 С, продолжительность фазы 12 - 14 час.

При запекании горячим воздухом изделия покрывают тонким слоем теста для уменьшения усушки.

Окорока, предназначенные для запекания, смазывают пресным ржаным тестом, помещают в печи и запекают в течение 3-5 часов в зависимости от величины окороков. Во время запекания их переворачивают два раза (первый раз через полчаса после начала процесса).

Бланшировка

Это кратковременная варка, применяют в тех случаях, когда возникает необходимость уменьшить содержание влаги в составе сырья, что достигается отделением части воды (точнее сока или бульона) в результате денатурации и коагуляции белковых веществ.

Применяют при изготовлении ливерных колбас и паштетов. Бланшировка считается законченной, когда в центральной части продукта T достигает $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, поскольку для денатурации основной массы белка в животных тканях вполне достаточен такой нагрев. При бланшировке мяса куска массой $0,5\text{ кг}$ масса уменьшается на $35 - 40\%$ к начальной. Общие потери сухих составных частей мяса при бланшировки составляют $1,6 - 1,7\%$ к начальной массе мяса, причем 75% потерь - это экстрактивные и белковые вещества. С жидкостью отделяется также и небольшое количество эмульгированного в ней жира.

Бланшировку (коагуляцию) можно производить как горячей водой, так и острым паром. При бланшировке водой сырье предпочитают погружать в воду, нагретую до кипения. Отделяющаяся при этом жидкость вместе с растворимыми в ней веществами и водой образуют бульон. Бульон используют в пищевых целях: добавляют в фарш

ливерных колбас, паштетную массу, заливку консерв. При паровом обогреве образуется конденсат, который также становится бульоном.

Выплавка

Основная цель нагрева при выплавке жира из мягкого жирсырья или кости - разрушение структурных элементов тканей, содержащих жир, и выделение жира.

Наряду с T при выплавке важную роль в разрушении сырья и выделения из него жира играет вода, содержащаяся в сырье, либо добавляемая в сырье при недостаточном ее количестве (например в кости). Для свободного отека жира необходимо разрушение коллоидной системы, в составе которой внутри клеток находится жир и разрушение самих клеток и прочной межклеточной структуры, образованной коллагеновыми и эластическими волокнами.

Жир из кости выплавляют только в условиях соприкосновения с водой, так как весь расплавленный жир остается в кости, а вода его вымывает. Вода, кроме того, способствует разрушению морфологических образований.

Количество извлекаемого из кости жира зависит от T и продолжительности выплавки: при мягком режиме выплавки ($T=100$ С, продолжительности 5-6 час) из кости извлекается до 40% имеющего жира, при жестком режиме выплавки ($T=120$ С и 2-3 час) - 70-80% жира. При мягком режиме в бульон переходит 3-4% азотистых веществ от массы сырой кости. При более жестком режиме $T=130-140$ С большая часть органических веществ разрушается и переходит в бульон. В дальнейшем обезжиренную кость могут использовать для выработки желатина или клея.

Жаренье

- тепловая обработка мясопродуктов в присутствии достаточно большого количества жира (5-10 % массы продукта).

В мясной промышленности применяют:

- частичное, т.е. неполное жаренье или обжаривание поверхности;
- полное жаренье.

Обжаривание поверхности проводят в качестве предварительной обработки сырья при изготовлении некоторых видов консервов и мясной части быстрозамороженных готовых блюд в расчете на то, что при последующей стерилизации консервов или тушении для быстрозамороженных блюд будет достигнута полная кулинария готовность продукта.

Расплавленный жир как жидкая передающая среда обеспечивает равномерный нагрев всей поверхности продукта на некоторую глубину до температуры выше 100°C , т.е. в самый начальный период обжаривания, температура не превышает 100°C , так как происходит интенсивное испарение воды. При этом часть воды в составе сока вследствие объемного сжатия, вызываемого свертыванием белков, выделяется на поверхность и смывается жиром. Обладая небольшой теплопроводностью, жир защищает продукт от сильного местного перегрева. При температуре равной 105°C начинается процесс разложения жира с образованием веществ, вызывающих ощущение аромата и вкуса жареного продукта и этот процесс усиливается с повышением температуры. Образуется корочка, вследствие обезвоживания наружного слоя продукции. Температура поверхностного слоя повышается до $+135^{\circ}\text{C}$, при этом температура в глубоких слоях повышается до $102-103^{\circ}\text{C}$, поскольку влажность продукта в глубине остается значительной. Поэтому изменения составных частей в толще сходны с изменениями составных частей мяса при варке, но более интенсивны.

При температуре выше 135°C начинают образоваться вещества с неприятным вкусом и запахом пригорелого продукта. При температуре 150°C этот процесс усиливается настолько, что качественные показатели продукта резко ухудшаются. Поэтому температура греющего жира не должна быть выше $150\text{-}180^{\circ}\text{C}$, а температура поверхностной корочки около 135°C .

Допустимая продолжительность нагрева при жаренье, не вызывающая ухудшения качества мясoproдукта 20-30 минут. За это время перимизий легко разваривается, т.е. достигается кулинарная готовность.

Жарят мясо: говядину из спинной, поясничной части, почти все части туши телятины, баранины, свинины поскольку в отличие от говядины структура их внутримышечной соединительной ткани более однородная и менее прочная. Мясо птицы очень пригодна для жаренья.

Жаренью подвергают колбасы, изготовленные из полужирной свинины и мяса птицы (кур, уток) без предварительной выдержки в посоле. Мясо в кусках измельчают на волчке с диаметром отверстия решетки 14-20мм., перемешивают в мешалке с солью и пряностями.

Натуральную оболочку наполняют фаршем (не очень плотно), свертывают спиралью в два-четыре витка и перевязывают шпагатом крестообразно.

Батоны, свернутые спиралью, укладывают в один ряд на противни, смазанные жиром и жарят на плитках или шкафах при температуре $200\pm 20^{\circ}\text{C}$ 20-30 минут, затем противни вынимают, жир сливают, батоны переворачивают и продолжают жарить еще 30-35 минут до температуры в центре батона $70\text{-}72^{\circ}\text{C}$.

Для улучшения товарного вида колбасы батоны перед жареньем отпаривают паром и варочных камерах или в горячей воде 5-10 минут.

Лекция 22.

Тема: Влияние копчения и сушки на свойства мяса, практическое применение

План:

- 1. Цель и способы копчения**
- 2. Состав и свойства коптильного дыма**
- 3. Основные процессы, происходящие при копчении мясопродуктов, и их значение**
- 4. Понятие о бездымном копчении**
- 5. Определение, цель и режимы сушки.**
- 6. Механизм сушки.**
- 7. Изменение свойств мясопродуктов при сушке**

1. Цель и способы копчения

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

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

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

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

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

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

2. Состав и свойства коптильного дыма

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

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

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

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

Более приемлемой для получения 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. 13).

Таблица 13

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

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

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

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

Собственно *копчение* можно рассматривать как совокупность следующих процессов:

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

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

Следствием адсорбции 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 копильного дыма с белками мяса сопровождается снижением их перевариваемости. Возможность образования при копчении и попадания в продукт ПАУ снижает гигиеническую оценку изделий.

Помимо собственно копчения во всех случаях обработки продуктов копильным дымом происходит их *обезвоживание* в результате испарения части влаги. Например, при копчении сырокопченых изделий может удалиться до 25 % влаги от содержащейся в продукте до копчения. Полукопченые и 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 автолитические процессы созревания и селективного развития микроорганизмов, начавшиеся при посоле и осадке. Под влиянием тканевых и микробиальных ферментов протекает гидролитический распад белков и жиров, что сопровождается накоплением соединений, ответственных за вкус и аромат продукта. Продолжаются процессы формирования нитритной окраски, в которых участвуют и молочнокислые микроорганизмы (см. тему 11).

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

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

4. Понятие о бездымном копчении

Сущность бездымного копчения состоит в том, что обработку изделий в коптильной камере заменяют либо введением *коптильного препарата* непосредственно в продукт (в фарш при его составлении, вместе с рассолом),

либо нанесением его на поверхность продукта (погружением в коптильную жидкость, разбрызгиванием, обмазыванием).

Основой для изготовления коптильных препаратов (жидкостей) служат конденсаты, получаемые улавливанием компонентов дыма водой. Такого рода растворы подвергают различным видам обработки, получая коптильные препараты, которые могут значительно отличаться по химическому составу.

Преимущества использования коптильных препаратов:

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

Вместе с этим бездымное копчение имеет ряд недостатков:

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

5. Определение, цель и режимы сушки

Сушка - финальная технологическая операция при производстве сырокопченых, сыровяленых, варено-копченых, полукопченых колбас, сырокопченых штучных изделий из мяса. Полукопченые, варено-копченые

колбасы подвергаются сушке после варки и горячего копчения, сырокопченые - после холодного копчения (без тепловой обработки).

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

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

Например, если для вареных колбас массовая доля влаги может колебаться в интервале 60-70 %, то для полукопченых она составляет 38-48 %, варенокопченых - 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 варенокопченых - 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.

6. 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 к появлению закала - дефекта, характерного для сырокопченых колбас, поэтому при сушке необходимо регулировать температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха.

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

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

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

7. 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 фарше (деятельность молочнокислой микрофлоры) и его обезвоживания.

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

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

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

Положительно влияет на процесс формирования нитритной окраски снижение величины рН фарша при созревании-сушке за счет жизнедеятельности молочнокислых микроорганизмов. Кроме того, микрококки

фарша способствуют восстановлению нитрита, накоплению редуцирующих веществ, что приводит к интенсификации реакций цветообразования.

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

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

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

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

Учитывая важную роль микроорганизмов в процессе производства сырокопченых, сыровяленых колбас, регулировать созревание-сушку можно за

счет введения в состав исходного фарша специальных бактериальных препаратов и добавок, активизирующих жизнедеятельность микроорганизмов.