



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

**БИОХИМИЯ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА**

**Учебное пособие по выполнению лабораторных работ**

Направление подготовки

**19.03.03 – Продукты питания животного происхождения**

**35.03.07 - Технология производства и переработки сельскохозяйственной  
продукции**

Москва 2024 г.

**Биохимия продуктов животноводства:** учебное пособие по выполнению лабораторных работ для направлений подготовки 19.03.04 Продукты питания животного происхождения, 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции /Сост.: Т.М. Гиро, О.Н. Красуля, А.С. Куприй // ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет имени К.А. Тимирязева» - Москва, 2024. - 72 с.

Рецензенты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Российской академии наук, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник ГНУ НИИММП, **И.Ф. Горлов**

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии продуктов питания ФГБОУ ВО Вавиловский университет, **Н.В. Неповинных**

Учебное пособие по выполнению лабораторных работ составлено в соответствии с программой дисциплины и предназначены для направлений подготовки 19.03.04 «Продукты питания животного происхождения», 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции».

ISBN 978-5-00227-365-2

Подписано в печать 31.10.2024.  
Бумага офсетная. Печать цифровая.  
Тираж 22 экз. Заказ № 40014.

Отпечатано в типографии «Onebook.ru»  
ООО «Сам Полиграфист»  
109316, г. Москва, Волгоградский проспект,  
д. 42, корп. 5, «Технополис Москва».  
e-mail: [info@onebook.ru](mailto:info@onebook.ru)  
[www.onebook.ru](http://www.onebook.ru)



## **ВВЕДЕНИЕ**

Производство продуктов животного происхождения соответствующих современным требованиям, требуют от специалистов глубоких теоретических знаний состава и свойств сырья и вспомогательных материалов, превращений при их переработке и хранении. Глубокое фундаментальное знание структуры и функций биохимических веществ и механизмов биотехнологических процессов нацеливают специалистов на решение важных народнохозяйственных задач. Применительно к производству мясных продуктов достигнуты определенные успехи в реализации биотехнологий благодаря расшифровке структуры компонентов и веществ клеток животных тканей, механизмов ферментативных процессов и связанных с ним превращений биополимеров, особенно белков, которые в свою очередь формируют биологическую и технологическую функциональность мясного сырья и продуктов. В технологии колбасных и деликатесных изделий используются ферментные технологии, процессы ферментации на основе стартовых культур микроорганизмов, получение мясных эмульсий с заданным составом и свойствами, искусственных и имитирующих мясных продуктов, препаратов ферментов, гормонов и других биологически активных веществ из животных тканей. Знания морфологического, химического состава и пищевой ценности тканей и органов сельскохозяйственных животных; изменения, происходящие в мясном сырье в послеубойный период под влиянием собственных ферментов и технологических факторов; способы рационального использования биохимических и физико-химических процессов в технологии производства и хранения мяса и мясных продуктов позволяют эффективно использовать сырье и разрабатывать качественно новые продукты, способствующие сохранению здоровья человека.

## **ТЕМА 1: ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МЯСЕ И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ**

**Цель работы:** Цель занятия: Ознакомление с основными методами физико-химических и биохимических исследований качества мяса и мясопродуктов.

### **План занятия:**

1. Освоение теоретической части методических указаний.
2. Изучение методик проведения физико-химических и биохимических исследований.
3. Подготовка объекта исследований.
4. Проведение исследований.
5. Отчет.

### **1.1 Факторы, определяющие качество мяса и мясных продуктов.**

#### ***Основные показатели качества мяса***

Главными показателями качества мяса являются цвет, вкус, аромат, нежность и сочность. На современном этапе появилась возможность определять эти показатели, измерять их, улучшать и связывать с физиологическими и биохимическими процессами, происходящими в мясе. Органолептические характеристики можно разделить на обусловленные природой продукта и те, которые искусственно придают продукту при его изготовлении. Первые тесно связаны с химическим составом и состоянием продукта (или сырья) и могут рассматриваться как индикатор их состояния. Например, хорошие органолептические характеристики созревшего мяса делают его более легко усвояемым.

#### ***Цвет мяса.***

Цвет мяса является одним из основных показателей качества, по которому судят о товарном виде продукта. О степени работы определенных групп мышц, а также о некоторых химических превращениях, которые могут происходить в мясе. Цвет тканей мяса в зависимости от химического строения красящих веществ колеблется от белого (для свиного жира) до различных оттенков желтого, желто-коричневого, коричнево-красного и красного.

На интенсивность окраски мяса влияют вид, порода, пол, возраст животного и способ откорма. Цвет мяса в значительной степени зависит от рН. При величине рН 5.6 цвет обычно яркий, при повышении рН до 6.5 и выше цвет мяса темнеет. Темная окраска мышечной ткани связана с меньшими потерями сока при термической обработке, т.е. такое мясо обладает большей ВСС.

Содержание миоглобина Mb в мясе молодых животных в 2-8 раз меньше, чем в мясе взрослых животных. При правильно проведенном обескровливании окраска мышечной ткани обусловлена содержанием Mb. Концентрация Mb зависит от активности дыхательных ферментов мышц. Особенно много Mb содержится в мышце сердца.

Цвет поверхности мяса определяется содержанием MbO<sub>2</sub> и MetMb. В поверхностном слое мяса в результате соединения Mb с кислородом образуется оксимиоглобин, придающий мясу светло-красный цвет. В более глубоких слоях окраска мяса более темная, что обусловлено наличием восстановленного миоглобина.

При нарезании мяса пурпурно-красный цвет его вследствие поглощения кислорода воздуха также приобретает светло-красную окраску, обусловленную образованием MbO<sub>2</sub>. Во избежание ошибок следует цвет ломтиков определять после окончания процесса образования MbO<sub>2</sub>.

В результате окисления Mb и MetMb при длительном хранении мясо приобретает коричневый оттенок. Скорость образования MetMb с понижением pH возрастает. Цвет мяса, pH которого быстро падает после убоя (с 7.0 до 5.6), спустя короткое время становится неудовлетворительным. Скорость изменения мяса из красного в коричневый снижается со снижением температуры. Предполагается, что образование MetMb обусловлено тканевым дыханием.

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

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

Среди прочих пороков окраски мяса следует назвать изменение окраски под действием роста микроорганизмов и чрезмерное побурение, сопровождаемое появлением горького вкуса.

Иногда на жире соленого мяса встречается розовая или зеленая окраска. Это связано с продуктами метаболизма галофильных бактерий. Жир свежего мяса старых коров молочного направления бывает иногда отчетливо желтым вследствие накопления каротеноидных пигментов в тканях; внутримышечный жир молодых животных мясного направления имеет бледную окраску.

### ***Влагоудерживающая способность и сочность***

Очень важным показателем, характеризующим качество мяса, является влагоудерживающая способность (ВУС). Это особенно относится к измельченным мясopодуктам. Где структура ткани разрушена и, следовательно, вытекание сока, выделившегося из белка, невозможно предотвратить. Это явление называют выпотеванием в не замороженном сыром мясе, утечкой сока – в дефрострированном и усушкой – в вареном, где жидкость образуется как из водных, так и из жировых источников.

Посмертный гликолиз в мышце обычно протекает до конечного pH примерно 5.5 (что соответствует изоэлектрической точке основных белков в мышце), при этом неизбежна некоторая потеря ВУС после смерти животного. Потеря АТФ и последующее образование актомиозина вызывает потерю ВУС, даже если pH не снижается.

Денатурация саркоплазматических белков происходит тем интенсивнее, чем скорее снижается величина pH. Эти белки не только теряют ВУС, но, осаждаваясь на миофибриллярные белки, снижают способность удерживать воду даже в не денатурированном состоянии. Быстрое уменьшение pH (т.е. распад АТФ) также усиливает тенденцию миофибриллярных белков к концентрации и тем самым к выделению жидкости из мышечных белков.

Мышцы с большим содержанием внутримышечного жира обычно обладают высокой ВУС, что позволяет поглотить больше воды. В пределах одной мышцы можно наблюдать заметные различия во ВУС, даже когда конечный pH почти постоянен. Все это в равной степени относится к замороженному и не замороженному мясу.

### ***Консистенция мяса***

К основным качественным показателям консистенции мяса относят нежность, мягкость, сочность.

Мясные сырье является дисперсной средой, и его свойства находятся в прямой зависимости от ее содержания и формы связи влаги с дисперсными частицами.

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

Существует взаимосвязь между изменением длины мышцы после убоя животного и нежностью говядины: максимальная жесткость вареного мяса отмечается при сокращении мышечных волокон на 35-40%. Установлена зависимость между длиной саркомеры и нежностью мяса. У вертикально подвешенных туш саркомеры имеют большую длину, чем у горизонтально подвешенных. При сокращении мышц длина саркомеров сокращается, диаметр волокон возрастает и нежность снижается.

На нежность мяса влияет скорость и степень послеубойного гликолиза. При резком снижении величины рН белки саркоплазмы подвергаются частичной денатурации. При достижении конечного рН от 5.5 до 6.0 нежность уменьшается. Однако при увеличении рН до 6.0 и выше нежность увеличивается, а при рН 6.8 нежность становится чрезмерной и мясо приобретает желеобразную консистенцию. Это обусловлено более высокой ВСС мышечных белков и более высокой степенью их набухания.

В интенсивно работающих мышцах содержание эластина больше. Нежность в пределах не только одной туши, но и одной мышцы может быть различной. Жесткость мяса зависит не только от количества, но и от качества соединительной ткани. Соединительная ткань свинины содержит значительно меньше эластина, чем ткань говядины.

Содержание соединительнотканых белков может служить индексом нежности мяса. Разработаны методы определения оксипролина и триптофана, являющиеся показателями содержания белков соединительной и мышечной ткани.

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

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

Наибольшее распространение получили приборы, основанные на определении усилия резания. Недостаток этого метода является трудность контроля направления мышечных волокон при резании, идентичной температуры образцов, скорости резания, остроты лезвия. Обычно определяют максимальное усилие резания. При разрезании образцы мяса деформируются до момента, когда прилагаемое усилие переходит в растягивающее напряжение. Разрезающее усилие определяют тензодатчиками и подают на самописец после соответствующего усилия.

### ***Вкус и аромат мяса***

Вкус и аромат мяса – важные показатели качества и обусловлены содержанием характерных для данного продукта химических соединений. Вкус и аромат косвенным путем влияют на пищевую ценность продукта, на его усвояемость.

В ряде стран ведутся исследования по выделению, разделению, концентрированию и идентификации веществ, придающих вкус и аромат мясу. Изучение природы вкуса и аромата мяса позволяет улучшить вкусо-ароматические свойства продуктов, а также продуктов, изготовленных по ускоренной технологии.

Исследования позволили установить, что в образовании запахи и вкуса мяса участвуют органические соединения: карбонильные соединения, органические кислоты, амины, фенолы, эфиры. Эти вещества присутствуют в мясе в незначительных количествах.

В формировании специфического аромата и вкуса вареного мяса решающую роль играют экстрактивные вещества.

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

На накопление в мясе вкусовых и ароматических веществ влияют различные технологические факторы: нагрев, охлаждение, посол и др.

Вкус свежего мяса специфический, слегка сладковатый. Различия во вкусе и аромате различных видов мяса могут быть объяснены количественным соотношением экстрактивных веществ, или различными реакциями, обуславливающими их образование, или различными продуктами реакций. Аромат и вкус, специфические для данного вида мяса, обусловлены веществами, растворимыми в липидах.

Вкус и запах мяса зависит от возраста животного и наличия жировой ткани, от количества и характера распределения жира в мясе.

Мясо взрослых животных обычно имеет более острый запах и менее приятный вкус по сравнению с мясом молодых животных. Это обусловлено более высоким содержанием миоглобина, создающего металлический привкус мяса.

Отличия вкуса и аромата между отдельными мышцами туши, объясняется биохимическим состоянием мышц.

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

Разрабатываются препараты, получаемые из аминокислот и углеводов или их производных, иногда с добавлением липидных соединений или фосфорной кислоты, улучшающие вкус и аромат мяса.

Незаменимые аминокислоты облагораживают вкус и запах продуктов в большей степени, чем заменимые. Эффективно также применение рибонуклеотидов.

Показатели качества продукта – вкус и аромат – предусмотрены во всех государственных стандартах. Но до настоящего времени нет инструментальных методов оценки этих показателей. Важным направлением в исследовании ароматических свойств продуктов является изучение общего профиля аромата посредством газохроматического анализа газовой фазы, образующейся над поверхностью продукта.

### ***Вспомогательные материалы***

Пищевую кровь животных используют для изготовления колбасных изделий. Цельная кровь идет на выработку кровяных колбас. Сыворотку или плазму крови применяют при изготовлении вареных колбас или мясных хлебов. Она повышает пищевую ценность продуктов, улучшает консистенцию и сочность, увеличивает способность мясного фарша связывать воду. Созданы препараты, приготовленные из крови и обезжиренного молока, добавляемые в фарш. Окраску колбас улучшает также введение препарата гемоглобина.



В фарш колбас низших сортов вводят белковые стабилизаторы, получаемые из свиной шкурки, жилки, сухожилий посредством тонкого измельчения.

В некоторые колбасные изделия добавляют молоко, сливочное масло, яйца, пищевой молочный белок, что повышает пищевую ценность и качество изделий. В фарши вареных колбас вводят обезжиренное молоко, обладающее ограниченным эмульгирующим действием. Содержащиеся в нем Са, Mg и Zn отрицательно влияют на ВСС фарша. Добавление сухого обезжиренного молока увеличивает пищевую ценность колбасных изделий, особенно с высоким содержанием белков соединительной ткани. Но при этом обнаруживается некоторое снижение интенсивности окраски.

Молочно-белковый концентрат казеинов Са и Na представляют собой растворенную форму основного молочного белка – казеина. Он обладает высокой пищевой ценностью, хорошими связующими и эмульгирующими свойствами. В настоящее время вместо воды широко применяют обезжиренное молоко в количестве, превышающем на 5% норму добавления воды. При этом возрастает ВСС фарша и повышается качество колбас, а выход увеличивается на 2-3%. Добавление свежего молока не сказывается на интенсивности колбас, что можно объяснить положительным влиянием витаминов, которые в сухом молоке при окислении молочного жира могут разрушаться. Применение молочного белка может сказаться на качестве колбас, т.к. он не устойчив при хранении, и зачастую имеет повышенную кислотность.

Для увеличения ВСС фарша в вареные колбасы 1 сорта и ниже и в некоторые низкосортные полукопченые и ливерные колбасы и сардельки добавляют картофельный, пшеничный, рисовый или кукурузный крахмал, или пшеничную муку. Крахмал снижает пищевую ценность колбас. Поэтому его количество не должно превышать 2%. Крахмал при термической обработке интенсивно набухает и связывает свободную влагу, крахмал, сухое молоко, казеинат способствуют связыванию частиц фарша в плотную монолитную структуру.

Поваренная соль добавляется во все, а нитриты почти во все колбасные изделия. Применяют вакуумную соль, а также молотую не ниже 1 сорта.

В современной технологии производства все большее значение придается ароматизации. Ароматические и вкусовые свойства пряностей обусловлены содержанием эфирных масел, гликозидов и др. В разные колбасы добавляют специи различного состава в виде приготовленных смесей.

Основным компонентом натуральных пряностей являются эфирные масла, содержание которых (в %) составляют: в кардамоне 2-8, кориандре 0.2-1.0, мускатном орехе 5-15, черном перце 1.0-2.5, корице 0.5-1.4. Состав пряностей, а следовательно эффективность их действия зависят от природных условий их выращивания (климата, времени года, географического расположения зоны их получения), возраста растений, условий их сушки и хранения. Максимальные потери ароматических веществ происходит при измельчении; образующееся в результате трения тепло обуславливает распад эфирных масел. Снижение потерь ароматических веществ достигается при измельчении с применением жидкого азота. Пряности улучшают вкус и запах пищи, способствуют лучшему ее усвоению. Содержащийся в натуральных пряностях танин может реагировать с железом мяса и придавать колбасе серо-черный оттенок, ухудшающий ее товарный вид.

Добавление в фарш свиной шкурки снижает интенсивность аромата и вкуса специй.

Пряности способствуют сохранению качества колбасных изделий, т.к. обладают бактерицидным действием. Бактерицидное действие обусловлено содержанием в них фитонцидов. Одновременно они замедляют окисление жиров, особенно чеснок и лук. Наибольшим эффектом обладают свежие пряности, подготовленные непосредственно перед введением в состав фарша. В настоящее время подготовку специй и составление композиций проводят на специализированных предприятиях. Это снижает трудовые затраты. Но в процессе хранения пряности в значительной мере утрачивают присущие им свойства. Предприятия должны выпускать смеси пряностей хорошо

простерилизованными и упакованными в прочную, герметичную тару небольших развесов.

Пряности необходимо хранить в хорошо закрытой герметичной таре в сухих прохладных помещениях при относительной влажности воздуха не выше 60-75% и температуре 5-15 °С. При неправильном хранении они могут увлажняться, терять специфический аромат и привкус. При хранении черного перца, майорана снижается содержание фитонцидов.

Применение пряностей в натуральном виде имеет ряд недостатков: низкий коэффициент использования ароматических и вкусовых веществ, высокая бактериальная обремененность, потеря пряно-вкусовых веществ при хранении. При производстве вареных колбасных изделий не гарантируется полное извлечение и переход в продукт эфирных масел, содержащихся в натуральных пряностях.

В настоящее время в промышленности широко используются экстракты пряностей. Растворимые экстракты более ароматичные, чем молотые, содержащие волокнистые материалы. Экстракты пряностей получают извлечение вкусо-ароматических веществ из сырья с применением летучих низкокипящих органических растворителей. С внедрением непрерывных процессов в колбасном производстве потребовалась более быстрая и точная дозировка всех компонентов. Жидкие экстракты пряностей более точно и легко дозируются при составлении рецептур изделий.

Применение экстрактов при производстве сырокопченых колбас может привести к замедлению развития полезной микрофлоры, что объясняется его высоким бактерицидным действием. Установлены более высокие вкусовые и ароматические свойства сырокопченых колбас, изготовленных с натуральными пряностями. Имеются данные о том, что вкус и запах экстрактов несколько отличается от натуральных пряностей. Для улучшения равномерности распределения экстрактов в структуре фарша вареных колбасных изделий предложено их введение в виде тонкодисперсных эмульсий.

### ***Контрольные вопросы***

1. Какие требования предъявляются к сырью и вспомогательным материалам, используемым в колбасном производстве?
2. Охарактеризуйте факторы, влияющие на интенсивность окраски, консистенцию, ВУС и сочность мяса.
3. Объясните причины изменения ВСС и его консистенции в процессе автолиза. Охарактеризуйте процессы, приводящие к улучшению консистенции мяса при применении электростимуляции.
4. Обоснуйте направления использования мяса с учетом глубины и характера автолиза.
5. Перечислите химические вещества, обуславливающие вкус и запах мяса. От чего зависит их интенсивность?

### **Список литературы**

#### **Основная**

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. Гуринович, Г.В. Технология мяса и мясных продуктов. Первичная переработка скота Кемерово: КемГИПП, 2015 <http://e.lanbook.com/book/72027>
2. Костенко, Ю.Г. Руководство по санитарно-микробиологическим основам и предупреждению рисков при производстве и хранении мясной продукции. М.: Техносфера, 2015. <ftp://192.168.7.252/ELBIB/2018/105.pdf>
3. Хвыля С.И., Гиро Т.М. Оценка качества и безопасности мяса и мясных продуктов микроструктурными методами. ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2015 <ftp://192.168.7.252/ELBIB/2018/105.pdf>
4. О. М. Мышалова, И. С. Патракова, М. В. Патшина Технология мяса и мясных продуктов. Производство мясных продуктов: лабораторный практикум: учебное

пособие: в 2 частях. Кемерово: КемГУ, [б. г.]. — Часть 2 — 2016  
<https://e.lanbook.com/book/93554>

5. Гиро Т.М. Технология мяса и мясных продуктов Учебное пособие (электронное). Саратов, 2016. Компьютерный класс, аудитория 124.
6. А.Б. Лисицын и др. Технологии мясной промышленности. Том 5, книга 1 и 2. М., 2017. - 386 с.

#### **Дополнительная**

1. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 1. Общая технология мяса. – М.: Колос С, 2009. – 565 с. ISBN 978-5-9532-0643-3 (Кн. 1) ISBN 978-5-9532-0538-2
2. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 2. Технология мясных продуктов. – М.: Колос С, 2009. – 711 с. ISBN 978-5-9532-0644-0 (Кн. 2) ISBN 978-5-9532-0538-2
3. Данилова, Нина Степановна. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие / Н. С. Данилова. - М.: КолосС, 2008. - 280 с.: ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). ISBN 978-5-9532-0513-9
4. Кайм Г. Технология переработки мяса. Немецкая практика / пер. с нем. Г.В. Соловьевой, А.А. Куреленкова. СПб.: Профессия, 2008. 488 с. ISBN 5-93913-088-7
5. Кудряшов Л.С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 160 с.
6. Кунаков А.А., Серёгин И.Г., Таланов Г.А. и др. Судебная ветеринарно-санитарная экспертиза. – М: Колос, 2007. – 400 с.
7. Лисицын А.Б., Сизенко Е.И., Чернуха И.М. и др. Мясо и здоровое питание. – М.: ВНИИМП, 2007. – 289 с.
8. Рогов И.А., Жаринов А.И. и др. Биотехнология мяса и мясных продуктов - М.: ДеЛи принт, 2009.

## **ТЕМА 2: ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО\_ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ОБУСЛАВЛИВАЮЩИХ ПИЩЕВУЮ ЦЕННОСТЬ МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ**

### *Химические компоненты мяса и методы их определения.*

Группу основных пищевых веществ мяса составляют вода, белки, липиды, углеводы и макро- и микроэлементы. Пищевые продукты содержат также биологически активные вещества - витамины, гормоны, ферменты. Потребность организма в каждом из этих веществ колеблется от нескольких миллиграммов до сотен граммов.

Каждая группа веществ выполняет свои определенные функции в жизнедеятельности организма. В процессе приготовления пищи, входящие в нее ингредиенты подвергаются биохимическим и физико-химическим превращениям, создавая структуру, вкус, цвет и запах пищевых продуктов.

### *Белки, пептиды и аминокислоты*

Поступающие с пищей белки в организме человека выполняют важнейшие функции, многие из которых незаменимы.

Белки сами по себе не являются незаменимыми компонентами пищи человека. Для нормального питания и поддержания здоровья необходимы содержащиеся в них незаменимые аминокислоты, обязательность наличия которых в пищевых рационах снижена с тем, что они не синтезируются животными организмами. В связи с этим весьма важно их качественное и количественное соотношение. Белки, содержащие все незаменимые аминокислоты, называют *полноценными*.

Большинство белков мяса относится к полноценным, что делает их обязательным компонентом пищи.

В состав мяса и мясопродуктов входят простые и сложные белки, в том числе водо-, соле- и щелочерастворимые, обеспечивающие, например, такие важные функции, как удержание воды, набухаемость и растворимость, а также сложные белки-пигменты, отвечающие за цвет продукта. Белки различаются не только химическим и пространственным строением, но и размерами частиц, а также формой молекул.

Белки мяса и мясопродуктов принято разделять по морфологическому признаку клеток мышечных тканей животных на: саркоплазматические, миофибриллярные, стромагические и ядерные. Саркоплазматические (миоген, глобулин X, миоглобин, миоальбумин, нуклеопротеиды), миофибриллярные белки (тропомиозин, тропонин, миозин, актин, актомиозин) и белки стромы (коллаген, эластин, ретикулин, муцины, нейрокератины, липопротеиды) обеспечивают функциональность пищевой системы в получении мясопродуктов, а группа ядерных белков (кислый белок, нуклеопротеиды) самостоятельного технологического значения не имеет. Фракция суммарных белков саркоплазмы составляет 20-25% количества всех мышечных белков. Установлено, что белки саркоплазмы способны образовывать гель, особенно в присутствии АТФ.

*Миоген* представляет собой комплекс миогенов А, В и С, различающихся кристаллической формой. Обычно под миогеном подразумевается вся миогеновая фракция. Миоген составляет около 20 % всех белков мышечного волокна. Он растворяется в воде, образуя гомогенные растворы небольшой вязкости с массовой долей 20-30 %. Температура денатурации свободного от солей миогена 55-60 °С, изоэлектрическая точка (ИЭТ) лежит в интервале рН 6,0-6,5. С течением времени часть миогена переходит в нерастворимое состояние.

*Миоальбумины* составляют около 1-2 % белков мышечного волокна. Растворимы в воде и нерастворимы в кислой среде, так как имеют изоэлектрическую точку около рН 3,0-3,5; температура денатурации 45-47° С,

*Глобулин X* составляет около 20 % общего количества белковых веществ мышечного волокна. Растворим в солевых растворах даже очень низкой концентрации, температура денатурации при рН 6,5 около 50 °С, при рН 7,0 — около 80 °С, изоэлектрическая точка лежит в интервале рН 5,0-5,2.

*Миоглобин*— хромопротеид, составляющий в среднем 0,6-1,0% общего количества белков. Он состоит из белковой части — глобина и простетической группы — гема. На одну молекулу миоглобина приходится одна фуппа гема. Миоглобин хорошо растворим в воде. Температура денатурации около 60°С. Денатурация миоглобина сопровождается отщеплением простетической группы. Миоглобин способен присоединять оксид азота, сероводород и кислород за счет дополнительных связей. В последнем случае образуется оксимиоглобин светло- красного цвета, который переходит с течением времени в метмиоглобин коричневого цвета. При действии восстановителей метмиоглобин снова образует миоглобин, который окрашен в пурпурно-красный цвет и обуславливает естественную окраску мышечной ткани, интенсивность которой зависит от его содержания и соотношения форм пигментов белка. Изменение цветности мяса и мясопродуктов происходит под влиянием микрофлоры, теплового воздействия, посола, света и других факторов. Количество пигментов, глубина их превращений и образование форм соответствующей окраски играют значительную роль в получении продуктов высокого качества. При переходе миоглобина в метмиоглобин пурпурно-красная окраска мяса меняется на коричневую. Она наиболее заметна, когда в метформу переходит более 50 % миоглобина. Это свойство широко используется для определения сроков хранения мяса путем выявления соотношения различных спектральных форм миоглобина, а также при регулировании цветности мясопродуктов.

*Миозин*— фибриллярный белок, составляет около 40 % белков клетки мышечной ткани. Миозин — полноценный, хорошо переваримый белок. Совершенно чистый миозин растворим в воде и образует вязкий раствор с массовой долей до 4 % белка. Растворы солей щелочных металлов небольшой молярной концентрации (0.25 - 0.04 моль/дм ) осаждают миозин из его растворов; в солевых растворах повышенной молярной концентрации (до 0.6 моль/дм) он растворяется. Биологические функции миозина связаны с координированным движением живых организмов и автолитическими превращениями мышечных тканей после убоя животных

*Актин* составляет 12-15% всех мышечных белков и является основным компонентом гонких нитей. Этот белок существует в двух формах — глобулярной (I-форма) и фибриллярной (Ф-форма). В растворах с низкой ионной силой актин существует в виде мономера с относительной молекулярной массой около 47 000.

*Актомиозин* — это сложный комплекс, который формируется при добавлении раствора актина к раствору миозина и сопровождается увеличением вязкости раствора. Содержание актомиозина указывает на глубину автолитических превращений в процессе трупного окоченения и позволяет опосредованно судить о функциональности мясного сырья в процессе технологической обработки.

*Тропомиозин*— белок палочковидной формы. Биологическая роль тропомиозина сводится к регулированию взаимодействия актина и миозина в процессе мышечного сокращения. Массовая доля тропомиозина составляет 10-12 % всех белков миофибрилл или 2.5 % белков мышц. Растворим в воде, но из мышечной ткани водой не извлекается. Изоэлектрическая точка определяется при рН 5,1.

*Тропонин* представляет собой сферическую молекулу с относительной молекулярной массой 76 000, включающей три субъединицы, аминокислотный состав которых полноценен.

Весьма важной группой сложных белков являются *нуклеопротеиды*, играющие первостепенную роль в жизнедеятельности организма, в частности в явлениях наследственности. Простетической группой нуклеопротеидов служат нуклеиновые кислоты. Они нерастворимы в воде, но растворяются в щелочах. В их состав входит простой белок, как правило, протамин или гистон. При полном гидролизе нуклеопротеидов образуются аминокислоты, рибоза и дезоксирибоза, фосфорная кислота и азотистые основания (пуриновые и пиримидиновые). Массовая доля нуклеопротеидов в мышечной ткани составляет 0,207-0,245 %, где они входят в состав рибосом и саркоплазматического ретикулума. В основном это рибонуклеопротеиды, функции которых связаны с синтезом белков. Нуклеопротеидами богаты ткани мозга, где они представлены нейроглобулином (дезоксирибонуклеопротеидом) и нейростромином (рибонуклеопротеидом).

В состав перечисленных белков входят все аминокислоты, включая важнейшую из них — триптофан, что послужило основой для оценки количественного содержания полноценных белков в сырье и продуктах.

Из белков стромы важная роль отводится коллагену, эластину и ретикулину, по наличию которых судят о прочностных свойствах соединительных тканей.

Уникальными свойствами обладает коллаген. Фибриллы коллагеновых нитей состоят из субъединиц, называемых тропоколлагеном, в котором группы всех аминокислот находятся на внешней стороне молекулы и мало участвуют в стабилизации структуры. Характерным признаком коллагена является высокое содержание пролина и нестандартной аминокислоты гидроксипролина, сумма которых составляет около 21 %. На определении 4-гидроксипролина (оксипролина) основаны многие методы количественного анализа коллагена. Нестандартная аминокислота — гидроксилизин также может служить средством идентификации коллагенов.

Коллаген способен сильно набухать в водных растворах, при этом масса его увеличивается в 1,5-2 раза. По этому свойству он уступает лишь миозину мышечной ткани. Высокая гидратация коллагена связана с содержанием в его структуре значительных количеств диамино- и аминодикарбоновых кислот. При смещении pH в кислую или щелочную сторону от набухаемость коллагена резко увеличивается, при этом масса белка в состоянии полного набухания может достигнуть от 400 до 1000 % к массе сухого белка. Способность коллагена к набуханию имеет большое значение для мясного, желатинового и кожевенного производств.

Вторым важным белком стромы мышечных волокон и соединительных тканей является **эластин**. Это, по существу, многокомпонентная система, представленная сложными белками — гликопротеинами. Подобно коллагену эластин богат глицином и аланином. Тропоэластин отличается от тропоколлагена большим содержанием лизина, но малым — пролина. Суммарное содержание глицина, аланина, валина и пролина в эластине составляет почти 70 %. Из-за малого содержания кислых и основных аминокислот молекула эластина практически неполярна. В водной среде цепи эластина принимают форму глобул. Гидрофобные цепи аминокислот, образующие соответствующие связи, спрятаны внутри молекулы, окруженной водой. В результате свободная энергия системы минимальна. Точная структура эластина, к сожалению, пока не идентифицирована. В то же время установлено, что он очень устойчив: не растворяется в холодной и горячей воде, соленых растворах, разбавленных растворах кислот и щелочей. Даже концентрированная серная кислота оказывает на него слабое воздействие. Он не образует желатин, практически не расщепляется пищеварительными ферментами.

**Ретикулин** также входит в состав стромы мышечных волокон и соединительных тканей. Подобно коллагену и эластину он является гликопротеином, неполярен, очень устойчив, плохо усваивается организмом.

Таким образом, группа соединительнотканых белков имеет общие свойства и структурные признаки. Именно они используются в исследовательской практике для

оценки пищевой ценности сырья и продуктов путем их количественного анализа, например, при определении сорта мяса, а также пищевой ценности по соотношению триптофана и оксипролина.

После убоя животных кровь частично остается в капиллярах и потому является неотъемлемой составляющей мяса. В настоящее время кровь приобретает огромное значение и как самостоятельное сырье для производства антианемических продуктов, фракции крови используются для структурирования пищевых систем, придания окраски продуктам, получения эмульсий, обогащения продуктов органическим железом, которое в 4-6 раз быстрее усваивается организмом по сравнению с другими источниками.

Кровь — жидкая соединительная ткань животного организма, которая циркулирует в артериях, венах и капиллярах. Представляет собой непрозрачную жидкость красного цвета со слабощелочными свойствами (рН 7,3-7,5), специфического запаха и солоноватого вкуса. На долю крови приходится в среднем у **крупного** рогатого скота 7% живой массы, у свиней — 4,5, у овец — 7 и у птицы — 8 %.

Кровь состоит из жидкой части — плазмы и взвешенных в ней форменных элементов. К форменным элементам относятся: эритроциты (красные кровяные тельца), лейкоциты (белые кровяные тельца), тромбоциты (красные пластинки, бляшки). В крови разных видов животных массовая доля форменных элементов неодинакова: в среднем у крупного рогатого скота 33 %, у мелкого — 28, у свиней — 43,6 % к массе крови.

Кровь, лишенная форменных элементов (например, центрифугированием с соблюдением мер предосторожности против свертывания), представляет собой **плазму**. На долю растворимых веществ плазмы крови приходится 9-10 % ее массы, из них около 7 % составляют белки, остальная часть состоит из липидных компонентов, азотистых и безазотистых экстрактивных и минеральных веществ.

Плазма крови, из которой выделен белок фибриноген (предшественник фибрина), называется **сывороткой**.

Белки крови как **пищевое** сырье эффективнее, чем другие белки, могут восстанавливать белки плазмы и гемоглобин в организме. В связи с этим среди пищевых белков одно из первых мест принадлежит именно им. Массовая доля белков в цельной крови зависит от вида, возраста и условий предубойного содержания животных и в среднем составляет: у крупного рогатого скота 17,41 %, баранов - 16,59. свиней — 2,25 %. При этом в среднем 6,8-7,3 % белков находится в плазме. 30,3-32,7 % — в форменных элементах. Основная масса белков крови представлена альбуминами, глобулинами, фибринозном и гемоглобином.

По аминокислотному составу наиболее полноценным является фибриноген, в структуре которого содержится 3,5 % триптофана, 7 % фенилаланина. 2,6 % метионина.

Фибриноген — основной компонент системы свертывания крови. Он нерастворим в воде, но хорошо растворим в разбавленных растворах нейтральных солей и щелочах, осаждается сульфатом магния и хлоридом натрия ранее, чем наступает полное насыщение. Таким образом, фибриноген близок по своим свойствам к глобулинам. Фибриноген быстро усваивается.

Сывороточные альбумин и глобулин также содержат полный набор незаменимых **аминокислот, хотя** и в меньшем количестве. Особенно мало содержание триптофана в сывороточном альбумине. Гемоглобин нельзя отнести к полноценным белкам, так как в нем отсутствует изолейцин. Однако содержание других **незаменимых** аминокислот в нем довольно высокое. Поэтому в сочетании с другими белками крови его можно рассматривать как: важнейший источник жизненно необходимых аминокислот.

Таким образом, пищевая и биологическая ценность крови тесно связана с наличием природного пигмента — гемоглобина. Это сложный белок, состоящий из окрашенной простетической группы гема и бесцветной белковой части — глобина. Гемоглобин в кислой и щелочной средах диссоциирует на гем и глобин.

### *Липиды*

К липидам относятся природные органические соединения, нерастворимые в воде и растворимые в органических растворителях (хлороформе, эфире, бензоле и др.). В организме животного липиды выполняют важнейшие биологические функции: входят в состав клеточных мембран и других биологически активных структур, служат энергетическим материалом, выполняют защитную роль. Липиды - сборная группа химических *соединений, не имеющая единой* химической характеристики. В целом их можно рассматривать как класс органических соединений, большинство из которых принадлежит к сложным эфирам многоатомных или специфически построенных спиртов и высших жирных кислот.

Существуют различные классификации липидов. В зависимости от состава, строения и роли в организме сложилась следующая классификация липидов.

**Простые липиды.** Представлены двухкомпонентными веществами — сложными эфирами высших жирных кислот с глицерином, высшими или полициклическими спиртами. К ним относятся: жиры (триглицериды) — сложные эфиры высших жирных кислот и трехатомного спирта — глицерина; воски — сложные эфиры высших жирных кислот и высших спиртов и стериды — сложные эфиры высших жирных кислот и полициклических спиртов — стеролов.

**Сложные липиды.** Состоят из многокомпонентных молекул, компоненты которых соединены химическими связями различного типа. К ним относятся: фосфолипиды, состоящие из остатков высших жирных кислот, глицерина или других многоатомных спиртов, фосфорной кислоты и азотистых оснований различной природы; гликолипиды, в состав которых наряду с многоатомным спиртом и высшей жирной кислотой входят также углеводы.

**Не омыляемая фракция липидов.** В нее входят свободные высшие жирные кислоты, высшие спирты и полициклические спирты (стеролы), производные стеролов — стероиды, жирорастворимые витамины, высшие гомологи предельных углеводородов и другие соединения.

Из простых липидов наибольшее практическое значение имеют нейтральные жиры, широко встречающиеся в биологических объектах. В некоторых органах и тканях животных их массовая доля достигает 90 %. Животные жиры более разнообразны по набору высших жирных кислот по сравнению с растительными.

Наиболее часто и в большей пропорции в животных жирах встречаются олеиновая и пальмитиновая кислоты. Животные липиды имеют различную температуру плавления, которая зависит от степени не предельности входящих в их состав жирных кислот.

Животные жиры представляют собой смесь однокислотных (или простых) и разнокислотных (или смешанных) триглицеридов, представленных в разных соотношениях. В них также присутствует небольшая доля ди- и моноглицеридов, а также свободных жирных кислот.

Триглицериды образуют оптические и геометрические изомеры, так как во многих случаях имеют асимметричный углеродный атом в остатке глицерина и одну или несколько двойных связей в радикалах кислотных остатков.

Кроме нейтральных триглицеридов в состав животных жиров входят липоиды, качественный состав которых представлен фосфатидами, стеридами и стероидами.

Холестерин присутствует во всех животных липидах, в крови и яичном желтке и отсутствует (или содержится в незначительном количестве) в липидах растений



Является структурным компонентом клетки, участвует в обмене желчных кислот и гормонов. В организме человека и печени синтезируется 70-80% холестерина от общей его массы и около 20% поступает с пищей.

Холестерин представляет важную медико-биологическую проблему в развитии и предотвращении патологических процессов в организме.

Однако и значительное падение уровня холестерина может привести к различным заболеваниям, таким как повышение активности щитовидной железы, поражение коры надпочечников, истощение и др. На уровень холестерина в организме человека заметное влияние оказывает состав пищевых жиров. Если в рационе много растительных масел, то уровень холестерина уменьшается. Употребление животных жиров в большом количестве ведет к повышению концентрации холестерина. Поэтому нельзя злоупотреблять салом, сливочным маслом, сливками и подобными продуктами. Массовая доля холестерина в некоторых продуктах составляет:

Изменения жиров. Окраска животных жиров зависит от наличия каротиноидов - **пигментов, окрашивающих жиры** в желтый цвет и одновременно служащих провитаминами. Массовая доля каротинов в жирах зависит от условий кормления животных.

Характер и степень изменения жиров при производстве мясопродуктов зависят от воздействия кислорода воздуха, воды, температуры и продолжительности нагревания, а также от присутствия веществ, способных вступать с жирами в химическое взаимодействие. Например, жиры окисляются под действием кислорода воздуха, приобретая неприятный вкус и запах (прогорают). Поэтому, жиры хранят в темном помещении без доступа воздуха и добавляют к ним антиоксиданты — вещества, предотвращающие окисление. Окисленные липиды снижают биологическую и пищевую ценность белков. Роль липидов в технологии мясопродуктов многофункциональна. Они могут использоваться как самостоятельный продукт питания (шпик), как пищевые животные жиры, как добавка в варёные колбасы в виде шпика и белково-жировых эмульсий; могут входить в состав самостоятельных пастообразных продуктов повышенной пищевой ценности на основе эмульсий, а также используются в качестве смесей для внутрикишечного зондового питания.

В связи с необходимостью сбалансированного питания исследование жира сводится не только к определению его массового содержания, но и к анализу жирнокислотного состава, пищевой, биологической ценности и других показателей.

### ***Углеводы***

Углеводы широко распространены в природе, они составляют не более 2 % массы тканей животного происхождения.

Являются основным источником энергии, участвуют в построении липоидов, сложных белков, ферментов и т. д. Как правило, в животных организмах большинство углеводов играют роль энергетических субстратов, при окислении которых выделяется энергия, необходимая для протекания химических реакций, и используются как резервные.

Углеводы делят на две группы: простые и сложные. Простые углеводы не подвергаются гидролизу, сложные гидролизуются с образованием простых углеводов. Среди сложных углеводов выделяют группы олигосахаридов и полисахаридов. Олигосахариды - сахароподобные сложные углеводы, хорошо растворимы в воде. Полисахариды нерастворимы в воде. К числу наиболее важных природных полисахаридов относят крахмал, гликоген, клетчатку, декстран и хитин.

В качестве запасного питательного вещества гликоген откладывается в печени и мышечной ткани. Количество гликогена в свежих мышцах указывает на упитанность животного, а динамика количественного изменения гликогена в процессе хранения и

переработки свидетельствует о глубине автолитических превращений. В технологии переработки и хранения мяса гликоген играет весьма существенную роль по ряду причин:

Он непосредственно влияет на формирование функционально-технологических характеристик мясного сырья (ВУС, ЖУС.ВВС, липкость).

Продукты распада гликогена - моносахариды (глюкоза, декстроза и др.) наряду с поваренной солью и нитритом натрия являются важными ингредиентами посолочных смесей при производстве колбасных и деликатесных изделий для достижения эффекта стабилизации окраски продукта.

Особого внимания заслуживает применение при производстве мясопродуктов физиологически полезных балластных веществ, таких как целлюлоза, пектин, альгинаты и др. Анализ этих веществ необходим при расчете сырья рецептурных композиций, для придания продуктам лечебно-профилактических свойств, обеспечения физиологических норм питания и поддержания здоровья человека. Гликоген, содержащийся в мясе и мясопродуктах, служит резервным питательным веществом, вследствие чего за ним сохранилось название «животный» крахмал. Массовая доля гликогена в печени животных достигает 20 %, в мышцах — 4 %. Содержание углеводов зависит от степени упитанности животного. В мышцах плохо откормленных, истощенных, голодных и больных животных гликогена в 2—3 раза меньше, чем в мышцах животных нормального физиологического состояния.

С развитием технологии значительно возрос ассортимент мясных продуктов, включая традиционные и комбинированные. Для образования мясных структурированных систем, придания специфических свойств и вкуса, повышения выхода все шире используются различные полисахариды и другие углеводы, не характерные для мяса.

Особого внимания заслуживает применение в рецептурных композициях мясопродуктов физиологически полезных балластных веществ. Это главным образом структурные (целлюлоза, гемицеллюлоза, пектин) и неструктурные (альгинаты, камеди и т.д.) вещества. Полисахариды растений в соответствии с современной научно обоснованной теорией адекватного питания должны строго дозироваться.

Целлюлоза — прочное, волокнистое, водонерастворимое соединение, фибриллы которого образуют каркас растительных клеток. Этот внеклеточный структурный полисахарид — самый распространенный в природе биополимер.

Полисахариды гемицеллюлоз относятся к гетерополимерам разной степени ветвления. Углеводный состав гидролизатов гемицеллюлоз пищевого и непищевого сырья в основном идентичен. Он включает гексозы (глюкозу, галактозу, маннозу, глюкуроновую и галактуроновую кислоты) и пентозы (ксилозу, арабинозу и рамнозу).

Анализ этих веществ необходим при расчете сырья рецептурных композиций, для придания продуктам лечебно-профилактических свойств, обеспечения физиологических норм питания и поддержания здоровья человека.

### **Фосфорорганические соединения**

Фосфорорганические соединения при жизни животных играют роль запасников энергии. После убоя животных многие фракции этих веществ участвуют в образовании специфического вкуса мясных продуктов. Особая роль отводится креатинфосфату (КрФ) аденозинтрифосфорной кислоте (АТФ) и их производным.

Креатин (метилгуанидинуксуеная кислота) является обязательной составной частью поперечнополосатой мускулатуры. Содержание креатина в скелетных мышцах достигает 400\*500 мг%, и сердечной мышце креатина в 2-3 раза меньше. Креатин присутствует также в ткани мозга (около 100мг%) и значительно меньших количествах в парохиматозных органах (10-50 мг%).

Креатинфосфат являясь источником энергии для мышечных сокращений, представляет собой важнейший компонент мышечной ткани. По сравнению с АТФ креатинфосфат

характеризуется более высоким потенциалом переноса высокоэнергетических фосфатных групп. Если имеющееся в мышце количество АТФ может поддерживать ее сократительную активность на протяжении долей секунды, то в целом резерва энергии АТФ и креатинфосфата хватает на 10-12 с мышечной работы. Дальнейшее понижение энергетического потенциала мышцы приводит к стимулированию гликолиза и гликогенолиза, цикла карбоновых кислот и окислительного фосфорилирования. В среднем концентрация креатинфосфата в скелетных мышцах позвоночных в 4-5 раз превышает концентрацию АТФ.

Уровень креатинфосфата зависит от упитанности животного и степени тренированности мышц. Определение креатинфосфата в мышцах имеет большое значение для выявления уровня физического развития и физиологического состояния животного. Массовая доля креатинфосфата в мышцах больных животных, как правило, значительно снижается.

### **Вода**

Вода — важнейший компонент всех пищевых продуктов. Воду нельзя рассматривать просто как инертный компонент или универсальный растворитель для пищевых веществ. Она является не только преобладающим компонентом большинства пищевых продуктов, но и оказывает преопределяющее влияние на многие их качественные характеристики, особенно на сроки хранения.

Интенсивные исследования структуры пока еще не привели к созданию удовлетворительной модели, которая объясняла бы все свойства воды, водных растворов и содержащих влагу твердых тел, в частности пищевых продуктов. Вода в пищевых продуктах может находиться в свободной и связанной форме.

Влага смачивания и влага макропор имеет весьма непрочную связь с продуктом и может быть удалена механическими способами (отжатием на прессах или под действием центробежной силы в центрифугах). Такая влага называется **свободной**. Свободную влагу также можно удалить путем высушивания или вымораживания.

Свободная влага, являясь растворителем органических и неорганических соединений, участвует во всех биохимических процессах, протекающих при хранении и переработке мясного сырья.

По величине энергии связи различают следующие формы связи влаги: химически связанная и физико-химически связанная (адсорбционно-связанная, осмотически-связанная, капиллярно-связанная).

**Химически связанная влага** наиболее прочная и представляет собой воду гидрант, связанную в виде гидроксильных ионов, и конструкционную воду кристаллогидратов, связанную значительно слабее. Химическое связывание влаги в строго определенных молекулярных соотношениях происходит при химической реакции (гидратации). При этом вода входит в состав образованного вещества. При кристаллизации из раствора вода входит в структуру кристалла целыми молекулами. Для нарушения такой связи сушка недостаточно эффективна, необходимо применить прокалывание или химическое воздействие.

Для характеристики состояния влаги в продукте все шире применяют показатель активности воды  $a_w$ , являющийся интегральной характеристикой. Активность воды влияет на жизнедеятельность микроорганизмов, на биохимические, физико-химические реакции и процессы, протекающие в продукте. От величины активности воды зависят сроки хранения мяса и мясопродуктов, стабильность мясных консервов, формирование цвета и запаха, а также потери в процессе термообработки и хранения. Из общего количества воды, содержащейся в пищевом продукте, бактерии, плесени,

дрожжи могут использовать для своей жизнедеятельности лишь определенную «активную» часть.

Активность- воды определяется как отношение парциального давления водяного пара над поверхностью продукта к давлению насыщенного водяного пара при той же температуре:

$$ш = p/p_0 = \text{РОВ}/100$$

где  $p$  парциальное давление;  $p_0$  — давление насыщенного водяного пара РОВ — равновесная относительная влажность.

Активность воды — это характеристика самого продукта, обусловленная химическим составом и его гигроскопическими свойствами, РОВ — характеристика окружающей среды, находящейся в гигротермическом равновесии с продуктом. Активность воды служит качественной характеристикой связи влаги в продукте. Зависимость активности воды от влагосодержания продукта  $a_w \sim f(W)$  при постоянной температуре носит название изотермы. При удалении влаги из продукта (десорбции) и получении влаги продуктом (адсорбции) изотермы совпадают только в начальных точках, т. е. имеет место сорбционный гистерезис.

Для каждого вида микроорганизмов существуют максимальное, минимальное и оптимальное значения активности воды. Отклонение значения  $a_w$  от оптимального приводит к торможению процессов жизнедеятельности микроорганизмов.

За 1.0 принимается активность дистиллированной воды. Активность воды для свежего мяса равна 0,99.

Активность воды можно изменять, подбирая сырье и рецептуры с учетом используемого количества поваренной соли и жира.

Минеральные вещества при рациональном питании в организм человека с продуктами животного и растительного происхождения поступают все необходимые неорганические (минеральные) вещества.

Минеральные вещества подразделяют на макроэлементы и микроэлементы. К макроэлементам относятся кальций, магний, натрий, калий, фосфор, сера и хлор: потребность в них организма относительно большая, порядка нескольких граммов в сутки. К микроэлементам относятся вещества, суточная потребность организма в которых не превышает несколько миллиграммов или микрограммов.

Минеральные вещества необходимы для обеспечения процессов дыхания, роста, обмена веществ, кроветворения, кровообращения, деятельности нейтральной нервной системы.

### **Макроэлементы.**

Кальций и фосфор имеют исключительно большое значение для развития молодого организма. При недостаточном поступлении кальция с пищей организм начинает расходовать кальций, входящий в состав костей, в результате чего возникают костные заболевания.

Натрий и калий содержатся во всех мясных продуктах (в растительных продуктах калия больше, чем натрия, в животных — наоборот). Кровь человека содержит 0,32 % натрия и 0,2 % калия. Источником натрия для человека в основном служит поваренная соль.

Магний содержится во всех продуктах растительного происхождения, но является частью - молекулы хлорофилла. В продуктах животного происхождения он присутствует в меньших количествах (в мясе 0,013 %). Магний входит в состав ферментов.

### **Микроэлементы.**

В зависимости от значения для человека различают микроэлементы, жизненно необходимые для организма, функционально полезные, с неустановленными функциями и токсичные.

В группу жизненно необходимых для организма микроэлементов входят железо, медь, марганец, кобальт, цинк, йод, в группу функционально полезных — молибден, фтор, селен. К микроэлементам, функция которых спорна или сомнительна, относятся алюминий, мышьяк, бром, хром, кадмий, золото, никель, кремний, титан, уран, ванадий, олово, к токсичным — свинец и ртуть.

**Железо** входит в состав гемоглобина крови и миоглобина мышечной ткани. При недостатке железа в пище резко нарушается синтез гемоглобина и железосодержащих ферментов.

**Медь** влияет на рост и развитие живого организма, участвует в деятельности ферментов и витаминов. Главная биологическая функция меди — участие в тканевом дыхании и кроветворении.

**Марганец** содержится во всех органах и тканях человека, особенно его много в коре мозга и сосудистых системах. Марганец участвует в окислительно-восстановительных процессах, повышает интенсивность обмена белков, при его участии происходят многие ферментативные процессы.

**Кобальт** выполняет разнообразные биологические функции, в частности влияет на обмен веществ и принимает участие в процессах кроветворения. Установлено, что кобальт способствует синтезу мышечных белков, улучшает ассимиляцию азота, повышает основной обмен веществ в организме, активирует ряд ферментов. Это незаменимый структурный компонент витаминов группы В: кобальт также способствует усвоению кальция и фосфора, понижает возбудимость и тонус синаптической нервной системы.

**Йод** принимает участие в образовании гормона щитовидной железы — тироксина. При недостаточном поступлении йода развивается заболевание щитовидной железы (зоб), для повышения концентрации йода в пищевых продуктах, главным образом в воде, применяют йодированную соль.

**Селен** принимает участие в обмене серосодержащих аминокислот и предотвращает преждевременное разрушение витамина Е.

**Хром** выполняет важные функции в регуляции углеводного обмена.

### **Физические свойства**

В технологических процессах продукты подвергаются внешним воздействиям, интенсивность которых зависит от сопротивляемости сырья, т.е. его физических характеристик. Всестороннее изучение свойств сырья, исследование его структурно-механических, физико-химических, микробиологических и других характеристик, необходимо при обязательной оценке пищевой ценности.

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

Использование комплекса физических методов позволяет решать ряд технологических проблем на более высокой степени организации и интенсификации процессов, получить новые высококачественные продукты.

Физические свойства мясopодуKтов лежат в основе разработки моделей взаимодействия энергетического поля с продуктом, создания безотходных технологий, высокопроизводительного оборудования, гибких автоматизированных

производств, а также систем автоматического проектирования (САПР). Значительные различия численных значений физических величин обусловлены чрезвычайной сложностью строения и состава мяса, а также их нестабильностью вследствие биологического происхождения (порода, пол, возраст животного, степень автолиза, введение в мясопродукт различных ингредиентов при последующей обработке и т. д.). Эти различия достаточно велики. Они проявляются в ходе технологического процесса, когда продукт также претерпевает большие изменения. Так, пластические свойства мясного фарша в процессе термической обработки в результате коагуляционно-денатурационных изменений становятся упругими, в процессе посола резко увеличивается электропроводность и т.д.

Мясо и мясопродукты в связи со сложностью микроструктуры имеют большую оптическую плотность. Оптические свойства играют важную роль в оценке цветности мяса. Измерение цвета мяса служит для оценки его пригодности как сырья для переработки: качества готового продукта; правильности хода технологических процессов; для дополнения или контроля правильности органолептических оценок. Мясо имеет специфический цвет - благодаря пигменту миоглобину. Миоглобин - состоит из белковой части - глобина и простетической части - гема. Миоглобин способен присоединять оксид азота, сероводород и кислород, в последнем случае образуется оксимио/лобин светло - красного цвета, который переходит с течением времени в метмиоглобин коричневого цвета, что наиболее заметно, когда в мет-форму переходит более 50% миоглобина. Это свойство широко используется для определения сроков хранения мяса. Изменение цветности мяса и мясопродуктов происходит под влиянием микрофлоры, теплового воздействия, посола, света и других факторов.

Под **функциональными свойствами** мясного сырья понимают его способность связывать и удерживать влагу и жир **влаго-**и **жиросвязывающая** способность, **влаго-** и **жиро** поглощение), образовывать устойчивые эмульсии (эмульгирующая способность, стабильность эмульсии) и гели (способность гелеобразования, клейстеризации, желирования).

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

Под *эмульсией* понимают дисперсные системы с жидкой дисперсионной средой и жидкой дисперсной фазой, диспергированные в коллоидном состоянии. Жир — неполярное вещество и плохо (на 0,5 %) растворимо в воде. Однако при определенных условиях (наличие эмульгаторов и стабилизаторов, высокие температуры, ультразвуковые и импульсные воздействия) в системах жир — вода могут образовываться водно-жировые эмульсии прямого (жир в воде) и обратного (вода в жире) типа.

В мясной эмульсии, образованной в результате интенсивного механического измельчения тканей, дисперсная система состоит из дисперсной фазы — гидратированных белковых мицелл и жировых частиц различных размеров и из дисперсионной среды — раствора белков и низкомолекулярных веществ. В мясной эмульсии белок и вода образуют матрицу, которая окружает жир, т. е. колбасный фарш — эмульсия жира в воде, при этом солерастворимые белки являются эмульгаторами и стабилизаторами эмульсии. Белки мышечных волокон по убыванию величины эмульгирующей способности (С) располагаются в последовательности: актин (без NaCl), миозин, актомиозин, саркоплазматические белки, актин в растворе соли молярной концентрацией 0.3 моль/дм.

При технологической обработке мясного сырья со свойствами белков связаны следующие взаимодействия: белок - белок (гелеобразование); белок — вода (набухание, водосвязывающая и жиродерживающая способности), а также поверхностно-активные свойства образование и стабилизация пен и эмульсий.

В составе мяса мышечная ткань оказывает значительное влияние на ФТС, так как

состоит из комплекса белков, имеющих структурные отличия. При получении мясopодуKтоB от функциональных свойств мышечных белков зависит эффективность образования мясных эмульсий. Количественное содержание белка в системе, его качественный состав, условия среды определяют степень стабильности получаемых мясных систем, влияют на уровень водосвязывающей, жиропоглощающей и эмульгирующей способности, структурно-механические и органолептические характеристики.

Количественное содержание наиболее важного функционального белка — миозина в мышечной ткани составляет 54-60%. Его молекулы имеют выраженную ферментативную активность, легко взаимодействуют между собой и актином, обладают высокой водосвязывающей, гелеобразующей и эмульгирующей способностями.

На характер взаимодействия в системе белок — вода оказывают влияние такие факторы, как растворимость белковых систем, концентрация, вид, состав белка, pH системы, наличие и концентрация солей в системе. Знание и направленное использование особенностей связывания влаги различным белоксодержащим сырьем позволяют прогнозировать и регулировать выход, уровень потерь влаги при термообработке и органолептические характеристики продукта.

**Влагоудерживающая способность (ВУС)**, как и растворимость, одновременно зависит от степени взаимодействий как белков с водой, так и белка с белком, а также от конформации и степени денатурации белка. В связи с этим тепловая обработка оказывает сильное влияние на влагоудерживающую способность белков, что, в свою очередь, сказывается на массовом выходе готовых изделий.

В реальных многокомпонентных мясных системах поведение белка как основного стабилизирующего компонента рецептуры рассматривают во взаимосвязи как с другими компонентами (жир, вода, минеральные вещества, морфологические элементы), так и с изменяющимися в процессе технологической обработки сырья условиями среды.

При изготовлении вареных колбас, сосисок, сарделек, мясных хлебов для направленного регулирования ФТС мясных фаршевых систем кроме поваренной соли используют пищевые фосфаты — смеси различных солей фосфорной кислоты в количестве 0,3-0,4 % к массе фарша. Фосфаты действуют как синергисты поваренной соли, вызывая изменение величины pH среды, повышая ионную силу растворов и связывая ионы кальция в системе актомиозинового комплекса, обеспечивают интенсивное набухание мышечных белков, увеличивают уровень водосвязывающей, влагоудерживающей и эмульгирующей способностей.

Особенно эффективно использование фосфатов при переработке размороженного и тощего мяса, сырья с нарушениями нормального хода автолиза. В последние годы в связи с увеличением объемов мясного сырья с нарушениями нормального хода автолиза возникла необходимость расширения диапазона pH фосфатных препаратов с 6,9 до 9,0.

*Структурно-механические, или реологические, свойства* характеризуют поведение мяса и мясных продуктов в условиях напряженного состояния. Основными показателями при приложении силы являются напряжение, величина и скорость деформации. В зависимости от характера приложенных усилий эти свойства делят на сдвиговые (касательные напряжения), компрессионные (нормальные напряжения растяжения-сжатия) и поверхностные на границе раздела с другим материалом (нормальные и касательные).

К *сдвиговым реологическим свойствам* относятся предельное напряжение сдвига, вязкость эффективная и пластическая, период релаксации. Эти свойства наиболее полно отражают внутреннюю сущность объекта, поэтому их принято считать основными. С их помощью рассчитывают течение продуктов в трубах, рабочих органах машин и аппаратов, определяют необходимые условия для перемещения продукта, по ним можно судить о качестве продукта и степени его обработки. Таким образом, сдвиговые свойства дают возможность обосновать оптимальные технологические и механические условия процесса, а при соответствующем приборном оснащении их можно контролировать и

регулировать, обеспечивая постоянное и стабильное количество продуктов.

К *компрессионным, или объемным, свойствам* относятся модуль упругости ( $E$ , Па), равновесный модуль ( $E_R$ , Па), период релаксации деформации при постоянном напряжении ( $\tau_0$ , с) и относительная деформация ( $\varepsilon$ ). Эти параметры необходимы для расчетов процессов шприцевания, формования, дозирования и течения по трубопроводам пластично-вязких продуктов. Объемные свойства можно также использовать для оценки качества пластично-вязких (фарши) и упругоэластичных (колбасные изделия) продуктов.

Особое место среди структурно-механических характеристик занимают *поверхностные свойства*: адгезия (липкость), коэффициент внешнего трения и др. Они характеризуют усилия при взаимодействии между поверхностями контакта при нормальном отрыве или сдвиге. Поверхностные характеристики необходимы для выбора и разработки новых видов материалов для аппаратов, тары, трубопроводов и другого оборудования, поверхности которых должны обладать малой адгезией и минимальным сопротивлением движению продукта. Кроме того, значения поверхностных свойств частично могут характеризовать консистенцию продукт а.

Структурно-механические свойства отражают состав вещества и его внутреннее строение (структуру).

### ***Пищевая ценность и качество мяса и мясных продуктов***

Мясо и мясопродукты — традиционная и одновременно уникальная составная часть пищевых рационов. Уникальность мяса состоит в высокой энергоемкости, сбалансированности аминокислотного состава белков, наличии биологически активных веществ и высокой усвояемости, что в совокупности обеспечивает нормальное физическое и умственное развитие человека.

Под понятием «качество» подразумевают широкий спектр свойств, характеризующих пищевую и биологическую ценность пищевых продуктов, а также органолептические, структурно-механические, функционально-технологические, санитарно-гигиенические и прочие характеристики продукта, степень их выраженности.

С точки зрения качественных показателей пищевой продукт должен содержать компоненты, необходимые организму человека для нормального обмена веществ.

Современные представления о количественных и качественных потребностях человека в пищевых веществах отражены в концепциях сбалансированного и адекватного питания.

Энергетическая ценность дает представление о той части энергии, которая выделяется из пищевых веществ в процессе их биологического окисления в организме. Необходимая энергетическая ценность пищи для людей разного пола, возраста, массы, рода деятельности колеблется от 2850 до 20875 кДж/сут. В зависимости от вида мяса и его состава мясопродукты имеют различную энергоемкость — от 147,5 до 1662,5 кДж на 100 г продукта.

Зная уровень усвоения пищевых веществ в организме (белок — 84,5%, жир — 94%, углеводы — 95,65 %) и величину теплоты сгорания компонентов пищи, можно рассчитать энергетическую ценность продукта.

Таким образом, зная общий химический состав и массу продукта, а также энергетическую ценность пищевых веществ, можно рассчитать пищевую ценность мясных изделий в энергетическом выражении.

Кроме этого, пищевые вещества *являются* источником биологически необходимых, незаменимых веществ. С этих позиций весьма важными являются показатели биологической ценности белка, которое характеризует качество белкового компонента продукта, обусловленное как степенью сбалансированности состава аминокислот, так и уровнем переваримости и ассимиляции белка в организме.

Вторым компонентом, количественно преобладающим в составе мяса, является *жир*, представленный в основном триглицеридами. Биологическая роль триглицеридов состоит в том, что они являются источниками энергии и, кроме того, содержат не синтезируемые в



организме человека высоконепредельные жирные кислоты и жирорастворимые витамины, роль которых в физиологии весьма велика.

В суточном потреблении взрослого человека (80-100 г, в том числе 20-25 г растительных жиров) должно содержаться 2-6 г полиненасыщенных жирных кислот, 35 г олеиновой кислоты и 20 г насыщенных жирных кислот. Соотношение между количеством полиненасыщенных и насыщенных жирных кислот должно составлять 0,3 : 0,35.

Определение уровня биологической ценности липидов можно произвести расчетным путем, сопоставляя потребное количество каждого из незаменимых компонентов в формуле сбалансированного питания с его содержанием в продукте.

При определении биологической ценности жиров большое значение имеет наличие и количественное содержание «триады» так называемых незаменимых жирных кислот. Подобно незаменимым аминокислотам они синтезируются ограниченно или не синтезируются в животных организмах совсем.

**Полиненасыщенные кислоты.** Из полиненасыщенных жирных кислот к биологически активным относятся *линолевая, линоленовая и арахидоновая*).

Линолевая кислота (цис-9, цис-12-октадиеновая кислота)



имеет две изолированные двойные связи. Светло-желтая маслянистая жидкость с температурой плавления от 267,8 до 268 К. Содержится в большинстве растительных масел, составляя в глицеридах значительную часть: подсолнечном 20 %, хлопковом 45 % и т. д. В жирах животного происхождения ее содержание колеблется от 2 до 20 %.)

Линоленовая кислота (цис-9, цис-12, цис-15-октатриеновая кислота)

Бесцветная жидкость после затвердения имеет температуру плавления от 261,7 до 262 К, легко окисляется уже при комнатной температуре.

Арахиленовая кислота - светлая жидкость при глубоком охлаждении затвердевает, температура плавления 223,5 К. Присутствует в липидах мозговой ткани, в жирах крупного рогатого скота и свиней, в жирах растений эта кислота не обнаружена. Предполагают, что она синтезируется в печени животного и человека из линолевой и линоленовой кислот. Легко изменяется под действием кислорода воздуха, превращаясь в окисленную форму.

Перечисленные полиненасыщенные жирные кислоты являются жизненно необходимыми веществами, обладают витаминной активностью. Смесь этих кислот получила название витамина F. При длительном исключении витамина K из нити животные погибают. Человек также нуждается в витамине F - его недостаток в нише тоже приводит к кожным заболеваниям, выпадению волос и т.д.

### ***Витамины.***

Представляют собой биологически активные вещества, обеспечивающие нормальное течение биохимических и физиологических процессов в живом организме. В жировой ткани присутствуют жирорастворимые витамины групп A, D, E, K. Содержание двух последних незначительно.

**В и т а м и н А** — один из немногих каротиноидов, найденных в тканях растений и животных. При этом различают витамин A<sub>1</sub>, встречающийся в тканях всех животных и рыб, и A<sub>2</sub>, встречающийся только в тканях пресноводных рыб. Витамин A встречается в трех следующих формах, в виде спирта (ретинола), альдегида (ретинала) и кислоты (ретиеновой).

**В и т а м и н Е** по химической природе представляет собой группу родственных соединений — токоферолов, молекулы которых состоят из двух компонентов: кольца, являющегося производным бензохинона, и изопреноидной боковой цепи, сходной с боковыми цепями витаминов A и K.

Большинство животных жиров имеют цвет, за исключением свиного и козьего. Окраска зависит от наличия каротиноидов — пигментов, окрашивающих жиры в желтый цвет и одновременно служащих провитаминами. Например, под действием фермента каротиназы кишечника каротины превращаются в витамин А. Количество каротинов в жирах зависит от условий откорма животных. Максимальное количество каротином в жирах отмечается при пастбищном откорме к осени. Витамины группы А кроме пищевого значения выполняют роль природных антиоксидантов. Благодаря наличию большого количества непредельных химических связей в своей структуре при благоприятных условиях витамин А, легко окисляется, предохраняя жир от порчи.

Суммарное содержание витаминных примесей служит показателем биологической ценности жиров.

Количественное соотношение белков и жиров в составе продукта влияет на усвояемость тех и других компонентов. При повышенном содержании жира тормозится отделение желудочного сока, замедляется переваривание белков пепсином и трипсином, изменяется обмен некоторых веществ, подавляются система свертывания крови и процесс ассимиляции витаминов. Установлено, что оптимальным соотношением жира и белка в пищевых продуктах является 1(0,8): 1.0. Определенное соотношение белка и жира в мясе играет значительную роль в формировании биологической ценности мясопродуктов и позволяет с научной точки зрения подойти к вопросам рационального использования сырья и обоснованного создания рецептур и технологий.

Определение степени расщепления и усвояемости белкового компонента мяса, как правило, производят двумя методами: в опытах *invitro* и *invivo*. В опытах *invitro* в системах пепсин — трипсин либо с использованием реснитчатой инфузории *Tetrahymena pyriformis* в известной степени моделируется процесс переваривания белков в желудочно-кишечном тракте. Однако получить достоверное представление о биологической ценности белкового компонента и продукта можно лишь на основе опытов, проводимых на животных, и наблюдений за человеком, определяя степень фактической утилизации пищевых веществ в организме в процессе обмена веществ по характеру адсорбции белка и изменению ростовесовых показателей. На практике используют: коэффициент эффективности белка (КЭБ), биологическую ценность (БЦ), истинную переваримость (ИП), коэффициент использования белка (КИБ).

ИП характеризует главным образом способность белка распадаться под действием протеолитических ферментов пищеварительного тракта и всасываться через слизистую оболочку кишечника. БЦ учитывает ту часть азота, которая фактически используется, и зависит преимущественно от сбалансированности изучаемых белков по аминокислотному составу и от одновременности введения этих метаболитов в кровеносную систему. КИБ — это отношение связанного азота к азоту, поглощенному с пищей, т.е. суммарная оценка, принимаемая в расчет при оценке биологической ценности и переваримости, а КЭБ — отношение прироста массы к потребленному белку.

Биологические методы базируются на принципе азотного баланса в процессе жизнедеятельности организма. Поступивший в организм азот расходуется по двум направлениям. Первый после всасывания в пищеварительном тракте поступает в кровеносную систему (переваримый азот), удерживается организмом или катаболизируется (используется как источник энергии) и выделяется с мочой, а второй — выбрасывается с фекалиями. Наконец, постоянное новообразование белков в организме из имеющихся, происходит с потерей азота, которая не зависит от пищевого азота (эндокринный азот мочи). Исходя из азотных фракций, можно установить различные соотношения, которые позволяют характеризовать превращения

Биологические методы достаточно объективны, но дороги в исполнении, требуют длительного времени и большего количества материалов для анализа.

Химические методы имеют существенные преимущества. Наиболее известны подходы, основанные на определении аминокислотного состава, когда выделяют лимитирующие аминокислоты, а затем их сравнивают со стандартным белком.

Более полное представление о биологической ценности белков дает показатель так называемого *аминокислотного сора*. Для каждой из незаменимых аминокислот лимитирующей является та, показатель аминокислотного сора которой является наименьшим.

Показатель аминокислотного сора устанавливает предел использования азота данного вида белка для пластических целей. Избыток других содержащихся в белке аминокислот может использоваться как источник для неспецифического азота или для энергетических нужд организма.

Количество углеводов в созревшем мясе составляет около 1,0-1,5%. Их роль в основном связана с участием в биохимических процессах созревания мяса, формирования вкуса, аромата, изменения консистенции, величины рН, нежности и т.д., т. е. углеводы опосредованно влияют на качество мясных изделий и их биологическую ценность.

В соответствии с теорией адекватного питания, часть балластных веществ пищи (клетчатка, пектин и др.), которые относят к пищевым волокнам, выполняет весьма важную физиологическую функцию. Благодаря специфическим функциональным свойствам пищевые волокна активно участвуют в регуляции биохимических процессов в органах пищеварения и выведении из организма токсических веществ, поступающих с водой, пищей и воздухом. Пищевые волокна могут использоваться для профилактики ряда заболеваний, в первую очередь таких, как атеросклероз, сахарный диабет, ожирение, ишемическая болезнь сердца, заболевания толстой кишки и др. В связи с необходимостью создания специальных продуктов питания вопрос применения балластных веществ типа пшеничных отрубей, яблочного пектина, целлюлозы, метилцеллюлозы, карбоксиметилцеллюлозы приобретает важное значение. Необходимо отметить, что функции пищевых волокон, кроме указанных веществ растительного происхождения, выполняют и соединительнотканые белки тканей животных.

Витамины, микро- и макроэлементы, а также вещества, стимулирующие секреторно-моторную деятельность пищеварительного тракта (экстрактивные вещества, ферменты), являются необходимой составной частью мяса, и поступление их с пищей необходимое условие для нормального развития и функционирования организма.

В состав сырого мяса входит полный набор водорастворимых (В, В<sub>2</sub>, пантотеновая кислота, биотин, фолиевая кислота. В<sub>2</sub>, С) и жирорастворимых (А, Е, К, F) витаминов, регулирующих рост и физиологические процессы. Однако при тепловой обработке часть витаминов теряется, а оставшееся количество не удовлетворяет потребностям организма. Недостающая часть витаминов обычно компенсируется высоким их содержанием в других компонентах рациона питания или путем целенаправленного обогащения мясных продуктов этими компонентами (витаминизацией).

Минеральные вещества мышечной ткани (соединения калия, натрия, магния, железа, цинка) участвуют во многих обменных процессах и в образовании буферных систем, влияют на степень растворимости и набухания белков, и, следовательно, наличие их также имеет значение при определении пищевой ценности продукта, причем наибольший интерес представляет содержание натрия, кальция и железа. Количество витаминов и минеральных веществ регламентируется формулой сбалансированного питания.

Азотистые экстрактивные и другие органические вещества участвуют в создании специфического аромата а и вкуса мяса, способствуют улучшению органолептических показателей и тем самым стимулируют секреторную функцию пищеварительного аппарата. Влияние органолептических характеристик на пищевую ценность продукта состоит в том, что, воздействуя на органы чувств человека, они возбуждают аппетит и улучшают секреторно-моторную деятельность пищеварительного тракта, что во многом определяет покупательский спрос. Реакция человека на продукт зависит от внешнего вида, цвета, вкуса, запаха, консистенции (нежности) и сочности готового изделия, при этом результаты органолептической оценки зачастую бывают решающими при определении качества продукции, особенно новых видов. Органолептические показатели меняются в зависимости от природы продукта, его химического состава, степени биохимических изменений (например, созревания мяса), условий технологической обработки (измельчение, посол, варка, копчение), использования специй, пищевых и вкусовых добавок.

Структурно-механические свойства (консистенция, жесткость, механическая прочность), обусловленные пространственным распределением белков, липидов и воды в продукте, формой и прочностью связей между ними, предопределяют органолептические показатели, характер и степень разрушения продукта в процессе разжевывания. В то же время этот фактор обеспечивает удельную поверхность контакта и физическую доступность частиц пищевых веществ действию ферментов, т. е. переваримость.

**Качество сырья и мясных продуктов** характеризуется сложным комплексом химических, биохимических, физико-химических, гистологических и других характеристик.

Применительно к мясоперерабатывающей промышленности конкретное технологическое содержание понятия «качество» связано с такими критериями, как органолептические свойства, пищевая ценность, гигиенические и токсикологические состояния и технологические показатели.

Существует определенная классификация показателей качества:

**Антропометрические показатели** характеризуют объекты относительно размеров человека. Они должны обеспечивать удобство транспортирования, хранения, реализации в сфере обращения и использования продукта потребителем.

**Физиологические показатели** оцениваются применительно к возможностям и потребностям организма человека. При разработке композиционных продуктов особое внимание уделяется сбалансированности химического состава.

**Психофизиологические показатели** характеризуют восприятие продукта с помощью органов чувств: зрения, осязания, обоняния, вкуса, иногда слуха, а также силовых и других физиологических способностей человека. Эту группу показателей называют также психофизическими. При определении величины показателя учитывается пороговая возможность человека осязательным ощущениям.

Характерной особенностью мясного сырья и мясных продуктов является то, что их качество не может быть описано какой-либо одной или несколькими характеристиками.

Для оценки качества мясных продуктов предложен ряд моделей на основе ряда характеристических показателей. Наиболее распространенной является модель, предложенная А. М. Бражниковым, согласно которой иерархическая классификация свойств мясной продукции разделена на четыре группы: критические свойства, однозначно определяющие безопасность мясных продуктов (к ним относятся санитарно-гигиенические свойства и содержание вред ж веществ);

существенные свойства, которые в большей мере характеризуют ценность мясных продуктов (биологическая ценность и органолептические характеристики);

- второстепенные свойства, значительно меньше влияющие на оценку качества продукта, хотя для отдельных видов продуктов они могут быть достаточно важными (содержание свободной влаги, стойкость при хранении и др.);

свойства, слабо влияющие на качество, наличие которых желательно, но не обязательно (внешний вид, упаковка, этикетки и т.д.).

Контроль качества продуктов питания, как правило, основан на сочетании органолептических и инструментальных (или других не сенсорных) методов.

**Органолептическая (сенсорная) оценка**, проводимая с помощью органов чувств человека, — наиболее древний и широко распространенный способ определения качества пищевых продуктов, осуществляемый при непосредственном участии дегустаторов. Органолептический метод быстро и при правильной постановке анализа объективно и надежно дает общее впечатление о качестве продуктов.

При этом необходимо использовать научно обоснованные методы отбора дегустаторов и оценки продуктов, выполнять требования, предъявляемые к помещению, освещению, и другие условия проведения дегустационного анализа.

Современный уровень исследования качества продовольственных товаров немислим без дегустационного анализа, проводимого с использованием балловых шкал.

**Органолептические свойства**— это свойства (вкус, запах, консистенция, окраска, внешний вид и т.д.) объектов, оцениваемые с помощью чувств человека. Органолептический анализ пищевых и вкусовых продуктов проводится посредством дегустаций, т. е. исследований, осуществляемых с помощью органов чувств дегустатора без измерительных приборов. Классификация органолептических показателей соответственно воспринимаемым органам чувств человека приведена ниже:

Показателя качества, определяемые с помощью зрения;

внешний вид — общее зрительное ощущение, производимое продуктом;

форма — соединение геометрических свойств (пропорций) продукта;

цвет — впечатление, вызванное световым импульсом, определенное доминирующей длиной световой волны и интенсивностью;

блеск — способность продукта отражать большую часть лучей, падающих на его поверхность, в зависимости от гладкой поверхности продукта;

прозрачность — свойство жидких продуктов, определяемое степенью пропускания через слой жидкости определенной толщины.

Показатели качества, определяемые с помощью глубокого осязания (нажима):  
консистенция — свойство продукта, обусловленное его вязкостью и определяемое полностью деформации во время нажима:

плотность — свойство сопротивления продукта нажиму;

эластичность — способность продукта возвращать первоначальную форму после нажима, не превышающего критической величины (предела эластичности).

Показатели качества, определяемые обонянием:

запах - впечатление, возникающее при возбуждении рецепторов обоняния, определяемое качественно и количественно;

аромат — приятный естественный характерный запах исходною сырья (молока, фруктов, специй и др.);

«букет» — приятный запах, развивающийся под влиянием сложных процессов, происходящих во время созревания, брожения и ферментации.

Показатели качества, определяемые осязанием (в полости рта):

сочность — впечатление, возникающее под действием соков продукта во время разжевывания (например, продукт сочный, малосочный, суховатый, сухой);

однородность — впечатление, вызванное размерами частиц продукта (однородность шоколадной массы, начинок конфет);

консистенция — осязание, связанное с густотой, клейкостью продукта, силой нажима (консистенция жидкая, сиропообразная, густая, плотная); она чувствуется при распределении продукта на языке;

волокистость — впечатление, вызываемое волокнами, оказывающими сопротивление при разжевывании продукта, которое можно ощущать качественно и количественно (например, мясо с тонкими волокнами);

крошливость — свойство твердого продукта крошиться при раскусывании и разжевывании, обусловленное слабой степенью сцепления между частицами;

нежность — условный термин, оценивается как сопротивление, которое оказывает продукт при разжевывании (например, мягкое яблоко, хрустящий огурец, нежное мясо):

терпкость — чувство, вызванное тем, что внутренняя поверхность полости рта стягивается и при этом появляется сухость во рту;

вкус — чувство, возникающее при раздражении рецепторов и определяемое как качественно (сладкий, соленый, кислый, горький), так и количественно (интенсивность вкуса);

флевор, или вкусоность, — комплексное впечатление вкуса, запаха и осязания при распределении продукта в полости рта, определяемое как качественно, так и количественно.

Способность к осязанию зависит, от внешних факторов и индивидуальных особенностей дегустаторов. При отрицательной температуре осязательная восприимчивость рецепторов снижается. С возрастом осязание человека обычно ослабевает, но в меньшей степени по сравнению с другими органами чувств. Фактор возраста не является определяющим. В зависимости от природных данных, образа жизни, питания, привычек, характера труда, тренированности сенсорных органов с возрастом человека может повышаться чувствительность обоняния, вкуса, осязания, значительно реже - слуха и зрения.

## **Оценка химического состава мясного сырья**

### **3.1 Определение химического состава мяса**

Общий химический состав мяса в отрубе (содержание влаги, жира, белка, золы) определяют из одной навески исследуемой пробы.

Предлагаемый метод, включающий ускоренные операции по обезвоживанию, обезжириванию и озолению одной и той же пробы, позволяет в течение непродолжительного времени (2-2,5 ч) при достаточной точности получить данные о содержании влаги, жира, золы и белки в массе.

### **3.2 Определение содержания влаги**

Навеску пробы дважды измельченного продукта массой 2- 3 г, взятую с точностью до 0,001 г, высушивают в металлической бюксе со стеклянной палочкой в сушильном шкафу при 150 °С в течение 1 ч или в аппарате СЛЛ при 150 °С в течение 15 мин.

Содержание влаги рассчитывают по формуле

$$X = (M_1 - M_2) * 100 / (M_1 - M),$$

где X содержание влаги, %; M<sub>1</sub> масса бюксы с навеской до высушивания, г; M<sub>2</sub> масса бюксы с навеской после высушивания, г; M масса бюксы, г.

### **3.3 Определение содержания жира**

Высушенную навеску после определения влаги переносят в бюксу и заливают 10-15 мл растворителя (петролейный или ниловый эфир). Навеску в процессе экстрагирования периодически в течение 3-4 мин помешивают стеклянной палочкой. Экстрагирование проводят в 4-5-кратной повторности. Растворитель каждый раз сливают с извлеченным жиром. После последнего слива остаток растворителя испаряют на воздухе. Бюксу с обезжиренной навеской подсушивают в сушильном шкафу при 105 °С в течение 10 мин.

Содержание жира определяют по формуле:

$$X_1 = (m_1 - m_2) * 100 / m_0$$

Где X - содержание жира, %; m<sub>1</sub> - масса бюксы с навеской после высушивания до обезжиривания, г; m<sub>2</sub> - масса бюксы с навеской после обезжиривания, г; m<sub>0</sub> - масса навески, г.

### 3.4 Определение содержания золы

Содержимое бюксы после обезжиривания переносят в предварительно прокаленный и взвешенный тигель. Остатки навески со стенок бюксы смывают небольшим количеством растворителя, который затем удаляют нагреванием на водяной бане до полного исчезновения. В тигель к сухой обезжиренной навеске добавляют 1 мл ацетата магния.

Содержание золы вычисляют по формуле:

$$X_2 = (m_1 - m_2) * 100 / m_0$$

Где X<sub>2</sub> - содержание золы, %; m<sub>1</sub> - масса золы, г; m<sub>2</sub> - масса оксида магния, полученная после минерализации раствора ацетата магния, г; m<sub>0</sub> - масса навески, г.

### 3.5 Определение содержания белка

Содержание белка определяют расчетным путем по формуле:

$$X_3 = 100\% - (x + x_1 + x_2), \%$$

где X<sub>3</sub> - содержание белка, %; x - содержание влаги, %; x<sub>1</sub> - содержание жира, %; x<sub>2</sub> — содержание золы, %.

## I. ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

**Цель работы:** приобрести практические навыки в освоении метода органолептической оценки мяса и мясных продуктов по международной методике.

**Задачи:** подготовить образцы мяса и мясных продуктов, провести их органолептическую оценку.

**Объекты исследования:** мясные продукты - фаршированные, вареные, полукопченые, варено-копченые, сырокопченые, ливерные и кровяные колбасы, мясные хлеба, сосиски, сардельки, зельцы, студни, холодцы, паштеты, а также продукты из свинины, говядины, баранины, мяса птицы и других животных, полуфабрикаты, кулинарные изделия, мясные бульоны.

**Оборудование:** набор посуды; столовые приборы; деревянные (или металлические) иглы; термометры с диапазоном измерения 0...100 °С; мясорубка; водяная баня; электрическая плитка.

**Методика органолептического анализа включает:** научно обоснованные методы оценки качества; технологические схемы;

- обеспечение оптимальных условий проведения органолептической оценки; подготовку квалифицированных дегустаторов;
- проведение органолептической оценки качества по DLG-5 Punkte-Schema (табл. 1) исследование отдельных конкретных критериев качества (сочность продукта, пористость, аромат и т.д.);
- исследование более общих показателей качества (консистенция, вкус, внешний вид) или оценка интенсивности показателя качества; контроль качества продукта в целом.

#### **Требования к квалификации дегустаторов:**

знание технологических особенностей продукта и технологии его производства; наличие способностей восприятия и передачи органолептических ощущений; знание основ проведения сенсорного анализа; наличие опыта в проведении органолептики; тренировка органов ощущения; повышение квалификации.

Таблица 1

Проведение органолептической оценки качества по DLG-5 Punkte-Schema

Баллы	Оценка качества	Общая характеристика
5	Отлично	Полное соответствие качеству
4	Хорошо	Незначительное отклонение
3	Посредственно	Значительное отклонение
2	Менее чем посредственно	С признаками брака
1	Недостаточно	Брак
0	Менее чем недостаточно	Не оценивается
Оценка качества		Премирование
5,00		Золотая медаль
4,50-4,99		Серебряная медаль
4,00-4,49		Бронзовая медаль

Качество готовой продукции оценивается по органолептическим, физико-химическим и биохимическим показателям. При органолептической оценке определяют соответствие основных качественных показателей изделий (внешний вид, цвет, запах, вкус, консистенция) требованиям стандарта. Органолептическую оценку качества мясных продуктов проводят на целом и разрезанном продукте.

Показатели качества целого продукта определяют в последовательности: внешний вид, цвет и состояние поверхности определяют визуально наружным осмотром; запах (аромат) - на поверхности продукта, запах в глубине продукта (в случае необходимости) определяют следующим образом: вводят деревянную или металлическую иглу в толщину и быстро определяют оставшийся запах на поверхности иглы; консистенцию - легким надавливанием пальцами или шпателем на поверхность продукта.

Показатели качества резанного продукта определяют следующим образом: внешний вид (структура и распределение ингредиентов), цвет - визуально на продольном разрезе продуктов из свинины; запах (аромат), сочность и вкус - апробируя мясные продукты сразу же после нарезания, отмечают отсутствие или наличие постороннего запаха, привкуса, степень выраженности аромата пряностей и копчения, соленость. Запах, вкус и сочность сосисок и сарделек определяют в



разогретом состоянии (до 60...70 °С в центре продукта), сочность сосисок и сарделек в натуральной оболочке - прокалывая их, наблюдая при этом за появлением капель жидкости; консистенцию продукта - надавливанием, разрезанием, разжевыванием. При этом устанавливают плотность, рыхлость, нежность, жесткость, крошливость.

На основании результатов органолептической оценки делают заключение о возможности допуска мясопродуктов в реализацию.

Для более объективной оценки качества мясопродуктов, в частности колбасных изделий, используют специальную шкалу, разработанную Федеральным центром исследования мяса и мясных продуктов (BAFF, Kulmbach).

В процессе органолептической оценки каждый участник вносит свои оценки и замечания в дегустационный лист рекомендуемой формы.

### Контрольные вопросы:

1. Дать определение пищевой ценности мяса. Чем характеризуется пищевая ценность мяса?
2. Что положено в основу современной теории рационального использования сырья?
3. От чего зависит химический и морфологический состав мяса?
4. Как определяется морфологический состав отрубов и от чего он зависит?
5. В чем заключается методика определения общего химического состава мяса?
6. В чем заключается недостаток отечественных схем разделки туш? Каковы общие принципы сортовой разделки туш?

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. Гуринович, Г.В. Технология мяса и мясных продуктов. Первичная переработка скота Кемерово: КемГИПП, 2015 <http://e.lanbook.com/book/72027>
2. Костенко, Ю.Г. Руководство по санитарно-микробиологическим основам и предупреждению рисков при производстве и хранении мясной продукции. М.: Техносфера, 2015. <ftp://192.168.7.252/ELBIB/2018/105.pdf>
3. Хвыля С.И., Гиро Т.М. Оценка качества и безопасности мяса и мясных продуктов микроструктурными методами. ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2015 <ftp://192.168.7.252/ELBIB/2018/105.pdf>
4. О. М. Мышалова, И. С. Патракова, М. В. Патшина Технология мяса и мясных продуктов. Производство мясных продуктов: лабораторный практикум: учебное пособие: в 2 частях. Кемерово: КемГУ, [б. г.]. — Часть 2 — 2016 <https://e.lanbook.com/book/93554>
5. Гиро Т.М. Технология мяса и мясных продуктов Учебное пособие (электронное). Саратов, 2016. Компьютерный класс, аудитория 124.
6. А.Б. Лисицын и др. Технологии мясной промышленности. Том 5, книга 1 и 2. М., 2017. - 386 с.

### Дополнительная

9. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 1. Общая технология мяса. – М.: Колос С, 2009. – 565 с. ISBN 978-5-9532-0643-3 (Кн. 1) ISBN 978-5-9532-0538-2
10. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 2. Технология мясных продуктов. – М.: Колос С, 2009. – 711 с. ISBN 978-5-9532-0644-0 (Кн. 2) ISBN 978-5-9532-0538-2
11. Данилова, Нина Степановна. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие / Н. С. Данилова. - М.:

- КолосС, 2008. - 280 с.: ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). ISBN 978-59532-0513-9
12. Кайм Г. Технология переработки мяса. Немецкая практика / пер. с нем. Г.В. Соловьевой, А.А. Куреленкова. СПб.: Профессия, 2008. 488 с. ISBN 5-93913-088-7
  13. Кудряшов Л.С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 160 с.
  14. Кунаков А.А., Серёгин И.Г., Таланов Г.А. и др. Судебная ветеринарно-санитарная экспертиза. – М: Колос, 2007. – 400 с.
  15. Лисицын А.Б., Сизенко Е.И., Чернуха И.М. и др. Мясо и здоровое питание. – М.: ВНИИМП, 2007. – 289 с.
  16. Рогов И.А., Жаринов А.И. и др. Биотехнология мяса и мясных продуктов - М.: ДеЛи принт, 2009.

### **ТЕМА 3: ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПОСОЛА НА КАЧЕСТВО МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ**

**Цель работы:** Стабилизации качественных показателей продуктов из мясного сырья с отклонениями в характере автолиза. Использования для шприцевания парного мяса рассола, приготовленного на молочной сыворотке.

Сопоставление данных, полученных при шприцевании всех трех качественных групп мяса обычным рассолом с молочной сывороткой, свидетельствует о том, что она не влияет на структуру мяса, хотя можно было предположить, что введение молочной сыворотки, рН которой близок к изоэлектрической точке белков (рН 4,2-4,4), приведет к частичной денатурации саркоплазматических белков. Однако равенство показателей Т образцов, шприцованных обычным рассолом, и образцов, содержащих молочную сыворотку, свидетельствует об обратном.

#### **Оптимизация технологии соленых мясных изделий Особенности посола мясного сырья со свойствами PSE и DFD**

Выбор способов посола, вида механической обработки, ассортимента изготавливаемых мясных изделий и параметров технологического процесса во многом зависит от свойств исходного сырья и, в частности, от характера развития автолиза. По уровню рН можно судить о качестве мяса, в частности, о его влагосвязывающей способности, нежности и цвете, аромате и вкусе. Свойства мяса определяются, главным образом, скоростью и глубиной снижения рН после убоя вследствие образования молочной кислоты. Мясо с нормальным ходом автолиза (NOR) отличается постепенным снижением рН в течение 24-48 ч. Очень быстрое, практически в течение 1 ч, снижение рН до конечного значения приводит к появлению PSE-мяса (pae-soft-exudative - бледное - мягкое-водянистое). Напротив, медленный или неполный гликолиз способствует получению DFD-мяса (d). По мнению многих исследователей, появление PSE- и DFD-мяса обусловлено одними и теми же метаболическими аномалиями. Разница заключается в том, что в мясе-PSE имеются запасы гликогена в момент убоя, а в мясе DFD они практически уже использованы [4, 53, 54].

Известно, что парные мышцы быстрее поглощают рассол, чем охлажденные. При посоле парного мяса хлорид натрия, проникая в мышечные волокна до наступления посмертного окоченения, резко (до 4—9 ч) замедляет процесс распада гликогена, фиксируя диссоциированное состояние белков актина и миозина. Величина рН при этом изменяется незначительно, в результате чего влагосвязывающая способность парной соленой свинины находится в диапазоне 67-69 %, что соответствует показателю свинины, выдержанной на созревании перед началом посола не менее 15 сут.

При посоле охлажденного мяса введение 2-3 % хлорида натрия создает в тканевой жидкости концентрацию, близкую к оптимуму растворимости белков актомиозиновой фракции, что, в свою очередь, увеличивает степень гидратации миофибриллярных белков. Количество адсорбционно-связанной влаги возрастает, что приводит к росту величины влагосвязывающей способности сырья. Однако на ее уровень оказывает влияние также величина рН сырья, поэтому при прочих равных условиях у DFD и NOR-мяса значения влагосвязывающей способности всегда выше, чем у сырья с признаками PSE.

Величина рН исходного сырья влияет на возможности мышечной ткани поглощать рассол.

Низкое значение рН (PSE-мясо) способствует ускоренному по сравнению с нормально созревшим мясом проникновению хлорида натрия в мышечные волокна и более интенсивному протеканию процессов образования цвета. Посоленное мясо с высоким значением рН (DFD-мясо) часто имеет низкую концентрацию соли в толщине продукта, что является следствием замедленного поглощения влаги.

Технологические свойства соленого сырья и его потери в процессе обработки существенным образом зависят от скорости распределения рассола в мясе. Установлена зависимость скорости проникновения хлорида натрия в мясо от характера автолиза. Так, скорость проникновения и перераспределения рассола в PSE- и NOR-мясе почти одинакова, однако вследствие более «открытой» структуры интенсивность этих процессов в PSE-мясе несколько выше. Использование механических и воздействий обеспечивает ускорение перераспределения хлорида и натрия независимо от свойств исходного сырья. При электромассировании парного PSE- и DFD-мяса визуально не обнаружено сокращения и расслабления мышц, т.е. применение электростимуляции не приводит к существенному ускорению их посола. Вместе с тем механическое массирование интенсифицирует процесс посола мяса с различным характером автолиза и обеспечивает ускорение перераспределения хлорида натрия независимо от свойств исходного сырья.

Сопоставление данных по изменению величины рН и влагосвязывающей способности различным характером автолиза показывает их прямую зависимость от условий посола, например от применения электромассирования (табл. 1.9) [4]. У NOR мяса вследствие ускорения автолитических изменений в углеводной и белковой системах влагосвязывающая способность заметно снижается. Для PSE свинины и говядины падение влагосвязывающей способности составляет соответственно всего лишь 2,3 и 2,4 %. У DFD сырья отмечены высокая влагосвязывающая способность, что можно объяснить отсутствием реально выраженного начала посмертного окоченения и, соответственно, высокой гидрофильностью мышечных белков.

Таблица 3.

	Изменение рН и влагосвязывающей способности, % ( $W_c$ ), мяса со свойствами					
	PSE		NOR		DFD	
	рН	( $W_c$ )	рН	( $W_c$ )	рН	( $W_c$ )
Парное						
свинина	5,80	51,20	6,68	64,32	6,72	65,22
говядина	5,75	53,31	6,46	66,75	6,54	67,50
Соленое после электромассирования						
свинина	5,76	50,00	6,24	60,54	6,70	65,48

говядина	5,70	52,01	5,91	66,75	6,45	67,76
----------	------	-------	------	-------	------	-------

Посол парного мяса в условиях механического массирования вызывал увеличение влагосвязывающей способности NOR- и DFD - мяса но через 2 и 1,5 ч непрерывной обработки.

Физико-химические процессы, происходящие в белках в процессе посола, влияют на их растворимость, степень гидратации, изменяя тем самым влагоудерживающую способность и структурно-механические свойства мяса.

Результаты исследования процесса посола парного мяса, в частности. изменения растворимости саркоплазматических белков при непрерывном механическом массировании (табл.3) свидетельствуют о том, что при такой обработке она несколько возрастает за счет взаимодействия с ионами хлорида натрия. Однако в PSE мясе изменение растворимости этих белков минимально вследствие их частичной денатурации в первые минуты автолиза. Наибольшая их растворимость зафиксирована после массирования у DFD-мяса и несколько меньшая – у NOR [4].

Наиболее существенным изменениям при посоле мяса в условиях механического массирования подвержены белки миозиновой фракции. По мере проникновения хлорида натрия в мышечную ткань наблюдается повышение растворимости миофибриллярных белков (табл. 1.11). Однако несмотря на диссоциирующее действие хлористого натрия растворимость белков миофибрилл в PSE-мясе вследствие высокой концентрации ионов водорода увеличивается в значительно меньшей степени, чем в DFD- и NOR-сырье. По всей видимости, белки у парного PSE-мяса, имеющего низкое значение pH при достаточно высокой температуре (30...35 °С), склонны к денатурационным изменениям. Кроме того, белки саркоплазмы у PSE мяса, денатурируя, осаждаются на фибриллах, снижая их растворимость.

Таблица 4.

Виды сырья	Изменение растворимости ( $\mu_c$ ) саркоплазматических белков парной свинины при массировании, в % к общему азоту ( $N_{об}$ ) в течение, ч					
	0	0,5	1	1,5	2	3
PSE	25,4	25,2	25,5	25,3	25,1	25,0
NOR	26,2	26,0	26,7	27,1	26,8	26,4
DFD	26,3	26,6	27,4	27,9	27,5	27,2

Таблица 5.

Виды сырья	Изменение растворимости миофибриллярных белков ( $\mu_m$ ) парной свинины при массировании, в % к $N_{об}$ в течение, ч					
	0	0,5	1	1,5	2	3
PSE	15,6	15,2	15,5	15,8	15,4	15,1
NOR	16,9	16,4	17,6	18,6	18,3	18,1
DFD	17,2	17,6	18,8	19,4	19,0	19,2

Высокая растворимость миофибриллярных белков DFD мяса обусловлена низкой концентрацией водородных ионов, что обеспечивает им высокую стабильность. Проникновение хлорида натрия в мышечные волокна еще в большей степени повышает растворимость миофибриллярных белков DFD мяса за счет их ионизации. Так, растворимость миофибриллярных белков свиного мяса со свойствами PSE и DFD через 1,5 ч массирования составила соответственно 101,3 и 112,8 % по отношению к первоначальной в несоленом сырье, т.е. растворимость белков миофибрилл в DFD – мясе на 21,3% выше, чем в PSE.

Динамика изменения в процессе массирования растворимости саркоплазматических и миофибриллярных белков соленой говядины с различным характером автолиза аналогична вышеприведенным результатам для свиного мяса.

Применение интенсивных методов при посоле мяса приводит к накоплению небелкового азота ( $N_{нб}$ ) у всех качественных групп мяса. Однако при электромассировании DFD - мяса увеличение соотношения  $N_{нб}/N_{об}$  составляет всего 0,19 %, в то время как в NOR сырье оно достигает наибольшего значения - 1,65 %. В PSE-мясе это соотношение тоже возрастает. Увеличение продуктов распада белков обусловлено, по-видимому, протеолитическим действием тканевых ферментов. В результате воздействия электрического тока происходит разрушение лизосомальных оболочек и высвобождение катепсинов, которые способствуют протеолитическим процессам в тканях. Однако в связи с низкой эффективностью электровоздействий на PSE мясо, у этого вида сырья наблюдается более медленный рост  $N_{нб}/N_{об}$  по сравнению с NOR-мясом.

DFD - сырье не реагирует на воздействие электрического тока, в связи с чем активность катепсинов при электромассировании изменяется в нем незначительно. Причем низкая концентрация ионов водорода DFD – мяса оказывает негативное влияние на активность лизосомальных протеиназ, что, вероятно, и определяет низкий прирост небелкового азота.

В отличие от электромассирования механическая обработка интенсифицирует протеолитические процессы во всех трех качественных группах мяса. Прирост соотношения  $N_{нб}/N_{об}$  для соленого PSE-, NOR- и DFD - сырья соотношению к исходному составил соответственно 6,56 %, 8,74 и 7,23 %. Ускорение протеолитических изменений белковых макромолекул DFD мяса объясняется, видимо, действием кальпаинов, которые наиболее активны при нейтральных значениях pH, характерных для такого сырья.

Повышение активности катепсинов при массировании PSE- и NOR – мяса обеспечивает накопление продуктов распада белковых веществ полипептидного азота в PSE-, NOR- и DFD-мясе к концу обработки снижается соответственно на 16,92 %, 19,05 и 14,07%. Количество полипептидного азота в исходном сырье было у NOR – мяса больше на 2,3 %, чем у PSE, и на 4,98 %, чем у DFD мяса. Увеличение активности катепсина Д в NOR- и PSE-мясе при механическом массировании способствует гидролизу белковых макромолекул на фрагменты, по размеру соответствующие полипептидам. В процессе обработки накопление полипептидного азота минимально в DFD-мясе. Это свидетельствует о меньшей пептидазной способности кальпаинов, активных при нейтральных значениях pH.

Изменение общего количества свободных аминокислот при посоле парного NOR мяса (свинина) в условиях электромассирования (ЭМ) и в комбинации с последующей циклической механической обработкой (ЦМО) приведены в табл. 6 [4].

Таблица 6.

Аминокислоты	Содержание аминокислот, мг/100 г мяса, в МОК мясо		
	без обработки	после ЭМ	после ЭМ+ЦМО
Аспарагиновая	3,20	3,00	4,33
Треонин	11,23	10,74	17,41
Серии	7,17	5,04	16,57
Глютаминовая кислота	10,01	7,73	25,57
Глицин	13,61	12,99	15,74
Аланин	14,40	13,38	18,70
Валин	2,81	2,63	2,80
Метионин	2,04	1,92	2,45
Изолейцин	3,83	3,64	4,20
Лейцин	3,81	3,74	4,15

Тирозин	3,01	2,82	3,44
Фенилаланин	1,82	1,63	2,27
Гистидин	60,13	52,10	72,20
Лизин	4,01	3,81	4,13
Аргинин	7,40	7,00	7,95

Как видно из табл. 6. после электромассирования в свинине со свойствами NOR наблюдается уменьшение содержания свободных аминокислот на 11 %, что является следствием ускорения искусственного создания неглубокого посмертного окоченения за счет электрических воздействий на парную соленую мышечную ткань. Казалось бы, что активация катепсина Д в результате электрообработки мяса должна способствовать накоплению продуктов протеолиза белковых веществ. Однако, являясь карбонильной эндопептидазой, катепсин Д расщепляет крупные белковые молекулы на более мелкие фрагменты. Накопление свободных аминокислот происходит под действием экзопептидаз - катепсинов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С.

Последующая циклическая механическая обработка способствует, значительному накоплению свободных аминокислот в соленом полуфабрикате. К окончанию его обработки содержание их увеличивается на 35,8% по сравнению с парным сырьем и на 52,6 % - по сравнению с электростимулированным мясом, что происходит за счет активизации меновых протеолитических ферментов.

Таким образом, изменение содержания небелкового азота и свободных аминокислот при посоле мяса с применением электровоздействия и механического массирования указывает на наличие протеолитических процессов, интенсифицирующих процесс накопления продуктов распада белков, впоследствии участвующих в формировании вкуса и аромата готовых продуктов.

Способ и продолжительность обработки заметно влияют на активность собственных ферментов мяса. После электромассирования предварительно нашпицованной рассолом мышечной ткани наблюдается значительное повышение ферментативной активности. Протеолиз ускоряется более чем в 2 раза вследствие разрушения под пульсационным воздействием электрического тока лизосомальных мембран, что приводит к ускорению выхода ферментов из мест их локализации. Кроме того, снижение величины рН (с 6,4 до 5,91) при электромассировании мяса создает условия, близкие к оптимальным для действия катепсинов (температура мышечной ткани 36...37°C). Применение интенсифицирующих факторов при созревании и посоле мяса приводит к частичному разрушению лизосом и высвобождению катепсинов.

Исследованиями [4] по выявлению влияния электровоздействия и массирования на цвет соленого сырья с различным характером автолиза установлено, что общее количество пигментов в мясе качественных групп PSE, NOR и DFD находится практически на одном уровне: для NOR – мяса 0,35 – 0,447, DFD – 0,368 – 0,474, PSE – 0,339 – 0,441 ед. оптической плотности (небольшие расхождения показателей могут быть объяснены погрешностью измерения).

При воздействии электрического тока на соленое мясо с различным характером автолиза не отмечено различий в окраске PSE- и DFD- мяса до и после обработки, что говорит о минимальных нарушениях структуры тканей и гемовых пигментов. Небольшие изменения отношения коэффициентов отражения до и после электровоздействия у PSE- и DFD- мяса - соответственно на 1,8 и 2,6 % - свидетельствуют о незначительной разнице их цвета по сравнению с NOR-сырьем. Электромассирование NOR -мяса способствует осветлению его вследствие структурных изменений, вызванных периодическим сокращением и расслаблением мышечных волокон под действием тока. Кроме того, это способствует ускорению конверсии пигментов.

В результате непрерывного двухчасового механического массирования соленого мяса происходит изменение абсолютных значений зависимости отношений показателей окраски (Т). Так, по сравнению с парным NOR мясом разница в отношениях показателей окраски составила для DFD-мяса - 8-13 %, для PSE - 22-26 %.

Механическая обработка мяса приводит к увеличению количества поперечных микротрещин и щелей в межмышечных пространствах деструкции волокон, появлению на поверхности мясного сока (экссудата) и набуханию самих

волокон, что способствует выравниванию окраски. Иначе говоря, массирование приводит к возрастанию доли рассеянного света в общем световом потоке. Однако отмеченные при этом различия значений показателя Т для образцов DFD- и PSE-мяса указывают на то, что, во-первых, DFD-мясо вследствие более плотной структуры подвергается меньшим, чем NOR -мясо, деструктивным изменениям, что способствует сближению их показателей и, во-вторых, мясо более подвержено разрушениям, чем NOR-мясо.

Оценка параметров реакции цветообразования на основании измерения доли NO-пигментов и остаточного содержания нитрита натрия на стадии массирования показывает, что содержание NO-пигментов составляет для мяса NOR 20 %, DFD - 9,5, PSE - 25,6 %, т.е. уровень образования нитрозопигментов наиболее высок в PSE-мясе.

С увеличением в образцах доли NO-пигментов содержание остаточного нитрита натрия снижалось и составило для NOR-мяса - 41,3 млн, DFD - 50,3, PSE - 25 млн<sup>-1</sup> (при количестве добавляемого нитрита натрия 50 млн<sup>-1</sup>). Независимо от содержания NO-пигментов в мясе с различным характером автолиза образование нитрозопигментов на стадии массирования соленого сырья наиболее высоко в PSE- и NOR-мясе. При этом также зафиксировано минимальное содержание остаточного нитрита в PSE мясе, что свидетельствует о лучшей доступности миоглобина для NO-пигментов.

В ходе исследований процесса посола парного мяса с различным характером автолиза установлена существенная корреляция между прочностными свойствами и условиями обработки исходного сырья (табл. 1.13). Изучение изменений усилия резания (УР) и пластичности (Пл) мяса при посоле показало, что электрообработка не приводит к заметному улучшению прочностных характеристик PSE- и DFD – мяса, однако последующее циклическое механическое массирование способствует повышению их нежности.

Следовательно, нет необходимости подвергать электрообработке мясо с PSE и DFD свойствами в связи с отсутствием должного эффекта. С целью интенсификации процесса посола такого сырья целесообразно использовать массирование, обеспечивающее повышение нежности и ускорение распределение посолочных ингредиентов.

Таблица 7

Характеристика сырья	УР, н/м		Пл, <sup>2</sup> м <sup>2</sup> /кг	
	свинина	говядина	свинина	говядина
PSE Несоленое	14,8	18,5	1,52	1,96
После посола и ЭМ	15,1	18,7	1,47	1,79
После посола и ЦМО	10,9	15,0	1,12	1,26
NOR Несоленое	12,4	17,0	1,48	1,82
После посола и ЭМ	14,3	18,9	1,31	1,70
После посола и ЦМО	8,8	13,6	1,02	1,10
DFD несоленое	12,1	16,1	1,33	1,33
После посола и ЭМ	12,3	16,8	1,30	1,71

После посола и ЦМО	8,3	12,4	1,00	1,05
--------------------	-----	------	------	------

При посоле NOR - мяса электрообработка в сочетании с массажем способствует ускорению протеолитических изменений белков и деструкции тканей, придающих нежность соленому мясу.

Приведенные данные согласуются с результатами биохимических и гистохимических анализов, свидетельствующих о высвобождении из лизосом протеиназ, обуславливающих деструктивные изменения мышечной ткани при посоле в условиях электрических и механических воздействий. Протеолитические изменения в мышечной ткани DFD- сырья при посоле с применением массажа менее глубоки (меньше деструктивные изменения в Z-линиях миофибрилл), что связано с деятельностью активных при высоких значениях pH мяса кальпаинов, которые вызывают ограниченный протеолиз актина в Z-линиях и в меньшей степени размягчают структуру мяса, чем катепсины.

Необходимо отметить, что необработанное DFD-сырье обладает повышенной по сравнению с NOR-мясом липкостью (по окончании циклического массажа в 1,3 раза), что обусловлено высокой растворимостью белков мышечной ткани. Наименьшей липкостью обладает PSE – мясо. Это можно

объяснить пониженной растворимостью белков и их низкой влагосвязывающей способностью, вследствие чего поверхность кусков мяса более увлажнена, что соответственно снижает концентрацию экстракта. В связи с этим можно предположить, что PSE – сырье, обладающее низкими адгезионными свойствами, непригодно для производства соленых формованных продуктов из отдельных I ков мяса. Наиболее целесообразно использовать для этой цели DFD- NOR - мясо с высокими показателями липкости.

При проведении посола сырья со свойствами PSE, следует иметь в виду, что низкие значения pH этого мяса позволяют рассолу быстрее проникать в мышцы, чем у созревшего NOR-мяса. Такое посоленное мясо часто имеет поэтому более высокое содержание соли и повышенные потери при варке вследствие низкой влагосвязывающей способности. Клейкость DFD-мяса, напротив, препятствует проникновению рассола, поэтому при его посоле не всегда можно обеспечить достаточные сроки хранения [4].

Установлено, что на фоне не одноступенчатого гликолиза качественные изменения в PSE-, NOR- и DFD-мясе при созревании происходят под действием по крайней мере двух протеолитических ферментных систем. Высокая концентрация ионов водорода в PSE- и NOR- мясе приводит к активации лизосомальных протеиназ, обуславливающие созревание. В то же время в DFD-сырье при pH, близком к нейтральному значению, созревание в большей степени определяется действием нейтральных протеиназ - кальпаинов.

На основании результатов исследований можно полагать, что в мясе стрессочувствительных животных (PSE и DFD) в первые часы после убоя наблюдается относительно высокая свободная активность катепсинов, обусловленная повреждением мембран лизосом в предубойный период. Однако вследствие низкой концентрации ионов водорода в DFD-мясе катепсины (в частности, катепсин Д) не проявляют высокой активности. По всей вероятности, созревание DFD-мяса происходит под действием нейтральных протеиназ - кальпаинов, наиболее активных в первые часы автолиза. Следовательно, отсутствие ярко выраженной стадии посмертного окоченения и наибольшей активности кальпаинов в DFD-мясе на ранних стадиях автолиза позволяет использовать его без соответствующей выдержки, которая необходима для NOR-мяса.

Быстрое наступление посмертного окоченения в PSE-мясе делает невозможным использование его в парном состоянии, но быстрое разрешение посмертного окоченения такого мяса позволяет направлять его на производство мясopодуkтов уже через 12-24 ч после убоя, что обеспечивает также сокращение потерь сырья при хранении. Высокая



активность катепсинов непосредственно после убоя, вызванная нарушением прижизненного метаболизма, и низкое значение pH создают условия для более интенсивного протеолиза мышечных белков PSE - мяса, улучшающего функционально-технологические свойства сырья, как показали результаты отечественных и зарубежных исследований, длительная выдержка PSE-мяса не способствует существенному повышению технологических и функциональных свойств такого сырья.

По ряду показателей установлено, что протеолитические изменения макромолекул PSE-, NOR- и DFD-мяса в процессе автолиза по своей биохимической и гистологической картине однотипны и отличаются глубиной деструкции мышечных волокон. Наибольшему протеолизу в результате действия катепсинов подвержены белки NOR – мяса, о чем свидетельствуют приведенные выше данные о накоплении небелкового азота и образовании свободных аминокислот.

Особенности PSE- и DFD-мяса оказывают существенное влияние на технологические свойства сырья и качество готовых соленых мясных продуктов из

него, в частности, на влагосвязывающую способность, поглощаемость посолочных ингредиентов, образование цвета, длительность хранения. Учитывая данные обстоятельства, необходимо дифференцированно подходить к использованию такого сырья на производство мясoproдуктов. Так PSE-мясо, обладающее низкой влагосвязывающей способностью, которая практически не возрастает в процессе автолиза (поэтому при тепловой обработке его отмечаются большие потери), целесообразнее направлять на производство продуктов, технология которых предусматривает удаление влаги, например, сырокопченых и сыровяленых колбас и соленостей, а также замороженных рубленых полуфабрикатов. В сочетании с DFD-мясом PSE - сырье можно также использовать при изготовлении вареных колбасных изделий.

DFD- мясо лучше подходит для изготовления солено-вареных, копчено-запеченных изделий, натуральных полуфабрикатов с ограниченным сроком хранения. Следует с осторожностью подходить к использованию такого сырья при производстве сырокопченых изделий, влагосвязывающая способность его, замедленная диффузия соли и низкая концентрация ионов водорода могут вызвать ускоренную микробиологическую порчу продуктов.

На основе анализа литературных данных и результатов собственных исследований Л.С. Кудряшовым и др. [4] была предложена схема рациональной переработки мясного сырья с различным характером автолиза (рис. 3) [4].

### Изменение pH

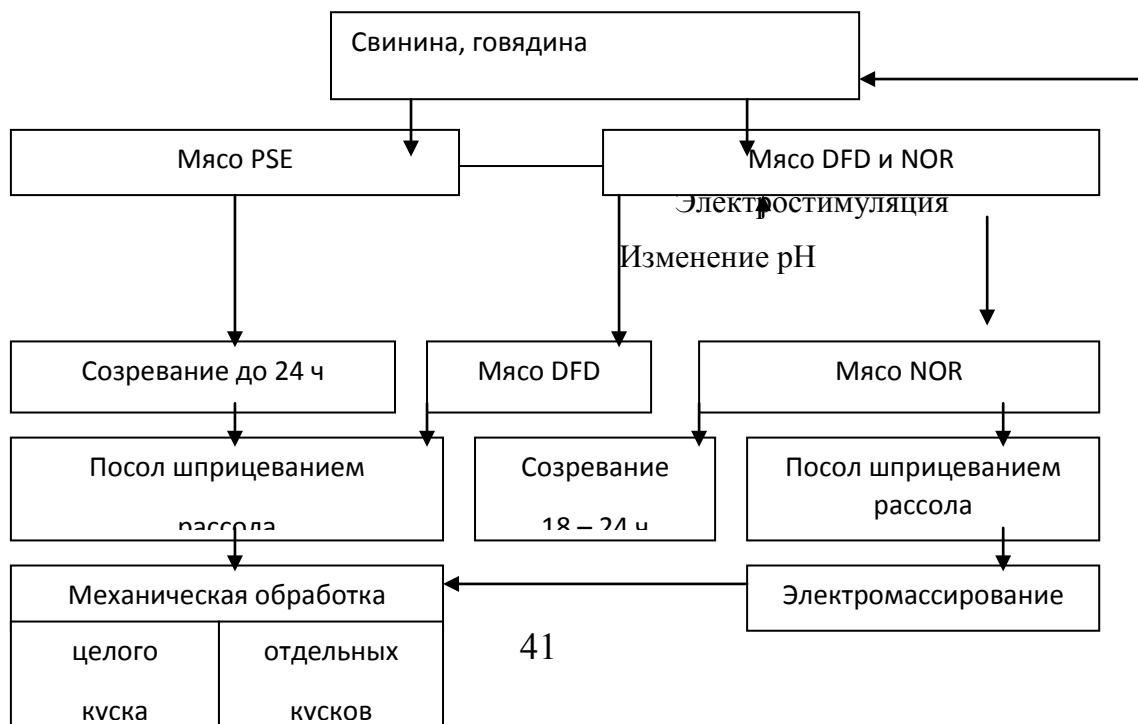




Рис. 3 Схема переработки мясного сырья с различным характером автолиза при производстве соленых мясных продуктов.

В соответствии с данной схемой после сортировки туш непосредственно после разделки в цехе убоя на качественные группы по характеру автолиза DFD- и NOR-сырье можно использовать в парном состоянии, DFD-мясо и на ранних стадиях автолиза, что экономически выгодно и позволяет получить соленые продукты высокого качества. Мясо PSE следует выдерживать для разрешения посмертного окоченения в течение не более 24 ч, так как дальнейшее созревание не приводит к заметному улучшению его технологических и органолептических свойств.

Обработка электрическим током NOR-мяса приводит к ускорению процесса посмертного окоченения и более раннему его разрешению, что позволяет использовать его в парном или охлажденном состоянии на ранних стадиях автолиза, чем без применения электростимуляции. У PSE- и DFD-мяса заметных изменений в результате применения электровоздействий не происходит. Это подтвердили проведенные на Кемеровском мясокомбинате эксперименты при производстве соленых изделий из свинины и говядины.

Парное NOR-мясо шприцевали рассолом и подвергали электромассированию током промышленной частоты напряжением 220 В с продолжительностью импульса 0,4 с, скважностью 0,6 с в течение 4 мин, после чего обрабатывали в массажере при непрерывном режиме (до 4 ч). Из длиннейших мышц спины говяжьих и свиных полутуш изготавливали соответственно говяжий филей копчено-запеченный и свиной балык в оболочке. В качестве контроля использовали продукты, выработанные по действующей технологии с выдержкой сырья в посоле в течение 7 сут.

Результаты производственных испытаний показали, что электромассирование и механическая обработка NOR-мяса с последующей выдержкой в посоле в течение 12-14 ч увеличивают выход говяжьего филей копчено-запеченного по сравнению с действующей технологией на 3 – 4 % (с 59,2 до 62,6 %). В начале электромассирования масса образцов снижается, а по истечении 2-3 ч обработки возрастает, что свидетельствует о деструктивных изменениях в мышечных тканях и повышении их способности связывать влагу, которая является одним из основных факторов увеличения нежности мяса. Органолептическая оценка и структурно-механические показатели опытных образцов говяжьего филей были выше, чем у изготовленных по традиционной технологии.

При изготовлении балыка в оболочке с применением электростимуляции и электромассирования соленой NOR-свинины установлено, что непрерывное массирование в течение 2 ч соленых электрообработанных образцов способствует повышению выхода продукта на 3 % по сравнению с контрольными образцами (в среднем 85,12 против 82,1 %), что в сочетании с высокой органолептической оценкой готовой продукции дает

основание рекомендовать данные виды обработки для интенсификации посола мясного сырья с NOR - свойствами.

Механическое массирование соленого PSE-мяса сопровождается некоторым увеличением массы к первому часу обработки за счет частичного впитывания рассола, который в дальнейшем отделяется. Выход говядины копчено-запеченной из PSE-мяса ниже нормативного (69,0 %) - в среднем 67,5 %, что объясняется большими потерями при тепловой обработке, обусловленными низкой влагоудерживающей способностью такого мяса. В противоположность этому средний выход (79,5 %) продукта из DFD-сырья, обладающего высокой влагосвязывающей способностью мышечной ткани, значительно превышает нормативный.

Аналогичные результаты были получены при массировании несоленой свиной мышечной ткани (длиннейшей мышцы спины). Выхода карбоната из DFD-мяса (в среднем 73,1 %) был на 6,8 % выше, чем из PSE сырья (66,3 %) и на 5,1 % больше нормативного (68,0 %).

Таким образом, производственные испытания подтвердили, что для увеличения выхода и получения качественного продукта при использовании NOR

целесообразно применять электромассирование и механическую обработку. При использовании DFD-мяса - после шприцевания его рассолом подвергать массированию. Механическая же обработка PSE-сырья не обеспечивает нормативного выхода продукта вследствие низких гидрофильных свойств его белков.

С целью изыскания возможности устранения пороков в качестве мяса с признаками PSE и DFD специалистами ВНИИМПа проведены исследования применения различных способов технологической обработки свиных мышц различного анатомо-морфологического расположения. Для определения регламентов посола сырья с различными качественными характеристиками были изучены два варианта обработки: заливка рассолом (I) и заливка рассолом с предварительным шприцеванием (II). Продолжительность выдержки мяса в рассоле составляла 3 и 5 сут, выдержка вне рассола - 2 сут. Температуру сырья, рассола и температуру в отделении посола поддерживали равной 2...4 °С. При использовании метода посола с предварительным шприцеванием количество инъецированного рассола составляло 5 % для всех мышц, кроме группы мышц из тазобедренного отруба, в которые вводили 10 % рассола. Термическую обработку проводили методом варки по традиционным режимам. В табл. 1.14 представлены физико-химические показатели ли мышц свинины трех качественных групп сырья (NOR, PSE, DFD) в зависимости от регламента посола [55-58].

Таблица 8.

Регламент посола	Продолжительность выдержки в рассоле, сут	Сырье (свинина)		Готовая продукция			Содержание белка, %
		Величина pH	Общая влага, %	Влагоудерживающая способность, %	Органолептическая оценка, баллов	Потери, %	
Шейка NOR							
I	3	5,9	75,2	60,2	4,0	19,5	
	5	5,9	75,0	60,9	4,2	18,9	
II	3	5,9	76,1	61,5	3,9	18,1	
	5	5,9	75,9	62,5	4,4	17,8	

Шейка PSE						
I	3	5,6	74,9	55,7	4,3	22,0
	5	5,5	75,3	56,7	4,1	20,9
II	3	5,6	76,1	56,2	4,4	21,6
	5	5,6	75,0	56,9	3,8	21,2
Шейка DFD						
I	3	6,6	74,1	62,7	3,8	15,1
	5	6,5	75,1	63,0	4,3	13,9
II	3	6,6	75,2	64,0	4,2	11,2
	5	6,6	74,6	63,4	4,1	12,8
Длиннейшая мышца спины NOR						
I	3	5,9	78,7	54,3	3,9	21,7
	5	6,0	75,0	55,0	4,1	19,5
II	3	5,9	76,1	55,3	4,2	19,1
	5	5,9	75,9	55,8	4,5	18,6
Длиннейшая мышца спины PSE						
I	3	5,7	74,8	51,9	3,9	22,3
	5	5,6	75,9	53,2	4,0	20,5
II	3	5,5	76,1	52,1	3,8	21,5
	5	5,6	75,6	52,7	4,0	21,0
Длиннейшая мышца спины DFD						
I	3	6,4	76,0	56,4	4,2	19,4
	5	6,3	74,8	56,8	4,3	18,3
II	3	6,3	75,3	58,2	4,4	16,5
	5	6,2	75,9	57,3	4,3	17,1
Группа мышц (четырёхглавая и полусухожильная) NOR						
I	3	5,9	75,3	61,5	4,0	19,4
	5	5,9	76,5	62,0	20,2	
II	3	5,8	75,8	62,9	4,4	18,9
	5	5,8	76,1	63,5	4,6	18,2
Группа мышц (четырёхглавая и полусухожильная) PSE						
I	3	5,5	76,3	58,7	3,6	22,8
	5	5,5	76,0	59,2	3,7	22,4
II	3	5,6	75,9	59,9	3,9	21,3
	5	5,5	76,1	60,9	4,0	20,5
Группа мышц (четырёхглавая и полусухожильная) DFD						
I	3	6,4	75,6	63,7	4,0	17,7
	5	6,2	75,3	64,1	4,2	17,1
II	3	6,3	76,6	65,4	4,4	16,3
	5	6,4	75,9	64,7	4,2	16,8

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что уровень потерь при обоих способах посола шейки составляет в NOR-сырье 17,8-19,5 %, PSE 20,3-20,9, DFD - 11,2-15, %, что хорошо коррелирует с показателями их влагоудерживающей способности: у NOR-мясо 60,2-62,5%, PSE – 55,7-56,9 и DFD – 62,7-64,0 %. С точки зрения лучших органолептических свойств и самых низких потерь в качестве оптимального для NOR-сырья представляется посол методом заливки с предварительным шприцеванием продолжительностью 5 сут. Для PSE- сырья предпочтителен посол методом заливки с продолжительностью созревания в течение 5 сут. Для DFD-сырья посол в течение 5 сут обеспечивает равные органолептические оценки при обоих способах посола, но

наименьшие потери отмечены при шприцевании с последующей заливкой и выдержкой в рассоле в течение 3 сут.

Для такого сырья, как длиннейшая мышца спины и группа мышц тазобедренного отруба (четырёхглавая и полусухожильная) с NOR свойствами, наиболее целесообразным является посол методом заливки с предварительным шприцеванием и последующей выдержкой в течение 5 сут. Аналогичная тенденция отмечена для данного сырья и со свойствами DFD. Однако при этом продолжительность посола должна составлять 3 сут, так как при длительности 5 сут происходит снижение органолептических свойств: несмотря на общий высокий уровень оценок (4,2 – 4,5 балла) в этих образцах отмечается легкий посторонний запах окисления.

Анализ физико-химических и технологических параметров готовой продукции, изготовленной из мышц каждого отруба (передний, средний, задний), позволяет сделать следующие выводы:

- наибольшее значение для формирования органолептической оценки и потерь массы имеют качественные характеристики сырья (PSE, DFD, NOR);
- исследованные регламенты посола не позволяют полностью компенсировать недостатки, свойственные PSE- и DFD -сырью;
- определяющим фактором при выборе регламентов посола является анатомическое расположение мышц и их морфологический состав.

С учетом данных выводов рекомендуются следующие регламенты посола различных отрубов (табл. 9).

Таблица 9.

Методы посола	Продолжительность выдержки в рассоле, сут, мясного сырья свойствами		
	NOR	PSE	DFD
Шейка			
I	-	5	-
II	5	-	3
Длиннейшая мышца спины			
I	-	5	-
II	5	-	3
Четырёхглавая и полусухожильная мышца			
I	-	-	-
II	5	5	3

Наряду с традиционными методами посола для отдельных мышц свинины (Long. Dorsi) и говядины (Quadricepssemoris) был исследован также интенсивный способ посола - с применением массирования, при котором свинину предварительно шприцевали рассолом в количестве 10 %, а говядину - в количестве 20 %, а затем выдерживали на созревании после массирования в течение 36-48 ч при температуре 2...4°C. Продолжительность непрерывного массирования в этих опытах составляла 3 ч для говядины и 30 мин для свинины. Анализ сырья и готовой продукции показывает, что потери массы при использовании данного метода посола определяются свойствами использованного сырья: для NOR-сырья снижение потерь составляло 2,3 раза, PSE - 1,4 раза, DFD - 3,6 раза.

Использование механической обработки при посоле и созревании мяса позволяет не только интенсифицировать физико-химические и биохимические процессы и изменить структурно-механические свойства сырья и готового продукта, но и непосредственно воздействовать на молекулярную структуру миофибриллярных белков. Исследования изменения влагосвязывающей способности, степени пенетрации, потерь массы при тепловой обработке и основных параметров флуоресценции в процессе 300-минутного

массирования говядины показали, что наиболее предпочтительные значения этих показателей наблюдаются после 50 и 250 мин механической обработки.

## **ТЕНДЕНЦИИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ПОСОЛА СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕЛИКАТЕСНЫХ ИЗДЕЛИЙ. ШПРИЦЕВАНИЕ, МАССИРОВАНИЕ, ТУМБЛИРОВАНИЕ. ФЕРМЕНТАЦИЯ. ВАКУУМНОЕ МАССИРОВАНИЕ**

**Цель работы:** изучение возможности дальнейшей интенсификации и обоснование оптимальных технологий, способов и режимов обработки различных деликатесных продуктов из говядины, баранины, конины и других видов мясного сырья, ранее не используемых для этих целей.

D.G. Siegel, D.M. Theno, H.W. Ockerman [2-3] считают, что при всех режимах обработки массирование усиливает действие хлорида натрия и фосфатов на мясное сырье. Для получения удовлетворительно сформированного из отдельных кусков мяса продукта время массирования должно составлять не менее 8 ч (при наличии в системе 2 % хлорида натрия и 0,5 % фосфата). При этом в экссудате содержится 80 % воды, 10 % белка и 5 % жира. Вместе с тем D.M. Theno и др. [30] определили, что при добавлении в мясное сырье 2 % хлорида натрия и 0,5 % фосфата хорошая влагосвязывающая способность достигается уже через 4 ч непрерывного массирования. Увеличение продолжительности механической обработки до 24 ч приводит к образованию избыточного количества экссудата между кусками обрабатываемого сырья, которое приобретает губчатую структуру, что неприемлемо с точки зрения структуры готового продукта. Причем при такой продолжительной массировании образование большого количества экссудата происходит даже при небольших концентрациях хлорида натрия, однако в этом случае в нем в большом количестве обнаружены обрывки мышечных волокон и в меньшей степени растворимые белковые вещества.

T.S. Gillet с соавторами [2,3] также установили, что достаточная связующая способность кусочков мяса отмечалась при механической обработке в пределах 4 ч. Увеличение продолжительности массирования соленого мяса с 4 до 20 ч повышает прочность отдельных ломтиков на разрыв, увеличивает их влагосвязывающую способность, интенсивность и однородность окраски ветчины. По мнению данных ученых, оптимальная влагосвязывающая способность достигается через 4—6 ч массирования. Увеличение концентрации хлорида натрия до 3 % при одновременном уменьшении продолжительности массирования повышает экстрагируемость белков, однако образование связанных участков менее выражено. Очевидно, что одного  $\text{CaCl}_2$  недостаточно для растворения необходимого количества миофибриллярных белков, участвующих в создании монолитной структуры готового продукта.

Для повышения адгезионной способности кусков свинины Л.С. Кудряшовым и др. [3] было предложено использовать белковые вещества, альбумин и сыворотку крови, белки сои, а также поливиниловый спирт. При этом, как отмечают исследователи, подпрессовка формований соленой свинины при оптимальных параметрах способствует получению монолитного продукта, не распадающегося при нарезании.

Т. Стаменкович и др. [5] на основании исследований пришли к заключению о целесообразности применения циклического массирования (с попеременным чередованием 10 мин обработки и 20 мин покоя) предварительно шприцованного рассолом мяса в течение 24 ч. При таком режиме обработки не только сокращается длительность накопления посолочных ингредиентов, но и обеспечиваются более нежная консистенция продукта и выраженная окраска (за счет быстрого образования нитрозопигментов при меньшем остаточном содержании нитрита натрия).

Аналогичные результаты были получены R. J. Krause и др. и циклическом тумблировании свинины при температуре 20°C в течение 10 мин через каждый час покоя (общая продолжительность обработки 18 ч) [4].

По мнению А.С. Большакова и сотр. [6] целесообразно проводить предварительную механическую обработку в течение 30-40 мин последующую выдержку в течение 6 ч после шприцевания сырья обработку рекомендуется осуществлять во вращающейся (цилиндрической) емкости при скорости вращения 48 об/мин). Ими было также установлено, что сочетание процессов ферментации и массирования баранины способствует лучшему распределению посолочных веществ (в том числе и ферментного препарата по объему) в ней, повышает влагоудерживающую способность на 36,7 %, обеспечивает снижение усилия резания формованной баранины на 27-32 % и увеличение выхода готовой продукции на 8-10 %.

При этом продукт имел более выраженный аромат и вкус. С учетом этого, была предложена усовершенствованная технология производства формованной баранины, предусматривающая предварительное массирование сырья в течение 30 мин во вращающейся емкости со скоростью 30 об/мин, шприцевание его рассолом в количестве 15 % от массы сырья и последующее циклическое массирование в течение 6 ч (с добавлением 5 % рассола к массе мяса) с чередованием 30 мин обработки и 30 мин покоя или механическую обработку в течение 18 ч по 10 мин через каждый час выдержки в покое. По окончании посола продукт формуется в оболочку и выдерживается на созревании в течение 18ч, после чего подвергается тепловой обработке. Изготовленные по этой технологии продукты обладали нежной консистенцией, достаточной сочностью и выраженным вкусом и ароматом.

Специалистами Киевского мясокомбината И.А. Фиргером и В.И. Самойчуком [7] был разработан способ производства буженины и карбоната, включающий предварительное шприцевание сырья рассолом, содержащим обезжиренное молоко, и кратковременное массирование в течение 10-15 мин в специальном устройстве со скоростью вращения 12 об/мин. При этом достигалось более равномерное распределение рассола в готовом продукте.

В.Х. Адыловым и др. предложена технология изготовления бараньего рулета «Рохат», предусматривающая массирование сырья в течение 15-20 мин с одновременным добавлением белково-жировой эмульсии с последующей выдержкой в течение 72 ч. [2]. По данным Ю.А. Асланова и др. [38] при производстве соленых изделий из говядины сырье (масса кусков 0,6-0,8 кг) целесообразно шприцевать рассолом в количестве 10-20 % к его массе и подвергать циклическому массированию в течение 4 ч при 30-минутной выдержке в покое в специальной конусообразной мешалке (с частотой вращения 20 об/мин). Подготовленное сырье формуется в металлические формы и подвергается тепловой обработке. Готовый продукт, выработанный по данной технологии, соответствовал требованиям стандарта.

Украинскими специалистами В.П. Мицыком и И.И. Тимошуком [3] был разработан способ посола мяса в виде кусочков размером 50 мм, включающий закладку его в фаршемешалку со спиралеобразными лопастями, заливку рассолом в количестве 10 % к массе обрабатываемого продукта и массирование в течение 10-20 мин, формовку кусочком мяса в оболочку и выдержку в течение 24-36 ч.

И.И. Винокур и др. [4] рекомендуют при производстве соленых продуктов из говяжьей и свиной мясной обрезки массировать сырье в течение 45 мин в фаршемешалке ФММ-340 с добавлением 10 % рассола, затем закладывать его в формы, выдерживать в течение 24 ч, после чего подвергать тепловой обработке.

Л.А. Бушкова и др. (ВНИИМП) создали способ производства монолитного соленого продукта из говядины в виде шрота, предусматривающий массирование сырья в течение 15-20 мин в мешалке с добавлением рассола с 3 % соевого белка, выдержку в

течение 48 ч, повторное массирование (5-7 мин), формовку в оболочку и тепловую обработку [1].

М.А. Мырзабаев и Е.Т. Тулеулов [2] предложили способ изготовления соленых продуктов из конины, которую предварительно шприцуют крове-жировой эмульсией, затем массируют в течение 35-40 мин в фаршемешалке Л5-ФМБ с добавлением 20 % заливочного рассола, укладывают в металлические формы и выдерживают в течение 3-4 суток, после чего подвергают тепловой обработке. Данный способ позволяет повысить выход продукта на 10-12 %.

И.В. Брянской и др. показано, что массирование парной и охлажденной конины, предварительно шприцованной рассолом, ускоряет накопление свободных аминокислот по сравнению с традиционным посолом, обеспечивая лучшие вкусовые свойства готового продукта [2].

Изучая влияние двукратного (до шприцевания и после введения посолочных веществ) механического воздействия на микроструктуру парного мяса, А.А. Белоусов и др. [2] установили, что оно позволяет сохранить расслабленное состояние мышечной ткани, характерное для парного стояния. При этом увеличивается деструкция мембранных структур мышечного волокна, митохондрий, лизосом, а также разрыв миофибрилл по L- и Z-линиям, что способствует лучшему распределению посолочных ингредиентов. Одновременно на 10-15 % снижается механическая прочность тканей и на 2-3 % повышается выход готовых изделий.

Ю.А. Кроха и др. [3] отмечают перспективность применения механической обработки (тумблирования, массирования) для производства ветчинных консервов. При этом цикл производства сокращается до 2 сут (с 20-25 сут при традиционной технологии).

Использование при посоле вибрационных колебаний ускоряет процесс на 15-20 %. Наибольший эффект по мнению Д. Новикова и А. Гладушняка [4] достигается при наложении на систему мясо-рассол 2-х взаимно-перпендикулярных полей вибрации, что позволяет ускорить процесс посола в среднем в 1,4 раза. Следует, однако, отметить, что при данном способе повышается выход в рассоле органических и других веществ.

Л.С. Кудряшовым и др. [45] была предложена гидроимпульсная установка для низкочастотной обработки мяса в рассоле, которая за небольшой промежуток времени позволяет интенсифицировать процесс накопления и перераспределения посолочных ингредиентов в сырье, повысить влагосвязывающую способность, снизить жесткость мяса и, таким образом, придать соленому полуфабрикату необходимые технологические свойства.

Анализ результатов научных исследований показывает, что наибольшую интенсивность процесса посола обеспечивает обработка мяса в условиях вакуума. Так, Д. Новиков [6] отмечает, что при остаточном  $0,15 > < 10^{-5}$  Па в процессе мокрого посола говядины накопление соли увеличивается в 1,5 раза.

А.Ю. Минаевым и др. [7] сделано заключение, что использование вакуума при массировании соленого мяса интенсифицирует физико-химические процессы за счет ускорения проникновения посолочных веществ в ткани. Однако глубокий вакуум (более  $2,94 \times 10^4$  Па) оказываемое воздействие на протеолитическую активность мышечной ткани, по-видимому, вследствие ускоренного проникновения хлорида натрия и ингибирования активности мышечных ферментов. Ими предложен способ ускоренного посола мясных отрубов в рассоле с применением циклического вакуум-массирования. В начале процесса давление понижают до  $2,94 > < 10^4$  Па и выдерживают в течении 5 мин, затем давление поднимают до атмосферного и выдерживают 5 мин, после чего цикл повторяется трижды. Этот способ может быть использован для обработки костных отрубов.

На необходимость применения вакуума для интенсификации обработки мясного сырья указывают также и В.И. Ивашов, J.Konig, А. Минаева, Е. Лабеецкий, К.А. Didielzy [9, 2,7]. По их мнению, вакуум не только ускоряет процесс проникновения хлорида натрия и увеличивает влагосвязывающую способность мяса, но и обеспечивает сохранение мясного



сока и заметное улучшение органолептических свойств готовых продуктов. А.С. Большаковым [8] было показано, что при массировании свиных окороков, кореек и грудинок в условиях вакуума при остаточном давлении  $(0,5- 0,15) \times 10^5$  Па существенно ускоряется процесс посола.

L.W. Solomon и др. [49] на основании результатов исследования влияния вакуума на процесс посола свиных мышц с применением тумблирования рекомендуют поддерживать вакуум в пределах  $(0,95—1,05) \times 10^3$  Па, при которых достигается наибольший эффект прослаивания.

В.Э. Ступин [50], исследуя процесс вибрационной обработки мясного сырья под вакуумом, установил высокую эффективность данного способа воздействия на процесс распределения посолочных ингредиентов в мышечной ткани.

По данным W.R. Wiebe и G.R. Schmidt [1], вакуум-перемешивание способствует увеличению силы связывания частиц мяса, но не влияет на выход готового продукта. Другие же исследователи, например, (А.С. Большаков и др. [4], L.W. Solomon et al. [9], В.Э. Ступин [5]) отмечают, что вакуум-механическая обработка мяса при посоле уменьшает потери ценных белковых веществ из продуктов и увеличивает их выход.

С.А. Сенниковым и др. было доказано, что продолжительность посола зависит не только от механических параметров воздействий на сырье, но и от температуры. Повышение в процессе массирования температуры до 16...- 18°C значительно ускоряет посол и позволяет вырабатывать высококачественные соленые мясокостные продукты в течение 24 ч [28].

Этот фактор был учтен шведскими специалистами, предложившими способ тендеризации мяса, основанный на активировании путем умеренного нагрева присутствующих в мясе собственных ферменты, систем, которые, воздействуя на внутримышечную соединительную ткань, понижают жесткость мяса [29].

Специалистами Кемеровского технологического института разработан способ интенсификации процесса посола говяжьего мяса благодаря применению электрических воздействий, способствующий увеличению примерно в 2 раза начальной зоны накопления посолочных веществ. Электромассирование парных полутуш обеспечивает не только лучшее распределение соли, но и более быстрое разрешение посмертного окоченения и повышение выхода соленых продуктов (авт. св. СССР № 1316625).

Исследованиями И.А. Рогова, Мадагаева Ф.А., А.С. Большакова и др. [2] установлено, что электрообработка парных полутуш ускоряет распределение хлорида натрия в мышечной ткани в 1,2-1,3 раза, что позволяет сократить длительность посола мяса при производстве соленых продуктов из говядины. Электромассирование стабилизирует величину рН мяса на относительно высоком уровне в результате интенсивного проникновения хлорида натрия в ткани и взаимодействия с мышечными белками, что обуславливает также высокую влагосвязывающую способность и нежность мяса.

По данным Е.Ф. Орешкина и др. [33], шприцевание парного мяса белоксодержащим рассолом с последующей электро- и механической обработкой уменьшает интенсивность отделения сока при нагреве, несмотря на дополнительное введение в мясо около 20 % воды.

В некоторых работах [38] предлагается при производстве соленых изделий из говядины вначале вводить в парные отруба 15 % раствора NaCl, 10 % (к массе сырья) жирового компонента, затем подвергать их электромассированию в течение 10-20 мин и тумблированию в течение 6 ч, что обеспечивает получение продукта с высокими качественными показателями.

При производстве соленых вареных мясопродуктов важное значение для качества конечного продукта имеет выбор сырья. Измерение показателя рН мяса через 45 мин после убоя ( $pH_{45}$ ) скота дает самые достоверные сведения о качестве сырья. Однако и через 24 ч после убоя по показателю  $pH_{24}$  в задней части огузка можно сделать заключение о свойствах мяса: показатель рН от 5,8 до 6,4 говорит о том, что мясо отлично

подходит для переработки; показатель рН, равный и выше 6,5, свидетельствует о свойствах DFD (мясо пригодно для производства продуктов с кратким сроком хранения) [3, 4].

### **Посол мяса и варка соленых изделий**

Посол - процесс диффузионно-осмотического и механического накопления в продукте посолочных веществ (соли, сахара, нитрита и др.), от качества которых зависит его вкус, аромат, цвет, консистенция, а также устойчивость к действию микроорганизмов и, следовательно, длительность его хранения. Одним из важных критериев оценки качества посола сырья для выработки соленых мясопродуктов является равномерность распределения посолочных веществ по всему объему обрабатываемого продукта.

При изучении этого раздела курса технологии студентам необходимо усвоить:

- 1) требования, предъявляемые к сырью для производства копченостей;
- 2) физико-химическую сущность процесса посола;
- 3) в чем заключается консервирующее действие поваренной соли;
- 4) для чего при посоле применяют нитриты;
- 5) от каких факторов зависит длительность процесса посола;
- 6) влияние температуры на скорость проникновения посолочных веществ;
- 7) влияние коэффициента диффузии на продолжительность процесса посола;
- 8) влияние концентрации рассола на скорость проникновения посолочных веществ;
- 9) влияние структуры и соотношения тканей на скорость проникновения посолочных веществ.

Многочисленными исследованиями, проведенными в России и за рубежом, установлено, что существенной интенсификации процесса посола можно добиться применением интенсивных механических воздействий и струйного инъецирования рассола.

Полученные результаты дают основание полагать, что процесс посола в этих условиях является не диффузионно-осмотическим, а по крайней мере на первом этапе, фильтрационно-диффузионным процессом.

**Цель работы:** исследование влияния некоторых технологических факторов (концентрация рассола, температура и др.) на качественные показатели соленых и вареных мясопродуктов.

### **Содержание и организация занятий**

1) Изучение технологии производства соленых изделий из мяса. Составление технологической схемы изготовления окороков. Освоение методов исследования соленых и вареных продуктов, рассола.

2) Подготовка сырья, посолочных веществ, приготовление шприцовочного и заливочного рассолов заданной концентрации, посол и выдержка сырья в рассоле.

3) Варка соленого образца, анализ соленого и вареного продукта, рассола.

4) Оформление работы. Заключение по результатам работы каждой подгруппы студентов (2-3 человека). Общие выводы по результатам работы отдельных подгрупп студентов. Собеседование по результатам работы и контрольным вопросам.

### **Занятие 1. Приготовление рассола и посол мяса**

Каждый студент получает задание по условиям посола (жидкостной коэффициент, концентрация рассола, температура и др.) и обрезей мяса (желательно кубической формы с длиной стороны 35-40 мм) массой не менее 50 г;

От образца мяса отрезают слой толщиной 5-7 мм и измельчают ножом. В средней пробе определяют рН и содержание влаги методом высушивания в сушильном шкафу по общепринятой методике, а также водосвязывающую способность.

В соответствии с заданной концентрацией рассола и жидкостным коэффициентом (1:1; 1:1,5; 1:2 ит.д.) рассчитывают требуемое количество соли NaCl и нитрита натрия NaNO<sub>2</sub>.

Нитрит натрия применяется только в 1-2 % растворах, которые готовятся в лабораториях. Расчет количества нитрита и его приготовление должны проводиться очень тщательно, чтобы исключить отравления, возникающие при превышении допустимых дозировок. Рассол заданной концентрации готовится путем растворения рассчитанного количества соли (см. приложение 1) или с использованием расчета по квадрату смешения.

Пример расчета. По заданию концентрация рассола 15,105%, жидкостной коэффициент 1:2 (отношение массы образца мяса к объему рассола). Масса образца после отбора проб при взвешивании оказалась равной 45 г. Необходимы и объем рассола составит:

$$V = 45 \times 2 = 90 \text{ мл.}$$

Необходимое количество NaCl для приготовления рассола (см. приложение 1).

$$100 \text{ л} - 16,72 \text{ кг} \quad 0,09 \text{ л} - X$$

$$X = 16,72 \cdot 0,09 / 100$$

Количество нитрита при изготовлении окороков, кореек и прочего составляет 0,05 % к массе рассола. В лабораторной работе можно взять меньшее количество нитрита (0,02-0,03 % к массе рассола).

$$P_{\text{расс}} = V_{\text{расс}} \cdot \rho = 90 \text{ мл} \cdot 1,108 = 99,72 \text{ г.}$$
 Рассчитываем количество нитрита натрия:

$$P_{\text{расс}} - 100\%$$

$$X - 0,02\%$$

$$P_{\text{нп}} \cdot Q = 0,02 \cdot 99,72 \cdot 100 = 19,944 \text{ г} \approx 20 \text{ мг}$$

Количество 1%-раствора нитрита, необходимое для добавления в приготовленный рассол:

$$1 \text{ г} - 100 \text{ мл} \quad 0,02 \text{ г} - X$$

$$X = 0,02 \cdot 100 / 1 = 2 \text{ мл}$$

Для приготовления рассола необходимо взвешенное количество соли растворить в воде, объем которой несколько меньше расчетного количества рассола, а затем довести объем до расчетного.

Плотность приготовленного рассола проверяют с помощью ареометра с учетом температуры рассола (см. приложение 2).

Определяют объем образца в мерном цилиндре по объему вытесненной воды.

После стекания воды образец мяса помещают в сосуд с рассолом, подпрессовывают его деревянной палочкой так, чтобы не деформировать.

Емкость с рассолом закрывают бумагой, обвязывают шпагатом.

Сверху на бумаге делают надпись: фамилия студента, дата посола, условия посола (температура и продолжительность). Сдают сосуд с образцом мяса лаборанту для выдержки (посола) в заданных условиях.

Далее необходимо изучить методики анализа: соленого и вареного мяса и рассола, применяемые на втором занятии.

1) Определение содержания влаги, хлорида натрия NaCl и нитрита натрия NaNO<sub>2</sub>, в соленом и вареном мясе.

2) Исследование рассола (плотность - ареометром, содержание хлорида натрия и нитрита натрия).

3) Определение рН и водосвязывающей способности мяса и мясопродуктов.

4) Определение структурно-механических свойств: усилия среза и деформационных изменений мяса (деформация сжатия) на приборе дефометре ДМ-2.

### Приготовление рассола с использованием квадрата смешения

Рассол требуемой концентрации можно приготовить путем смешивания рассолов различной концентрации с водой. При этом используется способ расчета по квадрату смешения, который упрощает расчеты при приготовлении рассола.

При использовании насыщенного раствора соли (26 %-й концентрации) в левом верхнем углу квадрата указывают эту концентрацию исходного рассола; в левом нижнем углу записывают концентрацию соли в воде - 0.

26%                                  10,6% количество 26%-го рассола кг  
10,6%  
0%                                      15,4 количество воды, кг

В центре квадрата необходимо записать требуемую (заданную) концентрацию рассола, например, 10,6%. Тогда разница концентраций приготавливаемого рассола и воды составит  $10,6 - 0 = 10,6$ . Она представляет собой количество (в кг) исходного рассола высокой концентрации (26 %) необходимого для приготовления раствора требуемой концентрации. Это число записывается в правом углу квадрата. Разница между концентрацией исходного и вновь приготавливаемого рассола будет представлять искомое количество воды (в кг), которое необходимо добавить к рассолу высокой концентрации:

$$26 - 10,6 = 15,4$$

Это число записывается в правом нижнем углу квадрата. Таким образом, для приготовления рассола 10,6 %-й концентрации необходимо взять 10,6 кг 26 %-го рассола и 15,4 кг воды.

Аналогично можно приготовить рассол требуемой концентрации из рассолов двух разных концентраций. С этой целью необходимо смешать 5,2 кг насыщенного раствора и 15,4 кг рассола 15,8 %-й концентрации:

26%                                  5,2 количество 26%-го рассола, кг  
  \    /  
10,6%  
/    \ 15,8 %~                  "    15,4 количество 15,8%-го рассола, кг

### Анализ рассола, соленого и солено-вареного сырья

После посола каждый студент исследует рассол, определяет объем и массу соленого образца (после предварительной подсушки (фильтровальной бумагой).

Определяют температуру, плотность рассола ареометром, объем, pH, проводят органолептические и химические исследования (содержания NaCl и NaNO<sub>2</sub>).

Определение качества рассола:

- цвет;
- запах;
- прозрачность;
- наличие цены, хлопьев;
- осадка и др.; Органолептические показатели соленого мяса:
- внешний вид
- цвет поверхности
- цвет на разрезе
- запах

Консистенция (определяется по способности мяса восстанавливаться в течение 1 мин после кратковременного надавливания пальцем): упругая, дряблая.

Мясо исследуют до и после тепловой обработки по следующим показателям:

6. Определяют содержание влаги, хлорида натрия и нитрита натрия в средней пробе измельченного ножом соленого мяса, величину pH, водо-связывающую способность.

2) Рассчитывают по определенному процентному содержанию количество NaCl (в г) и NaNO<sub>2</sub> (в мг), перешедших при посоле из рассола в мясо.

3) Рассчитывают распределение NaCl и NaNO<sub>2</sub> в мясе и рассоле (в %) к общему их количеству, взятому для приготовления рассола. Устанавливают величину потерь.

### Оформление работы

Выполняются все расчеты, проводят статистическую обработку полученных результатов эксперимента, их анализ, делают общее заключение по результатам, полученным всеми группами.

Строят графики зависимости некоторых величин от концентрации рассола и других факторов.

6. Построить графики зависимости:

а) выхода продукта от концентрации рассола;

б) содержания влаги в вареном мясе от концентрации рассола;

в) содержания соли в вареном мясе от концентрации рассола;

г) содержания нитрита в вареном мясе от концентрации нитрита в рассоле.

2) Построить график изменений водосвязывающей способности мяса для заданной концентрации по этапам технологической обработки сырья (сырое, соленое, вареное мясо).

3) Построить график изменения ВСС соленого мяса от концентрации рассола.

Провести необходимые расчеты и определить (в % к исходному до посола мяса) перераспределение хлорида натрия между мясом и рассолом после выдержки в посоле. Определить содержание нитрита натрия в рассоле после посола. По разнице между общим количеством нитрита, взятого на приготовление рассола, и его содержанием в рассоле после посола, рассчитать количество NaNO<sub>2</sub> перешедшего в мясо.

Учитывая остаточное содержание нитрита в мясе, которое определяется в работе, найти количество нитрита, связанного мясом. Рассчитать распределение нитрита между компонентами в системе мясо-рассол (в % к исходному количеству нитрита).

### ПРИЛОЖЕНИЯ

#### Приложение 1

Содержание соли в растворе в зависимости от концентрации

Плотность (при 15°C) г/см <sup>2</sup>	Содержание поваренной соли, %	Кол-во соли, кг в 100л рассола	Плотность (при 15°C) г/см <sup>2</sup>	Содержание поваренной соли, %	Кол-во соли, кг в 100 л рассола
1,073	10,600	11,37	1,138	18,815	21,41
1,075	10,865	11,72	1,140	19,080	21,75
1,077	11,130	12,06	1,142	19,345	22,10
1,079	11,395	12,30	1,144	19,610	22,43
1,081	11,650	12,60	1,147	19,875	22,80
1,083	11,925	12,89	1,149	20,140	23,14
1,087	12,455	13,59	1,154	20,670	23,83
1,089	12,720	13,85	1,156	20,293	24,20
1,091	12,985	14,17	1,158	21,200	24,55
1,093	13,250	14,48	1,160	21,465	24,90

1,095	13,515	14,80	1,163	21,730	25,17
1,097	13,780	15,12	1,165	21,995	25,42
1,100	14,045	15,41	1,167	22,260	25,98
1,102	14,310	15,77	1,170	22,525	26,35
1,104	14,575	16,09	1,172	22,790	26,71
1,106	14,840	16,41	1,175	23,055	27,08

Приложение 2 Зависимость плотности рассола от температуры

Концентрация р-ра, %	Плотность				Расход соли, кг на 100 л воды
	4°C	8°C	15°C	20°C	
0,5	1,0045	1,0044	1,0038	1,0031	0,536
1,0	1,0080	1,0080	1,0076	1,0066	1,080
2,0	1,0151	1,0151	1,0145	1,0133	2,430
3,0	1,0231	1,0231	1,0222	1,0210	3,310
4,0	1,0304	1,0304	1,0292	1,0278	4,450
5,0	1,0377	1,0377	1,0366	1,0351	5,630
6,0	1,0449	1,0449	1,0434	1,0419	6,830
7,0	1,0531	1,0531	1,0514	1,0498	8,050
8,0	1,0601	1,0601	1,0584	1,0571	9,300
9,0	1,0677	1,0677	1,0659	1,0643	10,600
10,0	1,0766	1,0766	1,0746	1,0727	11,900
11,0	1,0837	1,0837	1,0816	1,0797	13,200
12,0	1,0910	1,0910	1,0877	1,0870	14,600

Дата \_\_\_\_\_

ФИО \_\_\_\_\_

ШКАЛА

для органолептической оценки качества мясopодуКТов (дегустационный лист)

Вид продукта \_\_\_\_\_

№№ образцов \_\_\_\_\_

Положительные показатели качества продукта

Оценка в баллах	Внешний вид	Цвет на разрезе	—	ш	Конси- стенция (нежность, жесткость)	Сочность	Общая оценка качества
9							
№№ образцов	оч крас	оч крас	оч аром	оч вкус	оч нежн	оч соч- ный	отл
8							

№№ образцов	крас	крас	аром	вкус	нежн	сочный	оч хор
7							
№№ образцов	хорош ий	хор	дост аром	дост вкус	дост нежн	дост сочный	хор
6							
№№ образцов	недост хор	недост хор	недост аром	недост вкус	недост нежн	недост сочный	выше среди
5							
№№ образцов	среди (удовл )	среди (удовл )	среди (удовл )	среди (удовл )	среди (удовл )	среди (удовл )	среди (удовл )

#### Отрицательные показатели качества продукта

					немног о		
		неравн			жестко ват,	немного	
4	немного	слепа	не выра-	немного	рыхлов ат	суховат ый,	
№№ образцов	нежелат (приемл)	обесцв (прием)	жен (при- ем)	безвкус (прием)	(прием ли- мый)	влажный (приемл)	ниже среднего
				неприят-	жестко ват,		
3		немного		ный	рыхлов ат	суховат ый,	
№№ образцов	нежелат (приемл)	обесцв (прием)	неприят (непр)	безвкус (прием)	(прием ли- мый)	влажный (приемл)	плохое (приемл)
					жестки й,		
2	плохой			плохой	рыхлый	сухой	
№№ образцов	(неприем лим)	плохой (непр)	неприят (непр)	(непр)	(неприе м- лимый)	(непри- емл)	плохое (неприем )
					оч жест-		
					кий, оч		
1					рыхлый	оч сухой	очень
№№ образцов	оч плохой (непр)	оч плохой (непр)	оч плохой (непр)	оч плохой (непр)	(неприе м- лимый)	(непри- емл)	плохое (сов непр)

### **Контрольные вопросы:**

- 1) Дайте определение понятию жидкостной коэффициент.
- 2) В чем отличие шприцовочного и заливочного рассолов?
- 3) В чем заключается специфика приготовления шприцовочного рассола?
- 4) Какое количество рассола вводят при шприцевании свинокопченостей?
- 5) Какое количество заливочного рассола используется при посоле свинокопченостей (в % к массе сырья)?
- 6) Каковы недостатки использования заливочных рассолов?
- 7) Дайте определение понятию «старый» рассол.
- 8) В чем преимущества и недостатки использования «старых» рассолов?
- 9) Какова техника приготовления заливочного и шприцовочного рассолов?
- 10) Как влияют параметры посола на изменение массы и объема мяса?
- 11) Как изменяется структура мяса в результате длительного посола?
- 12) Назовите основные способы посола мяса.
- 13) В чем преимущества и недостатки сухого метода посола?
- 14) В чем преимущества и недостатки мокрого метода посола?
- 15) Как определить (приблизительно) длительность процесса посола штучных изделий?
- 16) Каков характер массообменных процессов при посоле мяса?
- 17) Назовите основные компоненты, входящие в состав шприцовочного и заливочного рассолов.
- 18) Каково допустимое содержание нитритов в рассоле и готовых мясопродуктах?
- 19) Какова роль нитритов при посоле мяса?
- 20) Какова техника внесения нитритов при посоле мяса?
- 21) Какова роль сахара при посоле мяса? \*
- 22) Каково допустимое содержание сахара в рассоле и в готовых мясопродуктах?
- 23) В чем заключается консервирующее действие поваренной соли при посоле мяса?
- 24) С какой целью и в каком количестве при посоле добавляют фосфаты?
- 25) С какой целью и в каком количестве при посоле добавляют аскорбинат натрия?
- 26) В чем преимущества и недостатки посола через кровеносную систему?
- 27) Назовите способы интенсификации процесса посола.
- 28) С какой целью при посоле мяса применяют механическую обработку, электромассирование?
- 29) Какова техника варки окороков, кореек и груденок?
- 30) Как приблизительно установить продолжительность варки окороков, кореек, груденок?
- 31) Какие изменения белковой фракции мяса происходят при варке свинокопченостей.
- 32) Какие изменения липидной фракции и экстрактивных веществ происходят при варке свинокопченостей?
- 33) Каково допустимое содержание соли и влаги в готовых изделиях?

### **Список литературы:**

- а) основная литература (библиотека СГАУ)
1. Гуринович, Г.В. Технология мяса и мясных продуктов. Первичная переработка скота Кемерово: КемГИПП, 2015 <http://e.lanbook.com/book/72027>
  2. Костенко, Ю.Г. Руководство по санитарно-микробиологическим основам и предупреждению рисков при производстве и хранении мясной продукции. М.: Техносфера, 2015. <ftp://192.168.7.252/ELBIB/2018/105.pdf>
  3. Хвьяля С.И., Гиро Т.М. Оценка качества и безопасности мяса и мясных продуктов микроструктурными методами. ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2015 <ftp://192.168.7.252/ELBIB/2018/105.pdf>



4. О. М. Мышалова, И. С. Патракова, М. В. Патшина Технология мяса и мясных продуктов. Производство мясных продуктов: лабораторный практикум: учебное пособие: в 2 частях. Кемерово: КемГУ, [б. г.]. — Часть 2 — 2016 <https://e.lanbook.com/book/93554>
5. Гиро Т.М. Технология мяса и мясных продуктов Учебное пособие (электронное). Саратов, 2016. Компьютерный класс, аудитория 124.
6. А.Б. Лисицын и др. Технологии мясной промышленности. Том 5, книга 1 и 2. М., 2017. - 386 с.

#### **Дополнительная**

17. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 1. Общая технология мяса. – М.: Колос С, 2009. – 565 с. ISBN 978-5-9532-0643-3 (Кн. 1) ISBN 978-5-9532-0538-2
18. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 2. Технология мясных продуктов. – М.: Колос С, 2009. – 711 с. ISBN 978-5-9532-0644-0 (Кн. 2) ISBN 978-5-9532-0538-2
19. Данилова, Нина Степановна. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие / Н. С. Данилова. - М.: КолосС, 2008. - 280 с.: ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). ISBN 978-59532-0513-9
20. Кайм Г. Технология переработки мяса. Немецкая практика / пер. с нем. Г.В. Соловьевой, А.А. Куреленкова. СПб.: Профессия, 2008. 488 с. ISBN 5-93913-088-7
21. Кудряшов Л.С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 160 с.
22. Кунаков А.А., Серёгин И.Г., Таланов Г.А. и др. Судебная ветеринарно-санитарная экспертиза. – М: Колос, 2007. – 400 с.
23. Лисицын А.Б., Сизенко Е.И., Чернуха И.М. и др. Мясо и здоровое питание. – М.: ВНИИМП, 2007. – 289 с.
24. Рогов И.А., Жаринов А.И. и др. Биотехнология мяса и мясных продуктов - М.: ДеЛи принт, 2009.

### **ТЕМА 4. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ**

#### ***Цель работы:***

1. Ознакомиться с сущностью и значением физико-химических и биохимических методов исследования мяса и мясных продуктов.
2. Оценить свежесть исследуемого образца мяса.

#### ***Определение свежести мяса птицы***

***Обеспечение занятия:*** образец мяса, колбы, пробирки, бумажные фильтры, реактив Несслера.

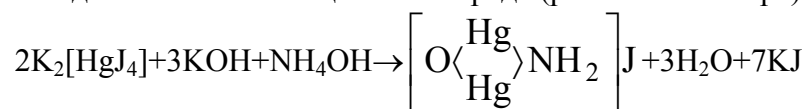
#### ***Ход занятия:***

#### **Приготовление вытяжки.**

Из слоев исследуемого образца (тушки) различной глубины вырезают кусочки тазобедренных мышц. После этого пробу освобождают от жира и соединительной ткани и измельчают. Отвешенную навеску 5г переносят в колбочку с 20 мл прокипяченной дистиллированной воды и настаивают в течение 15 мин при трехкратном взбалтывании. Полученную водную вытяжку фильтруют через бумажный фильтр.

#### **Реакция на аммиак с реактивом Несслера.**

Накопление в мясе аммиака в виде его солей сверх определенного уровня является следствием процесса дезаминирования, происходящего при гниении. Определение аммиака реактивом Несслера основано на образовании осадка при взаимодействии иона аммония с ртутно-йодистым калием в щелочной среде (реактив Несслера).



желтый осадок

К 1 мл водной вытяжки добавляют по каплям реактив Несслера в количестве от 1 до 10 капель. После добавления каждой капли содержимое пробирки взбалтывают и при этом наблюдают изменение цвета и прозрачности вытяжки. Свежесть мяса определяют согласно таблицы 3.

Таблица 3

Изменение цвета вытяжки в зависимости от степени свежести мяса

Степень свежести	Показатели изменения цвета и прозрачности вытяжки
Свежее	При добавлении 10 капель реактива Несслера к вытяжке из мяса, помутнения и пожелтения ее не наблюдается. В редких случаях после прибавления 10 капель вытяжка может пожелтеть, но помутнения не происходит.
Подозрительной свежести	После прибавления 6 капель и более реактива Несслера наблюдается пожелтение вытяжки и слабое ее помутнение. После отстаивания помутневшего экстракта в течение 20 мин на дно пробирки выпадает слабый осадок
Несвежее	Вытяжка приобретает желтовато-оранжевое окрашивание и наблюдается быстрое образование крупных хлопьев, выпадающих в осадок.

### *Приготовление реактива Несслера.*

10 г Йодистого калия растворяют в 10 мл горячей дистиллированной воды, прибавляют горячий насыщенный раствор хлорной ртути до появления красного осадка, фильтруют. В фильтрат добавляют 30 г едкого калия, растворимого в 80 мл воды, и 1-5 мл насыщенного горячего хлорной ртути. После охлаждения объем раствора доводят до 200 мл дистиллированной водой.

Раствор хранят в темной склянке с притертой пробкой в холодном месте. При пользовании реактивом отбирают только прозрачный слой.

### **1.2 Физико-химические исследования колбасных изделий**

При химическом исследовании с колбасных изделий снимают оболочку и взятую навеску дважды измельчают на мясорубке с диаметром отверстий решетки 3-4 мм. Полученный фарш тщательно перемешивают, помещают в стеклянную банку с притертой пробкой и хранят при температуре 3...5 °С. Исследования проводят в течение 24 ч.

### **Определение содержания нитрита**

**Цель работы:** приобрести практический навык количественного обнаружения нитрита натрия в комбинированных мясных продуктах.

**Приборы и реактивы:** водяная баня, фильтры бумажные; колбы конические вместимостью 200 и 100 мл; пипетки, воронки стеклянные, спектрофотометр или

фотоэлектроколориметр, гексацианоферрат (II) калия, ацетат цинка, ледяная уксусная кислота, натрий тетраборнокислый (бура), нитрит натрия, соляная кислота (плотность 1190 кг/м<sup>3</sup>), амид сульфаниловой кислоты, а-(1-нафтил)-этилендиаминдигидрохлорид, реактив Карреза I, реактив Карреза II.

### **Приготовление растворов для осаждения белков**

Реактив Карреза I: 106 г гексацианоферрата (II) калия растворяют в дистиллированной воде и доводят объем раствора до 1000 мл. Реактив хранят в склянке из темного стекла не более 1 месяца.

Реактив Карреза II: 220 г ацетата цинка и 30 мл ледяной уксусной кислоты растворяют в дистиллированной воде и доводят объем раствора до 1000 мл. Реактив хранят не более 1 месяца.

### **Приготовление насыщенного раствора буры**

50 г тетрабората натрия растворяют в 1000 мл теплой дистиллированной воды и охлаждают до 20 °С.

### **Приготовление растворов для проведения цветной реакции**

Раствор амида сульфаниловой кислоты (1-2 г) растворяют в 400 мл раствора соляной кислоты (соотношение 1:1) и этим же раствором кислоты доводят объем до 1000 мл; раствор а-(1-нафтил) - этиленаминдигидрохлорида (2- 0,25 г) растворяют в воде и доводят объем до 250 мл. Хранят раствор в склянке из темного стекла в холодильнике не более 1 месяца.

### **Приготовление стандартных растворов нитрита натрия**

Для основного раствора нитрита натрия точно 1 г нитрита натрия растворяют в воде, количественно переносят в мерную колбу вместимостью 500 мл, доводят объем до метки и перемешивают.

Для химически чистого 99 %-го реактива величину навески вычисляют по формуле:

$$X = 100 \cdot 1 : 99 = 1,0101.$$

Для приготовления раствора 25 мл основного раствора переносят в мерную колбу вместимостью 100 мл, доводят водой до метки и перемешивают.

Из полученного раствора готовят серию стандартных растворов: 2, 5 и 10 мл рабочего раствора пипеткой вносят в три мерные колбы вместимостью 100 мл, доводят водой до метки и перемешивают. Стандартные растворы содержат в 1 мл соответственно 1, 2,5 и 5 мкг нитрита натрия. Готовят три серии стандартных растворов, начиная каждый раз с приготовления основного раствора из новой навески нитрита натрия. Стандартные растворы нитрита натрия нестойки, поэтому их готовят непосредственно перед построением калибровочного графика.

**Порядок выполнения работы.** В мерную колбу вместимостью 200 мл помещают 10 г подготовленной к анализу пробы, взвешенной с точностью до 0,001 г, добавляют последовательно 5 мл насыщенного раствора буры и 100 мл воды температурой не ниже 75 °С.

Колбу с содержимым нагревают на кипящей водяной бане в течение 15 мин, периодически встряхивая, затем охлаждают до 20 °С, тщательно перемешивают и последовательно добавляют по 2 мл реактива Карреза I и реактива Карреза II. Доводят объем водой до метки и выдерживают 30 мин при 20 °С, затем содержимое колбы фильтруют через складчатый фильтр.

Для проведения цветной реакции 20 мл полученного безбелкового фильтрата вносят пипеткой в мерную колбу вместимостью 100 мл, добавляют 10 мл раствора I. Содержимое колбы перемешивают и выдерживают 5 мин в темном месте. Затем добавляют 2 мл раствора II, перемешивают и выдерживают в темном месте в течение

3 мин при 20 °С. Раствор в колбе доводят до метки, перемешивают и измеряют интенсивность красной окраски на спектрофотометре при длине волны 538 нм или на фотоэлектроколориметре с зеленым светофильтром в кювете с толщиной поглощающего свет слоя 1 см в отношении контрольного раствора.

Параллельно проводят контрольный опыт на реактивы, помещая в мерную колбу вместимостью 200 мл вместо 10 г пробы 10 мл воды. Если полученная оптическая плотность превышает максимальную оптическую плотность на калибровочном графике, то цветную реакцию проводят с меньшим количеством фильтра. Содержимое нитрита вычисляют по формуле:

$$X_i = 200c \cdot 100 - 100 / (1 Om_0V),$$

где  $X_i$  - содержание нитрита в 100 г продукта, мг;  $c$  - количество нитрита в 1 мл окрашенного раствора, найденное по калибровочному графику, мкг; 1000 - перевод в миллиграммы;  $m_0$  - масса навески продукта, г;  $V$  - объем фильтра, взятый для фотометрического измерения, мл.

За конечный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допустимые расхождения между которыми не должны превышать 0,2 мг. Вычисления проводят с точностью до 0,1 мг в 100 г продукта.

### Построение калибровочного графика

Берут четыре мерные колбы вместимостью 100 мл. В первую колбу для приготовления контрольного раствора пипеткой вносят 10 мл воды, а в остальные три колбы - по 10 мл стандартных растворов, содержащих 1, 2,5 и 5 мкг нитрита натрия в 1 мл раствора. В каждую колбу добавляют по 50 мл воды и 10 мл раствора I для проведения цветной реакции. После этого объемы растворов в колбах перемешивают и выдерживают в темном месте 5 мин, затем добавляют 2 мл раствора II для проведения цветной реакции, перемешивают и выдерживают в темном месте 3 мин при 20 °С. Растворы в колбах доводят водой до метки и перемешивают.

Интенсивность цветной окраски измеряют на спектрофотометре при длине волны 538 нм или электрофотоколориметре с зеленым светофильтром в кювете с толщиной поглощающего слоя 1 см в отношении контрольного раствора.

По полученным средним данным из трех стандартных растворов строят калибровочный график, откладывая на оси абсцисс концентрацию нитрита натрия, а на оси ординат - соответствующую оптическую плотность. Калибровочный график должен проходить через начало координат.

### Определение крахмала

**Цель работы:** приобрести практический навык количественного определения крахмала в комбинированных мясных продуктах.

**Приборы и реактивы:** колбы конические на 250, 100 и 50 мл, стеклянная палочка, обратный водяной или воздушный холодильник, плитка, асбестовая сетка, фильтр бумажный, пипетки, сульфат меди, тартрат калия-натрия (сегнетова соль), 10 %-й раствор соляной кислоты, 15 %-й раствор гексациано - феррата (II) калия (желтая кровяная соль), 10 %-й раствор гидроксида натрия, 30 %-й раствор сульфата цинка, 0,1М раствор тиосульфата натрия, 30 %-й раствор йодида калия (если раствор имеет желтоватый цвет, его необходимо обесцвечивать добавлением по каплям 0,1 М раствора тиосульфата натрия), 25 %-й раствор серной кислоты, 1 %-й раствор фенолфталеина, йод металлический, 1 %-й раствор крахмала в насыщенном растворе хлорида натрия, жидкость Феллинга, раствор Люголя (2 г йодида калия и 1,27 кристаллического йода растворяют в 100 мл воды).

## Приготовление жидкости Феллинга

Состоит из двух растворов: раствор перекристаллизованного сульфата меди (1-40 г) растворяют в воде и доводят объем раствора до 1 л; раствор калия-натрия виннокислого (2-200 г) и 150 г гидроксида натрия растворяют в воде и доводят объем до 1 л. Растворы хранят отдельно и смешивают в равных объемах перед использованием.

**Порядок выполнения работы.** Навеску фарша (20 г), взвешенную с точностью до 0,01 г, помещают в коническую колбу вместимостью 250 мл и приливают небольшими порциями 80 мл 10 %-го раствора соляной кислоты при постоянном помешивании стеклянной палочкой. Колбу с содержимым присоединяют к обратному или воздушному холодильнику, ставят на плитку, подложив под колбу асбестовую сетку, и кипятят 15 мин, периодически помешивая.

Затем колбу охлаждают до комнатной температуры холодной водой и содержимое количественно переносят в мерную колбу вместимостью 250 мл. Объем жидкости доводят дистиллированной водой до метки (попавший в колбу жир должен находиться над меткой). После перемешивания содержимое колбы фильтруют через бумажный фильтр.

25 мл фильтрата вносят пипеткой в мерную колбу вместимостью 50 мл, добавляют 1 каплю 1 %-го раствора фенолфталеина и нейтрализуют 10 %-м раствором гидроксида натрия до появления от одной капли щелочи красноватой окраски. Сразу же добавляют в колбу по каплям 10 %-й раствор соляной кислоты до исчезновения красноватой окраски и еще 2-3 капли этой же кислоты для устранения слабодиссоциирующей реакции раствора.

Для осветления гидролизата и осаждения белков к раствору в колбе вместимостью 50 мл пипеткой добавляют 1,5 мл 15 %-го раствора гесанцианоферрата (II) калия и 1,5 мл 30 %-го раствора сульфата цинка. Содержимое колбы охлаждают до комнатной температуры, доводят объем дистиллированной водой до метки, перемешивают и фильтруют через бумажный фильтр (в случае образования пены добавляют 1-2 капли серного эфира).

10 мл прозрачного бесцветного фильтрата (при контрольном определении 10 мл дистиллированной воды) вносят в мерную колбу вместимостью 100 мл, добавляют 20 мл жидкости Феллинга, взбалтывают, кипятят примерно 3 мин. После кипячения колбу охлаждают холодной водой, доводят объем жидкости дистиллированной водой до метки, тщательно перемешивают и дают осесть выпавшему оксиду меди.

20 мл отстоявшейся жидкости вносят пипеткой в коническую колбу вместимостью 100-150 мл, куда последовательно добавляют мерным цилиндром 10 мл 30 %-го раствора йодида калия, а затем 10 мл 25 %-го раствора серной кислоты и сразу же титруют 0,1М раствором тиосульфата натрия до слабожелтой окраски. Затем добавляют 1 мл 1 %-го раствора крахмала и продолжают титрование медленно (с промежутками между каплями 5-6 с) до полного исчезновения синей окраски раствора. Точно так же титруют контрольный раствор.

Содержание крахмала высчитывают по формуле:

$$X = 250a \cdot 50 \cdot 100 / (20 \cdot 20 \cdot 10) = 250a,$$

где 250 - объем гидролизата, мл; а - количество крахмала, соответствующего объему 0,1М раствора тиосульфата натрия, г; 50 - разведение фильтрата после нейтрализации и осаждения белков, мл; 20 - масса навески образца, г; 25 - объем фильтрата, взятый для нейтрализации и осаждения белков, мл; 10 - объем гидролизата, взятый для кипячения, мл.

Количество точно 0,1М раствора тиосульфата натрия (в мл) рассчитывают по

формуле:

$$X_i = K (V - Л) \cdot 100/20,$$

где  $X_i$  - количество 0,1М раствора тиосульфата натрия, мг;  $K$  - коэффициент пересчета на точно 0,1М раствора тиосульфата натрия;  $V$  - объем 0,1М раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование контрольного раствора, мл;  $Л$  - объем 0,1М раствора тиосульфата натрия, израсходованный на титрование испытуемого раствора, мл; 100 - разбавление гидролизата после кипячения, мл; 20 - объем титруемого раствора, мл.

Таблица 2

**Содержание крахмала в зависимости от объема 0,1 М раствора тиосульфата**

Объем 0,1М раствора тиосульфата, мл	Содержание крахмала, мг	Объем 0,1М раствора тиосульфата, мл	Содержание крахмала, мг
1	2,8	11	32,3
2	5,6	12	35,4
3	8,4	13	38,6
4	11,3	14	41,8
5	14,2	15	45,0
6	17,1	16	48,3
7	20,1	17	51,6
8	23,1	18	54,9
9	26,1	19	58,2
10	29,2	20	61,6

Примечание. При вычислении содержания крахмала в ливерной яичной колбасе найденный процент умножают на 0,7 (поправочный коэффициент на содержание редуцирующих веществ в продукте).

Пример расчета.

Израсходовано 0,1М раствора тиосульфата натрия в поправкой  $K = 0,9877$ .

На титрование 20 мл контрольного раствора 3,16 мл

На титрование 20 мл испытуемого раствора \_\_\_\_\_ 2.18 мл

Разность 1.03 мл

Умножая 1,03 на 5 и поправку 0,9877, получаем 5,09 мл точно 0,1М раствора тиосульфата натрия. По табл. 2 находим количество крахмала, соответствующее 5,09 мл 0,1 М раствора тиосульфата натрия. 5 мл 0,1М раствора тиосульфата натрия соответствует 14,2 мг крахмала:

$$2,9 \cdot 0,09 = 0,261,$$

где 2,9 - разность значений содержания крахмала для 5 и 6 мл раствора тиосульфата натрия.

Таким образом, 5,09 мл 0,1М раствора тиосульфата натрия соответствует 14,461 мг крахмала.

Переводя крахмал в миллиграммы и умножая на 250, получаем:  $0,0144461 \cdot 250 =$

3,62 %, т.е. исследуемый образец содержит 3,62 % крахмала.

Расхождение между результатами параллельных определений не должно превышать 0,2 %. За окончательный результат принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений. Вычисление производят с точностью до 0,1 %.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. Гуринович, Г.В. Технология мяса и мясных продуктов. Первичная переработка скота Кемерово: КемГИПП, 2015 <http://e.lanbook.com/book/72027>
2. Костенко, Ю.Г. Руководство по санитарно-микробиологическим основам и предупреждению рисков при производстве и хранении мясной продукции. М.: Техносфера, 2015. <ftp://192.168.7.252/ELBIB/2018/105.pdf>
3. Хвыля С.И., Гиро Т.М. Оценка качества и безопасности мяса и мясных продуктов микроструктурными методами. ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2015 <ftp://192.168.7.252/ELBIB/2018/105.pdf>
4. О. М. Мышалова, И. С. Патракова, М. В. Патшина Технология мяса и мясных продуктов. Производство мясных продуктов: лабораторный практикум: учебное пособие: в 2 частях. Кемерово: КемГУ, [б. г.]. — Часть 2 — 2016 <https://e.lanbook.com/book/93554>
5. Гиро Т.М. Технология мяса и мясных продуктов Учебное пособие (электронное). Саратов, 2016. Компьютерный класс, аудитория 124.
6. А.Б. Лисицын и др. Технологии мясной промышленности. Том 5, книга 1 и 2. М., 2017. - 386 с.

### Дополнительная

25. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 1. Общая технология мяса. – М.: Колос С, 2009. – 565 с. ISBN 978-5-9532-0643-3 (Кн. 1) ISBN 978-5-9532-0538-2
26. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 2. Технология мясных продуктов. – М.: Колос С, 2009. – 711 с. ISBN 978-5-9532-0644-0 (Кн. 2) ISBN 978-5-9532-0538-2
27. Данилова, Нина Степановна. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие / Н. С. Данилова. - М.: КолосС, 2008. - 280 с.: ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). ISBN 978-5-9532-0513-9
28. Кайм Г. Технология переработки мяса. Немецкая практика / пер. с нем. Г.В. Соловьевой, А.А. Куреленкова. СПб.: Профессия, 2008. 488 с. ISBN 5-93913-088-7
29. Кудряшов Л.С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 160 с.
30. Кунаков А.А., Серёгин И.Г., Таланов Г.А. и др. Судебная ветеринарно-санитарная экспертиза. – М: Колос, 2007. – 400 с.
31. Лисицын А.Б., Сизенко Е.И., Чернуха И.М. и др. Мясо и здоровое питание. – М.: ВНИИМП, 2007. – 289 с.
32. Рогов И.А., Жаринов А.И. и др. Биотехнология мяса и мясных продуктов - М.: ДеЛи принт, 2009.

## ТЕМА 5. БИОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

Для получения корректных биохимических данных основополагающим является правильное приготовление вытяжек из фарша вареных колбас. В первую очередь это касается белков, растворимость которых в водных системах обусловлена взаимодействием поверхности макромолекул с молекулами воды. Существенное влияние на растворимость белков оказывают рН, ионная сила и температура. В настоящее время для получения вытяжки растворимых белков мышечной ткани используют дистиллированную воду, фосфатный, боратный буферы с различной ионной силой и др. Наиболее современным способом является экстракция белков из мышечной ткани 5 %-м раствором хлорида калия. При этом извлекаются как миофибриллярные, так и саркоплазматические белки.

### Экстракция белков

**Цель работы:** приобрести навык в освоении метода экстракции белков из мышечной ткани и мясных продуктов.

**Приборы и реактивы:** ножницы, ступка, стеклянный песок, набор центрифужных пробирок, центрифуга, центрифужные весы, раствор хлорида калия (5 %-й).

**Порядок выполнения работ:** 2 г измельченной ножницами вареной колбасы помещают в ступку, добавляют 2 мл 5 %-го раствора хлорида калия и растирают со стеклянным песком до гомогенного состояния. Продолжая экстракцию белков, добавляют 3 мл раствора хлорида калия и растирают кашицу в течение 5 мин, затем еще раз добавляют 5 мл 5 %-го раствора хлорида калия и растирают 5 мин.

Полученный экстракт сливают в две центрифужные пробирки, оставляя в ступке стеклянный песок. Пробирки попарно уравнивают на центрифужных весах добавлением из пипетки 5 %-го раствора хлорида калия и помещают в центрифугу. Гомогенат центрифугируют в течение 15 мин при скорости вращения 4000 об/мин (точнее при 1500-2000 г). При этом осаждаются обломки клеток, неразрушенные целые клетки, волокна соединительной ткани. Надосадочную жидкость, содержащую белки мышечной ткани, сливают в чистую пробирку и в ней определяют различные компоненты.

### Определение буферной емкости

**Цель работы:** освоить метод и практически определить буферную емкость мяса и мясных продуктов на основе проведения предварительной экстракции проб.

**Приборы и реактивы:** набор пробирок стеклянных химических, фенолфталеин, раствор гидроксида натрия (0,1 N), рН-метр или универсальная индикаторная бумага.

**Порядок выполнения работы.** В пробирку отмеривают точно 1 мл экстракта белков из мышечной ткани, добавляют 2 капли раствора фенолфталеина и тщательно встряхивают. Затем содержимое пробирки оттитровывают 0,1N раствором гидроксида натрия до появления слабо розовой окраски. Обычно это соответствует рН 9,0.

Предварительно с помощью универсальной индикаторной бумаги или рН- метра



определяют рН экстракта. Предположим, что он равен 6,5. Зная эти величины можно рассчитать буферную емкость экстракта из мышечной ткани.

**Пример.** На титрование 1 мл экстракта с рН 6,5 пошло 0,6 мл 0,1Н раствора гидроксида натрия. Опуская предварительные расчеты, находим, что мг-экв NaOH = 0,6 мл • 0,1Н NaOH или 0,06 мг-экв. Во время титрования рН буферной системы изменился на 2,5. Подставляя эти значения в формулу, находим:

$$B = \text{мг-экв} / (\text{pH}_2 - \text{pH}_1) = 0,06 / (9 - 6,5) = 0,06 / 2,5 = 0,024 \text{ мг-экв.}$$

Отсюда следует, что 0,024 мг-экв гидроксида натрия изменяет единицу рН одного литра экстракта из мышечной ткани.

### **Определение общего белка рефрактометрическим методом**

**Цель работы:** освоить ускоренный рефрактометрический метод определения общего белка в мясе и мясопродуктах на основе проведения предварительной экстракции проб.

**Приборы и реактивы:** набор пробирок стеклянных химических, рефрактометр, лампа настольная.

В основе рефрактометрии лежит неодинаковая способность различных сред преломлять проходящие через них лучи света. Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления называется показателем (коэффициентом) преломления:

$$n = \sin a / \sin p.$$

Степень рефракции раствора обусловлена количеством, размерами и физическим состоянием растворенных в нем частиц, а также температурой окружающей среды. Коэффициент преломления для воды - 1:333. Для определения показателя преломления служат особые приборы - рефрактометры. Определив показатель преломления по специальной таблице, вычисляют процент содержания белка в испытуемой пробе (в г/л).

### **Определение содержания общего азота**

Навеску колбасы или фарша сжигают в концентрированной серной кислоте в присутствии катализаторов. Образующийся при разрушении органического вещества аммиак, взаимодействуя с серной кислотой, связывается в сульфат аммония, который, в свою очередь, разрушается в отгонной колбе щелочью с выделением аммиака. Последнюю можно определить количественно (в мг-экв или процентах).

**Цель работы:** освоить ускоренный титрометрический метод количественного определения содержания общего азота в мясе и мясопродуктах на основе проведения предварительной минерализации проб.

**Приборы и реактивы:** аппарат Кьельдаля, весы аналитические, мерный цилиндр на 100 мл, газовая горелка, концентрированная серная кислота, серная мазь, дистиллированная вода, раствор фенолфталеина, колба на 500 мл, раствор серной кислоты (0,1 Н-й), индикатор конго красный или метиловый красный, или индикатор Гроага, раствор щелочи (40 %-й), реактив Несслера, раствор щелочи (0,1 Н-й).

**Порядок выполнения работы.** На аналитических весах берут навеску

свежего (2-5 г) фарша или колбасы, помещают ее в термостойкую колбу Кьельдаля емкостью 500-1000 мл, приливают туда с помощью мерного цилиндра или автоматической пипетки 10-15 мл концентрированной серной кислоты и оставляют на 12-24 ч.

После этого в колбу добавляют 0,5 г сернокислой меди, ставят ее в наклонном положении на штатив с газовой горелкой или на электрический колбонагреватель, вставляют в горлышко колбы маленькую воронку или полу стekлянную пробку и начинают постепенно (во избежание вспенивания) нагревать содержимое. С появлением в ней белых паров сернистого газа нагревание усиливают и кипятят до полного обесцвечивания жидкости, что указывает на окончание сжигания вещества.

Чтобы на горлышке колбы не оставалось капель темного не озоленного вещества, ее во время сжигания несколько раз поворачивают; капли при этом смываются паром. Если все же темные пятна остаются, то дав колбе остыть, их осторожно смывают содержимым колбы и продолжают озоление до обесцвечивания. Обычно полное сжигание заканчивается через 1,5-3 ч.

Закончив сжигание вещества и охладив колбу Кьельдаля, в нее осторожно добавляют 15-200 мл дистиллированной воды (примерно до 1/2 ее объема) и 1-2 капли фенолфталеина.

При проведении озоления в колбах малого размера содержимое после сжигания переносят в отгонные колбы, осторожно добавляя воду и ополаскивая 3-4 раза.

Одновременно с этим готовят приемник: в колбу или химический стакан емкостью 300-500 мл наливают из бюретки 30 или 40 мл 0,1 Н раствора серной кислоты и прибавляют 3-4 капли индикатора конго красного или метилового красного, или смешанного индикатора Гроага. Приемный стакан или колбу с титрованной серной кислотой устанавливают под холодильник аппарата Кьельдаля так, чтобы кончик трубки холодильника был погружен в кислоту.

Затем, держа в одной руке отгонную колбу в наклонном положении и пробку над отгонной колбой, другой рукой осторожно по внутренней стенке колбы приливают из цилиндра 60 мл 33-40 %-го раствора щелочи так, чтобы она не попадала на самую верхнюю часть горлышка колбы (иначе пробка будет держаться неплотно и при кипячении может выскочить) и вся опустилась на дно колбы, не перемешиваясь с содержащимся в ней раствором.

После вливания щелочи колбу немедленно закрывают пробкой, а содержимое осторожно взбалтывают. Появление после взбалтывания темно-розовой окраски раствора указывает на то, что щелочи влито достаточное количество; при отсутствии окрашивания ее необходимо добавлять. Затем зажигают под отгонной колбой горелку и отгоняют аммиак. Окончание отгона контролируют с реактивом Несслера.

По окончании отгона конец трубки холодильника ополаскивают дистиллированной водой в приемник и содержимое ее титруют 0,1Н раствором щелочи до перехода синей окраски жидкости в стакане в красную, если применяли индикатор конго красный; из красной в золотистую - при индикаторе метиленовом красном; из фиолетовой в зеленую - при индикаторе Гроага. Если окраска жидкости в приемнике изменилась еще в процессе отгона, следует немедленно прилить в приемник 20 мл 0,1Н раствора серной кислоты (записать). Вычисление результатов анализа ведут по формуле:

$$X = \frac{(a - b) * 0,1 * 0,14 * 100}{n}$$

где X - содержание азота, на воздушно-сухое вещество, мг-экв или %; a - количество 0,1Н раствора серной кислоты, взятой в приемник, мл; b - количество 0,1Н раствора серной кислоты, пошедшее на титрование остатка серной кислоты в приемнике, мл; 0,1- нормальность титрованного раствора серной кислоты; 0,14 -

количество азота, составляющего 1 мг-экв; 100 - для выражения результатов в процентах;  $n$  - навеска исследуемого вещества, г.

Для пересчета на абсолютно сухое вещество результат умножают на 100 и делят на 100- $u$ , где  $u$  - процент влаги в веществе.

#### Определение содержания остаточного (небелкового) азота

**Цель работы:** освоить фотометрический метод количественного определения содержания остаточного азота в мясе и мясопродуктах на основе проведения предварительной экстракции и минерализации проб.

**Приборы и реактивы:** песчаная баня, ФЭК, раствор трихлоруксусной кислоты (5 %-й), раствор фосфорномолибденовой кислоты (0,5 %-ный), раствор сульфата натрия (0,5 %-й), микропипетки, фильтры бумажные, перекись водорода, дистиллированная вода, концентрированная серная кислота, набор стеклянных термостойких пробирок, гидроксид натрия (50 %-й), лакмус, реактив Несслера.

#### Порядок выполнения работы:

1. В пробирку наливают 2,8 мл реактива для осаждения белка (5 % ТХУ, 0,5 %-й раствор фосфорномолибденовой кислоты в 0,5 %-м растворе сульфата натрия). Микропипеткой набирают 0,2 мл экстракта миозина и вносят в пробирку. Перемешивают содержимое пробирки, трижды набирая жидкость в пипетку и осторожно выдувая ее обратно. Пробирку оставляют стоять на столе 7-10 мин для осаждения белков, затем фильтруют в сухую пробирку.

2. Пипеткой переносят 0,5 мл фильтрата в термостойкую пробирку и добавляют 5 капель концентрированной серной кислоты. В контрольную пробирку добавляют вместо фильтрата 0,5 мл дистиллированной воды, 5 капель серной кислоты.

3. Для минерализации органических веществ пробирки помещают на песчаную баню. При сжигании пробирки должны только касаться верхнего слоя песка, так как в результате перегрева азот может выделиться в свободном виде и улетучиться. Пробирки нужно размещать на бане в наклонном положении во избежание разбрызгивания.

4. При нагревании содержимого пробирок сначала испаряется вода. Затем появляются белые тяжелые пары и исследуемая жидкость темнеет. Пробирки снимают с бани, охлаждают, в каждую добавляют по 2 капли перекиси водорода и снова помещают на баню, нагревают 2-3 мин. Жидкость должна быть бесцветной.

5. После охлаждения в пробирки добавляют по 10 мл дистиллированной воды и нейтрализуют 50 %-м раствором гидроксида натрия до слабощелочной реакции по лакмусу (приблизительно 0,3 мл). Лакмус меняет красную окраску на синюю. Излишек щелочи вызывает помутнение раствора.

6. В две пробирки добавляют по 0,5 реактива Несслера. Содержимое пробирок окрашивается в желтый цвет разной интенсивности в зависимости от содержания азота.

7. Оптическую плотность испытуемой пробы измеряют на ФЭК против контрольной с синим (фиолетовым) светофильтром. Содержание остаточного азота определяют по калибровочной кривой.

#### Косвенное определение активности липазы

**Цель работы:** Освоить метод количественного определения активности липазы в мясе и мясопродуктах на основе проведения предварительной экстракции проб.

**Приборы и реактивы:** колбы конические на 50 мл, термостат, раствор панкреатина (5 %-й), вода дистиллированная, желчь, раствор фенолфталеина (0,5 %-й), раствор едкого натра (0,05 %-й).

**Порядок выполнения работы.** В два стакана или колбы наливают по 10 мл экстракта миозина и по 1 мл 5 %-го раствора панкреатина. В один стакан приливают 1 мл воды, а в другой - 1 мл желчи. Жидкость в стаканах быстро перемешивают. Из каждого стакана отбирают по 1 мл смеси в колбу, добавляют 1-2 капли 0,5 %-го раствора фенолфталеина и сразу титруют 0,05Н раствором едкого натра до слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 30 мин. Затем оба стакана с остывшей смесью помещают в термостат при 38 °С. Через каждые 10 мин из стакана отбирают по 1 мл смеси и титруют 0,05Н раствором едкого натра в присутствии фенолфталеина до слабо-розовой окраски. Проводят 5-6 таких определений и на основании полученных данных строят две кривые, отражающие процесс гидролиза жира под действием фермента липазы во времени и в зависимости от наличия или отсутствия желчи.

Результаты определения выражают в миллилитрах титрованного раствора щелочи и строят график, где на оси ординат откладывают количество 0,05 Н раствора щелочи, пошедшей на нейтрализацию жирных кислот (в миллилитрах), а на оси абсцисс - время в минутах.

#### Определение активности $\alpha$ -амилазы

**Цель работы:** освоить метод определения амилазной активности мяса и мясных продуктов на основе проведения предварительной экстракции проб.

**Приборы и реактивы:** термостат, набор пробирок стеклянных химических, пипетки, дистиллированная вода, раствор крахмала (0,1 %-й), раствор йода (0,1 %-й).

**Порядок выполнения работы:** В 10 пробирок наливают по 1 мл воды и в 1-ю из них добавляют 1 мл разведенного в 10 раз экстракта миозина. Содержимое этой пробирки перемешивают, несколько раз втягивая и выпуская жидкость из пипетки. Набирают в пипетку 1 мл смеси и переносят ее во вторую пробирку. Содержимое этой пробирки перемешивают и 1 мл смеси переносят в 3-ю пробирку и так до 10-й пробирки. Из 10-й пробирки отбирают 1 мл смеси и выливают. Во все пробирки добавляют по 1 мл воды и по 2 мл 0,1 %-го раствора крахмала, перемешивают, встряхивают пробирки и помещают в термостат при 38<sup>0</sup>С на 30 минут. После инкубации пробирки охлаждают холодной водой, добавляют по 1 капле 0,1 %-го раствора йода и перемешивают. При реакции с йодом жидкость в пробирках окрашивается в желтоватый, розовый и фиолетовый цвета. Отмечают последнюю пробирку с желтоватой окраской, где гидролиз крахмала прошел полностью и делают расчет. Полученные данные заносят в табл. 3.

**Таблица 3.** Гидролиз крахмала в присутствии ферментов экстракта миозина при различном его разведении

Показатели	Разведение									
	1:20	1:40	1:80	1:160	1:3	1:640	1:1280	1:2560	1:5120	1:10240
	Пробирки									
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я	7-я	8-я	9-я	10-я
Окраска раствора с йодом										
Выводы										

Расчет. Отметив пробирку, где гидролиз крахмала прошел полностью при наименьшем количестве фермента, по количеству неразведенного экстракта в данной пробирке рассчитывают амилазную активность по следующей пропорции:  $A$  мл экстракта расщепило 2 мл 0,1 %-го раствора крахмала; 1 мл экстракта расщепил  $X$  мл 0,1 %-го раствора крахмала, где  $A$  - количество неразведенного крахмала. Например, желтоватая окраска появилась в 4-й пробирке, где экстракт миозина был разведен в 160 раз; 1/160 мл экстракта расщепил 2 мл 0.1% раствора крахмала; 1 мл неразведенного экстракта расщепил  $X$  мл 0,1 %-го раствора крахмала:

$$X = \frac{2 \cdot 1 \cdot 160}{1} \cdot 320 \text{ мл. } 0,1 \text{ \% -го раствора крахмала}$$

Следовательно, амилазная активность экстракта  $A$  38°/30 равна 320.

#### Определение каталазы

**Цель работы:** освоить методику определения каталитической активности мяса и мясопродуктов на основе проведения предварительной экстракции проб.

**Приборы и реактивы:** колбы конические на 100 мл, дистиллированная вода, раствор перекиси водорода (0,1 %-й), раствор серной кислоты (10 %-й), термостат.

**Порядок выполнения работ:** Разведенный экстракт миозина (1:1000) взбалтывают, наливают по одному мл в две колбы (или стаканчики), приливают по 7 мл дистиллированной воды; в опытную колбу добавляют 2 мл 1 %-ой перекиси водорода, а в контрольную - 5 мл 10 %-го раствора серной кислоты. Действие каталазы в кислой среде (в контрольной пробе) прекращается, так как она действует при pH 7,4. Колбы оставляют при температуре 37 °C на 30 мин. Затем приливают в опытную колбу 5 мл 10 %-го раствора  $H_2SO_4$ , а в контрольную - 2 мл 1 %-го раствора  $H_2O_2$ . Содержимое каждой колбы титруют 0,1 Н раствором  $KMnO_4$  до розовой окраски. Рассчитывают каталазное число (КЧ) по формуле:

$$КЧ = (A - B) \cdot 1,7$$

где  $A$  - количество 0,1Н раствора  $KMnO_4$ , пошедшее на титрование контрольной пробы, мл;  $B$  - количество 0,1 Н раствора  $KMnO_4$ , пошедшее на титрование опытной пробы, мл.

На титрование контрольной пробы, где каталаза разрушена, пойдет больше раствора  $KMnO_4$ , чем на титрование опытной пробы. Полученную разность умножают на коэффициент 1,7 и получают каталазное число.

#### Определение общего холестерина

**Цель работы:** освоить фотометрический метод количественного определения холестерина в мясе и мясопродуктах на основе предварительной экстракции проб.

**Приборы и реактивы:** набор пробирок стеклянных химических, набор для определения холестерина LАХЕМА, ФЭК.

**Порядок выполнения работы.** В сухую пробирку (присутствие следов воды мешает развитию окраски) вносят 2 мл рабочего реактива (реактив отмеривают стеклянным

цилиндром) и 0,1 мл прозрачного экстракта. Его добавляют медленно, так, чтобы он стекал по стенке пробирки. Пробирку энергично встряхивают 10-12 раз и помещают в термостат при температуре 37 °С на 20 мин.

Для приготовления контрольной пробы (1-2 пробы на группу) в сухую пробирку отмеривают 2 мл рабочего реактива.

Окраску растворов измеряют на ФЭК против контроля с красным светофильтром.

Содержание холестерина в пробах определяют по калибровочной кривой.

### Определение липопротеинов низкой плотности (ЛПНП)

**Цель работы:** освоить фотометрический метод и количественно определить ЛПНП в мясе и мясопродуктах на основе предварительной экстракции проб.

**Приборы и реактивы:** ледяная уксусная кислота, уксусный ангидрид, концентрированная серная кислота, раствор хлорида кальция (0,27 %-го), раствор гепарина (1 %-й), микропипетки, ФЭК.

### Порядок выполнения работы:

1. В пробирку вносят 2 мл раствора хлорида кальция и 0,2 мл экстракта миозина. Содержимое пробирки перемешивают.

2. Определяют оптическую плотность раствора ( $E_0$  на ФЭК против 0,27 %-го раствора хлорида кальция при красном светофильтре (длина волны 630 нм).

3. Раствор из кюветы переливают в пробирку, добавляют микропипеткой 0,04 мл 1 %-го раствора гепарина и точно через 4 мин снова определяют оптическую плотность раствора ( $E_1$ ) в тех же условиях.

4. Рассчитывают концентрацию ЛНП (г/л) по формуле:

5.

$$C=10(E_1-E_2)$$

где 10 - эмпирический коэффициент.

Рабочий реактив готовят перед употреблением, смешивая 1 масс. ч ледяной уксусной кислоты, 5 масс. ч. уксусного ангидрида, 1 масс.ч. концентрированной серной кислоты. Концентрированную серную кислоту добавляют к последней очень медленно, при постоянном помешивании, не допуская разогрева раствора.

### Определение сиаловых кислот

**Цель работы:** освоение фотометрического метода выделения и фракционирования сиаловых кислот в мясе и мясопродуктах на основе предварительной экстракции проб.

**Приборы и реактивы:** центрифуга, набор центрифужных пробирок, водяная баня, реактив Гесса, ФЭК, раствор трихлоруксусной кислоты (10 %-й), дистиллированная вода.

**Порядок выполнения работы:** К 1 мл экстракта миозина в центрифужной пробирке добавляют 1 мл 10 %-го раствора трихлоруксусной кислоты и встряхивают. Затем пробирку помещают в кипящую водяную баню на 5 мин и охлаждают. Это приводит к освобождению связей N-ацетилнейраминовой кислоты с белковой частью молекулы гликопротеинов. После центрифугирования к 0,4 мл надосадочной жидкости добавляют 5 мл реактива Гесса и повторно кипятят в водяной бане в течение 30 мин. При этом появляется буроватозовое окрашивание. После охлаждения проводят фотометрирование на ФЭК в кюветах на 10 мм против воды по правому барабану с

зеленым светофильтром (546 нм). Полученную величину экстинкции умножают на 1000. Результат определения выражают в условных единицах в величинах экстинкции.

#### Определение фосфотриоз

**Цель работы:** Освоить фотометрический метод количественного определения фосфотриоз.

**Приборы и реактивы:** ФЭК, набор пробирок стеклянных химических, раствор ТХУ (2,5 %-й), лед, дистиллированная вода, фильтры бумажные, стеклянная палочка, раствор NaOH (2 моль/л), раствор HCl (2 моль/л),

(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>, 1 %-й раствор в 0,025 моль/л растворе H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, аскорбиновая кислота (свежеприготовленный 1 %-й раствор).

#### Порядок выполнения работы:

1. 0,5 г фарша помещают в пробирку с 5 мл 2,5 %-го холодного раствора ТХУ и экстрагируют на льду в течение 10 мин, интенсивно помешивая палочкой. Затем приливают к смеси 5 мл дистиллированной воды и фильтруют через бумажный фильтр.

2. В опытную пробирку помещают 1 мл безбелкового фильтрата и добавляют 1 мл 2 моль/л раствора NaOH. Содержимое пробирки перемешивают и оставляют на 20 мин, после этого в пробирку приливают 1 мл 2 моль/л раствора HCl для нейтрализации щелочи и жидкость перемешивают.

3. В контрольную пробирку помещают 1 мл раствора NaOH и 1 мл раствора HCl, смесь перемешивают и только после этого прибавляют 1 мл безбелкового фильтрата. Содержимое перемешивают еще раз.

4. В опытную и контрольную пробирки приливают по 0,5 мл раствора (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> и по 0,5 мл раствора аскорбиновой кислоты. Общий объем смеси в обеих пробирках доводят до 10 мл дистиллированной водой. Пробы оставляют при комнатной температуре на 10 мин. После чего колориметрируют на ФЭК в кюветах с толщиной слоя 1 см, с красным светофильтром (длина волны 670 нм). Опытную пробу колориметрируют против контрольной пробы и по калибровочной кривой рассчитывают содержание фосфора в пробе.

#### Определение фосфоенолпирувата

**Цель работы:** освоить фотометрический метод количественного определения ФЭП.

**Приборы и реактивы:** набор пробирок стеклянных химических, раствор ТХУ (2,5 %-й), лед, дистиллированная вода, фильтры бумажные, стеклянная палочка, раствор NaOH (2 моль/л), раствор I<sub>2</sub> (0,1 моль/л), раствор HCl (2 моль/л), (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>, 1 %-й раствор в 0,025 моль/л растворе H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, аскорбиновая кислота (свежеприготовленный 1 %-й раствор), ФЭК, раствор Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,05 моль/л).

#### Порядок выполнения работы:

0,5 г фарша помещают в пробирку с 5 мл раствора ТХУ и экстрагируют на льду в течение 10 мин, интенсивно перемешивая палочкой. Прибавляют в пробирку 3 мл дистиллированной воды. Полученный раствор фильтруют через бумажный фильтр.

В опытную пробирку последовательно приливают 2 мл фильтрата, 1 мл раствора NaOH и 1 мл раствора I<sub>2</sub> (0,1 моль/л). Перемешивают смесь и оставляют при комнатной температуре на 15 мин.

Затем в пробирку приливают по каплям 1-2 мл HCl до появления характерного для I<sub>2</sub> исчезающего бурого окрашивания. Избыток йода оттитровывают 0,05 моль/л раствором

тиосульфата натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  до исчезновения бурой окраски. Для этого требуется 0,2-0,3 мл раствора тиосульфата. Общий объем раствора доводят до 10 мл и перемешивают.

В контрольную пробирку наливают 2 мл фильтрата, 1 мл раствора HCL общий объем доводят водой до 10 мл и перемешивают. Контрольная проба нужна для того, чтобы учесть наличие неорганического фосфора в ткани.

Из опытной и контрольной пробирок отбирают по 2 мл раствора, переносят в другие пробирки, добавляют в каждую из них по 0,5 мл раствора  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$  и по 0,5 мл раствора аскорбиновой кислоты. Общий объем в каждой пробирке доводят водой до 10 мл. Пробы оставляют при комнатной температуре на 10 мин, после чего колориметрируют на ФЭК в кюветах с толщиной слоя 1 см, с красным светофильтром (длина волны 670 нм). Опытную пробу колориметрируют против контрольной пробы. По калибровочной кривой рассчитывают содержание фосфора в пробе.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

а) основная литература (библиотека СГАУ)

1. Гуринович, Г.В. Технология мяса и мясных продуктов. Первичная переработка скота Кемерово: КемГИПП, 2015 <http://e.lanbook.com/book/72027>
2. Костенко, Ю.Г. Руководство по санитарно-микробиологическим основам и предупреждению рисков при производстве и хранении мясной продукции. М.: Техносфера, 2015. <ftp://192.168.7.252/ELBIB/2018/105.pdf>
3. Хвыля С.И., Гиро Т.М. Оценка качества и безопасности мяса и мясных продуктов микроструктурными методами. ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2015 <ftp://192.168.7.252/ELBIB/2018/105.pdf>
4. О. М. Мышалова, И. С. Патракова, М. В. Патшина Технология мяса и мясных продуктов. Производство мясных продуктов: лабораторный практикум: учебное пособие: в 2 частях. Кемерово: КемГУ, [б. г.]. — Часть 2 — 2016 <https://e.lanbook.com/book/93554>
5. Гиро Т.М. Технология мяса и мясных продуктов Учебное пособие (электронное). Саратов, 2016. Компьютерный класс, аудитория 124.
6. А.Б. Лисицын и др. Технологии мясной промышленности. Том 5, книга 1 и 2. М., 2017. - 386 с.

## Дополнительная

33. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 1. Общая технология мяса. – М.: Колос С, 2009. – 565 с. ISBN 978-5-9532-0643-3 (Кн. 1) ISBN 978-5-9532-0538-2
34. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 2. Технология мясных продуктов. – М.: Колос С, 2009. – 711 с. ISBN 978-5-9532-0644-0 (Кн. 2) ISBN 978-5-9532-0538-2
35. Данилова, Нина Степановна. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие / Н. С. Данилова. - М.: КолосС, 2008. - 280 с.: ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). ISBN 978-5-9532-0513-9
36. Кайм Г. Технология переработки мяса. Немецкая практика / пер. с нем. Г.В. Соловьевой, А.А. Куреленкова. СПб.: Профессия, 2008. 488 с. ISBN 5-93913-088-7
37. Кудряшов Л.С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 160 с.
38. Кунаков А.А., Серёгин И.Г., Таланов Г.А. и др. Судебная ветеринарно-санитарная экспертиза. – М: Колос, 2007. – 400 с.
39. Лисицын А.Б., Сизенко Е.И., Чернуха И.М. и др. Мясо и здоровое питание. – М.: ВНИИМП, 2007. – 289 с.
40. Рогов И.А., Жаринов А.И. и др. Биотехнология мяса и мясных продуктов - М.: ДеЛи принт, 2009.



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Тема 1 Факторы, влияющие на физико-химические и биохимические процессы в мясе и мясных продуктов	4
Тема 2 Изучение физико-химических факторов, обуславливающих пищевую ценность мяса и мясных продуктов. Определение состава и свойств мяса и мясных продуктов	11
Тема 3 Влияние современных биотехнологических методов посола на качество мясных продуктов	33
Тема 4 Физико-химические и биохимические исследования качества мяса и мясных продуктов	56
Тема 5 Биохимические исследования качества мяса и мясных продуктов	63
Содержание	72