

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине **«ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ»**
для студентов направления подготовки
19.03.03 Продукты питания животного происхождения
направленность (профиль) «Биоинженерия и технологии»

Ставрополь, 2026

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Исследование качественного состава мышечной ткани

1. Цель и содержание

Цель работы: изучить качественный состав мышечной ткани разных видов мяса: говядины, свинины, баранины, птицы.

Содержание работы:

- составить схему эксперимента;
- выделить белковые компоненты различных структурных элементов мышечной ткани и подтвердить их присутствие в растворе;
- выделить азотистые и безазотистые экстрактивные вещества мышечной ткани и убедиться в их присутствии в растворе;
- провести качественные реакции на обнаружение минеральных компонентов;
- используя литературные данные и результаты собственных экспериментов, сделать выводы.

2. Теоретическое обоснование

Мышечная ткань составляет свыше 40% массы тела животных и по питательным и вкусовым достоинствам является наиболее важной составной частью мяса.

Основным структурным элементом мышечной ткани является мышечное волокно. Волокна представляют собой многоядерные клетки, покрытые оболочкой – сарколеммой. В структуре мышечного волокна различают также сократительные элементы – миофибриллы, ядра и ряд органелл: митохондрии, рибосомы, лизосомы и др. Меньшую часть клетки (40 – 35%) составляет саркоплазма.

Мышечные волокна разделены тончайшими прослойками соединительной ткани – эндомиоцием. Группа мышечных волокон образует первичный мышечный пучок. Первичные пучки объединяются в пучки

вторичные, третичные, которые соответственно окружены соединительнотканными оболочками, называемыми перимизием, и в совокупности образуют мышцу. Мышца покрыта оболочкой – эпимизием или фасцией.

Мышечная ткань характеризуется сложным химическим составом. Главной составной частью мышц (18 – 22% от массы ткани) являются белки, которые подразделяются на саркоплазматические, миофибриллярные, белки ядер и сарколеммы.

К группе белков саркоплазмы относят миоген, миоглобин, глобулин Х, миоальбумин, кальмодулин и нуклеопротеиды РНК. Эти белки характеризуются глобулярным строением молекул и представляют собой фракцию водорастворимых белков или альбуминов.

Миофибриллярные белки – актин, миозин, актомиозин, тропомиозин, α - и β -актинины, десмин – характеризуются фибриллярным строением молекул. К этой группе белков относится и циклопептид тропонин. Миофибриллярные белки нерастворимы в воде, но извлекаются солевыми растворами с ионной силой свыше 0,35. Поэтому фракцию миофибриллярных белков еще называют глобулиновой.

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

В ядрах присутствуют три основные фракции белков: нуклеопротеиды ДНК, кислый белок и остаточный белок. Они извлекаются щелочными растворами.

Белки, составляющие оболочку волокон, и белки, прочно удерживаемые в структуре мышечных клеток и нерастворимые в солевых растворах, условно называют белками стромы.

Основным углеводом мышц является гликоген, содержание которого в среднем составляет 0,5 – 2,0%.

К азотистым экстрактивным веществам мышцы относятся конечные и промежуточные продукты белкового обмена: карнозин, карнитин, ансерин,

креатинин, АМФ, АДФ, АТФ, пуриновые основания, свободные аминокислоты, мочевины, аммиак.

Безазотистые экстрактивные вещества мышечной ткани – это углеводы и продукты их обмена, в том числе гликоген, глюкоза, мальтоза, пировиноградная, янтарная, молочная и другие органические кислоты.

На долю минеральных компонентов мышечной ткани приходится 1,0 – 1,5%. Это преимущественно соли натрия, кальция, магния, фосфора, и др. В небольших количествах в мышцах содержатся железо, цинк, никель, кобальт и другие микроэлементы.

Липидная фракция, содержащая фосфолипиды, триглицериды, стериды и другие вещества, составляет около 3% в химическом составе мышечного волокна.

3. Оборудование, аппаратура и материалы

Оборудование и аппаратура: Электроды лабораторные СНОЛ 10/10-В, Весы лабораторные ВМК 153, Весы аналитические серии ЛВ 120-А.

Материалы: разделочная доска, шпатель, часовые стекла, фарфоровые ступки, конические стеклянные колбы или стаканчики на 150 мл, стеклянные палочки, бумажные фильтры, марля, штатив с пробирками, воронки стеклянные, пипетки на 5 и 10 мл, универсальная индикаторная бумага.

Реактивы: 10% раствор хлористого аммония; 10% раствор гидроксида натрия; 1% и 5% раствор сернокислой меди; 1% раствор уксусной кислоты; сульфат аммония кристаллический; свежеприготовленный раствор нитропруссиды натрия; свежеприготовленный раствор диазореактива (к 3 мл 0,5% раствора сульфаниловой кислоты добавить равный объем 0,5% раствора нитрата натрия на холоду и оставить на льду 2 – 3 минуты); 10% раствор натрия двууглекислого; 2% раствор фенола; 2% раствор хлорного железа; 0,05 М раствор азотнокислого серебра; 1% раствор азотной кислоты; 10% раствор хлористого бария; 2,5% раствор

молибденовокислого аммония; ацетатный буфер (со значениями pH: 4,4; 4,7; 5,0; 5,3; 5,6; 5,9); 0,5% раствор уксуснокислого свинца.

4. Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности работы в химической лаборатории с реактивами, электроприборами и аппаратурой, о чем должна быть соответствующая запись в журнале.

5. Методика и порядок выполнения работы

Работа выполняется группами из 3 – 4 студентов с разными образцами мышечной ткани говядины, свинины, баранины или мяса птицы.

Исследование качественного состава мышечной ткани предусматривает поэтапное выполнение следующих работ:

- открытие альбуминов в водном экстракте мышечной ткани;
- установление в обезбелоченном водном экстракте присутствия минеральных веществ;
- открытие в обезбелоченном водном экстракте безазотистых и азотистых экстрактивных веществ;
- установление наличия глобулинов в солевом экстракте мышечной ткани и определение их изоэлектрической точки;
- открытие желатина.

5. 1. Подготовка образцов для исследования

Мышца освобождается от жира и соединительной ткани и тщательно измельчается, взвешивается на часовом стекле. Мышечный гомогенат в количестве 15 – 20 г помещают в фарфоровую ступку и экстрагируют двойным объемом дистиллированной воды при постоянном растирании смеси в течение 3 – 5 минут. Затем смесь фильтруют через двойной слой марли. Экстракцию повторяют с половиной первоначального объема экстрагента, фильтруют. Объединенные фильтраты представляют собой *водный экстракт 1* мышечной ткани, в который входят водорастворимые

саркоплазматические белки или альбуминовая фракция белков мышц, а также минеральные вещества, азотистые и безазотистые экстрактивные вещества.

Для приготовления обезбелоченного водного экстракта около 30 мл слегка подкисленного водного экстракта кипятят до выпадения осадка. Коагулят белка удаляют фильтрованием, а полученный фильтрат (*обезбелоченный экстракт 2*) используют для открытия экстрактивных и минеральных веществ.

Остаток мышечной ткани после водной экстракции экстрагируют при постоянном перемешивании в течение 15 минут 10% раствором хлористого аммония в соотношении 1 : 3, после чего отфильтровывают через двойной слой марли. Экстракцию повторяют с половиной первоначального объема хлористого аммония, фильтруют. Объединенные фильтраты представляют собой *солевой экстракт 3*, который содержит миофибриллярные белки или глобулиновую фракцию белков мышц.

Для обнаружения белков стромы остаток мышечной ткани после солевой экстракции необходимо смешать с тройным объемом воды и кипятить в течение 30 минут. При кипячении объем жидкости периодически доводить до первоначального. Горячий раствор отфильтровать через бумажный фильтр, фильтрат охладить. Образовавшийся при гидротермической деструкции коллагена растворимый в воде желатин (*раствор 4*) открыть качественными реакциями на белок.

5. 2. Открытие альбуминов в водном экстракте

Открытие белков в водном экстракте 1 проводят с помощью качественных реакций на белок, в том числе реакции осаждения и цветных реакций.

В четыре пробирки наливают по 2 мл полученного водного экстракта мышц, содержащего альбуминовую фракцию белка. Для установления наличия белка в экстракте с содержимым первой пробирки проводят

биуретовую реакцию, второй и третьей – осаждение белков при нагревании; четвертой – высаливание белков сернокислым аммонием.

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

Осаждение белков при нагревании. Белки выпадают в осадок при кипячении их растворов. В изоэлектрической точке они свертываются легче и быстрее. Так как изоточка большинства саркоплазматических белков находится в кислой среде, то подкисление раствора белков способствует более полной их коагуляции.

Вторую пробирку нагревают непосредственно, а третью после подкисления содержимого 1 каплей 1% раствора уксусной кислоты. Перед нагреванием следует проверить pH экстракта с помощью универсальной индикаторной бумаги. Отметить, в какой из пробирок происходит более быстрое свертывание белка.

Высаливание белков сернокислым аммонием. Для осаждения белков в пробирку с водным экстрактом добавляют до полного насыщения кристаллический сульфат аммония. Выпавшие в осадок саркоплазматические белки собрать на фильтре и вместе с фильтром поместить в другую пробирку или стакан, прибавить 4 – 5 мл дистиллированной воды, осадок при этом растворится. Реакция высаливания белков при 100% насыщении их раствором сернокислым аммонием характерна для альбуминов.

5. 3. Открытие в обезбелоченном водном экстракте органических безазотистых и азотистых экстрактивных веществ

Открытие креатинина. Для обнаружения креатинина проводят реакцию с нитропруссидом. К 3 мл обезбелоченного экстракта 2 добавляют несколько капель свежеприготовленного 5% раствора нитропрусида натрия

и затем подщелачивают жидкость несколькими каплями 10% гидроксида натрия.

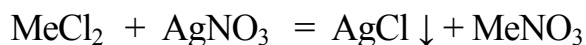
Жидкость окрашивается вследствие образования нитрозокреатинина в красный цвет, быстро переходящий в темный. Если подкислить пробу уксусной кислотой и нагреть до кипения, то жидкость приобретает зеленовато-синеватую окраску вследствие образования железосинеродистой соли окисла железа.

Открытие карнозина. К 1 мл свежеприготовленного раствора диазореактива добавляют 1 мл исследуемого обезбелоченного водного экстракта и после перемешивания добавляют 10% раствор соды до щелочной реакции, при этом появляется красное окрашивание. Сущность реакции состоит во взаимодействии диазореактива с гистидиновым кольцом карнозина.

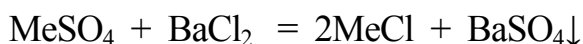
Открытие молочной кислоты. Нижнюю часть пробирки заполняют 3 мл 2% раствора фенола, к которому добавляют несколько капель 2% раствора хлорного железа до появления фиолетового окрашивания. Затем в пробирку добавляют исследуемый экстракт. Окраска раствора в присутствии молочной кислоты изменяется из фиолетовой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

5. 4. Установление в обезбелоченном водном экстракте минеральных веществ

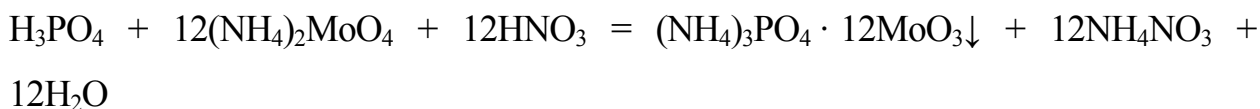
Ион хлора открывают добавлением к 3 мл экстракта 2, подкисленного азотной кислотой, раствора азотнокислого серебра (1 – 10 капель). Образуется осадок хлористого серебра:



Ион SO_4^{2-} открывают добавлением к 3 мл экстракта 1 – 10 капель раствора хлористого бария. Образуется белый осадок сернокислого бария:



Ион PO_4^{3-} открывают добавлением к 3 мл экстракта при нагревании в присутствии азотной кислоты молибденовокислого аммония. Образуется желтый осадок фосформолибденовокислого аммония:



5.5. Установление присутствия глобулинов в солевом экстракте мышечной ткани и определение их изоэлектрической точки

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

Осаждение глобулинов. К 5 мл солевого экстракта в пробирке прибавить дистиллированной воды до появления хлопьевидного осадка глобулинов.

Высаливание глобулинов. К 5 мл солевого экстракта добавить равный объем насыщенного раствора сернокислого аммония. При полунасыщении солевого экстракта выпадает осадок глобулинов.

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

Определение изоэлектрической точки белка сводится к определению pH ацетатного буферного раствора, которому соответствует наиболее быстрое и полное выпадение белка в осадок. Для этого в шесть пробирок наливают по 5 мл ацетатного буфера со следующими значениями pH: 4,4; 4,7; 5,0; 5,3; 5,6; 5,9. В каждую пробирку добавляют по 1 мл солевого экстракта и отмечают ту пробирку, в которой развивается максимальное помутнение. Полученные результаты следует зафиксировать в таблице, отметив степень помутнения раствора и указав изоэлектрическую точку фракции миофибриллярных белков.

Пробирки	1	2	3	4	5	6
pH	4,4	4,7	5,0	5,3	5,6	5,9
Изоточка						

5. 6. Открытие желатина

Осаждение белка солями тяжелых металлов. В две пробирки наливают по 2 мл исследуемого раствора 4. В первую пробирку прибавляют по каплям 0,5% раствор уксуснокислого свинца, во вторую – 5% раствор сернокислой меди. В обеих пробирках образуются осадки белков. При избытке уксуснокислого свинца и сернокислой меди происходит растворение осадка, что можно объяснить адсорбцией избытка ионов металлов и перезарядкой белкового комплекса.

6. Содержание отчета и его форма

В содержание отчета о работе должны быть включены следующие разделы: тема, цель, краткое теоретическое обоснование, схема эксперимента, методики подготовки образцов и проведения опытов, результаты наблюдений, выводы.

7. Вопросы для защиты работы

1. Каков морфологический состав мышечной ткани?
2. Охарактеризуйте химический состав мышечной ткани.
3. Какие белки входят в состав мышечной ткани?
4. Перечислите саркоплазматические белки и охарактеризуйте их свойства.
5. Какие белки относят к миофибриллярным и каковы их свойства?
6. Азотистые и безазотистые экстрактивные вещества мышечной ткани и их роль в формировании качественных характеристик мясных продуктов.

7. Какие липиды входят в состав мышечного волокна и каковы их функции в мышечной ткани?
8. Охарактеризуйте минеральный состав мышечной ткани и роль отдельных макро- и микроэлементов в прижизненной динамике мышц и развитии автолитических процессов.
9. На чем основаны методы извлечения белков из мышечной ткани?
10. Что понимают под изоэлектрической точкой белков? Как ее определить?
11. Дайте определение денатурации и коагуляции белков. Какие денатурирующие факторы Вы знаете?
12. Что такое высаливание белков? Чем оно отличается от денатурации?
13. Как высаливаются из растворов глобулины и альбумины?
14. Какова последовательность воздействия экстрагентами при выделении фракций саркоплазматических и миофибриллярных белков?
15. Каким образом проще всего обезбелочить экстракт?
16. Как перевести в растворимое состояние белки стромы?
17. Какими качественными реакциями обнаруживают присутствие в растворе ионов Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} ?
18. Какие специфические реакции на азотистые и безазотистые экстрактивные вещества Вы знаете?

8. Список рекомендуемой литературы

8.1 Основная литература

1. Куликова, В. В. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие для вузов / В. В. Куликова, С. И. Постников, Н. П. Оботурова. – Ставрополь: Бюро новостей, 2012. – 260 с.

8.2 Дополнительная литература

1. Мельникова Е. И. , Рудниченко Е. С. , Богданова Е. В. Современные методы исследования свойств сырья и продуктов животного происхождения : Лабораторный практикум: учебное пособие Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014, 95с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Исследование плотной части костной ткани и кератинов

1. Цель и содержание

Цель работы: изучить особенности химического состава костной ткани и кератинсодержащего сырья, знание которых позволяет выбирать наиболее рациональные технологии комплексной переработки кости и дериватов покровной ткани.

Содержание работы:

- составить схему эксперимента;
- исследовать минеральный состав и органическую часть костной ткани;
- выявить специфические особенности химического состава кератинов;
- проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

2. Теоретическое обоснование

При переработке мяса на долю костей приходится около 20% массы туши.

Костная ткань представляет собой сложный и наиболее дифференцированный вид соединительной ткани. Она состоит из клеточных элементов – остеоцитов – и межклеточного вещества, которое включает в себя основное или межклеточное бесструктурное вещество, оформленные частицы – оссеиновые (коллагеновые) волокна и неорганические соли.

Средний химический состав костной ткани: 20 – 25% воды, 30% белков и 45% минеральных веществ.

Неорганические соединения, входящие в состав межклеточного вещества, представлены в основном солями кальция. В свежей костной ткани содержится 85% $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$; 10% CaCO_3 ; 1,5% $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$; 0,2% CaF_2 ; 0,2% CaCl_2 , а также хлориды железа, натрия, калия и другие микроэлементы. Соли кальция образуют кристаллы гидроксилапатита, чем и объясняется высокая прочность и упругость кости.

При обработке костной ткани кислотами минеральные вещества растворяются. Остаток, представляющий собой органический матрикс, становится гибким, мягким и называется оссеином. Он на 90 – 95% построен из коллагена, а также включает небольшое количество оссеомукоида, альбуминов, глобулинов и др. Процесс получения размягченной кости называют мацерацией.

Наряду с костью при переработке мясопромышленных животных получают дериваты покровной ткани: рога, копыта, волос, щетину, шерсть, выход которых составляет примерно 0,4% от массы туши. Отличительной особенностью такого сырья является высокое до 85 – 90% содержание сырого протеина. Главным образом это фибриллярные протеины, стабилизированные дисульфидными мостиками, так называемые кератины.

Кератины относят к группе наиболее прочных и устойчивых белков. Они не растворимы ни в воде, ни в растворах солей, кислот, ни в органических растворителях, не гидролизуются под действием пищеварительных ферментов. Такая устойчивость объясняется своеобразием строения и сочетания аминокислот в данных белках.

В кератинах содержится от 4 до 14,5% цистеина, в связи с чем в их составе много серы от 2 до 6%, что обнаруживается при горении. Запах горелой шерсти, рога обусловлен образованием из цистеина летучих меркаптанов. В кератинах много пролина и глицина, а также своеобразно

сочетание основных аминокислот – гистидина, лизина и аргинина (1 : 4 : 12).
Очень часто в составе кератинов обнаруживается железо.

3.Оборудование, аппаратура и материалы

Оборудование и аппаратура: электроплита, муфельная печь.

Материалы: колбы стеклянные на 50 и 100 мл, пробирки, пипетки на 1,5 и 10 мл, воронки диаметром 3 – 4 см, бумажные фильтры, тигли, стеклянные палочки и бусинки (кипятильники), лакмусовая бумага.

Реактивы: 6% раствор соляной кислоты; 10% раствор уксусной кислоты; 0,5 н. раствор роданистого калия (49 г KSCN растворяют в воде и доводят водой до 1 л); 0,1 н. раствор желтой кровяной соли (33 г $K_3[Fe(CN)_6]$ растворить в воде и довести водой до 1 л); насыщенный раствор оксалата аммония ; аммиак (конц.) ; магниезиальная смесь (растворяют в воде 100 г

$MgCl_2$, 200 г NH_4Cl , 20 мл концентрированного раствора аммиака и доводят водой до 1 л); 30% раствор гидроксида натрия; 1% раствор сернокислой меди; насыщенный водный раствор пикриновой кислоты; 0,1 н. раствор уксуснокислого свинца (20 г $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 5H_2O$ растворяют в воде и доводят водой до 1 л) ; 3% свежеприготовленный раствор нитропруссиды натрия (3 г

$Na_2[Fe(NO)(CN)_5] \cdot 2H_2O$ растворяют в 97 мл воды; реактив на железо (300 мл воды, 2 г железосинеродистого калия $K_3[Fe(CN)_6]$, 0,5 мл конц. H_2SO_4 , 0,5 г винной кислоты).

В работе используют раствор молибденовокислого аммония (2,5% раствор $(NH_4)_2MoO_4$ в 5 н. растворе H_2SO_4): 25 г молибдата аммония растворить в мерной колбе в 450 мл воды и после растворения объем раствора довести до 500 мл. В мерной колбе на 1 л смешать 139 мл конц. H_2SO_4 (пл. 1,84) с 350 мл воды. По охлаждении туда же влить приготовленный раствор молибдата аммония, перемешать и после охлаждения довести раствор водой до метки.

4. Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности работы с электроприборами и аппаратурой, о чем должна быть соответствующая запись в журнале.

5. Методика и порядок выполнения работы

Работа выполняется бригадами по 3 – 5 человек, исследующими по заданию преподавателя один из образцов трубчатой или паспортной кости, полученной от обвалки говяжьих или свиных отрубов, и один из образцов кератинсодержащего сырья.

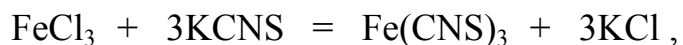
Предварительное обезжиривание и мацерация костной ткани проводится лаборантом. Обезжиренная кость в соотношении 1 : 5 заливается 6% раствором соляной кислоты и выдерживается 7 – 10 суток.

5. 1. Исследование плотной части костной ткани

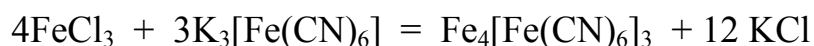
5. 1. 1. Исследование минерального состава костной ткани

В солянокислой вытяжке из кости открывают присутствие ионов железа, кальция, магния и фосфора.

Ион трехвалентного железа открывают или добавлением к небольшой части солянокислого раствора роданистого калия (образование роданистого железа – красное окрашивание) :

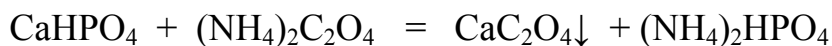


или добавлением раствора желтой кровяной соли (образование железосинеродистой соли окиси железа – синее окрашивание) :

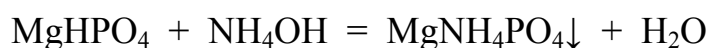


Для открытия ионов кальция, магния и фосфорной кислоты остальную часть солянокислого раствора осторожно нейтрализуют раствором аммиака до появления легкой мути и затем добавляют 10% уксусную кислоту до растворения образовавшейся мути. Отбирают 4 мл

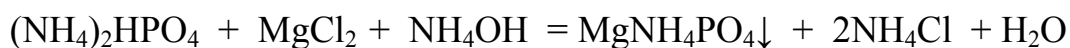
исследуемого раствора в пробирку и добавляют 3 – 4 капли насыщенного раствора оксалата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$:



Образовавшийся осадок щавелевокислого кальция (CaC_2H_4) отфильтровывают и из фильтрата добавлением 3 – 4 капель концентрированного раствора аммиака осаждают магний в виде фосфорноаммонийномагниевого соли $(\text{MgNH}_4\text{PO}_4$ – белый кристаллический осадок) :



Выпавший осадок отфильтровывают и из фильтрата добавлением магниевой смеси осаждают фосфорную кислоту:



Для того, чтобы установить присутствие фосфорной кислоты в последних двух осадках $(\text{MgNH}_4\text{PO}_4)$ их отфильтровывают, слегка промывают водой и растворяют на фильтре в разбавленной азотной кислоте. Азотнокислый раствор нагревают с раствором молибденовокислого аммония:

$$\text{H}_3\text{PO}_4 + 12(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + 21\text{HNO}_3 = (\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3 + 21\text{NH}_4\text{NO}_3 + 12\text{H}_2\text{O}$$

Примечание: необходимо приливать достаточный избыток молибденовокислого аммония.

Кусочек кости осторожно нагревают в тигле – происходит ее обугливание, а при сильном прокаливании в муфельной печи – образование золы.

5. 1. 2. Исследование органической части костной ткани

Органическую часть кости тщательно отмывают холодной водой от кислоты и кипятят в течение одного часа, при этом коллаген кости оссеин переходит в желатин.

Присутствие желатина открывают биуретовой реакцией и реакцией с пикриновой кислотой.

Для проведения биуретовой реакции на обнаружение пептидных связей к 1 – 2 мл исследуемого раствора желатина прибавляют двойной объем 30% раствора гидроксида натрия, хорошо перемешивают и добавляют 2 – 3 капли 1% раствора сульфата меди. Раствор снова тщательно перемешивают и наблюдают развитие красно-фиолетового окрашивания. При малом содержании белка чувствительность реакции можно повысить, насливая на раствор белка в щелочи 1 мл 1% раствора сульфата меди. При стоянии на границе двух слоев появляется фиолетовое кольцо.

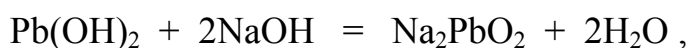
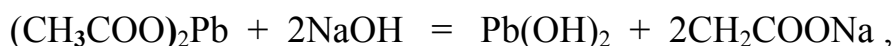
Реакция с пикриновой кислотой основана на ее восстановлении в пикраминовую за счет SH-групп белков, что сопровождается изменением окраски. К 2 мл раствора желатина прибавляют 0,5 г карбоната натрия, добавляют 1 мл насыщенного раствора пикриновой кислоты, перемешивают и нагревают на пламени горелки несколько минут. Желтая окраска раствора постепенно переходит в красную.

5. 2. Исследование кератинов

Образцом для исследования является шерсть с овчин. Качественными реакциями в кератинсодержащем сырье обнаруживают присутствие серы, циклических аминокислот и железа.

5. 2. 1. Реакция на слабосвязанную серу

Известно, что под действием щелочей белки подвергаются частичному гидролизу по пептидным связям, превращаясь в щелочные альбуминаты. Наряду с этим наблюдается отщепление части аминокрупп (реакция дезаминирования) в виде аммиака. При наличии в молекуле белка аминокислот, содержащих серу (цистеина, цистина), от этих аминокислот постепенно отщепляется и сера в виде двухвалентного иона. Его образование можно обнаружить с помощью ионов тяжелых металлов, например, ионов свинца, образующих с ионами серы черный нерастворимый сульфит свинца:





Ион серы, образующийся из сероводорода в сильнощелочной среде, может быть открыт нитропруссидом натрия, являющимся реактивом на ион серы.

Для проведения исследований предварительно проводят щелочной гидролиз: в пробирку помещают примерно 1,5 г шерсти, приливают тройной объем концентрированного раствора щелочи, опускают несколько «кипятильников» и осторожно кипятят смесь, не допуская выброса жидкости. При этом выделяется аммиак, который может быть обнаружен по запаху и по посинению влажной лакмусовой бумажки, поднесенной к отверстию (не касаться стенки!).

Горячую щелочную жидкость делят на две части: с первой проводят пробу с бумажкой, смоченной уксуснокислым свинцом и наблюдают желто-бурое или черное окрашивание. Ко второй добавляют несколько капель свежеприготовленного разбавленного раствора нитропрусида натрия, получая красно-фиолетовое окрашивание.

5. 2. 2. Реакция на наличие циклический аминокислот

Их присутствие обнаруживают ксантопротеиновой реакцией. Это реакция нитрования по радикалам ароматических аминокислот (фенилаланина, тирозина, триптофана) с образованием желтоокрашенных нитросоединений. В щелочной среде за счет появления хромофорной группы происходит изменение желтой окраски на оранжевую.

Для проведения реакции в пробирку помещают 1 – 2 г шерсти, добавляют двойной объем воды и 5 – 6 капель концентрированной азотной кислоты. Осторожно нагревают и наблюдают окрашивание раствора в желтый цвет. Охлаждают смесь и постепенно добавляют к раствору, имеющему кислую реакцию, не взбалтывая, по каплям избыток концентрированного гидроксида аммония или едкого натра до щелочной реакции – жидкость окрашивается в ярко-оранжевый цвет.

5. 2. 3. Определение железа

Около 3 г шерсти кипятят 15 минут в 10 мл воды, содержащей $K_3Fe(CN)_6$, серную и винную кислоты.

Шерсть окрашивается в синий цвет – турнбулева синь.

5. 2. 4. Изменения кератинов под действием высоких температур

При высокотемпературном нагреве происходит обугливание кератинов.

Пучок шерсти вводится в пламя, при этом шерсть не вспыхивает, а обугливается.

6. Содержание отчета и его форма

В содержание отчета о работе должны быть включены следующие разделы: тема, цель, краткое теоретическое обоснование, схема эксперимента, методики подготовки образцов и проведения опытов, результаты наблюдений, выводы.

7. Вопросы для защиты работы

1. Охарактеризуйте морфологическое строение костной ткани.
2. Приведите примерный химический состав костной ткани.
3. Какие белки входят в состав кости?
4. Какими свойствами обладает оссеин?
5. Какие макроэлементы доминируют в плотной части кости?
6. Как обезжиривают и мацерируют (деминерализуют) кость?
7. Ионы каких металлов Вы обнаруживали в солянокислотной вытяжке из обезжиренной кости?
8. Какими качественными реакциями Вы обнаруживали ион трехвалентного железа?
9. В виде каких соединений присутствуют в кости катионы кальция? Как их определяют?
10. Как подтвердить присутствие в кости солей магния?

11. Какая качественная реакция использовалась в работе для обнаружения фосфорной кислоты?

12. Какими реакциями Вы открывали присутствие белков в органической части кости?

13. Охарактеризуйте особенности белкового состава кератинсодержащего сырья.

14. Как обнаруживается в составе кератинов содержание серы?

15. С помощью какой специфической реакции выявляется присутствие в составе кератинов железа?

16. Какие изменения происходят с кератином при высокотемпературном нагреве?

8. Список рекомендуемой литературы

8.1 Основная литература

1. Куликова, В. В. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие для вузов / В. В. Куликова, С. И. Постников, Н. П. Оботурова. – Ставрополь: Бюро новостей, 2012. – 260 с.

2. Мельникова Е. И. , Рудниченко Е. С. , Богданова Е. В. Современные методы исследования свойств сырья и продуктов животного происхождения : Лабораторный практикум: учебное пособие Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014, 95с.

8.2 Дополнительная литература

1. Куликова В.В. Общая технология мясной отрасли : учеб. Пособие / В.В. Куликова, Ю.И. Куликов, Н.П. Оботурова. – Ставрополь : АГРУС Став.гос.аграр.университета, 2013. – 360 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Влияние некоторых технологических факторов на водосвязывающую способность мышечной ткани

1 Цель и содержание

Цель работы: определить эффективность использования фосфатных препаратов в формировании качественных показателей и увеличении выходов мясных продуктов

Содержание работы:

- изучить основные факторы, позволяющие направленно регулировать уровень гидратации белков мышечной ткани и оценить количество связанной влаги в мясном сырье при введении фосфатов.
- исследовать величину рН фосфатных препаратов;
- определить изменение рН гомогената мышечной ткани при введении солей фосфорной кислоты;
- оценить изменение уровня водосвязывающей способности (ВСС) мышечной ткани при использовании разных видов фосфатных препаратов.

2 Теоретическое обоснование

Вода, входящая в состав мышечной ткани, по физико-химическим свойствам неоднородна. Различают четыре формы связанной влаги (в порядке убывания энергии связи): химическую, адсорбционную, осмотическую и капиллярную

Химически связанная вода – это вода гидрата, связанная в ходе химической реакции в виде гидроксильного иона.

Адсорбционная влага удерживается главным образом белками и в меньшей степени углеводами и липидами. Гидратация белковых молекул обусловлена дипольным строением воды и наличием функциональных групп (аминных, карбоксильных, гидроксильных), а также пептидных и других связей в молекуле белков. В результате электростатических сил притяжения

молекулы воды фиксируются у поверхности белка, образуя гидратные слои вокруг активных групп и белковой молекулы в целом. Первый мономолекулярный слой удерживается довольно прочно, а последующие удерживаются слабее и располагаются в виде диффузного облака.

Кроме адсорбционной, связанной считают и воду микрокапилляров радиусом меньше 10^{-5} см.

К свободной воде относят ***влагу макрокапилляров и осмотически связанную влагу***, которая удерживается в мышечной ткани вследствие более высокого осмотического давления, чем в окружающей среде. В неразрушенной ткани оно обусловлено содержанием в мышечных волокнах растворов органических и неорганических веществ, которые избирательно диффундируют через сарколемму. Свободная влага легко отделяется прессованием или центрифугированием. Именно свободную часть влаги используют для своей жизнедеятельности микроорганизмы

Естественно, в зависимости от ВСС сырья и характера технологической обработки мясные продукты могут терять больше или меньше влаги.

ВСС мясных систем главным образом связана с состоянием белковых компонентов.

На характер взаимодействия воды с белком оказывают влияние такие факторы, как: вид и аминокислотный состав белка (наличие заряженных, полярных и свободных пептидных групп); его структура (глобулярная или фибриллярная); характер конформационных изменений (денатурация, коагуляция, агрегирование, комплексообразование)); степень автолитических послеубойных изменений и измельчения мышечной ткани; величина pH, характеризующая уровень ионизации карбоксильных и аминных групп; концентрация и свойства электролитов; температура и др.

Поскольку ВСС белков в основном характеризуется адсорбцией воды при участии гидрофильных остатков аминокислот, уровень ВСС зависит от вида, состава и структуры белков.

Спиралеобразные полипептидные цепи, являющиеся структурными единицами фибриллярных белков содержат значительную часть свободных карбоксильных и аминогрупп боковых цепей, С- и N-концевые группы главных полипептидных цепей, которые наряду с пептидными связями и гидроксильными группами выполняют роль гидрофильных центров, способных удерживать диполи воды.

Полипептидные цепи глобулярных белков в водной среде свертываются таким образом, что гидрофобные участки образуют внутренне ядро глобулы, а ее поверхность создается сеткой пептидных связей и гидрофильных боковых цепей.

Способность белков к взаимодействию с водой определяется величиной заряда на поверхности белковой молекулы. Полярность заряда молекул, в свою очередь, зависит от относительного равновесия ионизации, на которое непосредственно влияет рН среды. В том случае, когда ионизируется равное число отрицательно заряженных карбоксильных и положительно заряженных аминогрупп, молекула белка оказывается электронейтральна. Это состояние известно как изоэлектрическая точка (для мышечных белков она достигается при рН 5,3 – 5,4), при которой гидратация белков минимальна.

При достаточном удалении рН среды от изоэлектрической точки белка гидрофильные центры на поверхности белковой молекулы несут на себе точечные электрические заряды преимущественно одного знака. В результате между ионизированными боковыми цепями возникают электростатические силы отталкивания, а сами ионизированные группы боковых цепей окружаются диффузным облаком из ионов противоположного знака и диполей воды.

Адсорбционная влага располагается не только на поверхности белковых частиц, определенная ее часть проникает внутрь белковой молекулы, вызывая ослабление взаимодействия между полярными группами и увеличение расстояния между молекулярными цепями. Расклинивающее

действие воды усиливается за счет способности диполей воды ассоциировать друг с другом (одна молекула воды ориентирует вокруг себя 4 других молекулы).

Число групп, фиксирующих влагу за счет адсорбции, зависит и от взаимодействия белков друг с другом. Такое взаимодействие происходит, например, в процессе посмертного окоченения в результате образования актомиозинового комплекса и сопровождается блокированием полярных групп и уменьшением адсорбции.

Следует отметить, что кроме реакции среды (pH) на величину ВСС белков мышечной ткани существенное влияние оказывает присутствие и концентрация электролитов. Наличие нейтральных солей, в частности поваренной соли, повышает растворимость миофибриллярных белков, препятствует их комплексообразованию и, следовательно, увеличивает количество прочно связанной влаги.

Влияние фосфатов на ВСС мясного сырья обусловлено их способностью регулировать и контролировать pH среды за счет буферных свойств; повышать ионную силу системы, действуя как полианионы; связывать (секвестрировать) ионы двухвалентных металлов; вызывать диссоциацию актомиозинового комплекса.

При введении фосфатов в составе рассолов или при составлении фарша происходит повышение ионной силы и pH среды, что, в свою очередь, приводит к увеличению водоудерживающей способности белков мышечной ткани.

Ограничение гидратации белков мышечной ткани может быть вызвано наличием между полипептидными цепочками мостиков, образованных катионами кальция, которые блокируют доступ воды к полярным группам белка. Под действием фосфатов, благодаря отрыву и связыванию ионов кальция, происходит разрушение этих мостиков, полипептидные цепи удаляются друг от друга, предоставляя место молекулам воды у полярных групп белков. В результате гидратация мяса повышается.

Специфическое гидратирующее действие фосфатов основано также и на способности некоторых из них (пиро- и триполифосфатов), подобно АТФ, вызывать диссоциацию актомиозинового комплекса. Влагоемкость актина и миозина выше, чем у актомиозина за счет большего количества полярных групп.

Используемые в мясоперерабатывающем производстве фосфаты представляют собой чаще всего натриевые соли ортофосфорной кислоты, пирофосфорной, триполифосфорной и гексаметафосфорной кислот. В зависимости от величины рН 1 % раствора их классифицируют на кислые, нейтральные и щелочные.

Кислые соли (рН ниже 5,8) отрицательно влияют на гидратацию мышечных белков из-за снижения рН мясной системы и приближения ее к изоэлектрической точке. Их используют для размягчения и набухания соединительнотканых белков, например свиной шкурки. Кислые фосфаты улучшают протекание реакций цветообразования.

Нейтральные – недостаточно эффективны для повышения ВСС, но обладают выраженным антиокислительным эффектом.

Щелочные фосфаты не только повышают ВСС, но и эмульгирующую способность белков мышечной ткани, однако могут вызвать мыльный привкус, ухудшить цветовые характеристики продукта и создавать благоприятные условия для развития нежелательной микрофлоры.

В этой связи на практике отдают предпочтение применению смесей из кислых, нейтральных и щелочных фосфатов, которые, улучшая функциональные свойства мяса, не повышают рН готового продукта выше 6,5 и не изменяют его органолептические свойства.

3 Аппаратура и материалы

Аппаратура: мясорубка бытовая, весы лабораторные ВМК 153, рН-метр CHECKER-1, аналитические весы серии ЛВ 120-А, анализатор влажности МХ-50, планиметр.

Материалы: ножи, ложки, тарелки, разделочная доска, химические стаканы вместимостью 50 см³, мерный цилиндр на 100 см³, бумажные фильтры по ГОСТ 12026-76, воронки стеклянные, пипетки на 10 мл, стеклянные пластинки, вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72, лабораторная посуда стеклянная по ГОСТ 23932-90.

4 Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности работы в химических лабораториях, с электроприборами и аппаратурой, о чем должна быть соответствующая запись в журнале.

5 Организация работы

Работа выполняется группами по 3 – 4 человека. В качестве объектов исследования студентам выдаются для приготовления мясных фаршей охлажденная жилованная говядина со сроком автолиза более 72 часов и образцы фосфатных препаратов (Биофис-90, Абастол, Карнал, Пуромикс, Олбрайт, Полифан или др.).

На первом этапе определяют величину рН мясного сырья и 1 % растворов исследуемых фосфатов.

Затем дополнительно отжилованное мясо дважды измельчают на мясорубке и готовят контрольный образец фарша, добавляя 15 % воды, в которой предварительно растворяют поваренную соль из расчета 2 % к массе сырья. При составлении фарша опытных образцов с солевым раствором вносят один из исследуемых фосфатных препаратов в количестве 0,3 % к массе сырья. После тщательного вымешивания фарши выдерживают не менее 30 минут а затем отбирают пробы для определения в трехкратной повторности величины рН, содержания влаги и водосвязывающей способности.

5.1 Исследование величины рН фосфатных препаратов, мясного сырья и фаршей

Определение величины рН проводят потенциометрическим методом.

Для приготовления 1 % раствора навеску фосфатного препарата массой 1,0 г, взятую на часовом стекле, количественно переносят в мерную колбу на 100 мл, растворяют, добавляя дистиллированную воду, тщательно перемешивают и доводят водой до метки. Через 10 – 15 минут раствор фосфата фильтруют через бумажный фильтр и определяют величину рН.

Величину рН гомогената мышечной ткани и мясного фарша определяют в водной вытяжке, приготовленной 1 : 10. Для чего навеску исследуемого образца массой $10,0 \pm 0,02$ г помещают в химический стакан на 100 мл и экстрагируют дистиллированной водой в течение 30 минут при периодическом перемешивании стеклянной палочкой. Полученный экстракт фильтруют через складчатый бумажный фильтр и используют для определения рН.

5.2 Определение содержания влаги

Определение этого показателя необходимо для проведения расчетов показателя ВСС в процентах к общей влаге.

Для проведения анализа в бюкс помещают песок в количестве, примерно в 2 – 3 раза превышающем навеску продукта, стеклянную палочку длиной не больше диаметра бюкса, чтобы она не мешала закрыть бюкс крышкой) и высушивают в сушильном шкафу при температуре 150 ± 2 °С в течение 30 минут. Затем бюкс закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают.

Далее в бюкс с песком вносят навеску продукта 3 г, взвешивают повторно, тщательно перемешивают с песком стеклянной палочкой и высушивают в сушильном шкафу в открытом бюксе при температуре 150 ± 2 °С в течение 1 часа. Затем бюкс закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают. Взвешивание проводят на весах с погрешностью не более 0,0002 г.

Массовую долю влаги рассчитывают по формуле:

$$x_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \times 100\%$$

где x – содержание влаги, %; m_1 – масса бюксы с навеской до высушивания, г; m_2 – масса бюксы с навеской после высушивания, г; m_0 – масса навески, г.

Результаты исследования вносят в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Определение содержания влаги

Исследуемый образец	Масса бюксы, г	Масса бюксы с навеской, г	Масса навески, г	Масса бюксы с навеской после высушивания, г	Содержание влаги, %

5.3 Определение водосвязывающей способности

Определение ВСС проводят методом Р. Грау и Р. Хамма в модификации В.Воловинской и Б. Кельман, основанном на расчете количества воды, выделяемой из мяса при прессовании.

Навеску мясного фарша массой точно 0,3 г взвешивают на торзионных весах на кружочке из полиэтилена диаметром 15 – 20 мм (диаметр кружка должен быть равен диаметру чаши весов), после чего ее переносят на беззольный фильтр, помещенный на стеклянную или плексигласовую пластинку так, чтобы навеска оказалась под кружком.

Навеску накрывают такой же пластинкой, устанавливают на нее груз массой 1 кг и выдерживают в течение 10 минут. После этого фильтр с навеской освобождают от груза и нижней пластинки, а затем карандашом очерчивают контур мяса.

Внешний контур выпрессованной влаги проявляется при подсыхании фильтровальной бумаги на воздухе. Площади пятен, образованных мясом и отделившейся влагой, измеряют планиметром. При его отсутствии можно для определения площади воспользоваться миллиметровой бумагой.

Размер влажного пятна вычисляют по разности между общей площадью пятна и площадью пятна, образованного мясом.

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

Массовую долю связанной влаги в % к массе навески или в % к общей влаге вычисляют по формулам:

$$x_1 = \frac{A - 8,4B}{m} \times 100\%, \quad x_2 = \frac{A - 8,4B}{A} \times 100\%,$$

где x_1 – содержание связанной влаги, % к навеске; A – общее содержание влаги в навеске, мг; B – площадь влажного пятна, см²; m – масса навески мяса, мг; x_2 – содержание связанной влаги, % к общей влаге.

Таблица 3.2 – Влияние фосфатов на изменение величины pH и ВСС мясного фарша

Исследуемый образец	Марка фосфата	pH фарша	ВСС, %	
			к навеске	к общей влаге

6 Содержание отчета и его форма

В содержание отчета о работе должны быть включены следующие разделы: тема, краткое теоретическое обоснование, цель, методики проведения опытов, результаты исследования величины pH, общего содержания влаги и водосвязывающей способности контрольного и опытных образцов, выводы.

Результаты работы оформляются в виде таблиц и текста.

7 Вопросы для защиты работы

1. Что понимают под водосвязывающей способностью мяса?
2. Охарактеризуйте основные формы связи влаги в мясном сырье.
3. Перечислите факторы, оказывающие влияние на прочность связывания воды белком.

5. Отличаются ли по способности связывать воду саркоплазматические и миофибриллярные белки?

4. Как сказывается изменение величины рН мясного фарша на уровень прочно связанной влаги?

5. На чем основано специфическое гидратирующее действие на мышечные белки пищевых фосфатов?

6. Какие виды фосфатных препаратов, используемых в мясоперерабатывающем производстве, наиболее эффективны для повышения водосвязывающей способности и выходов готовой продукции?

8. Список рекомендуемой литературы

8.1 Основная литература

1. Куликова, В. В. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие для вузов / В. В. Куликова, С. И. Постников, Н. П. Оботурова. – Ставрополь: Бюро новостей, 2012. – 260 с.

8.2 Дополнительная литература

1. Нечаев А.П. Пищевая химия / [А. П. Нечаев и др.] ; под общ. ред. А. П. Нечаева. – - Санкт-Петербург : ГИОРД . - 2012. – 672 с.

2. Винникова, Л. Г. Технология мяса и мясных продуктов: учеб пособие / Л. Г. Винникова. – Киев : Фирма «ИНКОС», 2006. – 600 с.

3. Жаринов, А. И. Основы современных технологий переработки мяса. Краткий курс. Ч. 1. Эмульгированные и грубоизмельченные продукты / А. И. Жаринов, О. Н. Кузнецова, Н. А. Черкашина. – М. : ИТАР-ТАСС, 1994. – 153 с.

4. Жаринов, А. И. Основы современных технологий переработки мяса. Краткий курс. Ч. 2. Цельномышечные и реструктурированные продукты / А. И. Жаринов, О. Н. Кузнецова, Н. А. Черкашина. – М. : ИТАР-ТАСС, 1997. – 189 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПОСОЛА МЯСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ

1 Цель и содержание

Цель работы: определить эффективность использования специальных препаратов ферментов при посоле мясного сырья в формировании качественных показателей и увеличении выходов мясных продуктов.

Содержание работы:

- изучить влияние обработки мяса разными ферментными препаратами протеолитического действия на органолептические характеристики и выход готовых изделий после тепловой обработки;
- дать сравнительную оценку эффективности используемых в работе ферментных препаратов;
- оценить влияние разных способов ферментативной обработки (погружением, сухой обсыпкой, инъектированием) на изменение сенсорных показателей, водоудерживающую способность и потери массы при тепловой обработке исследуемых образцов мяса.

2 Теоретическое обоснование

В основе созревания мяса лежит совокупность автолитических превращений его основных компонентов, результатом которых является формирование нежной консистенции, сочности, специфического аромата и вкуса. Указанные изменения наступают под воздействием гидролитических ферментов и других физико-химических факторов.

Для интенсификации процессов созревания, повышения нежности и уровня водосвязывающей способности сырья, содержащего грубые мышечные волокна, значительное количество соединительной ткани, имеющей жесткую консистенцию, в практике мясного производства используют физические, химические и биохимические способы. Одним из

наиболее перспективных методов является использование протеолитических ферментов, которые могут обеспечить аналогичное автолитическому эффекту преобразование белковых структур. Процессы созревания мяса под воздействием искусственной ферментации протекают в 3 – 5 раз интенсивнее. Воздействие протеолитическими ферментными препаратами на мясо перед кулинарной обработкой позволяет повысить его сортность, способствует более полной усвояемости расщепленных белков в желудочно-кишечном тракте.

Ферментные препараты обладают определенной специфичностью воздействия на такие белки мяса, как миозин, коллаген и эластин. Интенсивность и глубина превращений белковых структур зависит от вида используемого сырья и препарата, его дозировки, температуры и pH среды, наличия солей, продолжительности воздействия, концентрации и способа внесения фермента.

Используемые в мясоперерабатывающем производстве ферментные препараты можно разделить на три группы: животного, растительного и микробного происхождения.

Ферменты животного происхождения вырабатываются из эндокринно-ферментного сырья: поджелудочной железы (панкреатин, трипсин и химотрипсин) и слизистой оболочки желудка (пепсин). За исключением панкреатина, эти ферменты малоэффективны к процессу мягчения мяса в виду их низкого температурного оптимума и неспособности к гидролизу коллагена и эластина. По данным некоторых авторов смесь этих ферментов может в значительной мере интенсифицировать процесс созревания мяса.

Для обработки мышечной ткани широко используются ферменты растительного происхождения – папаин, фицин, бромелаин и др.

Папаин выделяется из млечного сока плодов дынного дерева. В процессе тепловой обработки мяса папаин воздействует на все белковые компоненты мышечной ткани. При 60 °С он хорошо гидролизует не только мышечные белки, но также коллаген и эластин. Эффективная деструкция

коллагена этим ферментом возможна лишь на денатурированном субстрате. Эластин же активно гидролизуетсѧ папаином в нативном состоянии.

Бромелаин – протеиназа из плодов ананаса. По способности гидролизовать белки мяса фермент оценивают на том же уровне, что и папаин. Бромелаин не способен гидролизовать нативный коллаген и эластин, однако проявляет высокую коллагеназную и эластазную активность на денатурированных субстратах.

Фицин – фермент, получаемый из сока стеблей и листьев плодового дерева инжира. Оптимум действия при рН 7,0 и температуре 60 – 65 °С. Фицин хорошо гидролизует денатурированный коллаген и нативный эластин.

Наряду с неограниченностью сырьевой базы, микробные протеиназы способны к более глубокой деструкции белков, в т. ч. многих фибриллярных, а также обладают широким спектром действия на различные субстраты. Активными продуцентами протеиназ являются бактерии рода *Bacillus*, плесневые грибы *Mucor*, *Aspergillus*, а также актиномицеты. В мясной промышленности используют такие ферментные препараты микробного происхождения, как протосубтилин, протомезентерин, протофрадин, коллагеназа и др.

Все микробные ферменты хорошо гидролизуют белки мышечных волокон и большинство из них слабо воздействуют на коллаген и эластин соединительной ткани мяса.

В настоящее время в технологической практике используются следующие способы обработки мяса протеолитическими ферментами:

- введение раствора ферментного препарата через кровеносную систему путем инъектирования в организм животного при жизни. Однако, несмотря на равномерное его распределение и хороший размягчающий эффект, могут возникать анафилактические шоки и нарушение нормальной функции организма;

- обработка поверхности мышц путем разбрызгивания раствора фермента или нанесение в виде порошка. Способ имеет ограниченное

применение из-за неравномерности качественных преобразований белковых структур;

- погружение мяса в растворы ферментов. Простое погружение мяса в ферментный раствор малоэффективно, поскольку наибольшим изменениям подвергается лишь поверхность мяса, а в глубоких слоях изменения минимальны. Этот метод эффективен лишь при сочетании с предварительным механическим рыхлением, а также с процессом массирования;

- внутримышечное шприцевание. Наилучшие результаты обеспечивает введение раствора фермента в мышечную ткань многократными уколами. Эффективно также инъектирование ферментных препаратов в мясо под сверхвысоким давлением ($200 \cdot 10^5$ Па) безыгольным способом.

3 Аппаратура и материалы

Аппаратура: Весы лабораторные ВМК 153, электропечь лабораторная СНОЛ 10/10-В, анализатор влажности RADWAG WPS 50SX, центрифуга лабораторная ЦРС-8.

Материалы и реактивы: ножи, вилки, разделочные доски, сковороды, эксикатор, емкости для созревания мяса, ступка, медицинские шприцы, химические стаканы вместимостью 500 и 50 см³, фильтры по ГОСТ 12026-76, воронки стеклянные, вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72, пищевая поваренная соль, набор ферментов (пепсин, трипсин, протосубтилин Г10х, мегатерин, коллагеназа и др).

4 Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности в лабораториях, с электроприборами и аппаратурой, о чем должна быть соответствующая запись в журнале.

5 Методика и порядок выполнения работы

Работу проводится несколькими группами студентов. Каждая группа студентов (3 – 4 человека) исследует один из предложенных ферментов по приведенной ниже схеме (рис.4.1).

Ферментную обработку контрольных и опытных образцов проводят при комнатной температуре с выдержкой в течение 40 – 60 мин следующими способами: погружением в раствор фермента, сухой обсыпкой, инъектированием.

В качестве традиционного компонента для посола используют поваренную соль в сухом виде или в виде 2 % раствора.

В зависимости от способа обработки ферментные препараты применяют в виде растворов с соответствующей рекомендуемой дозировкой массовой долей 0,1 % или в виде порошка.

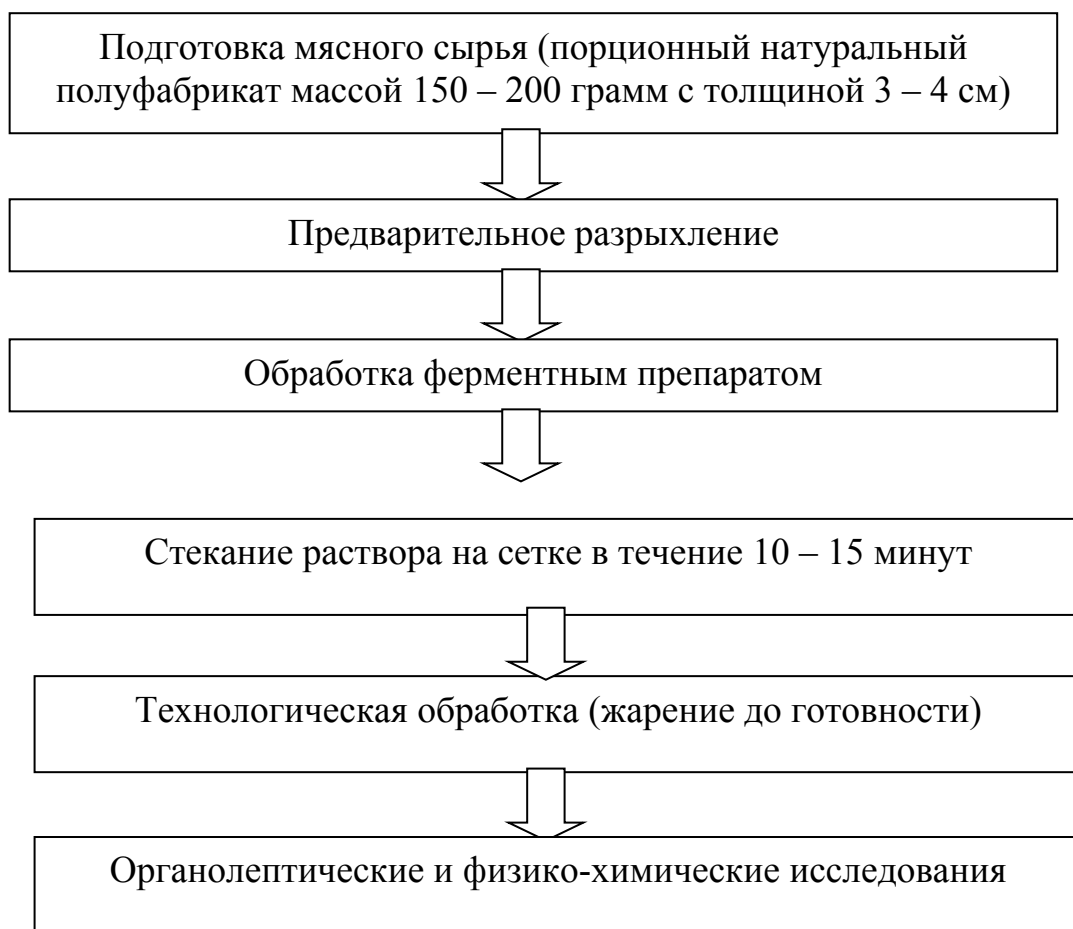


Рисунок 4.1 – Схема эксперимента

Мокрый посол мяса (соответственно ферментную обработку методом погружения) осуществляют в стаканах, для чего в них разливают из расчета примерно 40% к массе полуфабриката предварительно подготовленный рассол для посола контрольного образца и рассол с ферментным препаратом.

Для инъектирования контрольного и опытного образцов применяют медицинские шприцы. Количество вводимого рассола 5 – 10 % к массе сырья.

Обработку методом сухой обсыпки проводят, натирая поверхность образцов солью или посолочной смесью с ферментным препаратом.

От образцов исследуемых полуфабрикатов после проведения посола и стекания избытка рассола на сетке отбирают пробы для определения влагоудерживающей способности и содержания влаги, после чего образцы взвешивают и подвергают тепловой обработке, соблюдая одинаковые условия жаренья. После термообработки мясо охлаждают, обсушивают фильтровальной бумагой, взвешивают, определяют потери массы и проводят органолептическую оценку.

5.1 Определение массовой доли влаги

В предварительно высушенную до постоянной массы пустую или со стеклянной палочкой бюксу помещают пробу массой 3 - 5 г, взятую с точностью до 0,0002 г, и сушат в сушильном шкафу при температуре 103 – 105 °С. Через 1- 3 часа высушивания проводят первое взвешивание, каждое повторное взвешивание – через 30 – 60 мин. Перед взвешиванием бюксу охлаждают в эксикаторе в течение 20 – 25 минут. Высушивание продолжают до постоянной массы, пока разница между двумя взвешиваниями после повторного высушивания не достигнет 0,001 – 0,005 г.

Содержание влаги рассчитывают по формуле:

$$x_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \times 100\%$$

где x – содержание влаги, %; m_1 – масса бюксы с навеской до высушивания, г; m_2 – масса бюксы с навеской после высушивания, г; m_0 – масса навески, г.

Результаты исследования вносят в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Определение содержания влаги

Исследуемый образец	Масса бюксы, г	Масса бюксы с навеской, г	Масса навески, г	Масса бюксы с навеской после высушивания, г	Содержание влаги, %

5.2 Определение водоудерживающей способности методом центрифугирования

Метод основан на том, что из исследуемого объекта, находящегося в фиксированном положении, за счет центробежной силы выделяется жидкая фаза, количество которой зависит от степени взаимодействия влаги с «каркасной» фазой объекта.

Для определения водоудерживающей способности берут навески массой 4,00 г исследуемых образцов мяса, помещают их в пластмассовые центрифужные пробирки с перфорированными вкладышами, укрепленными таким образом, чтобы был обеспечен зазор для стекания жидкости. Пробы уравнивают и центрифугируют в течение 20 минут при частоте вращения 100 с⁻¹. По окончании центрифугирования образцы извлекают, обсушивают салфеткой и взвешивают. К массе пробы после центрифугирования прибавляют массу веществ, содержащихся в отделенной центрифугированием жидкости, которую определяют высушиванием при 105 °С до постоянной массы.

Для расчета количества связанной влаги необходимо располагать данными об общем содержании влаги в исследуемом образце.

Количество удерживаемой влаги (ВУС,%) рассчитывают по формуле:

$$\text{ВУС} = (m_1 + m_3 - m_2) \cdot 100 / m_0 ,$$

где m_1 – масса образца после центрифугирования, г; m_2 – масса сухого остатка в навеске, г; m_3 – масса сухого остатка выделившейся жидкости, г; m_0 – масса навески до центрифугирования.

Полученные результаты приводят а таблице 4.2

Таблица 4. 2 – Водоудерживающая способность исследуемых образцов

Образцы	Масса навески до центрифугирования, г	Масса образца после центрифугирования, г	Масса сухого остатка в навеске, г	Масса сухого остатка выделившейся жидкости, г	ВУС, %

5.3 Определение потерь массы при тепловой обработки

Потери массы при тепловой обработки определяют на основании результатов взвешивания образца до жарения и после жарения (в остывшем виде). Потери массы выражают в процентах к массе образца до жарения.

Таблица 4.3 – Потери массы при тепловой обработке полуфабрикатов

Образцы	Масса полуфабрикатов,г		Потери массы	
	до жаренья	после жаренья	г	%

5.4 Органолептическая оценка готовых продуктов

Органолептическую оценку по пятибалльной шкале проводят по следующим показателям: внешний вид, аромат, цвет, вкус, консистенция, сочность.

Особое внимание при проведении дегустации обращают на такие показатели, как консистенция, сочность, вкус и аромат.

Результаты сенсорной оценки контрольных и ферментированных образцов мяса после тепловой обработки заносят в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 – Органолептическая оценка готовых изделий (балл)

Исследуемый образец	Внешний вид	Цвет	Аромат	Вкус	Сочность	Консистенция	Общая оценка качества

6 Содержание отчета и его форма

Отчет по работе должен содержать наименование работы, ее цель и содержание, краткое изложение теоретической части, порядок проведения работы, результаты и выводы.

7 Вопросы для защиты работы

1. Цель, сущность процесса посола мясного сырья.
2. Какие методы интенсификации процесса посола Вы знаете?
3. Какова роль протеолитических ферментов в процессе созревания мяса?
4. Охарактеризуйте ферменты растительного происхождения и специфику их действия на белковые компоненты мясного сырья.
6. Ферменты животного происхождения, их роль в процессе тендеризации мяса.
7. Какие виды ферментных препаратов микробиального происхождения используют в мясоперерабатывающем производстве?
8. Какие технологические параметры должны строго контролироваться при ферментации?
9. На изменении каких органолептических показателей готовой продукции оказывает влияние обработка мяса ферментными препаратами при посоле?
10. Как сказывается искусственная ферментация на водоудерживающей способности и величине потерь мяса при тепловой обработке?

8. Список рекомендуемой литературы

8.1 Основная литература

1. Куликова, В. В. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие для вузов / В. В. Куликова, С. И. Постников, Н. П. Оботурова. – Ставрополь: Бюро новостей, 2012. – 260 с.

8.2 Дополнительная литература

1. Антипова, Л. В. Прикладная биотехнология УИРС для специальности 270900: учеб. для вузов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, А. И. Жаринов. – Воронеж : Воронеж. гос. технол. акад., 2004, – 571 с.
2. Журавская, Н. К. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов: учеб. для вузов / Н. К. Журавская, Л. Т. Алехина, Л. М. Отряшенкова. – М. : Агропромиздат, 1985, – 296 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СВЕЖЕСТИ МЯСА

1. Цель и содержание

Цель работы: дать оценку свежести образцов разных видов мясного сырья, хранившегося в охлажденном или замороженном состоянии.

Содержание работы:

- определить степень свежести мяса органолептическими методами;
- исследовать свежесть мяса с привлечением методов химического анализа;
- сравнить полученные результаты с требованиями нормативной документации и сделать заключение о степени свежести исследуемых образцов.

2. Теоретическое обоснование

Характер и интенсивность изменений качества мяса при хранении зависят от условий и режимных параметров холодильной обработки, а также от состава, состояния поверхности (корочка подсыхания, порезы), величины pH и начальной микробиологической обсемененности сырья, поступающего на хранение. Вследствие высокого содержания влаги и белков мясо является благоприятной средой для развития микроорганизмов, вызывающих его гнилостную порчу. Она начинается с поверхности мяса под действием

плесеней, способных развиваться при кислых значениях pH. Накапливающиеся при этом органические основания создают условия для проявления активности гнилостных аэробов, а затем и анаэробов, проникающих вглубь по прослойкам соединительной ткани, особенно около суставов, костей и крупных кровеносных сосудов.

Величину гнилостного разложения мяса принято характеризовать степенью его свежести. При гнилостном разложении мяса происходят изменения в белковой фракции продукта. Общее направление распада белков под действием ферментов микроорганизмов и последующего дезаминирования и декарбоксилирования аминокислот, сопровождающихся образованием аммиака, оксида углерода и сероводорода, накоплением в мясе различных органических веществ.

Следует отметить, что накапливающийся в ходе гниения сероводород взаимодействует с гемовыми пигментами и образует при этом сульфид- или холемиоглобин, придающие поверхности мяса зеленоватую окраску.

Органические фосфорные соединения мышечной ткани под воздействием анаэробной микрофлоры разлагаются с образованием фосфористого водорода, обладающего неприятным запахом.

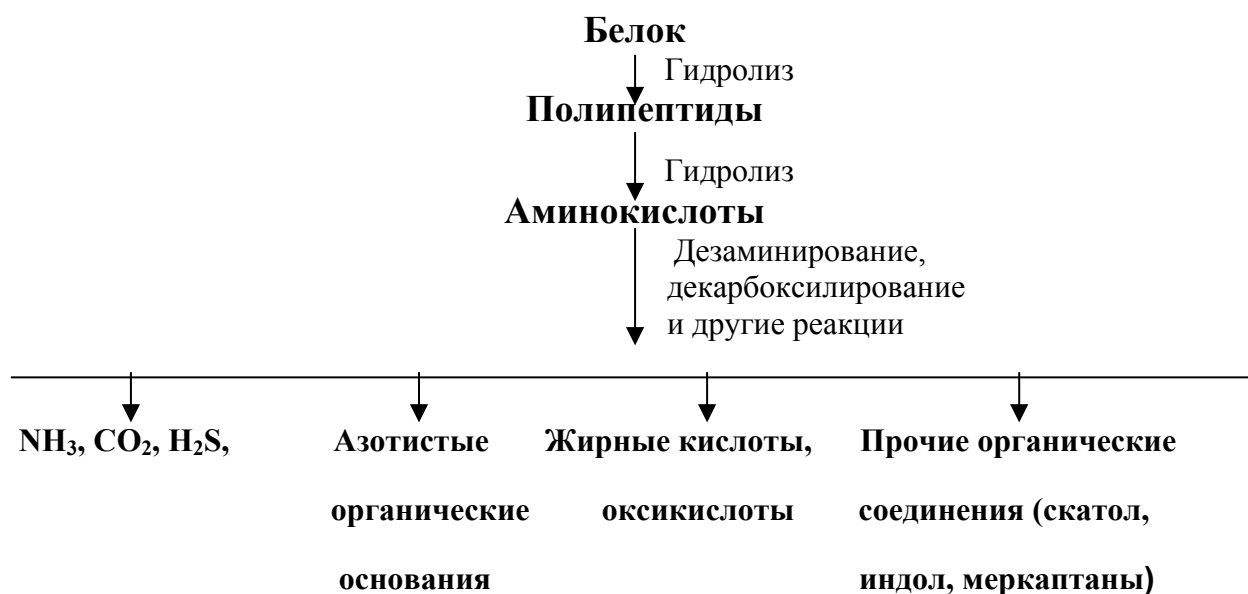


Рисунок 5.1 – Схема изменения белковой фракции продукта

Следует отметить, что накапливающийся в ходе гниения сероводород взаимодействует с гемовыми пигментами и образует при этом сульфид- или холемиоглобин, придающие поверхности мяса зеленоватую окраску.

Органические фосфорные соединения мышечной ткани под воздействием анаэробной микрофлоры разлагаются с образованием фосфористого водорода, обладающего неприятным запахом.

На состоянии липидной фракции продукта сказывается проявление активности липаз и липооксидаз микробного происхождения, способствующих протеканию гидролитических и окислительных процессов с накоплением свободных жирных кислот, перекисей и гидроперекисей, а затем и вторичных продуктов окисления – альдегидов, кетонов, оксикислот и др.

Распад белков, полипептидов, аминокислот и других компонентов под воздействием гнилостной микрофлоры сопровождается понижением биологической ценности мяса, значительным ухудшением органолептических показателей; при этом не исключена возможность образования ядовитых веществ, а также накопления в мясе токсинов, выделяемых некоторыми микроорганизмами. Указанные обстоятельства обуславливают опасность использования в пищу мяса и мясопродуктов, подвергнутых микробиальной порче.

На практике заключение о степени свежести мяса основывается на результатах определения органолептических показателей и данных химических и микробиологических исследований.

3. Аппаратура и материалы

Аппаратура: Весы лабораторные ВМК 153, мясорубка бытовая, баня водяная для выпаривания GFL 1042.

Материалы: ножницы, ножи, стекло часовое, цилиндры мерные на 25 мл, колбы конические на 100 мл, стаканы стеклянные лабораторные,

пробирки стеклянные, пипетки на 2 мл, воронки стеклянные, палочки стеклянные, вата, бумага фильтровальная.

Реактивы: 5 % раствор сернокислой меди; 0,2 % спиртовой раствор бензидина; 1 % раствор перекиси водорода.

4. Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности работы с электроприборами, о чем должна быть соответствующая запись в журнале.

5. Методика и порядок выполнения работы

Работа выполняется группами по 3 – 4 человека. В качестве объектов исследования группе выдаются образцы говядины, свинины, баранины массой 200 г, отобранные у зареза против 4-го и 5-го шейных позвонков, из мышц в области лопатки и из толщи мышц бедра; целые куски массой не менее 200 г блочного мяса; тушки птицы разной степени свежести.

Исследования проводятся в два этапа. На первом этапе изучаются органолептические характеристики мяса, на втором – проводят химический эксперимент на наличие первичных продуктов распада белка в бульоне, а для мяса птицы реакцию на пероксидазу с бензидином.

5.1. Определение степени свежести мяса органолептическими методами

Признаки порчи мяса, как правило, могут быть установлены по изменению органолептических показателей: внешнего вида мяса, цвета, консистенции, запаха, состояния жира, сухожилий, прозрачности и аромата бульона.

Внешний вид и цвет поверхности определяют внешним осмотром при естественном освещении. Регистрируют наличие или отсутствие корочки подсыхания, обращают внимание на наличие сгустков крови, загрязненности, плесени и личинок мух.

Вид и цвет мышц на разрезе оценивают в глубинных слоях мышечной ткани на свежем разрезе мяса. При этом устанавливают наличие липкости путем ощупывания и увлажненность поверхности мяса на разрезе, прикладывая к разрезу фильтровальную бумагу.

Определение консистенции: на свежем разрезе образца легким надавливанием образуют ямку, а затем следят за ее выравниванием.

Определение запаха. Вначале устанавливают запах поверхностного слоя образца, а затем чистым ножом делают разрез и сразу определяют запах в глубинных слоях мышечной ткани, особенно у прилегающей к кости.

Состояние жира оценивают по цвету, запаху и консистенции жировой ткани.

Состояние сухожилий оценивают ощупыванием, проверяя их упругость, плотность и состояние суставных поверхностей.

Определение прозрачности и аромата бульона. Для подготовки бульона исследуемый образец мяса измельчают на мясорубке, 20 г полученного фарша взвешивают на лабораторных весах с погрешностью не более 0,2 г, помещают в коническую колбу на 100 мл, заливают 60 мл дистиллированной воды, тщательно перемешивают, закрывают часовым стеклом и ставят на кипящую водяную баню на 10 минут.

Запах мясного бульона определяют в процессе нагревания до 80 – 85 °С в момент появления паров, выходящих из приоткрытой колбы.

Для определения прозрачности 20 мл бульона наливают в мерный цилиндр на 25 мл и устанавливают степень прозрачности визуально на светлом фоне.

По результатам испытаний делают заключение о свежести мяса в соответствии с характерными признаками, указанными в таблицах 5.1– 5.2.

Таблица 5.1 - Показатели свежести мяса убойных животных

Показатель	Характеристика мяса		
	Свежего	сомнительной	Несвежего

		свежести	
Внешний вид и цвет поверхности	имеет корочку подсыхания бледно-розового или бледно-красного цвета; у размороженных туш красного цвета, жир мягкий, частично окрашен в ярко-красный цвет	местами увлажнена, слегка липкая, потемневшая	сильно подсыхшая, покрытая слизью серовато-коричневого цвета или плесенью
Мышцы на разрезе	слегка влажные, не оставляют влажного пятна на фильтровальной бумаге; цвет, свойственный данному виду мяса: для говядины - от светло-красного до темно-красного; для свинины - от светло-розового до красного; для баранины - от красного до красно-вишневого	влажные, оставляют влажное пятно на фильтровальной бумаге, слегка липкие, темно-красного цвета; с поверхности разреза размороженного мяса стекает слегка мутноватый мясной сок	влажные, оставляют влажное пятно на фильтровальной бумаге, липкие, красно –коричневого цвета; с поверхности разреза размороженного мяса стекает мутный мясной сок
Консистенция	На разрезе мясо плотное, упругое; образующаяся при надавливании пальцем ямка быстро выравнивается	на разрезе мясо менее плотное и упругое; образующаяся при надавливании пальцем ямка выравнивается медленно (в течение 1 минуты); жир мягкий, у размороженного мяса слегка рыхлый	На разрезе мясо дряблое; образующаяся при надавливании пальцем ямка не выравнивается; жир мягкий, у размороженного мяса рыхлый, осалившийся
Запах	специфический, свойственный каждому виду свежего мяса	слегка кисловатый или с оттенком затхлости	кислый, или затхлый, или слабогнилостный
Состояние жира	говяжий жир имеет белый, желтоватый или желтый цвет, консистенция твердая, при раздавливании крошится; свиной имеет белый или бледно-розовый цвет, мягкий, эластичный; бараний имеет бе-	имеет серовато-матовый оттенок, слегка липнет к пальцам, может иметь легкий запах осаливания	имеет серовато-матовый оттенок, при раздавливании мажется; свиной жир может быть покрыт небольшим количеством плесени; запах прогорклый

	лый цвет, консистенция плотная; жир не должен иметь запаха осаливания или прогоркания		
Состояние сухожилий	упругие, плотные, поверхность суставов гладкая, блестящая; у размороженного мяса мягкие, рыхлые, окрашены в ярко-красный цвет	менее плотные, матово-белого цвета, суставные поверхности слегка покрыты слизью	размягчены, сероватого цвета, суставные поверхности покрыты слизью
Прозрачность и запах бульона	прозрачный, ароматный	прозрачный или мутный, с запахом, не свойственным свежему бульону	мутный, с большим количеством хлопьев, с резким неприятным запахом

Таблица 5.2 - Показатели свежести мяса потрошеной птицы

Показатель	Характеристика тушек птицы		
	Свежих	сомнительной свежести	Несвежих
Внешний вид и цвет:			
Поверхности тушки	сухая, беловато-желтого цвета, с розоватым оттенком	местами влажная, липкая под крыльями, в пахах и складках кожи, беловато-желтого цвета с серым оттенком	покрыта слизью, особенно под крыльями, в паху и в складках кожи; беловато-желтого цвета с серым оттенком, местами с темными или зеленоватыми пятнами
Подкожной внутренней жировой ткани	бледно-желтого или желтого цвета	бледно-желтого или желтого цвета	подкожная –бледно-желтого цвета, а внутренняя – желтовато-белого цвета с серым оттенком
Серозной оболочки брюшной полости	влажная, блестящая, без слизи и плесени	без блеска, липкая, возможны следы слизи и плесени	покрыта слизью, возможно наличие плесени
Мышцы на разрезе	слегка влажные, не оставляют влажного пятна на фильтровальной бумаге, бледно-	влажные, оставляют пятно на фильтровальной бумаге, слегка липкие, более темного цвета, чем у	влажные, оставляют пятно на фильтровальной бумаге, липкие, более темного

	розового цвета, красные у уток и гусей	свежих	цвета с коричневым оттенком
Консистенция	мышцы плотные, упругие, при надавливании пальцем образующаяся ямка быстро выравнивается	мышцы менее плотные и упругие, ямка от надавливания пальцем выравнивается медленно (в течение 1 минуты)	мышцы дряблые, ямка от надавливания пальцем не выравнивается
Запах	специфический, свойственный свежему мясу	затхлый в грудобрюшной полости	гнилостный, наиболее выражен в грудобрюшной полости
Прозрачность и запах бульона	прозрачный, ароматный	прозрачный или мутноватый, с легким неприятным запахом	мутный, с большим количеством хлопьев, с резким неприятным запахом

5.2. Определение свежести мяса химическими методами

В соответствии с характером изменений белков и аминокислот при проведении химических исследований свежести мяса промышленных животных определяют содержание летучих жирных кислот (ЛЖК) и наличие продуктов первичного распада белков в бульоне.

Для мяса птицы наряду с показателями, характеризующими изменение белков, оценивают степень гидролиза и окисления жира. В соответствии с этим определяют количество ЛЖК, аммиака и солей аммония, проводят реакцию на пероксидазу с бензидином, оценивают величины кислотного и перекисного чисел жировой ткани.

В данной лабораторной работе предусмотрено выявление в исследуемых образцах наличия первичных продуктов распада белка в бульоне и проведение реакции на пероксидазу для мяса птицы.

5.2.1. Определение продуктов первичного распада белка в бульоне

Принцип метода. Метод определения продуктов первичного распада белка в бульоне основан на коагуляции белков при нагревании и образовании в обезбелоченном фильтрате нерастворимых комплексов сульфата меди с пептидами.

Порядок проведения анализа. Бульон после органолептической оценки на прозрачность фильтруют в горячем виде через плотный ватный фильтр толщиной не менее 0,5 см в пробирку, помещенную в стакан с холодной водой.

В чистую пробирку отбирают пипеткой 2 мл фильтрата и добавляют 3 капли 5 % раствора сернокислой меди, содержимое встряхивают 2 – 3 раза, ставят в штатив и через 5 минут отмечают результат реакции.

Мясо считают свежим, если при добавлении раствора сернокислой меди бульон остается прозрачным.

Мясо сомнительной свежести при проведении биуретовой реакции дает помутнение бульона, а в бульоне от размороженного мяса – интенсивное помутнение с образованием хлопьев.

Если при добавлении раствора сернокислой меди наблюдается образование желеобразного осадка, а в бульоне от размороженного мяса фиксируют наличие крупных хлопьев, то мясо относят к несвежему.

5.2.2. Реакция на пероксидазу с бензидином

Принцип метода. В свежем мясе птицы содержится фермент пероксидаза, который, взаимодействуя с перекисью водорода, образует комплекс «пероксидаза – перекись». В этом комплексе перекись водорода под влиянием пероксидазы окисляет бензидин с образованием продуктов, окрашенных вначале в голубовато-зеленоватый цвет, переходящий в коричневый.

Порядок проведения анализа. Навеску фарша в 5 г переносят с часового стекла в колбочку с 20 мл прокипяченной дистиллированной воды и настаивают в течение 15 минут при трехкратном взбалтывании. Полученную вытяжку фильтруют через бумажный фильтр.

В пробирку пипеткой отбирают 2 мл вытяжки, прибавляют 5 капель 0,2 % спиртового раствора бензидина, взбалтывают, после чего добавляют 2 капли 1 % раствора перекиси водорода. Положительной реакцией считают, когда после добавления перекиси водорода появляется голубовато-зеленое

окрашивание раствора, переходящее в буро-коричневое, а отрицательной – отсутствие окрашивания или появление сразу буро-коричневого цвета вытяжки.

Свежее мясо птицы дает положительную реакцию на пероксидазу, а несвежее – отрицательную.

Полученные результаты органолептической оценки и химических исследований свежести мяса сводят в таблицу.

6. Содержание отчета и его форма

В содержание отчета о работе должны быть включены следующие разделы: тема, краткое теоретическое обоснование, цель, методики проведения опытов, результаты органолептической оценки и химических исследований, выводы.

Результаты работы оформляются в виде таблицы и текста.

Таблица 5.3 – Результаты сравнительной оценки свежести мяса

Исследуемые Показатели	Характерный признак мяса или бульона	
	образец 1	образец 2
Органолептические: - внешний вид и цвет - мышцы на разрезе - консистенция - запах - состояние жира - состояние сухожилий - прозрачность и аромат бульона Химические: - реакция с сернокислой медью - реакция на пероксидазу с бензидином		

7. Вопросы для защиты работы

1. Что понимают под гнилостной порчей мяса и в чем ее причины?

2. Какие факторы определяют скорость и глубину микробиальных процессов, протекающих при холодильной обработке и хранении мяса?
3. Охарактеризуйте общее направление распада белков и последующего превращения аминокислот при гнилом разложении мяса.
4. Какие конечные продукты образуются в мясе в результате распада белков, липидов, углеводов, органических фосфатов под действием ферментов микроорганизмов?
5. Что является причиной изменения состояния поверхности и цвета у несвежего мяса?
6. Каким методом оценивают консистенцию при оценке свежести мяса?
7. Накопление каких веществ при микробиальной порче приводит к изменению запаха мяса и аромата бульона ?
8. Дайте характеристику состояния жировой ткани мяса разной степени свежести.
9. По каким органолептическим показателям судят о состоянии соединительной ткани при оценке свежести мяса?
10. Какие химические методы используют при исследовании свежести мяса промышленных животных и птицы?
11. В чем заключается принцип метода определения продуктов первичного распада белка в бульоне?
12. Какую реакцию дает свежее мясо птицы на пероксидазу с бензидином?

8. Список рекомендуемой литературы

8.1 Основная литература

1. Куликова, В. В. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие для вузов / В. В. Куликова, С. И. Постников, Н. П. Оботурова. – Ставрополь: Бюро новостей, 2012. – 260 с.

8.2 Дополнительная литература

1. Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов: учеб. для вузов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. – М. : Колос С, 2004, – 571 с.

2. Журавская, Н. К. Технохимический контроль производства мяса и мясопродуктов: учеб. для вузов / Н. К. Журавская, Б. Е. Гутник, Н. А. Журавская. – М.: Колос, 1999, – 176 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ СУБПРОДУКТОВ

1 Цель и содержание

Цель работы: дать сравнительную характеристику химического состава и потенциальной биологической ценности субпродуктов первой и второй категории.

Содержание работы:

- исследовать химический состав разных видов субпродуктов первой и второй категории;
- рассчитать суммарное содержание незаменимых аминокислот, их аминокислотный скор, выявить лимитирующие аминокислоты;
- оценить величину избыточного сора и рассчитать биологическую ценность субпродуктов;
- вычислить коэффициент утилитарности аминокислотного состава и показатель сопоставимой избыточности;
- используя справочные данные, результаты собственного эксперимента и расчетов, сделать выводы.

2 Теоретическое обоснование

К субпродуктам относят внутренние органы и отдельные части туши, получаемые при убойе мясопромышленных животных и птицы.

По видам различают говяжьи, свиные, бараньи и птичьи субпродукты.

По пищевой ценности субпродукты делят на две категории.

К первой категории относят: печень, язык, почки, мозги, сердце, от всех видов скота, мясокостные хвосты говяжьи и свиные.

К второй категории относят: рубцы, сычуги и летошку, калтык, пикальное мясо, диафрагму, вымя, легкие, мясную обрезь, головы без языка и мозгов, трахею, селезенку, путовый сустав говяжий, ноги свиные и бараньи, губы говяжьи, уши свиные и говяжьи.

Языки и печень не уступают по пищевой ценности мясу.

Большинство же субпродуктов содержит значительное количество соединительнотканых белков и по этой причине по биологической ценности приближаются к жилованному мясу первого сорта. Однако, с учетом ценных функционально-технологических свойств коллагена, в мясной промышленности возрастает удельный вес применения при изготовлении различных видов мясных изделий субпродуктов второй категории в виде эмульсий, паст, порошкообразных препаратов и в натуральном виде.

Следует отметить, что такие субпродукты, как язык, вымя, мозги, свиная обрезь содержат много жира и отличаются высокой калорийностью, а в остальных субпродуктах его содержится мало, что позволяет использовать большинство субпродуктов в качестве белкового сырья.

Субпродукты характеризуются ценным составом макро- и микроэлементов.

По содержанию фосфора и магния выделяются печень, легкие и мозги. Железа больше всего обнаружено в печени, языке, сердце, легких, сердце, почках. Значительно количество цинка присутствует в языке, легких и мозгах; марганца и меди – в печени и почках.

Субпродукты, особенно печень, являются ценными источниками витаминов

Большинство субпродуктов отличаются хорошей переваримостью белков. Наиболее высокая она у белков селезенки, почек, сычуга, легких,

рубцов; средняя – сердца, печени, вымени, мозгов, языка; самая низкая – диафрагмы, мяса голов, губ.

3 Аппаратура и материалы

Оборудование и аппаратура: мясорубка бытовая, Универсальный термошкаф UFB 400, Электродуховка лабораторная СНОЛ 10/10-В, Баня водяная для выпаривания GFL 1042, Весы лабораторные ВМК 153, микрокалькулятор.

Материалы: металлические или стеклянные бюксы, стеклянные палочки, конические стеклянные колбы или стаканчики на 150 мл, мерные колбы на 100 мл, тигли, эксикатор, бумажные фильтры по ГОСТ 12026-76, лабораторная посуда стеклянная по ГОСТ 23932-90.

Реактивы: гексан или эфир (петролейный или этиловый), уксуснокислый магний $Mg(CH_3COO)_2$ (водный или безводный).

4 Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности работы в химических лабораториях, с электроприборами и аппаратурой, о чем должна быть соответствующая запись в журнале.

5 Организация работы

Работа выполняется бригадами по 3 – 4 человека. В качестве объектов исследования бригадам выдаются образцы субпродуктов первой и второй категории для определения в трехкратной повторности содержания влаги, белка, жира, золы и оценки расчетным путем потенциальной биологической ценности.

5.1 Исследование химического состава субпродуктов

Определение общего химического состава субпродуктов проводится из одной навески исследуемой пробы. Этот метод позволяет за

непродолжительное время (2 – 2,5 ч) при достаточной достоверности и хорошей воспроизводимости получить данные о содержании влаги, жира, золы и белка, применяя ускоренные операции по обезвоживанию, обезжириванию и озолению одной и той же пробы. Метод заключается в последовательном определении в одной навеске исследуемого продукта влаги, жира, золы и белка.

5.1.1 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 температуре 150 °С в течение 1 ч.

После охлаждения в эксикаторе бюксы взвешивают и рассчитывают содержание влаги по формуле:

$$x_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \times 100\%$$

где x – содержание влаги, %; m_1 – масса бюксы с навеской до высушивания, г; m_2 – масса бюксы с навеской после высушивания, г; m_0 – масса навески, г.

Результаты исследования вносят в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 – Определение содержания влаги

Исследуемый образец	Масса бюксы, г	Масса бюксы с навеской, г	Масса навески, г	Масса бюксы с навеской после высушивания, г	Содержание влаги, %

5.1.2 Определение содержания жира в продукте

Из высушенной навески экстрагируют жир путем 4 – 5 кратной заливки растворителя по 10 – 15 мл в бюксу. Продолжительность экстрагирования 3 – 4 мин. В ходе процесса навеску периодически помешают стеклянной палочкой и сливают каждый раз растворитель с извлеченным жиром. После последнего слива остаток растворителя испаряют на воздухе, а затем бюксу с обезжиренной навеской подсушивают в сушильном шкафу при температуре 105 °С в течение 10 мин.

В качестве растворителя используют гексан, петролейный или этиловый эфир.

Содержание жира рассчитывают по формуле:

$$x_2 = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \times 100\%$$

где x_2 – содержание жира, %; m_1 – масса бюксы с навеской после высушивания, г; m_2 – масса бюксы с навеской после обезжиривания, г; m_0 – масса навески, г.

Результаты исследования вносят в таблицу 7.2.

Таблица 7.2 – Определение содержания жира

Исследуемый образец	Масса навески, г	Масса бюксы с навеской после высушивания, г	Масса бюксы с навеской после обезжиривания, г	Содержание жира, %

5.1.3 Определение содержание золы

Содержимое боксы после обезжиривания переносят в предварительно прокаленный и взвешенный тигель. Остатки навески со стенок боксы смывают небольшим количеством растворителя, который затем удаляют нагреванием на водяной бане до полного исчезновения. В тигель к сухой обезжиренной навеске добавляют 1 мл уксуснокислого магния (15 г безводного или 25 г водного уксуснокислого магния растворяют дистиллированной водой в мерной колбе на 100 мл).

Тигель с навеской обугливают на электрической плитке и помещают в муфельную печь с температурой 500 - 600 °С на 30 минут. В таких же условиях минерализуют 1 мл раствора уксуснокислого магния.

Содержание золы рассчитывают по формуле:

$$x_3 = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \times 100\%,$$

где x_3 – содержание золы, %; m_1 – масса золы, г; m_2 – масса окиси магния, полученная после минерализации раствора уксуснокислого магния, г; m_0 – масса навески, г.

Результаты исследования вносят в таблицу 7.3.

Таблица 7.3 – Определение содержания золы

Исследуемый образец	Масса тигля, г	Масса золы, г	Масса навески, г	Масса окиси магния после минерализации, г	Содержание золы, %

5.1.4 Определение содержания белка

Содержание белка определяют расчетным путем по формуле

$$x_4 = 100 - (x_1 + x_2 + x_3),$$

где x_1 – содержание влаги, %; x_2 – содержание жира, %; x_3 – содержание золы, %.

Полученные результаты экспериментальных исследований по определению химического состава субпродуктов сводят в таблицу 7.4 и сравнивают их с литературными данными, приведенными в приложении А.

Таблица 7.4 – Сравнительные результаты определения химического состава субпродуктов 1 и 2 категории

Исследуемый образец	Содержание, %			
	влаги	жира	золы	белка

5.2 Оценка потенциальной биологической ценности субпродуктов расчетным путем

В качестве исходных для расчетов используют справочные данные по аминокислотному составу субпродуктов первой и второй категории и эталона ФАО / ВОЗ (см. Приложение Б).

Прежде всего, рассчитывается и сравнивается с эталоном **суммарное содержание незаменимых аминокислот** (г / 100 г белка) в исследуемых субпродуктах.

Индексом биологической ценности белков служит **аминокислотный скор**. Метод расчета аминокислотного сора с водится к определению отношения содержания каждой незаменимой аминокислоты в исследуемом белке к их содержанию в «идеальном» белке, в качестве которого принят эталон ФАО/ВОЗ. Аминокислотный скор определяют по формуле:

$$C_k = (AK_{np} / AK_{cm}) \times 100 \%,$$

где AK_{np} – содержание незаменимой аминокислоты в 100 г белка продукта, г;
 AK_{cm} – содержание той же аминокислоты в эталоне ФАО / ВОЗ, г.

Лимитирующей аминокислотой называется та аминокислота, скор которой меньше 100 %.

Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС,%). Он показывает среднюю величину избытка аминокислотного сора незаменимых аминокислот по сравнению с наименьшим уровнем сора какой-либо незаменимой аминокислоты (избыточное количество незаменимых аминокислот, не используемых на пластические нужды):

$$\text{КРАС} = \sum \Delta \text{РАС} / n ,$$

где $\Delta \text{РАС}$ – различие аминокислотного сора:

$$\Delta \text{РАС} = C_j - C_{\min} ,$$

где C_j – избыток сора аминокислоты, %; $C_{\min}$ – минимальный из скоров незаменимых аминокислот белка исследуемого продукта по отношению к эталону, %; n – количество незаменимых аминокислот.

Биологическую ценность (БЦ) пищевого белка (%) определяют по формуле:

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС}.$$

Так как возможность утилизации аминокислот организмом предопределена минимальным скором одной из них, большое практическое значение имеет **коэффициент утилитарности аминокислотного состава**.

Коэффициент утилитарности j -й незаменимой аминокислоты (доли единицы) рассчитывают по формуле:

$$a_j = C_{\min} / C_j,$$

где C_j – скор j -й незаменимой аминокислоты по отношению к эталону, % :

$$C_j = (A_j / A_{эj}) \times 100,$$

где A_j – содержание j -й незаменимой аминокислоты в г на 100 г белка продукта; $A_{эj}$ – содержание j -й незаменимой аминокислоты, соответствующее эталону, г/ 100 г белка.

Коэффициент утилитарности j -й незаменимой аминокислоты используют для расчета коэффициента **утилитарности аминокислотного состава (U)**, который является численной характеристикой, достаточно полно отражающей сбалансированность незаменимых аминокислот в продукте по отношению к эталону:

$$U = \sum(A_j \times a_j) / \sum A_j.$$

Меньшая возможность утилизации незаменимых аминокислот в составе белка пищевого продукта организмом наблюдается тогда, когда их скоры максимальны или наиболее близки к максимуму.

Общее количество незаменимых аминокислот в белке оцениваемого продукта, которое из-за взаимной несбалансированности по отношению к эталону не может быть утилизировано организмом, служит для оценки сбалансированности состава незаменимых аминокислот по **показателю сопоставимой избыточности (σ)**, который определяется по формуле:

$$\sigma_c = \sigma_n / C_{\min},$$

$$\sigma_n = \sum(A_j - C_{\min} \times A_{эj}).$$

Результаты расчетов по каждому виду субпродуктов оформляют в виде таблицы 7.5.

Студенты рассчитывают скор по каждой из незаменимых аминокислот, при этом фиксируют, по каким аминокислотам биологическая ценность лимитирована, дают оценку средней величины избытка аминокислотного сора незаменимых аминокислот по сравнению с наименьшим уровнем сора

конкретной аминокислоты; делают заключение о биологической ценности исследуемых субпродуктов.

Таблица 7.5 – Оценка потенциальной биологической ценности субпродуктов

Аминокислота	Содержание, г / 100 г белка		Скор, %	КРАС, %	БЦ, %	U	σ_c
	в ФАО эталоне	в образце					
Фенилаланин + тирозин	6,0						
Изолейцин	4,0						
Лейцин	7,0						
Метионин+ цистеин	3,5						
Треонин	4,0						
Триптофан	1,0						
Лизин	5,5						
Валин	5,0						
Всего	36,0						

6 Содержание отчета и его форма

В содержание отчета о работе должны быть включены следующие разделы: тема, краткое теоретическое обоснование, цель, методики проведения опытов, результаты исследования химического состава и оценки потенциальной биологической ценности субпродуктов, полученной расчетным путем, выводы.

Результаты работы оформляются в виде таблиц и текста.

7 Вопросы для защиты работы

1. Какие продукты убоя относят к субпродуктам и как их классифицируют по пищевой ценности?
2. Перечислите субпродукты первой и второй категории?
3. Кратко охарактеризуйте особенности химического состава и пищевой ценности субпродуктов первой категории.
4. Какие белки доминируют в субпродуктах второй категории?

5. Что влияет на усвояемость отдельных видов субпродуктов?
6. В какой последовательности и как определяется химический состав продуктов по ускоренной методике?
7. По какой формуле рассчитывают аминокислотный скор?
8. Какие аминокислоты считают лимитирующими?
9. Как рассчитывают коэффициент различия аминокислотного скор?
10. По какой формуле определяют биологическую ценность?
11. Какой коэффициент численно характеризует степень сбалансированности незаменимых аминокислот по отношению к физиологически необходимой норме?
12. Для чего рассчитывают показатель сопоставимой избыточности содержания незаменимых аминокислот в белковом компоненте продукта?

8. Список рекомендуемой литературы

8.1 Основная литература

1. Куликова, В. В. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие для вузов / В. В. Куликова, С. И. Постников, Н. П. Оботурова. – Ставрополь: Бюро новостей, 2012. – 260 с.
2. Мельникова Е. И. , Рудниченко Е. С. , Богданова Е. В. Современные методы исследования свойств сырья и продуктов животного происхождения : Лабораторный практикум: учебное пособие Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014, 95с.

8.2 Дополнительная литература

1. Нечаев А.П. Пищевая химия / [А. П. Нечаев и др.] ; под общ. ред. А. П. Нечаева. – - Санкт-Петербург : ГИОРД . - 2012. – 672 с.
2. Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов: учеб. для вузов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. – М.: Колос С, 2004, – 571 с.

3. Журавская, Н. К. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов: учеб. для вузов / Н. К. Журавская, Л. Т. Алехина, Л. М. Отряшенкова. – М. : Агропромиздат, 1985, – 296 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ КРОВИ УБОЙНЫХ ЖИВОТНЫХ

1. Цель и содержание

Цель работы: изучить основные свойства крови убойных животных, знание которых обеспечивает качественное выполнение операций сбора и первичной переработки крови, ее фракционирования, обесцвечивания, получения белковых структурирующихся композиций в мясоперерабатывающем производстве.

Содержание работы:

- получить стабилизированную, дефибринированную кровь и разделить их на фракции;
- исследовать процесс свертывания крови;
- изучить факторы, вызывающие гемолиз крови;
- получить кристаллы гемина;
- проанализировать полученные результаты и сформулировать выводы.

2. Теоретическое обоснование

Кровь по состоянию межклеточного вещества рассматривают как жидкую соединительную ткань. При жизни животного основной функцией крови является доставка молекулярного кислорода и питательных веществ к клеткам тканей и органов и освобождение их от углекислого газа и

продуктов обмена. Кровь состоит из плазмы (60 – 63%) и форменных элементов (37 – 40%) – эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов.

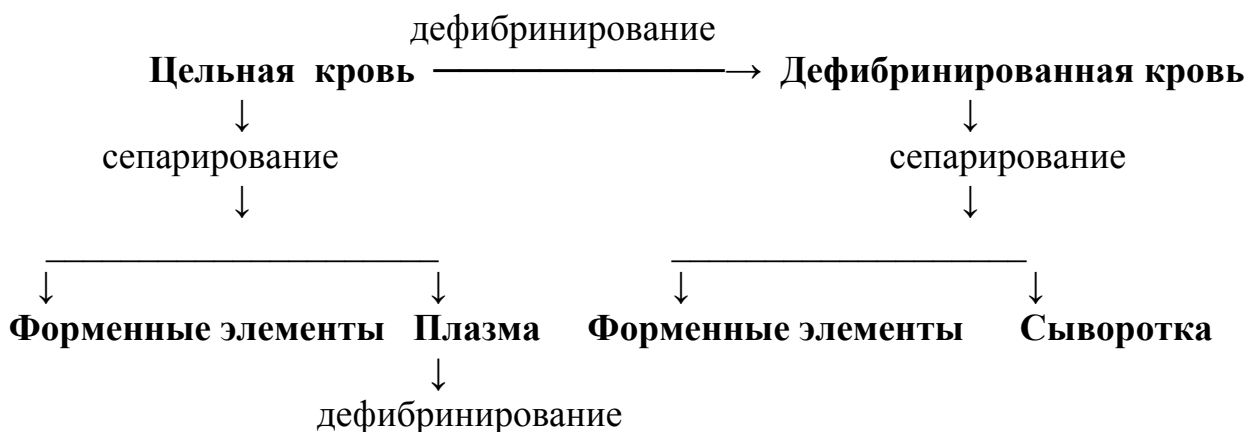
В состав крови входят белки, липиды, углеводы, различные промежуточные и конечные продукты обмена, а также гормоны, витамины и минеральные вещества. Содержание отдельных компонентов в цельной крови и ее фракциях представлено в таблице.

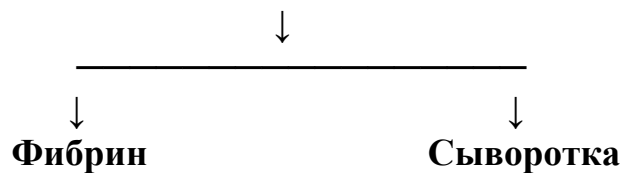
Таблица 8.1 – Средний химический состав крови и ее фракций

Компоненты	Содержание, %		
	кровь	плазма	форменные элементы
Вода	79 – 82	91 – 92	59 – 63
Белки	16 – 19	7	33
Липиды	0,4	0,3	0,7
Прочие орг. в-ва	0,6	0,2	-
Минеральные в-ва	0,8	0,8	1,0

Кровь убойных животных – важнейший источник высокоценного животного белка с коэффициентом усвояемости 94 – 96 %, по содержанию которого она практически не отличается от мяса. Основная масса белков приходится на альбумин, глобулин, фибриноген, гемоглобин, причем первые три белка плазмы являются полноценными и легкоусвояемыми. Гемоглобин – сложный неполноценный по аминокислотному составу белок, входящий в состав эритроцитов и придающий окраску крови.

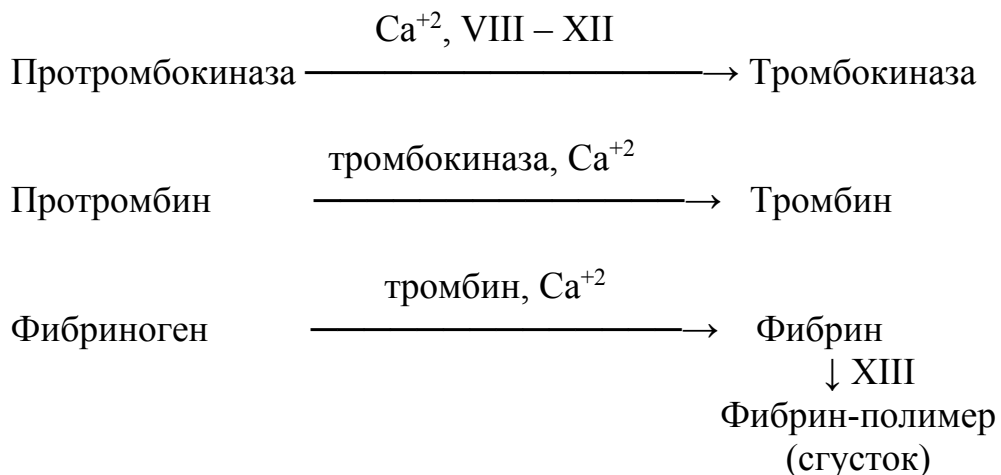
Составные части крови можно получить по следующей схеме:





Специфической особенностью цельной крови является ее свертывание. Это многоступенчатый полиферментативный процесс, в котором участвуют компоненты плазмы и тромбоцитов, так называемые факторы свертывания крови. В плазме имеется 13 факторов свертывания крови, все они – вещества белковой природы, кроме фактора IV, которым являются катионы Ca^{+2} . Исключение или нарушение активности одного из компонентов системы свертывания предотвращает процесс свертывания крови.

В процессе свертывания крови можно выделить три основные стадии:



Каждая последующая стадия катализируется активным ферментом, образовавшимся на предыдущей стадии. Следует иметь в виду, что при изъятии тем или иным способом фибриногена из плазмы и при отделении форменных элементов в какой-то степени разрушаются тромбоциты и их тромбопластическая функция переносится в сыворотку, что приводит к переходу тромбогена в тромбин.

Предупредить свертывание крови можно введением антикоагулянтов (фосфатов, цитратов, оксалатов и др.).

При воздействии на кровь органических растворителей (эфир, спирт и др.) в результате растворения липидной части оболочки эритроцитов

происходит их разрушение и гемоглобин переходит в плазму или сыворотку, окрашивая их в красный цвет. Это явление называется гемолизом, а полученная кровь гемолизированной или «лаковой», так как она становится темно-красной прозрачной жидкостью. Гемолиз происходит также и при разбавлении крови водой. В этом случае нарушение стромы эритроцитов вызывает разность в осмотическом давлении внутри эритроцитов и в окружающей среде.

3.Оборудование, аппаратура и материалы

Оборудование и аппаратура: Центрифуга лабораторная ЦРС-8, микроскоп, Универсальный термошкаф UFB 400, спиртовка, секундомер.

Материалы: колбы конические на 500 мл, стаканы химические на 250 мл, центрифужные стаканчики, предметные и покровные стекла, стеклянные палочки, пипетки на 1 и 5 мл, марля, стеклянные воронки, пинцеты.

Реактивы: 10% раствор щавелевокислого аммония; 3% раствор хлористого кальция; 0,9% раствор хлористого натрия; насыщенный раствор хлористого натрия; кристаллический хлористый натрий; ледяная уксусная кислота; эфир.

4. Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности работы с электроприборами и аппаратурой, о чем должна быть соответствующая запись в журнале.

5. Методика и порядок выполнения работы

Работа выполняется бригадами из 3 – 4 студентов, исследующими основные свойства говяжьей, свиной или бараньей крови.

5. 1. Подготовка проб

Кровь отбирается лаборантом в убойном цехе мясокомбината из кровеносного сосуда животного в две колбы. В одну из них для получения стабилизированной крови предварительно наливают 10% раствор щавелевокислого аммония из расчета 1 мл на 100 мл крови. Колбу осторожно вращают до полного перемешивания, в результате чего весь кальций осаждается в виде щавелевокислого кальция и кровь теряет способность свертываться.

В лабораторных условиях готовят для исследования образец дефибринированной крови, для чего цельную кровь из колбы переливают в стакан и перемешивают стеклянной палочкой, выделяющиеся нити фибрина извлекают из стакана, а жидкую дефибринированную кровь фильтруют через марлю.

Примерно 50 мл дефибринированной и стабилизированной крови обрабатывают 10 – 15 минут при 3000 оборотах в минуту на ультрацентрифуге с целью получения, соответственно, сыворотки и плазмы, которые осторожно декантируют с осадка форменных элементов.

Полученные образцы дефибринированной, стабилизированной (оксалатной) крови, сыворотки и плазмы используют для исследования.

5. 2. Свертывание и стабилизация крови

Берут пять пробирок, предварительно в пробирки №1 и №2 вносят по 3 мл оксалатной плазмы, в пробирку №3 – 3 мл дефибринированной крови, в пробирку №4 – 3 мл сыворотки и в пробирку 3% - 3 мл оксалатной крови.

Во все пробирки, кроме пробирки №1, добавляют по 0,3 мл 3% раствора хлористого кальция и ставят их в термостат на 15 – 20 минут при температуре 37 – 38 °С, после чего фиксируют и объясняют результаты наблюдений.

5. 3. Гемолиз крови

Для получения гемолизированной крови 1 мл дефибринированной крови вносят в пробирку и смешивают с равным объемом дистиллированной воды и эфира.

В три пробирки вносят по 3 мл дефибринированной крови, затем в пробирку №1 добавляют 5 мл дистиллированной воды, в пробирку №2 – 5 мл физиологического (0,9 %) раствора хлористого атрия, в пробирку №3 – 5 мл насыщенного раствора хлористого натрия. Через несколько секунд из каждой пробирки берут по капле жидкости, помещают на предметное стекло и, накрыв покровным стеклом, исследуют под микроскопом и зарисовывают эритроциты, объясняя результаты наблюдений.

5.4. Получение кристаллов гемина

Гем является нестойким соединением и, отщепляясь при действии на гемоглобин кислот, тотчас же окисляется кислородом воздуха с образованием гемина. при действии на гемоглобин концентрированной уксусной кислоты в присутствии хлористого натрия гем отщепляется в окисленной форме, в виде так называемого хлоргемина (в котором железо трехвалентное), в результате образуются характерные темно-бурые кристаллы (ромбоидальные таблички, часто дающие звездообразные сростки).

Для получения кристаллов хлоргемина каплю крови осторожно высушивают на предметном стекле и нагревают на небольшом пламени с кристаллом хлористого натрия и 1 – 2 каплями ледяной уксусной кислоты, затем охлаждают, рассматривают под микроскопом, зарисовывают и объясняют результаты наблюдений.

6. Содержание отчета и его форма

В содержание отчета о работе должны быть включены следующие разделы: тема, цель, краткое теоретическое обоснование, особенности подготовки образцов, описание методов исследования процессов свертывания, стабилизации и гемолиза крови, получения кристаллов гемина, результаты наблюдений, их объяснение и выводы.

Результаты работы оформляются в виде рисунков и текста.

7. Вопросы для защиты работы

1. Каков морфологический и химический состав крови убойных животных?
2. Назовите и кратко охарактеризуйте основные белки плазмы.
3. Объясните механизм свертывания крови.
4. Для чего и какими способами стабилизируют кровь?
5. На какие фракции разделяют стабилизированную кровь при сепарировании?
6. Дефибринирование крови. Какие продукты получают при ее сепарировании?
7. Сравните пищевую ценность стабилизированной и дефибринированной крови, плазмы и сыворотки.
8. Как можно вызвать процесс свертывания в стабилизированной крови и плазме? С какой целью используют этот прием в мясоперерабатывающем производстве?
9. Что такое гемолиз крови?
10. Под действием каких факторов происходит гемолиз?
11. Приведите примеры направленного использования гемолиза.
12. Как построен гемоглобин, какова его биологическая ценность?
13. Какие производные дает гемоглобин и чем они отличаются?
14. Как можно отделить гем от глобина? Направления их использования.

8. Список рекомендуемой литературы

1. Антипова, Л. В. Прикладная биотехнология: учеб. пособие / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. – СПб. : Гиорд, 2003, – 288 с.
2. Куликова, В. В. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие для вузов / В. В. Куликова, С. И. Постников, Н. П. Оботурова. – Ставрополь: Бюро новостей, 2012. – 260 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВАРКИ НА ВЫХОД И СВОЙСТВА ВАРЕНОГО МЯСА

1 Цель и содержание

Цель работы: исследовать влияние тепловой обработки в условиях влажного нагрева при умеренных температурах на качественные характеристики вареного мяса.

Содержание работы:

- определить изменение массы, объема и величины рН в зависимости от продолжительности и температуры обработки мяса;
- установить закономерности изменения контролируемых показателей на основе анализа графической интерпретации полученных данных.

2 Теоретическое обоснование

Варкой называется тепловая обработка мяса водой или паром при температуре ниже 100 °С. При варке в продукте происходят: тепловая денатурация белков мышечной ткани, сваривание и гидротермический распад коллагена, плавление жировой ткани, изменения экстрактивных веществ и витаминов, отмирание вегетативных форм микроорганизмов. В результате происходящих при варке изменения составных частей мяса оно приобретает соответствующий вкус, запах, цвет и консистенцию.

В процессе тепловой денатурации белков изменяется природная пространственная конфигурация белковых молекул, уменьшается их гидратация и растворимость. Происходит снижение или полная потеря ферментативной активности белков. Белковая молекула приобретает более рыхлую открытую конфигурацию. Степень денатурации зависит от того, какая структура затронута: вторичная, третичная или четвертичная. Денатурация белков мышечной ткани вызывает уплотнение, деформацию и уменьшение диаметра мышечных волокон, сопровождающиеся

значительным отделением воды, уменьшением веса и объема, увеличением его прочности и сопротивления резанию поперек волокон.

Характер изменений белков зависит от температуры и условия нагрева. При выборе режимов тепловой обработки мяса необходимо знать, что температура и продолжительность ее должны быть минимально необходимыми соответственно особенностям свойств и состава продукта. Это обусловлено зависимостью перевариваемости продуктов от глубины развития коагуляционных процессов (восстановление нарушенных связей по новым местам, агрегация денатурированных молекул). Чрезмерно продолжительный нагрев мяса может снизить его пищевую ценность.

При нагреве коллагена во влажной среде до 62 °С происходит сваривание коллагена. Коллагеновые волокна деформируются, укорачиваясь и утолщаясь. Их структура разрыхляется, прочность тканей ослабляется. Тройные плотно свитые спирали нативного коллагена перестраиваются в одноцепные, беспорядочно свернутые молекулы. При длительном нагреве коллаген превращается в глютин, желатин и становится доступным действию ферментов трипсина и пепсина. Кулинарная готовность мяса с высоким содержанием соединительной ткани определяется глубиной распада коллагена.

При варке мяса глубоким изменениям подвергаются экстрактивные вещества мышечной ткани, отвечающие за аромат и вкус вареного мяса (аминокислоты, редуцирующие вещества, уксусный альдегид, пировиноградная кислота, летучие жирные кислоты и др.).

При выплавлении из жира высвобождаются летучие соединения, что сообщает дополнительный аромат мяса и бульону. Образцы мяса, подвергнутые тепловой обработке при мягких режимах, обладают более выраженным ароматом, содержат большее количество карбонильных соединений и летучих жирных кислот. При термической обработке мяса важное значение приобретает изменение миоглобина, определяющий окраску мяса. При 60 °С красная окраска сохраняется внутри куска мяса, при

60 – 70 °С мясо окрашивается в розовый цвет, а при 70 – 80 °С и выше становится серо-коричневым, что соответствует полной денатурации миоглобина.

3 Аппаратура и материалы

Аппаратура: Весы лабораторные ВМК 153, термометр по ГОСТ 13646-68, комплект термопар, рН-метр CHECKER 1, Электродная лабораторная СНОЛ 10/10-В.

Материалы и реактивы: ножи, вилки, ложки, тарелки, разделочные доски, химические стаканы вместимостью 50 см³, мерный цилиндр на 1000 мл, фильтры по ГОСТ 12026-76, воронки стеклянные, вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72, пищевая поваренная соль.

4 Указания по технике безопасности

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности в лабораториях, с электроприборами и аппаратурой, о чем должна быть соответствующая запись в журнале.

5 Методика и порядок выполнения работы

Работу выполняет каждая бригада студентов (3 – 4 человека), исследуя влияние условий варки на качество мяса при определенных режимах термической обработки. Бригада проводит работу по одному из вариантов:

1. Температура варки 85 °С, продолжительность 120 мин., измерение объема, температуры внутри образца, фиксация цвета, запаха, вкуса (по мере кулинарной готовности) через каждые 30 минут, рН определяют для сырого мяса и после окончания термообработки. Варку проводят в несоленой воде.

2. Температура варки 95 °С, продолжительность 120 мин. Все исследования по аналогии с первым вариантом. Варку проводят в несоленой воде.

3. Температура варки 85 °С, продолжительность 120 мин, варку проводят в соленой воде (концентрация поваренной соли в воде равна 5 %). Все исследования по аналогии со вторым вариантом.

4. Температура варки 95 °С, продолжительность 120 мин. Все исследования по аналогии с третьим вариантом. Варку проводят в соленой воде (концентрация поваренной соли в воде равна 5 %)

Каждая бригада заносит в таблицу 6.1 результаты исследований по всем вариантам.

Таблица 6.1 – Влияние условий варки на качественные характеристики вареного мяса

№ образца	температура варки	Продолжительность термообработки	Вес образца Р, Н		Выход, %	Объем образца, см ³		Изменение объема, %	рН, ед		Температура внутри образца, °С	Запах	Вкус	Цвет
			до варки	После		до варки	после		сырого	Вареного				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

По данным исследований строят график зависимостей:

$$P = f(\tau, t), V = (\tau, t),$$

где P – вес образца, г; V – объем вытесненной воды при погружении в нее образца, мл; τ – продолжительность обработки, мин; t – температура внутри образца.

Сравнивая результаты исследования, проведенных по четырем вариантам, студенты формулируют выводы об изменении каждого из исследуемых показателей при различных условиях термообработки.

5.1 Определение выхода образца вареного мяса

Выход вареного мяса определяется как отношение веса сырого образца мяса к весу вареного, выраженное в процентах.

5.2 Определение объема образца

Объем образца мяса определяют путем погружения его в мерный цилиндр с необходимым количеством воды. Разница между первоначальным объемом воды (до погружения образца) и конечным (после погружения образца) равна объему образца мяса, выраженному в см^3 ($1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3$).

5.3 Определение температуры внутри образца

Температуру внутри образца определяют при помощи набора термопар, или специального термометра с металлически наконечником, либо делают предварительное углубление скальпелем в центре образца и быстро измеряют температуру при помощи стеклянного термометра со шкалой от 0 до 100°C .

5.4 Определение pH мяса

Величину pH определяют в водной вытяжке, приготовленной в соотношении 1 : 10. Смесь настаивают 30 минут при периодическом перемешивании и фильтруют через бумажный фильтр, после чего определяют pH на потенциометре.

Во время работы после каждого определения электроды ополаскивают дистиллированной водой и просушивают фильтровальной бумагой.

5.5 Определение цвета, запаха и вкуса мяса

Цвет образца определяют внешним осмотром и в глубинном слое на свежем разрезе мяса. Запах устанавливают у поверхности теплого образца и в его глубинном слое после разреза. Вкус определяют у образцов, достигших кулинарной готовности (после окончания термообработки) путем дегустации.

6 Содержание отчета и его форма

Отчет по работе должен содержать наименование работы, ее цель и содержание, краткое изложение теоретической части, порядок проведения работы, результаты исследований, выводы.

Результаты работы оформляются в виде таблиц, текста и графиков.

7 Вопросы для защиты работы

1. Что называют варкой мяса?
2. Перечислите наиболее характерные и важные изменения, вызываемые в мясном сырье влажным нагревом при умеренных температурах
3. Охарактеризуйте денатурационные изменения белков мышечной ткани при умеренном тепловом нагреве.
4. Какие превращения претерпевает коллаген при варке мяса?
5. Когда достигается кулинарная готовность мяса?
6. Как изменяется структура белков при умеренном влажном нагреве мяса?
7. Как и почему изменяется объем образца мяса по ходу варки?
8. Объясните характер изменения веса образца по ходу варки.
9. Какое влияние оказывает температура варки на изменение объема и веса образца?
10. Как влияет продолжительность варки на величину pH мяса?
11. Как изменяются цвет и запах мяса в условиях влажного нагрева при умеренных температурах?
12. Какое влияние оказывает поваренная соль на характер изменения объема, веса и цвета образца в процессе варки?

8 Список рекомендуемой литературы

8.1 Основная литература

1. Куликова, В. В. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие для вузов / В. В.

Куликова, С. И. Постников, Н. П. Оботурова. – Ставрополь: Бюро новостей, 2012. – 260 с.

8.2 Дополнительная литература

- 1.
2. Винникова, Л. Г. Технология мяса и мясных продуктов: учеб. пособие / Л. Г. Винникова. – Киев : Фирма «ИНКОС». 2006. – 600 с.
3. Антипова, Л. В. Прикладная биотехнология УИРС для специальности 270900: учеб. для вузов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, А. И. Жаринов. – Воронеж : Воронеж. гос. технол. акад., 2004, – 571 с.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Перечень основной литературы:

1. Куликова, В. В. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие для вузов / В. В. Куликова, С. И. Постников, Н. П. Оботурова. – Ставрополь: Бюро новостей, 2012. – 260 с.
2. Мельникова Е. И. , Рудниченко Е. С. , Богданова Е. В. Современные методы исследования свойств сырья и продуктов животного происхождения : Лабораторный практикум: учебное пособие Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014, 95с.

Перечень дополнительной литературы:

1. Куликова В.В. Общая технология мясной отрасли : учеб. Пособие / В.В. Куликова, Ю.И. Куликов, Н.П. Оботурова. – Ставрополь : АГРУС Став.гос.аграр.университета, 2013. – 360 с.
2. Нечаев А.П. Пищевая химия / [А. П. Нечаев и др.] ; под общ. ред. А. П. Нечаева. – - Санкт-Петербург : ГИОРД . - 2012. – 672 с.

3. Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов: учеб. для вузов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. – М. : Колос С, 2004, – 571 с.

4. Антипова, Л. В. Прикладная биотехнология УИРС для специальности 270900: учеб. для вузов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, А. И. Жаринов. – Воронеж : Воронеж. гос. технол. акад., 2004, – 571 с.

5. Винникова, Л. Г. Технология мяса и мясных продуктов: учеб. пособие / Л. Г. Винникова. – Киев : Фирма «ИНКОС». 2006. – 600 с.

6. Жаринов, А. И. Основы современных технологий переработки мяса. Краткий курс. Ч. 1. Эмульгированные и грубоизмельченные продукты / А. И. Жаринов, О. Н. Кузнецова, Н. А. Черкашина. – М. : ИТАР-ТАСС, 1994. – 153 с.

7. Жаринов, А. И. Основы современных технологий переработки мяса. Краткий курс. Ч. 2. Цельномышечные и реструктурированные продукты / А. И. Жаринов, О. Н. Кузнецова, Н. А. Черкашина. – М. : ИТАР-ТАСС, 1997. – 189 с.

8. Журавская, Н. К. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов: учеб. для вузов / Н. К. Журавская, Л. Т. Алехина, Л. М. Отряшенкова. – М. : Агропромиздат, 1985, – 296 с.

Таблица А1 – Химический состав субпродуктов

Вид субпродуктов	Массовая доля, %			
	влаги	жира	белка	золы
1	2	3	4	5
Говяжьи				
Язык	68,8	12,1	16,0	0,9
Печень	71,7	3,7	17,9	1,4
Почки	79,0	2,8	15,2	1,1
Мозги	77,6	8,6	11,7	1,3
Сердце	77,5	3,5	16,0	1,0
Диафрагма	74,5	6,2	16,7	1,0
Хвосты	66,5	12,1	18,8	0,8
Мясная обрезь	68,4	16,3	13,2	1,2
Вымя	72,6	13,7	12,3	0,8
Головы	67,8	12,5	18,1	0,7
Путовый сустав	66,8	6,6	15,0	0,8
Легкие	77,5	4,7	15,2	1,0
Уши	69,8	2,3	15,2	0,7
Мясо пищевода	73,2	9,3	16,4	0,9
Губы	71,0	4,9	18,0	0,9
Рубец с сеткой	76,0	3,9	18,2	1,4
Калтык	72,3	10,0	16,3	1,4
Сычуг	69,6	13,6	16,4	0,4
Селезенка	77,9	2,4	15,4	1,5
Трахея	69,0	10,5	17,3	1,4
Книжка	76,5	4,2	12,3	1,3
Свинные				
Язык	65,1	16,0	15,9	0,9
Печень	71,3	3,8	18,8	1,4
Почки	77,5	3,6	15,0	1,2
Мозги	79,1	8,6	10,5	1,0
Сердце	76,2	4,0	16,2	1,0
Диафрагма	65,3	20,0	13,7	0,9
Мясная обрезь	58,0	29,5	11,1	0,7
Головы	47,0	38,0	14,1	0,48
Ноги	60,2	15,6	23,5	0,42

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5
Легкие	78,6	3,6	14,8	1,0
Уши	60,9	14,1	21,0	0,7
Хвосты	43,2	39,4	16,8	0,51
Желудки	71,4	9,0	17,8	0,63
Мясо пищевода	73,1	11,2	14,1	0,71
Калтык	65,5	18,9	13,4	0,71
Селезенка	77,7	3,1	16,8	1,38
Трахея	57,7	27,2	12,5	1,46
Межсосковая часть	42,6	42,5	12,3	0,14

Таблица Б1 – Аминокислотный состав субпродуктов I категории

Аминокислоты	Содержание в субпродуктах I категории, г / 100 г белка										
	говяжьи						свиные				
	мозги	печень	почки	сердце	язык	вымя	мозги	печень	почки	сердце	язык
Валин	4,4	6,9	5,2	5,1	5,1	3,3	4,8	6,6	6,2	5,4	5,2
Изолейцин	4,0	4,8	4,4	4,7	4,2	3,0	4,5	5,2	5,0	4,2	4,3
Лейцин	7,2	8,3	7,6	7,8	6,6	5,8	7,0	9,1	8,7	7,7	7,0
Лизин	6,2	7,5	7,1	7,5	7,5	5,0	7,0	7,7	7,7	7,4	7,5
Метионин + цистин	3,5	4,0	3,8	3,6	3,5	2,0	3,0	2,9	3,6	3,1	2,9
Треонин	4,0	4,2	3,9	4,1	3,9	2,5	4,2	4,7	4,5	4,1	3,9
Триптофан	1,2	1,2	1,3	1,2	1,0	0,8	1,3	0,8	1,6	1,2	1,1
Фенилаланин + тирозин	7,0	8,6	6,9	6,6	6,4	4,5	7,7	6,3	8,4	7,1	6,6

Таблица Б2 – Аминокислотный состав субпродуктов II категории

Аминокислоты	Содержание в говяжьих субпродуктах II категории, г / 100 г белка							
	губы	калтык	легкие	мясо голов	пищевод	рубец	сычуг	селезенка
Валин	4,3	5,1	6,7	5,4	4,1	4,2	3,6	6,6
Изолейцин	3,8	2,4	2,4	4,5	3,5	4,3	2,6	2,5
Лейцин	7,1	6,0	6,8	8,0	5,8	6,0	5,8	7,1
Лизин	7,1	5,9	5,5	6,5	6,6	5,5	4,4	6,2
Метионин + цистин	3,1	-	-	3,5	-	-	-	2,4
Треонин	3,0	3,9	3,3	4,0	4,6	2,5	3,2	4,3
Триптофан	0,7	0,8	0,9	1,2	0,8	0,6	0,5	0,9
Фенилаланин + тирозин	5,1	5,7	5,8	5,2	6,4	4,9	5,5	6,9

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по организации самостоятельной работы обучающихся
по дисциплине «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ»
для студентов направления подготовки
19.03.03 Продукты питания животного происхождения
Направленность (профиль) «Биоинженерия и технологии»

Ставрополь, 2026

ВВЕДЕНИЕ

Освоение программы дисциплины предполагает освоение теоретических знаний и формирование навыков их практического применения.

Самостоятельная работа студентов – важнейшая составная часть занятий, необходимая для полного усвоения программы курса.

Целью самостоятельной работы является закрепление и углубление знаний, полученных студентами на лекциях, подготовке к текущим лабораторным работам, промежуточным формам контроля знаний и к итоговому контролю.

Дидактические цели самостоятельных занятий:

- формирование профессиональных умений;
- формирование умений и навыков самостоятельного умственного труда;
- мотивирование регулярной целенаправленной работы по освоению дисциплины;
- развитие самостоятельности мышления;
- формирование убежденности, волевых черт характера, способности к самоорганизации.

Методическое обеспечение самостоятельной работы дисциплине состоит из:

- определения учебных вопросов, которые студенты должны изучить самостоятельно;
- подбора необходимой учебной литературы, обязательной для проработки и изучения;
- поиска дополнительной научной литературы, к которой студенты могут обращаться по желанию, если у них возникает интерес в данной теме;
- определения контрольных вопросов, позволяющих студентам самостоятельно проверить качество полученных знаний;
- организации консультаций преподавателя со студентами для разъяснения вопросов, вызвавших у студентов затруднения при самостоятельном освоении учебного материала.

Самостоятельная работа студента – это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как: уяснение цели и поставленной учебной задачи; четкое и системное планирование самостоятельной работы; поиск необходимой учебной и научной информации; освоение собственной информации и ее логическая переработка; проведение самоанализа и самоконтроля.

Основные виды самостоятельных работ по учебной дисциплине: работа с понятийным аппаратом; поисковая работа с различными источниками; составление аннотированного списка литературы по проблеме.

Контроль знаний студентов включает формы текущего и итогового контроля.

Текущий контроль осуществляется в процессе изучения курса и включает в себя оценку работы студентов на лабораторных работах.

1 **Общая характеристика самостоятельной работы**

Целью изучения дисциплины «Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов» является формирование профессиональных компетенций будущего бакалавра в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.03 -Продукты питания животного происхождения, направленность (профиль) – Биоинженерия и технологии.

Задачи дисциплины состоят в изучении на базе фундаментальных законов физики и химии общих процессов, протекающих в различных пищевых производствах, изучении современных аппаратов, общих методов их расчёта, путей рационализации процессов, выбора оптимальных конструкций аппаратов в конкретных производствах, в освещении основных технических проблем, научных достижений и современных тенденций использования новых физических методов обработки пищевых продуктов в тесной взаимосвязи с вопросами технологии.

Цели и задачи самостоятельной работы. Самостоятельная работа направлена на решения ряда задач, к которым относятся:

систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

~ углубление и расширение теоретических знаний;

~ формирование умения использовать справочную литературу;

~ развитие познавательных способностей и активности студентов:

~ творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

~ формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

развитие исследовательских умений.

Актуальность: Работа выпускника в современных условиях обуславливает необходимость изучения принципиальных подходов к изучению дисциплины. Знания, полученные в рамках изучения дисциплины необходимы на протяжении всей профессиональной деятельности.

Виды самостоятельной работы

Рабочей программой по дисциплине предусмотрено самостоятельное изучение материалов в т. ч. по темам лабораторных работ. Для успешного выполнения данного вида работ, необходимо самостоятельно детально изучить материалы представленных тем по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
2	Подготовка к лабораторной работе	1	1	1 2	1-10

При изучении материалов по каждой теме необходимо составить краткий конспект наиболее важной информации.

Работа с конспектом лекций.

Просмотрите конспект сразу после занятий. Отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.

Каждую неделю отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам и тестам.

Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе студентов относится подготовка к лабораторным работам по результатам которой студент представляет отчет преподавателю и проходит собеседование.

При самостоятельной подготовке к лабораторной работе студент:

- организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению лабораторных работ;
- изучает информационные материалы;
- подготавливает и оформляет материалы лабораторных работ в соответствии с требованиями.

В результате выполнения указанных видов самостоятельной работы происходит **формирование компетенций** представленных ниже:

Код	Формулировка
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
ПК-4	Способен применять способы организации производства, эффективной работы на основе современных методов управления производством, принимать управленческие решения с учетом производственных условий и использовать их в управлении качеством и безопасностью продуктов питания

2 План-график выполнения самостоятельной работы

Правильная организация самостоятельной работы и ее систематичность, позволяет развивать умения и навыки; проводить систематизацию полученных знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

При самостоятельном изучении материалов по представленным темам следует придерживаться приведенного ниже графика:

№ п/п	Темы для самостоятельной проработки материала	Срок изучения
-------	---	---------------

		материалов
	5 семестр	
1	Тема 1. Мышечная ткань.	1 неделя
1	Тема 1. Мышечная ткань.	2 неделя
2	Тема 2. Соединительная ткань	3 неделя
3	Тема 3. Жировая ткань	4 неделя
4	Тема 4. Пищевая ценность мяса	5 неделя
5	Тема 5. Функционально-технологические свойства мяса	6 неделя
5	Тема 5. Функционально-технологические свойства мяса	7 неделя
6	Тема 6. Автолиз	8 неделя
6	Тема 6. Автолиз	9 неделя
7	Тема 7. Биохимические изменения компонентов мяса под действием ферментов микроорганизмов	10 неделя
8	Тема 8. Состав, свойства, пищевая ценность и технологическое значение отдельных продуктов убоя мясопромышленных животных	11 неделя
9	Тема 9. Изменение основных компонентов, свойств и пищевой ценности мяса при охлаждении и хранении в охлажденном состоянии	12 неделя
10	Тема 10. Влияние низкотемпературной обработки на свойства мяса	13 неделя
11	Тема 11. Влияние посола на свойства мяса	14 неделя
12	Тема 12. Изменение основных компонентов, свойств и пищевой ценности мяса при тепловой обработке	15 неделя
12	Тема 12. Изменение основных компонентов, свойств и пищевой ценности мяса при тепловой обработке	16 неделя
13	Тема 13. Физико-химические и биохимические процессы при копчении мясопродуктов	17 неделя
14	Тема 14. Физико-химические и биохимические изменения, происходящие при сушке колбас	18 неделя

3. Методические рекомендации по изучению теоретического материала

При изучении дисциплины у студентов должен вырабатываться рационально-критический подход к изучаемым проблемам и явлениям. Это включает понимание того, что со временем ряд информационных и теоретических материалов устаревает, требуя критического отношения. С другой стороны, каждый текущий вопрос имеет свою историю, которую тоже полезно знать.

Чтобы понять содержание теоретического материала, нужно уметь его прочитывать. Начинать следует с предварительного просмотра, в ходе которого ознакомиться с названием работы, с аннотацией, оглавлением, предисловием. Часто замысел работы ясен уже при ознакомлении с ее названием. Но особенно интересен просмотр оглавления, в результате которого становится ясным развитие мысли автора. Неплохо было бы появившиеся при этом мысли зафиксировать на бумаге.

Просматривая текст оглавления, нужно остановиться на тех главах, которые представляют для вас особенный интерес, бегло ознакомиться с ними, составляя в общих чертах свое представление о них. Цель этого действия – найти места, относящиеся к искомой теме, определив при этом, что ценного в каждом из них.

Следующий этап – прочтение выделенных мест с фиксацией самых главных сведений. При этом надо четко и ясно осознавать цель чтения, постоянно держа ее перед собой: по какому вопросу нужна информация, для чего нужна, ее характер и т.д. необходимо менять режим чтения – от беглого вдумчивого – в зависимости от ценности информации, останавливаясь там, где это требуется для глубокого понимания текста.

Следует научиться определять структуру текста по соподчиненности его частей, учитывая взаимосвязь текста с рисунками, сносками, примечаниями и таблицами. Все это поможет пониманию текста при беглом ознакомлении с ним. Так вырабатывается способность при прочтении сразу понимать смысл и значение новой информации.

Многие книги и статьи имеют в своем аппарате списки литературы, которые дают возможность пополнить информационную осведомленность о дополнительной литературе по данному вопросу.

Отдельный этап прочтения – ведение записей прочитанного. Существует несколько видов записей: план, выписки, тезисы, аннотация, резюме, конспект.

Планом удобно пользоваться при подготовке к устному выступлению по выбранной теме. Каждый пункт плана должен раскрывать одну из сторон избранной темы, а весь план должен охватывать ее целиком.

Тезисы предполагают сжатое изложение основных положений текста в форме утверждения или отрицания. Они являются более совершенной формой записей и представляют основу для дискуссии. К тому же их легко запомнить.

Аннотация – краткое изложение содержания – дает общее представление о работе.

Резюме кратко характеризует выводы, главные итоги произведения.

Конспект является наиболее распространенной формой ведения записей. Основную ткань конспекта составляют тезисы, дополненные доказательствами и рассуждениями. Конспект может быть текстуальным, свободным или тематическим. Текстуальный представляет собой цитатник с сохранением логики работы и структуры текста. Свободный конспект основан на изложении материала в том порядке, который более удобен автору. В этом смысле конспект представляет собирание воедино мыслей, разбросанных по всей книге. Тематический конспект может быть составлен по нескольким источникам, где за основу берется тема, интерпретируемая по-разному.

Экономия времени дает использование при записях различного рода сокращений, аббревиатуры и т.д. многие используют для регистрации исследуемых тем систему карточек. Преимущество карточек в том, что тема там излагается очень сжато, и они очень удобны в использовании, т.к. их

можно разложить на столе, перегруппировать и без труда найти искомую тему.

4. Методические указания по видам работ, предусмотренных рабочей программой

Работа на лекции является очень важным видом студенческой деятельности для изучения дисциплины «Проектирование предприятий общественного питания», т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов. Лектор ориентирует студентов в действующем законодательстве Российской Федерации и соответственно в учебном материале.

Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. или подчеркивать красной ручкой. Целесообразно разработать собственную символику, сокращения слов, что позволит сконцентрировать внимание студента на важных сведениях. Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.).

Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе нормативно-правовые акты соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывают трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторной работе.

Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы.

В процессе подготовки к лабораторной работе студент знакомится с рабочей программой дисциплины, темами и планами лабораторных работ, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины, проводит анализ основной нормативно-правовой и учебной литературы, после чего работает с рекомендованной дополнительной литературой.

Формы организации лабораторных работ определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения.

При устном выступлении по контрольным вопросам студент должен излагать (не читать) материал выступления свободно. Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление должно быть обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект профессиональных компетенций выпускника.

По окончании занятия студенту следует повторить выводы, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого студенту в течение лабораторной работы следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала студенту следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации.

Для подготовки к зачету необходимо выполнить цикл лабораторных работ, тщательно изучить и проанализировать теоретические сведения по каждому виду работ. При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования основной и дополнительной литературой, научными статьями, а также ресурсами сети интернет.

Вопросы к экзамену

1. Промышленное понятие мяса. Характеристика тканевого состава.
2. Морфологический, химический состав и пищевая ценность мышечной ткани.
3. Классификация белков мышечной ткани и присутствующих в ней ферментов.
4. Характеристика и функционально-технологические свойства саркоплазматических белков мышечной ткани.
5. Характеристика и функционально-технологические свойства миофибриллярных белков.
6. Углеводы, липиды, витамины, азотистые экстрактивные и минеральные вещества мышечной ткани.
7. Морфологический, химический состав и пищевая ценность соединительной ткани.
8. Особенности структуры, аминокислотного состава и функционально-технологические свойства коллагена и других склеропотеинов.
9. Морфологический, химический состав, пищевая ценность и функционально-технологические свойства жировой ткани.
10. Гидролитические процессы, протекающие в жировой ткани.
11. Механизм окисления жиров. Виды окислительной порчи. Факторы, влияющие на порчу жира. Торможение процесса окисления.
12. Морфологический, химический состав и пищевая ценность костной и хрящевой ткани.
13. Пищевая, биологическая и энергетическая ценность мяса и мясных продуктов. Переваримость и усвояемость.
14. Качество белкового компонента мяса и мясных продуктов.
15. Влияние органолептических характеристик на качество мяса и мясных продуктов. Безвредность мясных продуктов. Прижизненные факторы, формирующие качество мясного сырья.
16. Основные функционально-технологические свойства мясного сырья.
17. Изменение органолептических и физико-химических характеристик мяса в послеубойный период. Основные стадии автолиза.
18. Факторы, влияющие на стойкость мяса к воздействию микрофлоры. Экзо- и эндогенное обсеменение мяса.
19. Превращения белков, азотистых экстрактивных веществ, липидов и пигментов при гнилостной порче мяса.

20. Морфологический и химический состав крови. Характеристика белкового состава плазмы и форменных элементов. Пищевая ценность и направления использования крови и ее фракций.
21. Биохимические превращения крови при сборе и первичной переработке (свертывание, стабилизация, дефибринирование, гемолиз)
22. Особенности тканевого, химического состава, пищевой ценности и аутолитических превращений отдельных видов субпродуктов.
23. Способы охлаждения и их влияние на послеубойные превращения в мясном сырье.
24. Изменения основных компонентов и свойств мяса при хранении в охлажденном состоянии.
25. Особенности кристаллообразования при замораживании мяса
26. Изменения основных компонентов и свойств мяса при низкотемпературной обработке и хранении в замороженном состоянии
27. Цель посола мяса и основные физико-химические и биохимические процессы, протекающие при посоле мясного сырья.
28. Факторы, обеспечивающие консервирующий эффект посола мяса.
29. Механизм химических превращений нитрита натрия и стабилизации окраски при посоле мяса.
30. Формирование вкусоароматических характеристик при посоле мяса.
31. Основные изменения мяса и мясопродуктов в условиях влажного нагрева при умеренных температурах.
32. Тепловая денатурация и коагуляция мышечных белков в условиях влажного нагрева при умеренных температурах.
34. Изменения липидов, экстрактивных веществ, гемовых пигментов, витаминов при варке мяса и мясопродуктов.
35. Пастеризирующий эффект нагрева мясопродуктов при умеренных температурах.
36. Технологическое значение изменений основных компонентов мяса при варке.
37. Изменения структуры и прочностных свойств мяса в условиях влажного нагрева при умеренных температурах
38. Влияние влажного нагрева при умеренных температурах на пищевую ценность мяса и мясных продуктов.
39. Влияние высокотемпературного нагрева во влажной среде на микрофлору.
40. Гидролиз высокомолекулярных азотистых веществ при высокотемпературном нагреве и его влияние на пищевую ценность мяса и мясопродуктов.
41. Изменения азотистых экстрактивных веществ, жиров, прочих органических веществ и витаминов при нагреве мяса выше 100° С.
42. Изменения структуры и прочностных свойств мяса в условиях влажного высокотемпературного нагрева.
43. Изменение состава и пищевой ценности мяса при высокотемпературном сухом нагреве (запекании и жарении).
44. Цель и сущность процесса копчения мясных изделий горячим и холодным дымом.
45. Состав дыма и механизм процесса копчения.
46. Характеристика основных процессов, происходящих при кратковременном горячем копчении (обжарке) колбасных изделий.
47. Основные процессы, протекающие при холодном копчении сырокопченых колбас и соленых штучных изделий.
48. Бактерицидный и антиокислительный эффект копчения. Влияние копчения на пищевую ценность мясопродуктов.
49. Роль сушки при производстве мясопродуктов. Кинетика сушки.
50. Роль микрофлоры в процессе созревания-сушки колбас.

1. Прижизненная динамика мышечного сокращения.
2. Особенности протекания ферментативной деструкции и вторичного структурообразования в сырокопченых колбасах.
3. Механизм формирования окраски, специфического вкуса и аромата сырых колбас.
4. Характеристика отдельных видов специального сырья, используемого на медицинские цели.
5. Протеогликаны и гликопротеины основного вещества соединительной ткани.
6. Водосвязывающая способность мяса. Формы связи влаги. Активность воды.
7. Гелеобразующая способность. Классификация гелевых структур. Виды и свойства гелей
8. Эмульгирующая и жиродерживающая способность.
9. Диффузионно-осмотическое и фильтрационное накопление и распределение посолочных веществ.
10. Посмертное окоченение мышц и его разрешение.
11. Характеристика эндокринно-ферментного сырья и получаемых из него медикаментов.
12. Покровная ткань и ее дериваты. Особенности белкового состава.
1. Изменения мышечных белков и белков соединительной ткани на разных стадиях автолиза.
2. Направленное использование микрофлоры при производстве сырокопченых и сыровяленых колбас.
3. Накопление веществ, формирующих вкус и аромат в процессе созревания мяса.
4. Влияние скорости теплоотвода на размеры, распределение кристаллов и изменение структуры тканей мяса.
5. Влияние процессов рекристаллизации влаги и сублимации льда при замораживании и хранении на показатели мяса после размораживания.
6. Изменение коллоидно-химического состояния и функционально-технологических свойств белков при кратковременном посоле мяса.
7. Изменение коллоидно-химического состояния и функционально-технологических свойств белков при длительном посоле мяса.
8. Оценка потенциальной биологической ценности белков.
7. Особенности автолитических превращений углеводов и органических фосфорных соединений мышечной ткани.
9. Функционально-технологические свойства мяса разных сроков и с разным характером течения автолиза. Рациональные направления его использования.
10. Физико-химическая сущность барьерных технологий. Основные сохраняющие барьеры в технологии мяса и мясных продуктов.
11. Причины возникновения «загара» и «холодового сокращения мышц».
12. Интенсификация диффузионных и фильтрационных процессов.
13. Факторы, влияющие на процесс цветообразования при посоле мяса.
- Преимущества и недостатки посола с нитритом натрия.
1. Изменение величины pH и показателя A_w в процессе сушки колбас и их влияние на скорость обезвоживания, структурообразования, формирование окраски и вкусоароматических характеристик, повышение микробиологической стабильности при хранении.
2. Стерилизующий эффект.
3. Особенности протекания процессов структурообразования, формирования вкуса и аромата при длительном горячем копчении колбасных изделий.
4. Направленное использование микрофлоры в технологии мяса и мясных продуктов.

Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Куликова, В. В. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие для вузов / В. В. Куликова, С. И. Постников, Н. П. Оботурова. – Ставрополь: Бюро новостей, 2012. – 260 с.

Дополнительная литература

1. Антипова, Л. В. Биохимия мяса и мясных продуктов : учеб. пособие / Л. В. Антипова, Н. А. Жеребцов. - Воронеж : Изд-во Воронежского ун-та, 1991. - 184 с.

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Барыбина Л. И. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов». – Ставрополь: СКФУ, 2026 (эл. вариант).

2. Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы к дисциплине " Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов»: методические указания / сост. Л.И. Барыбина – Ставрополь, 2026 (эл. вариант).