

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФГБОУ ВПО «БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра кормления животных и частной зоотехнии

Артюкова Г.Д., Артюков И.И., Гамко Л.Н. , Семешкин Н.Т.

БИОХИМИЯ МОЛОКА И МЯСА

учебно-методическое пособие к практическим занятиям
для студентов по направлению 111100.02 Зоотехния.
Профиль «Технология производства продуктов животноводства»

Брянск 2014

УДК 637.12.04/05:577.1 (075.3)

ББК Б 74.58

А 86

Артюкова, Г.Д. **Биохимия молока и мяса:** Учебно-методическое пособие к практическим занятиям / Г.Д. Артюкова, И.И. Артюков, Л.Н. Гамко, Н.Т. Семешкин. - Брянск.: Издательство Брянской ГСХА, 2014. - 60 с.

Учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с учебной программой по курсу дисциплины «Биохимия молока и мяса». Предназначено для проведения практических занятий.

Рецензент: доцент кафедры эпизоотологии, микробиологии, паразитологии и вет-санэкспертизы Маловастый К.С.

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета ветеринарной медицины и биотехнологии Брянской государственной сельскохозяйственной академии, протокол № 7 от 25 апреля 2014 года.

© Брянская ГСХА, 2014

© Коллектив авторов, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Правила работы и техника безопасности в лаборатории	4
Раздел 1. Биохимия молока	7
Занятие 1. Отбор средних проб молока для анализа и их консервирование	7
Занятие 2. Органолептическая оценка молока	9
Занятие 3. Определение содержания белка в молоке формольным методом	11
Занятие 4. Дестабилизация мицелл казеина	12
Занятие 5. Определение альбумина в молоке	13
Занятие 6. Влияние кислотности на устойчивость белков молока (кислотно-кипятильная проба)	14
Занятие 7. Определение буферной емкости молока	15
Занятие 8. Определение титруемой кислотности молока с применением индикатора фенолфталеина	17
Занятие 9. Определение содержания жира в молоке	18
Занятие 10. Определение технологических свойств молока	20
Занятие 11. Методы определения редуктазы в молоке	21
Занятие 12. Определение пероксидазы в молоке	23
Занятие 13. Определение содержания аммиака	24
Занятие 14. Оценка пищевой, биологической и энергетической ценности молока	25
Раздел 2. Биохимия мяса	29
Занятие 15. Общая характеристика белков. Выделение белков из мышечной ткани и изучение их свойств	29
Занятие 16. Расчет биологической ценности белков мяса	34
Занятие 17. Общая характеристика липидов. Оценка состава и свойств животных жиров	37
Занятие 18. Определения массовой доли жира жирометром	39
Занятие 19. Определение температуры плавления животного жира	40
Занятие 20. Определение температуры отвердевания жира	42
Занятие 21. Химические способы распознавания порчи животного жира	43
Занятие 22. Определение перекисного числа животного жира. Качественная реакция на перекиси	44
Занятие 23. Определение кислотного числа животного жира	46
Занятие 24. Исследования свежести мяса	47
Занятие 25. Определение активной кислотности мяса.	50
Занятие 26. Определения водосвязывающей и жиродерживающей способности мяса	51
Занятие 27. Количественное определение молочной кислоты в мясе	54
Занятие 28. Характеристика технологических пороков созревания мяса	57
Список использованной литературы	59

Введение

Биологическая химия, или биохимия – наука, изучающая химический состав организмов и химические процессы, составляющие основу их жизнедеятельности.

Достаточно важной составляющей частью биологической химии, занимающейся изучением биохимических процессов, проходящих в сырье животного происхождения при его хранении и переработке, является техническая (прикладная) биохимия, в частности, биохимия молока, мяса и т.д.

Современное производство и переработка продукции представляет собой комплекс сложных технических процессов, в т.ч. таких взаимосвязанных как биохимические, микробиологические, теплофизические и др. При этом будущему технологу придется решать различные вопросы, связанные, как с получением качественной продукции на фермах и комплексах, так и в процессе дальнейшей переработки для получения конечного продукта. В этом комплексе (производство – переработка) специалисту необходимо правильно использовать биохимические знания и закономерности с целью обеспечения оптимальных условий получения, транспортировки, переработки молочного и мясного сырья.

Успешному изучению биохимии молока и мяса способствуют полноценные знания смежных наук, таких как органическая, физическая и коллоидная химия, физиология и др.

Правильная организация и совершенствование технологических процессов, улучшение качества и свойств молочных и мясных продуктов на основе знаний биохимических процессов позволяет технологу, в конечном счете, получить качественные продукты питания.

Правила работы и техника безопасности в лаборатории

Цель занятия: изучить правила работы и технику безопасности в лаборатории.

Методические указания. Все студенты допускаются к работе в лаборатории только после ознакомления с правилами техники безопасности и пожарной безопасности, знание которых проверяет преподаватель, что фиксируется в специальном журнале.

При выполнении работ студенту нужно соблюдать осторожность, быть внимательным, все операции следует тщательно продумывать и проводить аккуратно, без спешки.

Нельзя загромождать рабочее место предметами, не относящимися к выполняемой работе. В лаборатории запрещается работать без халата, пить из химической посуды, пробовать реактивы на вкус, брать их руками.

Студент должен знать основные свойства реактивов, степень их вредности и способность к образованию взрывоопасных и огнеопасных смесей с другими веществами.

Правила безопасности в лаборатории:

- не включать электроприборы без разрешения преподавателя;
- не открывать на рабочем месте растворы с вредными летучими веществами;
- в случае воспламенения горючих жидкостей быстро погасить горелки, выключить электроприборы и принять меры к тушению пожара.

Правила работы со стеклянной посудой:

- использование в лаборатории стеклянной посуды требует осторожного обращения;

- при работе со стеклом следует избегать сильного нажима;
- при перемешивании стеклянной палочкой избегать ударов по стенкам посуды;
- химическая посуда не выдерживает резкого нагревания или охлаждения, поэтому в нее нельзя наливать горячую жидкость без предварительного споласкивания стенок и дна сосуда.

Под рабочим местом подразумевается часть помещения лаборатории с установленным на нем рабочим столом, оборудованием и другими лабораторными принадлежностями, предназначенными для проведения конкретно одного или нескольких испытаний исследуемого образца. Поддержание порядка на рабочем месте сводится к следующему:

- необходимо поддерживать чистоту рабочего стола, который должен быть свободен от посторонних предметов.

- необходимо контролировать свободу пространства вблизи рабочего стола для обеспечения беспрепятственного перемещения на рабочем месте.

Правила работы с кислотами и щелочами.

При использовании в работе концентрированных кислот или щелочей следует помнить, что, попадая на кожу человека, они вызывают химические ожоги.

Емкость с серной кислотой и концентрированным раствором щелочи следует держать закрытой и в защищенных футлярах.

При разбавлении кислот, имеющих больший удельный вес, чем вода, надо приливать кислоту к воде по стеклянной палочке, при отмеривании использовать автоматы-дозаторы, резиновые груши.

Растворение твердых щелочей (NaOH, KOH) и разбавление водой кислот сопровождается выделением большого количества тепла, поэтому эту операцию следует проводить только в фарфоровой посуде.

Разлитые кислоты и щелочи необходимо немедленно нейтрализовать, а затем тщательно смыть водой.

Для нейтрализации щелочи применяется раствор борной или уксусной кислоты 8%-ной концентрации, для нейтрализации кислот используется 5%- ный раствор пищевой соды.

Нельзя выливать в канализационную сеть отработанную серную кислоту, хромовую смесь и растворы, содержащие соли ртути.

Для оказания первой медицинской помощи в помещении, где поведятся лабораторные занятия, должна находиться аптечка.

Очень опасны ожоги концентрированными кислотами и щелочью. Попавшую на кожу кислоту надо немедленно смыть большим количеством воды, а затем промыть слабым (2%-ным) раствором двууглекислой соды. При попадании на руки щелочи ее необходимо смыть большим количеством воды, а затем промыть слабым раствором уксусной кислоты.

В случае отравления щелочью пострадавшему дают пить 3% раствор молочной кислоты, молоко, воду, подкисленную уксусом, а при отравлении кислотой- раствор пищевой соды, воду со льдом, воду с мукой.

При порезе необходимо оказать первую помощь: удалить стекло, промыть рану, смазать края ее раствором йода и перевязать.

При попадании кислоты или щелочи в глаз его немедленно промывают большим количеством воды в течение 15...30 мин, затем в случае попадания кислоты- 2.3 %- ным раствором пищевой соды, а в случае попадания щелочи - 2.3 % - ным раствором борной кислоты.

При термических ожогах (огнем, паром, горячими предметами) обожженное место

вначале смачивают 3. 5%- ным раствором перманганата калия, затем смазывают вазелином.

В случае воспламенения горючих жидкостей или других веществ быстро выключаются электронагревательные приборы и газовые горелки, переносят сосуды с огнеопасными жидкостями в безопасное место и принимают меры к тушению пожара.

Горящие жидкости накрывают асбестовым одеялом, а затем, если необходимо, засыпают песком. В других случаях (за исключением воспламенения щелочных металлов) используют огнетушитель.

Если загорится одежда, то пламя гасят с использованием одеяла, войлока или пальто.

Если загорятся электропровода, обесточивают линию, выключив рубильник, и принимают меры к тушению пожара при помощи песка, воды, асбестового одеяла, огнетушителя.

Задание 1. Изучить правила техники безопасности и получить допуск к работе в лаборатории.

Контрольные вопросы

1. Какие правила следует соблюдать при работе в лаборатории?
2. Перечислите основные правила техники безопасности в лаборатории.

Раздел 1. Биохимия молока

Занятие 1. Отбор средних проб молока для анализа и их консервирование

Цель занятия. Приобрести навыки в отборе средних проб молока и подготовке их к анализу.

Методические указания. Отбор средней пробы молока – одно из важнейших условий правильного определения его качества.

Для полного биохимического анализа объем пробы составляет 250 мл, а при определении только кислотности и содержания жира и белка достаточно 50 мл.

При изучении состава молока у отдельных животных пробу берут непосредственно на скотном дворе или в летнем лагере. До отбора проб необходимо ознакомиться с продуктивностью, установить объем порций, отбираемых от одного литра молока. Отбор проводят строго пропорционально количеству имеющего молока за сутки, чтобы в средней пробе были порции молока всех (утреннего, дневного или вечернего) удоев.

Пример: Отобрать среднюю пробу молока от коровы в количестве 200 мл (при трехкратном доении).

Таблица 1- Величина удоя коровы за сутки

Время дойки	Удой, кг
Утро	8
Полдень	7
Вечер	5
Всего	20

Всего удой за сутки составил 20 кг. С каждого кг молока надо взять 10 мл (200/20), т.е.

Утром: $10 \text{ мл} \times 8 = 80 \text{ мл}$;

Полдень: $10 \text{ мл} \times 7 = 70 \text{ мл}$;

Вечером: $10 \text{ мл} \times 5 = 50 \text{ мл}$.

Итого: 200 мл.

Рекомендуется начинать отбор проб в полдень (при трехкратном доении) или с вечерней дойки (при двукратном доении), а затем начинать проводить анализ качества молока.

Пропорциональность соблюдается при различных способах отбора с помощью счетчиков молока на молокопроводах, металлических труб (пробников) или отмеривания мерилками.

Для определения качества молока, продаваемого государству, пробу отбирают в пунктах приемки молока до его взвешивания.

Отбор проб молока осуществляют в месте его приемки, оформляют удостоверением качества и безопасности и сопровождают ветеринарным свидетельством (справкой) установленной формы.

Пробы отбирают из чистой и исправной тары. После вскрытия фляг или цистерны, скопившийся жир на крышках снимают шпателем в те же емкости. Затем молоко в емкости

смешивают. В автоцистернах с помощью механической мешалки смешивают 3-4 минуты до достижения однородности. Во флягах молоко смешивают мутовкой, 8-10 раз, до достижения однородности.

Пробы молока из цистерн отбирают кружкой емкостью до 0,5 л, снабженной длинной ручкой, из фляг пробником.

Пробы для микробиологических исследований отбирают в стерильные бутылочки или колбы и закрывают стерильными ватными пробками.

При подготовке проб к анализу температуру молока доводят до $20^{\circ}\text{C} \pm 2$.

Пробы молока, взятые после перекачки насосом, для удаления из него воздуха сначала надо подогреть до $35-40^{\circ}\text{C}$, а затем охладить до $20^{\circ}\text{C} \pm 2$.

Пробы подогревают, погружая бутылочки с молоком в теплую воду температурой $46-50^{\circ}\text{C}$, а охлаждают в воде, температура которой $12-15^{\circ}\text{C}$.

Если пробы молока исследуют на следующий день, то их следует охладить и хранить при $3-5^{\circ}$. При более продолжительном хранении проб их консервируют. Консервант обычно прибавляют к молоку в два-три приема: в день отбора и в процессе хранения. Консервированные пробы нельзя подвергать органолептической оценке, исследовать на кислотность, бактериальную обсемененность, биологические свойства, использовать в пищу людям или в корм животным. По окончании анализа пробы уничтожаются.

Консервирование 10%-ным раствором бихромата калия ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) основано на том, что он является сильным окислителем и разрушает протоплазму микроорганизмов. В молоке он распадается с образованием хромового альдегида, вследствие чего окисляются белки, и кислотность молока повышается на 7°T . На 100 мл молока добавляют 1 мл консерванта.

Консервирование 40%-ным раствором формалина (НСОН) основано на том, что он обладает сильным бактерицидным действием: вступая в прочное соединение с белками бактериальных клеток, парализует их жизнедеятельность. Он также вступает в реакцию с белками, разрушая аминную группу, вследствие чего окисляются белки, и кислотность молока повышается на $6-7^{\circ}\text{T}$.

Пробы, законсервированные формалином или двуххромовокислым калием, хранят в темном месте при температуре $5-20^{\circ}\text{C}$ не более 10 суток.

При консервировании проб 30-33%-ным раствором перекиси водорода (H_2O_2) на 100 мл молока вносят 1-2 капли. Сохраняются пробы до 8-10 суток.

Задание 2. Определить количество молока от коровы для составления средней пробы молока в количестве 250 мл, если утренний удой составил 9 кг молока, вечерний – 7 кг.

Задание 3. Сделать расчет для составления средней пробы молока, поступившего на пункт приемки в автомобильной цистерне ГАЗ-53: в 1 секции – 1400 кг молока; во 2 секции – 1200 кг. Для анализа необходимо 200 мл.

Контрольные вопросы

1. Как отобрать для анализа среднюю пробу молока у отдельных коров?
2. Как отобрать среднюю пробу в партии молока, находящегося в разных емкостях?
3. Как проводится отбор средней пробы молока при сдаче его на молочный завод?
4. Порядок консервирования проб молока формалином, перекисью водорода, двуххромовокислым калием.

Занятие 2. Органолептическая оценка молока

Цель занятия. Определить органолептическую натуральность молока и его сырьевую пригодность для переработки в продукты питания или наличие пороков, снижающих сырьевую пригодность молока, или фальсификацию молока, исключающую возможность приема и переработки.

Приборы и реактивы. Баня водяная, термометр спиртовой, колбы или стаканчики вместимостью 100 мл с шлифованными пробками, цилиндр мерный вместимостью 50-100 мл, фольга алюминиевая.

Методические указания. Критерии органолептической оценки молока: цвет, запах, вкус, консистенция.

Цвет и консистенция молока определяется визуально.

Цвет молока. Цвет нормального молока здоровых коров белый или слегка кремовый. Определяют цвет молока в стеклянном стаканчике емкостью 100 мл. Объем молока 50-60 мл. Цвет определяют в отраженном дневном свете.

Консистенция молока. Консистенция нормального молока однородная, без слизи, хлопьев и нетягучая. Определяют консистенцию при медленном переливании молока (50-60 мл) из стакана в стакан. При этом обращают внимание на стекаемость молока, остаток на стекле. Хлопья белка легко обнаружить на стенках сосуда.

Запах и вкус молока оценивается по 5-ти балльной шкале.

Запах молока. Нормальный приятный запах молока обусловлен содержащими газами и свежем молоке (углекислота, азот воздуха) и летучими веществами, выделяемыми кожными железами вымени.

Вкус молока. Вкус молока здоровых коров или сборного молока слегка сладковатый.

Техника определения: Готовим эталон: 50-60 мл молока нагревают до 85⁰С и выдерживают 1-2 сек (пастеризованное молоко).

Образцы исследуемого молока доводят до кипения, охлаждают до 37⁰С. Небольшим глотком молока исследуемой пробы смачивают полость рта, и медленно выдыхаем воздух через нос. Далее, изучаемые образцы молока (50-60 мл) поочередно сравнивают по запаху и вкусу с эталоном молока. После каждой исследуемой пробы молока следует прополоскать рот слабым раствором марганцовки.

Результаты сравнивают со шкалой.

Таблица 2 - Шкала для оценки молока

Запах и вкус	Оценка	Баллы
Чистый, приятный, слегка сладковатый	отлично	5
Недостаточно выраженный, пустой	хорошо	4
Слабый кормовой, слабый окисленный, слабый хлевный, слабый липолизный, слабый нечистый	удовлетворительно	3
Выраженный кормовой, в т.ч. лука, чеснока, полыни и др. трав, придающий горький вкус.	плохое	2
Хлевный, соленый, окисленный, липолизный, затхлый	Очень плохое	1

Таблица 3 - Шкала для описания пороков коровьего молока

Пороки, отклонения	Причина	Меры предупреждения
Цвет:		
Интенсивно желтый	Микроорганизмы, вырабатывающие пигменты (при заболевании коров – желтухой, пироплазмозом, маститом) Корма (зубровки и др.). Медикаменты	Профилактические мероприятия, направленные на предохранение коров от заболеваний. Проведение агротехнических мероприятий.
Синий и голубой	Пигментообразующие микробы. Туберкулез вымени. Корма (воловик, хвощ полевой).	То же
Красноватый оттенок	Заболевание коров маститом, пироплазмозом. Нарушение правил машинного доения.	Профилактические мероприятия, направленные на предохранение коров от заболеваний. Соблюдение правил машинного доения
Запах		
Лекарственный	Пахнущие лекарственные средства (креолин, карболовая кислота, деготь и т.п.)	Правильно использовать лечебные и дезинфицирующие средства.
Хлевный	Плохое санитарное состояние скотного двора	Содержать скотный двор в хорошем состоянии.
Затхлый	Развитие анаэробных микроорганизмов при хранении неохлажденного молока в плотно закрытой емкости.	Соблюдать правила хранения молока
Аммиачный	Долгое стояние молока в незакрытых сосудах на скотном дворе. Бактерии из группы кишечной палочки.	Не загрязнять молоко бактериями
Кормовой (капустный, редьки и др.)	Избыток в рационе капусты и других кормов с резким запахом	Не допускать скармливание кормов свыше допустимых норм.
Масляной кислоты	Скармливание силоса плохого качества	Не скармливать некачественный силос.
Вкус		
Горький	Молоко стародойных коров, молозиво, медикаменты.	Молозиво и стародойное молоко не сливать в общее.
Соленый	Молоко стародойных коров, примесь молозива, мастит, туберкулез вымени.	Молозиво и стародойное молоко не сливать в общее. Не допускать заболевания коров.
Мыльный	Хранение неохлажденного молока в закрытых флягах, нейтрализация молока содой.	Соблюдать правила хранения молока, нельзя допускать «раскисления» молока содой.
Рыбный	Скармливание животных рыбной муки.	Следить за кормлением.
Консистенция		
Водянистая	Туберкулез, катаральное воспаление вымени. Избыток в рационе барды, свеклы.	Соблюдать допустимые нормы кормов, не допускать заболевания коров.
Слизистая	Примесь молозива, ящур, мастит.	Не сливать молозиво в общее молоко, не допускать заболевания коров.

Задание 4. Оценить органолептические качества молока в трех пробах, охарактеризовать пороки и недостатки.

Контрольные вопросы

1. По каким показаниям и как проводится органолептическая оценка молока?
2. Как определяется вкус, цвет и запах молока?
3. Как определяется консистенция молока?
4. Перечислите основные пороки молока кормового, бактериального происхождения и полученного от больных коров.

Занятие 3. Определение содержания белка в молоке формольным методом

Цель занятия. Изучить методы и технику определения белков молока. Приобрести навыки по определению содержания белка в молоке методом формольного титрования.

Приборы и реактивы. Коническая колба вместимостью 100 мл, пипетки на 10,20 мл, бюретки вместимостью 25 мл, автоматпипетка на 1 мл, 0,1 н. раствор гидроксида натрия, 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина, 40%-ный раствор нейтрализованного формалина.

Методические указания. Белки молока характеризуются высокой полноценностью. Они содержат незаменимые для организма аминокислоты, служат основным источником для построения его клеток, образования ферментов, гормонов и защитных веществ. Основная масса белков представлена казеином, главными компонентами которого являются α_{s1} , α_{s2} , β -, χ , γ_1 - фракции. В молоке казеин находится в виде казеинаткальцийфосфатного комплекса.

Меньшая часть белков (15-22%) относится к сывороточным белкам, главными из которых являются β -лактоглобулин, α -лактальбумин, иммуноглобулины, компоненты протеозо-пептидной фракции, лактоферин, ферменты.

Метод формольного титрования.

Данный метод применяют при условии согласия с поставщиком.

Методические указания. Метод формольного титрования основан на нейтрализации карбоксильных групп моноаминодикарбоновых кислот белков раствором гидроксида натрия, количество которого, затраченное на нейтрализацию, пропорционально массовой доле белка в молоке.

Техника определения. В колбу на 50-100 мл отмерить пипеткой 10 мл молока, добавить 10 капель 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина, все размешать и оттитровать 0,1 н. раствором щелочи до слабо-розового окрашивания, не исчезающего при взбалтывании.

1. В колбу добавить 2 мл нейтрализованного формалина, размешать. Слабо розовое окрашивание исчезает.

2. В бюретке отмерить уровень щелочи и содержимое колбы вновь оттитровать до такого же слабо-розового окрашивания, как и в первый раз, не исчезающего при помешивании.

3. Сделать отсчет по бюретке, показывающей количество 0,1 н. раствора щелочи, пошедшей на титрование смеси в колбе, и рассчитать содержание общего белка и казеина в молоке. Для установления содержания общего белка количество 0,1 н. раствора щелочи, пошедшее на титрование, после добавления формалина умножить на коэффициент 1,94; а для определения содержания казеина – на коэффициент 1,51.

Задание 5. Определить содержание белков молока методом формольного титрования.

Задание 6. Рассчитать содержание белка в молоке, если при втором титровании затрачено 0,1 н. раствора щелочи:

А) 1,7 мл;

Б) 1,9 мл.

Контрольные вопросы

1. Какова сущность и техника определения содержания белка в молоке формольным методом?

2. Классифицируйте белки молока.

3. Охарактеризуйте биологические функции белков молока.

4. Какой процент в среднем химическом составе молока приходится на белки.

5. К каким белкам по степени сложности относится казеин.

6. В чем заключается пищевая и биологическая ценность белков молока.

Занятие 4. Дестабилизация мицелл казеина

Цель занятия. Ознакомится с механизмом коагуляции казеиновых мицелл под воздействием различных реагентов. Изучить характер сгустка, полученного различными способами дестабилизации казеина.

Методические указания. В свежем молоке мицеллы казеина обладают относительной устойчивостью - не коагулируют при механической обработке и нагревании молока до высоких температур.

Это связано с тем, что нативные мицеллы казеина имеют на поверхности двойной электрический слой, а также хорошо развитую гидратную оболочку. Этого электрического заряда достаточно, чтобы преодолеть силы межмолекулярного притяжения между частицами казеина при их сближении.

Таким образом, в свежем молоке силы электростатического отталкивания между мицеллами казеина преобладают над силами молекулярного притяжения, и коллоидная система молока находится в устойчивом состоянии. Следовательно, для того чтобы вызвать соединение и коагуляцию мицелл казеина, необходимо снизить их отрицательный заряд, т.е. перевести мицеллы в изоэлектрическое или близкое к нему состояние, и разрушить гидратные оболочки. В практике коагуляцию казеина осуществляют, снижая рН молока или добавляя кислоты (кислотная коагуляция), внося хлорид кальция при нагревании (термокальциевая коагуляция) и сычужный фермент (сычужная коагуляция).

1. Кислотная коагуляция казеина. При добавлении кислоты наблюдается постепенное снижение отрицательного заряда казеиновых мицелл и при рН 4,6-4,7 переход их в изоэлектрическое состояние, характеризующееся равенством отрицательных и положительных зарядов. В изоэлектрической точке снижается устойчивость и растворимость частиц казеина.

В результате их столкновений образуются агрегаты и длинные нити, которые затем соединяются в единую пространственную сетку, т.е. формируется белковый каркас сгустка. Образующийся сгусток обладает способностью уплотняться с выделением сыворотки (синерезис).

Приборы и реактивы. Пробирки, пипетки, градуированные пипетки, молоко, 10% уксусная кислота.

Проведение анализа. В пробирку отмерить 5 мл молока. Затем добавить несколько капель уксусной кислоты. Выпавшие в осадок хлопья представляют собой коагулирующий казеин. Сывороточные белки остаются в сыворотке.

2. Термокальциевая коагуляция казеина. Термокальциевая коагуляция белков была предложена русским ученым П.Ф. Дьяченко. Для коагуляции используют 40% хлорид кальция. А для осаждения сывороточных белков - действие высоких температур (95⁰).

Механизм действия кальция заключается в снижении отрицательного заряда белковых частиц, вследствие присоединения его к отрицательно заряженным группам. В результате электронейтральные частицы казеина агрегируют с помощью ионов кальция и выпадают в осадок. Вместе с казеином осаждаются и денатурируют сывороточные белки.

Приборы и реактивы. Градуированные пипетки, водяная баня, молоко, хлорид кальция.

Проведение анализа. К 5 мл молока прилить 1 мл хлорида кальция, затем поместить в горячую водяную баню на 5 мин.

3. Сычужная коагуляция казеина. Механизм сычужной коагуляции проходит в две стадии.

На первой стадии фермент действует на молекулы казеина, стабилизирующие его ча-

стицы. В нем разрываются определенные пептидные связи, что вызывает отщепление довольно крупных пептидов - макропептидов. В результате в мицеллах остается не %-казеин, а пара-х-казеин, который уже не способен защищать частицы казеина от слипания. Таким образом, в сгусток переходит не казеин молока (казеинкальцийфосфатный комплекс), а параказеин (параказеинкальцийфосфатный комплекс). Параказеин отличается от казеина, имеет меньшую молекулярную массу и изоэлектрическую точку в менее кислой среде - при pH 5-5,2.

На второй стадии неустойчивые (дестабилизированные) мицеллы казеина коагулируют. Сначала они собираются в небольшие агрегаты (до 2-5 частиц) и длинные нити (5-20 и более частиц), которые затем, соединяются между собой, образуя сгусток.

Приборы и реактивы. Мерные колбы, градуированные пипетки, термостат, молоко, сычужный фермент.

Проведение анализа. Отмерить 100 мл молока, доведенного до температуры активности фермента (37 °С). Добавить 1 мл фермента. Раствор фермента готовится за 30 мин. до начала проведения реакции (100 мл воды -2,5 гр. сухого вещества) и выдерживается в термостате при температуре оптимальной для активности фермента (36-37°С). Через 3 мин образуется сгусток, что говорит о коагуляции казеина. При отделении сыворотки белки остаются в ней.

Задание 7. Выполнить реакцию дестабилизации казеина.

Таблица 4 – Данные результатов исследований

Вид коагуляции	Белок	
	казеин	сывороточные белки
Кислотная		
Термокальциевая		
Действие сычужного фермента		

Контрольные вопросы

1. Чем обусловлена устойчивость коллоидных частиц казеина в молоке.
2. Какие способы коагуляции казеина применяют при выработке кисломолочных продуктов.
3. Какой способ коагуляции обеспечивает максимальное использование белков.
4. Какие фракции казеина не осаждает сычужный фермент.
5. При каких условиях дестабилизируются сывороточные белки.

Занятие 5. Определение альбумина в молоке

Цель занятия. Изучить условия дестабилизации сывороточных белков. Определить визуально в фильтрате сыворотки хлопья молочного альбумина.

Методические указания. Казеинаткальцийфосфатный комплекс молока разрушается уксусной кислотой, освобождая казеин, который в сыворотке не растворяется и выпадает в виде хлопьев. Альбумин молока в свободном состоянии растворим, и под воздействием уксусной кислоты не выпадает в осадок, вместе с казеином.

Однако он легко осаждается при нагревании свыше 75°С и при кипячении.

Приборы и реактивы. Пробирки, колбы на 100 мл, пипетки на 10, 20 мл; бюретки на 25 мл; 0,1 н. раствор серной кислоты, бумажные фильтры.

Техника определения: 1. В колбе смешать 10 мл молока и 20 мл дистиллированной воды. Добавить в колбу из бюретки 0,1 н. раствора серной кислоты до осаждения казеина.

Осмотреть содержимое пробирки. Если молоко нагревалось выше 80°C , то хлопьев альбумина после кипячения не обнаружится, а при охлаждении его не будет образовываться осадка.

Выпавшие хлопья представляют собой казеин молока. После этого 2-3 см сыворотки отфильтровывают в другую чистую пробирку. Фильтрат в пробирке нагревают до кипения (держа пробирку специальными деревянными зажимами или обернув полотенцем); в жидкости появляются мелкие хлопья - молочный альбумин.

Задание 8. Определить пастеризацию молока по альбуминовой пробе и сделать соответствующие выводы.

Контрольные вопросы

1. Какой процент от общего белкового состава приходится на сывороточные белки.
2. Какие белки относятся к сывороточным.
3. Охарактеризуйте биологическую роль сывороточных белков.
4. Какой белок является самой термостабильной частью сывороточных белков.
5. Что такое «молочный камень». При каких условиях происходит его образование.

Занятие 6. Влияние кислотности на устойчивость белков молока (кислотно-кипятельная проба)

Цель работы. Определения свежести молока при помощи установления титруемой кислотности.

Сущность метода. Метод используют для определения степени свежести молока. Считается, что чем больше добавленной кислоты выдерживает молоко при кипячении без гелеобразования, тем ниже его титруемая кислотность.

Мицеллы казеина в молоке с повышенной кислотностью имеют меньший заряд, что связано с нейтрализацией белка молочной кислотой, накапливающейся в результате сбраживания лактозы микроорганизмами, меньшую степень дисперсности, чем мицеллы казеина свежего молока, более тонкую гидратную оболочку, однако наличие заряда и гидратной оболочки препятствует гелеобразованию.

Нагревание молока до $35...40^{\circ}\text{C}$ вызывает полную дегидратацию белковых частиц, а дальнейшее повышение температуры приводит к усилению гидрофобных и ионных взаимодействий, активизирует кальций-индуцированное осаждение казеина.

Кроме того, под действием добавленной к молоку кислоты происходит снижение заряда казеиновых мицелл. Если заряд снижается до нуля, то наступает гелеобразование.

Приборы и реактивы. Пробирка вместимостью 20 см^3 ; пипетка вместимостью 10 см^3 ; бюретка вместимостью 25 см^3 с ценой деления 0.1 см^3 ; водяная баня; электроплитка, соляная кислота ($C=0.1\text{ моль/дм}^3$):

Проведение анализа. В 2 пробирки вместимостью 20 см^3 вносят пипеткой по 10 см^3 исследуемого молока, добавляют из бюретки раствор соляной кислоты ($C=0.1\text{ моль/дм}^3$): в первую пробирку 0.5 см^3 , во вторую- 1.0 см^3 . Содержимое пробирок тщательно перемешивают. Пробирки помещают в кипящую водяную баню. Уровень воды в бане должен быть выше уровня жидкости в пробирках.

Через 3 мин пробирки вынимают, охлаждают и определяют изменение консистенции молока.

Оценка результатов. Если гелеобразование не произошло ни в одной из пробирок,

то кислотность молока, ниже 19°Т. Молоко свежее.

Если сгусток образовался только во второй пробирке, его кислотность 19...20°Т, а если в обеих пробирках-то кислотность более 20°Т.

Задание 9. Определить устойчивость белков молока.

Таблица 5 – Качество молока на свежесть

№ пробы	1 пробирка	2 пробирка	3 пробирка	Титруемая кислотность	Качество молока
1					
2					
3					

Контрольные вопросы

1. Чем обусловлена повышение кислотности молока в процессе хранения.
2. Какие нежелательные изменения свойств молока для технологической переработки происходят при повышении кислотности.
3. Охарактеризуйте кислотность свежесвыдоенного молока.

Занятие 7. Определение буферной емкости молока

Цель занятия. Ознакомится с буферными свойствами молока, изучить методики определения буферной емкости молока по кислоте, по щелочи, а также научиться определять титруемую кислотность при помощи индикатора фенолфталеина и значение pH.

Методические указания. Буферные свойства - это способность растворов, содержащих слабую кислоту и ее соль от сильного основания, смесь двух кислых солей слабой кислоты или слабое основание и его соль от сильной кислоты, препятствовать изменению pH при добавлении кислоты или щелочи.

Буферные свойства молока связаны с наличием белков, гидроортофосфатов и цитратов натрия и калия.

Кислота, добавленная в молоко, или образовавшаяся в результате молочнокислого брожения, связывается белками в соответствии с уравнением:

Константа диссоциации карбоновых кислот мала, поэтому активная кислотность практически не изменяется, а титруемая возрастает.

Буферная способность молока по кислоте, обусловленная фосфатами, заключается в переходе гидроортофосфатов в дигидроортофосфаты:

Константа диссоциации аниона H_2PO_4^- значительно ниже, чем константа диссоциации соляной или молочной кислот, поэтому происходит связывание ионов водорода, pH не изменяется, титруемая кислотность возрастает. Аналогично реагируют с кислотой цитраты и гидрокарбонаты. Щелочь, добавленная к молоку, связывается белками в соответствии с уравнением:

Буферная емкость молока по щелочи, связанная с фосфатами, исключается в переходе дигидроортофосфатов в гидроортофосфаты.

Цитраты и гидрокарбонаты взаимодействуют со щелочью аналогично фосфатам.

Количественной мерой буферных свойств молока является буферная емкость. Под буферной емкостью понимают объем (см^3) раствора гидроксиданатрия с $C=1$ моль/ дм^3 , или раствора соляной кислоты той же концентрации, который требуется прибавить к 100 см^3 молока, чтобы изменить pH молока на единицу.

Буферная емкость нормального молока по кислоте составляет около 1.74, а по щелочи - 1.08.

Буферные свойства молока играют большую роль при изготовлении кисломолочных продуктов и сыра. Так, при изготовлении кисломолочных продуктов микроорганизмы закваски способны сбраживать около 20% лактозы, после чего начинают отмирать из-за низкого значения рН (4.76). Наибольшей буферной емкостью среди молочных продуктов обладают сыры, поэтому рН сырной массы понижается медленно до значений 5.3... 5.5. При таком рН продолжается развитие молочнокислых стрептококков закваски, в результате чего лактоза полностью сбраживается на 7...10 сутки созревания сыра. Если бы процесс молочнокислого брожения проходил в водном растворе лактозы, содержащем столько же лактозы, сколько в молоке, то микроорганизмы начали бы отмирать, утилизировав только около 3% лактозы.

Приборы и реактивы. Конические колбы вместимостью 150 см³; пипетка вместимостью 10 см³; бюретка вместимостью 10 см³ и ценой деления 0.1 см³, 1%-ный раствор фенолфталеина

Проведение анализа. В две конические колбы вместимостью 150 см³ пипеткой вносят по 10 см³ молока, раствор гидроксида натрия с С=0,1 моль/дм³. В одну из них добавляют 3 капли 1%-ного раствора фенолфталеина и титруют из бюретки раствором гидроксида натрия с С=0,1 моль/дм³ до слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 30 с. Объем щелочи (V_щ) записывают.

В другую колбу с молоком добавляют 5...7 капель 0.1%-ного раствора метилового красного и титруют из бюретки раствором соляной кислоты с С=0.1 моль/дм³ до появления красного окрашивания. Объем кислоты (V_к) записывают.

Обработка результатов. Буферную емкость молока по щелочи (Бщ) и по кислоте (Бк) вычисляют по формулам:

$$\text{Бщ} = K_{\text{щ}} / ((\text{pH}_{\text{кон}} - \text{pH}_{\text{нач}}) * 10), \quad \text{Бк} = K_{\text{к}} / ((\text{pH}_{\text{нач}} - \text{pH}_{\text{кон}}) * 10),$$

где - K_щ - объем раствора гидроксида натрия, израсходованного на титрование 100 см³ молока, см³. K_щ = V_щ * 10;

K_к- объем раствора соляной кислоты, израсходованного на титрование 100 см³ молока, см³. K_к = V_к * 10;

pH_{нач} - значение рН исследуемого молока;

pH_{кон} - значение рН молока в конце титрования щелочью или кислотой. При титровании щелочью pH_{кон}=8.2, а при титровании кислотой pH_{кон}=4.7;

10— коэффициент пересчета растворов щелочи или кислоты с эквивалентной концентрацией 0.1 моль/дм³ в концентрацию 1 моль/дм³.

Определить значение рН исследуемого молока (рН нач) можно сопоставив значение титруемой кислотности и рН по таблице 6, пользуясь следующей методикой определения титруемой кислотности молока с применением индикатора фенолфталеина.

Задание 10. Определить буферную емкость молока.

Контрольные вопросы

1. Что называется буферной емкостью молока.
2. Чем обусловлена буферная емкость молока.
3. Какую роль играют буферные свойства молока при изготовлении кисломолочных продуктов и сыра.

Занятие 8. Определение титруемой кислотности молока с применением индикатора фенолфталеина

Цель занятия. Изучить методику определения титруемой кислотности молока.

Методические указания. Показатель титруемой кислотности используют для оценки качества заготовленного молока.

Титруемая кислотность, иначе общая кислотность включает в себя как диссоциированную, так и недиссоциированную части кислот (молочной, угольной, лимонной, аскорбиновой и других), минеральных солей, белков и иных титруемых соединений, находящихся в молоке.

В исходном молоке существует динамическое равновесие между недиссоциированными молекулами (НА) и ионами (Н⁺, А⁺):

При добавлении щелочи ионы водорода связываются ее гидроксидными молекулами в слабодиссоциированные молекулы воды.

В результате из раствора удаляются ионы водорода, и равновесие диссоциации сдвигается вправо - в сторону распада молекул на ионы. Таким образом, по мере добавления щелочи все молекулы кислых соединений постепенно распадаются на ионы и вся кислота нейтрализуется щелочью.

В России титруемую кислотность выражают в градусах Тернера (°Т). Под градусами Тернера понимают объем (см) раствора гидроксида натрия с С= 0,1 моль/дм³, необходимого для нейтрализации кислых соединений в 100 см³ молока, разбавленного в два раза водой.

Титруемая кислотность свежесываемого молока составляет 16 - 18 °Т Из них на долю минеральных солей приходится 9.13, белков -4.6, угольной кислоты и других титруемых соединений - 1.3°Т.

Кислотность молока зависит от периода лактации, физиологического состояния животного, рационов кормления и многих других факторов. Так кислотность молозива лежит в пределах от 40 до 41 °т, а стародойного от 13 до 15 °Т. Такое молоко относят к аномальному и на заводы не принимают.

При развитии в молоке микроорганизмов титруемая кислотность его повышается за счет накопления в нем молочной кислоты, как конечного продукта сбраживания лактозы. Повышение кислотности вызывает снижение устойчивости белковой и липидной фаз, поэтому молоко с кислотностью 21 ° Т принимают как несортное, а молоко с кислотностью 22° Т сдаче на заводы не подлежит.

При избыточном минеральном кормлении кислотность молока по стойловой пробе может достигать 26° Т. Такое молоко допускается принимать на заводы для производства кисломолочных напитков и творога.

Приборы и реактивы. Коническая колба вместимостью 100 см³; пипетки вместимостью 10 и 20 см³; бюретка вместимостью 25 см³ с ценой деления 0,1 см³; капельница для раствора фенолфталеина.

Проведение анализа. Приготовление контрольного эталона окраски. В колбу на 100-200 мл отмерить пипеткой 10 мл молока, 20 мл воды, 1 мл 2,5%-ного раствора сернокислого кобальта (CoSO₄), размешать. Эталон годен для работы в течение 1 смены.

1. В коническую колбу вместимостью 100 см³ пипетками вносят 10 см³ молока, 20 см³ дистиллированной воды и добавляют 3 капли 1% р-ра фенолфталеина. Содержимое колбы тщательно перемешивают и титруют из бюретки раствором гидроксида натрия (калия) с С =0,1моль/дм³ до появления слабо-розового окрашивания, соответствующего контрольному эталону окраски, исчезающего в течение 1 мин.

Объем щелочи (V) записывают.

Обработка результатов. Титруемую кислотность (K) рассчитывают по формуле:

$$K = V \cdot 10 \text{ (}^\circ \text{T)}$$

где 10- коэффициент пересчета расхода гидроксида натрия с $C = 0,1$ моль/дм³ на 100 см³ молока.

За окончательный результат принимают среднее значение двух параллельных определений, округляемых до второго десятичного знака.

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 1 ° T. pH исследуемого молока находят по таблице 6.

Таблица 6 - Зависимость между величиной pH и титруемой кислотностью молока

Титруемая кислотность, ° T	Значение pH			
	молоко-сырье		молоко пастеризованное	
	Пределы pH	Среднее значение	Пределы pH	Среднее значение
16	6,75-6,72	6,73	6,70-6,66	6,68
17	6,71-6,67	6,69	6,65-6,61	6,63
18	6,66-6,61	6,64	6,60-6,55	6,57
19	6,60-6,55	6,58	6,54-6,49	6,51
20	6,54-6,49	6,52	6,48-6,43	6,45
21	6,48-6,44	6,46	6,42-6,38	6,34

Задание 11. Результаты исследований заносят в таблицу:

№ пробы	pH	Титруемая кислотность	Буферная емкость молока по щелочи (Б _щ)	Буферная емкость молока по кислоте (Б _к)
1				
2				
3				

Контрольные вопросы

1. В каких условных единицах выражают титруемую кислотность.
2. От каких факторов зависит вариабельность титруемой кислотности.
3. Почему титруемая кислотность считается критерием оценки качества заготавливаемого молока.

Занятие 9. Определение содержания жира в молоке

Цель занятия. Изучить методы и технику определения содержания жира в молоке. Приобрести навыки по определению жира кислотным методом.

Приборы и реактивы: жиромеры для молока с резиновыми пробками, штатив для жиромеров, центрифуга, пипетка на 10,77 мл; автоматы пипетки на 10 и 1 мл; водяная баня; термометр на 100⁰С, салфетки, серная кислота плотностью 1,810-1,820 г/см³, изоамиловый спирт плотностью 0,810-0,812 г/см³.

Методические указания. Чистый молочный жир представляет собой смесь насыщенных и ненасыщенных триацилглицеринов со следами ди- и моно- ацилглицеринов с различными температурами плавления.

Триацилглицерины с непредельными и низкомолекулярными кислотами имеют более низкую температуру плавления, чем триацилглицерины, состоящие из насыщенных высокомолекулярных кислот. Например, температура плавления однокислотных триацилглицеринов составляет: предельного трипальмитина - 65°C, а непредельного триолеина - только 5°C.

Для определения жира в молоке необходимо выделить его в чистом виде, т.е. освободить от белковых оболочек. Стандартным методом определения жира в молоке является кислотный ГОСТ 5867-90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира». Поскольку используется серная кислота, то этот метод часто называют сернокислотный.

В результате действия концентрированной серной кислоты на казеин образуется комплексное соединение казеиновой и серной кислот. Кроме комплексного соединения, образуется кальциевая соль серной кислоты в виде белого осадка (гипс). Реакция сопровождается повышением температуры смеси 70-75°C. При определении жирности молока используется изоамиловый или амиловый спирт, который, реагируя с кислотой, образует изоамилово-серный эфир.

Эфир растворяется в избытке кислотного раствора, одновременно понижая поверхностное натяжение на границе раздела жира и нежировой части, чем способствует соединению капель жира, освободившихся от белковых оболочек. Этим обеспечивается более полное и быстрое выделение жира. При последующем центрифугировании молочный жир как наиболее легкая составная часть смеси концентрируется в градуированной части жироскопа.

Техника определения: В штатив установить необходимое количество пронумерованных чистых жироскопов, записать номера. Номер ставят простым карандашом на расширении вверху или в суженной части жироскопа, где имеется специальный для этого участок. В каждый жироскоп, стараясь не смочить горлышко, отмерить прибором 10 мл серной кислоты.

Отмерить пипеткой 10,77 мл хорошо размешанного молока и осторожно влить его в жироскоп по стенке, стараясь не смешивать с кислотой (слой молока должен находиться над слоем кислоты). Уровень молока в пипетке устанавливается по нижней точке мениска. Молоко из пипетки должно вытекать медленно. Чтобы оно полностью стекло со стенок пипетки, надо приложить ее кончик к стенке жироскопа.

Отмерить автомат пипеткой 1,0 мл изоамилового спирта, стараясь не смочить горлышко жироскопа.

После заполнения всех жироскопов закрыть их резиновыми пробками. При этом жироскоп необходимо держать за расширенную часть, завернув его в салфетку. Пробку вводить винтообразным движением до тех пор, пока ее конец не коснется поверхности жидкости.

Взболтать содержимое жироскопа, завернув его в салфетку. Затем перевернуть жироскоп 4-5 раз, чтобы кислота из узкой части прибора полностью смешалась с раствором.

Жироскопы ставят пробкой вниз в водяную баню с температурой $65 \pm 2^{\circ}\text{C}$ и выдерживают 5 минут. Затем жироскопы вынимают из бани, вытирают салфеткой и вставляют в патроны центрифуги узкой частью к центру. Один жироскоп или нечетное их число вставлять в центрифугу нельзя, обычно в нее ставят не менее двух жироскопов, располагая их симметрично. Если число жироскопов нечетное, то в центрифугу для уравнивания помещают жироскоп с водой.

Центрифугу закрывают крышкой, и жироскопы центрифугуют 5 минут с частотой

1000-1200 об/мин. После центрифугирования жиромеры вынимают из патронов и, держа пробкой вниз, ставят в водяную баню при температуре $65 \pm 2^{\circ}\text{C}$ на 5 минут. Уровень воды в бане должен быть выше слоя жира в жиромерах.

Жиромеры вынимают из водяной бани, вытирают и быстро отсчитывают объем жира. Для этого, держа жиромер вертикально на уровне глаз, движением пробки вверх или вниз устанавливают нижнюю границу столбика жира на любом целом делении, и отсчитывают число делений до нижней точки вогнутого мениска столбика жидкости.

Допускаются расхождения между показаниями жиромера при параллельных определениях не более 0,1%.

Задание 12. Определить содержание жира в трех пробах молока. Определить среднее содержания жира в молоке.

Контрольные вопросы

1. Какова суть сернокислого метода определения жира в молоке?
2. Назовите качество реактивов, используемых для определения содержания жира в молоке кислотным методом.
3. Назовите средние значения содержания жира в молоке различных пород скота.

Занятие 10. Определение технологических свойств молока

Цель занятия. Изучить биохимические изменения молока при высокотемпературной обработке. Приобрести практические навыки установления группы молока по термоустойчивости.

Приборы и реактивы. Растворы спирта концентрации 68, 70, 72, 75, 80; пипетки на 2 мл, чашки Петри.

Методические указания. Метод определения термоустойчивости по алкогольной пробе базируется на использовании реакции денатурации белков молока. В основе метода лежит смешивание равных объемов молока и спирта разной концентрации (68, 70, 72, 75 и 80%-ные).

Молоко подразделяют на группы в зависимости от того, при какой концентрации раствора спирта не обнаруживаются хлопья белка.

Техника определения: 1. Установить температура молока и спирта, равную $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$.
2. В сухую чашку Петри помести 2 мл молока, и добавить 2 мл спирта требуемой концентрации. Круговыми движениями смесь в чашке размешать и оставить в покое на 2 минуты.

3. Затем осмотреть консистенцию смеси. Если на дне чашки при истекании смеси не обнаруживаются хлопья белка, то молоко выдерживает алкогольную пробу и является термоустойчивым.

Таблица 8 - Деление молока на группы по термоустойчивости

Группа	Алкогольная проба (объемная доля этанола в водном растворе). %	Тепловая проба	
		Температура, $^{\circ}\text{C}$	Выдержка, мин
I	80	140 и выше	2,0
II	75	От 120 до 130	2,0
III	72	От 100 до 120	1,0
IV	70	От 80 до 90	1,0
V	68	Ниже 80	0,5

Молоко более термоустойчиво 1 группы. Белки молока ниже 5 группы могут коагулировать. Такое молоко не пригодно для переработок при высоких температурных режимах.

Задание 13. Установить в исследуемых пробах группу молока по термоустойчивости.

Контрольные вопросы

1. Сущность метода алкогольной пробы.
2. На какие группы делится молоко по термоустойчивости?
3. Какая группа молока более термоустойчива, а какая менее?
4. Порядок выполнения теста.

Занятие 11. Методы определения редуктазы в молоке

Цель занятия. Изучить источники загрязнения молока, овладеть практическими навыками бактериальной обсемененности молока.

Методические указания. Фермент редуктаза (по современной классификации дегидрогеназа) относится к классу оксидоредуктаз.

Дегидрогеназы - двухкомпонентные ферменты. В качестве кофермента имеют НАД (никотинамидадениндинуклеотид) или НАДФ (никотинамидадениндинуклеотидфосфат). Специфичность действия фермента зависит от белковой молекулы, с которой связан кофермент.

За международную единицу активности фермента принят катая (кат). 1 кат - это такое количество фермента, которое в определенных условиях (температура, рН, концентрация субстрата) катализирует превращение субстрата со скоростью 1 моль за 1 с. 1 нкат (нанокатал) = $1 \cdot 10^{-9}$ кат.

Нативные дегидрогеназы переходят в молоко из молочной железы, их активность невелика.

При развитии в молоке микроорганизмов накапливаются микробные дегидрогеназы. По количеству последних можно косвенно судить о бактериальной обсемененности молока.

Бактериальную обсемененность молока определяют по продолжительности восстановления (обесцвечивания) добавленного к молоку метиленового голубого или резазурина.

Резазурин - это краситель голубого цвета, который получают из резорцина. При восстановлении под действием редуктаз он переходит сначала в резорурфин — краситель красного цвета, затем восстанавливается до бесцветного дегидрорезорурфина.

Приборы и реактивы. Колбы на 500, 250 мл, пробирки на 25 мл с корковыми пробками, пипетки на 1, 10, 20 мл, водяная баня с термометром (или редуктазник), стандартный раствор метиленовой сини (10 г метиленовой сини залить 100 мл спирта и оставить в термостате на сутки при 37⁰С. Затем взять 5 мл этого раствора и прибавить его к 195 мл дистиллированной воды), 0,005%-ный раствор резазурина (100 мг резазурина растворить в 200 мл дистиллированной воды, 10 мл раствора разбавить в 100 мл дистиллированной воды. Раствор можно хранить при 8-10⁰С не более 7 дней).

Методические указания. Бактерии, попавшие в молоко, в результате жизнедеятельности выделяют ферменты, в частности редуктазу, и другие. В только что выдоенном молоке редуктаза отсутствует. Поэтому от общей бактериальной обсемененности молока можно судить по наличию данного фермента.

При нарушении санитарно-гигиенических правил получения и хранения молока количество бактерий в нем возрастает, а, следовательно, увеличивается и количество фермента.

Редуктаза способна обесцвечивать добавленные к молоку слабые органические кра-

сители – раствор метиленовой голубой или резазурин. Обесцвечивание окраски происходит тем быстрее, чем больше в молоке редуктазы, а значит, и бактерий.

Определение редуктазы с метиленовым голубым

Техника определения: В пробирку наливают по 1 мл рабочего раствора метиленового голубого и по 20 мл исследуемого молока, закрывают резиновыми пробками и смешивают путем медленного трехкратного переворачивания пробирок.

Пробирки помещают в редуктазник с температурой воды ($37\pm 1^{\circ}\text{C}$). При отсутствии редуктазника пользуются водяной баней, помещаемой в термостат с температурой ($37\pm 1^{\circ}\text{C}$).

Вода в редуктазнике или в водяной бане должна доходить до уровня жидкости в пробирке или быть немного выше. Температура воды поддерживается в течение всего времени определения ($37\pm 1^{\circ}\text{C}$). Для предотвращения влияния на реакцию света редуктазник плотно закрывают крышкой. Момент погружения пробирок в редуктазник считается началом анализа. Наблюдение за изменением окраски ведут через 40 минут, 2,5 и 3,5 часа с начала проведения анализа. Окончанием анализа считают момент обесцвечивания окраски молока. При этом остающийся небольшой кольцеобразный окрашенный слой вверху или небольшая окрашенная часть внизу пробирки (шириной не более 1 см) в расчет не принимаются. Появление окрашивания молока в этих пробирках при встряхивании не учитывают.

Таблица 9 - Шкала оценки бактериальной обсемененности молока

Класс молока	Продолжительность обесцвечивания, час	Ориентировочное количество бактерий в 1 мл молока, КОЕ
Высший	Более 3,5	До 300 тыс.
I	3,5	От 300 до 500 тыс.
II	2,5	От 500 до 4 млн.
III	40 мин	От 4 млн. до 20 млн.

Метод определения редуктазы с резазурином

Метод основан на восстановлении резазурина окислительно-восстановительными ферментами, выделяемыми в молоко микроорганизмами. По продолжительности изменения окраски резазурина оценивают бактериальную обсемененность сырого молока.

Техника определения: В пробирку наливают по 1 мл рабочего раствора резазурина и по 10 мл молока, закрывают резиновыми пробками и смешивают путем трехкратного перевертывания пробирки. Пробирки помещают в редуктазник или в водяную баню, с температурой воды ($37\pm 1^{\circ}\text{C}$).

Время погружения пробирок в редуктазник считают началом анализа. Показания снимают через 1 и 1,5 часа. Появление окрашивания молока в этих пробирках при встряхивании не учитывают. По истечении 1 часа пробирки вынимают из редуктазника или водяной бани. Пробирки с молоком, имеющие серо-сиреневую окраску до сиреневой со слабым серым оттенком, оставляют в редуктазнике еще на 30 минут.

В зависимости от продолжительности обесцвечивания или изменения цвета молоко относят к одному из 4-х классов.

Таблица 10 - Шкала оценки бактериальной обсемененности молока

Класс молока	Продолжительность обесцвечивания или изменения цвета, час	Окраска молока	Ориентировочное количество бактерий в 1 мл молока, КОЕ
Высший	1.5	Серо-сиреневая до сиреневой со слабым серым оттенком	До 300 тыс.
I	1.0	Серо-сиреневая до сиреневой со слабым серым оттенком	От 300 до 500 тыс.
II	1.0	Сиреневая с розовым оттенком или ярко розовая	От 500 тыс. до 4 млн.
III	1.0	Бледно-розовая или белая	От 4 млн. до 20 млн.

Задание 14. Определить санитарное состояние молока от группы коров по бактериальной обремененности:

- А) с метиленовым синим;
- Б) с резазурином.

Задание 15. Охарактеризовать молоко по бактериальной обсеменности, если при определении редуктазы (стандартным методом с метиленовым синим) обесцвечивание произошло через: а) 7 минут; б) через 1,5 часа, г) через 5 часов.

Задание 16. Охарактеризовать молоко по бактериальной обсеменности, если при определении редуктазы (стандартным методом с резазурином) произошло изменение окраски молока в сиреневый с розовым оттенком через 1 час.

Контрольные вопросы

1. По каким показателям делают заключение о санитарно-гигиеническом состоянии молока?
2. На чем основан метод определения бактериальной обсеменности молока?
3. С чем связана скорость обесцвечивания красителей (метиленового синего и резазурина)?
4. Порядок выполнения теста.

Занятие 12. Определение пероксидазы в молоке

Цель занятия. Изучить метод определения пероксидазы в молоке.

Приборы и реактивы. Пробирки, пипетки на 5, 1 мл; 1%-ный раствор крахмала, 10%-ный раствор йодистого калия, 0,5%-ный раствор пергидроля.

Методические указания. Фермент пероксидаза относится к классу оксидоредуктаз. Катализирует окисление различных соединений в присутствии пероксида водорода, поскольку способна разлагать его с выделением активного атомарного кислорода.

Пероксидаза - двухкомпонентный фермент, димер, гликогемопротейд. В качестве кофермента имеет железопропорфирин. Молекулярная масса 76000... 93000. Оптимум действия имеет при pH=6.0...7.0 и температуре 20...25°C; ИТ фермента - pH=9.6. Термостойчива, инактивируется при температуре выше 80°C. Возможна ее реактивация после нагревания. Реактивированная пероксидаза не отличается от исходной. При повторном нагревании до 80°C реактивированная пероксидаза разрушается.

Нативная пероксидаза (лактопероксидаза) синтезируется клетками молочной железы; часть ее поступает в молоко с лейкоцитами (миелопероксидаза). Фермент связан с альбуминовой фракцией молока.

По сравнению с другими ферментами пероксидаза присутствует в молоке в значительно большем количестве - на ее долю приходится до 1% от общего содержания сывороточных белков. В молоке находят 3...10 мг% пероксидазы, в молозиве ее содержание выше. Активность пероксидазы в свежесвыдоенном молоке также довольно высока и составляет 370 нкат.

Пероксидаза вместе с тиоцианатом и пероксидом водорода входит антибактериальную систему молока. Так, пероксидаза катализирует окисление тиоцианата, а образующиеся продукты подавляют жизнедеятельность микроорганизмов, особенно грамотрицательных, в том числе патогенных.

Способность пероксидазы выдерживать нагревание до 80°C положена в основу метода определения пастеризации молока.

Как указывалось выше, пероксидаза расщепляет пероксид водорода с образованием активного молекулярного кислорода. Активный кислород окисляет йодид калия, при этом восстанавливается йод.

При наличии крахмала в реакционной смеси она принимает сине-фиолетовое окрашивание.

Техника определения:

В пробирку к 5 мл молока, добавить 0,5 мл 1%-ного крахмала, 2 капли 10%-ного йодистого калия и 5 капель 0,5%-ного раствора пергидроля.

Содержимое пробирки перемешивают.

Появление темно-синего окрашивания указывает на наличие в молоке фермента пероксидазы, следовательно, молоко сырое.

Отсутствие окрашивания в течение 1 минуты после прибавления реактивов – признак отсутствия в молоке пероксидазы, молоко пастеризовано при температуре выше 80°C.

Задание 17. Определить пастеризацию молока по пероксидазной пробе и сделать соответствующие выводы.

Контрольные вопросы

1. На чем основан метод пероксидазной пробы?
2. Порядок выполнения пероксидазной пробы.

Занятие 13. Определение содержания аммиака

Цель занятия. Изучить методику определения содержания аммиака. Знать организационные и санитарно-гигиенические правила получения высококачественного молока.

Приборы и реактивы. Пробирки, пипетки на 1, 2, 10 мл, стаканчики на 100 мл, водяная баня, 10%-ный раствор уксусной кислоты, реактив Несслера, ватные фильтры, воронки.

Методические указания. Аммиак в молоке образуется в результате жизнедеятельности гнилостных бактерий, а также адсорбируется молоком при антисанитарных условиях его хранения на скотном дворе. Молоко на присутствие аммиака анализируют с целью оценки его качества не ранее чем через два часа после доения коровы. Сущность метода состоит в том, что добавленный к сыворотке молока реактив Несслера изменяет цвет.

Техника определения. В химический стакан пипеткой отмерить 20 мл молока, нагреть на водяной бане до 40-45°C и выдержать в течение 2-3 мин. В стакан с молоком до-

бавить 1 мл 10%-ной уксусной кислоты, размешать и оставить в покое на 10 мин. За это время хлопья казеина осядут, а сыворотка останется на поверхности.

3 Смесь профильтровать. В пробирку пипеткой отмерить 2 мл сыворотки, добавить 1 мл реактива Несслера, перемешать и в течение 1 мин наблюдать изменение окраски.

При наличии в молоке аммиака выше допустимой нормы смесь окрасится в оранжевый цвет различной интенсивности, если в молоке аммиак содержится в допустимых пределах, смесь будет иметь лимонно-желтый цвет.

Задание 18. Выполнить качественную реакцию на определение аммиака в молоке.

Контрольные вопросы

1. При каких условиях в молоке повышается содержания аммиака?
2. Техника определения теста.

Занятие 14. Оценка пищевой, биологической и энергетической ценности молока

Цель занятия. Научиться рассчитывать пищевую, биологическую и энергетическую ценность молока.

Методические указания. Для нормальной жизнедеятельности в организм человека ежедневно должны поступать с пищей белки, липиды, углеводы, микро- и макроэлементы, витамины, пищевые волокна и другие вещества в соответствии с формулой сбалансированного питания, которая учитывает нормы потребления пищевых веществ и энергии различными группами населения в зависимости от рода деятельности, возраста и пола, а также детьми и лицами пожилого возраста.

Продукты питания характеризуются пищевой, биологической и энергетической ценностью.

В соответствии с СанПиН 2.3.2.560-96 пищевая ценность - это комплекс свойств продуктов, обеспечивающий физиологические потребности человека в энергии и основных пищевых веществах.

Биологическая ценность - показатель качества пищевого белка, отражающий степень соответствия его аминокислотного состава потребностям организма в аминокислотах для синтеза белка.

Для определения биологической ценности липидов введено понятие «биологическая эффективность» - это показатель качества жировых компонентов пищевых продуктов, отражающий содержание в них эссенциальных (полиненасыщенных) жирных кислот.

Под энергетической ценностью понимают количество энергии (ккал, кДж), высвобождающейся в организме человека из пищевых продуктов и необходимой для обеспечения его физиологических функций.

1. Расчет пищевой ценности молока

Пищевую ценность продуктов питания выражают через интегральный скор. Для его расчета определяют процент соответствия (ПС) каждого из наиболее важных компонентов, содержащихся в 100 г продукта от суточной потребности.

Сведения о химическом составе молока и формула сбалансированного питания приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Химический состав коровьего молока и алгоритм сбалансированного питания взрослого человека

Пищевые вещества	Суточная потребность	Химический состав молока (коровьего) 100 г	Процент соответствия (ПС)
Вода, г	1750-2200	87,300	
Белки,г	50-90	3,2	
Незаменимые аминокислоты, г			
триптофан	1	0,050	
лейцин	5	0,283	
изолейцин	4	0,189	
валин	4	0,191	
треонин	3	0,153	
лизин	4	0,261	
метионин + цистин	6	0,109	
фенилаланин + тирозин	7	0,359	
Углеводы, г	400-500	4,830	
Органические кислоты (лимонная, молочная),г	2	0,160	
Жиры	80-100	3,600	
полиненасыщенные жирные кислоты	2-6	0,22	
фосфолипиды	5	0,03	
Минеральные вещества, мг			
кальций	800-1000	120	
фосфор	1000-1500	90	
натрий	4000-6000	50	
калий	2500-5000	146	
хлориды	5000-7000	110	
Витамины, мг			
аскорбиновая кислота (С)	50-100	1,500	
тиамин (В ₁)	1,4-2,4	0,04	
рибофлавин (В ₂)	2,0-3,0	0,150	
ниацин (РР)	15-25	0,100	
пантотеновая кислота (В ₃)	5-10	0,38	
витамин А	1,5-2,5	0,030	
каротиноиды	3-5	0,020	
витамин Е	10-20	0,090	
Энергетическая ценность, ккал	2850	58	

Задание 19. Используя данные таблицы 11, рассчитать процент соответствия компонентов молока и заполнить 4 графу таблицы. На основании полученных данных сделать выводы.

2. Расчет биологической ценности белков молока

Для определения биологической ценности белков разработано большое число биологических химических методов. Наиболее широко используется метод, основанный на расчете аминокислотного (химического) сора, который позволяет выявить лимитирующие незаменимые аминокислоты. Он сводится к вычислению процентного содержания каждой из незаменимых аминокислот в исследуемом белке по отношению к ее содержанию в «идеальном» белке. В качестве последнего Объединенный экспертный комитет ФАО/ВОЗ рекомендует белок куриного яйца для взрослых и белок женского молока - для детей. — Скор ами-

ноокислоты (АК) вычисляют по формуле

$$\text{Скор АК, \%} = \frac{\text{Масса АК мг, в 1 г исследуемого белка}}{\text{Масса АК мг, в 1 г «идеального белка»}} \times 100$$

Лимитирующей (дефицитной) считают аминокислоту, скор которой меньше 100. Аминокислота, скор которой, имеет самое низкое значение, называют лимитирующей аминокислотой. Значение сора этой аминокислоты определяет биологическую ценность и степень усвоения белков.

Другой метод определения биологической ценности белков заключается в определении индекса незаменимых аминокислот. Индекс рассчитывают по формуле:

$$\text{ИНАК} = \sqrt[p]{\text{ЛИЗ}_6 / \text{ЛИЗ}_3}$$

где p- число аминокислот; индексы б, э- содержание аминокислоты в изучаемом и эталонном белке, соответственно.

Задание 20. Пользуясь табличным материалом по указанным формулам рассчитать СКОР АК и ИНАК.

Таблица 12 - Содержание незаменимых аминокислот в белках

Аминокислота	Содержание аминокислот в 1г, мг			
	в идеальном белке	нефракционированный белок молока	казеин	сывор. белки
Изолейцин	40	61	61	62
Лейцин	70	100	92	123
Лизин	55	83	82	91
Метионин	35	27	28	23
Цистеин	35	9	34	34
Фенилаланин	60	49	50	44
Тирозин	60	58	63	38
Треонин	40	49	49	52
Триптофан	10	17	17	22
Валин	50	69	72	57

Таблица 13 - Скор незаменимых аминокислот

Аминокислота	Нефракционированный белок молока		Казеин		Сывор. белки	
	Скор АН	ИНАК	Скор АН	ИНАК	Скор АН	ИНАК
Изолейцин						
Лейцин						
Лизин						
Метионин						
Цистеин						
Фенилаланин						
Тирозин						
Треонин						
Триптофан						
Валин						
Лимитирующая аминокислота						

Проанализировать данные таблиц и сделать выводы о биологической ценности изучаемых белков.

3. Расчет биологической эффективности липидов молока

Приблизительную биологическую эффективность липидов определяют через отношение суммы полиненасыщенных жирных кислот к сумме насыщенных. Считают, что содержание жирных кислот в пище должно составлять: полиненасыщенных - 10%, мононенасыщенных - 60, насыщенных - 30%, т.е. отношение полиненасыщенных к насыщенным должно быть 1:3.

Таблица 14 - Жирнокислотный состав молочного жира

Жирная кислота	Формула	Содержание в молочном жире, %
Насыщенные кислоты		
Масляная	C_3H_7COOH	2,5-5,0
Капроновая	$C_5H_{11}COOH$	1,0-3,5
Каприловая	$C_7H_{15}COOH$	0,4-1,7
Каприновая	$C_9H_{19}COOH$	0,8-3,6
Лауриновая	$C_{11}H_{23}COOH$	1,8-4,2
Миристиновая	$C_{13}H_{27}COOH$	7,6-15,2
Пальмитиновая	$C_{15}H_{31}COOH$	20,0-36,0
Стеариновая	$C_{17}H_{35}COOH$	6,5-13,7
Ненасыщенные кислоты		
Миристолеиновая	$C_{13}H_{25}COOH$	1,5-3,5
Пальмитолеиновая	$C_{15}H_{29}COOH$	1,5-5,6
Олеиновая	$C_{17}H_{33}COOH$	16,7-37,6
Линолевая	$C_{17}H_{31}COOH$	2,0-5,2
Линоленовая	$C_{17}H_{29}COOH$	0,1-2,1
Арахидоновая	$C_{19}H_{31}COOH$	0,1-1,7

Задание 14. Пользуясь данными таблицы 14 рассчитать отношение количества ненасыщенных кислот к насыщенным в молочном жире и сравнить эту величину с эталоном.

Таблица 15 – Оценка биологической эффективности липидов

Отношение количества насыщенных кислот к ненасыщенным в молочном жире, %	Отношение количества насыщенных кислот к ненасыщенным в эталонном жире, %	Разница значений
	0,6-0,9	

4. Расчет энергетической ценности молока

Энергетическую ценность пищевых продуктов принято выражать в килокалориях (ккал). При необходимости пересчета ее в СИ пользуются переводным коэффициентом (1 ккал = 4.184 кДж).

Проведение анализа. Для расчета энергетической ценности молока или молочного продукта необходимо знать его химический состав и энергетическую ценность пищевых веществ (белков, жиров, углеводов и других).

Массовую долю пищевого вещества (М) умножают на соответствующий энергетический коэффициент (К), а результаты суммируют. Получают энергетическую ценность 100 г продукта (ЭЦпр):

$$\text{ЭЦпр} = \text{М} * \text{К}, \text{ (ккал, кДж)}$$

Задание 15. Используя данные химического состава молока, определить энергетическую ценность молока.

Таблица 16 - Коэффициенты энергетической ценности (К) пищевых веществ

Пищевое вещество	Коэффициент энергетической ценности, ккал/г
Белки	4,0
Жиры	9,0
Углеводы	4,0

Таблица 17 – Оценка энергетической ценности молока

№ пробы	Энергетическая ценность молока	
	ккал/г	кДж

Контрольные вопросы

1. В чем заключается биологическая ценность пищевого белка.
2. Как влияет на биологическую эффективность % содержания эссенциальных жирных кислот.
3. Что подразумевают под энергетической ценностью продукта.
4. Что характеризует «бочка Либиха».

Раздел 2. Биохимия мяса

Занятие 15. Общая характеристика белков. Выделение белков из мышечной ткани и изучение их свойств

Цель занятия: изучить химический состав мяса, фракционный состав белков мяса. Фракционирование белков из мышечной ткани и изучение их свойств.

Методические указания. *Белки* — высокомолекулярные соединения, состоящие из α-L-аминокислот. Молекулярная масса белков составляет от $1 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^6$. Молекулы аминокислот в процессе синтеза белка соединяются пептидной связью, образуя полипептидные цепи различной длины. Белки имеют 4 уровня структурной организации: первичная, вторичная, третичная и отдельные белки — четвертичная. Первичная структура определяет свойства белков, которые проявляются в процессе формирования третичной или четвертичной структуры.

Функции, выполняемые белками, распределяются следующим образом: *структурообразующие* (например, коллаген отвечает за поддержание формы и стабильности клеток тканей); *транспортные* (белки крови — гемоглобин и альбумины), *защитные* (иммуноглобулин С); *регуляторные* (гормоны белковой природы); *каталитические* (белки-ферменты); *двигательные*

(белки мышечной ткани — актин и миозин).

Отличительной особенностью всех белков по сравнению с жирами и углеводами является входящий в их состав азот, содержание которого составляет 15 — 18%. По количеству азота определяют содержание белков в мышечной ткани путем пересчета по формуле: $B \% = N \% \cdot 6,25$. Коэффициент пересчета принимают, исходя из среднего количества азота 16 %, равным $100\% / 16\% = 6,25$. Свойства белков зависят от природы аминокислот, их числа и порядка чередования в полипептидной цепи.

Все природные белки при нагревании их до температуры выше 50 °C денатурируют. При денатурации нарушаются третичная и вторичная структуры, что приводит к потере биологических свойств белков. Денатурация белков происходит при тепловой обработке мясопродуктов, что облегчает процесс их усвоения. Белки являются высокомолекулярными соединениями, Их молекулярная масса колеблется примерно от 10 000 до многих сотен тысяч. Элементный состав их следующий (в %): углерод 50,6...54,5; водород 6,5...7,3; азот 15...18,3; кислород 21,5...25,4; сера 0,3...2,5.

Азот — обязательная и характерная составная часть белков (этим они отличаются от углеводов и жиров). Сера встречается в большинстве их, фосфор — только в некоторых. По азоту определяют содержание белков в тканях путем пересчета полученного результата (%), умножая его на коэффициент 6,25. Этот коэффициент принимают, исходя из содержания в белках в среднем 16% азота ($100: 16 = 6,25$). Но в тех случаях, когда оно существенно отличается от этой средней величины (например, в коллагене содержание азота составляет 17,8 %), коэффициент пересчета равен 5,62.

Мономерными единицами, из которых построены белки, являются 20 L-аминокислот. Молекулы аминокислот, как и молекулы других соединений, способных к полимеризации, содержат две разные химические группы, способные образовывать ковалентные связи.

В главной цепи существует две концевые группы: —NH₂ (N-концевая) и —COOH (C-концевая). При взаимодействии —NH₂- и —COOH-групп образуется пептидная (амидная) связь:

При изучении структуры белков или их изменений обычно определяют число N-концевых групп.

Полимеризация аминокислот за счет образования пептидных связей приводит к построению длинных полипептидных цепей из аминокислот.

Концевые группы боковых цепей принято называть функциональными. Они различны и определяются строением аминокислотного остатка, образующего боковую цепь, и могут быть —COOH, —NH₂, —NH, —SH, —OH, —CH₃. Их природа и число влияют на свойства белков и обуславливают характер связей между полипептидными цепочками. Эти группы, исключая —CH₃, обладают полярными свойствами.

Связь между смежными полипептидными цепями, так же как и при свертывании одной полипептидной цепи, может быть осуществлена за счет свободных гидроксильных (—OH), сульфгидрильных (—SH), карбоксильных (—COOH) и отчасти аминных групп (—NH₂). Эфирная связь образуется в результате реакции гидроксильной группы, дисульфидная (—S—S—) — двух сульфгидрильных групп. Водородная связь возникает между —NH- и —CO-группами белков.

В структуре белка выделяют четыре уровня организации. Цепочка аминокислот, соединенных в определенной последовательности, образует первичную структуру белка. Спиралевидно свернутая полипептидная цепь, закрепленная в основном водородными связями, представляет собой вторичную структуру. Пространственное расположение спирали молеку-

лы называется третичной структурой белка. В больших белковых молекулах — макромолекулах — имеется не одна, а несколько полипептидных цепей — субъединиц, которые образуют четвертичную структуру белков.

По характеру свертывания полипептидных цепей и их «упаковки» в макромолекулу белка их условно подразделяют на глобулярные (имеющие сферическую и эллипсоидную форму) и фибриллярные (нитевидные, волокнистые). Примерное отношение длины к ширине молекул белков различной формы следующее: шар I : 1 (глобулин), эллипсоид 3 : 1 (фибриноген), нить 200 : 1 (коллаген).

Глобулярные белки в основном растворимы в воде и слабых растворах солей; это альбумины яичного белка, сыворотки крови. Фибриллярные белки нерастворимы в воде; это белки мышц (миозин, актин, актомиозин), белок волоса, рогов и копыт (кератин), белки соединительной ткани, кожи и сухожилий (коллаген и эластин).

К фибриллярным белкам относятся коллаген, желатин, кератин, миозин; к глобулярным — альбумины, глобулины, миоген. В настоящее время установлена возможность превращения фибриллярных белков в глобулярные и наоборот. Подобные превращения могут быть обратимыми, например актин может находиться и в глобулярной, и в фибриллярной форме. Содержание белка в мясных продуктах колеблется от 11 до 22 %. Более 40 % массы тела животного приходится на долю мышечной ткани, состоящей из поперечнополосатой скелетной и гладкой мускулатуры. Важнейшей составной частью мышечной ткани являются белки, которые подразделяются на саркоплазматические, миофибриллярные и белки стромы (склеропротеины). На долю белков саркоплазмы приходится около 10 % всех белков мышцы. Основную массу саркоплазматических белков составляют миоглобин, миоген и глобулин X.

Водорастворимый хромопротеид миоглобин имеет в качестве простатической группы гем - циклический тетрапиррол, присутствием которого объясняется красный цвет этого белка. Биологическая функция миоглобина заключается в транспортировании и запасании кислорода в мышечной ткани. В условиях кислородного голодания (например, при физической нагрузке) кислород высвобождается из комплекса с миоглобином и поступает в митохондрии мышечных клеток, где осуществляется синтез АТФ. Окраска мясных продуктов зависит от содержания миоглобина, состояния гема и белковой части макромолекулы. Окисление Fe^{2+} в миоглобине до Fe^{3+} приводит к изменению окраски пигмента от ярко-красного до темно-коричневого, т.к. образующийся метмиоглобин теряет способность связывать молекулярный кислород. Тепловая денатурация глобина также приводит к потере способности гемового пигмента связывать кислород и ухудшает цвет продукта.

Миоген входит в состав ферментов гликолиза (альдолазу), а глобулин X играет важную роль в качестве поставщика различных аминокислот в синтезе белка. К числу саркоплазматических белков также относятся мио- альбумины и нуклеопротеиды, входящие в состав рибосом и ядер.

В группу миофибриллярных белков входят миозин, актин и тропо- миозин. Это главные белки мышечной ткани, биологическая функция которых заключается в обеспечении механизма мышечного сокращения и расслабления при участии АТФ. Миозин по массе составляет 55 % мышечного белка, на долю актина приходится 25 % общей массы мышечного белка.

Белки стромы или опорные белки (склеропротеины) составляют около 10 % всех белков мышцы. Группа этих белков представлена в основном белками соединительной ткани - коллагеном и эластином. Мясо, содержащее много соединительной ткани, остается жестким и после тепловой обработки; усвояемость коллагена и эластина в нем очень низкая.

Задание 16. Изучить теоретические положения и заполнить таблицу 18.

Таблица 18 - Фракционный состав белков мышечной ткани

Фракции белков	Среднее содержание, %	К какой группе относится по строению или растворимости	Биологические функции
Всего белков			

Задание 17. Провести фракционирование белков мышечной ткани и изучить их свойства.

Методические указания. Выделение и разделение белков мяса основано на их избирательной растворимости в различных растворителях: воде (альбумины), водно-солевых растворах (глобулины). В остатке мышечной ткани после экстракции водными и соевыми растворами остаются нерастворимые склеропроотеины.

С выделенными фракциями белков последовательно проводится ряд специфических, качественных реакций, основанных на их свойствах - биуретовая реакция, высаливание из растворов с помощью насыщенных растворов солей, осаждение раствором трихлоруксусной кислоты.

Биуретовая реакция является специфической качественной реакцией на белок, т.к. её дают полипептидные связи. Она получила свое название от производной мочевины - биурета, который образует в щелочном растворе медного купороса окрашенное комплексное соединение. Биуретовую реакцию дают все белки, пептоны и полипептиды, начиная с тетрапептидов, независимо от характера аминокислот и природы их связи между собой в молекуле белка. Интенсивность окрашивания пропорциональна содержанию пептидных связей, следовательно, и концентрации белка в растворе.

Высаливанием, называется осаждение белков из растворов солями. Принцип высаливания заключается в следующем. Молекула белка удерживается в растворе вследствие действия на нее стабилизирующих факторов: электрического заряда и водной оболочки (гидросферы), соли щелочных и щелочноземельных металлов несут заряд, противоположный заряду белковой мицеллы, и обладают большей гидрофильностью, чем белок. Поэтому при добавлении соответствующего количества солей в раствор белка белковые молекулы теряют заряд и водную оболочку, т.е. оба стабилизирующих фактора; при этом дегидратированные белковые мицеллы выпадают в осадок.

Осаждение белков трихлоруксусной кислотой применяется для полного удаления их из раствора; при этом не осаждаются продукты гидролиза белков пептиды, аминокислоты и др.

Приборы и реактивы: 10%-й раствор гидроксида натрия, 1%-й раствор сульфата меди, сульфат аммония кристаллический, 6%-й раствор трихлоруксусной кислоты, насыщенный раствор хлорида натрия, 1 М раствор хлорида натрия, колбы конические на 100 мл, цилиндры мерные на 50 мл и на 25 мл, стаканы химические на 100 мл, воронки, пробирки; б)плитка электрическая, весы лабораторные.

Проведение анализа. Свежую мышцу, освобождают от жира и тщательно измельчают на часовом стекле ножницами, после чего отвешивают навеску массой 10 г в химический стакан.

Для выделения альбуминовой фракции (белки саркоплазмы) измельченную мышцу залить 30 мл дистиллированной воды и экстрагировать белки, периодически взбалтывая в течение 20 мин. Вытяжку отделить фильтрованием через три слоя марли в коническую колбу, а

оставшуюся мышечную кашицу сохранить для последующей солевой экстракции. Отметить в таблице 2 белки саркоплазмы, перешедшие в водный экстракт. Провести с ними следующие качественные реакции.

В три пробирки налить по 2 мл полученного экстракта. В первой пробирке провести биуретовую реакцию.

Для проведения биуретовой реакции в пробирку с экстрактом белка добавить 3 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия. Затем по каплям прилить 1%-ный раствор сульфата меди, встряхивая смесь после каждой капли. Раствор окрашивается сначала в розовый, затем в фиолетовый цвет. Следует избегать избытка сульфата меди, т. к. в этом случае фиолетовая окраска маскируется синей.

Во вторую пробирку добавить сульфат аммония до насыщения (около г), при этом выпадает осадок альбуминов. В третью пробирку прибавить несколько капель раствора трихлоруксусной кислоты. Пробирку встряхнуть и наблюдать осаждение белка.

Для выделения глобулиновой фракции остаток мышечной кашицы после экстракции водой поместить в стакан, залить 20 мл 1 М раствором хлорида натрия и экстрагировать при встряхивании в течение 30 мин. Солевой экстракт отфильтровать через три слоя марли в коническую колбу. Отметить в таблице 2 миофибриллярные белки, перешедшие в солевой раствор. Провести с ними следующие реакции.

В три пробирки налить по 2 мл полученного солевого экстракта. В первой пробирке установить наличие белка с помощью биуретовой реакции. Во вторую, пробирку добавить 2 мл насыщенного раствора хлорида натрия и наблюдать выпадение осадка белков. К экстракту в третьей пробирке добавить дистиллированную воду до появления осадка нерастворимых в воде глобулинов.

В остатке мышечной ткани после экстракции водными и солевыми растворами содержатся склеропротеины. Этот остаток поместить в коническую колбу, залить 30 мл воды и кипятить в течение 20 мин, сохраняя объем жидкости в колбе периодическим добавлением горячей воды. При кипячении коллаген, подвергаясь неглубокому гидролизу, превращается в растворимый в воде желатин. Горячий раствор отфильтровывают в пробирку и в фильтрате определяют желатин с помощью биуретовой реакции. На фильтре остаются тонкие волокна и пленки эластина.

Таблица 19 - Фракционирование белков мышечной ткани

Фракционирование	Водная экстракция	Солевая экстракция	Кипячение
Выделенные фракции белков			
Проведенные реакции и их результаты			

Контрольные вопросы

3. Содержание и фракционный состав белков мяса.
4. Биологическая ценность белков мяса.
5. Биологические функции белков мяса.
6. Какие качественные реакции на белки вы знаете.

7. Что такое высаливание белков.
8. Как классифицируются белки.
9. Что такое денатурация белка и какие, факторы её вызывают,

Занятие 16. Расчет биологической ценности белков мяса

Цель занятия. Ознакомление с методиками расчета биологической ценности белков мяса, сравнение их с другими белками.

Методические указания. Белки в питании человека занимают особое место. Они выполняют ряд специфических функций, свойственных только живой материи. Белковые вещества наделяют организм пластическими свойствами, заключающимися в построении структур субклеточных включений, и обеспечивают обмен между организмом и окружающей внешней средой. Белки координируют и регулируют все то многообразие химических превращений в организме, которое обеспечивает функционирование его как единого целого. Рекомендуется следующая норма потребления белка:

Таблица 20 - Рекомендуемая норма потребления белков

Дети до 12 лет		Дети старше 12 лет		Взрослые	
1-3	40г	Девочки 13-15	80г	Мужчины	70г
4-6	50г	Девушки 16-20	75г	Женщины	60г
7-9	60г	Мальчики 13-15	85г	Беременные	85г
10-12	70г	Юноши 16-20	100г	Кормящие матери	100г

Однако при составлении рациона питания следует учитывать не только количество белка (в граммах на день), но и его биологическую полноценность, то есть присутствие всех незаменимых аминокислот в сбалансированной форме.

Состояние белкового обмена в большей степени зависит присутствия незаменимых аминокислот (валин, лейцин, изолейцин, лизин, треонин, метионин, фенилаланин, триптофан, а так же аргинин и гистидин). Клетки организма человека не могут синтезировать необходимые белки, если в составе пищи отсутствует, хотя бы одна незаменимая кислота. Отсутствие в пище хотя бы одной незаменимой кислоты приводит к неполному усвоению других. Данная закономерность подчиняется закону Либиха, по которому развитие живых организмов определяется тем незаменимым веществом, которое присутствует в наименьшем количестве. Значение лимитирующей аминокислоты определяет биологическую ценность и степень усвоения белков. Биологическая ценность - показатель качества пищевого белка, отражающий степень соответствия его аминокислотного состава потребностям организма в аминокислотах для синтеза белка.

Расчет биологической ценности белков. Для определения биологической ценности белков разработано большое число биологических химических методов. Наиболее широко используется метод, основанный на расчете аминокислотного (химического) Сгора, который позволяет выявить лимитирующие незаменимые аминокислоты. Он сводится к вычислению

процентного содержания каждой из незаменимых аминокислот в исследуемом белке по отношению к ее содержанию в «идеальном» белке. В качестве последнего Объединенный экспертный комитет ФАО/ВОЗ рекомендует белок куриного яйца для взрослых и белок женского молока - для детей. — Скор аминокислоты (АК) вычисляют по формуле:

$$\text{Скор АК, \%} = \frac{\text{Масса АК мг, в 1 г исследуемого белка}}{\text{Масса АК мг, в 1 г «идеального белка»}} \times 100$$

Лимитирующей (дефицитной) считают аминокислоту, скор которой меньше 100. Аминокислота, скор которой, имеет самое низкое значение, называют лимитирующей аминокислотой. Значение сора этой аминокислоты определяет биологическую ценность и степень усвоения белков.

Другой метод определения биологической ценности белков заключается в определении индекса незаменимых аминокислот. Индекс рассчитывают по формуле:

$$\text{ИНАК} = \sqrt[p]{\text{ЛИЗ}_6 / \text{ЛИЗ}_3}$$

где p - число аминокислот;

индексы β , α - содержание аминокислоты в изучаемом и эталонном белке, соответственно.

Белки отличаются друг от друга количеством и качеством входящих в их состав аминокислот. В зависимости от состава аминокислот белки подразделяют на полноценные и неполноценные. Большинство аминокислот, из которого образованы белки нашего организма и которые необходимы для построения этих веществ могут синтезироваться самим организмом. Поскольку организм взрослого человека не может синтезировать 8 из 20 аминокислот, составляющих белки, они должны поступать с пищей. Такие аминокислоты относят к незаменимым. К ним относят: валин, лизин, лейцин, изолейцин, метионин, триптофан, треонин, фенилаланин. Для растущего детского организма незаменимой аминокислотой является также гистидин.

Белковые вещества, не содержащие хотя бы одну аминокислоту или содержащие ее в незначительном количестве, относятся к числу неполноценных.

Биологическая ценность белка определяется не только наличием аминокислот в его составе, но и их количественным соотношением.

Белково-качественный показатель (БКП) характеризуется соотношением представителя незаменимых аминокислот триптофана к представителю заменимых аминокислот оксипролину. Чем выше это соотношение, тем выше белковая ценность мяса. Свиное мясо содержит меньшее количество соединительнотканых белков и как следствие меньшее количество коллагеновых, эластиновых и ретикулиновых (неполноценных) волокон.

ВНИИМПом разработаны оптимальные показатели пищевой ценности мяса по БКП, которые равняются по говядине 5-7 : 1 и по свинине 7,2 : 1.

Задание 18. Определить белково-качественный показатель мяса.

Таблица 21 - Качество мяса бычков, получавших разную дозу порошкообразного витамина А

Показатели	Группа			
	Первая (контроль)	вторая 31 ИЕ	Третья 64 ИЕ	четвертая 90 ИЕ
<i>Химический состав средней пробы мяса, %</i>				
Влага	66,54	65,63	64,73	66,02
Жир	12,97	12,82	11,73	8,58
Белок	19,72	20,55	21,29	21,22
<i>Длиннейшая мышца спины</i>				
Триптофан, %	1,48	1,45	1,48	1,43
Оксипролин. %	0,319	0,268	0,279	0,262
БКП				

Задание 19. Пользуясь табличным материалом по указанным формулам рассчитать СКОР АК и ИНАК.

Таблица 22- Содержание незаменимых аминокислот в белке

Аминокислота	Содержание аминокислот в 1 г, мг			
	идеальный белок	Казеин	Говядина	Соя
Изолейцин	40	61	43	52
Лейцин	70	92	75	77
Лизин	55	82	81	60
Метионин	35	28	27	15
Цистеин	35	34	14	16
Фенилаланин	60	50	42	46
Тирозин	60	63	37	30
Треонин	40	49	41	40
Триптофан	10	17	13	12
Валин	50	72	53	60

Задание 7. Расчетные данные занести в таблицы:

Таблица 23 - Скор и индекс незаменимых кислот незаменимых аминокислот

Аминокислота	Казеин		Говядина		Соя	
	Скор	ИНАК	Скор	ИНАК	Скор	ИНАК
Изолейцин						
Лейцин						
Лизин						
Метионин						
Цистеин						
Фенилаланин						
Тирозин						
Треонин						
Триптофан						
Валин						
Лимитирующая аминокислота						

Задание 20. Проанализировать данные таблиц 21 и 22, сделать выводы о биологической ценности изучаемых белков.

Контрольные вопросы

1. Назовите незаменимые аминокислоты.
2. Почему белки мяса считаются полноценными с биологической точки зрения.
3. Сравните усвояемость белков животного и растительного происхождения.
4. Каким образом значение Скоры лимитирующей аминокислоты определяет биологическую ценность и усвояемость белка.

Занятие 17. Общая характеристика липидов. Оценка состава и свойств животных жиров

Цель занятия: Изучить состав жиров.

Методические указания. Жиры и липоиды (жироподобные соединения) входят в состав клеток животных тканей. Они встречаются в тканях не только в свободном виде, но и в виде липопротеидов, нестойких соединений с белками.

Общими свойствами жиров и липоидов является их нерастворимость в воде, и способность растворяться в органических растворителях, например, эфире, хлороформе, бензоле. По химической структуре жиры и липоиды представляют собой сложные эфиры. В группу липоидов входят стериды, фосфатиды, цереброзиды, воска.

Жиры представляют собой сложные эфиры трехатомного спирта - глицерина и высокомолекулярных жирных кислот. При гидролизе жиры распадаются на глицерин и жирные кислоты.

В состав жиров входят жирные кислоты, содержащие четное число атомов углерода в цепи.

Таблица 24 - Жирные кислоты, входящие в состав липидов

Название кислоты	Формула
Насыщенные кислоты	
Масляная	C_3H_7COOH
Капроновая	$C_5H_{11}COOH$
Каприловая	$C_7H_{15}COOH$
Каприновая	$C_9H_{19}COOH$
Лауриновая	$C_{11}H_{23}COOH$
Миристиновая	$C_{13}H_{27}COOH$
Пальмитиновая	$C_{15}H_{31}COOH$
Стеариновая	$C_{17}H_{35}COOH$
Арахидиновая	$C_{19}H_{39}COOH$
Ненасыщенные кислоты	
Олеиновая	$C_{17}H_{33}COOH$
Линолевая	$C_{17}H_{31}COOH$
Линоленовая	$C_{17}H_{29}COOH$
Арахидоноовая	$C_{19}H_{31}COOH$

Различные жиры отличаются входящими в их состав жирными кислотами. Чем разнообразнее состав жирных кислот, входящих в состав жира, тем больше возможно вариантов образования триглицеридов. Биохимические свойства жиров во многом зависят от содержания в них непредельных жирных кислот- соединений, активных в химическом и биологическом отношении. Жиры с разным содержанием непредельных жирных кислот различаются по консистенции. Бараний и говяжий жиры, содержащие до 62% насыщенных жирных кислот, твердые, а свиной жир, в составе которого только 47% насыщенных кислот, мажеобразной консистенции. Растительные масла -жидкие, так как в их составе в отличие от животных жиров, преобладают ненасыщенные жирные кислоты, так в подсолнечном масле содержится 9% насыщенных и 91% ненасыщенных жирных кислот.

Приборы и реактивы. Пробирки, фарфоровые чашечки, пипетки, борная кислота, фильтровальная бумажка, аммиачный раствор азотнокислого серебра, едкий натр 10%-ный, вода дистиллированная, серная кислота 20%-ный раствор, хлористый кальций 10%-ный раствор, водный раствор йода в йодистом калии, крахмал, животные жиры, растительное масло.

Проведение анализа.

В состав жиров входит глицерин. Для его открытия применяется акролеиновая проба, основанная на том, что при высокой температуре глицерин превращается в акролеин.

Кусочек жира величиной с горошину помещают в сухую пробирку, добавляют водотнимающее средство, борную кислоту ни кислый сернокислый калий и нагревают. При температуре примерно 250° жир разлагается и образуется акролеин. Акролеин обнаруживают по характерному едкому запаху и по способности его, как альдегида, восстанавливать аммиачный раствор азотнокислого серебра. Фильтровальную бумажку, смоченную аммиачным раствором азотнокислого серебра, помещают в пары акролеина; вследствие восстановления соли серебра образуется темное пятно.

Чистый глицерин, жиры, фосфатиды и все вещества, в состав которых входит глицерин, дают положительную реакцию на акролеин.

Если наличие глицерина в жирах можно доказать акролеиновой пробой, то жирные кислоты определяют по реакции омыления. Мылами называют соли высокомолекулярных жирных кислот.

В фарфоровую чашечку помещают 2—3 г жира, добавляют 50 мл 10%- ного раствора едкого натра и кипятят, добавляя воду взамен испарившейся до тех пор, пока в отобранной пробе жидкости при смешении с водой не перестанут отделяться капельки жира.

Полученное мыло растворяют в воде и подвергают исследованию.

1. Путем разложения мыла минеральной кислотой могут быть выделены свободные жирные кислоты.

К 20%-ному раствору серной кислоты по стенке пробирки добавляют раствор мыла. Выделившиеся жирные кислоты всплывают на поверхность.

2. При добавлении к 5 мл раствора мыла 10%-ного раствора хлористого кальция получают нерастворимый осадок кальциевых солей жирных кислот:

3. Открытие непредельных жирных кислот. В состав жиров входят непредельные жирные кислоты; особенно много их в растительных маслах.

К 5 мл животного жира прибавляют несколько капель водного раствора йода в йодистом калии (1г йода и 2г йодистого кали на 300 мл воды), после чего добавляют крахмал. Если посинения крахмала не происходит, что объясняется отсутствием свободного йода. Добавленный йод вступил в реакцию с непредельными жирными кислотами. Провести тот же опыт с растительным маслом. Сравнить результаты.

4. Растворимость жиров в органических веществах. Характерным свойством жиров является их способность растворяться в органических веществах и не растворяться в воде.

Кусочки топленого животного жира величиной с горошину помещают в пробирки и добавляют по 3—5 мл спирта, ацетона, эфира, бензина, хлороформа. Ускоряют растворение погружением пробирок в теплую воду. Отмечают, что труднее всего жир растворяется в спирте, при охлаждении которого жир выделяется из раствора.

Задание 21. Выполнить акролеиновую пробу, пробу на омыление жира. Результаты работы занести в таблицу 25.

Таблица 25 - Состав непредельных жирных кислот

Растворитель	ацетон	спирт	эфир	бензин	хлороформ
Характер растворения					

Задание 14. Изучить теоретические положения и пользуясь данными таблицы охарактеризовать консистенцию следующих жиров: свиной, бараний, говяжий, растительное масло. Расположить их по убыванию температуры плавления.

Таблица 26 - Содержание жирных кислот

Жирные кислоты	Содержание жирных кислот в жире, %		
	говяжьим	бараньим	свином
Миристиновая	2-2,5	2,0-4	-
Пальмитиновая	27-29	25-27	25-30
Стеариновая	24-29	25-30	12-16
Олеиновая	43-44	36-43	41-51
Линолевая	2-5	3-4	3-8

Контрольные вопросы

1. Охарактеризовать химические реакции жирных кислот, обусловленные карбоксильной группой.
2. Охарактеризовать химические реакции жирных кислот, обусловленные углеводородным радикалом.
3. Как влияет строение жирных кислот на свойства жира.
4. Перечислить современные методы анализа жирных кислот.

Занятие 18. Определения массовой доли жира жиромером

Цель занятия: изучить методику определения массовой доли жира в мясе.

Методические указания. Метод основан на извлечении жира изоамиловым спиртом после разрушения белков исследуемого продукта серной кислотой при нагревании с последующим отделением жира центрифугированием. Количество жира определяют в жиромере, представляющем фасонную стеклянную трубку, закрытую с одного конца. Средняя часть ее градуирована. Каждое деление соответствует 0,01133г жира.

Приборы и реактивы. Жиромеры, изоамиловый спирт, серная кислота концентрированная, водяная баня, центрифуга.

Проведение анализа. Навеску массой 2 г, взвешенную с точностью до 0,01 г, помещают в фарфоровую чашку, заливают 5 мл серной кислоты, перемешивают стеклянной

палочкой и нагревают, не доводя до кипения, 5-10 мин до образования однородной массы. Образовавшуюся бурую жидкость количественно переносят через воронку в жиросмер, куда предварительно наливают 5 мл серной кислоты, смывая остаток на чашке небольшими порциями кислоты. В жиросмер добавляют 2-4 мл изоамилового спирта и закрывают его резиновой пробкой. Смесь перемешивают, перевертывая жиросмер 2-3 раза. Во избежание ожогов жиросмер следует держать обернутым в полотенце. После встряхивания жиросмер (пробкой вниз) помещают на 5 мин в водяную баню, предварительно нагретую до 65-70 °С, затем центрифугируют (жиросмер располагают узким концом к центру) в течение 5- 7 мин при 800-1000 об/мин.

После центрифугирования жиросмер вновь помещают на 5 мин в водяную баню, после чего отсчитывают по шкале количество жира. При отсутствии четкой границы раздела между жиром и растворителем нагревание, взбалтывание и центрифугирование повторяют.

Содержание жира определяют по формуле

$$X = 0,01133 * a * 100 / m_0,$$

где 0,01133- количество жира, соответствующее одному делению жиросмера, г; а - высота столбика жира по шкале жиросмера; m_0 - масса навески, г.

Задание 22. Провести определение массовой доли жира в мясе.

Контрольные вопросы

1. Сущность метода определения массовой доли жира в мясе.
2. Изложить ход определения массовой доли жира.

Занятие 19. Определение температуры плавления животного жира

Цель занятия. Изучить методику определения температуры плавления различных видов животных жиров.

Методические указания. Чистый жир представляет собой смесь насыщенных и ненасыщенных триацилглицеринов со следами ди- и моно- ацилглицеринов с различными температурами плавления, поэтому резко выраженной температуры плавления жиры не имеют. Переход в жидкое состояние происходит постепенно. Тем не менее, по температуре плавления можно отличить жиры одних животных от других.

Триацилглицерины с непредельными и низкомолекулярными кислотами имеют более низкую температуру плавления, чем триацилглицерины, состоящие из насыщенных высокомолекулярных кислот. Например, температура плавления одноокислотных триацилглицеринов составляет: предельного трипальмитина - 65°С, а непредельного триолеина - только 5°С. Содержание непредельных жирных кислот обуславливает консистенцию жира. Так бараний и говяжий жиры твердые, свиной- мазеобразный, растительные масла- жидкие.

Таблица 27 - Содержание жирных кислот

Жирные кислоты	Содержание жирных кислот в жире, %		
	говяжьём	бараньём	свином
Миристиновая	2-2,5	2,0-4	-
Пальмитиновая	27-29	25-27	25-30
Стеариновая	24-29	25-30	12-16
Олеиновая	43-44	36-43	41-51
Линолевая	2-5	3-4	3-8

На способность к плавлению жира оказывают влияние также распределение жирных кислот в триацилглицеринах, полиморфные формы и размер кристаллов.

Распределение жирных кислот в триацилглицеринах может быть равномерным (одна и та же кислота не повторяется в одной и той же молекуле до тех пор, пока ее доля не превысит 33% общего содержания всех присутствующих жирных кислот) и беспорядочным, неравномерным (кислота присутствует в молекуле в соответствии с ее содержанием в жире и статистическими возможностями, которые определяются ее содержанием).

При нагревании жира вначале плавятся моно-, ди- и легкоплавкие триацилглицерины.

Обычно определяют конечную температуру плавления, т.е. ту, при которой весь жир расплавляется, превращаясь в осветленную прозрачную жидкость.

Сущность метода. Метод основан на наблюдении изменения агрегатного состояния жира в капилляре при медленном увеличении температуры.

Приборы и реактивы. Стекланный капилляр диаметром 1...2мм и длиной 3.4 см; химический стакан вместимостью 100 и 200 см³; фильтровальная бумага, холодильник бытовой; резиновое кольцо для крепления капилляра с жиром к термометру; термометр ртутный стекланный лабораторный с диапазоном измерений от 0 до 50°C и ценой деления 0.1°C; пробирка вместимостью 10 см³; электроплитка; штатив.

Проведение анализа. Конец тонкого стеклнного капилляра диаметром 1...2 мм опускают в расплавленный и профильтрованный жир с температурой около 40°C, дав ему подняться примерно на 1 см. Затем с наружной стороны капилляр вытирают фильтровальной бумагой и помещают в холодильник при 0°C на 2 ч для полной кристаллизации триацилглицеринов.

Далее капилляр укрепляют с помощью резинового кольца на термометре с ценой деления 0.1°C таким образом, чтобы конец капилляра с жиром находился на уровне ртутного шарика.

Термометр опускают в стеклнную пробирку, а пробирку - в стоящий на электроплитке стакан с дистиллированной водой с температурой не более 20°C. Затем термометр закрепляют на штативе так, чтобы он не касался дна пробирки.

Уровень воды в стакане должен быть выше уровня жира в капилляре. После этого включают электроплитку, медленно поднимают температуру воды со скоростью приблизительно 1 градус/мин и непрерывно наблюдают за агрегатным состоянием жира.

Обработка результатов. Температурой плавления жира считают ту, при которой жир в капилляре становится прозрачным.

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0.3°C.

За окончательный результат принимают среднее значение двух параллельных определений.

Задание 23. Провести исследования по определению температуры плавления жиров.

Таблица 28 - Температура плавления жиров

Жир	1 результат	2 результат	Среднее значение
Свиной			
Бараний			
говяжий			

Провести сравнение полученных данных температуры плавления жира с процентным содержанием предельных и непредельных жирных кислот в жире (таблица 7). Сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Химическое строение животного жира.
2. В чем основное отличие химического состава триглицеридов жира растительного и животного происхождения.
3. Какая зависимость между температурой плавления и степенью непредельности жира.
4. Жиры разного происхождения отличаются по консистенции. Чем это обусловлено.

Занятие 20. Определение температуры отвердевания жира

Цель занятия. Изучить методику определения температуры кристаллизации различных видов животных жиров.

Методические указания. Температура отвердевания - это температура, при которой жир приобретает твердую консистенцию.

Жир представляет собой смесь триацилглицеринов с различной температурой отвердевания, поэтому процесс его кристаллизации происходит постепенно. Вначале кристаллизуются высокоплавкие молекулы Р-форм. При дальнейшем понижении температуры - другие модификации и фракции триацилглицеринов.

Поскольку при отвердевании жира не затрачивается тепловая энергия на переход модификаций друг в друга, то температура отвердевания ниже температуры плавления.

Сущность метода. В данном методе температуру отвердевания жира определяют по температуре, при которой в результате освободившейся теплоты кристаллизации наступает подъем ртутного столбика термометра или временно не происходит его дальнейшего понижение.

Приборы и реактивы. Пробирка вместимостью 10 см³; термометр ртутный стеклянный лабораторный с диапазоном измерения от 0 до 50°C с ценой деления 0.1°C; баня водяная для пробирок; электроплитка.

Проведение анализа. В пробирку вместимостью 10 см³ пипеткой вносят 2...3 см³ расплавленного и профильтрованного жира температурой 40...45°C. Пробирку закрывают пробкой, с пропущенным через нее термометром с ценой деления 0.1 °C. Следят за тем, чтобы ртутный шарик был полностью погружен в жир.

Пробирку помещают в водяную баню с температурой 15°C. Легким периодическим встряхиванием пробирки и вращением термометра помешивают, расплавленный жир до появления явно выраженной мути. После этого перемешивание прекращают и непрерывно наблюдают за показаниями термометра.

Температурой отвердевания жира считают ту, при которой временно останавливает-

ся падение температуры.

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,3°C.

За окончательный результат принимают среднее значение двух параллельных определений.

Задание 24. Выполнить анализы по определению температуры отвердевания жиров.

Таблица 29 - Температура отвердевания жиров

Жир	1 результат	2 результат	Среднее значение
Свиной			
Бараний			
говяжий			

Контрольные вопросы

1. Охарактеризовать биологическое значение жировой ткани.
2. В чем заключается энергетическая ценность жира.
3. Почему жира не имеют четко выраженной температуры плавления и отвердевания.

Занятие 21. Химические способы распознавания порчи животного жира

Цель занятия. На основе теоретических положений ознакомится с химическими методами обнаружения продуктов, образующихся в процессе порчи жира.

Методические указания. В жирах при хранении происходят сложные химические процессы, вызывающие их порчу. Этому способствует свободный доступ кислорода, действие света, повышенная температура, ферменты жировой ткани и микроорганизмов, наличие воды.

В жирах животных тканей процессы порчи могут развиваться в двух направлениях: в направлении окисления и в направлении гидролитического распада. В большинстве случаев оба вида порчи встречаются одновременно. Различные химические методы распознавания порчи основываются на определении тех или иных продуктов, образующихся в процессе порчи. Так первым промежуточным продуктом окисления жиров являются перекиси. Количественно обнаружить перекиси можно при помощи метода, основанного на реакции окисления йода активным кислородом перекисей. Качественно обнаруживаю перекиси при помощи пероксидазы, которая способствует окислению субстрата за счет активного кислорода перекисей. В процессе окислительной порчи понижается количество непредельных жирных кислот. О степени непредельности жира позволяет судить йодное число.

Длительное хранение жира приводит к увеличению количества жирных кислот. Для их количественного определения применяется кислотное число.

Для обнаружения в жирах альдегидов применяют качественную реакцию с фуксиносернистой кислотой, представляющей раствор фуксина, обесцвеченных сернистой кислотой. Для определения низкомолекулярных кислот применяют индикаторную пробу с ализариновым красным, основанную на том, что окраска индикатора изменяется от присутствия в жире ничтожного количества низкомолекулярных кислот. Кетоны в жирах открывают и определяют количественно при помощи салицилового альдегида, который в присутствии соляной или серной кислоты дает с кетонами красное окрашивание. Количественно альдегиды и кетоны можно определить при помощи метода определения карбонильных чисел и карбонильного

индекса. Оба определения основаны на спектрофотометрическом измерении интенсивности поглощения света.

Процесс осаливания сопровождается значительным количеством окси- соединений. Содержание оксигрупп определяют по количеству ацетила, который присоединяется к жиру при ацетилировании. Результат выражают ацетильным числом, которое возрастает с увеличением количества оксигрупп.

Химические методы установления качества жира имеют преимущество перед органолептическими, так как в начальных стадиях появление продуктов распада невелико, и они не ощущаются органами обоняния и вкуса. На установление качества продукта по органолептическим показателям влияют отклонения в чувствительности к запаху и вкусу у различных лиц и одного итого же лица в разное время. При дегустации большого количества образцов с каждой последующей пробой вкусовые ощущения становятся менее острыми и смешиваются с предыдущими.

Задание 25. На основе изучения теоретического материала заполнить таблицу 30.

Таблица 30 - Виды порчи животного жира

Вид порчи	Продукты, образующиеся в процессе порчи.	Химический метод обнаружения

Контрольные вопросы

1. Условия хранения вытопленных жиров.
2. Влияние температуры на хранение жира.
3. Применение химических способов предохранения жиров от порчи.
4. Выбор антиокислителей для пищевых жиров.

Занятие 22. Определение перекисного числа животного жира. Качественная реакция на перекиси

Цель занятия. Изучить методику количественного определения перекисного числа жира. Ознакомится с методикой качественного распознавания перекисей при помощи фермента пероксидазы.

Методические указания. Совершенно свежие жиры не содержат перекисей. Они являются первым промежуточным продуктом окисления жиров. Перекиси могут появиться в жире в процессе технологической переработки и во время хранения. Высокая температура и присутствие кислорода при вытопке, нарушение условий хранения могут привести к быстрому росту перекисей. При некоторой величине перекисного числа жир становится непригодным в пищу из-за плохой органолептики, выраженной в испорченном прогорклom вкусе и запахе. Кроме того, перекиси способствуют разрушению витаминов и образованию плохо усваиваемых организмом комплексных соединений с аминокислотами и белками.

Под действием кислорода воздуха происходит перекисное прогоркание, при котором изменением подвергаются в первую очередь ненасыщенные жирные кислоты. Причем их превращения могут идти как с разрывом двойной связи, так и без по свободно-радикальному механизму. Насыщенные кислоты реагируют медленно и только по свободно-радикальному механизму. Теория свободно-радикальных цепных реакций окисления липидов разработана

академиком Н.Н. Семеновым на основе теории перекисного окисления Баха-Энглера. Для характеристики перекисного прогоркания определяют перекисное число. Количественно перекисное число выражают в граммах йода, восстановленного 100г жира. Перекисное число может быть определено с точностью до 0,01, в то время как органолептически прогоркание обнаруживается при перекисном числе 0,08-0,09, качественными реакциями- при перекисном числе 0,03.

Сущность метода. Массу восстановленного йода определяют по объему раствора тиосульфата натрия, пошедшего на его титрование. В качестве индикатора используют крахмал.

Йодид водорода образуется в результате реакции между йодидом калия и уксусной кислотой.

Йодид водорода способен окисляться гидроперекисями с выделением йода.

Йод оттитровывают раствором тиосульфата натрия.

Приборы и реактивы. Коническая колба с притертой пробкой вместимостью 100 см³; весы лабораторные 2 класса точности с ценой проверочного деления 0.001 г; центрифужная пробирка градуированная вместимостью 10 см³; пипетка градуированная вместимостью 1 и 5 см³; секундомер; микробюретка вместимостью 5 см³; встряхивалка, три пробы жира, отличающиеся степенью свежести.

Проведение анализа. Берут две колбы вместимостью 100 см³ с притертыми пробками. В одну отвешивают 1.0±0.1 г расплавленного и профильтрованного жира (опытная проба), другую оставляют пустой (контрольная проба). В обе колбы центрифужной пробиркой вносят по 6 см³ смеси хлороформа с ледяной уксусной кислотой (в соотношении 2:1). Колбы закрывают пробками. В опытной пробирке растворяют жир, покачивая колбу круговыми движениями.

Затем в обе колбы пипетками добавляют по 1 см³ водного раствора йодида калия, насыщенного на холоде, и по 3 см³ дистиллированной воды. Колбы закрывают пробками и выдерживают в течение 3 мин при постоянном несильном перемешивании.

После этого в обе колбы вносят по 3...5 капель 1%-ного раствора крахмала. При наличии перекисей раствор принимает буро-фиолетовое окрашивание. Выделившийся йод оттитровывают из микробюретки раствором тиосульфатанатрия (Сэ=0.01 моль/дм³) до обесцвечивания реакционной смеси.

Обработка результатов. Перекисное число вычисляют по формула

$$K = ((Y_0 - Y_k) * k * 0,00127 - 100) / T,$$

где k – коэффициент поправки для пересчета на точный 0,01 н раствора гипосульфита натрия;

Y₀ -объем раствора гипосульфата натрия, израсходованного на титрование опытной пробы, см³ ;

Y_к - объем раствора гипосульфата натрия, израсходованного на титрование контрольной пробы, см³ ;

0.00127- масса йода, соответствующая 1 см³ раствора гипосульфата натрия эквивалентной концентрацией 0.01 моль/дм³ , г;

T — масса жира, г;

100 - коэффициент пересчета на 100 г жира.

Параллельно проводят качественное исследование проб жира на присутствие перекисей при помощи фермента пероксидазы.

Степень свежести жира в зависимости от величины перекисного числа оценивают следующим образом: от 0,03 до 0,06 – свежий; от 0,06 до 0,10 – сомнительной свежести; более 0,10 – испорченный. Разница между результатами параллельных определений не должна превышать 0,005.

Задание 26. Определить перекисное число животного жира.

Качественная реакция на перекиси

Присутствие в жире перекисей можно обнаружить с помощью фермента пероксидазы, например, пероксидазы крови.

Техника определения. В пробирку помещают примерно 2 г жира, расплавляют в теплой воде, добавляют 5 капель свежей крови (или раствора технического альбумина), 5-10 капель спиртового раствора гваяковой смолы, 3-5 мл. дистиллированной воды и встряхивают. В зависимости от содержания в жире перекисей появляется более или менее интенсивная голубая окраска.

Задание 27. Провести качественную реакцию на перекиси.

Контрольные вопросы

1. Что такое индукционный период, и от каких факторов зависит его продолжительность.
2. Охарактеризуйте роль свободных радикалов в образовании перекисей.
3. Назовите промежуточные продукты окислительного распада жира.

Занятие 23. Определение кислотного числа животного жира

Цель занятия: изучить методику количественного определения кислотного числа животного жира.

Методические указания. Кислотное число определяют главным образом для установления гидролитических процессов, происходящих в жирах. Обычно встречающиеся в природе жиры состоят из нейтрального жира и очень небольшого количества свободных жирных кислот. При длительном хранении жира, особенно жира-сырца, в результате гидролиза, количество свободных жирных кислот увеличивается, их содержание характеризует кислотное число. В результате накопления низших жирных кислот, в частности масляной, жир приобретает неприятные вкус и запах.

Кислотное число является количественным методом определения содержания в жире общего количества свободных жирных кислот.

В нормальных производственных условиях подавляющая часть жира выпускается высшим сортом, т. е. с кислотным числом менее 1,25.

Сущность метода. Количественно кислотное число жиров выражается массой гидроксида калия (мг), необходимого для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира.

Приборы и реактивы. Коническая колба вместимостью 100 см³; весы лабораторные 2 класса точности с ценой проверочного деления 0.001 г; бюретка вместимостью 25 см³ с ценой деления 0.1 см³; водяная баня для колб; электроплитка; термометр ртутный лабораторный с диапазоном измерения от 0 до 100°C и ценой деления 0.1°C.

Проведение анализа. В коническую колбу вместимостью 100 см³ отвешивают 5.0±0.1 г расплавленного и профильтрованного жира. В колбу из бюретки добавляют 20 см³ 96°-ного этанола и нагревают на водяной бане с температурой 50...60°С до получения однородной эмульсии.

Затем в колбу добавляют 3 капли 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина и титруют из бюретки раствором гидроксида натрия с (С_э=0.1 моль/дм³) до появления слабо розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

Обработка результатов. Кислотное число вычисляют по формуле:

$$K = (V * k * 5.61) / T$$

где k - кислотное число жира, единицы; 1 единица соответствует 1 мг гидроксида калия, необходимого для нейтрализации 1 г жира;

V - объем раствора гидроксида калия (натрия), израсходованного на титрование жира, см³;

T - масса жира, г,

5.61 - масса гидроксида калия, соответствующая 1 см³ его раствора с эквивалентной концентрацией 0.1 моль/дм³, мг.

Задание 28. Провести определение кислотного числа жира.

Таблица 30 - Показатели кислотного числа

№ пробы	Кислотное число	Качественная характеристика жира.
1		
2		
3		

Контрольные вопросы

1. Какие факторы способствуют процессу гидролиза.
2. В чем нежелательность гидролиза и как его замедлить.
3. Почему в топленых жирах гидролиз не происходит.

Занятие 24. Исследования свежести мяса

Цель занятия. Изучить метод органолептической оценки мяса.

Методические указания. Большое значение при оценке качества мяса придается органолептическому методу оценки свежести (консистенция, цвет, запах, вкус), который дополняется пробой варкой.

Для определения свежести мяса и качества жиров необходима специально оборудованная лаборатория, образцы доброкачественного (свежего), подозрительной свежести, несвежего и дефростированного мяса. Определение свежести мяса производится органолептическими методами. Берут 4-5 проб мяса массой не менее 200 г из различных участков туши: области поясницы, бедра, лопатки, зареза на уровне 4-5-го шейных позвонков и других мест. Материалы отбирают стерильными инструментами, каждую пробу заворачивают отдельно в пергаментную бумагу и кладут в общий пакет или другой непроницаемой запломбированной таре с приложением сопроводительных документов.

Органолептические показатели свежести мяса устанавливают по внешнему виду туши при осмотре состояния мускульной ткани, жира, сухожилий и костного мозга. При этом обращают внимание на корочку подсыхания поверхности мяса, цвет, консистенцию, запах и другие особенности тканей: при осмотре костного мозга — на его блеск, упругость и возможное отслоение мозгового вещества от стенок канала, а при осмотре суставов — на изменения синовиальной жидкости и состояние суставной поверхности.

Запах определяют на поверхности и в глубоких слоях сырого мяса, а также пробой варки. В колбочку помещают 5-8 г измельченного ножницами мяса, заливают водой (100 мл), закрывают стеклом и нагревают до кипения. Затем стекло приподнимают и определяют запах паров, а также прозрачность бульона и состояние жира на поверхности.

Консистенцию устанавливают при температуре 15-20°C, для этого надавливают на свежую поверхность разреза мяса и наблюдают за скоростью выравнивания образовавшегося углубления. Если мясо свежее, ямка исчезнет не позднее чем через 1 минуту. На основании органолептических показателей мясо подразделяют на свежее, подозрительной свежести и порченное, т. е. непригодное в пищу.

Органолептические показатели мяса и мясных субпродуктов убойных животных в зависимости от степени их свежести:

- *внешний вид и цвет поверхности туши:*

свежее - корочка подсыхания бледно-розовая или бледно-красная; у размороженных туш — красная, жир мягкий, частично ярко-красный;

сомнительной свежести - местами увлажнена, слегка липкая, потемневшая;

несвежее - сильно подсыхая, покрыта серовато-коричневой слизью или плесенью.

- *мышцы на разрезе:*

свежее — легка влажные, не оставляющие 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, для ягнятины — розовый);

сомнительной свежести — влажные, оставляют влажное пятно на фильтровальной бумаге, слегка липкие, темно-красного цвета. У размороженного мяса с поверхности разреза стекает слегка мутноватый мясной сок;

несвежее - влажные, оставляют влажное пятно на фильтровальной бумаге, липкие, красно-коричневые. Для размороженного мяса с поверхности разреза стекает мутный мясной сок.

- *консистенция:*

свежее - на разрезе мясо плотное, упругое. Образующаяся при надавливании пальцем ямка быстро выравнивается;

сомнительной свежести - на разрезе мясо менее плотное и менее упругое. Образующаяся при надавливании пальцем ямка выравнивается медленно (в течение 1 мин), жир мягкий, у размороженного мяса слегка разрыхлен;

несвежее - на разрезе мясо дряблое; образующаяся при надавливании пальцем ямка не выравнивается, жир мягкий. У размороженного мяса жир рыхлый, осадившийся.

- *запах:*

свежее- специфический, свойственный каждому виду свежего мяса;

сомнительной свежести- слегка кисловатый или с оттенком затхлости;

несвежее - кислый или затхлый, или слабогнилостный.

- *состояние жира:*

свежее - говяжий – белого, желтоватого или желтого цвет твердой консистенции, при надавливании крошится. Свиной — белого, бледно-розового цвета, мягкий, эластичный. Бараний — белого цвета, плотной консистенции, не должен иметь запаха осаливания или прогоркания.

сомнительной свежести -сероватого оттенка, слегка липкий к пальцам, может иметь легкий запах осаливания;

несвежее - серовато-матового оттенка при раздавливании мажется. Свиной жир может быть покрыт небольшим количеством плесени. Запах прогорклый.

- *состояние сухожилий:*

свежее - упругие, плотные, поверхность суставов гладкая, блестящая. У размороженного мяса сухожилия мягкие, рыхлые, окрашены в ярко-красный цвет;

сомнительной свежести - менее плотные, матово-белого цвета. Суставные поверхности слегка покрыты слизью;

несвежее - размягчены, сероватого цвета. Суставные поверхности покрыты слизью.

- *прозрачность и аромат бульона:*

свежее - прозрачный и ароматный;

сомнительной свежести – прозрачный или мутный с запахом, несвойственным свежему бульону;

несвежее - мутный с большим количеством хлопьев, с резким неприятным запахом.

При установлении свежести мяса лабораторными методами используют определение содержания аммиака и солей аммония - конечных продуктов распада белковых веществ; содержания летучих жирных кислот; содержания фермента пероксидазы, кислотного и перекисного чисел - продуктов окисления непредельных жирных кислот; а так же по мере необходимости проводят бактериоскопию мазков-отпечатков с поверхностных и глубоких слоев мяса для установления количественного и видового составов микрофлоры.

Процесс порчи мяса сопровождается образованием продуктов, по наличию которых можно судить о степени порчи мяса. Наиболее удобно определять свежесть мяса по тем веществам, накопление которых можно обнаружить химическими методами гораздо раньше, чем можно органолептически наблюдать изменения в свежести мяса. К таким веществам относятся аммиак, летучие жирные кислоты, фосфин, сероводород. Такие вещества, как индол и скатол, появляются в сравнительно поздних стадиях гнилостной порчи и поэтому устанавливать их в начальной стадии порчи нет смысла.

Для выявления первичных продуктов разложения протеинов, растворяющихся в воде, в практике пользуются определением вязкости водной вытяжки из мяса по скорости ее фильтрации (проба Андриевского) и осаждением их растворами солей тяжелых металлов (проба с сульфатом меди). Более глубокие процессы распада протеинов, сопровождающиеся накоплением свободных аминокислот, низкомолекулярных аминосоединений, аммиака и его неорганических солей, могут быть выявлены пробой на солевой аммиак с реактивом Несслера, суммарным определением amino-аммиачного азота, а также качественной реакцией на свободные аминокислоты с нингидрином.

В мышечной ткани свежего мяса содержатся различные ферменты, в том числе пероксидаза, сохраняющая активность в слабокислой среде. В несвежем мясе, а так же в мясе больных животных она отсутствует. Для качественного обнаружения пероксидазы чаще применяют пробу с бензидином или настойкой гваяковой смолы.

Задание 29. Изучить органолептические показатели мяса и мясных продуктов в зависимости от их свежести.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные признаки свежего и несвежего мяса.
2. Каковы основные причины порчи мяса?
3. Назовите методы определения свежести мяса.

Занятие 25. Определение активной кислотности мяса

Цель занятия. Изучить методику определения активной кислотности мяса.

Методические указания. Важным показателем при оценке мяса является величина рН, которая в значительной мере влияет на такие параметры качества, как цвет, нежность, влагосвязывающая способность и стойкость при хранении. Величина рН показывает концентрацию водородных ионов, т.е. их количество в 1 л исследуемой среды. Это очень малая концентрация, на практике в результате многократного математического преобразования отрицательный логарифм концентрации водорода выражается как показатель рН. Шкала рН находится в пределах от 0 до 14. С помощью рН реакция растворов характеризуется так: нейтральная - рН равен 7, кислая - рН меньше 7, щелочная - рН больше 7.

Величина рН мяса зависит от многих факторов. Жизненные процессы в мышцах животного прекращаются с началом обескровливания. У живого животного показатель рН составляет 7,2-7,3, у только что забитого - 7,0. После убоя значение рН под действием молочной кислоты, образовавшейся из гликогена, снижается в кислую сторону до значений 5,3-5,6 в говядине и 5,6-5,8 в свинине (в зависимости от температуры и времени после убоя, породы и вида мышц животного). На величину рН влияет обращение с животными перед убоем. У отдохнувших животных, имеющих высокое содержание гликогена, увеличение кислотности и созревание протекают чаще всего нормально, в то время как у животных с невысоким содержанием гликогена могут произойти нарушения в процессе снижения величины рН.

В процессе охлаждения в течение 18-48 ч величина рН снижается до 5,7-5,4. Более низкая способность охлажденного мяса по сравнению с парным связывать воду и жир объясняется в первую очередь (наряду с распадом АТФ) и снижением показателя рН.

При оценке и классификации мяса следует учитывать, что не все мышцы туши имеют одинаковую величину рН, разница в значении между различными мышцами туши и даже между одинаковыми мышцами обеих полутуш может составлять до 0,3 единицы. В этой связи для сравнительной оценки измерение должно производиться на одной и той же мышце, которая обладает средней величиной рН и расположена на туше таким образом, что до нее можно добраться без разделки туши и надрезов, снижающих ценность мяса. В этом отношении хорошо зарекомендовали себя длиннейшая спинная мышца между пятым и шестым поясничными позвонками и две мышцы, расположенные у поверхности туши в тазобедренной части в области жирового отростка или шва кастраций.

Зная величину рН, можно выделить оптимальные направления использования мясного сырья в процессе промышленной переработки, что обеспечит большие технологические и экономические преимущества. Так, на производство сырокопченых колбас рациональнее направлять мясо с низким значением рН, а на производство вареных колбас - мясо с высоким рН.

Определение величины рН выполняют рН-метрами с электродами различного типа, приспособленными для проведения измерений на тушах. В последнее время предпочтение отдают цифровым рН-метрам с автоматической компенсацией, учитывающей температуру окружающей среды.

Приборы и реактивы. Химические колбы, фильтры, потенциометр, дистиллированная вода, мясной фарш.

Техника определения: к 25 г мясного фарша, помещенного в колбу, приливают 100 мл дистиллированной воды и в течение 5-10 минут взбалтывают, затем вытяжку фильтруют. Определяют с помощью потенциометра.

Задание 30. Определить активную кислотность мясного фарша.

Контрольные вопросы

1. Что характеризует величину рН?
2. Факторы, влияющие на величину рН.
3. Сущность методики рН.

Занятие 26. Определения водосвязывающей и жирудерживающей способности мяса

Цель занятия. Изучить методику определения водосвязывающей и жирудерживающей способности мяса.

Методические указания. Вода не только является преобладающим компонентом всех пищевых продуктов, но и оказывает существенное влияние на такие качественные характеристики готовых мясных изделий, как консистенция, структура, устойчивость при хранении, а также выход. Для оценки состояния воды в пищевых продуктах в настоящее время широко используются показатели водосвязывающей способности и активности воды.

Воду, содержащуюся в пищевых продуктах, как правило, разделяют в зависимости от форм ее связи с белками на три группы: гидратационная, иммобилизованная и свободная.

Гидратационная вода (около 5% от общего ее содержания), как показывают спектры ядерно-магнитного резонанса, имеет структуру «водородных мостиковых соединений». По физическим свойствам она отличается от иммобилизованной и свободной воды более низкой температурой замерзания, большей плотностью, меньшим давлением паров и способностью к растворению различных соединений. Гидратационная вода связана электростатически с диссоциированными группами боковых цепей белка (карбоксильными, гидроксильными, сульфгидрильными и аминокетильными), водородными связями с недиссоциированными полярными группами. Более высокое осмотическое давление и увеличение количества осмотически связанной воды возникают в зависимости от концентрации ионов электролитов вблизи полярных групп белка. Таким образом, содержание осмотической влаги в мясе тем выше, чем больше остается неразрушенных полупроницаемых мембран или структурных образований, выполняющих их роль. Она частично выходит из мяса при погружении его в раствор с более высоким осмотическим давлением (посол), при тепловой денатурации белков. Количество осмотической влаги влияет на упругие свойства тканей.

Капиллярная влага заполняет поры и капилляры мяса и фарша. Количество капиллярной влаги зависит от степени развития капиллярной сети в структуре материала. В мясе роль капилляров выполняют кровеносные и лимфатические сосуды. Капиллярная влага влияет на объем и сочность продукта. Чем больше величина капиллярного давления, тем прочнее капиллярная влага связана с материалом. Капиллярное давление, в свою очередь, определяется размером капилляров. Чем меньше диаметр капилляров и микрокапилляров, тем больше капиллярное давление и тем прочнее удерживается вода.

Даже в границах одной формы связи влаги ее прочность и влияние на свойства тканей неодинаковы. В технологической практике влагу по форме ее связи с мясом часто

упрощенно разделяют на прочносвязанную, слабосвязанную полезную и слабосвязанную избыточную. К влаге, прочно связанной с продуктом, относят в основном адсорбционную влагу микрокапилляров, а также часть осмотической. Слабосвязанная полезная влага размягчает (пластифицирует) продукт, создавая благоприятную консистенцию и способствуя усвоению пищи. Слабосвязанная избыточная влага - это та ее часть, которая может отделяться в процессе технологической обработки в виде бульона при варке колбас или в составе мясного сока при размораживании. При изготовлении колбас прочносвязанная влага должна составлять примерно 1/3 всей жидкости. В этом случае продукт имеет хорошую консистенцию и выход. При изготовлении колбасы, например, из длительно хранившегося мороженого мяса часть влаги представлена в виде слабосвязанной избыточной, и в этом случае консистенция продукта будет хуже (наблюдается отделение бульона), а выход продукта меньше. Если прочное вязанная влага составляет более 1/3, то продукт получается чрезвычайно твердым.

Чем больше прочное связанной влаги, тем меньше испарение. Так, при обжарке колбас потери за счет испарения могут составлять от 7 до 8%. При сушке желательно, чтобы прочносвязанной влаги было меньше.

Влиять на количество разных форм влаги в мясе можно, изменяя условия, в частности его рН и изоэлектрическую точку. Водосвязывающая способность мяса определяет его качество при технологической и кулинарной обработке. Известно, что выход вареных колбас в значительной мере определяется водосвязывающей способностью мяса. Из мяса с небольшой водосвязывающей способностью трудно приготовить высококачественную продукцию, так как при обработке велики потери влаги и соответственно растворимых в ней веществ. Вследствие этого быстрое определение водосвязывающей способности сырья очень важно в практике работы мясоперерабатывающих предприятий.

Представление о состоянии влаги в мясе может быть получено путем отделения свободной влаги методом прессования или центрифугирования. Количество связанной влаги X_1 , (% к массе мяса) вычисляют по формуле:

$$X_1 = (A - 8,4B) 100 / m_0,$$

а содержание связанной влаги X_2 , (% к общей влаге) определяют по формуле:

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

где A - общее содержание влаги в навеске, мг; B - площадь влажного пятна, см;
 m_0 - масса навески мяса, мг.

Мясо с нормальными свойствами (NOR) в первые часы после убоя независимо от исходной величины рН обладает высокой водосвязывающей способностью и хорошими технологическими свойствами. Длительность послеубойного хранения мясного сырья различно влияет на качество мяса с низким и высоким значениями рН и на формы связи воды, прежде всего на состояние иммобилизованной влаги. Наибольшей способностью к ее удерживанию обладает свинина в первые часы и через 48 ч после убоя. Состояние миофибриллярных белков мяса в процессе посола определяют нежность, сочность и выход готовых продуктов. При продолжительной механической обработке мясного сырья вначале происходит разрыхление структуры белков соленого мяса, что улучшает технологические показатели, затем наблюдается разрушение сетки мембран и филаментов, что влечет за собой уплотнение структуры мясного сырья и снижение технологических показателей.

Учитывая особенности исходного сырья, изменение его качественных характеристик в процессе хранения, посола и механических воздействий, необходимо использовать такие способы, режимы подготовки и обработки сырья, которые будут способствовать сохранению его высокой водосвязывающей способности и получению высококачественных продуктов. Так, например, основным требованием при изготовлении вареных колбасных изделий является диспергированное состояние компонентов фарша и связанное состояние влаги и жира в течение всего технологического процесса. Поэтому качество и выход вареных колбасных изделий определяются оптимальным развитием процессов водо- и жиросвязывания при приготовлении фарша и его устойчивостью при термической обработке. Водосвязывающая способность является одним из важнейших показателей сырого фарша вареных колбасных изделий. В результате происходящих в процессе термической обработки физико-химических, коллоидно-химических изменений части воды и жира, связанные в сыром фарше, отделяются в виде потерь массы или бульонных и жировых отеков. Количество оставшихся в составе фарша удержанных влаги и жира характеризует его водосвязывающую и жиродерживающую способности, которые рассчитываются как разность между содержанием влаги и жира соответственно в фарше и количеством влаги и жира, отделившихся в процессе термической обработки.

Стабильность, или устойчивость, фарша является обобщающим показателем, характеризующим развитие как водосвязывающей способности сырого фарша, так и водо- и жиродерживающей способности термообработанного фарша и выражается в виде отношения связанного в процессе термической обработки фарша количества влаги и жира к массе сырого фарша, взятого на исследование.

Определение влаги методом высушивания

Это наиболее распространенный и универсальный способ определения влаги. Содержание влаги определяется по потере массы испытуемых образцов при их высушивании. Влагу удаляют при температурах, близких к температуре кипения воды.

Наиболее объективные результаты можно получить при высушивании образцов в условиях вакуума или в атмосфере инертных газов. Условия сушки необходимо подбирать с учетом особенности состава и свойств высушиваемого материала.

Точность результатов определения и продолжительность анализа зависят от температурного режима сушки и условий подготовки проб к высушиванию.

Обычно высушивание проводят при температуре, не превышающей 105 °С, до достижения постоянной массы образцов.

При сушке продуктов с высоким содержанием влаги и небольшим количеством жира температуру высушивания можно повысить до 150-200С, ограничивая продолжительность процесса.

Для ускорения сушки рекомендуется уменьшить толщину высушиваемого слоя и увеличить пористость продукта, смешивая его с твердым инертным материалом, например, с песком. Скорость сушки можно увеличить, добавляя к материалу этанол.

При определении влаги высушиванием расхождения между параллельными определениями не превышают 0,3-0,5%.

Техника определения:

- подготовить среднюю пробу продукта;
- взять бюкс с песком и палочкой, взвесить его на весах до 0,001 г;
- записать в тетрадь номер бюкса, крышки и массу пустого бюкса;
- взять навеску измельченного продукта массой 2-3 г, поместить в бюкс и взвесить на весах с точностью до 0,001 г;

- записать в тетрадь массу бюкса с навеской до высушивания;
 - перемешать навеску в металлическом бюксе стеклянной палочкой с песком и поставить в сушильный шкаф при открытой крышке при температуре 150С на 1 ч;
 - после 1 ч сушки щипцами вынуть бюкс с навеской и крышкой из сушильного шкафа, закрыть бюкс крышкой и поставить в эксикатор для остывания на 10-15 минут;
 - после остывания бюкс с навеской взвесить на весах до 0,001 г;
- Массовую долю влаги рассчитать по формуле:

$$1. \quad B = (m_1 - m_2) * 100 / m_1 - m),$$

По одной навеске исследуемого продукта можно определить водо- (ВУС) и жироудерживающую (ЖУС) способности и устойчивость фарша (УФ), которые рассчитывают по формулам:

$$2. \quad \text{ВУС} = (B m_1 M_1 - M m_2) 100; \quad \text{ЖУС} = (Ж m_1 M_1 - M m_3) 100;$$

$$\text{УФ} = [(m - M) / m_1] * 100$$

- где В - содержание влаги в фарше, %;
- Ж - содержание жира в фарше, %;
- М - масса всего отделившегося бульона с жиром, г;
- M₁ - масса исследуемого бульона с жиром, г;
- m₁ - масса навески фарша, г;
- m₂ - масса воды в исследуемом бульоне, г;
- m₃ - масса жира в исследуемом бульоне, г.

В практических целях для характеристики состояния влаги в мясе и мясных продуктах наряду с традиционными показателями водосвязывающей способности принят показатель активности воды.

Показатель активности воды позволяет установить взаимосвязь между состоянием слабосвязанной влаги в продукте и возможностью развития в нем микроорганизмов, ибо из всей воды, содержащейся в продукте, микроорганизмы могут использовать для своей жизнедеятельности лишь определенную - активную ее часть. Поэтому показатель активности воды, a_w (свободной, несвязанной влаги пищевых продуктов) дает возможность, в частности, судить о жизнеспособности бактерий, содержащихся в мясе и мясных продуктах, их стойкости к тепловой обработке, а также подверженности продукта микробиологической порче.

Задание 31. Определить массовую долю влаги мяса.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте основные формы воды мяса.
2. Как определяется водосвязывающая и жироудерживающая способность мяса.

Занятие 27. Количественное определение молочной кислоты в мясе

Цель занятия. Изучить методику определения количественного содержания молочной кислоты в исследуемом образце мяса.

Методические указания. Созревание мяса- автолитический процесс, протекающий после прекращения жизни животного, в результате которого мясо приобретает нежность сочность, специфический приятный вкус и запах. При жизни животного распад составных частей и их синтез происходит непрерывно. После смерти животного прекращается доставка кислорода кровью к клеткам тканей, в результате чего не происходят окислительные процессы и необратимо протекают только процессы распада.

Прежде всего, происходят необратимые изменения в углеводной системе. При созревании мяса особенно интенсивно действуют ферменты гликолиза, в то время как протеиназы не активны. Гликоген через ряд промежуточных реакций переходит в молочную кислоту, которая накапливается в мышечной ткани. Изменение содержания молочной кислоты, происходящее в процессе созревания характеризуется следующими данными (таблица 31).

Таблица 31 - Содержания молочной кислоты в мясе

Содержание молочной кислоты в мг%	319	609	700	692	661
Продолжительность созревания в часах	10	12	24	48	120

Накопление молочной кислоты достигает максимума к 24—48 часам созревания мяса. Поэтому для определения молочной кислоты лучше брать мясо на 24-й час и в более поздние сроки созревания.

Сущность метода. Молочная кислота окисляется марганцовокислым калием до уксусного альдегида:

При пропускании тока воздуха уксусный альдегид перегоняется через холодильник и в поглотительной колонке связывается раствором бисульфита.

Непрореагировавший избыток бисульфита окисляется йодом, после чего альдегид-бисульфитное соединение разлагается содой, и количество содержащегося в нем бисульфита определяют йодометрическим титрованием:



Каждый эквивалент йода соответствует одному эквиваленту молочной кислоты.

Описание перегонного аппарата. Аппарат состоит из обратного холодильника, с которым при помощи резиновой пробки соединена круглодонная колба на 500 мл (можно пользоваться кьельдалевской перегонной колбой); через пробку проходит делительная воронка с оттянутым концом для входа воздуха и раствора марганцовокислого калия.

Холодильник состоит из двух больших пробирок, впаянных одна в другую. В наружную пробирку впаяны две стеклянные трубки: для входа и для выхода воздуха и паров.

Во внутреннюю пробирку через трубку входит холодная вода, оттекающая через отросток. К трубке вплотную примыкает соединенная с ней каучуком трубка, через которую воздух и пары уксусного альдегида попадают в приемник (широкогорлая экстракционная колбочка), в который наливают раствор бисульфита. Через резиновую пробку проходит нижняя трубка поглотительной колонки 3, доходящей до дна приемника.

В поглотительную колонку помещают фарфоровую или стеклянную пластинку с отверстиями и насыпают стеклянные бусинки слоем 8—10 см. Отводную трубку присоединяют к водоструйному насосу. Поглотительную колонку закрывают резиновой пробкой.

Приборы и реактивы: 5%-ный раствор метафосфата натрия готовят растворением на холоду, 0,5 N серная кислота, 8%-ный раствор сернокислой меди, 20%-ная взвесь гидрата

окси кальция (приготавливается из окиси кальция), 0,1 N раствор марганцовокислого калия, запасный раствор (для употребления разбавляют в 20 раз в мерном цилиндре), 1%-ный раствор бисульфита натрия, 0,1 N раствор йода, 0,01 N раствор йода в темной склянке с притертой пробкой этот раствор сохраняется несколько недель. Титр раствора устанавливают перед употреблением по раствору гипосульфита; титр последнего проверяют в свою очередь по чистому йоду), двууглекислый натрий в порошке, 1%-ный раствор крахмала в насыщенном растворе поваренной соли.

Техника определения. Дважды пропущенное через мясорубку мясо помещают в стаканчик для взвешивания. На аналитических весах отвешивают по разности от 7 до 10 г мяса непосредственно в колбочку на 100 мл. В колбочку добавляют 40 мл дистиллированной воды, закрывают пробкой и встряхивают в течение 5 минут для равномерного распределения мяса и жидкости.

Затем в ту же колбочку для осаждения белков добавляют 10 мл метафосфата натрия и 10 мл 0,5 N серной кислоты, хорошо встряхивают, доводят водой до метки и через 15 минут фильтруют.

В мерную колбочку емкостью 50 мл отмеривают пипеткой 25 мл полученной жидкости, добавляют туда 4 мл 8%-ного раствора сернокислой меди и нейтрализуют жидкость крепким раствором едкой щелочи до появления голубого осадка гидрата окиси меди.

К нейтрализованному раствору добавляют 10 мл известкового молока, дистиллированной водой доводят раствор до метки и оставляют на 30 минут. Отфильтровывают жидкость от осадка, отмеривают 10 мл фильтрата в круглодонную колбу емкостью 50 мл, прибавляют туда 10 мл 2 N серной кислоты, 20—30 мл (приблизительно) воды и соединяют колбу с холодильником аппарата.

В воронку наливают раствор марганцовокислого калия. В приемник вносят 20 мл раствора бисульфита и столько воды (10 или 15 мл), чтобы при пущенном в ход аппарате жидкость, поднявшись в поглотительную колонку, покрыла бы бусинки; затем соединяют приемник с колонкой.

Проверяют все соединения аппарата, пускают в ход водоструйный насос не очень сильно, но так, чтобы жидкость из приемника, поднявшись в колонку, не спускалась опять в приемник. Впускают воду в холодильник и нагревают отгонную колбу. Когда жидкость в колбе начнет равномерно кипеть, из делительной воронки выпускают по каплям раствор марганцовокислого калия с такой скоростью, чтобы каждая капля тотчас же успевала обесцветиться. Когда перманганат перестанет обесцвечиваться сразу, и жидкость примет светло-розовый цвет, останавливают приток перманганата, дают жидкости обесцветиться и после этого продолжают приливать его несколько медленнее. Жидкость постепенно принимает более темный розовый цвет, к которому затем примешивается желтовато-бурый оттенок и появляется муть от выпадения перекиси марганца. Тогда прекращают приливание марганцовокислого калия. Отгонку продолжают еще 30 минут, после чего прекращают нагревание. Останавливают водоструйный насос, предварительно вынув резиновую пробку из колонки. Разъединяют приемник и колонку и ополаскивают бусинки 5—6 порциями дистиллированной воды по 5 мл каждая.

1. Титрование избытка бисульфита. К жидкости в приемник прибавляют несколько капель раствора крахмала. Приливают из бюретки 0,01 N раствор йода, а затем к концу титрования 0,01 N раствор йода до слабоголубого окрашивания. 0,1 N раствор употребляют, чтобы не прибавить слишком много раствора йода; если же это имело место, то можно оттитровать слабым 0,01 N раствором гипосульфита. Количество раствора йода, пошедшего на разруше-

ние несвязанного уксусным альдегидом бисульфита, в расчет не принимается.

2. Разложение альдегидбисульфитного соединения. Добавляют к раствору 1 г сухого двууглекислого натрия и размешивают.

3. Титрование освобожденного бисульфита. Титруют обесцвеченную жидкость 0,01 N раствором йода из микробюретки. В конце титрования йод надо приливать осторожно. Титрование окончено, когда раствор не обесцвечивается при помешивании в продолжение 10—15 секунд. Титрование следует производить при дневном освещении. Результат титрования записывают. Из записанной цифры вычитают результат титрования контроля, полученного путем перегонки одних реактивов.

Обработка результатов. Количество мл 0,01 N раствора йода, пошедшего на титрование после прибавления двууглекислой соды, умноженное на поправку к раствору йода и на 0,45, указывает содержание молочной кислоты в миллиграммах во взятом на определение фильтрате. Пересчитывают результат на 100 г мяса:

$$\frac{a \times K \times 0,45 \times 20 \times 100}{e} = \text{мг \% молочной кислоты,}$$

где а — количество миллилитров 0,01 N раствора йода, пошедшего на титрование;

К — поправка к раствору йода;

0,45 — количество миллиграммов молочной кислоты, соответствующей 1 мл 0,01 N раствора йода; е — навеска в г,

20—разведение.

Задание 32. Выполнить количественное определение молочной кислоты в мясе.

Контрольные вопросы

1. Назвать растительные ферментные препараты, применяемые для интенсификации созревания мяса
2. Какими свойствами характеризуется созревшее мясо.
3. Назовите группу наиболее активно действующих ферментов в процессе автолиза.
4. Сущность метода определения молочной кислоты

Занятие 28. Характеристика технологических пороков созревания мяса

Цель занятия. Изучить технологические пороки созревания мяса.

Методические указания. Пороками мяса считаются нарушения в структуре, химическом составе, консистенции и окраске, которые проявляются в следующих формах: загаре, потемнении окраски, пигментации, ослизнении, плесневении, механическом загрязнении, гниении, гнилостном брожении, ожоги.

Загар — появление в толще мышц очень упитанного крупного рогатого скота и свиной кислого запаха, серо-красного или коричнево-красного цвета с зеленоватым оттенком и изменение на отдельных участках туши консистенции мяса до дряблой в первые сутки после убоя. Возникает этот дефект при неправильном охлаждении, очень плотной укладке туш и отсутствии вентиляции. Повышение температуры мяса до 40°C и выше объясняется расщеплением фосфорных и других соединений.

Поверхностный жир препятствует нормальному охлаждению мяса и выходу газов, образующихся в клетках тканей. Нарушается нормальный гликолитический распад, происходят другие реакции с образованием сероводорода, масляной кислоты и других веществ с неприятным запахом. Изменяются миоглобин и окраска мяса в месте загара.

Для освобождения от неприятного запаха мясо с очагами загара разрубают на небольшие куски и тщательно проветривают, прежде чем процесс зашел слишком глубоко. Если загар обнаружен поздно, то в таком мясе начинаются гнилостные изменения, его бракуют.

Ослизнение — липкая слизь, ухудшающая товарный вид мяса, его вкус и запах. Появляется дефект под воздействием бактерий (ахромобактер, псевдомонас) при 16°C и относительной влажности воздуха выше 85% на вторые сутки, при 4°C — через 16—18 дней, при 2°C — через 2—3 дня. Альбумозы и полипептиды, образующиеся при расщеплении белков под воздействием бактерий, с водой образуют слизь, которая появляется на поверхности испорченного мяса. При варке такого мяса растворимые в горячей воде альбумозы и полипептиды переходят в бульон, от чего он становится мутным и вязким.

Плесневение — образование участков белого, серого или серо-зеленого цвета со специфическим запахом затхлости и плесневения в паховых складках, на внутренней поверхности туш мяса, где отсутствует циркуляция воздуха.

Плесени редко проникают вглубь тканей более чем на 2 см. Участки, пораженные плесенями, приходится удалять. Протеолитические ферменты, выделяемые плесенями, действуют в кислой среде, накапливают органические основания, реакция среды мяса сдвигается в щелочную сторону, создавая условия, благоприятные для развития гнилостных бактерий. На охлажденном мясе плесени быстро развиваются при нарушении температурного режима и излишней влажности в камере. Мороженое мясо покрывается плесенями при длительном хранении на участках туш, не омываемых циркулирующим воздухом. Некоторые плесени выдерживают температуру 10°C в течение 12 мес, а при оттаивании мяса создаются самые благоприятные условия для плесневения.

Гниение — гнилостное разложение мяса, начинающееся с поверхности. Аэробы, попадающие на мясо из окружающей среды при 0°C, за месяц проникают вглубь на 1 см по соединительным прослойкам возле кровеносных сосудов, костей, суставов и по кровяному руслу, где начинают развиваться аэробы с образованием веществ с крайне неприятным запахом. При гниении мясо сначала бледнеет, затем приобретает зеленоватый оттенок, обусловленный образованием сульфомиоглобина. В начале развития гнилостного процесса запах мяса затхлый, затем неприятный, с кисловатым оттенком, а при глубокой порче явно гнилостный. Консистенция мяса в начале гнилостного разложения почти не изменяется, затем сила сцепления волокон ослабевает, происходит поперечный разрыв мышечных волокон, наблюдается распад тканей.

При гниении реакция на аммиак положительная, при загаре отрицательная. При загаре реакция среды нормальная или более кислая, при гнилостных процессах близка к щелочной.

Гнилостное брожение — приобретение мясом неприятного кислого запаха вследствие сбраживания углеводов мяса анаэробными бактериями (типа путрифацист) при плохом обескровливании и очень медленном охлаждении туш. Мясо при брожении размягчается, становится серым.

Потемнение — концентрация красящих веществ в результате интенсивного испарения влаги во время хранения охлажденного и мороженого мяса при недостаточной влажности воздуха и повышенной температуре или образования метмиоглобина, чаще всего в шей-

ной части и в местах кровоподтеков.

Пигментация — пятна разных цветов на поверхности мяса, образуются колониями аэробных бактерий: красные — чудесной палочкой, зеленые — флюоресцирующей, синие — палочкой синегнойной, белый цвет — налет брожения.

Мясо может заражаться светящимися бактериями во влажной среде или цветообразующими бактериями, однако при наличии фосфоресценции и пигментных пятен не установлено образование токсинов и мясо пригодно к употреблению.

Ожоги (пятна беловато-серого цвета на поверхности мороженого мяса) — результат испарения влаги или оптический эффект вследствие образования мелких кристаллов при быстром замораживании; повышенная усушка (0,6 дм²) вызывает необратимое изменение цвета поверхностного слоя мяса; ожоги, вызванные кристаллообразованием, исчезают при размораживании мяса.

Потемнение и прогоркание жиров возникает чаще всего в шпике туш, хранившихся в замороженном или охлажденном виде более длительное время, чем допустимо при данной температуре; повышенная температура хранения, кислород воздуха и воздействие света ускоряют порчу жира.

Мухи и другие насекомые оставляют на мясе яйца, из которых выводятся личинки (яйца и личинки погибают при 15°C), а также заражают мясо болезнетворными бактериями. Для борьбы с насекомыми температура в помещении при хранении мяса должна быть ниже 5°C.

Задание 33. Изучить основные пороки созревания мяса.

Контрольные вопросы

1. Методика отбора проб мяса для органолептического анализа.
2. Органолептические исследования мяса.
3. Характеристика степеней свежести мяса.
4. Основные дефекты мяса.

Список литературы

1. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. – СПб.:ГИОРД, 2001.- 320 с.
2. Григорьев В.С. Практикум по биохимии с основами физической и коллоидной химии. Самара, 2000.- 266 с.
3. Данилова Н.С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов.-М.:КолосС, 2008.- 280 с.
4. Рогожин В.В. Биохимия молока и молочных продуктов. Учеб.пос.- СПб: ГИОРД, 2006. – 240 с.
5. Рогожин В.В. Биохимия мышц и мяса: Учеб.пос.- СПб: ГИОРД, 2006. – 240 с.
6. Чебакова Г.В., Данилова И.А. Товароведение, технология и экспертиза пищевых продуктов животного происхождения. – М.: КолосС, 2011. – 312 с.

Учебное издание

Артюкова Галина Даниловна
Артюков Иван Иванович
Гамко Леонид Никифорович
Семешкин Николай Тихонович

БИОХИМИЯ МОЛОКА И МЯСА

учебно-методическое пособие к практическим занятиям

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 08.05.2014. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 3,49. Тираж 50 экз. Изд. 2697.

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии.
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянская ГСХА