

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзузов Татиса Арсланович

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского  
Федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования

Дата подписания: 19.09.2023 10:46:45

Уникальный программный ключ:

d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

по дисциплине

### АНАТОМИЯ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ

Направление подготовки	19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания
Направленность (профиль)	Технология и организация ресторанного дела
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала обучения	2021
Изучается	в 5 семестре

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

Пятигорск, 20 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

	С.
ВВЕДЕНИЕ	4
Лабораторное занятие 1. Техника микроскопирования, способы приготовления микропрепаратов.	6
Лабораторная работа 2. Локализация питательных веществ в клетке и тканях растений. Гистохимический и микрохимический анализ растительного сырья.	11
Лабораторное занятие 3. Анатомо-морфологическое строение вегетативных органов растений	17
Лабораторное занятие 4. Анатомо-морфологическое строение генеративных органов растений	24
Лабораторное занятие 5. Анатомическое строение различных видов растительного сырья, используемого в качестве пряностей	27
Лабораторное занятие 6. Клетка и ткани животных	31
Лабораторное занятие 7. Анатомия и морфология рыбы	38
Лабораторное занятие 8. Анатомия и морфология нерыбных объектов водного промысла	44
Лабораторное занятие 9. Анатомическое строение и химический состав яйца	50
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ	51
ПРИЛОЖЕНИЯ	51

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Анатомия пищевого сырья» подготовки бакалавра направления подготовки 19.03.04 Технология и организация общественного питания; профиль подготовки: Технология и организация ресторанного дела.

Каждое занятие имеет унифицированную структуру, включающую определение его целей, теоретическую подготовительную работу обучающегося к нему, средства обучения, задания, выполнение работы, письменное оформление материала в виде таблиц и заключение по полученным результатам.

При выполнении лабораторных работ основным методом обучения является самостоятельная работа студента с индивидуализацией заданий под управлением преподавателя. Индивидуализация обучения достигается за счет выдачи студентам индивидуальных заданий, разнообразие которых достигается за счет подбора многовариантных комплексов стандартов, натуральных образцов, ситуационных задач и других средств обучения.

Выполнению лабораторных занятий должна предшествовать самостоятельная работа студентов с рекомендованной литературой, данными методическими указаниями и конспектами лекций. Перед началом занятий преподаватель проверяет теоретическую подготовку студента по теме лабораторного занятия и разъясняет задания по предстоящей работе.

В процессе выполнения работы необходимо выполнить требуемые по заданию исследования и составить отчет согласно заданию, сделать выводы об исследуемых материалах и сравнить свои экспериментальные данные с теоретическими положениями данного вопроса.

По окончании работы преподаватель проверяет усвоение студентом сущности методов, обработки и интерпретации полученных результатов, проверяет сделанные записи в рабочей тетради, комплексно оценивает практическую работу и знания студента по теме.

Отчет выполняется в отдельной тетради для лабораторных работ, которую студенты сохраняют и предоставляют при сдаче зачета. В отчете указываются дата, номер лабораторной работы, цель работы, ход работы и ее результаты. В отчет также вносят все рисунки, таблицы, схемы в соответствии с принятыми в научно-технической документации обозначениями. Без оформления результатов лабораторной работы и сдачи отчета студент не допускается к выполнению следующей работы.

При выполнении лабораторных занятий студент обязан бережно относиться к образцам товаров, учебным пособиям, лабораторному оборудованию и приборам. В случае их порчи студент обязан возместить стоимость или ремонт приборов.

Перед выполнением работы студент должен внимательно ознакомиться с правилами работы и техникой безопасности эксплуатации оборудования и приборов.

### УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Перед началом выполнения работ обучаемые обязаны пройти инструктаж по правилам безопасной работы в лаборатории и расписаться в журнале по технике безопасности.

Каждое рабочее место должно быть оснащено исправным технологическим оборудованием, инструментом и принадлежностями; технологическими картами и инструкциями; описью оборудования и краткой инструкцией по технике безопасности; противопожарными средствами и правилами их применения.

Студенты допускаются к работам на оборудовании и к лабораторным работам только под надзором преподавателя после изучения безопасных приемов работ и проверки знаний правил техники безопасности. Необходимо работать на том рабочем, которое закреплено за обучающимся, и выполнять те работы, которые поручены преподавателем.

Во время работы нельзя отвлекаться. Строго соблюдать правила внутреннего распорядка. Не работать на технически неисправном оборудовании.

Каждый студент обязан:

- пользоваться спецодеждой и индивидуальными средствами защиты;
- содержать в чистоте свое рабочее место;
- соблюдать требования инструкций по технике безопасности;
- соблюдать правила личной гигиены;

На рабочих местах запрещено: работать студентам, не прошедшим инструктаж. Перед началом работы в химической лаборатории следует знать, что все химические вещества в той или иной степени ядовиты. Результатом воздействия вредных веществ на организм человека могут быть острые или хронические отравления. Острые отравления являются следствием аварийных ситуаций, разливом вредных веществ или грубых нарушений техники безопасности.

Во избежание хронических отравлений лабораторные работы с газообразными, летучими, жидкими и вредными веществами разрешается проводить только в вытяжном шкафу.

Проникновение ядов (анилина, бензола, диоксана, дихлорэтана и др.) в организм человека через кожу можно предотвратить или уменьшить путем соблюдения личной гигиены или применением спецодежды. Каждый учащийся при работе с вредными веществами должен пользоваться очками или маской для защиты глаз и лица, резиновыми перчатками и респираторами для работы с пылящими веществами, а в некоторых случаях пользоваться прорезиненным фартуком. Особую осторожность необходимо соблюдать при работе с окислителями (перманганатом, бихроматом, хлоратом, йодатом калия и натрия, хлорной, азотной, серной кислотами, бромной водой и др.) т.к. при попадании на органические вещества и различные горючие материалы они вызывают воспламенения и взрыв.

# ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

**Тема:** Техника микроскопирования, способы приготовления микропрепаратов.

**Цель занятия:** Ознакомление с техникой микроскопирования растительного сырья, со способами приготовления микропрепаратов

**Формируемые компетенции:** ПК-4 - способен определять и анализировать свойства сырья, полуфабрикатов и продовольственных товаров, влияющие на оптимизацию технологического процесса, качество и безопасность готовой продукции, эффективность и надежность процессов производства

## 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 1.1 Значение микроскопического метода анализа

Знание основ анатомической диагностики растительного и животного пищевого сырья позволит бакалавру правильно оценить и даже в ряде случаев прогнозировать стойкость товаров при хранении. Так, сохранность многих плодов и овощей во многом зависит от особенностей видоизменения покровных тканей, препятствующих их увяданию и поражению насекомыми, микроорганизмами и др. Микроскопический метод позволяет также выявить места локализации пищевых веществ в клетках растительных и животных тканей и даже оценить их содержание в целом.

Для идентификации продовольственных товаров и их экспертизы существенное значение имеет микроскопический метод, основанный на установлении характерных анатомических признаков. Этот метод позволяет бакалавру не только проводить идентификацию и оценку качества пищевого растительного сырья и вырабатываемых из него продовольственных товаров, а зачастую и решить вопрос об их фальсификации. Например, по форме и размеру крахмальных зёрен можно идентифицировать природу крахмала или муки, оценить наличие примесей и их количества. По присутствию цветочной пыльцы можно отличить натуральный мёд от искусственного, а по её морфологическим признакам установить и видовую принадлежность медоносного растения, которое использовали пчёлы. Этот метод позволяет так же провести экспертизу листа чая (оценить наличие и количество примесей).

Лабораторные занятия проводятся в целях выработки практических умений и приобретения практических навыков использования методов и способов микроскопического анализа пищевого растительного и животного сырья, необходимых в дальнейшей профессиональной деятельности бакалавров при приемке товаров и экспертизе их качества и безопасности.

На лабораторных занятиях студенты отвечают на контрольные вопросы по теме, в том числе учатся правильно понимать нормы действующего законодательства по рассматриваемым проблемам и применять их к соответствующим ситуациям.

Для проведения микроскопического анализа пищевого растительного сырья требуется ряд оптических приборов: микроскоп, осветители, окулярные микрометры. Микроскоп позволяет получить увеличенное изображение мелких объектов и необходим для изучения анатомического строения растений.

### 1.2 Устройство микроскопа

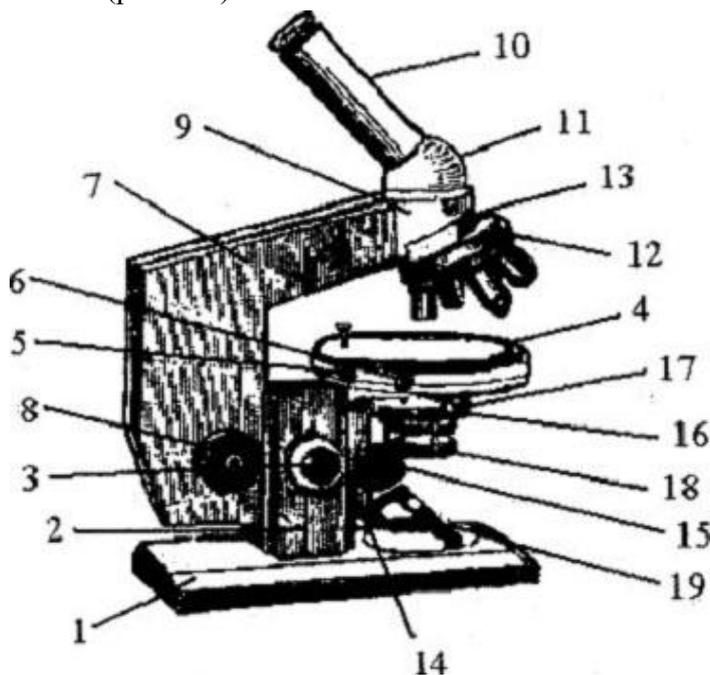
Знание основ анатомии пищевого сырья позволит ознакомиться с основными чертами внешнего и внутреннего строения частей и органов пищевых растений и с/х животных, их тканей и клеток, а также в ряде случаев правильно оценить и прогнозировать стойкость товара при хранении.

Среди методов исследования продовольственных товаров и их экспертизы существенное значение имеет микроскопический, основанный на знании их анатомии. Этот метод позволяет проводить идентификацию и оценку качества пищевого сырья и вырабатываемых из него продовольственных товаров, а зачастую и решить вопрос о фальсификации, а также установить места локализации в клетках и тканях пищевых веществ и даже оценить их содержание в целом.

Для проведения микроскопического анализа пищевого растительного сырья требуется ряд оптических приборов: микроскоп, осветители, окулярные микрометры. Микроскоп позволяет получить увеличенное изображение мелких объектов и необходим для изучения анатомического строения растений.

Микроскопы бывают 2-х видов: визуальные (изображение рассматривается непосредственно под микроскопом) и проекционные (изображение проектируется на экран). Наиболее широко в лабораторной практике и в учебных целях используют биологические иммерсионные микроскопы серии "Биолам". Микроскоп состоит из трёх основных частей: *оптических приборов, осветительной системы и штатива*.

Для изучения морфологии и анатомии пищевого сырья в лабораторной практике и в учебных целях наиболее широко используют биологические иммерсионные микроскопы серии "Биолам" (рис. 1.1).



- 1 - основание микроскопа;
- 2 - коробка с механизмом микрометрической фокусировки;
- 3 - микрометрический винт;
- 4 - предметный столик;
- 5,6 - винты для перемещения столика;
- 7 - тубусодержатель;
- 8 - макрометрический вит,
- 9 - головка;
- 10 - насадка монокулярная (тубус с окуляром);
- 11 - винт для крепления насадки;
- 12 - револьвер с объективами,
- 13 - винт, фиксирующий револьвер относительно оси тубуса;
- 14 - кронштейн конденсора и его рукоятка;
- 16 - конденсор с диафрагмой;
- 17 - винт для крепления конденсора;
- 18 - дополнительная линза;
- 19 - зеркало

Рис. 1.1 Микроскоп «Биолам Р 1У 4,2»

К оптическим приборам относятся объективы и окуляры, которые участвуют в построении изображения и обеспечивают необходимые увеличения предмета; разрешающая способность микроскопа зависит исключительно от объектива; окуляр служит для дальнейшего увеличения полученного изображения.

*Объектив* наиболее важная часть микроскопа, состоит из ряда линз, заключённых в металлический цилиндр. На верхнем конце цилиндра имеется резьба, с помощью которой объектив ввинчивается в револьвер.

*Передняя линза*, обращенная к объекту, называется фронтальной. Увеличительная способность объектива зависит от фокусного расстояния фронтальной линзы. Фокусное расстояние зависит от кривизны линзы. Чем меньше кривизна и меньше размеры линзы, тем меньше фокусное расстояние и тем большее увеличение даёт объектив микроскопа. Биологические микроскопы обычно имеют три объектива с 8-кратным, 40-кратным и 90-кратным увеличением, которое указывается на оправе объективов. Другие линзы, следующие за фронтальной, называются коррекционными и служат для устранения оптических недостатков изображения. Объективы 8, 40 являются сухими системами, т.к. при работе с ними между препаратом и фронтальной линзой находится слой воздуха, лучи света, проходя через стекло ( $n = 1,5$ ) и попадая в менее плотную среду (воздух  $n = 1$ ), рассеиваются и не полностью попадают в объектив. Поэтому сухими объективами достигается небольшое увеличение (500-600 раз). Для достижения наибольшего увеличения

прибегают к иммерсии (погружению) объектива в среду, имеющую коэффициент преломления, близкий к коэффициенту преломления стекла. Такой средой является кедровое масло ( $n = 1,515$ ).

*Окуляры* - менее сложные системы, состоят из 2-х плосковыпуклых линз. Верхняя линза, обращенная к глазу, называется глазной, нижняя – собирающей. Линзы окуляра заключены в общую металлическую трубу. Чаще всего имеется 3 сменных окуляра с увеличением в 7, 10 и 15 раз.

*Осветительная система* микроскопа состоит из зеркала, диафрагмы и конденсора. Зеркало имеет 2 поверхности плоскую и вогнутую. Диафрагма пропускает определенный конус лучей, соответствующий апертуре объектива. Конденсор состоит из 2-х или 3-х линз. Назначение конденсора - обеспечить освещение объектива широко расходящимся пучком лучей, что дает возможность более полно использовать численную апертуру оптически сильных систем.

*Штатив* служит основой для оптической и осветительной частей микроскопа. Основные части штатива: подковообразные основания, или башмак, тубусодержатель, тубус, снабженный револьвером, механизмы грубого и микрометрического движения тубуса, предметный столик.

*Тубус* служит для размещения объективов и окуляра. Револьвер имеет 3-4 гнезда для ввинчивания объективов, что позволяет быстро переходить от одного увеличения к другому. Механизмы передвижения тубуса служат для наведения на фокус. Грубая фокусировка осуществляется с помощью макрометрического винта (кремальеры). Более тонкая фокусировка достигается микрометрическим винтом.

*Предметный столик* служит для размещения исследуемого объекта. Имеются неподвижные столики и вращающиеся, последние более удобны, т.к. обеспечивают главные передвижения исследуемого объекта в горизонтальной плоскости.

### **1.3 Правила пользования микроскопом**

Микроскоп необходимо тщательно оберегать от пыли, поэтому хранить его следует в футляре или под стеклянным колпаком. Перед работой с препаратом налаживают освещение. Плоское зеркало используют при работе с объективом, требующим применения конденсора, в остальных случаях лучше использовать вогнутое зеркало. Искать источник света надо с объективом слабого увеличения или совсем без объектива. Следует приучить себя, смотря в окуляр одним глазом, другой оставлять открытым. Удобнее смотреть левым глазом, а тетрадь для рисования помещать с правой стороны.

Исследование препаратов начинают с малого увеличения. Только основательно изучив общий вид препарата, можно переходить к большему увеличению. Во время работы надо следить за чистотой объективов, не допускать попадания жидкостей на линзу объектива. Окончив изучение препарата, необходимо поднять тубус на значительное расстояние, и только тогда снять препарат. При работе с микроскопом препарат может быть освещен естественным светом или с помощью осветителя.

#### *Оборудование для изготовления срезов*

При микроскопическом исследовании пищевого растительного сырья (корней, корневищ, клубней, плодов, семян, листьев) возникает необходимость в приготовлении срезов. Чаще всего срезы готовят с помощью бритвы.

### **1.4 Подготовка материала для микроскопического исследования**

Для приготовления препаратов пищевое растительное сырье необходимо размягчить.

Существуют различные способы размягчения материала: холодное размачивание, кипячение, размягчение в водных парах, во влажной камере и др. более широко применим горячий способ размягчения.

*Горячий способ размягчения* наиболее простой и быстрый. Небольшие кусочки сырья длиной 1-2 см кипятят в воде. Кору обычно кипятят в течении 3-5 минут; подземные органы растений, в зависимости от плотности и степени одревесневения тканей – 10-30 мин. Плоды и семена можно размягчить способом распаривания. Небольшое количество воды доводят до кипения, плоды и семена завязывают в марлю и подвешивают так, чтобы они находились в парах, но не

погружались в воду. Распаривание продолжается 15-30 минут или более в зависимости от твердости объекта.

Листья и цветы не требуют сложной и продолжительной обработки. Для размягчения и просветления их кипятят в 3-5% растворе едкой щелочи в течении 2-5 минут в зависимости от толщины и плотности объекта, не допуская сильного размягчения. После кипячения содержимое выливают в чашку и тщательно промывают водой. Недостаток – сильное разбухание клеточных оболочек и вымывание содержимого клеток.

Микроскопический анализ основан на определении признаков анатомического строения и обычно применяется для исследования резаного порошкообразного растительного сырья.

### **1.5 Жидкости, применяемые для изготовления микропрепаратов**

Цель микроскопического анализа – установить подлинность сырья. Для этого рассматриваемый объект помещают на предметное стекло в капле жидкости и накрывают покровным стеклом. Жидкости, применяемые для изготовления препаратов называются *включающими*. Они имеют разное назначение и делятся на 2 группы: индифферентные и просветляющие. Индифферентные жидкости – это вода, глицерин, масло; просветляющие – раствор хлоралгидрата, растворы гидроксидов калия и натрия.

Индифферентные жидкости не реагируют с исследуемым сырьем. Служат средой для его рассмотрения. Вода применяется для ориентировочного исследования, она не изменяет форму и окраску клеток. В воде хорошо просматриваются крахмальные зерна и включения оксалата кальция, но в ней растворяется слизь и распадаются алейроновые зерна, а жирное масло собирается в более крупные капли. По сравнению с водой в глицерине препараты не высыхают и могут сохраняться несколько дней. Он относится к слабо просветляющим жидкостям, так как при его продолжительном воздействии ткани становятся прозрачными. Масло применяют для наблюдения растворимых в воде веществ.

Просветляющие жидкости. Их назначение – сделать препарат более прозрачным. Лучшей просветляющей жидкостью является раствор хлоралгидрата. При его воздействии воздух из препарата вытесняется, крахмальные зерна разбухают и расплываются, жирные и эфирные масла растворяются. Белковые вещества, хлорофилл, смолы и другие включения разрушаются; темноокрашенные оболочки светлеют; без изменения остаются включения оксалата кальция. Так как хлоралгидрат действует медленно, препарат рекомендуется подогреть, но не кипятить. Действие растворов гидроксидов калия и натрия в различных концентрациях (от 3 до 5%) сходно с действием хлоралгидрата: крахмальные зерна разбухают и быстрее превращаются в клейстер, жиры при нагревании омыляются.

### **1.6 Техника микроскопического анализа**

Объект для микроскопического исследования, подготовленный соответственно особенностям каждой морфологической группы, должен быть заключен в какую-либо жидкость, так как в сухом виде объекты темны и неразличимы. Степень видимости разных объектов основана на различии их оптических свойств, а также оптических свойств среды, в которой они рассматриваются.

Вся микроскопическая техника сводится к тому, чтобы получить различные структуры, ясно различимые в микроскоп, чему способствует просветление, окрашивание объектов, пропитывание их теми или иными жидкостями, помещение в соответствующую среду и т. д.

Стекла, используемые для приготовления микропрепарата, должны быть чистыми и сухими.

Препарат на предметном стекле накрывают покровным стеклом. При неосторожном наклеивании покровного стекла в препарате часто образуются пузырьки воздуха, поэтому стекло следует класть наклонно, прикоснувшись сначала одним краем к жидкости, а затем, придерживая стекло иглой, положить полностью. Попавшие пузырьки воздуха можно удалить легким постукиванием по покровному стеклу тупым концом препаровальной иглы или слегка подогреть над пламенем горелки. Нагревание применяют только в тех случаях, когда в объекте нет веществ, которые могут изменяться от высокой температуры (например, крахмал), в противном случае пре-

парат исследуют сначала без нагревания. Если включающая жидкость не заполняет всего пространства между предметным и покровным стеклом или она испарилась при нагревании препарата, то ее добавляют сбоку небольшими каплями. Если, наоборот, покровное стекло свободно плавает вследствие избыточного количества жидкости, то ее следует отобрать при помощи полоски фильтровальной бумаги, подведенной сбоку. Покровное стекло должно быть совершенно сухим сверху и не плавать, а плотно прилегать к предметному стеклу, параллельно его поверхности.

Если к готовому микропрепарату требуется прибавить реактив или заменить включающую жидкость, то нужно нанести 1—2 капли реактива рядом с покровным стеклом, не снимая его, а с противоположной стороны отобрать жидкость полоской фильтровальной бумаги. Если жидкость очень густая (например, глицерин), то для добавления ее покровное стекло следует приподнять с одного края иглой или снять его. Иногда при окрашивании приходится переносить объект на другое предметное стекло (окрашивание удобно проводить на часовых стеклах, в выпарительных чашках, бюксах).

Для лучшего просветления исследуемого объекта его нагревают. Продолжительность нагревания различна в зависимости от вида сырья. Нагревают препарат, закрытый покровным стеклом, на небольшом пламени горелки или на электроплитке, покрытой асбестом. При нагревании следует держать его наклонно, под углом 10-15° (так лучше удаляются из объекта пузырьки воздуха), иногда доводят до слабого закипания жидкости, что усиливает просветляющее действие реактива.

## 2 Практическая часть

### **ЗАДАНИЕ 1. Изучение строения растительной клетки**

*Материалы и реактивы:* замоченные в воде кусочки сочных чешуй репчатого лука, корнеплода моркови, плода красного перца; микроскопы, препаровальные иглы, бритвы, предметные и покровные стёкла, стаканчики с водой, 1%-ный раствор йода.

**Препарат 1. Общий вид клетки.** Препаровальной иглой отделяют кусочек кожицы сочной чешуи луковичы (с её выпуклой стороны, не более 2-3 мм) и помещают его в каплю раствора йода на предметном стекле, распрямляют объект иглой и осторожно накрывают чистым покровным стеклом. Получают временный препарат типа «раздавленная капля». Микроскопируют препарат при малом увеличении (объектив 8х), находят участок, где клетки расположены в один ряд, а их содержимое видно ясно и чётко, и продолжают микроскопирование при среднем увеличении (объектив 40х). Йод окрашивает белки в желтовато-бурый цвет (за счёт йодирования остатков ароматических аминокислот), поэтому в препарате окрашиваются тонкий слой цитоплазмы и ядро, а вакуоль и оболочка остаются бесцветными. Рассматривают препарат и делают схематический рисунок с обозначением основных компонентов растительной клетки.

**Препарат 2. Хромопласты в клетках растений.** Бритвой делают возможно более тонкие и небольшие (1-2 мм) срезы корнеплода моркови и мякоти плода перца, помещают их в капли воды, можно на одном предметном стекле, накрывают покровным стеклом и рассматривают, как описано выше, с объективами 8х и 40х. Хромопласты моркови видны в виде треугольных или игольчатых структур желтовато-оранжевого цвета, хромопласты перца крупнее и выглядят в виде округлых или линзовидных телец красного цвета. На рисунке отражают форму и цвет хромопластов этих растений.

**Содержание отчета:** лабораторная работа должна быть оформлена согласно требованиям приложения 1

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Как подготовить материал для микроскопирования?
2. Что понимают под горячим способом размягчения?
3. Цель микроскопического анализа?
4. Что такое включающие жидкости и какие они бывают?
5. Техника микроскопического анализа

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

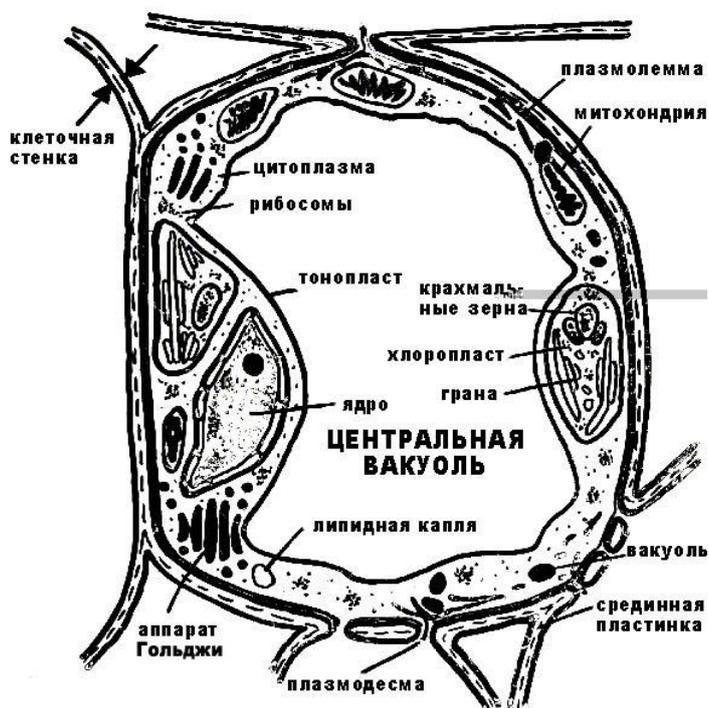
**Тема:** Локализация питательных веществ в клетке и тканях растений. Гистохимический и микрохимический анализ растительного сырья.

**Цель занятия:** Ознакомление с техникой гистохимического и микрохимического анализа растительного сырья.

**Формируемые компетенции:** ПК-4 - способен определять и анализировать свойства сырья, полуфабрикатов и продовольственных товаров, влияющие на оптимизацию технологического процесса, качество и безопасность готовой продукции, эффективность и надежность процессов производства

### 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 1.2 Локализация питательных веществ в клетке и тканях растений



Все живые организмы (кроме вирусов) состоят из клеток, иногда имеется межклеточное вещество. Строение клеток растений, грибов и животных в общих чертах едино (ядро, цитоплазма, митохондрии, мембранный комплекс с рибосомами).

При рассмотрении живой растительной клетки в обычном световом микроскопе видны следующие элементы ее структуры: клеточная стенка (оболочка), покрывающая клетку снаружи и придающая ей определенную форму; одна (или несколько) прозрачная вакуоль с клеточным соком (иногда окрашенным); цитоплазма между оболочкой и вакуолью; находящееся в цитоплазме ядро. В специализированных клетках можно видеть также разнообразные пластиды и включения в виде зерен, капель, кристаллов и др.

Рис. 1. Строение растительной клетки

Клеточная стенка состоит главным образом из клетчатки (целлюлозы), а также пектиновых веществ и полуклетчаток (гемицеллюлоз). Клеточная стенка обеспечивает отдельным клеткам и растениям в целом механическую прочность и опору. С течением времени клеточная стенка утолщается и грубеет за счет отложения всей ее внутренней стороны дополнительных слоев клетчатки.

Для дальнейшего упрочнения стенки ряда специализированных клеток пропитываются *кутином* (кутинизация), *суберином* (опробковение), *лигнином* (одревеснение) или подвергаются минерализации. Клеточная стенка не имеет пищевого значения, поскольку её компоненты не перевариваются в организме человека, однако наличие клетчатки и других пищевых волокон в пище необходимо: эти неусваиваемые вещества играют важную физиологическую роль, регулируя пищеварение.

Цитоплазма — сложный по составу, вязкий коллоидный раствор белков, РНК, аминокислот, углеводов, нуклеотидов и других веществ. Она служит местом хранения важнейших биомолекул и осуществления многих процессов обмена веществ. Между ней и оболочкой располагается тонкая белково-липидная мембрана, или плазмолемма, не видимая в обычном световом микроскопе.

Вакуоль - мешковидная структура, наполненная клеточным соком и отграниченная от цитоплазмы тонкой мембраной (тонопластом). Клеточный сок - концентрированный водный раствор целого ряда важных пищевых и физиологически активных веществ: сахаров, аминокислот, витаминов, нуклеотидов, органических кислот (яблочной, лимонной, щавелевой, винной, янтарной и др.), минеральных солей, пигментов, алкалоидов, гликозидов, дубильных веществ и др. Пищевая ценность многих видов растительного сырья определяется именно составом клеточного сока. Антоцианы (красно-фиолетовые пигменты) клеточного сока часто обуславливают характерную окраску цветков, плодов, почек, листьев и корнеплодов.

Пластиды - крупные мембранные органоиды овальной формы, хорошо различимые с помощью светового микроскопа. В зависимости от состава, окраски и функций пластиды делятся на хлоропласты (зелёные), хромопласты (жёлто-оранжевые или красные) и лейкопласты (бесцветные). Наиболее важную роль в жизни растения играют хлоропласты, содержащие зелёный пигмент хлорофилл: в них происходит процесс фотосинтеза и накапливается первичный крахмал. Именно хлоропласты окрашивают листья и молодые стебли многих растений в зелёный цвет. Хромопласты содержат различные каротиноидные пигменты жёлтой, оранжевой или красной окраски. Наличием хромопластов обусловлена окраска осенних листьев, лепестков многих цветков и мякоти плодов (томатов, перца, абрикосов, рябины, шиповника и др.), а также корнеплодов моркови. Эти пластиды весьма разнообразны по форме: дисковидные, треугольные, игловидные, палочковидные, линзовидные и др. Разнообразие связано с тем, что каротиноиды легко кристаллизуются и разрывают мембрану пластид; эти кристаллы и определяют форму хромопластов. В бесцветных пластидах (лейкопластах) чаще всего откладывается вторичный (запасной) крахмал, образующийся из сахаров, поступающих из листьев в резервные органы (клубни, корнеплоды, семена и др.). Такие пластиды называют амилопластами, или крахмальными зёрнами. Все пластиды способны к взаимным превращениям.

Обычно концентрация веществ клеточного сока в вакуолях выше, чем концентрация окружающего раствора, и по закону осмоса вода извне поступает внутрь клетки, как бы «стремясь» выровнять концентрации. Поэтому в клетках, не испытывающих недостатка в воде, цитоплазма плотно прилегает к внутренней стороне клеточной стенки под действием определённого внутреннего давления клеточного сока на цитоплазму и оболочку, называемого *тургорным* давлением. Благодаря тургорному давлению ткани и органы живого растения находятся в упругом, напряжённом состоянии. При недостатке влаги тургорное давление в клетках падает, а растение увядает.

Если поместить клетку в раствор, концентрация веществ в котором выше, чем в клеточном соке (гипертонический раствор), то тургор исчезнет, цитоплазма постепенно отстанет от клеточной стенки и сожмётся. Такое явление называется *плазмолизом*. Оно объясняется тем, что вода устремится из вакуоли (где её содержание выше) сквозь слой цитоплазмы наружу. Явление плазмолиза удобно наблюдать на объектах, клеточный сок которых окрашен. Процесс плазмолиза обратим: при замене гипертонического раствора на воду тургорное состояние быстро восстанавливается (деплазмолиз). Плазмолиз происходит только в живой клетке. В товароведной практике с явлением плазмолиза встречаются при увядании нежных плодов и овощей, консервировании пищевого сырья путём посола, квашения, засахаривания.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Задание 1. Проведение гистохимического и микрохимического анализа растительного сырья

Гистохимические реакции дают дополнительные сведения для установления подлинности растительного сырья. Кроме того, они часто позволяют обнаружить вещества непосредственно в тканях и клетках, таким образом, дают возможность определить их локализацию в тканях растения, что имеет значение при решении многих практических вопросов использования растительного сырья.

Гистохимические реакции позволяют обнаруживать вещества в ничтожно малых количествах, что обуславливает необходимость большой пунктуальности и чистоты в работе. Непременным условием гистохимической реакции является ее специфичность, поэтому при наличии в ис-

следуемому объекту других веществ, дающих такие же результаты реакции, их необходимо предварительно удалить. Нередко пользуются контрольными опытами, которые проводят с объектом, освобожденным различными обработками от исследуемого вещества.

Реакции проводят на предметном стекле, часовом стекле или в закрытом бюксе, в зависимости от характера и продолжительности воздействия реактива. Результаты реакции наблюдают под микроскопом вначале при малом увеличении, а затем при большом. Многие гистохимические реакции требуют очень быстрого проведения и наблюдения их результатов, пока не произошла диффузия исследуемого вещества или не разрушились ткани объекта от воздействия реактива (концентрированные кислоты и др.).

#### Реакции на чистую клетчатку

**Реакция с хлор-цинк-йодом.** Существует много модификаций приготовления реактива; все они дают хорошие результаты. Наиболее часто используют следующую модификацию (по Новопокровскому): 20 г хлорида цинка растворяют в 8,5 мл воды при нагревании; 1,5 г йода и 3 г йодида калия растворяют в 60 мл воды. Последний раствор вливают по каплям в первый при тщательном встряхивании. При появлении осадка, исчезающего при встряхивании, добавление раствора прекращают. Обычно для этого достаточно 1,5 мл раствора. Готовый реактив хранят в склянке темного стекла.

Реакцию проводят на предметном стекле. Срез помещают в каплю воды, расправляют и воду отсасывают фильтровальной бумагой. Каплю реактива наносят на срез и накрывают покровным стеклом. Под микроскопом наблюдают сине-фиолетовое или лиловое окрашивание оболочек клеток, состоящих из чистой клетчатки.

**Реакция растворения в реактиве Швейцера.** Реактив Швейцера является единственным растворителем, в котором клетчатка вначале набухает, а затем растворяется. Существует несколько способов приготовления реактива. Один из них: 10 г сульфата меди (II) растворяют в 10 мл воды и приливают в достаточном количестве для осаждения гидрата окиси меди раствор едкого натра. Осадок собирают на фильтре, промывают водой до исчезновения реакции на сульфаты и растворяют в минимальном количестве раствора аммиака. Сохраняют в доверху заполненных темных склянках с притертой пробкой.

Реакцию проводят на предметном стекле, срез помещают в каплю реактива, накрывают покровным стеклом и наблюдают под микроскопом. Вначале становятся отчетливо видны детали структуры клеточной оболочки, затем они набухают и медленно растворяются. Кутикула при этом не растворяется.

#### Реакции на одревесневшую клетчатку

**Реакция с флороглюцином и хлористоводородной кислотой.** Срез помещают на предметное стекло в 1% раствор флороглюцина в спирте, отсасывают реактив фильтровальной бумагой, на срез наносят каплю концентрированной хлористоводородной кислоты и через 1-2 мин прибавляют каплю глицерина; накрывают покровным стеклом и изучают под микроскопом при малом увеличении. Одревесневшие оболочки клеток приобретают вишневое окрашивание, интенсивность которого определяется степенью лигнификации.

**Реакция с перманганатом калия (реакция Меуле).** Срезы помещают в 1% раствор перманганата калия на часовом стекле. Через 5 мин их промывают водой и помещают на 2 мин в 10% хлористоводородную кислоту. После этого промывают, переносят на предметное стекло в каплю раствора аммиака и накрывают покровным стеклом. Одревесневшие оболочки клеток окрашиваются в красный цвет.

Реакции с флороглюцином и с перманганатом калия выявляют различные компоненты лигнина (лигнин Ф и лингин М), поэтому полученные при проведении этих двух реакций результаты не всегда совпадают.

Лигнифицированные оболочки хорошо окрашиваются основными красителями. Наиболее часто используется сафранин или его комбинации с другими красителями, окрашивающими чистую клетчатку.

**Реакция с сафранином.** Срезы помещают в 1% раствор сафранина в 50% спирте на 30 мин (в закрытом бьюксе или на часовом стекле), промывают 50% спиртом, затем подкисленным спиртом (на 100 мл спирта прибавляют 2 капли концентрированной хлористоводородной кислоты) для извлечения краски из неодревесневших элементов (5—10 с) и заключают на предметном стекле в глицерин. Лигнифицированные оболочки окрашиваются в красный цвет.

**Реакция с сафранином и анилиновым синим.** Срезы помещают на сутки в бьюкс с 1% раствором сафранина в 50% спирте. Затем промывают 50% спиртом и на 2—3 мин переносят в 1% раствор анилинового синего в спирте. После этого промывают 50% спиртом, переносят на несколько секунд в подкисленный спирт, промывают спиртом, содержащим следы соды, затем чистым спиртом и заключают в глицерин. Лигнифицированные оболочки окрашиваются в красный цвет, чистая клетчатка—в синий.

**Реакция с сульфатом анилина.** Из многих модификаций приготовления реактива чаще используют следующую: 5 г сульфата анилина растворяют в смеси 40 мл воды и 50 мл 50% спирта, доводят водой до 100 мл. Окрашивание срезов проводят на предметном стекле. Одревесневшие оболочки приобретают устойчивую желтую окраску.

**Реакция с паранитроанилином.** 1% раствор паранитроанилина быстро окрашивает лигнифицированные оболочки в оранжевый цвет. Срезы окрашивают на предметном стекле и заключают в глицерин.

#### Реакции на опробковевшую и кутинизированную клетчатку

Опробковевшие (суберинизированные) и кутинизированные оболочки клеток не дают реакций, характерных для чистой клетчатки. Суберин и кутин в составе клеточной оболочки можно обнаружить красителями, окрашивающими жиры. Существуют и специфические реакции на суберин и кутин.

**Реакция с Суданом III.** Реактив готовят растворением 0.1 г красителя в 50 мл спирта, после чего к раствору прибавляют 50 мл глицерина, срезы помещают на предметное стекло в раствор реактива, накрывают покровным стеклом и слегка нагревают для ускорения окрашивания. Отсасывают реактив фильтровальной бумагой и срез заключают в глицерин. Опробковевшие и кутинизированные оболочки клеток окрашиваются в оранжево-красный цвет.

Аналогичное окрашивание наблюдается при использовании 0,1-0,2% раствора шарлахового красного в 70% спирте. Окрашивание проводится без нагревания (20-30 мин) или при легком нагревании для ускорения процесса.

**Реакция на суберин с гидроксидом калия.** При нагревании среза в 30% растворе щелочи опробковевшие оболочки окрашиваются в желтый цвет. Реакция проводится на предметном стекле. При нагревании среза в 3% растворе щелочи в спирте наблюдается частичное растворение суберина и на поверхности оболочки видны капли суберина.

**Реакция на кутин с серной кислотой.** Срез помещают в каплю концентрированной серной кислоты, накрывают покровным стеклом и наблюдают под микроскопом. В реактиве хорошо выявляется сложность оболочки; кутикула и кутикулярные слои окрашиваются в желтовато-бурый цвет.

#### Реакции на углеводы

**Обнаружение крахмала под микроскопом.** Крахмальные зерна хорошо видны в воде и в глицерине. Яркая картина наблюдается в поляризованном свете; в результате двойного лучепреломления крахмальные зерна дают черный крест, полосы которого пересекаются в центре наложенных зерен.

**Реакция с йодом на крахмал.** Применяется раствор йода в йодиде калия (раствор Люголя), раствор йода в спирте или в какой-либо просветляющей жидкости. Смоченный водой крахмал окрашивается в синий или сине-фиолетовый цвет, сухой - в темно-бурый цвет. Присутствие продуктов частичного гидролиза крахмала - декстринов - обнаруживается по красному или красно-фиолетовому окрашиванию.

Реакция с йодом является единственной цветной реакцией на крахмал. Исследуемый объект (порошок) или срез помещают в каплю реактива, накрывают покровным стеклом и наблюдают под микроскопом. Крахмальные зерна приобретают синее или сине-фиолетовое окрашивание. Следует помнить, что окраска исчезает при нагревании. Приготовленный препарат надо исследовать тотчас, так как окраска держится недолго. Если в объекте крахмала мало, то лучше использовать раствор йода в хлоралгидрате: к готовому раствору хлоралгидрата прибавляют (в избытке) кристаллический йод и взбалтывают. Реактив хранят в темном месте. Хлоралгидрат просветляет объект и вызывает клейстеризацию крахмальных зерен, что улучшает результаты реакции.

**Реакция осаждения инулина спиртом.** Инулин обнаруживается в растительном материале, фиксированном спиртом, в виде слоистых сферокристаллов. В горячей воде сферокристаллы инулина растворяются. Кусочки свежего растительного материала помещают на несколько дней (недель) в 70% спирт. Приготовленные из него срезы наблюдают в спирте или глицерине. Инулин имеет форму сферокристаллов, состоящих из тончайших иголочек. При добавлении воды и последующем нагревании кристаллы инулина растворяются.

**Реакция Молиша на углеводы.** Положительные результаты дают все углеводы: сахара, крахмал, инулин. Реактивы: а) 10-20% раствор тимола (или  $\alpha$ -нафтола) в спирте; б) концентрированная серная кислота. Срез помещают в раствор тимола (или  $\alpha$ -нафтола), прибавляют каплю концентрированной серной кислоты и накрывают покровным стеклом. При наличии углеводов появляется оранжево-красное (тимол) или красно-фиолетовое ( $\alpha$ -нафтол) окрашивание. С порошком или соскобом сухого материала реакцию можно проводить на часовом стекле; результаты реакции хорошо видны невооруженным глазом (см. на белом фоне).

#### Реакции на жиры

Жиры во многих объектах встречаются в качестве запасного питательного вещества и содержатся в значительных количествах. Под микроскопом капли жира видны благодаря их оптическим свойствам: светло-серого цвета и ограничены узким, черным кольцом; при опускании тубуса черный край исчезает и окружность становится более светлой. Часто используют различные красители.

**Реакция с Суданом.** Приготовление реактива и проведение реакции см. выше. Окрашивание жиров можно провести без нагревания. В этом случае срез помещают в реактив на сутки, затем промывают 50% спиртом и заключают в глицерин. Судан III окрашивает жиры в оранжево-красный цвет.

**Реакция с шарлаховым красным** дает точно такие же результаты, как и с Суданом III. Обе реакции окрашивания обусловлены растворением красителя в жире.

Указанные реакции на жиры не специфичны. Названные красители также окрашивают эфирные масла, смолы, содержащее молочные кутины, суберин. Для получения достоверных результатов необходимо провести пробу на омыление.

**Омыление по Розенталеру.** Срез помещают в 15% раствор гидроксида калия в воде и слегка подогревают. Через некоторое время образуются игольчатые кристаллы жирнокислых солей (мыла).

Реакция может быть выполнена и в другой модификации: на предметное стекло наносят каплю 15% раствора гидроксида калия и каплю 20% раствора аммиака, помещают срез, накрывают покровным стеклом, и края его обводят расплавленным парафином для предупреждения высыхания. Через 1-2 дня вокруг масла образуются игольчатые кристаллы мыла.

#### Реакции на эфирные масла

Эфирные масла являются сложной смесью соединений. В растениях они локализируются в различных вместилищах или специализированных клетках. Их можно видеть в препаратах без применения красителей: они имеют вид капель, сильно преломляющих свет; при осмолении эфирного масла капли имеют темно-желтый, зеленовато-желтый или коричнево-красный цвет.

Для окрашивания эфирных масел применяют те же красители, что и на жиры, смолы (Судан III, шарлаховый красный). Для отличия эфирных масел от жиров и смол применяют раствор

метилового синего в воде (0,1 г метилового синего растворяют в 500 мл воды). Объекты помещают на несколько минут в реактив и затем просматривают в воде или глицерине. Эфирное масло окрашивается в синий цвет. Такой же результат дает применение индофенолового синего или смесь этих красителей.

Другой способ отличия эфирных масел от жиров и смол основан на их летучести или растворимости. Объекты подвергаются кипячению в воде или действию сухого жара. Эфирное масло при этом улетучивается, а жиры остаются, они дают реакции с основными красителями. Для извлечения эфирных масел применяют ледяную уксусную кислоту, в которой многие эфирные масла растворяются, а жиры нет.

#### Реакции на дубильные вещества

В живой клетке дубильные вещества находятся в виде раствора в клеточном соке, частично адсорбированы клеточными коллоидами. В растительном сырье дубильные вещества образуют бесформенные комки желтовато-коричневого цвета. Окраска обусловлена флорафенами — продуктами уплотнения дубильных веществ.

**Реакция с солями окисного железа.** Используют хлорид железа или железоаммониевые квасцы в виде 1% растворов в воде. Ткани, содержащие дубильные вещества, окрашиваются от солей окисного железа в черно-синий или черно-зеленый цвет. Оттенки окраски мало заметны, так как присутствующие в клетке органические кислоты могут изменить синюю окраску в зеленую. Реакцию проводят на предметном стекле. Срез помещают в каплю реактива, накрывают покровным стеклом и наблюдают окрашивание препарата под микроскопом. Окраска быстро распространяется по всему срезу (диффузия).

**Реакция с раствором бихромата калия.** Реактив используют для установления локализации дубильных веществ в тканях растения. Применяют 5-10% раствор бихромата калия в воде. Кусочки материала помещают в реактив на несколько дней, затем готовят срезы. В клетках, содержащих дубильные вещества, выпадает серо- и красновато-коричневый зернистый осадок. Красновато-коричневый цвет появляется иногда лишь спустя некоторое время. Образованию осадка препятствуют органические кислоты — щавелевая, лимонная, яблочная, винная; в их присутствии получается лишь однородная желто-коричневая окраска.

**Реакция с раствором молибденово-кислого аммония** (реакция Гардинера или Висселинга). Состав реактива: 25% раствор хлорида аммония — 1 часть, 50% раствор молибдата аммония — 1 часть; вода — 1 часть. Под действием этого реактива в клетках, содержащих дубильные вещества, выпадает желтый осадок; с танином реактив дает красный осадок. Проникновение реактива в ткани ускоряется при подщелачивании раствора (добавлением аммиака). Реакция довольно чувствительная; ее недостатком является легкая растворимость осадка в разбавленных кислотах и в воде, а также слабая устойчивость реактива при хранении. Реакцию проводят на предметном стекле; ее результаты наблюдают под микроскопом.

#### **Задание 2. Изучение явления тургора и плазмолиза**

*Материалы и реактивы:* кусочки корнеплода красной столовой свёклы, 10%-ный раствор нитрата калия, остальное - как в задании 1.

**Препарат 3. Клетки в состоянии тургора.** Тонкий срез корнеплода свёклы помещают в каплю воды, накрывают покровным стеклом и микроскопируют с объективом 40х. Отмечают, что из повреждённых клеток содержимое вытекло, а в остальных, окрашенное в красно-фиолетовый цвет содержимое (вакуоль с окружающей её цитоплазмой), плотно прижато к стенкам (состояние тургора). Зарисовывают несколько таких клеток.

**Препарат 4. Клетки в состоянии плазмолиза.** Такой же объект помещают не в воду, а в раствор соли. Под микроскопом наблюдают быстрый процесс сжатия содержимого клеток и отставания его от стенок (плазмолиз). Делают рисунок нескольких клеток в состоянии плазмолиза.

**Содержание отчета:** лабораторная работа должна быть оформлена согласно требованиям приложения 1

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Значение гистохимического и микроскопического анализа
2. Перечислите основные структурные компоненты растительной клетки.
3. Каковы функции клеточной стенки и каков ее химический состав?
4. Какие химические изменения происходят со временем с клеточной стенкой?
5. Что такое вакуоль?
6. Каков состав клеточного сока?
7. Классификация, состав и функции пластид.
8. Опишите состояние тургора. Чем оно обусловлена?
9. Что такое плазмолиз и чем он может быть вызван?
10. В каких случаях на практике встречается явление плазмолиза?
11. Что такое деплазмолиз?

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

**Тема:** Анатомо-морфологическое строение вегетативных органов растений

Цель занятия: Приготовление микропрепаратов из листьев и ознакомление с диагностическими признаками листьев чая; изучение строения корнеплодов;

Формируемые компетенции: ПК-4 - способен определять и анализировать свойства сырья, полуфабрикатов и продовольственных товаров, влияющие на оптимизацию технологического процесса, качество и безопасность готовой продукции, эффективность и надежность процессов производства

### 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Растительное сырье по диагностическим признакам подразделяется на морфологические группы (листья, плоды, цветки, семена, клубни, корни, корневища).

Организм высших растений состоит из органов – крупных частей, имеющих определенное внутреннее (анатомическое) строение, характерный внешний вид (морфологию) и выполняющих определенные функции. Различают вегетативные органы ("органы роста" – корень, стебель, лист) и генеративные, или органы размножения (цветок, семяплод). У некоторых растений вегетативные органы приспособляются к выполнению иных функций, что всегда приводит к изменениям в их строении, иногда настолько значительным, что по внешнему виду бывает трудно определить истинную природу органа. Такие видоизмененные органы растений ("метаморфозы") часто служат резервными, накапливая в своих основных тканях запасные питательные вещества (клубни, луковицы, корнеплоды и др.), и широко используется человеком в пищу и на корм скоту.

Пищевое значение имеют как типичные зеленые листья (укропа, салата, щавеля, чая), так и бесцветные, видоизмененные (луковиц лука и чеснока, кочанов капусты), служащие резервными органами.

На поверхности эпидермиса многих растений есть особые выросты - волоски (*трихомы*) усиливающие его защитные свойства и часто содержащие эфирные масла. Характерный внешний вид трихом имеет *диагностическое* значение при идентификации растительного сырья

#### 1.1 Основные диагностические признаки листьев:

**Волоски.** Их форма очень разнообразна (рис. 2). Встречаются волоски простые и головчатые. Простые волоски бывают одно- или многоклеточными, ветвистыми, извилистыми, звездчатыми, многолучевыми, пучковыми, Т-образными, жгучими (у крапивы). Поверхность волоска может быть гладкой или бородавчатой, что зависит от характера кутикулы, покрывающей волосок.

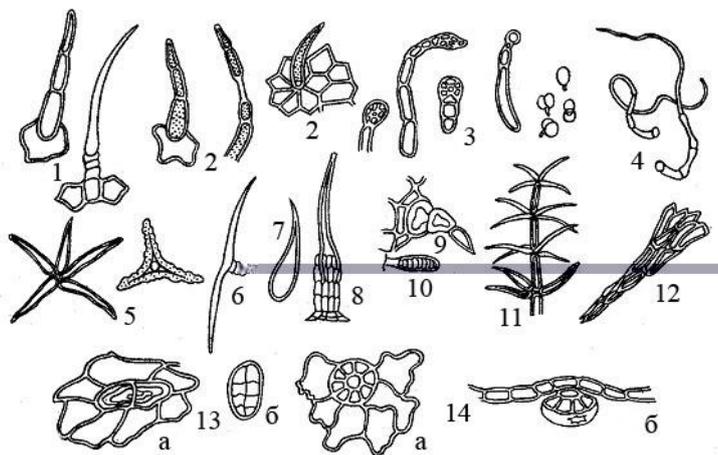


Рис. 2. Различные типы волосков и железок:

1 - простые многоклеточные волоски; 2 - волоски с бородавчатой поверхностью; 3 - головчатые волоски; 4 - бичевидные волоски; 5 - звездчатые волоски; 6 - Т-образные волоски; 7 - ретортовидный волосок; 8 - жгучий волосок; 9 - конусовидный волосок; 10 - гусеницеобразный волосок; 11 - ветвистый волосок; 12 - пучковый волосок; 13 - железка растений семейства сложноцветных (а - вид с поверхности, б — вид сбоку); 14 - железка растений семейства губоцветных (а—вид с поверхности, б—вид сбоку)

сбоку), 14 - железка растений семейства губоцветных (а—вид с поверхности, б—вид

**Железки и эндогенные вместилища эфирных масел, смолистых веществ, млечники, секреторные ходы.** Строение железок, вместилищ с эфирным маслом характерно для каждого вида растений. Вместилища бывают схизогенные (образующиеся путем расхождения клеток) и схизолизигенные (вначале клетки расходятся, а затем растворяются). (рис. 3).

**Кристаллы.** В листьях часто встречаются кристаллы оксалата кальция. Форма кристаллов разнообразна (рис. 3): друзы, рафиды, «кристаллический песок», одиночные кристаллы; иногда они образуют сростки и кристаллоносную обкладку. В листьях некоторых растений имеются клетки, содержащие карбонат кальция (например, цистолиты в листьях крапивы двудомной).

Диагностическое значение имеют форма, размеры и локализация крахмальных зерен, так как это индивидуально для каждого вида растений.

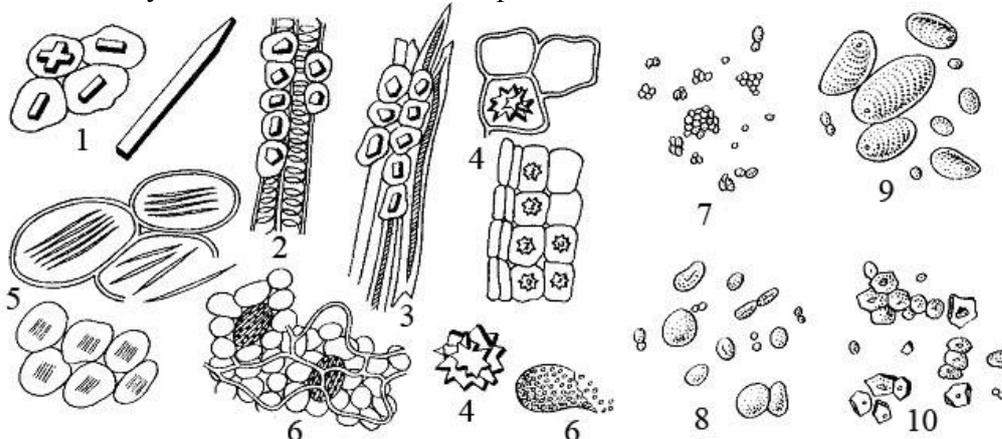


Рис. 3. Различные формы кристаллов оксалата кальция и крахмальных зерен:

1 - одиночные кристаллы, 2 — кристаллоносная обкладка жилок, 3 — кристаллоносная обкладка волокон, 4 — друзы, 5 - рафиды, 6 — клетки с кристаллическим песком, 7 - крахмальные зерна риса, 8 - крахмальные зерна пшеницы, 9 — крахмальные зерна картофеля, 10 — крахмальные зерна маиса

## 2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЗАДАНИЕ 1. Изучение анатомического строения листа чая (*Folium Thea sinensis*)

**Материалы и реактивы:** листья чая, приготовленные методом «горячего размягчения»; предметные и покровные стекла; стаканчики с водой, стеклянные палочки, препаровальные иглы, микроскопы, 0,1 н раствор щелочи.

Производящее растение: Чай китайский (*Thea sinensis* L.)

Известны два вида дикорастущего чая: китайский и ассамский. Чай китайский (китайская и японская разновидности) произрастает в горных районах Юго-Восточной Азии.

Чай ассамский (включая цейлонский чай – естественный гибрид китайского чая с ассамским) распространен в лесах штата Ассам (Северо-Восточная Индия).

Для выработки чая, как известно, в основном используют листья растения. Они имеют короткий черенок, пилообразно-зубчатые края, гладкие лишь у основания.

Собирают молодые не огрубевшие побеги с двумя-тремя верхними нежными и сочными листочками и нераспустившейся почкой (флеш), а также одно- или двулистные побеги без почки (глушки).

**Микроскопия** (рис. 4). В поверхностном препарате листа чая китайского (*Thea sinensis* L.) семейства чайные – Theaceae характерны следующие анатомо-диагностические признаки: на нижней поверхности лист имеет широкие устья с тремя сопровождающими клетками, клетки эпидермиса прямостенные, волоски толстостенные (признак молодых листьев) серебристо-белого цвета длиной до 1 мм (в переводе с китайского "байхао" означает "белая ресничка"), на старых листьях волоски могут отсутствовать совершенно.

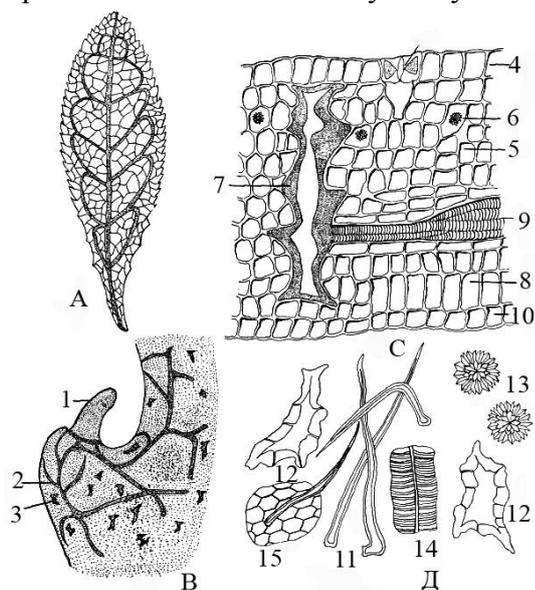


Рис. 4. Микроскопия чайного листа: А - жилкование листа; В - часть листа, просветленного в хлоралгидрате, крайний верхний зубчик (*t*), жилка (*v*) и идиобласт (*z*); С - поперечный срез, верхний эпидермис (*ue*), мезофилл (*m*) содержащий друзы оксалата кальция (*r*), идиобласт (*i*), и палисадная паренхима (*p*); часть жилки, спиральный сосуд (*tr*); нижний эпидермис (*le*); D - элементы измельченного в порошок чая, простые волоски (*h*) до 10 микронов по ширине, идиобласт (*i*), друзы оксалата кальция (*r*) приблизительно 10 микронов в диаметре, спиральный сосуд (*tr*), и фрагмент эпидермиса, с волоском (*e*).

В клетках губчатой паренхимы листа имеются звёздчатые кристаллы оксалата кальция (друзы), а между ними – крупные идиобласты в виде ветвящихся склереид, дающие реакцию с флороглюцином и концентрированной серной кислотой (красно-малиновое окрашивание). Чем старше лист, тем в большем количестве встречаются склереиды: со старением листа они становятся толстостеннее. Клетки верхнего эпидермиса более прямостенные (рис. 5).

Эти признаки при микроскопировании листа позволяют легко установить подлинность чая.

## ЗАДАНИЕ 2. Исследование анатомического строения корнеплодов

У ряда пищевых растений (моркови, репы, свёклы и др.) главные корни сильно утолщаются и разрастаются, становясь резервными органами - хранилищами запасных питательных веществ. Такие видоизменённые корни называются **корнеплодами**. В зависимости от особенностей анатомического строения и отложения питательных веществ выделяют три типа корнеплодов (рис. 3). У корнеплодов типа моркови (семейство зонтичных: морковь, петрушка, сельдерей) питательные вещества откладываются главным образом в запасяющей паренхиме более мощно развитой лубяной части, тогда как зона древесины развита слабее, имеет больше одревесневших клеток и меньше питательных веществ. У корнеплодов типа редиса (семейство крестоцветных: редька, репа, редис, брюква) основное место отложения питательных веществ - мощно развитая древесина, тогда как луб развит слабо.

В корнеплодах свёклы (семейство маревых) — несколько камбиальных колец, расположенных концентрически. Каждое кольцо откладывает к центру слой светлоокрашенной древесины, а к периферии - слой тёмноокрашенного сочного луба. Зоны древесины в корнеплоде содержат больше одревесневших клеток и менее богаты сахарами и пигментами, чем зоны луба, поэтому наличие светлых колец в корнеплодах столовой свёклы говорит об их невысоком качестве.

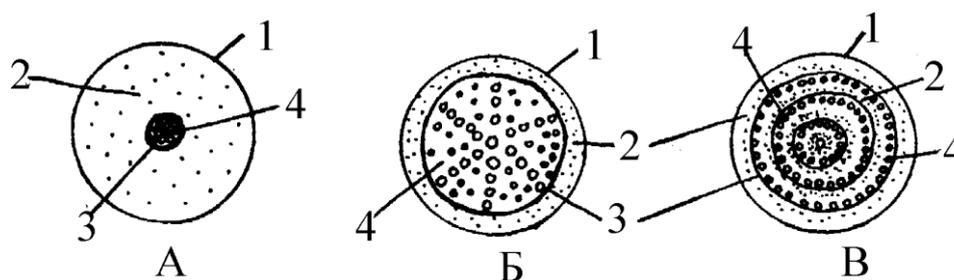


Рис. 5. Схемы строения корнеплодов в поперечном разрезе

А - тип моркови; Б - тип редиса; В - тип свёклы;

1 - пробка; 2 - луб; 3 - камбий; 4 - древесина

**Материалы:** корнеплоды моркови, редьки (репы, редиса) и свёклы; нож; лупы.

**Объект 1. Корнеплод моркови.** Рассматривают корнеплод и разрезают корнеплод поперёк, изучают его поперечное сечение, отмечая соотношение и окраску зон луба и древесины, между которыми расположено камбиальное кольцо, и делают схематический рисунок с обозначениями.

**Объект 5. Корнеплод редиса.** Работу проводят, как описано для объекта 4.

**Объект 6. Корнеплод свёклы.** Осматривают корнеплод снаружи и делают его рисунок. Затем разрезают его поперёк и изучают срез с помощью лупы, отмечая concentricкую слоистость и чередование зон луба, камбия и древесины. Делают схематический рисунок с обозначениями.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие морфологические группы сырья вы знаете?
2. Основные диагностические признаки листьев
3. Основные диагностические признаки листа чая
4. Характеристика пряностей, получаемых из вегетативных органов растений
5. Характеристика пряностей, получаемых из генеративных органов растений
6. На какие группы разделяют органы растений?
7. Какие органы относят к вегетативным?
8. Что такое побег?
9. Какие видоизменённые побеги используются человеком в пищу?
10. Каковы функции листа?
11. Что такое камбий и какова его функция?
12. Как различить стебель и корень по анатомическому строению?
13. Что такое корнеплод?
14. Чем отличаются по внешнему и внутреннему строению корнеплоды моркови, редиса, свёклы?

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №4

**Тема:** Анатомо-морфологическое строение генеративных органов растений

**Цель занятия:** Приготовление микропрепаратов из плодов и семян и ознакомление с диагностическими признаками зерновки пшеницы и гречихи;

**Формируемые компетенции:** ПК-4 - способен определять и анализировать свойства сырья, полуфабрикатов и продовольственных товаров, влияющие на оптимизацию технологического процесса, качество и безопасность готовой продукции, эффективность и надежность процессов производства

### ЗАДАНИЕ 1. Изучение анатомического строения зерновки пшеницы

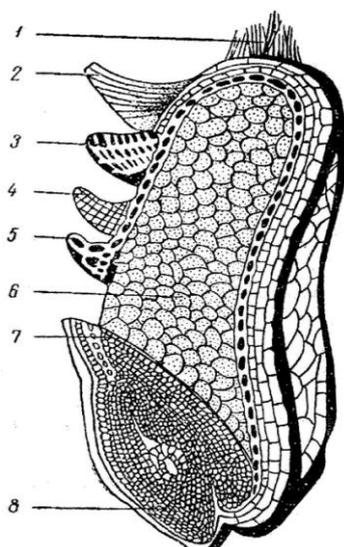
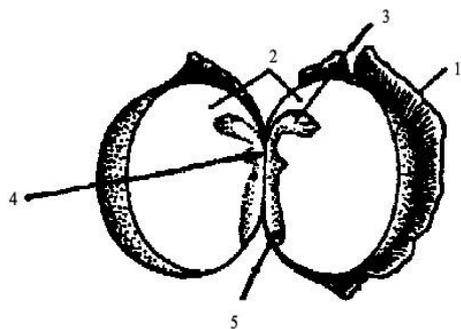


Рис. 1. Строение зерна пшеницы (продольный разрез):

1 — бороздка; 2, 3, 4 — плодовые и семенные оболочки; 5 — алейроновый слой; 6 — эндосперм; 7 — щиток; 8 — зародыш

Типичное семя состоит из трёх частей: семенной **оболочки**, или **кожуры** (образуется из покровов семязачатка), **эндосперма** (основная запасаящая ткань семени) и **зародыша (эмбриона)**. Зародыш - новое молодое растение в миниатюре, состоящее из корешка, стебелька, семядолей (зародышевых листочков) и почечки (верхушки стебелька с образовательной тканью). У многих пищевых растений зрелые семена имеют типичное строение, и содержат эндосперм (все злаки, гречиха), тогда как у других в процессе формирования семени эндосперм постепенно исчезает, так что зрелое семя состоит только из двух частей: оболочки и зародыша, при этом семядоли сильно разрастаются и накапливают в своей основной ткани все необходимые для развития семени питательные вещества (безэндоспермные семена бобовых, подсолнечника, тыквенных).

Рис. 6.1. Строение семени фасоли: 1 - семенная оболочка; 2 - семядоли; 3 - почечка; 4 - стебелёк; 5 - корешок



Типичным для однодольных можно считать семя злакового растения (например, пшеницы). Сверху оно покрыто двухслойной семенной оболочкой, плотно срастающейся с сухим околоплодником зерновки (односеменного плода). Большая часть объёма семени занята эндоспермом, к которому снизу вплотную прилегает меньший по объёму зародыш. Наружный слой эндосперма состоит из одного слоя плотно сомкнутых кубических клеток, заполненных алейроновыми зёрнами белка (алеяроновый слой). Внутренняя часть эндосперма (мучнистый эндосперм) - из крупных клеток, заполненных крахмальными и алейроновыми зёрнами. Зародыш - из единственной семядоли,

плотно прилегающей к эндосперму («щиток»), укороченного стебелька, почечки с листочками в зародышевого корешка.

Плод, образовавшийся только из завязи, называют истинным (вишня, горох, виноград, злаки). Если же в его образовании участвовали, кроме завязи, и другие части цветка (цветоложе, основания тычинок и др.), то плод называют ложным (яблоня, земляника, огурец). Плод, образовавшийся из множества пестиков одного цветка (малина), - сборным (сложным). Плод, образовавшийся из целого соцветия, — соплодием (шелковица, ананас, инжир).

В зависимости от характера, консистенции околоплодника плоды разделяют на **сочные** (с мясистым, сочным околоплодником) и **сухие** (с сухим, тонким околоплодником). В обеих этих группах есть плоды односеменные (невскрывающиеся) и многосеменные (вскрывающиеся). Многообразие основных типов плодов может быть представлено в таблице (1).

Таблица 1. Основные типы плодов

Тип околоплодника	Односеменные плоды	Многосеменные плоды
Сухой	Зерновка, семянка, орех	Боб, стручок, коробочка
Сочный	Костянка	Ягода; ягодообразные плоды (яблоко, тына, земляничина, померанец)

У сочных плодов хорошо выражены три слоя околоплодника: наружный (внеплодник), обычно более плотный, кожистый; средний (межплодник), наиболее развитый и мясистый; внут-

ренный (внутриплодник), различного характера. У плодов с сухим околоплодником эти слои выражены слабо. Пищевая ценность сухих плодов определяется в большинстве случаев их семенами, в эндосперме или семядолях которых запасаются ценные питательные вещества (исключение составляют нежные околоплодники незрелых бобов - их сочные зелёные створки), а в сочных плодах используется человеком чаще всего их мясистый околоплодник (исключение - семена исходно сочных плодов грецкого ореха, миндаля, фисташки, каштана).

Основные типы сухих плодов изображены на рис. 3.

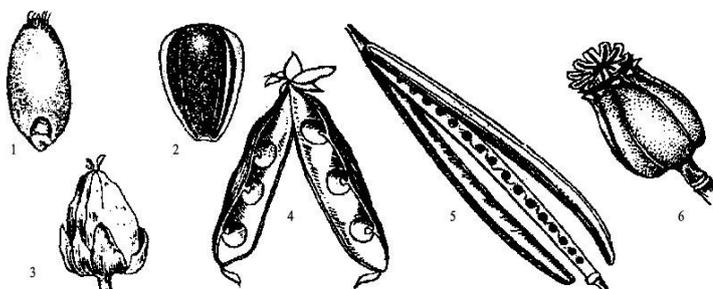


Рис.6.3. Сухие плоды

1 - зерновка; 2 - семянка; 3 - орех; 4 – боб; 5 - стручок; 6 – коробочка

**Зерновка** — сухой односеменной плод злаковых растений, у которого семя плотно срастается с тонким сухим околоплодником. Внутреннее строение зерновки уже было рассмотрено (рис. 6.2).

**Семянка** - сухой односеменной плод с кожистым околоплодником, не срастающимся с семенем (подсолнечник, гречиха).

**Орех** - сухой односеменной плод с твёрдым, одревесневшим околоплодником, не срастающимся с семенем (лесной орех, фундук). Разновидность ореха - жёлудь дуба.

**Боб** — сухой многосеменной одногнездный плод с околоплодником из двух створок, к которым прикреплены семена; боб раскрывается по брюшному и спинному «швам» (бобовые растения: горох, фасоль, бобы, соя, чечевица, арахис).

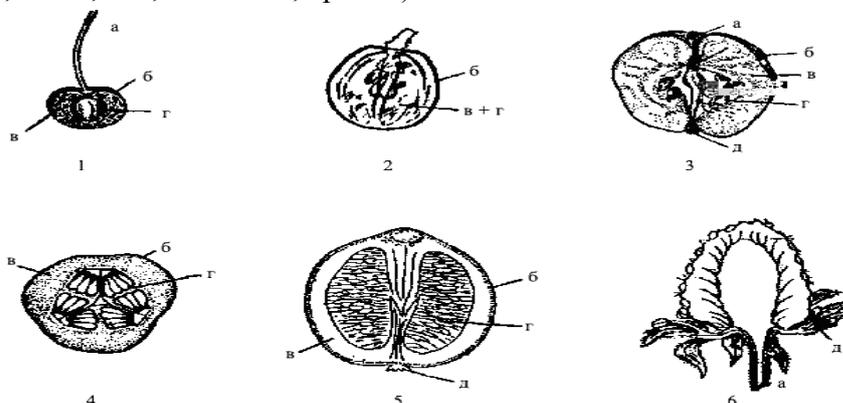


Рис. 6.4. Сочные плоды

1 - костянка; 2 - ягода; 3 - яблоко; 4 - тыква; 5 - померанец; 6 - земляничина; а - плодоножка; б - внеплодник; в - межплодник; г - внутриплодник; д - остатки чашечки цветка

**Стручок** - сухой многосеменной двугнездный плод с продольной перегородкой между створками, к которой прикрепляются семена (крестоцветные: капуста, редька, хрен, горчица). Боб и стручок внешне сходны, поэтому бобы часто неправильно называют стручками.

**Коробочка** — сухой многосеменной одно- или многогнездный плод, вскрывающийся дырочками или трещинами (мак, дурман, хлопчатник).

Основные типы сочных плодов изображены на рис. 6.4.

Сочная мякоть околоплодников этих плодов, состоящая из основной запасющей ткани, содержат ценный клеточный сок, богатый сахарами, кислотами, витаминами. Односеменной соч-

ный плод называется *костянкой*, многосеменной - *ягодой* или *ягодообразным* плодом различного типа.

Костянки имеют тонкий, кожистый внеплодник (кожицу), сочный мясистый межплодник (мякоть) и твёрдый одревесневший внутриплодник, заключающий в себе единственное семя (вишня, черешня, абрикос, персик, черёмуха, миндаль, грецкий орех). В товароведении плоды костянки называют косточковыми плодами. У малины, ежевики плоды представляют собой сложные костянки, образовавшиеся из совокупности пестиков одного цветка (в быту их часто неправильно называют «ягодами»). Сочные многосеменные (истинные или ложные) плоды называют ягодами. Кожица ягод - тонкий плотный внеплодник, а мякоть представляет собой разросшиеся межплодник и внутриплодник, в которые погружены мелкие семена (виноград, томат, сладкий перец, баклажан, хурма, смородина, крыжовник, черника, клюква, брусника и др.).

Сочные плоды более сложного строения (чаще всего ложные) носят название «ягодообразных» (яблоко, тыква, земляничина, померанец). *Яблоко* - ложный сочный многосеменной плод, в образовании которого участвует не только завязь цветка, но и разросшееся цветоложе (характерен для розоцветных: яблоня, груша, айва, рябина, боярышник).

Внеплодник (кожица) и мясистый сладкий межплодник употребляются в пищу, а грубый жесткокожистый внутриплодник ценности не представляет. *Тыква* - ложный сочный многосеменной плод, характерный для тыквенных растений (огурец, дыня, тыква, арбуз, кабачок, патиссон). Внеплодник этих плодов часто твёрдый, грубый, а межплодник и внутриплодник - мясистые, сочные. Особый тип ложного сочного плода имеет земляника - это мясистое, разросшееся коническое цветоложе (плодоложе), усеянное множеством мелких плодиков-семян. Такой плод называется «*земляничной*». Плод цитрусовых растений (лимона, апельсина, мандарина, грейпфрута и др.) носит общее название «*померанец*». Его внеплодник — мягкокожистый, окрашенный, богатый эфирными маслами («флаведо»); межплодник - белый, сухой, губчатый («альбедо»). Главную пищевую ценность представляет сочный внутриплодник — мясистые дольки, состоящие из наполненных соком волосков (выростов внутренних стенок завязи).

**Материалы:** замоченные зерновки пшеницы, семечки подсолнечника и гречихи; лупы; постоянные препараты срезов зерновки; препаровальные иглы, бритвы.

**Объект 1. Постоянный препарат поперечного разреза зерновки.** При малом увеличении микроскопа находят чётко видимый край среза, помещают его в центр поля зрения и рассматривают с объективом 40х. В направлении от края зерновки к её центру последовательно выявляют околоплодник, семенную оболочку из двух слоев - жёлто-бурого пигментного и бесцветного гиалинового, алейроновый слой эндосперма, состоящий из одного ряда крупных прямоугольных клеток с фиолетовыми алейроновыми зёрнами, и мучнистый эндосперм, состоящий из крупных паренхимных клеток с крахмальными и алейроновыми зёрнами; затем делают схематический рисунок небольшого участка среза с обозначениями деталей.

**Объект 2. Постоянный препарат продольного разреза зерновки.** При малом увеличении микроскопа находят окрашенный в фиолетовый цвет зародыш, выявляют в нём щиток, прилегающий к эндосперму, почечку с колпачком, корешок с колпачком, стебелёк и эпипласт; затем делают схематический рисунок зародыша зерновки с обозначением его элементов.

**Объект 3. Семечка гречихи.** Надрезают бритвой кожистый тёмно-коричневый околоплодник семечки и снимают его, затем иглой надрывают тонкую семенную кожуру. Обращают внимание, что семя лежит свободно и не срывается с околоплодником, как у зерновки, а семенная кожура плотно прилегает к эндосперму семени. Далее разрезают трёхгранное семя по ребру и с помощью лупы выявляют белый мучнистый эндосперм и лежащий внутри него желтоватый изогнутый зародыш; делают схематический рисунок семечки гречихи в разрезе.

**Содержание отчета:** лабораторная работа должна быть оформлена согласно требованиям приложения 1.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Из чего состоит плод?
2. Чем истинные плоды отличаются от ложных?

3. Что такое сложный плод и соплодие?
4. Какова классификация плодов?
5. Чем определяется пищевая ценность сухих и сочных плодов?
6. Чем зерновка отличается от семянки?
7. Чем боб отличается от стручка?
8. Для каких групп пищевых растений характерны плоды типа боба, костянки, зерновки, стручка?
9. Плоды каких пищевых растений называются ягодами?
10. Назовите типы ягодообразных плодов.
11. Почему яблоко считается ложным плодом?
12. Каково строение типичного семени?
13. В чём состоят отличия в строении семян злаковых и бобовых растений?

## **ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №5**

**Тема : Анатомическое строение различных видов растительного сырья, используемого в качестве пряностей**

Цель занятия: Приготовление микропрепаратов из различных видов растительного сырья, используемого в качестве пряностей

Формируемые компетенции: **ПК-4** - способен определять и анализировать свойства сырья, полуфабрикатов и продовольственных товаров, влияющие на оптимизацию технологического процесса, качество и безопасность готовой продукции, эффективность и надежность процессов производства

### **1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**Пряности** – это продукты растительного происхождения (плоды, корни, листья и др. части растений), обладающие характерными ароматом и вкусом, обусловленными содержанием в них эфирных масел. Добавленные в незначительных количествах в пищевые продукты пряности улучшают их вкусовые и ароматические свойства. Многие пряности обладают бактерицидным и антиокислительным действием, что способствует продлению сроков хранения пищевых продуктов, в которые добавляют пряности. Отличительная особенность классических пряностей – их универсальность. Родиной большинства пряноароматических растений является солнечное Средиземноморье или тропики, т.е. регионы земного шара с большой продолжительностью светового дня, теплым и достаточно влажным климатом. Пряности, изготовляемые из этих растений, завозятся в Россию в сушеном виде. В нашей стране (кроме лавра) они не произрастают. Все они, помимо кулинарии, применяются в консервной, мясомолочной, рыбной и других отраслях пищевой промышленности.

Объектом экспертизы являются наиболее популярные, международные по применению пряности, являющиеся классическими для большинства национальных кухонь: бадьян, ваниль, гвоздика, имбирь, кардамон, кориандр, корица, лавровый лист, мускатный орех, мускатный цвет, перец белый, перец душистый, перец красный, перец черный, тмин, шафран. Общим для этих пряностей является применение в предварительно обработанном и сушеном виде.

Ароматические и душистые вещества применяются в пищевой промышленности и кулинарии для придания продукту специфического аромата. Они представляют собой многокомпонентные смеси натуральных эфирных масел, настоек, экстрактов, душистых веществ, в том числе синтетических, придающие пищевому продукту характерный аромат.

Натуральные ароматизаторы используются в пищевой промышленности ограниченно из-за высокой стоимости исходного сырья, ограниченности природных сырьевых ресурсов, слабости или недостаточной стабильности создаваемых ими натуральных ароматов. В прямом смысле слова ароматные растения не являются пищевыми добавками, но их широкое применение в питании народов многих стран вызывает необходимость охарактеризовать эту группу вкусовых веществ.

Бадьян, звездчатый анис – плоды вечнозеленого тропического дерева из семейства магнолиевых. Бадьян имеет сладковатый вкус и запах, подобный анису. Применяется бадьян в хлебопекарном и кондитерском производстве.

Ваниль - специально обработанные стручки тропической орхидеи и некоторых других растений. Используется в кондитерском и хлебопекарном производстве.

Гвоздика – высушенные нераскрывшиеся цветочные почки дерева семейства миртовых. Родиной гвоздики являются Молуккские острова. Гвоздика обладает жгучим вкусом и ярко выраженным ароматом. Используют гвоздику при изготовлении различных консервов, маринадов и т.д.

Кардамон – плоды пряного травянистого тропического растения семейства имбирных, имеет сильный пряный аромат, который определяет его применение в кондитерской промышленности.

Корица – кора нескольких видов деревьев семейства лавровых. Применяют корицу в хлебопечении, в производстве кондитерских и рыбных изделий, напитков.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Задание 1. Анализ бутонов гвоздичного дерева

Производящее растение: Гвоздичное дерево (*Caryophyllus aromaticus* L.)

Семейство: Миртовые (Myrtaceae)

**Внешний вид сырья.** Бутоны по форме напоминают гвоздь. Состоят из нижней, округло-четырёхгранной, слегка конической завязи. Снизу находится рубчик цветоножки, на верхнем более широком конце расположены сросшиеся с завязью четыре треугольных, мясистых зубца чашечки. Четыре округлых лепестка венчика сложены в виде колпачка. Длина гвоздики 10-15 мм, толщина 2-4 мм. Чашечка и завязь бурого цвета, лепестки венчика — желтовато-бурые. Запах сильный ароматный, вкус жгучий, пряный (рис. 30).

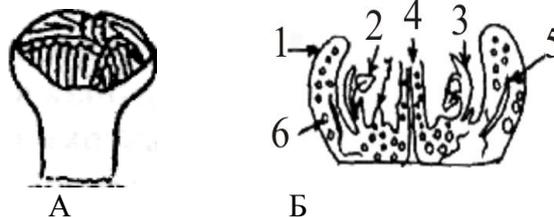


Рисунок 30. А — внешний вид бутонов гвоздики; Б — продольный разрез головки гвоздики:

- 1 — чашелистики; 2 — пыльники;
- 3 — нити тычинок; 4 — столбик;
- 5 — сосудистые пучки;
- 6 — железки; 7 — надпестичный диск

**Микроскопия.** Строение треугольных зубцов чашечки и округлых лепестков венчика практически не отличаются от строения завязи (рис. 30). Завязь имеет мелкоклеточный эпидермис с толстой кутикулой (1) и выпуклыми устьицами.

Крупные эфирномасличныеместилища овальной формы расположены в два ряда под эпидермисом между изодиаметрическими клетками паренхимы (2); однорядное кольцо сосудистых пучков (3) сопровождается

склеренхимными волокнами (4). Встречаются друзы (5). Губчатая ткань с крупными межклетниками (6).

## Задание 2. Анализ коры корицы

Производящее растение: Корица китайская (*Cinnamomum cassia* Blume)

Семейство: Лавровые (Lauraceae)

**Внешние признаки.** Куски коры в виде трубок или желобков, длиной 6-10 см, толщиной 1-3 мм. Наружная поверхность коры слегка морщинистая серовато-бурая с мелкими чичевичками. Внутренняя поверхность коры гладкая, красновато-бурого цвета. Излом ровный, зернистый, тоже красновато-бурый. Запах сильный, ароматный. Вкус сладковатый, пряный, слегка вяжущий.

Родина коричневого дерева – страны Юго-Восточной Азии. Корица китайская распространена только в культуре: Китай, Вьетнам, Шри-Ланка, Индонезия. Культивируется как кустарник.

Заготовку проводят два раза в год, в конце сезона дождей. Срезают молодые побеги коричневого дерева, когда они достигнут длины около 3 м и диаметр их будет не менее 2,5 см. Затем с побегов снимают кору, делая два кольцевых надреза и соединяя их продольным надрезом. Кора снимается в виде трубок или желобков. Сушат на солнце.

**Микроскопия** (рис. 31). Все клетки паренхимы коры окрашены в красновато-бурый цвет, т.к. содержат флобафен. Паренхима первичной коры состоит из тангентально вытянутых и округломногоугольных клеток. Паренхима вторичной коры состоит из более округлых клеток.

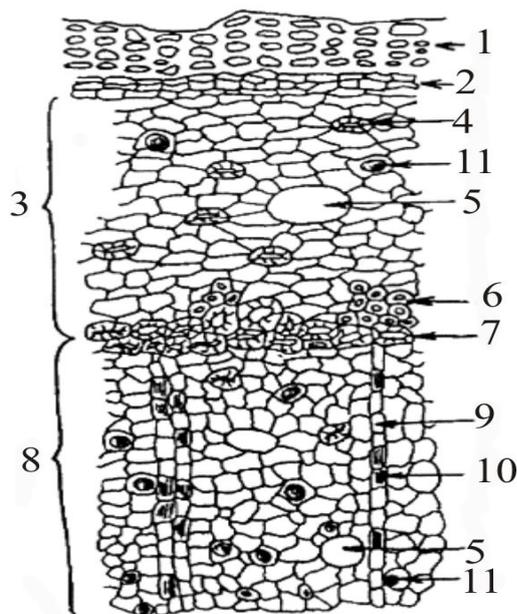


Рисунок 31. Схема поперечного среза коры:

1 — пробка; 2 — колленхима; 3 — первичная кора; 4 — склереиды (каменистые клетки); 5 — клетки со слизью; 6 — группы мелких волокон; 7 — «механическое кольцо» на границе первичной и вторичной коры, состоящее из слабоутолщенных каменистых клеток; 8 — вторичная кора; 9 — 1-2 рядные сердцевинные лучи; 10 — рафиды оксалата кальция; 11 — клетки с эфирным маслом.

Клетки заполнены очень мелкими крахмальными зернами. Рафиды оксалата кальция располагаются в клетках сердцевинных лучей. Каменистые клетки слабо утолщены. Клетки с эфирным маслом расположены, в основном, во вторичной коре. В первичной — встречаются редко. Ситовидные трубки во вторичной коре мало заметны. Эфирное масло в коре корицы локализуется в специальных клетках паренхимы коры

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ 6

### Тема: Клетка и ткани животных

**Цель занятия:** Изучение эпителиальных, соединительных и мышечных тканей животных.

**Формируемые компетенции:** ПК-4 - способен определять и анализировать свойства сырья, полуфабрикатов и продовольственных товаров, влияющие на оптимизацию технологического процесса, качество и безопасность готовой продукции, эффективность и надежность процессов производства

## 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Как и у растений, ткани животных состоят из клеток; при рыхлом их расположении промежутки заполняются межклеточным веществом. Форма животных клеток пластична и разнообразна, что связано с разнообразием их функций. Строение клеток растений и животных в общих чертах сходно, но есть и существенные различия. Во-первых, у животных клеток нет жесткой прочной стенки из полисахаридов, поэтому их форма довольно изменчива; роль оболочки выполняет белково-липидная цитоплазматическая мембрана, перевариваемая пищеварительными ферментами человека. Во-вторых, клетки животных не содержат пластид, поэтому не способны к фотосинтезу. В-третьих, в них нет вакуолей с клеточным соком.

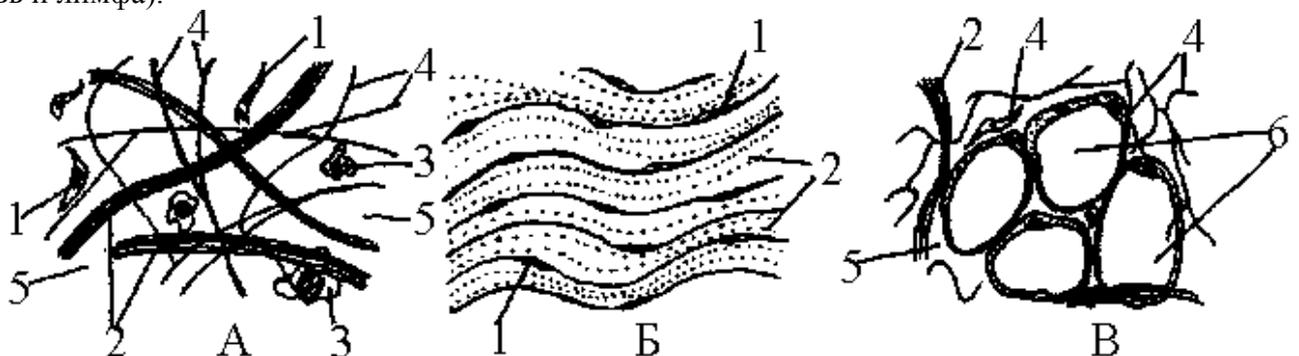
Ткани животных разделяют на четыре группы: *эпителиальные, мышечные, соединительные и нервные*. Наибольшее пищевое значение имеют первые три группы.

Покровный эпителий покрывает внутренние и внешние поверхности животного организма. Его главная функция - защита нижележащих структур от механических повреждений и проникновения микроорганизмов. Кроме того, его клетки выполняют функции всасывания, выделения и восприятия раздражения.

**Соединительные ткани (СТ)** по своему строению резко отличаются от эпителиальных. Их клетки расположены рыхло, основную часть их массы составляет межклеточное вещество белковой или углеводно-белковой природы. Главная функция СТ – опорная. Из этих тканей состоит скелет животного, они покрывают снаружи различные органы, отделяя их друг от друга, окружают кровеносные сосуды и нервы. Вторая функция СТ – питательная (трофическая) и защитная (поскольку в ней содержатся клетки, поглощающие патогенные микроорганизмы и инактивирующие чужеродные белки с помощью «антител».

Межклеточное вещество СТ может быть аморфным или волокнистым, которое представлено тремя видами волокон: коллагеновыми, эластиновыми и ретикулиновыми. Коллагеновые волокна очень тонкие, белого цвета, располагаются пучками, не ветвятся, очень гибкие, но не эластичные, состоят из неполноценного белка коллагена, усваиваются организмом человека очень слабо и медленно. При долгой варке коллагеновые волокна сильно набухают и развариваются, превращаясь в желатин и образуя после охлаждения студень (гель). Эластиновые волокна толстые, ветвящиеся, гибкие, эластичны и хорошо растяжимы, располагаются по одиночке, состоят из неполноценного белка эластина, не набухают в воде, не развариваются и не усваиваются. Высокое содержание эластиновых волокон в мясном сырье делает его очень жестким. *Ретикулиновые* волокна очень тонкие, нитевидные, ветвятся, образуя сетку вокруг кровеносных сосудов и мышечных волокон. Они состоят из неполноценного белка ретикулина, сходного с коллагеном, не набухают, не развариваются и не усваиваются.

Различные виды СТ различаются по типу и расположению клеток, по свойствам межклеточного вещества, по типам волокон, их расположению и соотношению. Различают три группы СТ: мягкие (рыхлая, плотная, ретикулярная, жировая), твердые (хрящевая и костная) и жидкие (кровь и лимфа).



**Рис. 7.1. Строение мягких соединительных тканей**

А - рыхлая волокнистая; Б - плотная волокнистая; В - жировая;

1 - фибробласты; 2 - пучки коллагеновых волокон; 3 - макрофаги;

4 - эластиновые волокна; 5 - аморфное межклеточное вещество; 6 - жировые клетки.

*Рыхлая волокнистая ткань* широко распространена в животном организме. Она окутывает все органы животного, образует каркас (stroma) многих органов и прослойки между ними, связывает кожу с лежащими под ней структурами, образуя «подкожную клетчатку», содержится в мышцах, покрывает кровеносные сосуды и нервы. Рыхлая волокнистая СТ состоит из клеток, редко разбросанных в межклеточном веществе (макрофаги, фибробласты, пигментные, жировые, плазматические), содержащем также большое количество волокон. Макрофаги выполняют защитную функцию, поглощая и переваривая мертвые клетки, болезнетворных бактерий и другие чужеродные частицы. Плазматические клетки вырабатывают особые белки-антитела, играющие важную роль в обеспечении иммунитета. Сильно разветвленные пигментные клетки (хроматофоры) встречаются только в коже или радужной оболочке глаза.

*Плотная волокнистая СТ* состоит главным образом из коллагеновых и эластиновых волокон. Эта ткань очень прочна, гибка и эластична. Она выполняет опорную функцию и встречается в животном организме там, где создается повышенная механическая нагрузка: из нее состоят сухожилия, связки, оболочки мышц (фасции), она находится в стенках артерии, в роговице глаза, почках.

*Ретикулярная (сетчатая) СТ* состоит из ретикулиновых волокон, основного межклеточного вещества и особых клеток с отростками. Из этой ткани состоят кроветворные органы (костный мозг, селезенка, лимфатические узлы), она содержится в печени и слизистых оболочках пищеварительного тракта.

*Жировая СТ* не имеет практически межклеточного вещества, состоит из плотно упакованных жировых клеток и небольшого количества других клеток и волокон. Она играет роль энергетического запаса, предохраняет внутренние органы от ударов, способствует удержанию тепла в организме животного. Этот вид СТ имеет высокую пищевую ценность из-за большого содержания высококалорийного жира и широко используется в качестве пищевого сырья.

#### **Твердые СТ (хрящевая и костная).**

*Хрящевая ткань* состоит из клеток (хондроцитов), погруженных в упругое межклеточное вещество, состоящее из белка хондрин и коллагеновых или эластиновых волокон. В зависимости от строения межклеточного вещества различают три типа хряща: стекловидный, или гиалиновый, эластический и волокнистый. Гиалиновый встречается наиболее часто: на суставных поверхностях костей, концах ребер, в трахеях и бронхах.

Эластический хрящ находится в ушной раковине, надгортаннике, глотке и отличается высокой эластичностью. Волокнистый хрящ содержит много коллагеновых волокон и поэтому очень прочен, но не менее гибок; он образует межпозвоночные диски, находится в суставных сумках и местах прикреплений сухожилий к костям. Хрящевая СТ практически не имеет пищевой ценности, но из нее получают животный клей и желатин.

*Костная ткань* - основной компонент скелета животных. Эта очень прочная ткань состоит из редких клеток с отростками, погруженных в твердое межклеточное вещество. Около 30% его приходится на оссеиновые волокна, сходные с коллагеновыми, а остальные 70% - это минеральные соединения, придающие кости высокую твердость. Главный неорганический компонент костной ткани - гидроксиапатит, но в ней содержится также натрий, магний, фтор, карбонаты и т. д. Кости животных используют в качестве сырья для выработки костного жира, костной муки, желатина и клея.

*Кровь* убойного скота, имеющая высокую пищевую ценность, используется в качестве сырья в пищевой (для выработки некоторых видов колбас и получения белковых концентратов) и в фармацевтической промышленности.

**Мышечные ткани (МТ)** состоят из удлинённых клеток-волокон, способных к сокращению, т. е. заметному изменению длины за счет особых сократимых белков (актина и миозина). Главная функция МТ - двигательная: они обеспечивают движение частей скелета, деятельность сердца, изменение полых внутренних органов, диаметра кровеносных сосудов, зрачка и др. По сравнению с другими тканями животных мышечные имеют самую высокую пищевую ценность, поскольку состоят из полноценных белков. Различают три вида МТ: поперечно-полосатую, гладкую и сердечную.

*Поперечнополосатая* МТ составляет основную массу (до 65-70%) скелетных мышц (мяса) убойных животных, птицы и рыбы и сокращается произвольно, т. е. по воле животного. Эта ткань состоит из многоядерных волокон, в которых различают мембрану(сарколемму), цитоплазму(саркоплазму), многочисленные овальные ядра, расположенные вблизи сарколеммы, и вытянутые вдоль оси волокна, лежащие параллельно тонкие нити - миофибриллы, состоящие из сократимых белков (актина и миозина).

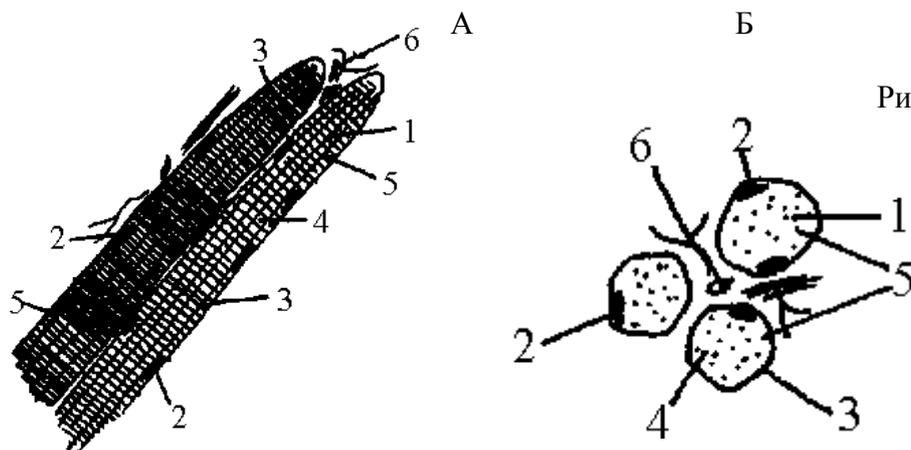


Рис. 7.2. Строение поперечнополосатой мышечной ткани

А - продольный разрез;  
 Б - поперечный разрез;  
 1 - клетка-волокно; 2 - ядро; 3 - сарколемма; 4 - саркоплазма;  
 5 - миофибрилла; 6 - рыхлая СТ

Каждая миофибрилла состоит из чередующихся светлых (актин) и темных (миозин) участков, причем во всех миофибриллах данного волокна эти зоны расположены строго друг под другом, поэтому при микроскопировании видна тонкая поперечная исчерченность волокна, давшая название этому типу МТ. С возрастом животного увеличивается содержание в мышцах рыхлой и жировой СТ, что приводит к снижению качества мяса, поскольку большое содержание коллагеновых и эластиновых волокон делает его более жестким и плохо усваиваемым. В мясе домашней птицы и рыбы содержится меньше элементов СТ, поэтому оно легче разваривается и усваивается.

*Гладкая МТ* составляет основную массу мышц внутренних органов и сокращается произвольно, т. е. независимо от воли животного.

*Сердечная МТ* играет главную роль в произвольном, ритмичном автоматическом сокращении сердца животных. По своему строению и пищевой ценности она сходна с поперечнополосатой скелетной МТ.

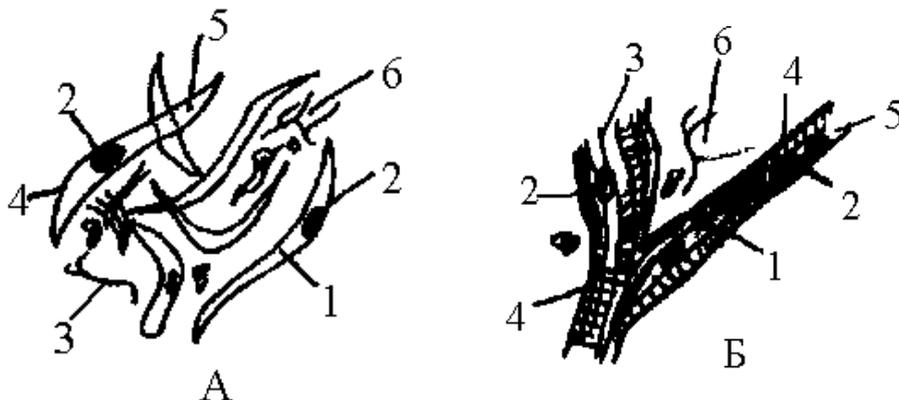


Рис. 7.3. Строение гладкой (А) и сердечной (Б) мышечных тканей  
 1 - мышечное волокно; 2 - ядро; 3 - миофибриллы, 4 - сарколемма;  
 5 - саркоплазма; 6 - рыхлая СТ

Количественное соотношение мышечных и соединительных тканей в мясе скота зависит от вида и породы животного, его возраста, пола, степени упитанности, локализации его в туше, а

выявление этого соотношения лежит в основе товароведной оценки качества или экспертизы мясных товаров.

Пищевая ценность мяса определяется питательной и биологической ценностью содержащихся в нем белков. Говядина, баранина и свинина по белковой ценности и массовой доле незаменимых аминокислот существенно не различаются. В мясе взрослых животных возрастает содержание метионина, валина, изолейцина, фенилаланина и аргинина. Массовая доля полноценных белков в свинине наибольшая, в говядине и баранине на их долю приходится 85% общего количества белков; в мясе молодняка их на 0,5-1% меньше, чем в мясе взрослых животных, но коллаген мяса молодняка легче разваривается, поэтому после термической обработки оно нежное. В передней части туши неполноценных белков больше, чем в задней.

## 2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЗАДАНИЕ №1. ИЗУЧЕНИЕ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ

*Объекты:* постоянные окрашенные препараты СТ.

**Препарат 1. Рыхлая волокнистая соединительная ткань.** Микроскопируют препарат с объективами 8х и 40х. Отмечают, что в этой ткани клетки и волокна расположены рыхло, на значительном расстоянии друг от друга. Выявляют, зарисовывают и обозначают фибропласты (узкие клетки, часто с отростками), крупные округлые макрофаги, эластичные волокна (чёткие одиночные ветвящиеся нити) и пучки коллагеновых волокон (более светлые полоски). Бесцветное пространство между волокнами и клетками - это многочисленное аморфное вещество.

**Препарат 2. Плотная волокнистая соединительная ткань.** Микроскопируя с объективами 8х и 40х, находят и зарисовывают широкие волнистые пучки коллагеновых волокон, расположенные параллельно, а между ними - тонкие светлые прослойки аморфного межклеточного вещества и овальные фибробласты.

**Препарат 3. Жировая ткань.** При малом увеличении микроскопа выявляют и зарисовывают группы клеток, заполненных окрашенным в жёлтый цвет жиром, а между ними кое-где - коллагеновые и эластиновые волокна.

**Препарат 4. Хрящевая ткань.** При малом увеличении микроскопа находят скопления хрящевых клеток (хондроцитов) в капсулах, и затем с объективом 40х детально рассматривают и зарисовывают клетки в полостях (лакунах), расположенные группами в капсулах, окрашенных ярче, чем остальное межклеточное вещество, которое выглядит однородным.

**Препарат 5. Компактная костная ткань.** При малом увеличении микроскопа находят круглые или продолговатые гаверсовы каналы, окружённые концентрическими костными пластинками, а затем с объективом 40х рассматривают и зарисовывают гаверсову систему, отмечая и обозначая гаверсов канал, костные клетки (остеоциты) с отростками, пронизывающими межклеточное вещество (костные пластинки). Обращают внимание, что костные пластинки располагаются очень плотно; между гаверсовыми системами видны вставочные костные пластинки.

### ЗАДАНИЕ 2. ИЗУЧЕНИЕ МЫШЕЧНЫХ ТКАНЕЙ

*Объекты:* постоянные окрашенные препараты мышечных тканей.

**Препарат 6. Поперечнополосатая мышечная ткань.** Микроскопируя с объективом 8х, находят пучки мышечных волокон, разрезанных продольно и поперёк. Рассматривая и зарисовывая волокна в продольном разрезе, выявляют их форму, наличие многих ядер в одном волокне, вблизи сарколеммы, и прослойку рыхлой СТ между волокнами. С объективом 40х выявляют наличие миофибрилл, их тонкую поперечную исчерченность. Рассматривая и зарисовывая волокна в поперечном разрезе, отмечают сарколемму, ядра вблизи неё, миофибриллы в виде точек или чёрточек, прослойки рыхлой СТ с клетками и волокнами.

**Препарат 7. Гладкая мышечная ткань.** Рассматривая препарат при малом и среднем увеличении микроскопа, находят и зарисовывают мышечные волокна, разрезанные вдоль (веретеновидные клетки с крупными ядрами в центре) и поперёк или под углом (многоугольные фигуры разного размера); между волокнами видны прослойки рыхлой СТ.

**Содержание отчета:** лабораторная работа должна быть оформлена согласно требованиям приложения 1.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какими особенностями строения животная клетка отличается от растительной?
2. Какова классификация тканей животных?
3. Каковы функции эпителиальных тканей?
4. Чем отличаются соединительные ткани от эпителиальных по своей структуре?
5. Каковы функции соединительных тканей?
6. На какие группы и по какому принципу разделяются соединительные ткани?
7. Каково строение межклеточного вещества соединительных тканей?
8. Каковы свойства и пищевое значение соединительнотканых волокон?
9. Каковы строение и функции рыхлой волокнистой СТ?
10. Где в организме животных располагается плотная волокнистая СТ?
11. Каково строение и пищевое значение жировой СТ?
12. Как построена хрящевая ткань, каковы её свойства и функции в организме?
13. Каковы функции мышечных тканей и на какие типы они разделяются?
14. Каковы различия в строении поперечнополосатой и гладкой мышечных тканей?
15. Чем обусловлена поперечная исчерченность мышечных волокон?
16. Что такое миофибриллы и из чего они состоят?
17. Как ткани животных различаются по своей пищевой ценности?
18. Как связано соотношение различных тканей в мясе с его качеством?
19. Чем отличаются мышцы рыбы и птицы от мышц убойного скота?
20. Деление туш убойных животных на отруба

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ № 7

### Тема: Анатомия и морфология рыбы

Цель занятия: Изучение анатомических особенностей и тканей рыбы.

Формируемые компетенции: ПК-4 - способен определять и анализировать свойства сырья, полуфабрикатов и продовольственных товаров, влияющие на оптимизацию технологического процесса, качество и безопасность готовой продукции, эффективность и надежность процессов производства

## 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рыба занимает важное место в питании человека, т. к. обладает исключительно высокими пищевыми достоинствами, отличным вкусом и приятным специфическим ароматом. Рыбные продукты широко используют в повседневном рационе, диетическом и детском питании.

### 1.1 Классификация рыб

В зависимости от строения скелета и других признаков низшие водные позвоночные животные, объединяемые под общим названием «рыбы», делят на хрящевые (акулы), костистые, которых большинство (сельдевые, тресковые и др.), и хряще костные (осетровые). Рыбы указанных классов подразделяют по морфологическим и биологическим признакам на подклассы, отряды, подотряды, семейства, подсемейства, роды и виды. В товароведной практике рыб различают по семействам и видам. В настоящее время насчитывается более 22 т. видов рыб, объединяемых почти в 550 семейств.

Все рыбы по образу жизни и месту обитания подразделяют на:

- морские (постоянно живут и нерестуют в морях и океанах - сельдь, треска, скумбрия и др.);

- пресноводные (постоянно живут и нерестуют в пресной воде - стерлядь, толстолобик и др.);
- полупроходные (обычно обитают в опресненных участках морей, а для нереста и зимовки уходят в реки – лещ, судак, сом и др.);
- проходные (живут в морях, но для нереста заходят в реки – осетровые, кроме стерляди, горбуша, кета и др. или живут в пресной воде, а для нереста заходят в моря и океаны – угорь).

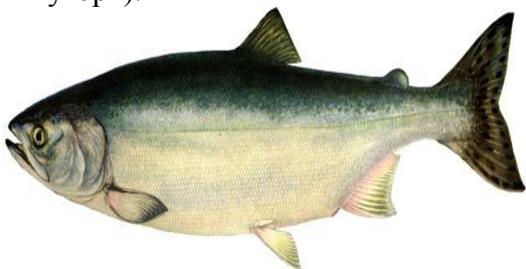


Рисунок 1 – Горбуша

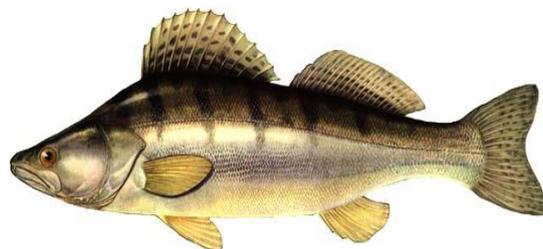


Рисунок 2 – Судак

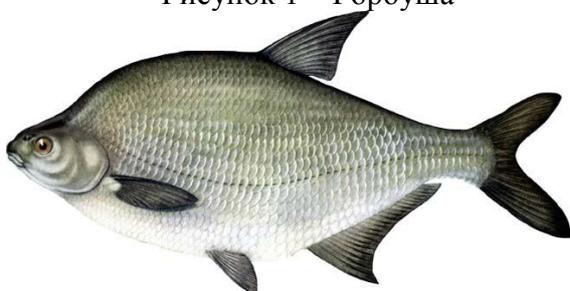


Рисунок 3 – Лещ



Рисунок 4 – Сом



Рисунок 5 – Стерлядь

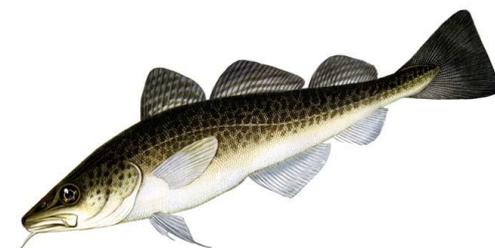


Рисунок 6 – Треска



Рисунок 7 – Бельдюга



Рисунок 8 – Головешка

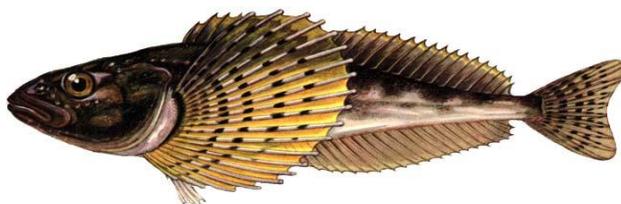


Рисунок 9 – Желтокрылка

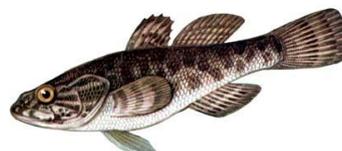


Рисунок 8 – Головешка

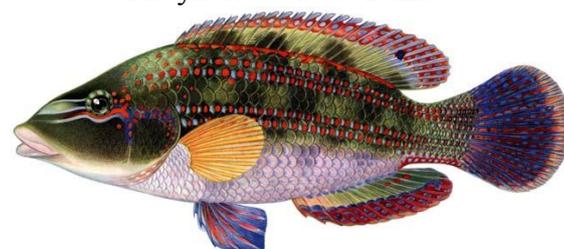


Рисунок 10 – Зеленушка

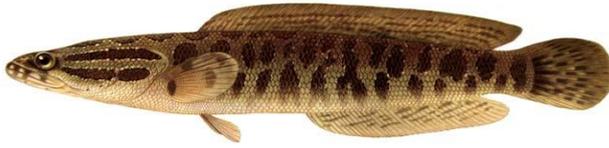


Рисунок 11– Змееголов

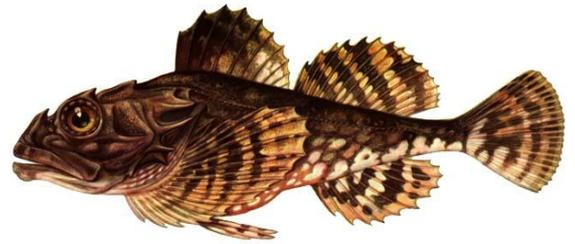


Рисунок 12. – Керчак

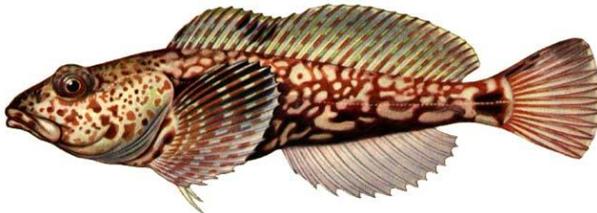


Рисунок 13 – Красная широколобка



Рисунок 14 – Морская камбала

Делят рыбу и по другим признакам: по размеру или массе – на крупную, среднюю и мелкую, а некоторые мелкие малоценные в пищевом отношении рыбы относят к мелочи 1, 2 или 3 группы; по времени улова – на весеннюю, весенне-летнюю, летнюю, летне-осеннюю, осеннюю и зимнюю; по содержанию жира в мясе – на тощую, маложирную, среднежирную и жирную; по физиологическому состоянию – на питающуюся, жирующую, преднерестовую и отнерестившуюся.

## 1.2 Морфология рыбы

Особенности строения рыб обусловлены их обитанием в воде. У большинства рыб тело удлиненное, веретенообразное или стреловидной обтекаемой формы, слегка сжатое с боков. Однако встречаются рыбы с плоской, змеевидной, лентовидной или неопределенной причудливой формой тела.

Тело рыбы состоит из трех основных частей – головы, туловища и хвоста, которые плавно переходят одна в другую. Тело рыбы покрыто кожей, в верхнем слое которой заключены железы, выделяющие слизь, а в нижнем – находятся скопления больших пигментных клеток, содержащих черный пигмент меланин, красный пигмент ксантин и желтый пигмент эритрин, а также мелкие кристаллики гуанина, придающие коже рыбы серебристую окраску. От вида, сочетания и концентрации пигмента, физиологического состояния рыбы зависит ее окраска. Эритрин и ксантин – пигменты нестойкие, поэтому после смерти или тепловой обработки рыба быстро теряет прижизненную окраску.

Кожа большинства рыб покрыта чешуей, в состав которой входят неполноценный белок проколлаген и особое белковое вещество ихтелипидин, нерастворимый в воде даже при кипячении. Чешуя бывает *циклоидной* – пластинки без зазубрин по краям (у карповых), *ктеноидной* – пластинки с зубчатыми краями (у окуневых), *ганоидной* – в виде ромбических костных пластинок (у осетровых) и *плакоидной* – в виде твердых ромбовидных пластин с острым и прочным шипом (у акул).

У большинства рыб вдоль тела по обеим сторонам проходит боковая линия в виде сплошной или прерывистой полосы, служащей органом осязания. У некоторых рыб бывает несколько боковых линий, у других (сельди, бычки) она вовсе отсутствует, но заменена развитой сетью сейсмочувствительных каналов на голове.

Основой тела рыбы является скелет, состоящий из осевого скелета – позвоночника, скелета головы и скелета плавников. Поскольку кости, как правило, несъедобны, то считают, что чем меньше костей содержит рыба, тем выше ее пищевая ценность. К костям скелета прикреплены волокнистыми связками и сухожилиями различные группы мышц: туловища, головы и плавни-

ков. Мышцы туловища являются наиболее развитыми и составляют съедобную основную часть рыбы. Они расположены по обе стороны от позвоночника и состоят из двух спинных и двух брюшных мышц, разделенных перегородками плотной соединительной ткани. Спинные и брюшные мышцы в свою очередь разделены поперек тонкими соединительно-тканевыми перегородками – миосептами (септами) на ряд поперечных слоев или сегментов, называемых миотомы. Миотомы, если на них смотреть сбоку, имеют вид конусов, входящих один в другой, вершина которых обращена к голове рыбы. Они построены из параллельно расположенных вдоль тела мышечных волокон, соединенных между собой в пучки рыхлой соединительной тканью – эндомизием. Мышечные волокна срачиваются своими концами с септами, которые соединяются через мышечные перегородки и опорные связки со скелетом.

Мышечное волокно является основным морфологическим и функциональным элементом мышц. Его поверхность покрыта эластичной оболочкой – сарколеммой, внутри которой заключены миофибриллы и саркоплазма. Сарколемма состоит, в основном, из неполноценного белка коллагена, миофибриллы (тончайшие нитевидные образования) – из сократительных белков актина и миозина, саркоплазма (полужидкое белковое вещество) заключает в себе клеточные ядра, различные органические и неорганические вещества и ферментные системы.

Между мышечными волокнами и их пучками расположены кровеносные и лимфатические сосуды и нервы, а свободное пространство заполнено белково-солевыми растворами очень сложного состава.

Тело рыбы формируется за счет не только мышечной и костной, но и соединительной и жировой тканей. Соединительная ткань рыб в основном рыхлая, состоит из тончайших коллагеновых и в меньшей мере эластиновых волокон. Она участвует в образовании жировой и мышечной тканей, сухожилий, кожи, слизистых оболочек и т. д. Незначительное количество соединительной ткани, которой в рыбе приблизительно в 5 раз меньше, чем в мясе убойных животных, а также особенности ее строения и состава делают рыбную пищу нежной, сочной, легкоусвояемой.

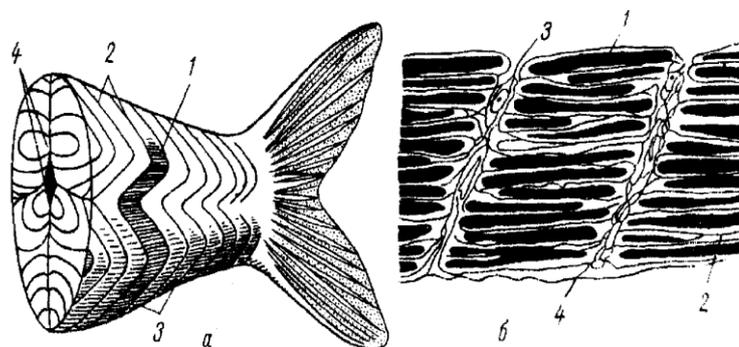


Рис. 8.1. Строение рыбы

а - поперечный разрез

1. мышечные волокна
2. поперечные септы (миосепты)
3. миотомы
4. продольные септы

б - продольный разрез

1. мышечные волокна
2. перимизий
3. поперечная септа
4. кровеносные сосуды

*Пищевая и вкусовая ценность рыбы* во многом зависит от степени развития жировой ткани. Распределение жировой ткани зависит от вида рыб: у одних она развита под кожей (сельдевые), у других – в толще мышц (осетровые), у третьих – в некоторых внутренних органах (тресковые). Туловищные мышцы вместе с соединительной и жировой тканями образуют так называемое мясо рыбы.

Все части тела рыбы и внутренние органы принято делить на съедобные и несъедобные.

К съедобным частям относят мясо, а также молоки, икру и печень некоторых рыб, головы и хрящи осетровых, головы судака и других рыб, содержащие значительное количество мяса и жира, используемые для приготовления ухи и заливных блюд.

Соотношение между съедобными и несъедобными частями зависит от вида рыбы, ее пола, времени вылова, способа разделки. Выход съедобных частей и их пищевая ценность зависят также от возраста рыбы. Как правило, чем моложе и мельче рыба, тем она менее ценна по сравнению со взрослой. В такой рыбе меньше выход съедобных частей, меньше жира, больше влаги. Однако пищевая ценность отдельных рыб, например, щуки, белуги, наваги, кефали с возрастом снижается.

### 1.3 Химический состав и пищевая ценность мяса рыбы

Химический состав мяса рыбы не является постоянным. Он существенно зависит не только от ее вида и физиологического состояния, но и от возраста, пола, места обитания, времени лова и других условий окружающей среды.

Содержание основных веществ в мясе рыбы может колебаться в следующих пределах: воды — от 46 (угорь) до 92% (зубатка синяя), жира — от 0,1 (треска) до 54 (угорь), азотистых веществ — от 5,4 (палтус черный) до 27 (тунец полосатый), минеральных веществ — от 0,1 (зубатка, полосатая) до 3 % (сайка). Относительно постоянное и высокое содержание в рыбе азотистых веществ, которые в основном представлены белками, позволяет рассматривать рыбу в первую очередь как белковый продукт питания.

*Азотистые вещества* в мясе рыбы представлены белками и азотистыми небелковыми веществами, соотношение которых у различных рыб неодинаково. Так, у костистых рыб азотистые вещества примерно на 85% состоят из белков и на 15 % — из небелковых веществ; у хрящевых — количество азотистых небелковых веществ, как правило, значительно больше и может достигать 35—45%, а иногда и 50.% общего азота.

От содержания и количественного соотношения белковых и азотистых небелковых веществ в мясе рыбы во многом зависят ее вкус, запах, консистенция, подверженность действию микроорганизмов и быстрота порчи при хранении.

*Белки мяса рыбы* по ценности не уступают белкам мяса теплокровных животных, их аминокислотный состав находится в оптимальных для питания человека соотношениях. В них имеются все незаменимые аминокислоты, в том числе имеющие особенно важное значение для организма человека: лизин, метионин, триптофан, называемые незаменимыми лимитирующими, от наличия которых зависит полнота усвоения пищи и всех белков, а также технологические и кулинарные свойства.

В состав мяса рыбы входят главным образом простые полноценные белки типа альбуминов и глобулинов. Белки типа глобулинов— миозин, актин (Г и Ф), актомиозин, тропомиозин являются солерастворимыми, входят в состав миофибрилл мышечного волокна и составляют более половины всех белков мышц рыбы. Белки типа альбуминов — миоген А и Б, глобулин Х, миоальбумин являются водорастворимыми, входят в состав саркоплазмы, на их долю приходится около 25 % всех белков мяса рыбы.

Кроме простых белков, в состав мышечной ткани входят растворимые в слабых растворах щелочей и кислот сложные белки: нуклеопротеиды, фосфопротеиды, липопротеиды и глюкопротеиды (муцины и мукоиды), которые при гидролизе отщепляют глюкозу, чем обуславливается сладковатый привкус мяса рыбы, а муцины к тому же придают и вязкость межтканевому соку.

Белки, входящие в состав сарколеммы мышечных волокон и соединительной ткани, представлены в основном простыми, устойчивыми к растворителям неполноценными белками, как правило, коллагеном и в весьма незначительном количестве эластином. При тепловой обработке коллаген переходит в глютин, который обладает высокой гидрофильностью, чем и объясняется нежность и сочность мяса рыбы. При варке и жарке рыба теряет всего лишь около 20 % влаги, а мясо теплокровных животных — почти в 2 с лишним раза больше.

Белки рыбы по сравнению с белками мяса теплокровных животных отличаются высокой (до 97 %) усвояемостью. Это обусловлено тем, что белки соединительной ткани рыбы составляют около 3%, в то время как в мясе теплокровных животных содержание их доходит до 20 % общего количества белков.

Небелковые азотистые вещества, легко растворяясь в воде, часто называются азотистыми экстрактивными веществами. Они представлены следующими группами соединений: летучими основаниями (моно-, ди- и триметиламины, аммиак), триметиламмониевыми основаниями (триметиламиноксид, бетаины и др.); производными гуанидина (креатин, креатинин, аргинин); производными пурина (гипоксантин, ксантин и др.); производными амидазола (гистидин, карнозин и ансерин); смешанной группой (мочевина, свободные аминокислоты). Азотистые экстрактивные вещества мяса рыбы, содержащиеся в оптимальных количествах, играют весьма заметную роль в пищеварении. Воздействуя на нервные окончания пищеварительных органов, они тем самым вызывают выделение желудочного сока, способствуя появлению аппетита и лучшему усвоению пищи. Некоторые из этих веществ обуславливают специфические вкус и запах рыбы.

По мере хранения рыбы под влиянием процессов автолиза и деятельности микроорганизмов количество экстрактивных веществ возрастает, часть из них распадается с образованием нежелательных продуктов, приводя к снижению качества и порче рыбы. Так, в процессе автолиза количество триметиламиноксида, обуславливающего специфический запах свежей рыбы, уменьшается, но вместе с тем образуются триметиламин и другие вещества с неприятным запахом (индол, меркаптан, аммиак). По мере порчи рыбы количество летучих оснований, и в первую очередь аммиака, увеличивается, вызывая появление неприятного запаха, а при распаде ансерина, гистидина, карнозина при бактериальной порче рыбы образуются вещества, обладающие высокими токсическими свойствами, чем и объясняется отравление несвежей рыбой. Поэтому считают, что чем меньше в рыбе содержится азотистых экстрактивных веществ, тем выше ее качество и диетические свойства.

**Жир рыб** представлен в основном жирными ненасыщенными кислотами (до 84%), в том числе высоконепредельными с четырьмя — шестью двойными связями. Такие кислоты в жирах наземных животных отсутствуют. Жир рыбы легко усваивается, характеризуется высокой пищевой ценностью и витаминной активностью, является ценным источником несинтезируемых в организме линолевой, линоленовой и арахидоновой кислот, которые нормализуют жировой обмен, способствуют выведению из организма избытка холестерина, защищают организм от вредного воздействия у-лучей и придают кровеносным сосудам эластичность.

Благодаря преобладающему содержанию жирных высоконепредельных кислот жир рыб в процессе их хранения под действием кислорода воздуха и влияния жироращепляющих ферментов, особенно при повышенной температуре и доступе солнечного света (ультрафиолетовых лучей), легко подвергается порче с образованием перекисей, оксикислот, низкомолекулярных жирных кислот, а в дальнейшем альдегидов, кетонов, что ведет к снижению качества рыбных товаров (прогоркание, появление ржавчины и других дефектов). Некоторые из этих соединений токсичны.

В жире рыб присутствуют в небольших количествах фосфатиды (лецитин, кефалин), стериды и стерины (холестерин), красящие вещества, жирорастворимые витамины и другие сопутствующие жирам вещества. При хранении рыбы сопутствующие вещества легко подвергаются окислению, вызывая ухудшение вкуса.

**Минеральный состав мяса рыбы** характеризуется исключительным разнообразием. Больше всего в мясе рыб содержится фосфора, калия, натрия, кальция, магния, в значительных количествах найдены микроэлементы, такие, как йод, медь, бром, цинк, марганец, кобальт и др.

Морские рыбы богаче минеральными веществами и особенно микроэлементами, чем пресноводные.

Учитывая чрезвычайно большую физиологическую роль в организме человека минеральных веществ, и, прежде всего микроэлементов, рыба может расцениваться как один из наиболее важных их источников.

**Углеводы рыбы** представлены в основном гликогеном. Из-за малого содержания в мясе рыб их роль в пищевом отношении невелика, однако углеводы оказывают значительное влияние на формирование вкуса, запаха и цвета рыбных продуктов. Полагают, что потемнение мяса рыбы при вялении, сушке, обжарке происходит также и за счет образования меланоидинов. Слад-

коватый вкус рыбы и рыбных бульонов объясняется гидролитическим расщеплением гликогена до глюкозы и мальтозы.

**Витамины** в мясе рыбы содержатся в небольшом количестве. Значительная часть их находится в печени, меньшая — в других внутренних органах. В рыбе преимущественно содержатся жирорастворимые витамины А, D, Е, К, а из водорастворимых — витамины группы В, а также витамины Н, G, PP, пантотеновая кислота и инозит.

При хранении рыбных товаров витамины принимают участие в различных химических реакциях, которые вызывают изменения в их структуре. Это сопровождается изменением не только вкуса, запаха и цвета рыбных продуктов, но и понижением содержания и биологической ценности самих витаминов, в результате чего ухудшаются пищевые достоинства продукта.

**Вода**, входящая в состав мяса рыбы, находится в свободном и в связанном состояниях. На долю связанной воды приходится 7—8 % общего содержания влаги в мясе рыбы.

Замораживание, нагревание, высушивание, изменение рН или осмотического давления (посол) вызывают изменение соотношения отдельных форм воды в рыбе, что весьма заметно отражается на качестве рыбных товаров (ухудшение вкуса, консистенции, снижение кулинарных свойств и т. п.).

По пищевой ценности мясо рыб в среднем равноценно мясу домашних животных. Так, например, энергетическая ценность (ккал/кДж) мяса карпа составляет 96/402, нототении мраморной — 156/653, мойвы осенней — 212/887, телятины I категории — 90/377, говядины II категории — 144/602, свинины мясной — 355/1485.

Рыбные продукты отличаются хорошими диетическими свойствами. После тепловой обработки мясо рыбы становится сочным, рыхлым, легко пропитывается пищеварительными соками, поэтому легко переваривается и быстрее усваивается организмом человека.

#### **1.4 Белковый состав икры и молок рыбы**

По сравнению с мясом рыбы в икре содержится гораздо больше азотистых веществ и меньше воды. Количество азотистых веществ в икре составляет 26-28%, а в отдельных случаях достигает 32-35%. В состав азотистых веществ икры входят в основном полноценные белки. Содержание небелковых азотистых веществ в свежей икре невелико и обычно не превышает от общего количества всех азотистых веществ 2-3%.

По пищевым достоинствам молоки значительно уступают икре. Молоки более обводнены (воды 60-80%) и содержат гораздо меньше азотистых веществ (12-18%), причем последние представлены в основном малоценными в пищевом отношении белками.

## **2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### ***ЗАДАНИЕ №1. ОПРЕДЕЛИТЕ НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕННОГО МАТЕРИАЛА ВИД И СЕМЕЙСТВО ПРЕДЛОЖЕННОЙ РЫБЫ***

Вид является биологической единицей систематики рыб. Это совокупность очень сходных по биологическим и внешним признакам особей, которые обладают определенными сходными признаками, передаваемыми по наследству и всегда отличающими данный вид от близких видов.

Форма и особенности строения тела рыбы (количество и строение спинных и анальных плавников, окраска рыбы, наличие или отсутствие чешуи, ее цвет и строение, наличие боковой линии) служат надежными признаками, по которым устанавливают вид рыбы и семейство.

### ***ЗАДАНИЕ №2. ИЗУЧИТЕ СТРОЕНИЕ МЯСА РЫБЫ. СДЕЛАЙТЕ РИСУНКИ.***

Туловищные мышцы вместе с соединительной и жировой тканями образуют так называемое мясо рыбы.

По обе стороны от позвоночника расположены две спинные и две брюшные мышцы, разделенные перегородками плотной соединительной ткани. Спинные и брюшные мышцы в свою очередь разделены поперек тонкими соединительно - тканными перегородками – миосептами (септами) на ряд поперечных слоев или сегментов, называемых миотомами.

Миотомы, если на них смотреть сбоку, имеют вид конусов, входящих один в другой, вершина которых обращена к голове рыбы. Они построены из параллельно расположенных вдоль

тела мышечных волокон, соединенных между собой в пучки рыхлой соединительной тканью - эндомизием. Мышечные волокна срачиваются своими концами с септами, которые соединяются через мышечные перегородки и опорные связки со скелетом. Определите соотношение съедобных и несъедобных частей в предложенной рыбе. Сделайте вывод.

**Содержание отчета:** лабораторная работа должна быть оформлена согласно требованиям приложения 1.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте классификацию рыб в зависимости от различных факторов.
2. В зависимости от каких особенностей строения тела рыбы устанавливается вид и семейство?
3. Что представляет собой мышечная ткань рыб?
4. Что является основным морфологическим и функциональным элементом мышц?
5. Что такое миосепты, миотомы?
6. Пищевая и вкусовая ценность рыбы.
7. Назовите полноценные белки рыбы, где они находятся?
8. Что представляет собой соединительная ткань рыб? Ее химический состав.
9. Какими веществами обусловлен специфический вкус и запах рыбы?
10. Пищевая ценность жира рыб.
11. Чем обусловлен сладковатый привкус рыбы при тепловой обработке?
12. Минеральный и витаминный состав рыбы.
13. Сравните белковый состав икры и молок рыб.

### ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ 8

Цель занятия: **Анатомия нерыбных продуктов морского промысла**

Формируемые компетенции: ПК-4 - способен определять и анализировать свойства сырья, полуфабрикатов и продовольственных товаров, влияющие на оптимизацию технологического процесса, качество и безопасность готовой продукции, эффективность и надежность процессов производства

Беспозвоночные животные населяют морские и пресные водоемы в колоссальных количествах. Особенностью строения этих животных является отсутствие позвоночника. Беспозвоночные отличаются большим разнообразием строения тела и размеров (рис.104).

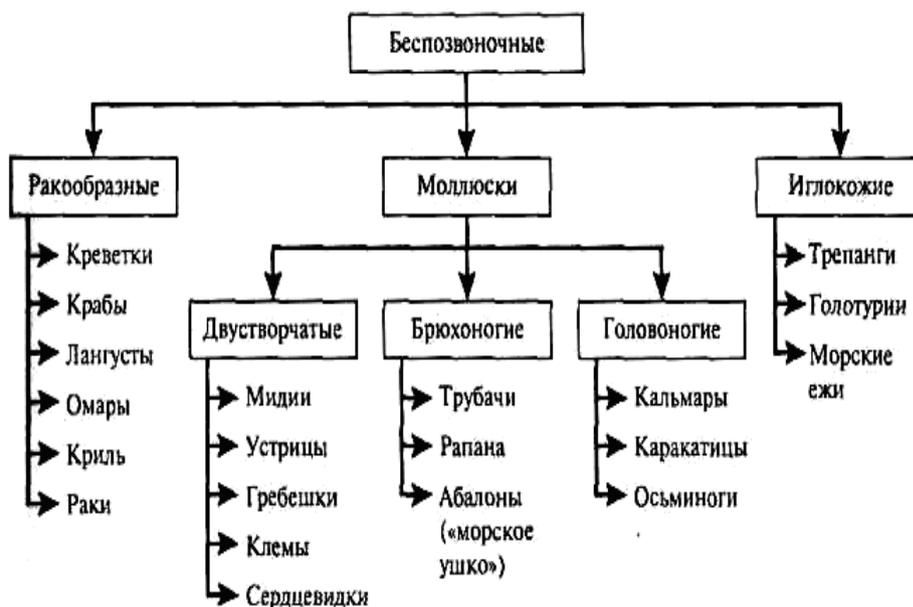


Рисунок 10. Классификация промысловых беспозвоночных

Общее число видов беспозвоночных, используемых промышленностью для выработки пищевой, кормовой, лечебной и технической продукции. Около 800. Для пищевых целей традиционно используется довольно ограниченное количество промысловых беспозвоночных. В число промысловых беспозвоночных входит три группы животных, имеющих специфическое строение тела, различный химический состав и своеобразные технологические свойства.

Таковыми промысловыми беспозвоночными являются: ракообразные; моллюски; иглокожие.

**Ракообразные.** К ракообразным относятся крабы, креветки, омары, лангусты, криль, мелкие морские рачки и речные раки.

**Крабы.** Среди промысловых видов крабов наиболее ценными являются камчатский краб (рис. 11) и близкие к нему синий, равношипный крабы (Рис. 12 *а* и *б*) краб – паук, карликовый краб, манящий краб, мохнаторукий краб (рис. 13).

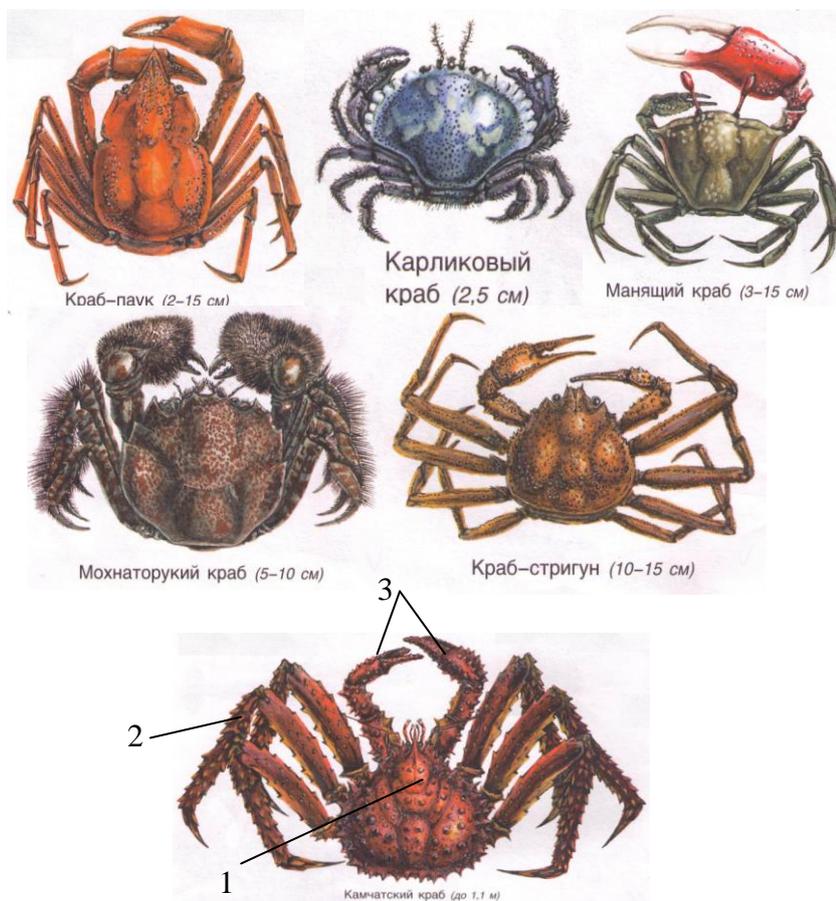


Рисунок 11. Строение камчатского краба: 1 – головогрудь; 2 – ходильные конечности; 3 – соответственно, левая и правая клешни

Все тело краба покрыто твердым панцирем; брюхо (абдомен) подогнуто под головогрудь, в которой сосредоточены внутренние органы; на головогрудь расположены многочисленные мелкие конечности – пара ног с клешнями и три пары ходильных ног, правая клешня всегда больше левой. Размер панциря головогрудь зависит от возраста краба.

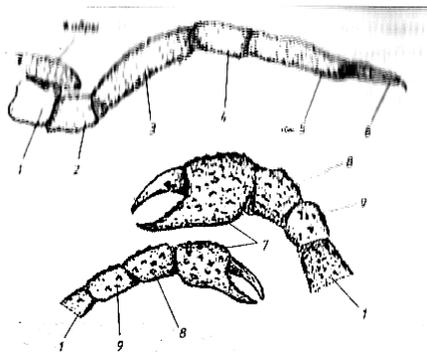


Рисунок 12. Строение конечностей краба:

1 – трубка, содержащая рыхлое мясо, или розочка; 2–трубка безымянная; 3– толстая трубка, содержащая толстое мясо 5– голень, содержащая тонкое мясо; 6– коготь; 7– клешни; 8 и 9– короткие панцирные трубки или шейки.

Под панцирем находится покрывающая все тело краба кожистая пленка – хитиновая основа нового панциря. Съедобное мясо расположено в панцире ходильных клешненосных конечностей, а также в абдомене. «Скелетом» конечностей являются панцирные трубки, соединенные колеистыми суставами. В трубке 1 , соединяющей конечность с областью внутренних перегородок головогруди, расположено рыхлое мясо, или розочка; трубка 2 называется безымянной; наиболее ценное и крупное мясо (толстое мясо) заключено в бедре или толстой трубке 3 ; в следующей трубке 4 размещено мясо-коленце; затем следует голень, содержащая тонкое мясо 5; мясо из когтя 6 не представляет ценности. Клешненосная конечность состоит из клешни 7 и двух коротких панцирных трубок 8 и 9, или шеек; левая клешня намного меньше правой и обычно не используется ввиду трудоемкости ее разделки и малого выхода мяса. Сырое мясо с трудом извлекается из панцирных трубок. Масса мяса у крабов второй и третьей категорий составляет 28– 33% от массы животного, а у крабов линиялых снижается до 20– 26%.

Мясо крабов является типично белковым продуктом питания и полноценным источником витаминов группы в и микроэлементов

**Креветки.** Промысловое значение имеют несколько видов креветок, из которых наиболее ценными являются гребенчатая глубоководная креветка и крупные особи травяного шримса. Размеры и масса креветок зависят от их вида, возраста и биологического состояния. Например, травяной шримс имеет массу от 4 до 35 г (преобладающая масса 10 – 12 г), шримс-медвежонок 25–80г,



Рисунок 13. Тигровая креветка  
1- абдомен; 2- головогрудь

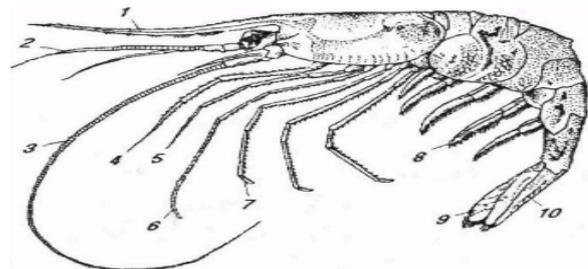


Рисунок 14. Северная креветка:  
1– рострум; 2 – первая антенна;  
3 – вторая антенна; 4 – ногочелюсть;  
5 – грудная конечность четвертой пары;  
6– грудная конечность пятой пары;  
7–ходильная нога;8– брюшная ножка;



Рисунок 15. Креветка-чилиим  
9 – уropод; 10 – тельсон

гребенчатая креветка 50– 60 г, песчаная креветка 6– 8 г, а розовая креветка 5– 12 г. У креветок съедобное мясо расположено в хвосте (абдомене), покрытом звеньями панциря. Во время развития креветки многократно меняют панцирь (линяют). В период линьки объем и масса мяса креветок уменьшаются, мясо становится водянистым. Качество мяса креветок существенно ухудшается, а масса его уменьшается при созревании икры, которую самка вынашивает под абдоменом.

В период выклева личинок, а также в период линьки креветок технологическая ценность их настолько понижается, что лов креветок прекращают. Сырое мясо креветок содержит (в %): воды 71,5– 79,6, жира 0,7– 2,3, азотистых веществ 16–22, причем наименьшее содержание жира, но наибольшее содержание воды бывает в период линьки. По сравнению с белками мяса рыб, белки мяса креветок содержат меньше лизина и гистидина, но больше тирозина, триптофана и цистина. В мясе креветок содержатся: витамины В<sub>12</sub>, ниацин, пантотеновая кислота, пиридоксин, рибофлавин, а также ценный комплекс минеральных элементов (кальций, фосфор, железо, медь, марганец, йод, цинк и др.). Креветок поставляют на рынки в свежем виде, а также готовят из них мороженые и сушеные продукты и стерилизованные консервы.

**Омары и лангусты.** Эти крупные представители морских раков составляют более 6...7% мирового улова ракообразных. Омары в зависимости от вида и возраста имеют длину тела 40– 65 см и массу 4– 8 кг; особо крупные экземпляры достигают длины 75 см и массы 11– 15 кг. Съедобное мясо у омаров находится в абдомене (брюшко) и клешнях. Лангусты достигают длины 40– 50 см и массы. 4– 8 кг. Съедобное мясо у лангустов находится в абдомене.



Рисунок 17. Лангуст



Рисунок 18. Омар

Химический состав мяса омаров и лангустов весьма сильно изменяется в зависимости от вида, возраста и личинной стадии животного. В период линьки мясо сильно обводняется и, соответственно, уменьшается содержание в нем жира и белка.

**Головоногие моллюски.** В мировых уловах головоногих моллюсков (ежегодно добывают от 0,6 до 0,9 млн. т) на долю кальмаров приходится 75– 80%, на долю осьминогов 1,4– 16% и на долю каракатиц 7–8%.

Основным промысловым видом является кальмар тихоокеанский, однако объектами промысла могут быть и другие виды, обитающие в водах Тихого и Атлантического океанов. Кальмары имеют цилиндрическое тело, заканчивающееся треугольным плавником; на голове вокруг ротового отверстия расположено десять щупалец с присосками.



Рисунок 19. Кальмары



Извлеченный из воды живой кальмар имеет яркую окраску, которая бледнеет после гибели животного. С мест лова кальмаров доставляют в ящиках, применяя для охлаждения лед; для длительной транспортировки кальмаров замораживают. Все органы кальмара расположены в полос-

ти тела и прикрыты мясистой пленкой (мантия); на спине в тканях расположена хитиновая пластинка (раковина). Из внутренних органов интерес представляют печень и чернильный мешочек, содержащий синюю или темно-коричневую жидкость.

**Кальмары.** Кальмары являются обитателями открытых морских просторов, отличные пловцы, едва ли не самые быстрые в море животные.

Тело кальмаров мягкое, имеет вид мешочка торпедообразной формы (рис. 19). Кожа гладкая. В области спинки расположена роговая пластинка. Во внутренних органах животного находится чернильный мешочек, ткани которого вырабатывают темно-коричневую краску. Чернильную жидкость кальмар выбрасывает струей или облаком в момент опасности.

Для пищевых целей используется туловище (мантия) и щупальца. Наружная морфология тихоокеанского кальмара показана на рис. 20.

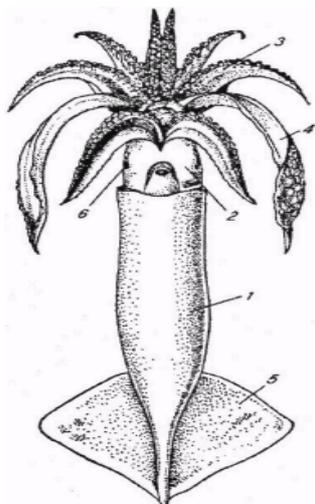


Рисунок 20. Тихоокеанский кальмар (с брюшной стороны): 1 – туловище, 2 – голова, 3 – щупальца, 4 – ловчие щупальца или руки, 5 – плавник, 6 – глаза

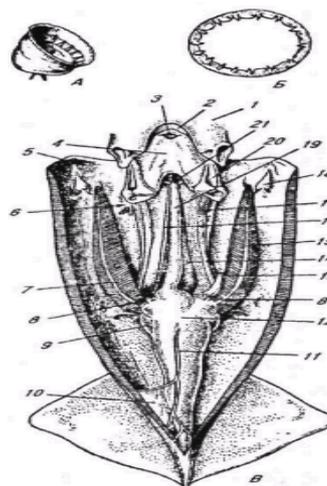


Рисунок 21. Наружная морфология тихоокеанского кальмара: 1 – голова, 2 – ямка для воронки, 3 – переднее отверстие воронки, 4 – воронка, 5 – мантия, 6 – мантийный ганглий, 7 – жаберная вена, 8 – почечное отверстие, 9 – жаберное сердце, 10 – перепонка, соединяющая туловище с мантией, 11 – задняя аорта, 12 – внутренностная масса, 13 – половое отверстие, 14 – чернильный мешок, 15 – жабра, 16 – головная вена, 17 – мускул втягиватель воронки, 18 – валик запонки, 19 – задняя кишка, 20 – желобок запонки, 21 – анальное отверстие

Размеры тела кальмаров различны. Длина тела тихоокеанского кальмара (наиболее массового в дальневосточных водах) от 40 до 60 см. Масса животного колеблется от 90 до 750 г. В среднем масса кальмара составляет 200 г. В зависимости от возраста масса тихоокеанского кальмара изменяется от 90 до 750 г (преобладают кальмары массой 180–250 г). Некоторые виды кальмаров из Атлантического, океана достигают длины 70 см и массы 1400г. При разделке получают (в % от массы животного): туловище (51,9–54,6), щупальца (17,6–20,1), чернильный мешочек (6,3...10,6), хитиновые пластинки (0,2–0,3), печень, (2,4–6,4), остальные внутренности и другие отходы (12,2–15,6).

В съедобных частях тела кальмара содержится (в %): воды 78,1–82,5, жира (0,2–1,4, азотистых веществ 14,8–18,8, гликогена 0,7–1,3 и минеральных веществ 1,2–1,7. Белки содержат все незаменимые аминокислоты, в мясе много экстрактивных азотистых веществ, придающих ему своеобразный привкус.

### Иглокожие.



**Трепанг** – наиболее ценный представитель промысловых голотурий, имеет цилиндрическое тело с венчиком щупалец и пятью рядами шипов на спине, окраску от темно-зеленой до темно-коричневой с красным оттенком. Масса трепангов зависит от их возраста и достигает 0,3–0,4кг.

Рисунок 22. Трепанг

В оболочке, состоящей из нескольких слоев мускульной, соединительной и покровной тканей, расположены многочисленные опорные известковые пластинки. Оболочка содержит (в %): воды 84–96, жира 0,1–0,8, азотистых веществ 1,4–7,8; особенно много воды и мало жира и азотистых веществ содержится в оболочках трепангов, находящихся в стадии летней спячки, когда ценность сырца резко снижается.

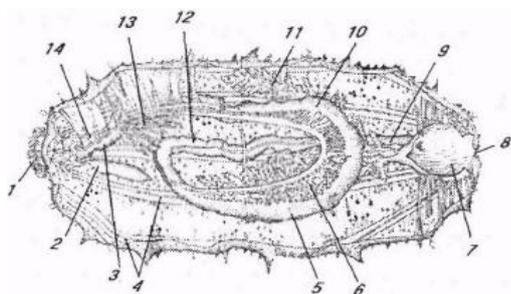


Рисунок 23. Трепанг, вскрытый со стороны спины:  
 1 — щупальца; 2 — ползев пузырь; 3 — пищевод;  
 4 — продольные мышечные ленты; 5 — среднее восходящее колено кишечника; 6 — «чудесная сеть»; 7 — клоака;  
 8 — клоачное отверстие; 9 — задняя кишка; 10 — переднее нисходящее колено кишечника; 11 — правое водное легкое; 12 — нисходящее заднее колено кишечника;  
 13 — половая железа; 14 — половой проток

Извлеченная из воды **кукумария**, или морской огурец, имеет огурцеобразную или почти шарообразную форму тела, на одном конце которого расположен венчик щупалец (рис. 24). Поверхность тела блестящая, покрыта слизистой кутикулой, окраска от темно-бурой до чернотливой, масса животного от 0,3 – 0,5 до 1,5 кг. На воздухе вскоре после гибели животного в результате проявления активности тканевых ферментов ткани теряют упругость и становятся текучими, тело становится плоским, как бы расплывается. В хрящевой ткани оболочки содержится (в %): воды 81–90, жира 0,3–0,7 и азотистых веществ 4,3–10,3. В тканях кукумарии содержится 3–4% коллагена.

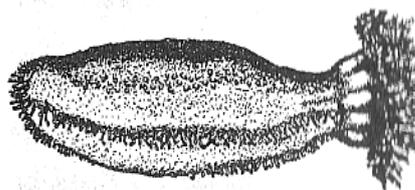


Рисунок 24. Кукумария

**Морской еж.** Наиболее распространенными являются два вида ежей — обыкновенный и обыкновенный плоский. Первый вид встречается в Тихом и Атлантическом океанах, в Баренцевом, Белом, Карском, Лаптевых и Чукотском морях. Живет на различных глубинах и разнообразных грунтах. Второй вид широко распространен в северных частях Тихого океана. Найден на глубинах до 150 м. Ежи имеют промысловое значение. Их икра используется многими народами Востока в пищу.

Обычные морские ежи (рис. 25) — шарообразные животные, имеющие пятилучевое строение. Скелет морского ежа представляет собой скорлупу, состоящую из твердо соединенных между собой пластинок, на которых расположены иглы. В отверстиях пластинок проходят ножки.

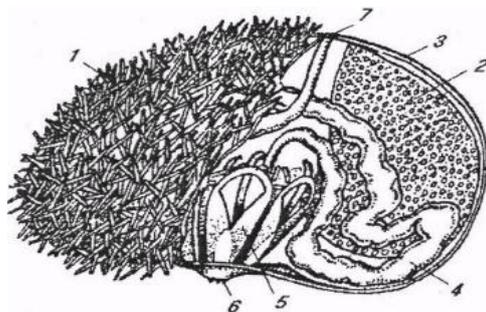


Рисунок 25. Схематическое расположение органов морского ежа (разрез по вертикали):  
 1 — иглы, 2 — половые железы, 3 — известковая скорлупа, 4 — кишечник, 5 — ротовой аппарат, 6 — ротовое отверстие, 7 — анальное отверстие

Полусферическое тело животного сплюснуто в вертикальном направлении. Плоская сторона является нижней, на которой еж ползает. В центре расположено ротовое отверстие с зубами жевательного аппарата. Диаметр и высота тела составляют 2,8 – 8,2 и 3,4 – 7,8 см соответственно. Промысловых размеров считаются особи диаметром 50 мм и более, массой от 75 до 120 г. Окраска меняется от светло – до темно-зеленого цвета.

Тело животного покрыто панцирем, состоящим из известковых элементов. В его полости расположены пищеварительные, амбулакральная, кровеносная и половая системы. Масса панциря колеблется от 39 до 65 %, в среднем составляет 49 % от массы животного, внутренности – 14 %, и внутрисполостная жидкость – 25 %. Половая система представлена в виде пяти гроздевидных половых желез. Семенники характеризуются молочно-белой окраской, яичники имеют чрезвычайно широкую цветовую гамму – от желтого до ярко-оранжевого. Нерестовый период растянут во времени и проходит с конца января–февраля до июня–июля (в массовом количестве – в феврале–апреле). У самок масса гонад в преднерестовый и нерестовый периоды колеблется от 10 до 26 %, в посленерестовый – от 2,7 до 5 %. Наибольший выход икры (в среднем 12 %) выявлен в марте–апреле, наименьший (7 %) – в ноябре. Аналогичная тенденция в изменении масс гонад наблюдалась у самцов.

Пищевую ценность у морского ежа представляют главным образом гонады или икра. Консистенция зрелых гонад нежная, сочная. Запах – свойственен свежей икре со слабо выраженными признаками свежего огурца. По вкусу икра напоминает сырой яичный желток с йодистым привкусом. Кондиционные свойства икра приобретает в преднерестовый период, когда гонады имеют максимальную массу, плотность и упругость. По своему химическому составу икра морского ежа отличается высоким содержанием жира. Химический состав икры морского ежа (% от сырой массы): воды 43,4– 51,6, липидов 31,5– 34,9, сырого протеина 19,2– 20,3 и минеральных веществ 2,5– 2,6. Проведена клиническая апробация икры обыкновенного морского ежа в преднерестовый период в качестве лечебно-профилактического продукта при нарушении функций сердечно-сосудистой системы, иммунодефиците, злокачественных новообразованиях. Получено заключение о лечебно-профилактических свойствах этой икры.

Кондиционная преднерестовая икра может использоваться как деликатесный и лечебно-профилактический продукт.

Нерестовые и посленерестовые гонады рекомендуются для получения соусов, крема икорного, экстрактов биологически активных соединений: комплекса фосфолипидов, каротиноидов, полиеновых жирных кислот и др.

При комплексной переработке морских ежей панцирь рекомендуется направлять на выработку кормовых минеральных добавок.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Классификация продуктов водного промысла для пищевых целей.
2. Какие беспозночные относятся к ракообразным?
3. Какие беспозночные относятся к моллюскам?
4. Какие беспозночные относятся к иглокожим?
5. Дайте характеристику пищевой ценности крабов
6. Почему креветка относится к диетической продукции?
7. Каково строение и химический состав мяса кальмара?
8. Главные отличия омаров и лангустов
9. Дайте характеристику пищевой ценности икры морского ежа?
10. Охарактеризуйте строение трепанга и кукумарии

### **Лабораторное занятие № 8**

Тема занятия: Анатомическое строение и химический состав яйца

Цель занятия: Изучение анатомического строения яйца

**Формируемые компетенции: ПК-4** - способен определять и анализировать свойства сырья, полуфабрикатов и продовольственных товаров, влияющие на оптимизацию технологического процесса, качество и безопасность готовой продукции, эффективность и надежность процессов производства

## 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 1.1 Строение яйца

Яйца птицы (кур, индеек, гусей и перепелок) - продукт, обладающий высокой пищевой и биологической ценностью и усвояемостью.

Яйца относятся к природным концентратам, включающим все пищевые и биологически активные эссенциальные и жизненно важные вещества, необходимые для развития живого организма.

Яйцо имеет сложное строение (рис.1). Основными составными частями являются скорлупа, белок и желток в процентном отношении 12 : 56 : 32.

*Белок* птичьего яйца - это запас питательных веществ для развивающегося организма. Он снабжает его водой, предохраняет зародыш от высыхания, а также растворяет некоторые минеральные вещества, участвующие в построении зародыша. Яичный белок составляет 58% общей массы яйца.

Белок - это прозрачная, почти бесцветная (зеленоватый оттенок), тягучая масса, очень подвижная. Белок заключен в двойной слой пленок: белочную, непосредственно прилегающую к белку, и подскорлупную, наружную, более грубую. Белок имеет сложную структуру. Он состоит из мельчайших ячеек, содержащих жидкий глобулин, отделенных друг от друга тонкими пленчатыми перегородками.

Белок состоит из наружного слоя, прилегающего к подскорлупным пленкам, составляющего 12-13% от массы куриного яйца и находящегося в жидком состоянии, и из второго, более плотного слоя, составляющего 30% массы яйца и 50% массы белка, находящегося в более густом состоянии.

Есть еще и третий, внутренний жидкий слой, составляющий 11-13% массы яйца и четвертый слой - плотный белок, непосредственно прилегающий к оболочке.

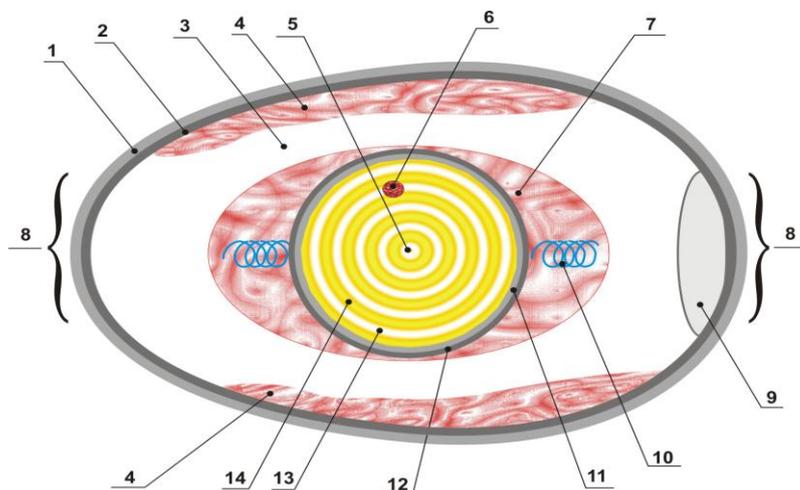


Рисунок 9.1. Строение куриного яйца

1 – Скорлупа; 2 - Подскорлупная оболочка; 3 - Жидкий белок; 4 - Наружный плотный белок; 5 - Ядро светлого желтка; 6 - Зародышевый диск; 7 - Внутренний плотный белок; 8 - Белковые связи; 9 - Воздушная камера (пуга); 10 - Градинки (халазы); 11 - Желточная оболочка; 12 - Градинковый белок; 13 - Светлый желток; 14 - Желтый желток

*Желток* представляет собой эмульсию, заключенную в тонкую прозрачную оболочку, состоящую из трех слоев. В центре яйца желток удерживается благодаря двум градинкам (плотно скрученным белковым тяжам). Градинки закручены в противоположные стороны, благодаря че-

му при поворачивании яйца вокруг его длинной оси желток сохраняет центральное положение, так что зародышевый диск оказывается наверху. Желток состоит из нескольких чередующихся слоев различной окраски (интенсивность ее зависит от пигментирующих веществ корма): под оболочкой находится тонкий слой желтка светло-желтого цвета, под ним более толстый слой желтого цвета, и т.д. В центре находится светло-желтый белок кувшинообразной формы с узким горлышком, выходящим к поверхности желтка. В воронке этого горлышка помещается зародышевый диск. Желток составляет 32% массы яйца.

Скорлупа яйца - это наружная плотная оболочка, необходимая для защиты его содержимого от внешних влияний. В скорлупе различают наружную пористую оболочку, содержащую большое количество тонких канальцев (пор), через которые поступает воздух). Под ней помещается внутренняя двойная подскорлупная оболочка. Непосредственно после снесения на тупом конце яйца двойная подскорлупная оболочка раздваивается и заполняется воздухом, образуется воздушная камера (пуга).

Скорлупа яиц в основном состоит из минеральных веществ, на долю которых приходится 94-97%. Органических веществ в скорлупе 3-6%.

Главное минеральное вещество скорлупы - карбонат Са (около 93% массы скорлупы); карбонат Mg, а также фосфаты этих катионов, содержатся в относительно небольшом количестве. Органическая часть скорлупы почти полностью состоит из белков, близких к кератину и коллагену.

Цвет скорлупы зависит от присутствия в ее составе пигмента овопорфирина.

## 1.2 Химический состав яйца

В составе яиц обращает на себя внимание высокий уровень сбалансированности биологически активных компонентов.

Структура и химический состав яйца взаимосвязаны и зависят от вида и породы птицы.

Таблица 9.1 Химический состав яйца

Яйцо	Массовая доля, %					Калорийность на 100 г, кДж
	воды	азотистых веществ	Жиры	углеводов	зола	
Куриное	73,67	12,57	12,02	0,67	1,07	622
Утиное	70,81	12,77	15,04	0,30	1,08	771
Гусиное	70,40	13,90	13,30	1,30	1,10	754
Индюшиное	72,00	13,10	11,80	1,20	0,80	691
Перепелиное	73,30	11,90	13,10	0,60	1,10	703

### 1.2.1 Состав яичного белка

Белок представляет собой коллоидную желеобразную систему, слабоокрашенную, реакция его щелочная (рН в среднем 8,4-8,6); плотность 1,0459 - 1,0515; свертывается при температуре 61°C, температура замерзания - 0,45°C.

Химический состав белка яйца кур до начала развития зародыша в % приведен ниже:

вода 86-88	белки 10,5-12,7	экстрактивные вещества 0,33-0,37
жир 0,30	Углеводы (глюкоза) 0,10-0,50	минеральные соли 0,30-0,66

В белке яйца кур содержатся следующие белки (в %);

овоальбулин - 69,7	Овомуцин - 1,9
кональбумин - 9,5	лизозим (мукомидаза) - 3,0
овоглобулин - 6,7	авидин - 0,05
овомукоид - 12,7	

Жидкий белок в основном состоит из альбумина и глобулина, плотный - из овоальбумина, а структурная часть из муцина и мукоида.

Ряд белков может быть разделен электрофоретически на несколько фракций. Так, овоальбумин, овоглобулин можно разделить на три фракции, а всего в курином белке их установлено более 10.

Таблица 9.2 Характеристика белков яичного белка

Наименование	Вид белка	pH в проэлектрическо й точке	t свертывания, °C	Свойства
Овоальбумин	простой фосфопротеин	4,6	64-67	
Кональбумин	гликопротеид	6,6	55-60	
Овоглобулин	простой	-	-	хорошая пенообразующая способность
Овомукоид	гликопротеин	4,3	не свертывается	содержит 20-22% углеводов, в основном глюкозу
Авидин	гликопротеид (10 % ДНК)	10,0	-	связывается с биотином, образуя биологически неактивный комплекс
Лизоцим (мукомидаза)	белок с основными свойствами	11,3	-	антибактериальные свойства
Овомуцин	гликопротеид	4,0	В кислой среде устойчив; 80°C в щелочной	ингибирует трипсин, обуславливает стабилизацию пены при взбивании

Яичный белок отличается низким содержанием ферментов. В нем в небольших количествах найдены протеиназа, пептидаза, L-алилаза, каталаза, фосфатаза.

Яичный белок принят в качестве международного эталона оценки качества белков разных продуктов. В яйце максимально сбалансированы все эссенциальные аминокислоты.

В небольшом количестве белок яйца содержит пигменты овофлавина оранжево-желтого цвета, дающий желто-зеленую флуоресценцию.

Углеводы в белке яйца находятся в двух состояниях: в связанном состоянии в белковой молекуле и в свободном состоянии в виде сахаров - (глюкоза - 0,4%).

В яичном белке содержатся витамины в следующих количествах (мг %):

V <sub>1</sub> – 0,12	V <sub>2</sub> – 0,20	V <sub>6</sub> – 0,01
PP – 0,08	H – 0,01	

Из минеральных веществ в белке яйца обнаружены K, Na, P, S, Cl, Ca, Mg.

### 1.2.2 Состав яичного желтка

Желток - сложная коллоидная полидисперсная система, состоящая из воды, белков, липидов, липоидов, углеводов, солей.

Желток представляет собой нерастворимую в воде массу желтого цвета. Это эмульсия липидов и липопротеидов в воде. Желток свежего яйца имеет слабокислую среду (pH около 5,2-5,6), его удельный вес меньше, чем у белка и составляет 1,028; точка замерзания желтка свежего яйца около -0,65°C. Химический состав желтка яйца кур (в %):

вода - 50-54	углеводы - 0,2-1,0	липиды - 28-36
минеральные соли - 0,1-1,6		белки - 15-17



### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите основные структурные составляющие птичьего яйца.
2. Каково назначение белка в яйце и его процентный состав в общей массе яйца?
3. Что представляет собой белок, какова его структура?
4. Что представляет собой желток, каково его строение?
5. Благодаря чему желток сохраняет центральное положение в яйце?
6. От каких факторов зависит окраска яйца и чем она определяется?
7. Каково строение и химический состав скорлупы яйца?
8. Перечислите основные белки белка яйца.
9. Назовите белок, обладающий хорошей пенообразующей способностью.
10. Как называется белок, стабилизирующий пену при взбивании?
11. Каков витаминный и минеральный состав белка яйца?
12. Перечислите основные белки желтка яйца.
13. Дайте характеристику липидного состава желтка.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература:

1. Афанасенко, О.Я. Товароведение продовольственных товаров: сборник тестов: пособие / О.Я. Афанасенко. - 2-е изд., доп. - Минск: РИПО, 2016. - 131 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-985-503-575-7; То же [Электронный ресурс]. -URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463520> (06.02.2018).

### Перечень дополнительной литературы:

1. Кажаява О.И. Товароведение и экспертиза продовольственных товаров: учебное пособие / О.И. Кажаява, Л.А. Манихина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014. - 211 с.
2. Калашнова, Т. В.. Анатомия пищевого животного сырья : учеб. пособие / Т.В. Калашнова, И.А. Беляева ; Сев.-Кав. федер. ун-т. - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 249 с. - Прил.: с. 220-247. - Библиогр.: с. 217-218
3. Калашнова Т.В. Анатомия пищевого животного сырья [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Т.В. Калашнова, И.А. Беляева— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015.— 249 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63232.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### Интернет ресурсы

1. [ftgt.vsau.ru>metod/anatom\\_pish\\_siriy.htm](http://ftgt.vsau.ru/metod/anatom_pish_siriy.htm) «Анатомия пищевого сырья» учебно-методические указания
2. [do.gendocs.ru>docs/index-257099.html](http://do.gendocs.ru/docs/index-257099.html) *Рејтинг РЭУ — Pleha.com*
3. [stud-s.ru>catalog/7/6348](http://stud-s.ru/catalog/7/6348) «Анатомия растительного и животного сырья»  
Электронный учебник:

Ляшенко Е.А., Васильев Д.А. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Анатомия пищевого сырья». Часть 1. - Ульяновск, ГСХА, 2008г

Ляшенко Е.А., Васильев Д.А. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Анатомия пищевого сырья». Часть 2. - Ульяновск, ГСХА, 2008г

## Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФГАОУ ВО «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ  
г. Пятигорск  
Кафедра технологии продуктов питания и товароведения

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

по дисциплине: «**АНАТОМИЯ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ**»

Выполнил:

Студент \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ курса группы \_\_\_\_\_

Направление подготовки:  
\_\_\_\_\_ формы обучения

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Руководитель работы:

\_\_\_\_\_  
(ФИО, должность, кафедра)

Работа выполнена и  
защищена с оценкой \_\_\_\_\_ Дата защиты \_\_\_\_\_

Пятигорск, 20\_\_ г.