

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

СРЕДНЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ

БОТАНИКА

Практикум для обучающихся специальности

33.02.01 Фармация

Рассмотрено и утверждено  
на заседании ЦК «Социально-правовые дисциплины»  
Протокол № 1 от «31» 08 2023 г.

Председатель ЦК *Е.В. Батракова* Е.В. Батракова

Черкесск  
2023

Авторы:

Айбазова Ф. У. – преподаватель ФГБОУ ВО «СевКавГА»

Эркенова М.М. – преподаватель ФГБОУ ВО «СевКавГА»

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение
2. Тема. Строение растительной клетки. Практическая работа №1
3. Тема. Растительные ткани. Практическая работа №2
4. Тема. Морфология вегетативных органов. Корень Практическая работа №3
5. Тема. Морфология вегетативных органов. Побег. Стебель. Практическая работа №4
6. Тема. Морфология вегетативных органов. Лист.  
Практическая работа №5, 6
7. Тема. Морфология генеративных органов. Цветок и соцветия.  
Практическая работа №7, 8
8. Тема. Морфология генеративных органов. Плод.  
Практическая работа №9
9. Список рекомендуемой литературы

Дисциплина Ботаника включает в себя разделы, позволяющие изучить строение, жизненные функции, распространение и систематику растений. Данный практикум посвящен вопросам цитологии, гистологии и органографии растений.

Изучение структурной организации растительных организмов лабораторным способом - важный элемент изучения ботанической науки.

Основной целью практических занятий является углубление и закрепление знаний, полученных в ходе теоретического обучения, выработка навыков самостоятельной исследовательской работы. В процессе выполнения лабораторных работ обучающиеся знакомятся с особенностями анатомического и морфологического строения организмов, различных систематических групп.

Каждому разделу сопутствует теоретическая часть, с помощью которой можно ответить на вопросы самоконтроля и тестовых заданий.

## **ТЕМА 1. СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ.**

### **ЦИТОЛОГИЯ**

Цитология - раздел ботаники, изучающий строение, развитие и жизнедеятельность клетки в целом, и ее составных компонентов.

Предметом цитологии является клетка как основная структурно-функциональная единица животных, растений и грибов.

Клетка - результат биологической эволюции, в ходе которой была создана ее целостность и способность к самовоспроизведению за счет веществ ее энергии, поступающих из внешней среды.

Понятие о клетке и ее строении возникло в связи с изобретением микроскопа в 1590 г. голландскими мастерами братьями Янсеном. Впервые увидел и описал клетку английский естествоиспытатель Роберт Гук в 1665 г. Рассматривая в микроскоп тонкий срез пробки, он обнаружил, что пробка состоит из многочисленных камер, и назвал их клетками.

М. Мальпиги (1671) и Н. Грю (1682) первыми описали микроскопическое строение органов растений, подтвердив их клеточное строение. В 1676 г. А. Левенгук открыл мир микроскопических растений и описал окрашенные включения в клетках высших растений и водорослей.

До XIX века существовало представление, что основные функции клетки связаны с ее стенкой, а содержимому клетки отводилась второстепенная роль.

С усовершенствованием микротехники расширялись и познания о внутреннем содержимом клетки. Так, в 1831 г. Р. Браун обнаружил в клетке ядро и описал его как важнейшее образование. В 1839 г. Я. Пуркинью ввел новый термин «протоплазма», т. е. живое содержимое клетки.

Обобщив все накопленные знания в области клетки, ботаник М. Шлейден (1838) и зоолог Т. Шванн (1839) сформулировали клеточную

теорию, основным утверждением которой было: клетка есть единая элементарная и функциональная структура всех живых организмов.

В 1858 г. Р. Вирхов добавил новое положение к клеточной теории, обосновав принцип преемственности клеток путем деления (каждая клетка образуется из клетки).

В 1946 г. с применением электронного микроскопа была установлена тонкая структура клетки, получившая название ультраструктуры.

## ОСНОВЫ БОТАНИЧЕСКОЙ МИКРОТЕХНИКИ

Анатомия растений (микроморфология) изучает внутреннее строение растений. В теле растения, в отличие от тела животного, нет полостей, в которых расположены внутренние органы, а при исследованиях сразу обнаруживаются клетки. Основные виды методов изучения клеточного строения растений - приготовление анатомических (микроскопических) препаратов, их изучение под микроскопом (микроскопирование), микрохимические методы.

*Луна* - самый простой увеличительный прибор. Главная его часть - увеличительное стекло, выпуклое с двух сторон и вставленное в оправу.

С помощью лупы мы видим изображение предмета, увеличенное в 2–25 раз. Лупу берут за рукоятку и приближают к предмету на такое расстояние, при котором изображение предмета становится наиболее четким.

Величина большинства микроорганизмов измеряется микронами, или микрометрами ( $1 \text{ мкм} = 1 \cdot 10^{-6}$  и  $= 1 \cdot 10^{-3}$  мм), поэтому рассмотреть и изучить их можно только с помощью специальных оптических приборов - микроскопов.

*Микроскоп* — это прибор, увеличивающий изображение предмета в несколько сот и даже в тысячи раз. Первый микроскоп изобрёл в XVII веке английский учёный Роберт Гук. Наиболее совершенными в то время были микроскопы, сконструированные голландцем Энтони ван Левенгуком. Его микроскопы давали увеличение до 270 раз. Современные световые

микроскопы увеличивают изображение до 3600 раз. В XX веке был изобретен электронный микроскоп, увеличивающий изображение в десятки и сотни тысяч раз.

Принцип работы биологического иммерсионного микроскопа заключается в получении действительного обратного изображения предмета в проходящем или искусственном свете.

В микроскопе различают три части - механическую, оптическую и осветительную.

Механическая часть, или штатив, состоит из опорной части - основания микроскопа и тубусодержателя, на котором укреплены предметный столик, кронштейн конденсора и зеркало (или осветитель), а в верхней части - головка, наклонный тубус и револьвер с объективами.

Предметный столик служит для закрепления на нем рассматриваемого предмета (препарата), он может перемещаться в горизонтальной плоскости с

помощью винтов.

Фокусировка препарата достигается перемещением тубуса с помощью механизма, который приводится в движение двумя винтами - макрометрическим (грубая фокусировка) и микрометрическим (тонкая фокусировка). Одним оборотом микрометрического винта тубус передвигается на 0,1 мм. При вращении винтов по часовой стрелке тубус микроскопа опускается, при вращении против часовой стрелки - поднимается.

Оптическая часть микроскопа представлена объективами и окуляром. Объектив — это основная часть микроскопа. Он состоит из системы линз, заключенных в металлическую оправу. Увеличение объектива зависит от фокусного расстояния передней (фронтальной) линзы - единственной линзы, дающей увеличение. Чем больше кривизна фронтальной линзы, тем короче фокусное расстояние и тем больше увеличение объектива. Расположенные над ней корреляционные линзы, предназначены для получения более четкого изображения (устранения дефектов изображения - сферической и хроматической аберраций). Увеличение, которое дают объективы, указано цифрами на их оправе. В зависимости от степени даваемого увеличения объективы делятся на объективы малого, среднего и большого увеличений.

Объективы малого увеличения ( $3^x$ ,  $5^x$ ,  $8^x$ ,  $9^x$ ,  $10^x$ ) применяют главным образом для предварительного осмотра препарата. Объективы среднего увеличения ( $20^x$ ,  $40^x$ ,  $60^x$ ) - для изучения крупных клеток микроорганизмов (например, грибов). Эти объективы называют сухими, поскольку при микроскопии между фронтальной линзой и препаратом находится воздух. Вследствие различия показателей преломления воздуха ( $n = 1$ ) и стекла ( $n = 1,52$ ) часть лучей, освещающих препарат, рассеивается и не попадает в объектив.

Объективы больших увеличений ( $85^x$ ,  $90^x$ ) называются иммерсионными. Их применяют для изучения мелких форм микроорганизмов (например, бактерий). При работе с ними препарат должен быть максимально освещен. Светорассеивание, неизбежное при работе с объективами, в данном случае устраняется благодаря использованию иммерсионных жидкостей, показатель преломления которых близок к показателю преломления стекла. Чаще всего используют кедровое масло, у которого  $n=1,515$ . Каплю жидкости наносят на препарат и погружают в нее объектив. Короткое фокусное расстояние объективов большого увеличения (1,9–2,1мм) позволяет исследовать объект, не поднимая объектив из капли, вследствие чего создается однородная среда между линзой и препаратом.

Осветительное устройство расположено под предметным столиком. Его назначение - освещение поля зрения препарата. В осветительном устройстве различают зеркало, либо осветитель, и конденсор с ирисовой диафрагмой.

Конденсор представляет собой систему сильных линз и служит для усиления яркости освещения рассматриваемого объекта. Он собирает отраженные от зеркала лучи света в пучок и концентрирует их в плоскости препарата. Передвигается конденсор в вертикальном направлении при помощи винта. При опускании конденсора поле зрения микроскопа

затемняется, при поднятии освещается.

Ирисовая диафрагма расположена под конденсором. Она состоит из тонких металлических сегментов, которые при помощи рычажка можно сдвигать или раздвигать, регулируя этим поступление света в конденсор.

Окуляр состоит из двух линз, заключенных в общую металлическую оправу. Верхняя линза называется глазной, нижняя – собирательной. Окуляр лишь увеличивает изображение, даваемое объективом. Микроскопы системы «Биолам» снабжены окулярами, дающими увеличение  $7^{\times}$ ,  $10^{\times}$  и  $15^{\times}$  (цифры указаны на оправе).

В учебных лабораториях обычно используют световые микроскопы, на которых микропрепараты рассматриваются с использованием естественного или искусственного. Наиболее распространены световые биологические микроскопы: БИОЛАМ, МИКМЕД, МБР (микроскоп биологический рабочий), МБИ (микроскоп биологический исследовательский) и МБС (микроскоп биологический стереоскопический). Они дают увеличение в пределах от 56 до 1350 раз. Стереомикроскоп (МБС) обеспечивает подлинно объемное восприятие микрообъекта и увеличивает от 3,5 до 88 раз.

### **Правила работы с микроскопом**

При работе с микроскопом необходимо соблюдать операции в следующем порядке:

1. Работать с микроскопом следует сидя.
2. Микроскоп осмотреть, вытереть от пыли мягкой салфеткой объективы, окуляр, зеркало или электроосветитель.
3. Микроскоп установить перед собой, немного слева на 2–3 см от края стола. Во время работы его не сдвигать.
4. Открыть полностью диафрагму, поднять конденсор в крайнее верхнее положение.
5. Работу с микроскопом всегда начинать с малого увеличения.
6. Опустить объектив в рабочее положение, т. е. на расстояние 1 см от предметного стекла.
7. Установить освещение в поле зрения микроскопа, используя электроосветитель или зеркало. Глядя одним глазом в окуляр и пользуясь зеркалом с вогнутой стороной, направить свет от окна в объектив, а затем максимально и равномерно осветить поле зрения. Если микроскоп снабжен осветителем, то подсоединить микроскоп к источнику питания, включить лампу и установить необходимую яркость горения.
8. Положить микропрепарат на предметный столик так, чтобы изучаемый объект находился под объективом. Глядя сбоку, опускать объектив при помощи макровинта до тех пор, пока расстояние между нижней линзой объектива и микропрепаратом не станет 4–5 мм.
9. Смотреть одним глазом в окуляр и вращать винт грубой наводки на себя, плавно поднимая объектив до положения, при котором хорошо будет

видно изображение объекта.

*Нельзя смотреть в окуляр и опускать объектив.* Фронтальная линза может раздавить покровное стекло, и на ней появятся царапины.

10. Передвигая препарат рукой, найти нужное место, расположить его в центре поля зрения микроскопа.

11. Если изображение не появилось, то надо повторить все операции пунктов 6, 7, 8, 9.

12. Для изучения объекта при большом увеличении, сначала нужно поставить выбранный участок в центр поля зрения микроскопа при малом увеличении. Затем поменять объектив на  $\times 40$ , поворачивая револьвер, так чтобы он занял рабочее положение. При помощи микрометрического винта добиться хорошего изображения объекта. На коробке микрометрического механизма имеются две риски, а на микрометрическом винте - точка, которая должна все время находиться между рисками. Если она выходит за их пределы, ее необходимо вернуть в нормальное положение. При несоблюдении этого правила, микрометрический винт может перестать действовать.

13. По окончании работы с большим увеличением, установить малое увеличение, поднять объектив, снять с рабочего столика препарат, протереть чистой салфеткой все части микроскопа, накрыть его полиэтиленовым пакетом и поставить в шкаф.

### **Документирование результатов микроскопирования**

Результаты изучения растения с помощью микроскопа обязательно документируются. Только после этого их можно использовать в научной и производственной деятельности, например, в подготовке научных публикаций, для разработки фармакопейных статей.

Способы документирования результатов микроскопических исследований:

- **Описательный метод.** Составляются описания микроскопических картин, которые наблюдал исследователь. При этом используется научная ботаническая терминология.

- **Изготовление рисунков.** Классический рисунок в анатомии растений выполняется одним цветом, карандашом или тушью. На рисунке указывается масштаб, увеличение рабочего объектива, окуляра. Чтобы точно установить масштаб, используют специальные окулярные сетки и окулярные линейки, которые при наблюдении под микроскопом накладываются на микроскопическую картину и наносятся на рисунок. Рисунок можно выполнить с помощью специального прибора, присоединяющегося к микроскопу - рисовального аппарата. Рисовальный аппарат позволяет видеть увеличенную микроскопическую картину на листе бумаги. Исследователь просто обводит контуры структур. Когда рисунки помещаются, к примеру, в



научную статью или в другую документацию, обязательно указывается тип микроскопа, которым пользовался исследователь.

- **Фотографирование.** К тубусу микроскопа с помощью специального переходника присоединяется фотокамера. Затем готовятся фотографии с обязательным, как и на рисунках, указанием масштаба, рабочего объектива и окуляра микроскопа. При публикации фотографий указывается тип микроскопа и фотокамеры. В последнее время применяются цифровые фотокамеры. Фотографии печатаются с помощью компьютерного оборудования, результаты наблюдений архивируются в компьютере.

Чаще всего для документирования результатов микроскопических исследований пользуются комбинацией методов. Например, к фотографии прилагается описание. Фотография часто не дает полного представления об объекте исследования, поскольку может получиться нечеткой, мешают второстепенные детали структуры объекта. Поэтому, наряду с фотографированием, выполняют рисунки, на которых отражаются самые важные детали строения данной части растения.

### **Учебный рисунок**

В учебниках и учебных пособиях по анатомии растений приводятся учебные рисунки, которые схематически отражают строение изучаемого объекта, не имеют масштаба и указаний на то, с помощью какого микроскопа и каких его увеличений они делались. Эти рисунки пригодны только для учебных целей, для успешного освоения учебных курсов. Такие рисунки выполняются и самими студентами на лабораторных занятиях.

Студенты могут рисовать карандашом или ручкой. По желанию студента допускается использование цветных карандашей. Обязательна общая подпись, которая называет рисунок в целом, и подписи, называющие части рисунка.

Подпись, называющая рисунок в целом, по общепринятым правилам делается под рисунком. Она так и называется: «подрисуночная». В студенческом альбоме общие подписи можно не делать, если пишутся названия выполняемых заданий лабораторных работ. Например, записано задание: «Лейкопласты в клетках кожицы листа традесканции». Под названием задания нарисованы клетки с лейкопластами. Подрисуночная подпись не нужна.

Подписи, называющие части рисунка, отдельные детали строения нарисованного объекта, можно делать одним из двух способов.

От части рисунка, которую нужно назвать, проводится указательная линия за пределы изображения. Напротив нее делается подпись.

Напротив указательной линии ставится условное обозначение - цифра или буква. Условное обозначение расшифровывается (подписывается) под рисунком.

## **СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ**

Клетка является единицей строения и жизнедеятельности всех живых организмов. Основными особенностями строения растительной клетки являются:

- 1) наличие в них особых органелл - пластид (хлоропласт, хромопласт, лейкопласт)
- 2) плотная, упругая оболочка
- 3) развитая система вакуолей.

Пластиды являются основными цитоплазматическими органеллами клеток автотрофных растений. Название происходит от греческого слова «plastos», что в переводе означает «вылепленный».

Главная функция пластид - синтез органических веществ, благодаря наличию собственных ДНК и РНК, и структур белкового синтеза. Впластидах также содержатся пигменты, обуславливающие их цвет. Все виды данных органелл имеют сложное внутреннее строение. Снаружи пластиду покрывают две элементарные мембраны, имеется система внутренних мембран, погруженных в строму, или матрикс.

Классификация пластид по окраске и выполняемой функции подразумевает деление этих органоидов на три типа: хлоропласты, лейкопласты и хромопласты. Пластиды водорослей именуется хроматофорами.

Хлоропласты — это зеленые пластиды высших растений, содержащие хлорофилл - фотосинтезирующий пигмент. Представляют собой тельца округлой формы размерами от 4 до 10 мкм. Химический состав хлоропласта: примерно 50% белка, 35% жиров, 7% пигментов, малое количество ДНК и РНК.

У представителей разных групп растений комплекс пигментов, определяющих окраску и принимающих участие в фотосинтезе, отличается. Это подтипы хлорофилла и каротиноиды (ксантофилл и каротин). При рассматривании под световым микроскопом видна зернистая структура пластид — это граны. Под электронным микроскопом наблюдаются небольшие прозрачные уплощенные мешочки (цистерны, или граны), образованные белково-липидной мембраной и располагающиеся в непосредственно в строме.

Причем некоторые из них сгруппированы в пачки, похожие на столбики монет (тилакоиды гран), другие, более крупные находятся между тилакоидами. Благодаря такому строению увеличивается активная синтезирующая поверхность липидно-белково-пигментного комплекса гран, в котором на свету происходит фотосинтез.

Хромопласты - пластиды, окраска которых бывает желтого, оранжевого или красного цвета, что обусловлено накоплением в них каротиноидов.

Благодаря наличию хромопластов, характерную окраску имеют осенние листья, лепестки цветов, созревшие плоды (помидоры, яблоки). Данные органоиды могут быть различной формы - округлой, многоугольной, иногда

игольчатой.

Лейкопласты представляют собой бесцветные пластиды, основная функция которых обычно запасаящая. Размеры этих органелл относительно небольшие. Они округлой либо слегка продолговатой формы, характерны для всех живых клеток растений. В лейкопластах осуществляется синтез из простых соединений более сложных - крахмала, жиров, белков, которые сохраняются про запас в клубнях, корнях, семенах, плодах.

Под электронным микроскопом заметно, что каждый лейкопласт покрыт двухслойной мембраной, в строме есть только один или небольшое число выростов мембраны, основное пространство заполнено органическими веществами. В зависимости от того, какие вещества накапливаются в строме, лейкопласты делят на амилопласты, протеинопласты и элеопласты.

Все виды пластид имеют общее происхождение и способны переходить из одного вида в другой. Так, превращение лейкопластов в хлоропласты наблюдается при позеленении картофельных клубней на свету, а в осенний период в хлоропластах зеленых листьев разрушается хлорофилл, и они трансформируются в хромопласты, что проявляется пожелтением листьев. В каждой определенной клетке растения может быть только один вид пластид.

Вещества живого содержимого растительной клетки - протопласта и продукты его жизнедеятельности очень разнообразны. Условно их объединяют в две группы:

1) конституционные, входящие в состав живой материи, и участвующие в обмене веществ (белки, нуклеиновые кислоты, липиды, углеводы и др.);

2) эргастические включения (греч. *эргон* компоненты протопласта, играющие вспомогательную роль в его жизни и являющиеся либо источниками материи и энергии при росте и работе живой клетки, либо отбросными продуктами ее метаболизма.

Одни из них - запасные вещества, т. е. временно исключенные из процесса обмена веществ (белки, липиды, углеводы: крахмал, инулин сахар и др.). Другие вещества - конечные продукты, например, соли кальция.

Крахмал (после целлюлозы) является самым распространенным в растительном мире углеводом. Крахмал образуется в хлоропластах во время фотосинтеза (ассимиляционный или первичный крахмал). Позже он разрушается и синтезируется в амилопластах как запасной или вторичный крахмал.

Крахмальные зерна имеют разную форму и образуют слоистость вокруг одной точки, называемой образовательным центром. Возникновение слоистости приписывают чередованию двух углеводов амилазы (линейные молекулы) и амилопектина (разветвленные молекулы).

Расположение слоев может быть концентрическим (например, у злаков и бобовых) и эксцентрическим (например, у картофеля). В последнем случае, точка, вокруг которой откладываются слои, находится не в центре зерна, а сдвинута вбок.

Амилопласт может содержать одно (простое зерно) или несколько крахмальных зерен (полусложное и сложное). Если в лейкопласте имеется одна точка, вокруг которой откладываются слои, то образуется простое зерно, если две и более, то образуется сложное зерно, состоящее как бы из нескольких простых. Полусложное зерно образуется в том случае, если крахмал сначала откладывается вокруг нескольких точек, а затем после соприкосновения простых зерен вокруг них возникают общие слои. Форма крахмальных зерен своеобразна у каждого вида.

В клубнях георгина, земляной груши, корнях одуванчика и других растений семейства сложноцветных клеточный сок содержит близкий к крахмалу углевод инулин, отличающийся от крахмала растворимостью в воде. При действии спирта инулин кристаллизуется, образует так называемые сферокристаллы.

Белки — это основные органические вещества, определяющие строение и свойства живой материи. В определенные фазы развития белки могут откладываться в запас. Запасные белки наиболее часто откладываются в виде зерен округлой или овальной формы, называемых алейроновыми. Это простые белки - протеины. Они откладываются в вакуолях или лейкопластах (алеуронопласты). Запасными белками очень богаты семена бобовых и злаковых растений. Большое количество белков находится в клетках, расположенных под семенной кожурой, в так называемом алейроновом слое.

Липиды включают большую группу соединений биологического происхождения. Липиды являются структурными компонентами клетки (входят в состав мембран, образуют липидные капли в цитоплазме) или эргастическими веществами. Запасные масла обычно откладываются в лейкопластах, называемых олеопластами.

## **Лабораторная работа 1**

### **Тема: Строение растительной клетки.**

- Цель работы:** познакомиться с формами клеток и пластидами на примере микроскопических исследований предложенных объектов
- Задачи:** изучить разнообразие форм клеток и структуру пластид
- Оборудование:** микроскопы, стаканчики с водой, предметные и покровные стекла, стеклянные палочки, препаровальные иглы, пинцет
- Объекты исследования:** сочная чешуя луковицы лука, зрелые плоды шиповника, томат, арбуз, лист традесканции, лист комнатного

растения

**Реактивы:**

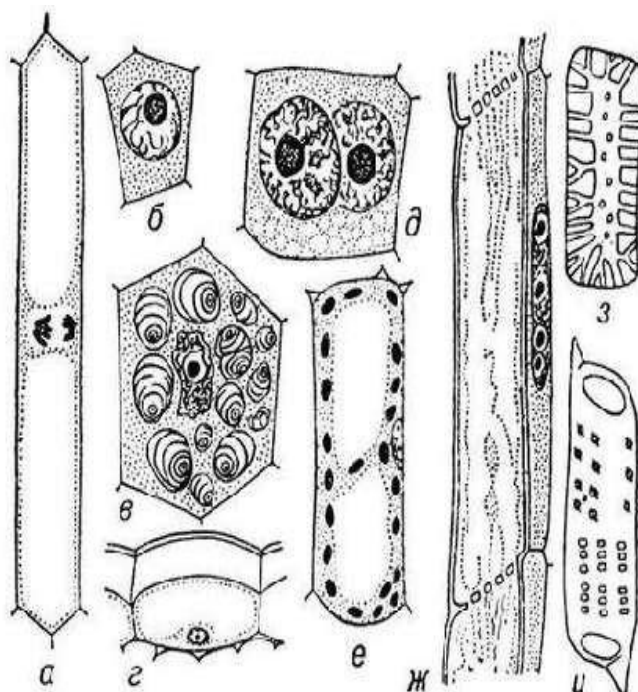
дистиллированная вода, флороглюцин, соляная кислота

**Ход работы**

Задание 1. *Приготовление и изучение препаратов с разной формой клетки.*

1. Приготовьте препарат сочной чешуи лука и рассмотрите его под микроскопом. Определите форму и тип клетки.

2. Приготовьте препарат мякоти томата или арбуза и рассмотрите его подмикроскопом (рис. 4). Определите форму и тип клетки.



**Рис. 4** Формы клеток

а,е,ж,и,з – празенхимные б,в,д,г, - паренхимные

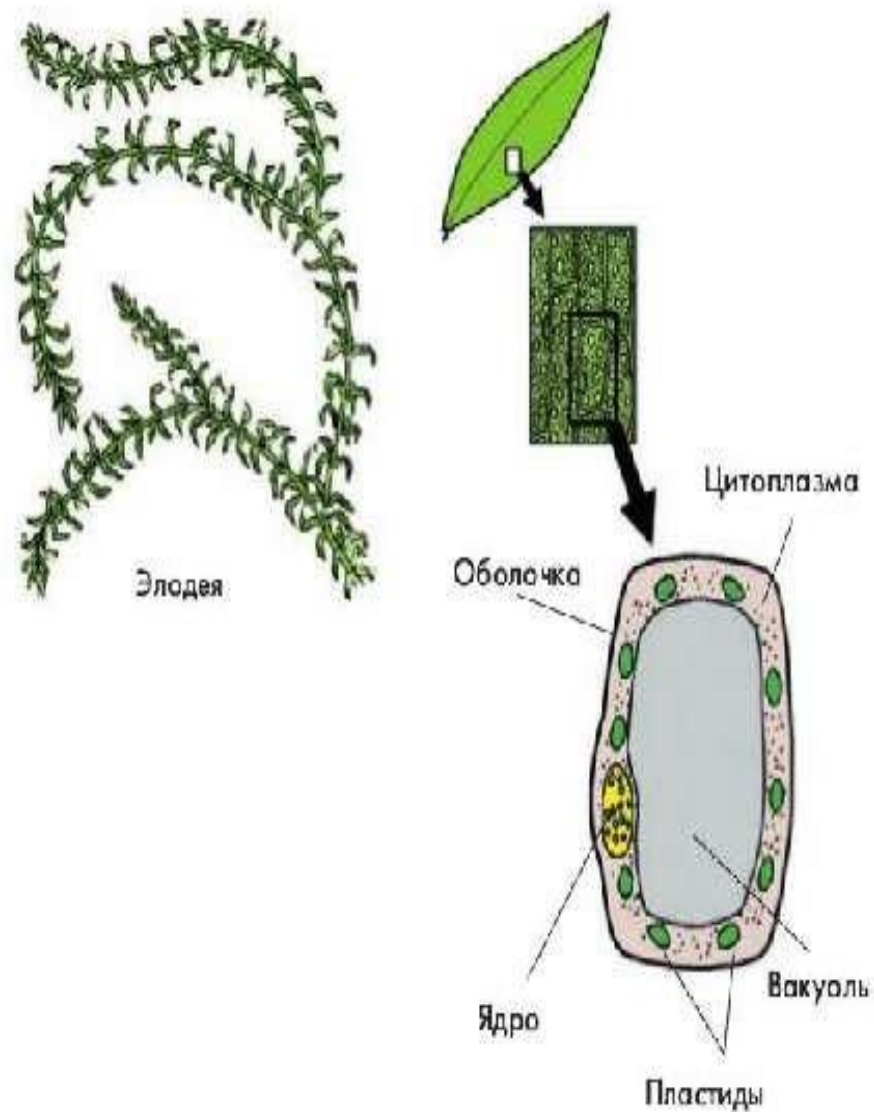
Задание 3. *Изучение строения клетки.*

1. Нанесите каплю воды на предметное стекло. Отделите лист элодеи от стебля, положите его в каплю и накройте покровным стеклом.

2. Рассмотрите препарат под микроскопом. Найдите зеленые клетки элодеи.

3. Зарисуйте клетку листа элодеи и подпишите ее части: оболочку, цитоплазму, ядро, вакуоли, пластиды (рис.5).

4. Сравните свой рисунок с изображением растительной клетки в учебнике.



**Рис. 5** Строение клетки листа элодеи.

**Задание 4** *Изучение хлоропластов в клетках эпидермиса листа комнатного растения.*

1. Приготовьте препарат эпидермиса листа комнатного растения и рассмотрите его под микроскопом. Зарисуйте хлоропласты клетки.

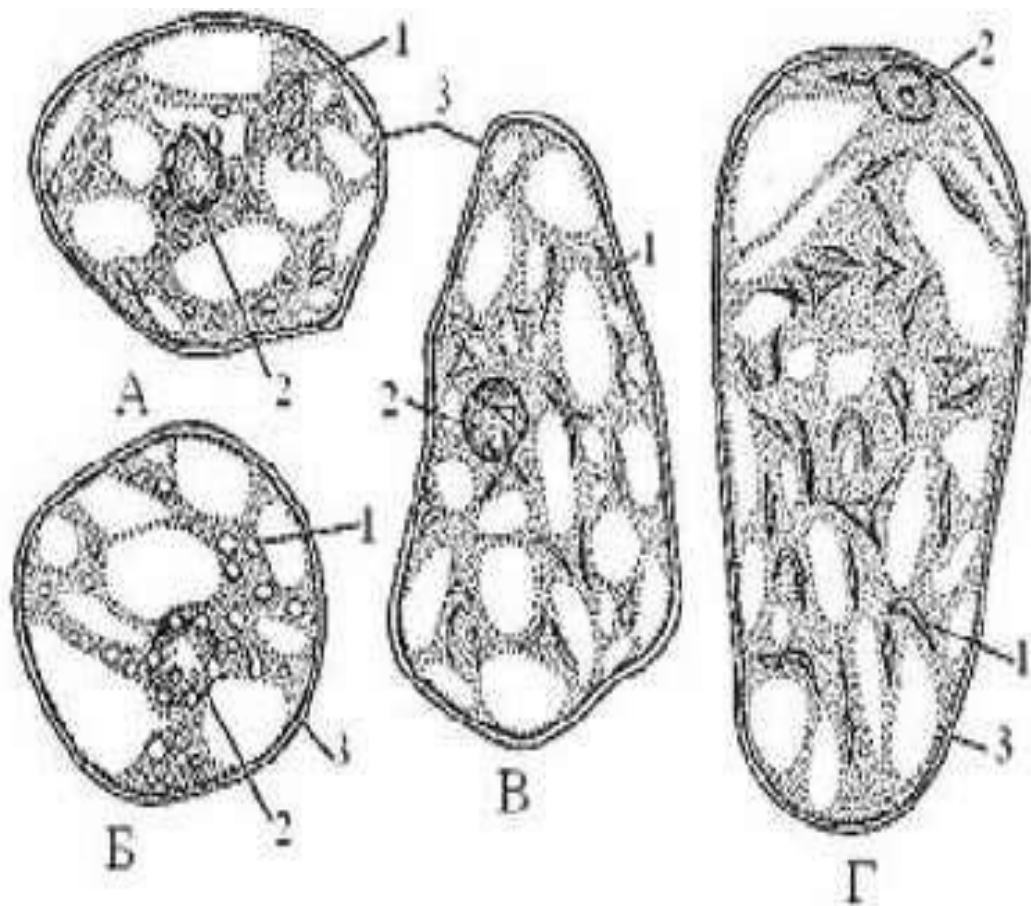
**Задание 5.** *Изучение хромопластов в клетках мякоти шиповника.*

1. Надрежьте кожицу зрелого плода шиповника и достаньте немного мякоти.

2. Мякоть нанесите на предметное стекло в каплю воды и осторожно накройте покровным стеклом.

3. При малом увеличении найдите участок со свободно лежащими клетками.

4. Рассмотрите препарат под большим увеличением (рис. 6).



**Рис. 6** Хромопласты в клетках мякоти зрелых плодов:

А - шиповник Б - ландыш В - рябина Г - боярышник.

1 - хромопласты, 2 - ядро, 3 - оболочка клетки.

*Задание 6. Изучение лейкопластов в клетках эпидермы листа традесканции.*

1. Для приготовления препарата сорвите лист с побега традесканции и оберните его вокруг указательного пальца левой руки, так чтобы нижняя сторона фиолетового цвета была обращена наружу.

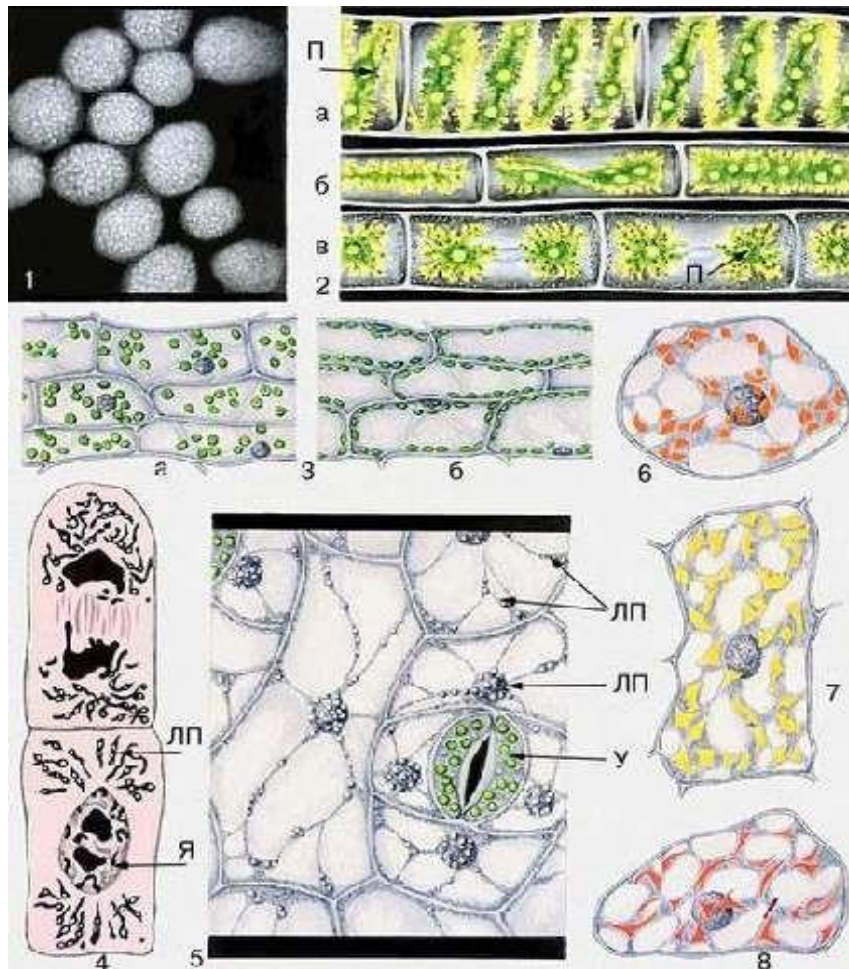
2. Правой рукой с помощью препаровальной иглы надорвите эпидерму над средней жилкой ближе к основанию листа и пинцетом снимите ее кусочек.

3. Сорванный кусочек положите на предметное стекло в каплю воды наружной стороной и накройте покровным стеклом.

4. Рассмотрите препарат, найдите лейкопласты при малом увеличении, затем - при большом (рис.7).

5. Зарисуйте 1–2 клетки и сделайте обозначения.

6. Окончив работу, установите малое увеличение и уберите микроскоп в безопасное место.



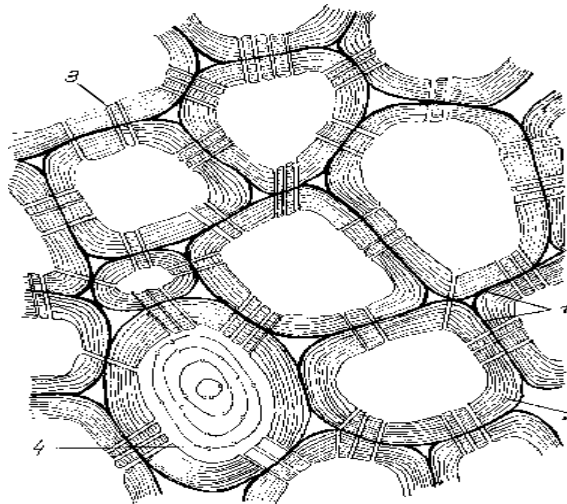
**Рис.7**

- 1 Гранная структура хлоропластов (в световом микроскопе)
2. Разные формы хроматофоров в клетках водорослей:
- 3 а - лентовидный (у спирогиры), б - пластинчатый (у мужоции),  
4. в - звёздчатый (у зигнемы) П - пиреноиды.
5. Пластиды в клетках эпидермиса традесканции: У - замыкающие клетки устьица с хлоропластами ЛП - лейкопласты вокруг ядра и в тяжах цитоплазмы клеток эпидермиса 6–8. Хромопласты:
6. в клетках зрелого плода шиповника
7. в клетках околоцветника настурции; 8 - в клетках зрелого плода рябины.

*Задание 5 Приготовление препаратов радиального и тангенциального срезов древесины лавровишни и сосны.*

1. Приготовьте препараты радиального и тангенциального срезов древесины лавровишни и сосны, подействовав на них флороглюцином и соляной кислотой (можно использовать готовые препараты).
2. Рассмотрите при большом увеличении строение стенок клеток.
3. На тангенциальном срезе найдите окаймленные поры в разрезе, а на радиальном - в плане.
4. Зарисуйте и сделайте обозначения (рис. 8).





**Рис. 8.** Клетки сердцевины побега лавровишни лекарственной (*Laurocerasus officinalis*):

1 - первичная оболочка, 2 - вторичная оболочка, 3 - простые поры, 4 - то же, вид сверху

### Вопросы для самоконтроля

1. К каким двум группам можно отнести все разнообразие форм клеток?
2. Какую роль играют пластиды в жизни клетки?
3. Назвать основные типы пластид. Какое они имеют строение?
4. Какие пластиды имеются в клетках зеленых растений?
5. В клетках каких органов растений чаще всего можно встретить хромопласты?
6. Какие пигменты имеются в хромопластах?
7. Какие функции выполняют лейкопласты?
8. Какие взаимные превращения возможны между пластидами?

### КОНТРОЛЬНЫЕ ТЕСТЫ

Внимательно прочтите каждый вопрос теста и выберите правильный ответ.

#### Вариант 1

**1. Плотную прозрачную оболочку имеют:**

- а) все растительные клетки;
- б) только молодые клетки;
- в) только клетки кожицы листа, кожицы корня, луковицы.

**2. При сильном нагревании или замораживании цитоплазма клетки:**

- а) разрушается;
- б) сжимается в комочек;
- в) отходит к оболочке и образует пристенный слой.

**3. Цитоплазма в клетке:**

- а) медленно движется;

б) медленно движется только при нагревании;

в) не всегда движется.

**4. Вакуоли с клеточным соком имеются:**

а) во всех растительных клетках;

б) почти во всех растительных клетках;

в) только в молодых клетках.

**5. Пластиды в растительных клетках бывают:**

а) синими, фиолетовыми, малиновыми;

б) зелеными, желтыми, оранжевыми, бесцветными;

в) как в «а» и в «б».

**6. Пластиды в клетках хорошо видны:**

а) при помощи лупы;

б) при большом увеличении светового микроскопа;

в) при помощи электронного микроскопа.

**7. Окраска листьев, цветков, плодов зависит:**

а) от окраски пластид;

б) красящих веществ, содержащихся в клеточном соке;

в) того и другого.

**8. Движение цитоплазмы способствует:**

а) перемещению и клетке питательных веществ и воздуха, растворенного в ней;

б) перемещению ядра;

в) перемещению вакуолей.

**9. Растительные клетки соединены между собой:**

а) межклетниками;

б) особым межклеточным веществом, находящимся между оболочками соседних клеток;

в) выростами цитоплазмы.

**10. Каждая живая клетка:**

а) питается, дышит и растет в течение всей своей жизни;

б) питается, дышит, а растет до зрелого состояния;

в) питается и растет.

**11. Органы растения увеличиваются в размерах благодаря:**

а) увеличению числа клеток;

б) увеличению числа клеток и их росту;

в) увеличению числа клеток и образованию межклетников.

**12. Перед делением клетки происходит:**

а) удвоение хромосом;

б) накопление питательных веществ;

в) накопление питательных веществ и минеральных солей.

## Вариант 2

**1. Органеллы характерны только для растительной клетки:**

а) пластиды;

б) митохондрии

в) рибосомы

**2. Эндоплазматическую сеть можно узнать в клетке по:**

а) системе связанных между собой полостей с пузырьками на концах;

б) множеству расположенных на ней граней

в) системе связанных между собой разветвленных канальцев;

**3. Органоиды расположены в:**

а) ядре;

б) цитоплазме;

в) мембране;

**4. В каких органоидах клетки находятся ферменты, участвующие в окислении органических веществ с освобождением энергии:**

а) в митохондриях;

б) в плазматической мембране;

в) в эндоплазматической сети

**5. В чем проявляется сходство хлоропластов и митохондрий:**

а) от цитоплазмы они ограничены двумя плазматическими мембранами; б) в состав мембран входят белки и липиды;

в) в хлоропластах и митохондриях происходит синтез молекул АТФ

**6. Плотную прозрачную оболочку имеют:**

а) все растительные клетки;

б) только молодые клетки;

в) только клетки кожицы листа, кожицы корня, луковицы;

**7. При сильном нагревании или замораживании цитоплазма клетки:**

а) разрушается;

б) отходит к оболочке и образует пристенный слой;

в) сохраняется

**8. Вакуоли с клеточным соком имеются:**

а) во всех растительных клетках;

б) почти во всех растительных клетках;

в) только в молодых клетках;

**9. Пластиды в растительных клетках бывают:**

а) синими, фиолетовыми, малиновыми;

б) зелеными, желтыми, оранжевыми, бесцветными;

в) только зелеными;

**10. Каждая живая клетка:**

а) питается, дышит и растет в течение всей своей жизни;

б) питается и растет;

в) питается и растет только в зрелом состоянии

**11. Перед делением клетки происходит:**

а) удвоение хромосом;

б) накопление питательных веществ;

в) накопление питательных веществ и минеральных солей;

**12. Клеточная оболочка выполняет функцию:**

а) обеспечивает прочность, поддерживает клетку в тургорном состоянии и защищает протопласт от повреждений;

- б) обеспечивает неограниченное растяжение протопласта осмотически активной вакуолью;
- в) обеспечивает изменение размера и формы зрелых клеток;

### Вариант 3

**1. Одревеснение – это процесс отложения:**

- а) суберина;
- б) лигнина;
- в) минеральных солей;

**2. Основной запасной углевод у растений — это:**

- а) клетчатка;
- б) крахмал;
- в) фруктоза;

**3. Основная функция митохондрий — это синтез:**

- а) АТФ;
- б) белка;
- в) клетчатки

**4. Клеточная мембрана состоит из:**

- а) белков и нуклеиновых кислот;
- б) белков и липидов;
- в) только углеводов

**5. Оболочка ядра образована:**

- а) двумя мембранами;
- б) полисахаридами;
- в) одной мембраной;

**6. Основная функция молекул хлорофилла, расположенных в гранах хлоропластов:**

- а) ускорение световых и темновых реакций фотосинтеза;
- б) использование световой энергии для синтеза органических веществ;
- в) расщепление органических веществ до неорганических;

**7. В отличие от хлоропластов, в комплексе Гольджи происходит:**

- а) транспорт веществ;
- б) окисление органических веществ до неорганических;
- в) накопление синтезируемых в клетке веществ;

**8. К немембранным компонентам клетки относятся:**

- а) ядро;
- б) комплекс Гольджи;
- в) эндоплазматическая сеть;

**9. Рибосома – это органоид активно участвующий в:**

- а) биосинтезе белка;
- б) синтезе АТФ;
- в) фотосинтезе;

**10. Кристы имеются в:**

- а) вакуолях;
- б) пластидах;

в) митохондриях

**11. Система плоских цистерн с отходящими от них трубками, заканчивающимися пузырьками, — это:**

а) ядро;

б) митохондрии;

в) комплекс Гольджи

**12. Хлоропласты – это пластиды:**

а) бесцветные;

б) зеленые;

в) желтые.

## ТЕМА 2 РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

В основе организации высших растений лежит принцип специализации клеток, который заключается в том, что каждая клетка организма выполняет не все присущие ей функции, а только некоторые, но зато более полно и совершенно.

Системы клеток, структурно и функционально сходные друг с другом и обычно имеющие общее происхождение, получили название тканей.

Существуют различные классификации тканей, но все они достаточно условны. Растительные ткани делят на несколько групп в зависимости от основной функции:

- 1) меристемы, или образовательные ткани;
- 2) покровные;
- 3) проводящие;
- 4) механические;
- 5) основные;
- 6) секреторные, или выделительные.

### ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

Образовательная ткань или меристема — это недифференцированная растительная ткань, клетки которой способны многократно делиться. Возникшие из меристем клетки дифференцируются и дают начало всем тканям и органам растений.

Клетки меристемы имеют малодифференцированный протопласт и слабо оформленные мелкие вакуоли. Пластиды обычно находятся в стадии пропластид. Отложения запасных веществ в активно делящихся клетках не происходит. Клетки меристематической ткани располагаются близко и не имеют межклетников. Однако разные меристемы сильно отличаются по форме и размерам составляющих их клеток. Так, апикальная меристема построена паренхимными клетками, а прокамбий и камбий — прозенхимными.

Классификация меристем

I. По длительности.

1.1. Длительно живущие — инициальные клетки или инициали, способные делиться неопределенное число раз.

1.2. Короткоживущие — это клетки меристемы, являющиеся производными инициалей. Они делятся ограниченное число раз и превращаются в постоянные ткани.

II. По происхождению.

2.1. Первичная меристема появляется в самом начале роста проростков из клеток зародыша (промеристема), и сохраняется в конусе нарастания стебля и кончике корня. Она представляет собой недифференцированную ткань, все клетки которой неограниченно делятся. Промеристема образует более дифференцированные меристематические ткани: протодерму,

прокамбий и основную меристему. Позднее из них образуются постоянные первичные ткани: покровная, проводящая и основная паренхима.

Своеобразную первичную образовательную ткань представляет собой перицикл - наружный слой прокамбия. Принимая участие в формировании постоянных тканей и камбия, перицикл в то же время является корнеродным слоем, так как в нем закладываются боковые корни.

2.2. Вторичные меристемы возникают из первичной меристемы (например, камбий из прокамбия) или из какой-либо постоянной ткани (например, феллоген - в эпидерме или первичной коре). За счет деятельности вторичных меристем обычно осуществляется рост органа в толщину.

III. По положению в теле растения

3.1. Верхушечные (апикальные)

3.2. Боковые (латеральные)

3.3. Вставочные (интеркалярные)

3.4. Раневые

## Лабораторная работа 2

### Тема: Растительные ткани.

Образовательные ткани. Первичная меристема.

**Цель работы:** изучить особенности строения образовательной ткани

**Задачи:** ознакомиться с общими чертами микроскопического строения верхушки стебля и отличительными признаками меристемы конуса нарастания

**Оборудование:** микроскопы, готовые микропрепараты

**Объекты исследования:** постоянный микропрепарат конуса нарастания стебля элодеи (*Elodea canadensis* Rich.), постоянный микропрепарат кариокенеза в клетках кончика лука репчатого

### Ход работы

Задание 1. *Изучение верхушечной меристемы кончика корня пшеницы мягкой.*

1. Возьмите кончик корня проростка пшеницы длиной 2–3 см и рассмотрите с помощью микроскопа.

2. Схематично зарисуйте и обозначьте зоны корня (рис.16).

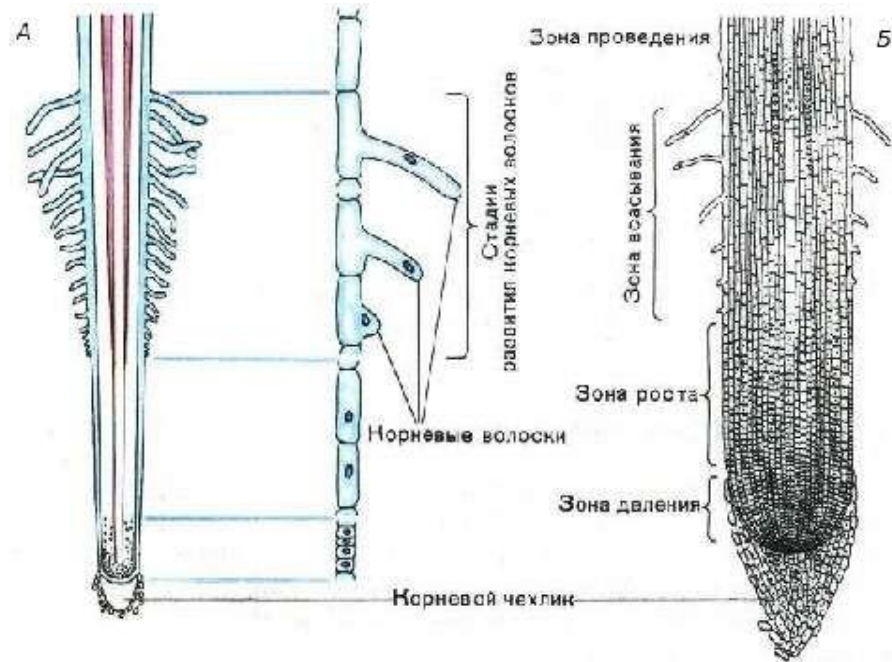


Рис. 9 Корень проростка пшеницы мягкой

Задание 2. Составление и заполнение таблицы.

1. Заполните таблицу «Классификация образовательных тканей»

### Классификация образовательных тканей

Таблица 1

	Топография	Происхождение	
		первичные	вторичные
1	Верхушечные (апикальные)		
2	Боковые (латеральные)		
3	Вставочные (интеркалярные)		
4	Раневые		

### Вопросы для самоконтроля

1. Каковы признаки меристематической ткани?
2. В чем отличие первичной меристемы от вторичной?
3. Какие аргументы можно представить для доказательства того, что



- верхушечная меристема корня первичная по происхождению?
4. Какая меристема обуславливает нарастание органа в длину, а какая - в толщину?
  5. Что такое конус нарастания побега?
  6. Какие особенности строения имеют клетки меристемы?
  7. Назвать виды меристем, различающихся по происхождению и расположению в органах растений.
  8. Какое значение имеют инициальные клетки? Где они располагаются? Почему происходит зарастание ран на органах растений?

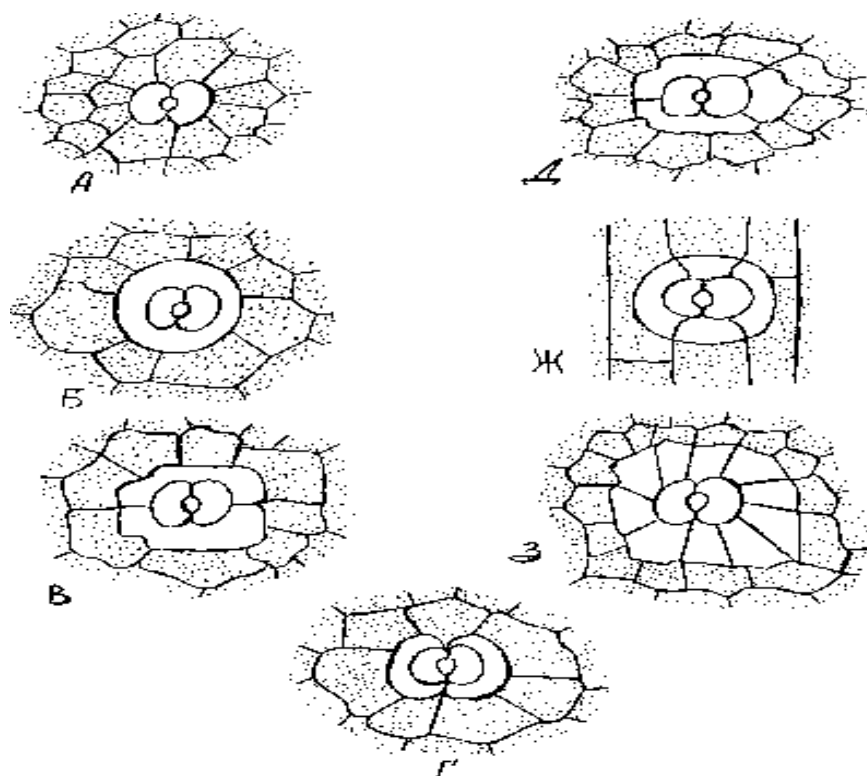
## Строение и классификация покровных тканей.

- Цель работы:** изучить особенности строения покровных тканей: эпидермы и перидермы
- Задачи:** ознакомиться со строением покровных тканей; с основными типами устьичного аппарата; показать, что эпидерма и перидерма сложная ткань
- Объекты исследования:** постоянные микропрепараты: «Поперечный срез листа ириса (*Iris germanica* L.), «Воздушный корень орхидных (*Orchidaceae*), «Поперечный срез ветки бузины (*Sambucus sibirica*)», «Корка дуба (*Quercus rubra*)», свежие листья пшеницы (*Triticum* sp.), герани (*Pelargonium* sp.), кукурузы (*Zea mays*), гербарные образцы листьев коровяка (*Verbascum thapsus* L.), крапивы (*Urtica dioica* L.), пастушьей сумки (*Capsella bursa pastoris* (L.) Moench.), платана (*Platanus* sp.), побеги подмаренника (*Galium aparine* L.), побег розы (*Rosa* sp.)

### Ход работы

#### Задание 1. *Изучение устьичного аппарата.*

1. Рассмотрите постоянный препарат поперечного среза листа ириса.
2. Изучите детали строения замыкающих клеток устьичного аппарата.
3. Изготовьте препарат эпидермы листа пшеницы, хлорофитума, молочая, герани и рассмотрите различные типы устьичного аппарата.
4. Зарисуйте несколько клеток эпидермы и устьичный аппарат вышеперечисленных растений (рис. 17). Сделайте обозначения.



**Рис. 10** Типы устьичного аппарата:

А - аномоцитный Б – перецитный В - диацитный Г - парацитный Д -анизоцитный  
 Ж - тетрацитный З - актиноцитный (по Тахтаджяну)

1 - замыкающие клетки 2 - побочная клетка 3 - воздушная полость 4-основные клетки эпидермы 5 - кутикула 6 - клетки мезофилла.

Задание 2. Заполнить таблицу.

Таблица 2

### Покровные ткани

Название ткани Признаки	Эпидерма	Эпиблема (ризодерма)	Перидерм	Корка
Функции				
Типы ткани по происхождению				
Ткань живая или мертвая				
Ткань однослойная или многослойная				
Химический состав клеточной стенки				

	Наличие и название выростов клеток				
	Наличие устьиц, чечевичек, трещин				
	Местонахождение в растении				

### Контрольные вопросы

1. По какому принципу покровные ткани делятся на первичные, вторичные и третичные? Назвать их.
2. Назвать строение и функции эпидермы. Какие органы она покрывает?
3. Рассказать о механизме работы устьичного аппарата.
4. Почему у многолетних растений эпидерма заменяется пробкой?
5. Как через пробку происходит газообмен и транспирация?
6. Назвать покровные ткани корня.
7. Что такое эпифиты? Какие особенности строения у них имеет покровная ткань корня?
8. Какое значение имеет корка?
9. Какие органы растений или их части покрыты перидермой, и какие - коркой?

## МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ

Механические свойства растительных клеток обеспечиваются: жесткой оболочкой клетки, и тургесцентностью, т. е. тургорным состоянием клеток.

Несмотря на то, что механическими свойствами обладают практически все клетки тканей, однако в растении есть ткани, для которых механические свойства являются основными. Это колленхима и склеренхима. Они обычно функционируют при взаимодействии с другими тканями. Внутри тела растения образуют своеобразный каркас. Поэтому их называют арматурными.

Не у всех растений одинаково хорошо выражены механические ткани. Значительно в меньшей степени во внутренней опоре нуждаются растения, живущие в водной среде, чем наземные. Причина в том, что водные растения нуждаются во внутренней опоре в меньшей степени. Их тело в значительной степени поддерживается окружающей водой. Воздух на суше подобной поддержки не создает, так как по сравнению с водой имеет меньшую плотность. Именно по этой причине становится актуальным наличие специализированных механических тканей.

Совершенствование внутренних опорных структур происходило в процессе эволюции.

Колленхима образована только живыми клетками, вытянутыми вдоль оси органа. Этот вид механических тканей формируется очень рано, в период первичного роста. Поэтому важно, чтобы клетки оставались живыми и сохраняли способность растягиваться вместе с растягивающимися клетками, которые находятся рядом.

### **Особенности клеток колленхимы:**

- неравномерные утолщения оболочки, в результате чего одни участки её остаются тонкими, а другие утолщаются;
- оболочки не одревесневают.

Клетки колленхимы располагаются по-разному относительно друг друга. У находящихся рядом клеток на обращенных друг к другу уголках образуются утолщения. Такая колленхима называется уголковой. В другом случае клетки располагаются параллельными слоями. Оболочки клеток, обращенные к этим слоям, сильно утолщены. Это пластинчатая колленхима. Клетки могут располагаться рыхло, с обильными межклетниками — это рыхлая колленхима. Такая колленхима часто встречается у растений на переувлажнённых почвах. Колленхима имеет особое значение у молодых растений, травянистых форм, а также в частях растений, где вторичный рост не происходит, например, в листьях. В этом случае она закладывается очень близко к поверхности, иногда сразу под эпидермой. Если орган имеет грани, то по их гребням обнаруживают мощные слои колленхимы.

Клетки колленхимы функциональны только при наличии тургора. Дефицит воды снижает эффективность колленхимы и растение временно завядает, например, обвисающие в жаркий день листья огурцов. После

наполнения клеток водой функции колленхимы восстанавливаются.

Склеренхима - второй тип механических тканей. В отличие от колленхимы, где все клетки живые, клетки склеренхимы мертвы. Их стенки очень толстые. Они и выполняют механическую функцию. Сильное утолщение оболочки приводит к нарушению транспорта веществ, в результате чего гибнет протопласт. Одревеснение оболочек клеток склеренхимы наступает, когда орган растения уже завершил свой рост. Поэтому они уже не препятствуют растяжению окружающих тканей.

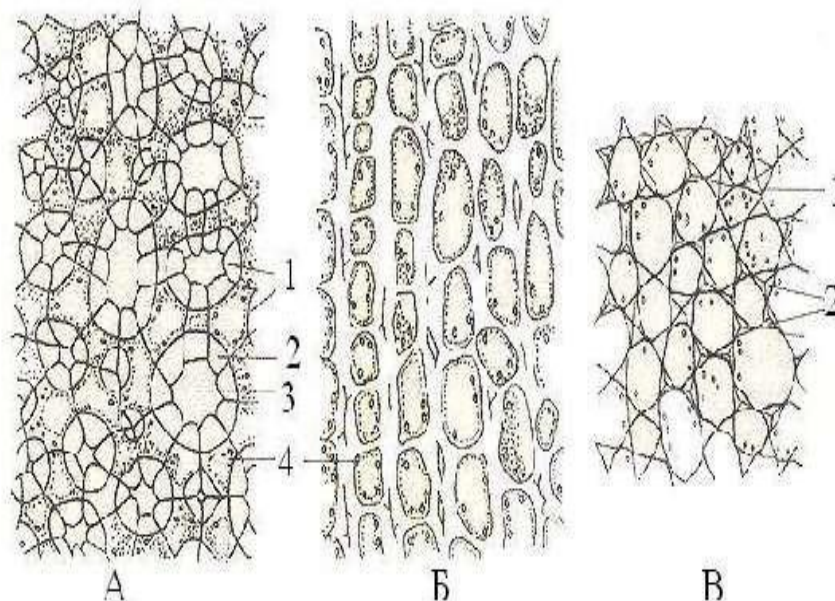
В зависимости от формы различают два типа клеток склеренхимы - волокна и склереиды.

Волокна имеют сильно вытянутую форму с очень толстыми стенками и небольшой полостью. Они несколько меньше древесных волокон. Часто под эпидермой образуют продольные слои и тяжи. Во флоэме или ксилеме их можно обнаружить поодиночке или группами. Во флоэме их называют лубяными волокнами, а в ксилеме - волокнами либриформа.

Склереиды, или каменные клетки, представлены округлыми или ветвистыми клетками с мощными оболочками. В теле растения они могут находиться поодиночке (опорные клетки) или группами. Необходимо отметить, что механические свойства сильно зависят от расположения склереид. Часть склереиды образуют сплошные слои, как, например, в скорлупе орехов или в косточках плодов (косточковых).

Склереиды очень сильно варьируют по форме. Они могут быть изодиаметрическими или слегка удлинёнными - каменные клетки или брахисклереиды; палочковидные или макросклереиды; звездчатые - астроклереиды и др.

Волокна и склереиды располагаются в органах растений группами или поодиночке. В последнем случае их называют идиобластами



**Рис. 11** Поперечный срез через механическую ткань стебля - колленхиму:

А - рыхлая Б - пластинчатая В - уголковая.

1 - первичная оболочка 2 - утолщенная оболочка 3 - межклетник 4 - протопласт.

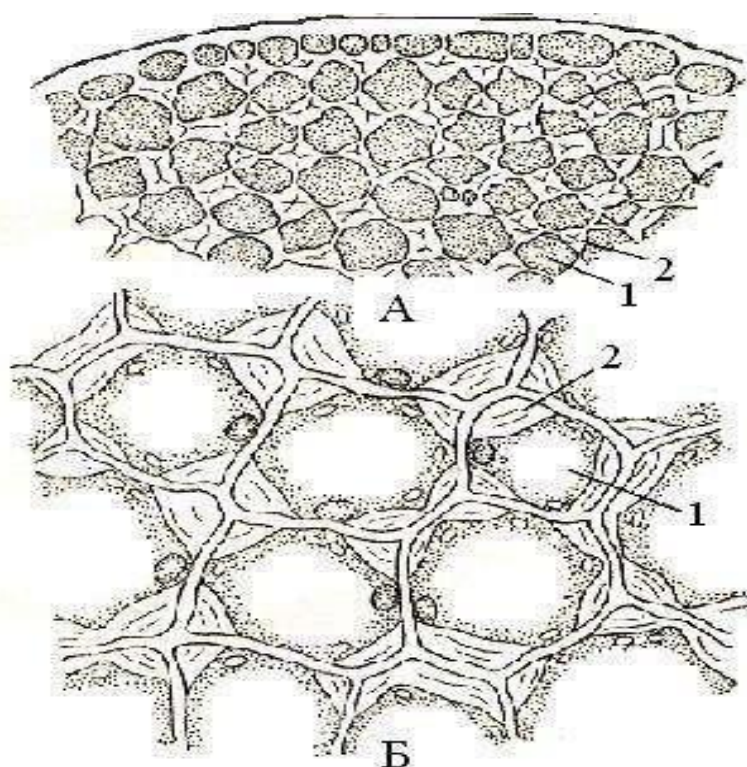
## Структура механических тканей.

<b>Цель работы:</b>	изучить особенности строения механических тканей в связи с выполняемыми ими функциями
<b>Задачи:</b>	ознакомиться со строением клеток, входящих в состав механических тканей
<b>Оборудование:</b>	микроскопы, препаровальные иглы, предметные и покровные стекла, пипетки, пинцеты, постоянные микропрепараты: «Поперечный срез стебля льна ( <i>Linum usitatissimum</i> )», «Продольный срез стебля льна ( <i>Linum usitatissimum</i> )»
<b>Объекты исследования:</b>	черешки свежего листа свеклы обыкновенной ( <i>Beta vulgaris</i> ), герани ( <i>Geranium pratense</i> ), стебель тыквы ( <i>Cucurbita pepo</i> ), семена фасоли ( <i>Phaseolus</i> )
<b>Реактивы:</b>	дистиллированная вода, 96%-ный спирт, хлор-цинк- йод, серноокислый анилин

### Ход работы

Задание 1. *Изучение уголковой колленхимы на примере поперечного среза черешка свеклы.*

1. Приготовьте временный микропрепарат поперечного среза черешка свежего листа свеклы обыкновенной (*Beta vulgaris*) в капле воды.
2. Рассмотрите под микроскопом уголковую колленхиму. Обратите внимание на форму клеток, толщину их оболочек, наличие хлоропластов.
3. Зарисуйте несколько клеток колленхимы, обозначьте утолщенную стенку клетки и полость клетки



**Рис. 12** Колленхима черешка листа свеклы обыкновенной (*Beta vulgaris*):  
 А - при малом увеличении Б - при большом увеличении. 1 - полость клетки 2 -  
 утолщенная клеточная оболочка.

Задание 2. *Изучение состава клеточных оболочек колленхимы в черешке свеклы.*

1. Используя микропрепарат из предыдущего задания с правой стороны от покровного стекла, добавьте каплю 96% спирта, а с левой - отсосать его излишки фильтровальной бумагой.

2. Через несколько минут рассмотрите под микроскопом.

3. Далее подействуйте на срез хлор-цинк-йодом (стенки клеток колленхимы примут фиолетовую окраску).

4. Объясните сжатие утолщенных мест оболочек при действии спирта, и каким веществом обусловлено окрашивание оболочки хлор-цинк-йодом в фиолетовый цвет.

Задание 3. *Заполнить таблицу*

### Механические ткани

Таблица 3

	Признаки	Типы		
		Колленхима	склеренхима	склереиды
Функция				
Живая или мертвая				



	Форма клеток (паренхимные или прозенхимные)			
	Характер утолщения клеточной оболочки			
	Химический состав клеточной оболочки			
	Местоположение в растении			

### Вопросы для самоконтроля

1. Каковы характерные признаки механической ткани?
2. В чем отличие структуры клеток колленхимы от клеток склеренхимы?
3. Почему колленхима свойственна молодым органам растения?
4. Что такое склеренхима? На какие типы она делится?
5. В чем отличие древесинных и лубяных волокон?
6. Каковы особенности структуры склереид?
7. Какое значение имеет высокая оводненность оболочек клеток колленхимы?
8. Что такое идиобласты?

### ПРОВОДЯЩИЕ ТКАНИ

Проводящая система растений состоит из ксилемы (древесины), осуществляющей восходящий ток воды и растворенных в ней минеральных веществ от корней к листьям и флоэмы - ткани, проводящей пластические вещества (нисходящий ток) от листьев к корням. Это сложные ткани, т. к. включают различные по структуре и функциональному значению анатомические элементы.

Проводящие ткани по происхождению могут быть первичными и вторичными. Первичные образуются в результате деятельности прокамбия, а вторичные - камбия.

Ксилему составляет три типа элементов: 1) собственно проводящие (трахеиды и сосуды); 2) механические (древесинные волокна или либриформ); 3) паренхимные.

Некоторые клетки этих тканей остаются живыми на протяжении всей жизни, а другие отмирают, сохраняя определенные функции.

Основными проводящими элементами ксилемы являются трахеиды и члены сосудов (трахеи). В зрелом состоянии оба типа элементов представляют собой более или менее вытянутые клетки, лишенные протопластов и имеющие одревесневшие вторичные оболочки.

Трахеиды — это прозенхимные клетки со скошенными концами. Они отличаются от сосудов тем, что не имеют перфораций. В трахеидах передвижение воды из клетки в клетку осуществляется, главным образом, через пары пор, поровые мембраны (замыкающая пленка пор), которые отличаются высокой проницаемостью для воды и растворенных веществ.

Членики сосудов (трахеи) — это наиболее специализированные водопроводящие элементы, представляющие собой длинные (до многих метров) полые трубки, состоящие из члеников. Они образуются из вертикального ряда прозенхимных меристематических клеток прокамбия. Их боковые стенки с возрастом одревесневают и неравномерно утолщаются, а поперечные - образуют сквозные отверстия (перфорации). Выделяют несколько типов утолщения боковых стенок сосудов - кольчатые, спиральные, лестничные и др.

У покрытосеменных растений в первичной ксилеме обычно развиваются трахеиды, а во вторичной - сосуды.

Флоэма, как и ксилема, состоит из трех типов тканей: 1) собственно проводящей (ситовидные клетки, ситовидные трубки); 2) механической (лубяные волокна); 3) паренхимной.

Наиболее высокоспециализированными элементами флоэмы являются ситовидные элементы. К их характерным особенностям относятся онтогенетически измененные протопласты с ограниченной метаболической активностью и система межклеточных контактов с соседними ситовидными элементами, осуществляемых посредством специализированных участков клеточной оболочки (ситовидных полей), пронизанных отверстиями (перфорациями).

По степени специализации ситовидных полей и особенностям их распределения ситовидные элементы классифицируются на ситовидные клетки и членики ситовидных трубок.

Ситовидная трубка представляет собой вертикальный ряд клеток, соединенных между собой концами посредством ситовидных пластинок. Каждая отдельная клетка, входящая в состав ситовидной трубки, называется члеником ситовидной трубки. Оболочки их целлюлозные, первичные.

Органические вещества движутся сверху вниз из клетки в клетку по дезорганизованным протопластам (смесь клеточного сока с цитоплазмой). Рядом с ситовидной трубкой обычно расположены сопровождающие клетки (клетки-спутники). Они тесно связаны с члениками ситовидной трубки своим происхождением и функцией, заключающейся в регуляции передвижения веществ по флоэме.

Ситовидные клетки лишены специализированных сопровождающих клеток и в зрелом состоянии содержат ядра. Их ситовидные поля рассеяны на боковых стенках.

**Тема: Строение проводящих тканей.**

<b>Цель работы:</b>	изучить особенности строения проводящих в связи с выполняемыми ими функциями
<b>Задачи:</b>	ознакомиться со строением клеток, входящих в состав проводящих тканей
<b>Оборудование:</b>	микроскопы, препаровальные иглы, пипетки, предметные и покровные стекла, постоянные препараты: «Продольный срез древесины сосны ( <i>Pinus sylvestris</i> )», «Корневище орляка ( <i>Pteridium aquilinum</i> )»
<b>Объекты исследования:</b>	стебель тыквы ( <i>Cucurbita pepo</i> )
<b>Реактивы:</b>	дистиллированная вода, сернокислый анилин

### Ход работы

Задание 1. *Изучить строение трахеид на постоянном микропрепарате продольного среза древесины сосны (*Pinus sylvestris*).*

1. Рассмотрите постоянный препарат строения трахеид.
2. Обратите внимание на форму и расположение клеток трахеид, типы пор и их расположение.
3. Зарисуйте рисунок, сделайте обозначения (рис. 32). Обратите внимание на форму и расположение клеток трахеид, типы пор и их расположение.

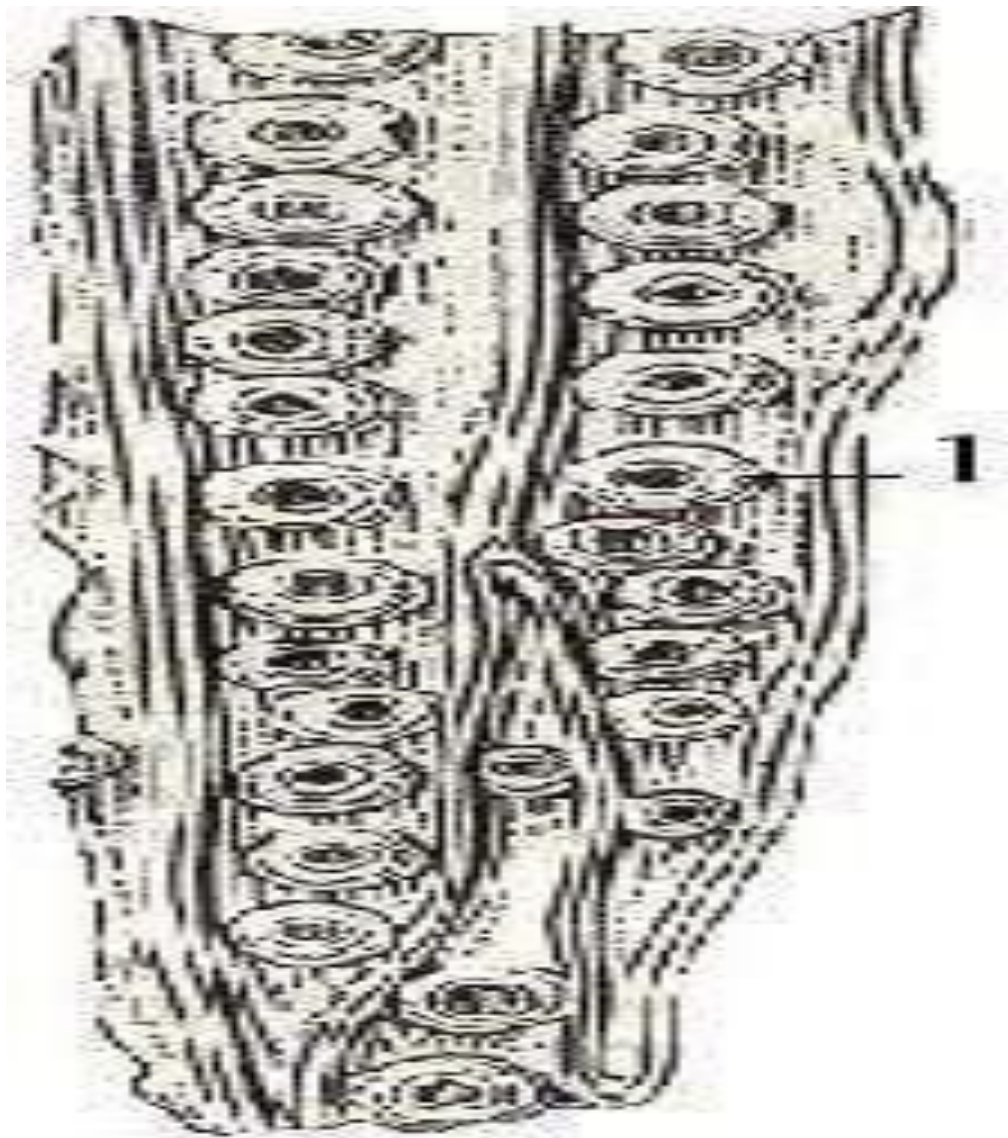


Рис. 13 Трахеиды древесины сосны (*Pinus sylvestris*): 1 - окаймленная пора.

Задание 3. Заполнить таблицу

1. Заполните таблицы 4,5

Таблица 4

**Сравнительная характеристика проводящих тканей**

	Признаки	Ситовидные грубки и клетки спутницы	Сосуды (трахеи)	Трахеиды
1	Функции			
2	Живая ткань или мертвая			
3	Особенности строения			

4	Химический состав клеточной оболочки			
5	В какую часть проводящего пучка входит (флоэму или ксилему)			

**Таблица 5**

**Сосудисто-волокнистые пучки**

	Название пучка	Наличие Камбия	Взаиморасположение флоэмы и ксилемы	Органы Растений
	Коллатеральный			
	закрытый			
	открытый			
	Биколлатеральный			
	открытый			
	Радиальный			
	закрытый			
	Концентрический			
	амфивазальный			
	амфикрибральный			

**Вопросы для самоконтроля**

1. По каким проводящим тканям осуществляется передвижение органических веществ, а по каким - минеральных?
2. В чем сходство онтогенеза ситовидных трубок и сосудов?
3. Что такое сопровождающая клетка? Какие ее функции?
4. В чем отличие ситовидных трубок от сосудов?
5. Как долго функционируют ситовидные трубки и сосуды и с чем связано прекращение их деятельности?
6. В чем отличие сосудов от трахеид?
7. Почему кольчатые и спиральные сосуды свойственны молодым органам растений, а пористые, сетчато-пористые, лестничные - более старым?
8. Какие сосуды имеют наименьший диаметр и какие наибольший?
9. Какие перфорации между члениками сосудов являются более примитивными?

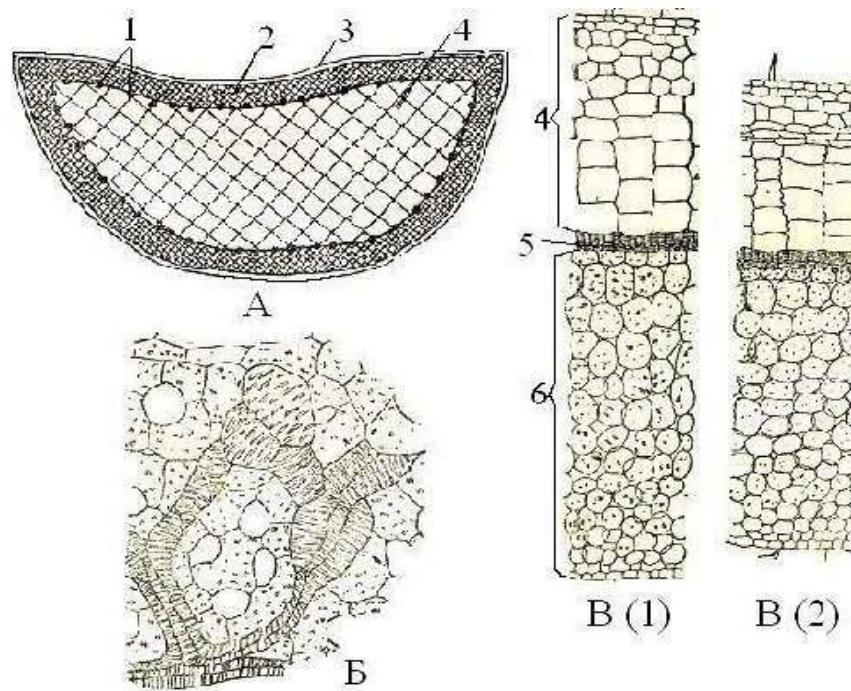
## ОСНОВНЫЕ ТКАНИ

Под названием основных объединяют ткани, составляющие основную массу различных органов растения. Их также называют основной паренхимой или просто паренхимой. Основная ткань состоит из живых паренхимных, более или менее округлых клеток с тонкими целлюлозными стенками. Между клетками имеются межклетники. В клетках обычно заметны вакуоли. Основная паренхима может выполнять какую-либо основную функцию, например, в листе она является ассимилирующей, в органах водных растений пронизана воздухоносными ходами и носит название аэренхимы. Особенно часто основная ткань служит для отложения запасных продуктов.

В систему ассимиляционных (синтезирующих) тканей объединяют ткани, основной функцией которых является ассимиляция в узком смысле, т.е. фотосинтез. У всех растений эти ткани по общей форме их клеток относятся к паренхимным; у высших растений они обычно имеют зеленую окраску, и ассимиляционная ткань у них может быть названа имой, хлорофиллоносной паренхимой или, хлоренхимой. Клетки хлоренхимы имеют целлюлозные оболочки, обычно тонкие, без выраженных пор. Протопласт расположен в постенном слое, центральная часть клетки занята крупной вакуолью. Доступ углекислоты к клеткам хлоренхимы облегчается тем, что в ней имеется система межклетников, образующих связанную систему, сообщающуюся с атмосферой.

Аэренхима (воздухоносная ткань) - ткань, с преобладающей функцией газообмена (вентиляции), имеющая крупные межклетники. Паренхимные клетки воздухоносной ткани могут иметь различные модификации и сочетания, что обуславливает характер межклетников. Аэренхима развита у растений с затрудненным газообменом.

Запасающие ткани несут функцию накопления и хранения запасов воды и пластических (органических) веществ. Ткани, запасающие воду (водоносные ткани), состоят либо из живых паренхимных клеток с тонкими целлюлозными оболочками, иногда ослизняющимися, либо из мертвых клеток - трахеид с одревесневающими оболочками (рис. 37).



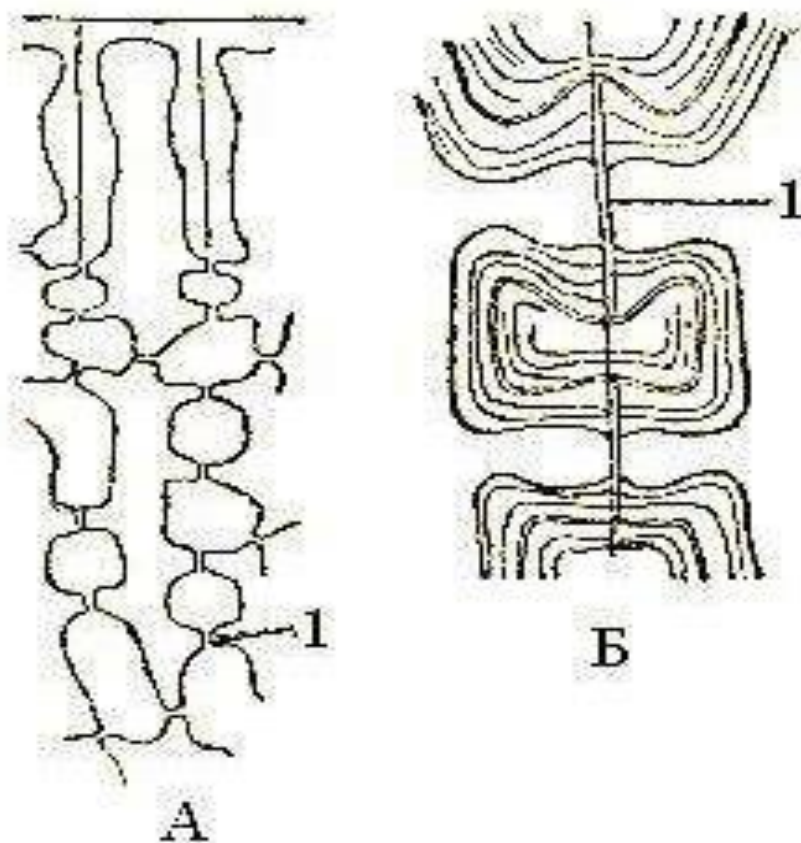
**Рис. 14** Водоносные ткани:

А - схема поперечного разреза через лист алоэ (*Aloe vera*)  
 Б - водоносные трахеиды в листе молочая (*Euphorbia*)

В - поперечные срезы листа эпифитного растения - пеперомии (*Peperomia trichocarpa*) (1) - свежего листа (2) - листа, отделенного от стебля и выдержанного в течение четырех дней при температуре 18 ° -20 ° С.

1 - проводящие пучки 2 - хлоренхима 3 - эпидерма 4 - водоносная ткань  
 5 - столбчатая паренхима 6 - губчатая паренхима

Ткани, запасяющие пластические вещества делят на два типа: 1) ткани, накапливающие запасы в полостях клеток; 2) ткани с запасами в полостях клеток и в их оболочках (рис. 14). Запасяющие ткани обоих типов состоят из живых паренхимных клеток.



**Рис. 15** Клетки семян с запасными веществами в оболочках:  
 А - купены (*Polygonatum officinale*) Б - рябчика (*Fritillaria imperialis*).  
 1 - пора.

**Тема: Структурная организация выделительных тканей.**

**Цель работы:** Изучить особенности строения и различные типы выделительных тканей

**Задачи:** Ознакомиться с элементами, входящими в состав и различными типами выделительных тканей

**Оборудование:** микроскопы, предметные и покровные стекла, пипетки, препаровальные иглы

**Объекты исследования:** корень одуванчика, апельсин, ветка сосны

**Реактивы:** дистиллированная вода, раствор йода в йодистом калии

**Ход работы**

Задание 1. *Изучение строения млечников корня одуванчика.*



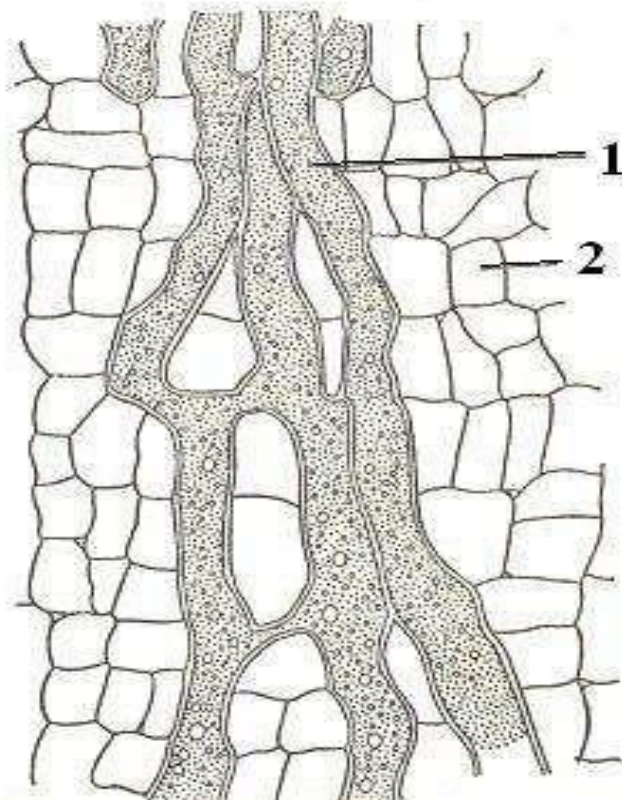
1. Изготовьте препарат продольного среза корня одуванчика и рассмотрите членистые млечники.
2. Зарисуйте и сделайте обозначения (рис.42).

Задание 2. *Изучение строения лизгенных вместилищ.*

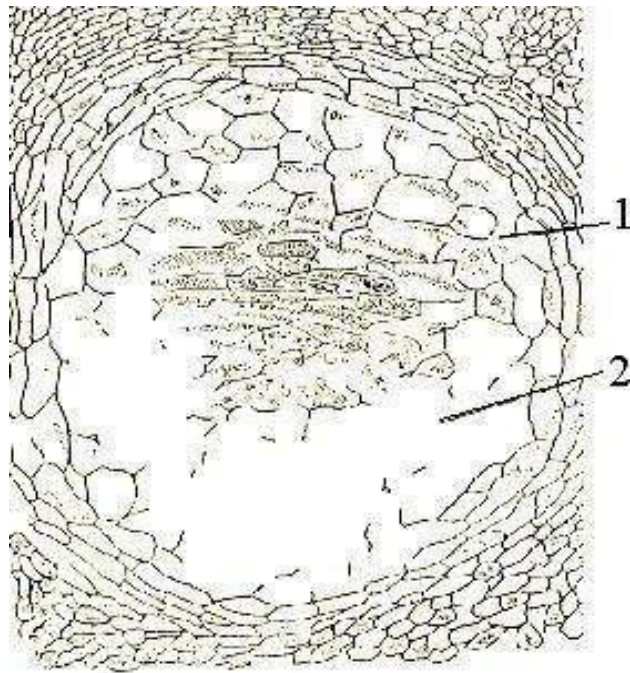
1. Приготовьте препарат поперечного среза околоплодника апельсина.
2. Рассмотрите лизигенные вместилища выделений.
3. Зарисуйте и сделайте обозначения (рис.15).

Задание 3. *Изучение строения эфиромасличной железы.*

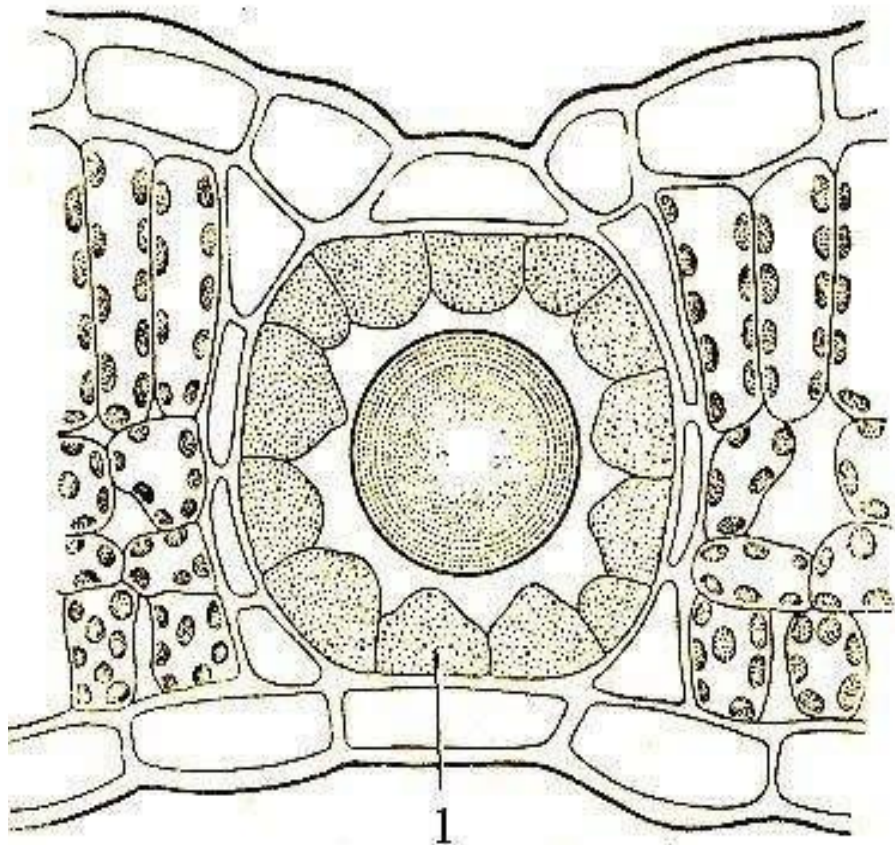
1. Приготовьте препарат поперечного среза листа зверобоя (*Hypericum perforatum*).
2. Найдите в мезофилле листа схизогенные вместилища эфирных масел, имеющие обычно сферические очертания.
3. Зарисуйте рисунок и сделайте обозначения (рис.16).



**Рис. 16** Членистые млечники корня одуванчика (*Taraxacum officinale*)  
в продольном разрезе: 1 - латекс 2 - паренхима коры.



**Рис. 17** Лизигенное эфирноносное вместилище околоплодника мандарина (*Citrus reticulata*): 1 - разрушающиеся клетки, 2 - полость.



**Рис. 18** Схизогенное вместилище эфирных масел на поперечном срезе листа зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum*): 1 - клетки эпидермиса.

Задание 4. Заполнить таблицу.

**Выделительные ткани**

Тип секреции	Наименование	Продукты выделения	Местонахождение в органах растений
Внешняя	Железистые волоски		
	Железки		
	Нектарники		
	Гидатоды		
	Осмофоры		
Внутренняя	схизогенные вместилища		
	лизигенные вместилища		
	Млечники		

**Вопросы для самоконтроля**

1. Почему основные ткани получили такое название?
2. Каковы функции основных тканей?
3. Из каких клеток состоит основная ткань?
4. На каком принципе построена классификация основных тканей?
5. В каких органах растения встречаются различные типы основной ткани?

### ТЕМА 3 МОРФОЛОГИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ. КОРЕНЬ.

Основной план строения тела растения в морфологии истолковывался по-разному. Ранее принималось, что тело растения состоит из нескольких «основных частей» или органов, - корня, стебля, листа, цветка, семян, волосков. Позднее число этих основных органов было сведено к трем - корень, стебель и лист. В настоящее время стебель и его придаточные органы рассматриваются как единое целое - побег.

Вопрос об эволюционном происхождении органов растения решался длительное время. Одни ученые считали для надземных органов первичным стебель, другие - лист. И только открытие псилофитов позволило вполне однозначно утверждать, что у растений основных вегетативных органов два: корень и побег.

Исторически органы растений возникли позднее, чем ткани. Если ткани явились результатом приспособления растений к жизни на суше, т. е. в двух средах - воздушной и почвенной, то органы сформировались вследствие дифференциации тела растения в зависимости от выполняемой функции.

Наиболее древний орган - побег (у псилофитов), выполнявший все функции вегетативных органов. Корень возник позднее и произошел от корнеподобных веточек, с помощью которых псилофиты укреплялись в почве.

Листья образовались в результате уплощения концевых отделов разветвлений побега древних растений.

#### КОРЕНЬ, ТИПЫ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ

Корень - радиально симметричный орган; отличается от стебля отсутствием листьев, наличием корневого чехлика, корневых волосков.

При прорастании семени из зародышевого корешка развивается главный корень, затем на нем образуются боковые корни. У некоторых растений очень рано появляются придаточные или адвентивные корни, которые закладываются на гипокотиле или в нижней части стебля. Они возникают на черенках, на подземных побегах или на листьях, на них также образуются боковые корни.

Форма корней довольно разнообразна. Наиболее часто встречаются корни:

- цилиндрический - имеющий одинаковый диаметр поперечного сечения повсей длине (если обладает значительной длиной, его называют шнуровидным; если диаметр очень маленький - нитевидным)
- конический, или конусообразный - с диаметром поперечного сечения, постепенно увеличивающимся от верхушки к корневой шейке
- шаровидный - шаровидно вздутый;
- веретеновидный - также вздутый, но постепенно утончающийся к обоим концам
- редьковидный, или репчатый - с заметным утончением только

в нижней части

- клубневидный или шишковатый - с одним или несколькими значительно утолщенными частями
- узловатый - с неровными утолщениями, имеющими вид узлов
- четковидный - с более или менее равномерным чередованием утолщенных и утоньшенных участков.

По положению в субстрате корень бывает:

- вертикальный
- горизонтальный
- косой
- извилистый.

Совокупность всех корней растения - корневая система, которая может быть:

- стержневая - с развитым главным корнем, который хорошо выделяется среди боковых корней
- мочковатая - состоит из большого количества придаточных корней примерно одинаковой толщины
- смешанная - в которой выделяют главный боковые и придаточные корни.

По характеру физиологических функций корни подразделяют на ростовые и питающие. Ростовые корни - обычно удлинены и составляют скелет корневой системы. В связи с этим их также называют скелетными корнями. Питающие или сосущие корни бывают обычно укорочены. Иногда различают эфемерные корни, возникающие в поверхностных слоях почвы и быстро отмирающие вследствие наступления сухости.

Видоизменения органов называют метаморфозами, при этом органы в процессе развития приобретают какие-то новые функции, очень сильно изменяются и морфологически, и анатомически.

Видоизменяться могут все типы корней: главный, боковые и придаточные. Широко распространены запасные корни. Корневыми клубнями, или корневыми шишками, называют видоизменения боковых и придаточных корней, запасных питательных веществ (георгин, ямс, ятрышник).

Корнеплоды формируются в первый год жизни растения. Морфологически это сложные образования, состоящие из главного корня, гипокотили и укороченного стебля, несущего розетку листьев. Корнеплоды богаты сахарами, клетчаткой, витаминами, эфирными маслами, многими солями и пигментами.

Особую группу корней, близкую к запасным, составляют втягивающие, или контрактильные корни. Эти недолговечные, длинные, крепкие и мясистые корни, растущие вертикально вниз и не имеющие корневых волосков, содержат в коровой паренхиме много сахаров, преимущественно глюкозу. Корни втягивают растение вглубь почвы. При

этом запасы углеводов быстро расходуются, корень становится поперечно-морщинистым и сильно укорачивается.

Видоизменения корней часто связаны с необходимостью усиления их опорной функции. У некоторых тропических деревьев образуются плоские досковидные корни. Они отходят от ствола на высоте от 1 до 3 м и характеризуются несимметричным утолщением, наиболее активным с наружной по отношению к стволу стороны.

В функциональном отношении с ними сходны ходульные корни, чаще всего встречающиеся у тропических растений, произрастающих на морских побережьях и подверженных действию приливов и отливов.

Опорную роль играют и корни-прицепки, свойственные некоторым лианам, например плющу. С их помощью растения поднимаются по стволам деревьев и другим опорам.

Дыхательные корни - пневматохоры, обладающие отрицательным геотропизмом и растущие вертикально вверх, свойственны некоторым субтропическим и тропическим растениям. Они выступают над поверхностью почвы и представляют собой ответвления горизонтальных подземных корней. Снаружи они покрыты перидермой с чечевичками, внутри них развита аэренхима.

К группе опорных корней принадлежат и корни-подпорки, или столбовидные, развивающиеся у баньяна на крупных горизонтальных ветвях. Они растут вниз, многие достигают почвы и укрепляются в ней.

Воздушные корни, не соприкасающиеся с субстратом, свойственны, в основном, эпифитам влажных тропических лесов - орхидеям и ароидным. Эти корни имеют веламен - многослойный наружный покров из мертвых клеток, впитывающих воду из атмосферы пористыми оболочками.

Ассимилирующие корни развиваются у некоторых водных растений, например, у водяного ореха, или чилима. Эти стеблевые придаточные корни гребневидно рассечены. У чилима есть листья, поэтому корни только усиливают фотосинтезирующий аппарат растения.

Для питания растений-паразитов служат корни-присоски. У повилики стебель, обвивающийся вокруг растения-хозяина, образует выросты - гаустории, проникающие внутрь стебля и обеспечивающие повилуку питанием.

### **Лабораторная работа 3**

#### **Тема: Морфология вегетативных органов. Корень**

##### **Цель работы:**

показать различия в строении проростков и корневых систем однодольных и двудольных растений

**Задачи:** изучить особенности строения проростков различных растений

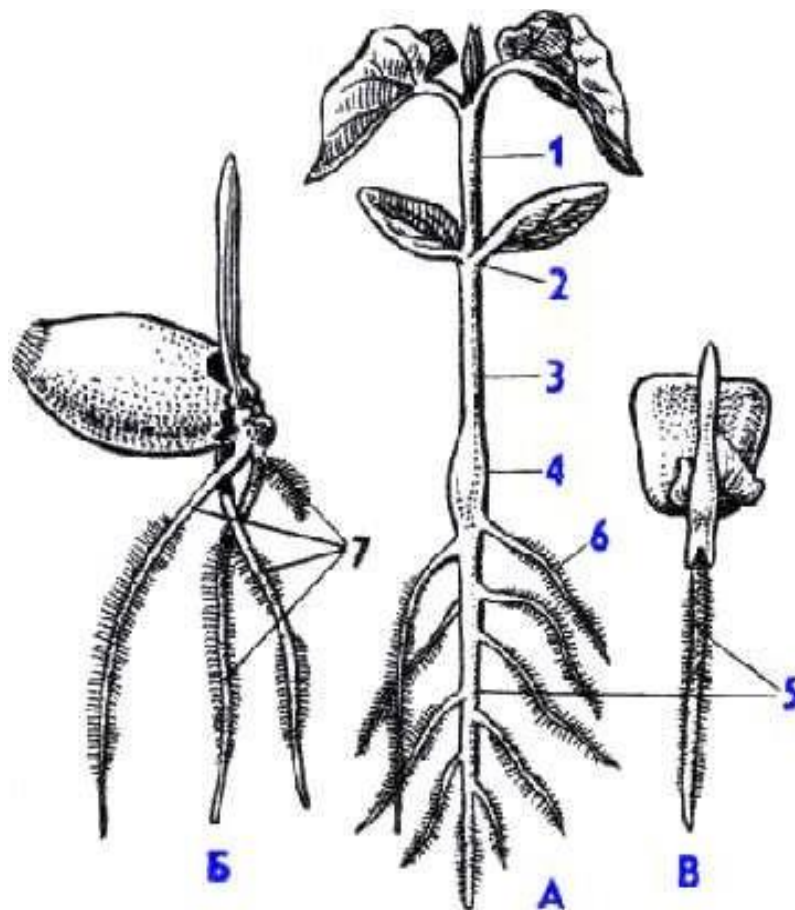
**Оборудование:** чашки Петри, препаровальные иглы

**Объекты исследования:** проростки: пшеницы (*Triticum aestivum* L.), овса (*Avena sativa* L.), фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.), тыквы (*Cucurbita pepo* L.)

### Ход работы

Задание 1. *Изучение структуры проростков.*

1. Рассмотрите разновозрастные проростки пшеницы, овса, фасоли. Зарисуйте проростки в разных фазах роста и сделайте обозначения (рис. 63).



**Рис. 16** Строение проростков:

А - фасоли Б - пшеницы В - кукурузы

1 - растущий эпикотиль (первое междоузлие главного побега) 2 - узел семядолей 3 - растущий гипокотиль 4 - корневая шейка 5 - главный корень 6 - боковые корни 7 - придаточные корни.

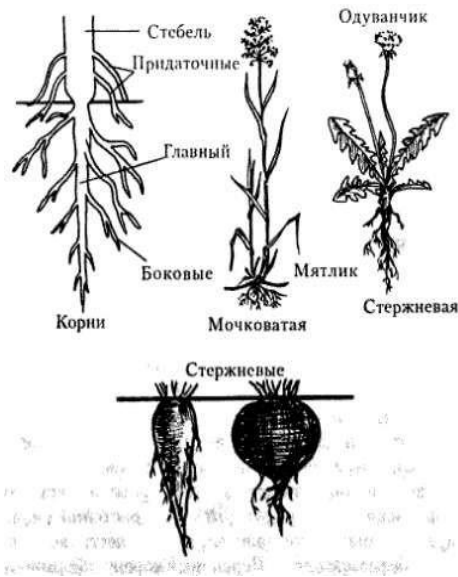
Задание 2. *Изучение типов корневых систем.*

1. Рассмотрите корневые системы разных типов (система главного

корня, система придаточных корней).

2. Сравните происхождение и особенности формирования, приспособительный характер стержневой и мочковатой корневых систем.

3. Зарисуйте и отметьте главный, боковые, придаточные корни, корневую шейку (рис. 17).

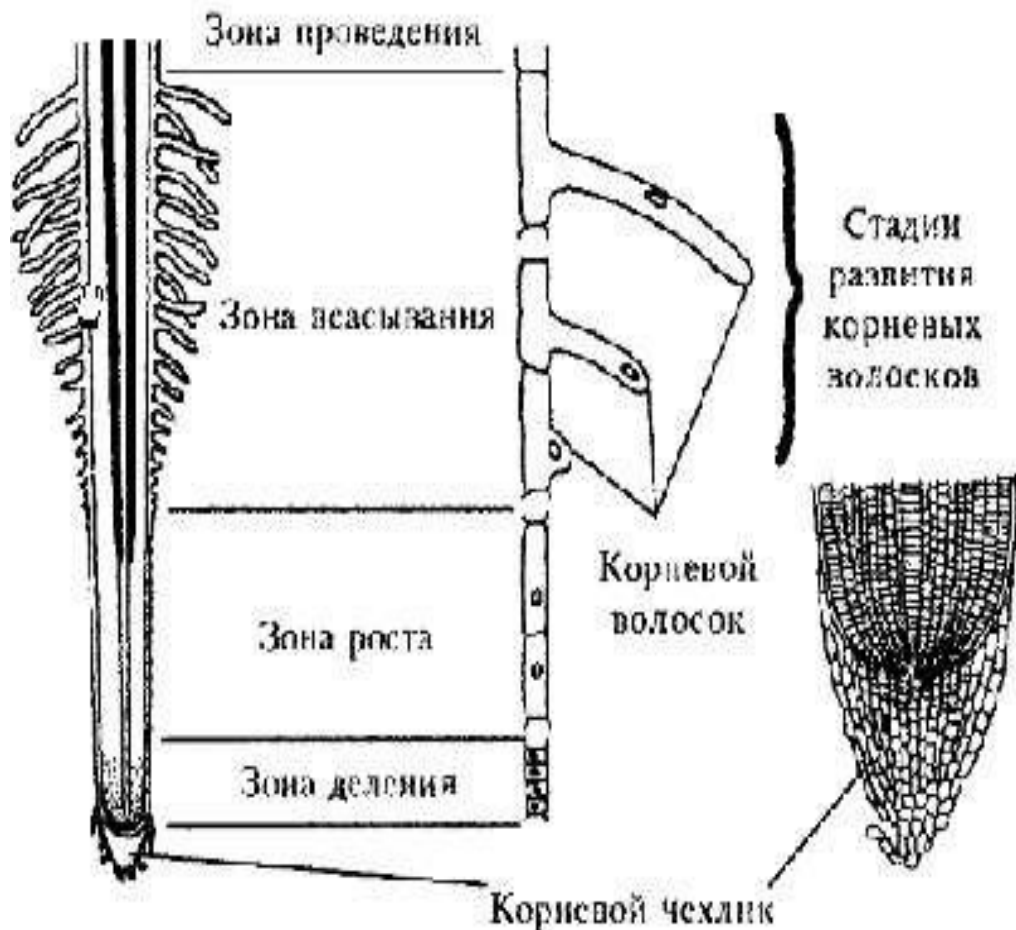


**Рис. 17** Типы корневых систем

Задание 3. *Изучение зон корня.*

1. Рассмотрите корень (проросток) и определите границы всех зон.
2. Изготовьте препарат кончика корня проростка и рассмотрите его в микроскоп при малом увеличении.
3. Найдите корневой чехлик, зоны деления, растяжения клеток и всасывания.
4. Зарисуйте кончик корня и обозначьте его зоны (рис. 18).





**Рис. 18** Кончик корня проростка пшеницы

**Задание 4. Видоизменение корней.**

1. Рассмотрите видоизменения корня в связи с выполнением различных функций (рис. 19).
2. Рассмотрите и зарисуйте срез через корень бобовых с клубеньками, гаустории повилики.
3. Изучите разнообразие воздушных корней: дыхательные корни, ходульные корни, корни-подпорки.
4. Зарисуйте срез через воздушные корни орхидных (рис.20).
5. Рассмотрите особую покровную ткань - веламен.



Рис. 19 Видоизменение корней

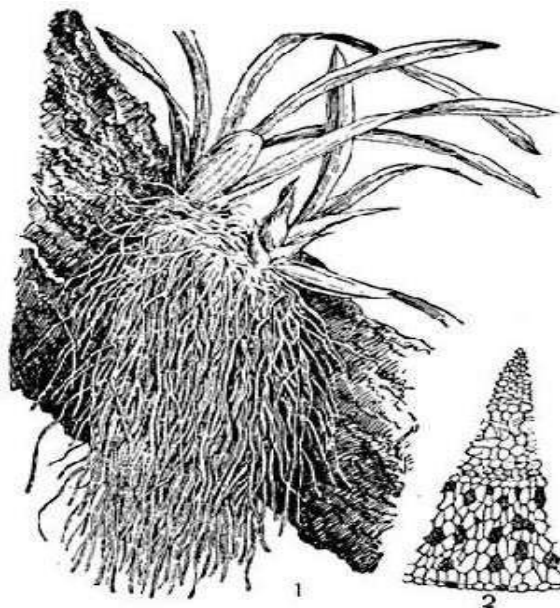


Рис. 20 Воздушные корни орхидного

1 - эпифитная орхидея с воздушными корнями 2 - часть поперечного разреза воздушного корня орхидеи; в нижней наружной части - слой мертвых клеток, поглощающих воду.

### Вопросы для самоконтроля

1. Какой из вегетативных органов зародыша трогается в рост первым при прорастании семени?
2. Какие части стебля называют гипокотилем и эпикотилем?
3. Каково происхождение главного, придаточного и бокового корней?

4. Перечислите типы корневых систем.
5. Перечислите основные зоны корня и дайте им характеристику.
6. Какая часть корня помогает ему при передвижении в почве?
7. Корни каких растений имеют только первичное, а каких - вторичноестроение?
8. В чем заключается отличие строения корнеплода от корневого клубня?
9. В каких частях корнеплода откладываются запасные продукты у моркови, репы и свеклы?
10. Функцию какой зоны корня выполняет микориза?

#### **ТЕМА 4.**

#### **МОРФОЛОГИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ. ПОБЕГ. СТЕБЕЛЬ.**

Побег - стебель с расположенными на нем листьями и почками. Места прикрепления листьев на стебле называются узлами, а участки стебля между ближайшими узлами - междоузлиями. По степени развития междоузлий различают побеги удлинённые (ауксисбласты) - с вытянутыми междоузлиями и укороченные (брахисбласты) - с короткими междоузлиями и сближенными узлами. У некоторых растений удлинённые и укороченные побеги различаются очень резко. Особенно хорошо укороченные побеги выражены у плодовых деревьев, где только они являются цветonosными.

Укороченные побеги встречаются и у травянистых растений, образующих розетки прикорневых листьев. Если удлинено только одно междоузлие побега непосредственно под цветком или соцветием, то его называют цветочной стрелкой, или безлистным стеблем.

Угол между листом и вышележащим междоузлием называется листовой пазухой.

Почки располагаются на верхушке побега и в пазухах листьев.

Почка — это зачаточный побег, имеет слабо развитый стебель, заканчивающийся на вершине конусом нарастания, зачатками листьев и зачатками почек.

По расположению различают почки верхушечные и боковые, которые могут быть пазушными, расположенными в пазухах листьев, и придаточными (адвентивными), образующимися на междоузлиях, корнях и листьях. Развитие верхушечной почки обеспечивает рост данного побега в длину, пазушных - его ветвление, т. к. из них образуются боковые побеги, за счет которых увеличивается общая площадь соприкосновения растения с воздушной средой. Различают почки вегетативные, генеративные и смешанные. Вегетативная почка представляет собой зачаток вегетативного побега, генеративная, или цветочная - зачаток соцветия без зеленых ассимилирующих листьев, или одиночного цветка, в последнем случае почку называют бутон; смешанная - зачаток олиственного соцветия.

Наружные листья почек обычно представляют собой специализированные почечные чешуи, выполняющие защитную функцию и

предохраняющие почку от высыхания - закрытые почки. Количество почечных чешуй у разных видов различно. Голые, или открытые почки лишены почечных чешуй и характерны для многих травянистых растений и для большинства древесных пород тропиков и субтропиков.

Придаточные и пазушные почки, длительное время пребывающие в состоянии покоя, называют спящими почками. В определенных условиях, например, при обрезке древесных растений, из спящих почек развиваются олиственные побеги.

Побеги растений редко бывают простыми, или неветвящимися, но обычно они ветвятся. У современных высших растений имеется два типа ветвления побегов: верхушечное и боковое. Верхушечное, дихотомическое ветвление, при котором конус нарастания расщепляется надвое, встречается у плаунов, псилотовых, некоторых папоротников. При этом из одного побега образуются два одинаковых побега.

Боковое ветвление более разнообразно и связано с продолжительностью жизни конуса нарастания верхушечной почки.

При моноподиальном ветвлении она функционирует в течение всей жизни растения, образуя главный побег. Из пазушных почек развиваются боковые побеги (ель, сосна, клен).

При симподиальном ветвлении конус нарастания главного побега функционирует ограниченное время, затем его роль берет на себя ближайшая боковая почка. В результате главная ось состоит из осей разных порядков ветвления (липа, береза). Разновидностью симподиального ветвления является ложнодихотомическое, встречающееся у растений с супротивным листорасположением.

По направлению роста побегов различают:

- прямостоячие, или ортотропные, расположенные вертикально; восходящие, или приподнимающиеся - нижняя часть стебля лежит на поверхности почвы, а верхняя поднимается вертикально; плагиотропные (горизонтальные):

- стелющиеся, которые стелятся на поверхности, но не укореняются
- ползучие - не только стелятся по земле, но и укореняющиеся, образующие придаточные корни, и другие.

У водных растений нередки плавающие и всплывающие побеги.

Побеги с тонкими, гибкими, нуждающимися в опоре стеблями - лианы могут быть вьющимися - обвивающими опору стеблем, цепляющимися за опору с помощью прищепок или крючков, лазающими - прикрепляющихся к опоре с помощью усиков.

Разнообразны стебли по поперечному сечению: округлые; сплюснутые; 3–4-гранные; многогранные; бороздчатые; ребристые; крылатые и т.п.

Ребристый стебель отличается тем, что выступающие части поперечного сечения (ребра) уже ложбинок между ними, в то время как у бороздчатого более узкими являются углубленные части его поверхности (бороздки).

Крылатым называется стебель с плоскими выростами, причем сечение

стебля и происхождение крыла могут быть различными.

По характеру поверхности растение может быть голым или покрытым восковым налетом, волосками, шипами. Голое растение может быть гладким или бугорчатым. Растение, покрытое волосками, называется опушенным.

Волосок называют трихомой.

Опушение может быть равномерным или неравномерным, если волоски приурочены к определенным частям растения. Различают густое и редкое опушение. В зависимости от длины волосков растения называют длинно- или короткоопушенными. По направлению волосков опушение может быть прижатым или отстоящим.

Кроме того, выделяют: войлочное опушение, образованное длинными, спутанными, часто ветвистыми волосками, закрывающими поверхность органа; шерстистое опушение, с длинными более или менее согнутыми волосками, тесно сомкнутыми, но все же отстоящими друг от друга, при этом поверхность органа остается видимой; шелковистое опушение - сприжатыми, прямыми блестящими волосками; паутинистое - с тонкими извитыми, переплетающимися волосками. Если паутинистые волоски на поверхности органа расположены отдельными группами, опушение называют клочковатым.

При жестких, твердых, щетинистых, колючих волосках опушение называют щетинистым. Колючее опушение является переходом к шипам.

Пушистое - с нежными короткими волосками, расположенными на заметном расстоянии друг от друга.

Волосистое - как в предыдущем случае, но волоски более длинные, густо или редко расположенные.

Мохнатое - с нежными более длинными курчавыми близко расположенными волосками, иногда отстоящими, иногда прилегающими.

Бархатистое - с нежными, очень короткими, очень плотно прилегающими друг к другу прямыми волосками. Если волоски расположены по краю органа, опушение называется реснитчатым.

Волоски или трихомы по форме могут быть: простыми; двураздельными; ветвистыми; игристыми; звездчатыми; чешуйчатыми; железистыми.

Шипы представляют собой более массивные поверхностные выросты, довольно разнообразные по форме. В их образовании часто принимают участие не только эпидерма, но и субэпидермальные слои.

В природе широко распространены подземные побеги: корневища, клубни, клубнелуковицы, луковицы. Они служат для хранения запасных веществ и вегетативного размножения растений.

Корневище представляет побег с чешуевидными листьями низовой формации, почками и придаточными корнями. Как и надземные побеги, корневища могут нарастать моноподиально и симподнадно. Тонкие, сильно разветвлённые корневища характерны для пырея, короткие и довольно мясистые - для купены, ириса. Чаше корневища горизонтальные (плагиотропные) или косо растущие, реже ортотропные, растущие

вертикально вниз.

Столон - удлинённый тонкий подземный побег, заканчивающийся клубнем или луковицей. В отличие от корневища он обычно недолговечен, иногда участвуют в накоплении питательных веществ, но основная функция - вегетативное размножение.

Клубень в отличие от корневища сильно укорочен и утолщен. Запасные вещества в нем откладываются стеблевой паренхиме. Клубни могут развиваться на корневищах, столонах, главном побеге и других частях растений. Они могут быть подземными (картофель, топинамбур) и надземными (капуста кольраби). Мелкие клубеньки могут развиваться и в области соцветий. Луковица, как и клубень, представляет собой специализированный, видоизменённый укороченный побег, служащий не только для хранения питательных веществ, но и для перенесения неблагоприятных условий, вегетативного размножения. Стебель, называемый донцем, в луковицесильно редуцирован и более или менее уплощен. Он несет листья в виде чешуй, а в нижней части - придаточные корни. Запасными органами луковицы служат мясистые чешуи.

Клубнелуковица сочетает признаки корневища и луковицы. Она развивается из побега с сильно укороченным стеблем, от нижней части которого отходят придаточные корни. На верхушке или в основании находится почка, из которой образуется цветоносный побег. Стебель покрыт основаниями отмерших листьев, имеющих вид пленчатых чешуй (шафран, гладиолус).

Метаморфизированные побеги могут служить не только для хранения питательных веществ и размножения растений, но выполнять и другие функции, например, стеблевые суккуленты служат для запасания воды.

Лазающие растения снабжены усиками, которые, как и колючки, представляют собой видоизмененные боковые побеги. Усики могут быть простыми и ветвистыми (виноград, тыква).

Довольно распространенный тип видоизмененного побега - колючка. Это сильно одревесневающий безлистный укороченный побег с острой верхушкой (боярышник).

У некоторых растений побеги в процессе развития теряют листья, и фотосинтезирующим органом становится стебель, называемый кладодием.

Он обычно уплощен, в узлах выражены перетяжки, поэтому кладодий выглядит членистым. Во влажную погоду они могут быть олиственными, но в сухую погоду листья опадают. Кладодии, по внешнему виду сходные с листьями называют филлокладиями.

Тонкие стебли ползучих побегов, безлистные на большом протяжении (с сильно вытянутыми междоузлиями), укореняющиеся лишь в узлах, или несущие одну верхушечную почку называются усами и служат для вегетативного размножения (земляника).

Каудекс - своеобразный многолетний орган побегового происхождения, характерный для многолетних трав и полукустарничков с хорошо развитым стержневым корнем, сохраняющимся всю жизнь. Вместе с корнем он служит

местом отложения запасных веществ и несет на себе множество почек возобновления. Обычно бывает подземным, редко надземным и образуется из коротких оснований отмирающих полурозеточных цветоносных побегов или из погруженных в почву укороченных осей розеточных побегов.

## Лабораторная работа 4

Тема: **Морфология вегетативных органов. Побег. Стебель.**

**Цель работы:**

изучить морфологические различия в строении побегов и их многообразии

**Задачи:**

ознакомиться с внешним строением побегов; показать различие стеблей по способу нарастания, положению в пространстве, типу ветвления, расположению листьев и почек

**Оборудование:**

скальпели, препаровальные иглы, гербарные образцы

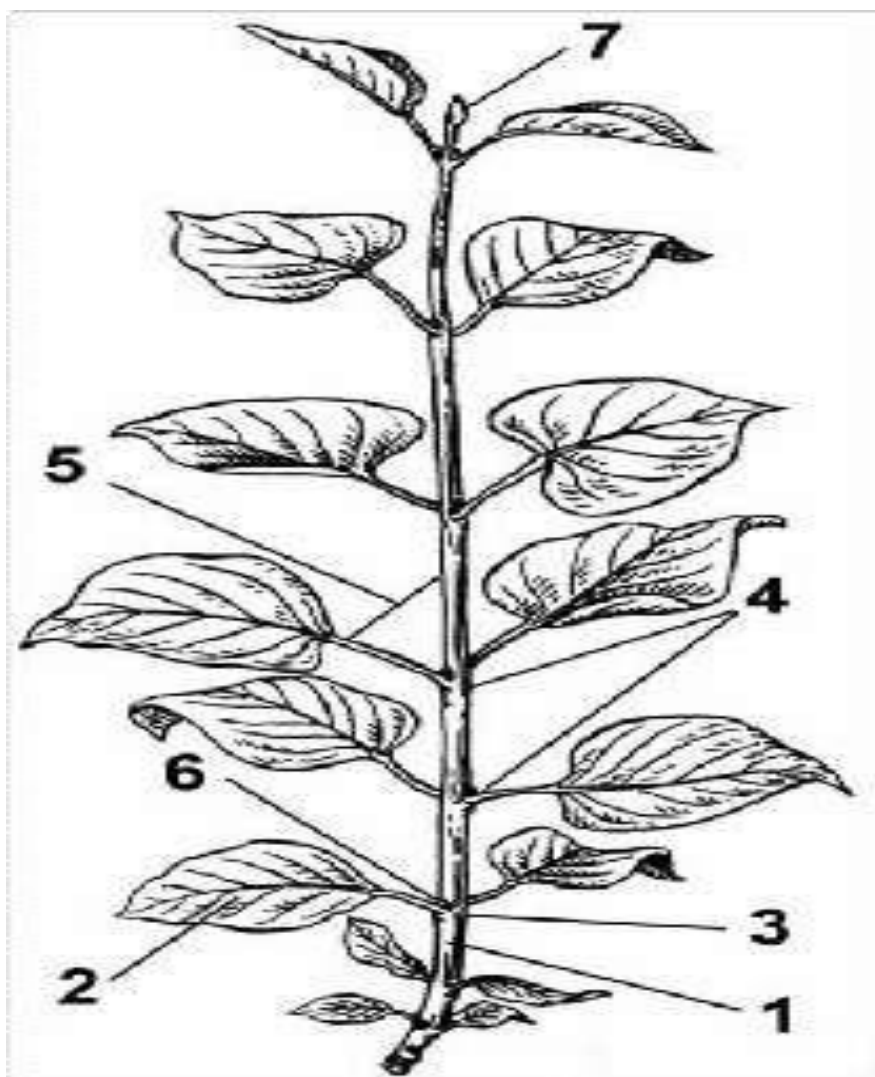
**Объекты исследования:**

живые и гербарные образцы побегов плауна (*Lycopodium clavatum* L.), ели (*Picea excelsa* Link.), вишни (*Cerasus vulgaris* Mill.), сливы (*Prunus domestica* L.), липы (*Tilia cordata* Mill.), сирени (*Syringa vulgaris* L.), каштана конского (*Aesculus hippocastanum* L.), яблони (*Malus domestica* Borkh.), березы (*Betula pendula* Roth), винограда (*Vitis vulpina* L.), хмеля (*Humulus lupulus* L.), вербейника (*Lysimachia nummularia* L.), клевера (*Trifolium repens* L.), белоуса (*Nardus stricta* L.), мятлика (*Poa annua* L.), пырея (*Elytrigia repens* (L.) Nevski.), клена остролистого (*Acer platanoides* L.), ивы (*Salix* sp.), аристалихии (*Aristolochia* sp.), волчьего лыка (*Daphne mezereum* L.)

### Ход работы

Задание 1. *Изучение строения побега.*

1. Рассмотрите побеги предложенных растений.
2. Найдите основные части побега, зарисуйте общее строение побега (рис. 21).



**Рис. 21** Строение побега

1 - верхушечная почка 2 - пазушная почка 3 - междоузлие 4 - узел 5 - пазуха листа  
6 - лист 7 - стебель

*Задание 2. Строение почки и их классификация.*

1. Рассмотрите побеги разных растений. Определите и зарисуйте расположение почек на них.

2. Отделите почку от побега, рассмотрите ее внешнее строение.

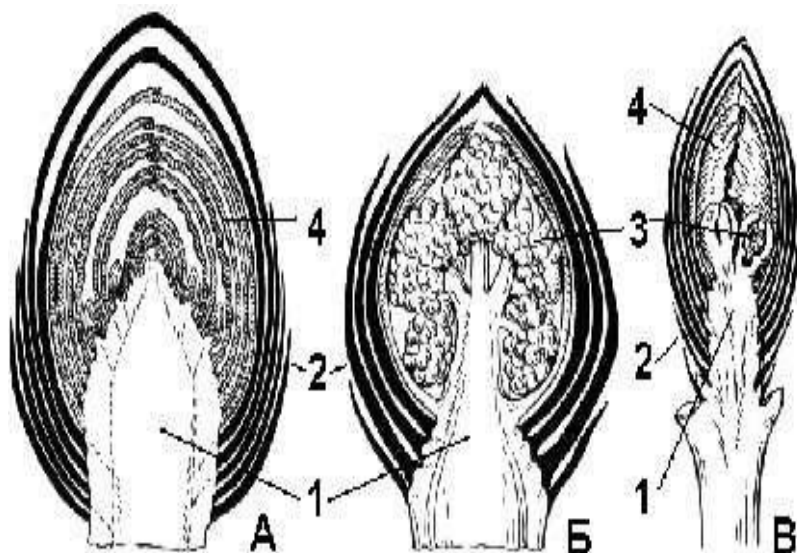
3. Рассмотрите разрезанную вдоль вегетативную почку. С помощью рисунка 22 найдите почечные чешуи, зачаточный стебель, зачаточные листья, зачаточные почки и конус нарастания. Зарисуйте вегетативную почку в разрезе и подпишите названия ее частей.

4. Изучите генеративную почку, найдите ее части.

5. Сделайте вывод о сходстве и различиях в строении вегетативной и генеративной почек. Составьте схему.

6. Рассмотреть почки на побегах различных растений: каштана конского, клена остролистного, ивы белой, аристолохии, волчьего лыка, сливы. Описать их особенности и классифицировать.



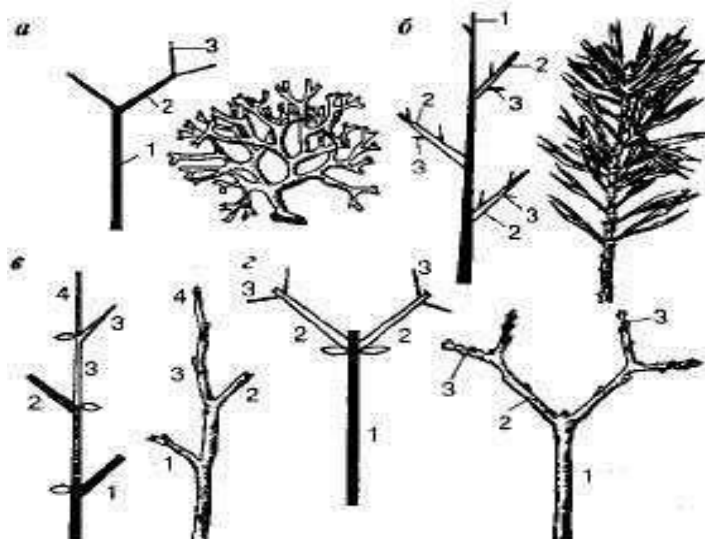


**Рис. 22** Строение и виды почек:

А - вегетативная почка Б - генеративная почка В - вегетативно-генеративная почка  
 1 - зачаточный стебель 2 - почечные чешуи 3 - зачаточные цветки 4 - зачаточные листья почки.

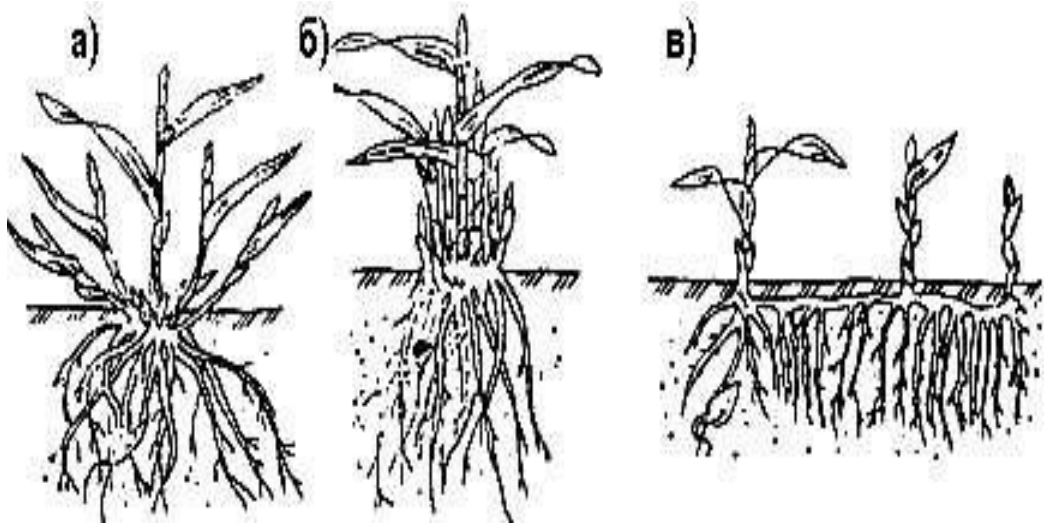
**Задание 3. Типы ветвления побега.**

1. Рассмотрите побеги различных растений и определите тип ветвления.
2. Зарисуйте схемы ветвления побегов растений (плаун, ель, вишня, липа, сирень и др.) (рис 23).
3. Познакомьтесь с особенностями ветвления мятликовых на примере белоуса, мятлика, пырея.
4. Зарисуйте зону кущения и сделайте обозначения (рис. 24).



**Рис. 23** Типы ветвления побега:

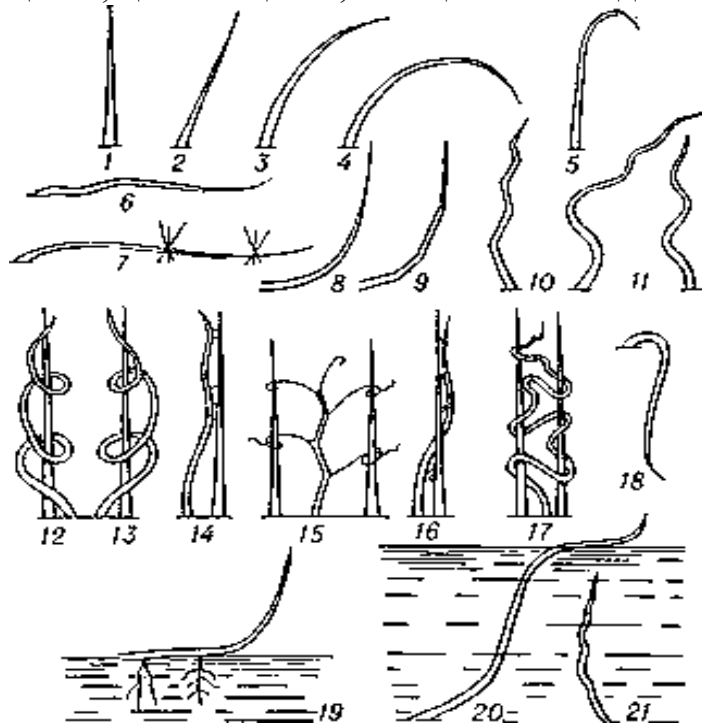
а - дихотомическое (водоросль диктиота) б - моноподиальное (сосна)в,  
 г - симподиальное (черемуха и сирень соответственно)  
 1, 2, 3 - оси первого, второго и третьего порядка соответственно.



**Рис. 24** Схемы кущения злаковых трав  
 а - рыхлокустовой злак б - плотнокустовой злак в - корневищный злак.

**Задание 4. Изучение направления роста побега.**

1. Рассмотрите гербарные образцы побегов различных растений.
2. Зарисуйте их по расположению в пространстве (прямостоячие, восходящие, стелющиеся, цепляющиеся, вьющиеся и так далее).



**Рис. 25** Типы побегов по положению в пространстве:

- 1 - прямостоячий 2 - наклонный 3 - изогнутый 4 - дуговидный  
 5 - поникающий 6 - лежачий; 7 - ползучий, укореняющийся в узлах  
 8 - восходящий 9 - коленчато-восходящий 10 - изломанный 11 - извилистый  
 12, 13- вьющиеся 14- цепляющийся 15 - лазающий 16 - вползающий  
 17 - вплетающийся 18 - свисающий 19 - плавающий  
 20 - всплывающий 21 - погруженный в толщу воды.

Задание 5. Изучение видоизменений стебля.

1. Проанализируйте на живом и гербарно материале метаморфозы стеблевого происхождения.
2. Зарисуйте и обозначьте их .

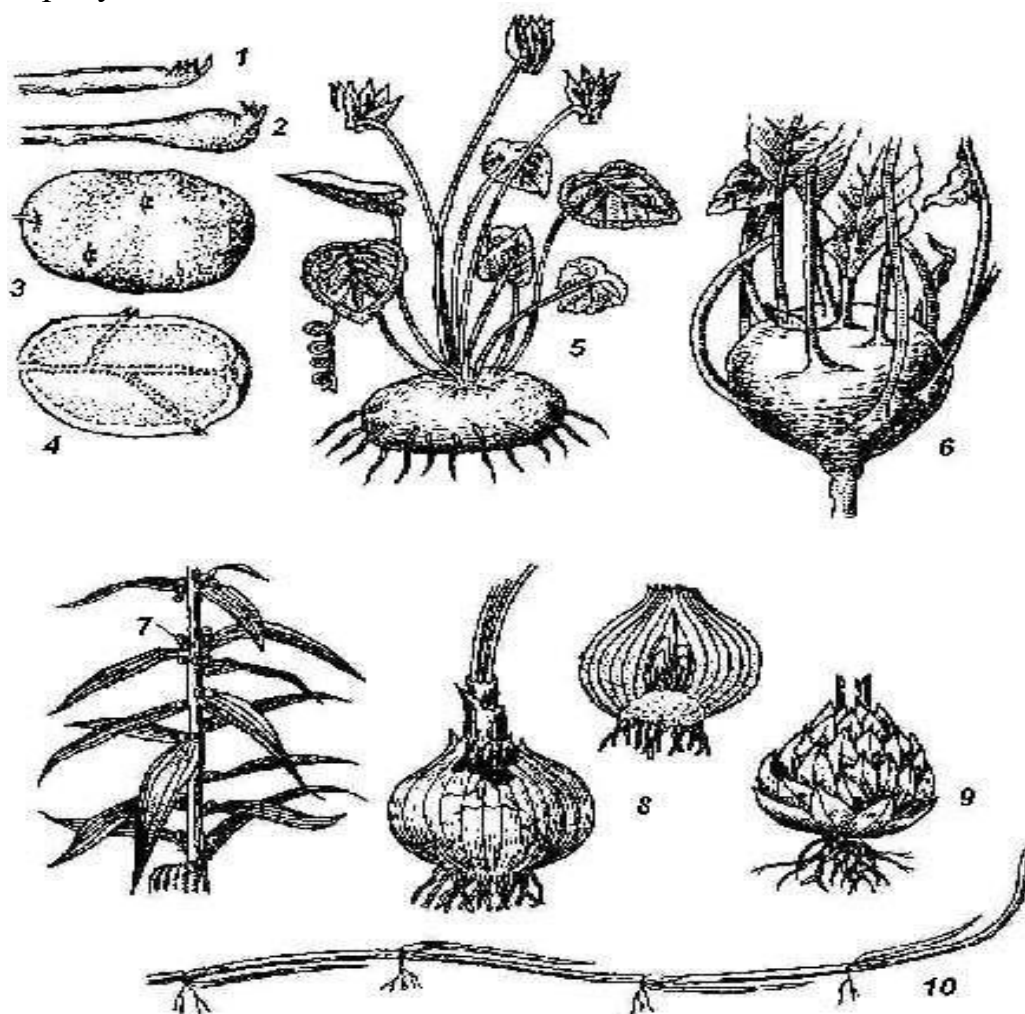
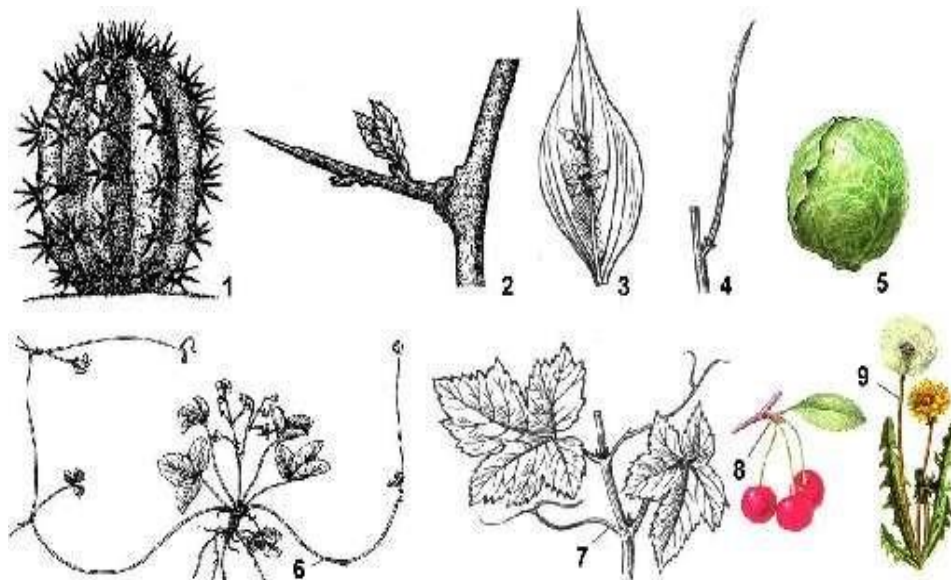


Рис. 26 Подземные метаморфозы побега:

1, 2, 3, 4 - последовательность развития и строение клубня картофеля 5 - клубень цикламена 6 - клубень кольраби 7 - луковички лилии тигровой 8 - луковица лука репчатого 9 - луковица лилии 10 - участок длинного корневища пырея ползучего.



**Рис. 27** Надземные метаморфозы побега: 1 - стеблевой суккулент 2 - колючка 3 - филлокладий иглицы 4 - кладодийспаржи 5 - почка капусты 6 - столоны земляники 7 - ус винограда 8 - укороченный побег вишни 9 - цветочная стрелка одуванчика. Вопросы для самоконтроля

1. Чем отличается ползучий побег от стелющегося?
2. В чем отличие деревянистого стебля от травянистого?
3. Стебли каких растений имеют вставочный рост?
4. Перечислите основные типы ветвления побега и охарактеризуйте их.
5. Почему симподиальное нарастание побега более прогрессивно, чем моноподиальное?
6. В чем заключается отличие укороченного побега от удлиненного?
7. Укажите разницу между пазушными и придаточными почками.
8. Какие почки называют спящими?
9. Каковы особенности структуры стеблей однодольных растений?
10. Каково отличие по строению стебля однодольных от травянистых двудольных растений?
11. Каковы особенности структуры флоэмы и ксилемы у хвойных растений?
12. Какой тип строения имеют стебли древесных растений?

## ТЕМА 5. МОРФОЛОГИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ. ЛИСТ

Лист - боковой орган растения с ограниченным верхушечным ростом, выполняющий три главные функции: фотосинтез, транспирация и газообмен. Типичный лист состоит из листовой пластинки, основания, черешка и прилистников. Иногда основание разрастается, образуя влагалище. Прилистники могут срастаться с черешком, а также между собой, образуя раструб, представляющий пленчатую трубку, охватывающую стебель выше узла. Все эти части листа могут быть

развиты в разной степени или оставаться недоразвитыми, т. е. практически отсутствовать.

Наиболее заметной и важной частью листа является листовая пластинка.

Листовые пластинки внешне разнообразны. При описании обращают внимание на два признака: соотношение длины и ширины и расположение широкой части листовой пластинки.

Кроме этих основных форм листья описывают также по сходству с очертаниями предметов: игольчатые, тесьмовидные, мечевидные, сердцевидные, щитовидные, стреловидные, копьевидные, почковидные, лопатовидные, ромбовидные, треугольные, чешуйчатые и др. Щитовидный лист отличается от всех остальных прикреплением черешка к нижней поверхности листовой пластинки.

Разнообразие листовых пластинок связано с особенностями их оснований, верхушек и краев.

Важнейшие формы основания листовой пластинки: округлое – основание представляет правильную выпуклую дугу; клиновидное - с основанием, сходящимся к черешку в виде острого угла; сердцевидное - с глубокой, имеющей шей треугольную форму выемкой, прислабой выраженности говорят о слегка сердцевидном основании; почковидное - с глубокой и широкой выемкой; выемчатое - со слабо выраженной выемкой в виде вдавленной пологой дуги; стреловидное - с глубокой треугольной выемкой, образованной двумя отростками нижней части листовой пластинки, обращенными книзу; копьевидное - с глубокой треугольной выемкой, образованной двумя отростками нижней части листовой пластинки, направленными перпендикулярно черешку или приподнятыми кверху; неравнобокое или неравностороннее - если левая и правая стороны отличаются друг от друга; усеченное - с основанием, представляющим прямую линию; оттянутое - когда черешок по краю покрыт более или менее широкой оторочкой пластинки листа; ушковатое - если основание листовой пластинки заканчивается двумя хорошо выраженными выростами округлой формы.

По форме верхушки листовой пластинки различают: острую или остроконечную (угол менее 30°); заостренную (угол более 30°); притупленную; округлую; усеченную; выемчатую; двулопастную; остистую; крючковатую; усиковидную.

По форме края различают листья:

цельнокрайние; зубчатые; пильчатые; городчатые; выемчатые; волнистые; реснитчатые; шиповатые; завернутые.

Иногда наблюдается сочетание двух и более типов у одного листа, например, городчато-зубчатые, выемчато-шиповатые.

По характеру поверхности листовая пластинка может быть различной. Голый, когда поверхность листа лишена каких-либо образований. Если при этом его поверхность слабо отражает свет, лист называют матовым; если поверхность сильно отражает свет - блестящим. С восковым налетом - если

пластинка листа покрыта слоем воска, вследствие чего она смачивается водой.

С железками - если лист имеет погруженные в ткань железки. С шипами - с колючими твердыми заостренными выростами, располагающимися по жилкам. Клейкие или липкие - если на листовой пластинке имеются секреторные выделения. Опушенные - покрытые волосками различного строения.

Жилкование - расположение на листовой пластинке системы жилок как проводящего элемента. Проводящие пучки образуют в листе сеть жилок, в зависимости от их расположения и происхождения выделяют несколько типов жилкования.

Лист прикрепляется к стеблю основанием. По способу прикрепления к стеблю различают листья: черешковые, когда лист прикрепляется при помощи черешка; сидячие - лист не имеет черешка и прикреплен к стеблю основанием листовой пластинки; полустеблеобъемлющие (основание листовой пластинки частично охватывает стебель).

Стеблеобъемлющие - основание листовой пластинки охватывает стебель, пронзенные - основание листовой пластинки охватывает стебель и их края срастаются между собой, нисбегающие - края листовой пластинки прирастают к междоузлию, часто на довольно большом протяжении; влагалищные - основание листа, разрастаясь, образует влагалище, охватывающее стебель. Листья располагаются на стебле в определенном порядке, который называется листорасположением, или филлотаксисом.

От узла на стебле может отходить один лист, два и больше. Различают очередное (или спиральное), супротивное, мутовчатое листорасположение. Любым из перечисленных видов листорасположения достигается наилучшее освещение листа.

Очередное, или спиральное листорасположение - наиболее распространенный вариант, когда на каждом узле находится один лист, а основания следующих друг за другом листьев располагаются по спирали.

Двурядное листорасположение - частный случай спирального: на каждом узле находится один лист, охватывающий широким основанием всю или почти всю окружность оси; средние линии (медианы) всех листьев лежат в одной вертикальной плоскости.

При мутовчатом листорасположении на одном уровне закладывается несколько листьев, образующих один узел.

Супротивное листорасположение - частный случай мутовчатого, когда на одном узле образуется два листа точно напротив друг друга, так что их медианы лежат в одной вертикальной плоскости.

Пластинка листа может быть цельной и рассеченной. Рассечение может быть пальчатым и перистым. Если рассеченность края не превышает одной четверти ширины полупластинки, то листья называют цельными, если же надрезанность пластинки больше, то такие листья называются расчлененными.

По степени расчленения листовой пластинки различают лопастные листья

- выемки не доходят до половины полупластинки (дуб), отдельные - выемки заходят глубже половины полупластинки (герань), рассеченные листья - выемки достигают главной жилки листа (картофель, гусиная лапка).

Сложные листья. Различают листья простые и сложные. Листья, имеющие одну пластинку, называются простыми. Простые листья при листопаде опадают целиком или вообще не опадают (у большинства травянистых растений). Такие листья свойственны подавляющему большинству растений (береза, клен, одуванчик).

Сложные листья - листья, состоящие из нескольких четко обособленных листовых пластинок (листочков), каждый из которых своим черешком прикреплен к общему черешку (рахису). Часто сложный лист опадает по частям: сначала листочки, а потом черешок.

В зависимости от расположения листочков различают (рис. 40) перистосложные листья - листья, у которых листочки располагаются по бокам рахиса. Когда верхушка рахиса заканчивается одним непарным листочком, такие листья называются непарноперистыми (шиповник). У парноперистого листа все листочки имеют себе пару (акация желтая).

Пальчатосложные листья - листья, у которых листочки располагаются не по длине рахиса, а лишь на его верхушке в одной плоскости, классический пример лист конского каштана. Частным случаем сложного листа является тройчатый лист - лист, имеющий только три листочка (клевер, кислица).

Если на рахисе сложных листьев образуются боковые ответвления, тогда возникают дважды-, триждыперистосложные листья. Например, у мимозы дваждыперистосложный лист.

Видоизменения листа связаны с выполнением разных функций.

Колючки выполняют защитную функцию. Происхождение колючки можно определить по положению на стебле растения. У барбариса колючка листового происхождения, расположена под листом в отличие от колючки побегового происхождения у боярышника, находящейся в пазухе листа. Листового происхождения колючки и у кактусов. Они характерны для растений засушливых мест обитания, и видоизменениям подвергаются различные части листа. Так, у астрагалов в колючку видоизменяется рахис сложного листа, у белой акации - прилистники. У чертополоха видоизменены отдельные участки листовой пластинки.

Побеги у лиан имеют приспособления, которые помогают им удерживаться на какой-то опоре, чтобы занять определенное положение в пространстве. У гороха и чины часть листа видоизменяется в усик, что помогает им цепляться за опору. У луковиц многих растений основную их массу составляют запасающие листья (рябчик, кудреватая лилия).

Луковицы луковичных растений образованы разного вида видоизмененными листьями. Так, у лука репчатого в образовании луковицы принимают участие листья низовой формации и утолщенные основания зеленых листьев.

Листья у листовых суккулентов выполняют водозапасающую функцию (алоэ, агавы).

Ловчие аппараты - наиболее интересные видоизменения листьев, свойственные насекомоядным растениям (росянка, мухоловка, непентес и др.). Листья этих растений имеют вид кувшинчиков, урночек, захлопывающихся липких пластинок. Попавшие в них насекомые под действием ферментов разлагаются и потребляются растением. Такая особенность питания свойственна этим растениям потому, что они часторастут в местах, где в почве мало минеральных веществ. Таким образом, питание этих растений гетеротрофное, живыми организмами, что в этих условиях способствует их лучшему росту и развитию. У растения пресных водоемов - пузырчатка части сильно рассеченного листа превращены в ловчие пузырьки, куда попадают мелкие водоросли и животные, после чего пузырек закрывается клапаном. Добыча под действием ферментов «переваривается».

Такие мешковидные видоизменения листьев встречаются не только у насекомоядных растений. У эпифитного растения влажного тропического леса отдельные листья дишидии видоизменяются в мешковидные образования, где накапливаются вода и гумус.

В листьях формируются придаточные корни, снабжающие растения влагой.

## Лабораторная работа 5

### Тема: Морфология вегетативных органов. Лист.

**Цель работы:** изучить отличительные особенности внешнего и внутреннего строения листьев различных растений и их метаморфозы

**Задачи:** познакомиться с основными закономерностями строения листьев двудольных, однодольных и хвойных растений и некоторыми признаками ксероморфизма на примере строения хвои сосны, изучить метаморфозы побега листового происхождения

**Оборудование:** гербарные образцы листьев различных растений

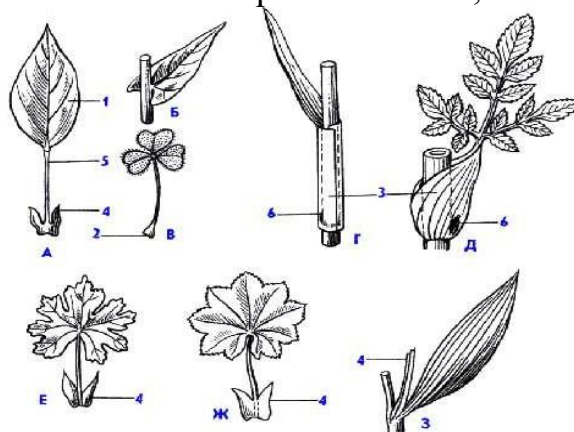
**Объекты исследования:** свежие листья камелии (*Camellia* sp.), хлорофитума (*Chlorophytum* sp.), сосны (*Pinus* sp.) (можно использовать постоянные препараты листьев указанных растений)

### Ход работы

Задание 1. *Изучение строения листа.*



1. Рассмотрите листья различных растений.
2. Изучите внешнее строение листа, обозначьте его части .



**Рис. 28** Разные типы строения листьев:

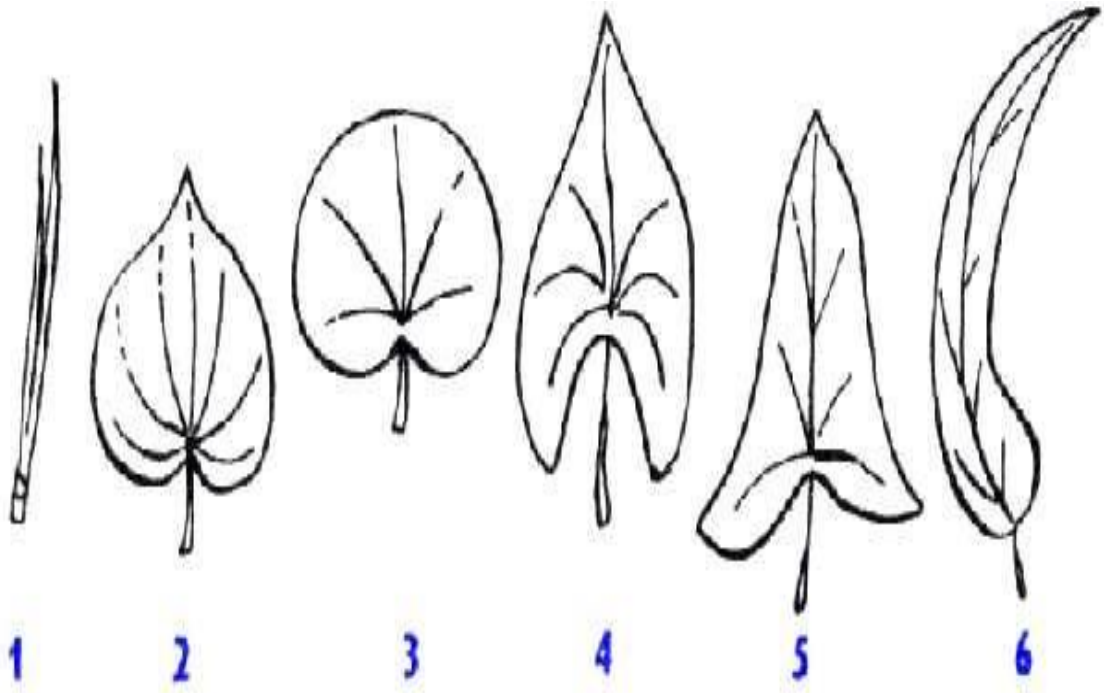
- А - черешковый Б - сидячий В - с подушечкой в основании черешка  
 Г и Д - влагалищные, с прилистниками: свободными - Е прирастающими к черешку  
 - Ж, пазушными срастающимися - В. 1 - пластинка листа 2 - основание черешка 3 -  
 влагалище 4 - прилистники 5 - черешок 6 - пазушная почка.

3. Зарисуйте черешковый, сидячий и влагалищный лист.



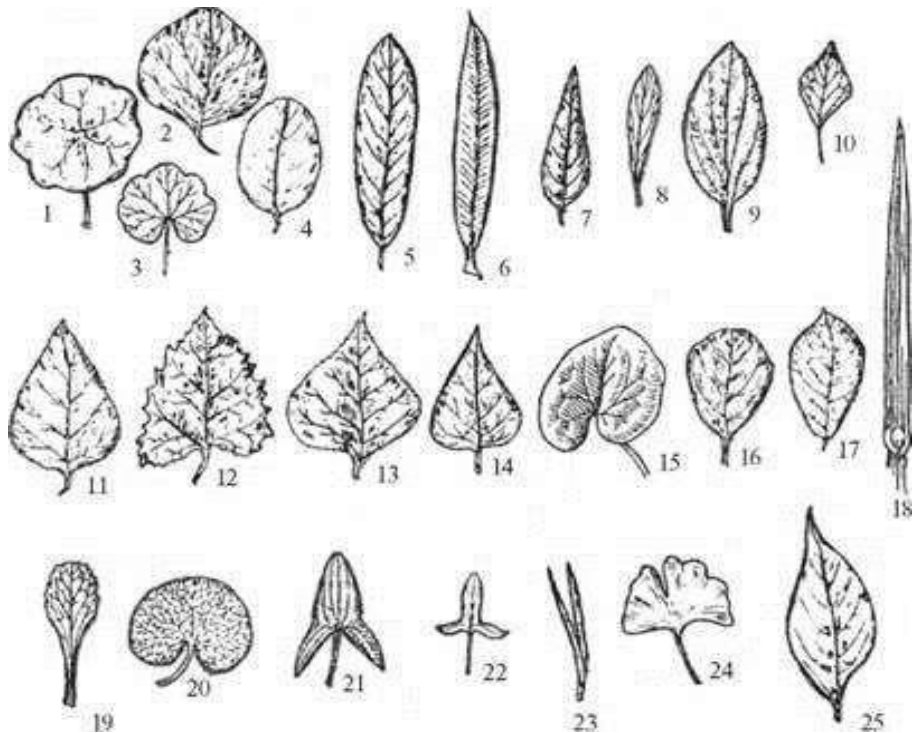
**Рис. 29** Типы крепления листа к стеблю.

4. Ознакомьтесь с наиболее распространенными формами листовой пластинки, края, основания и верхушки листа.



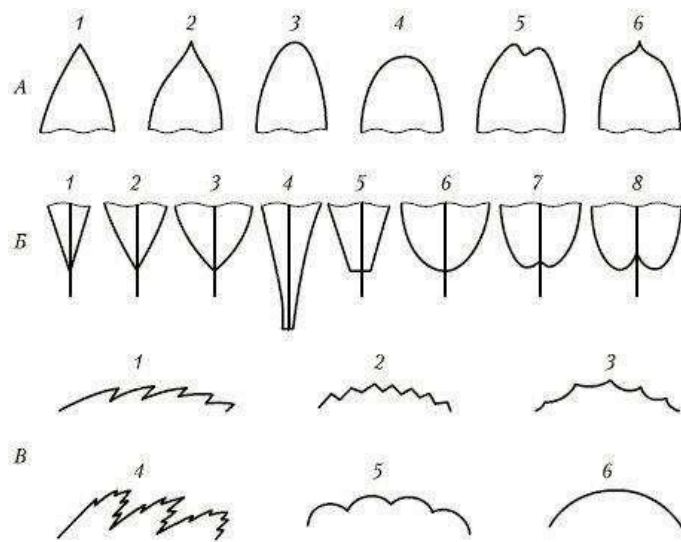
**Рис. 30** Типы листовых пластинок по соотношению длины и ширины и расположению наиболее широкой части:

- 1 - игольчатая 2 - сердцевидная 3 - почковидная 4 - стреловидная  
 4 - копьевидная 6 - серповидная.



**Рис. 31** Разнообразие форм листовой пластинки:

- 1-3 - округлая 4 - овальная 5 - продолговатая 6 - ланцетная 7 - продолговато-  
 яйцевидная 8 - обратно-ланцетная 9 - эллиптическая 10 - ромбовидная  
 11 - яйцевидная 12 - яйцевидно-сердцевидная 13 - широкояйцевидная  
 14 - треугольная 15 - сердцевидная 16 - обратно-яйцевидная 17 - продолговато-  
 обратно-яйцевидная 18 - линейная 19 - лопатчатая 20 - почковидная 21 - стреловидная 22  
 - копьевидная 23 - игловидная 24 - вееровидная 25 - с неравнобоким основанием



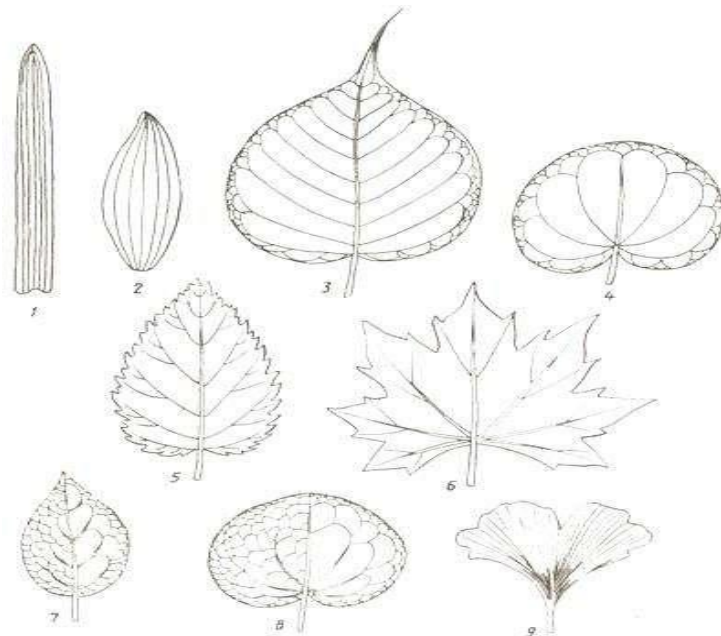
**Рис. 32** Формы верхушки, основания, края

А - верхушка: 1 - острая 2 - оттянутая 3 - туповатая 4 - округлая 5 -выемчатая 6 - с  
 остроконечием Б - основание: 1 - узкоклинновидное 2 - клиновидное  
 3 - ширококлинновидное 4 -нисбегающее 5 - усеченное 6 - округлое 7 - выемчатое  
 8 – сердцевидное В - край: 1 - пильчатый 2 - зубчатый 3 - выемчатый 4 -  
 двоякопильчатый 5 - городчатый 6 - цельный

5. Изучите жилкование листьев: простое, дихотомическое, сетчато-перистое, сетчато-пальчатое, параллельное, дуговое.

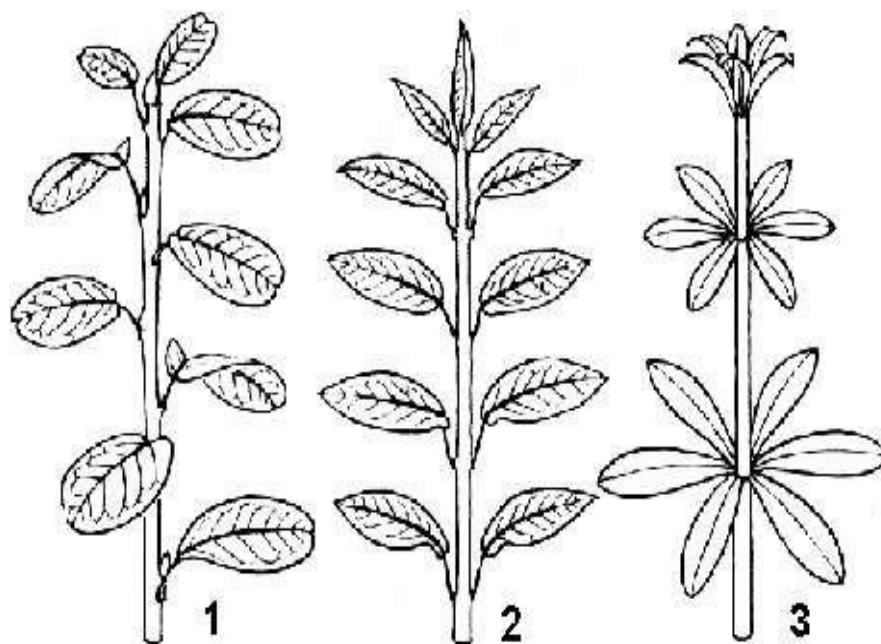
6. Изучите типы листорасположения (очередное, супротивное, мутовчатое).

7. Ознакомьтесь с типами расчленения листовой пластинки. Зарисуйте схемы.

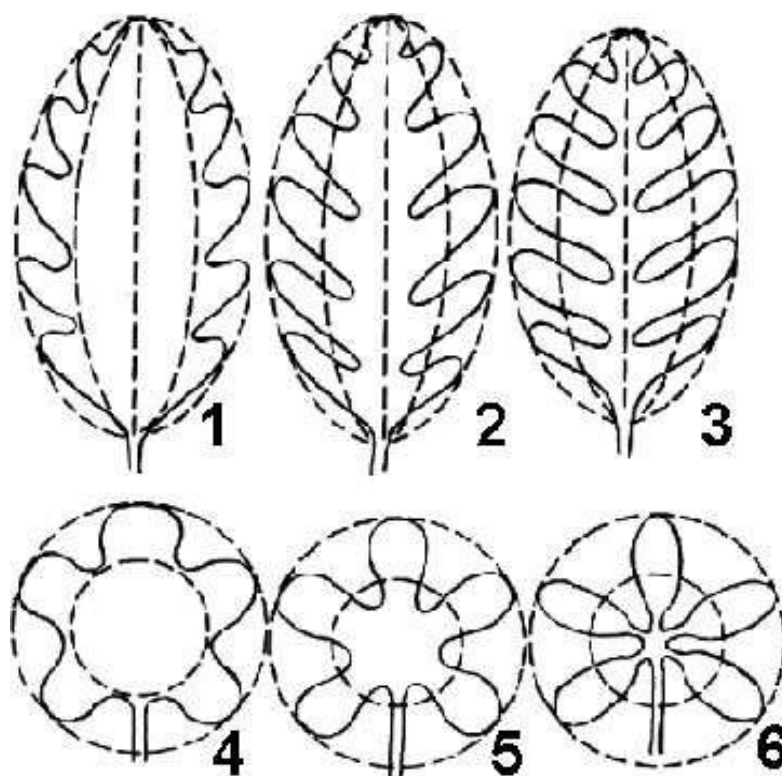


**Рис. 34** Типы жилкования листьев

1- параллельное 2 - дуговое 3 - перистопетлевидное 4 - пальчатопетлевидное  
 5 - перистокраебежное 6 - пальчатокраебежное 7 - перистосетчатое  
 8 - пальчатосетчатое 9 - дихотомическое

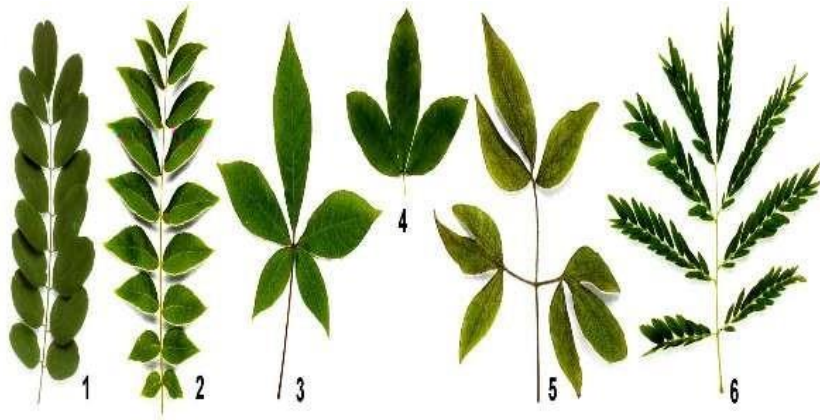


**Рис. 35** Типы листорасположения  
 1 - очередное 2 - супротивное 3 – мутовчатое



**Рис. 36** Расчленение листовой пластинки:  
 1 - перистолопастной 2 - перисто-раздельный 3 - перисто-рассеченный 4-пальчато-лопастной 5 - пальчато-раздельный 6 - пальчато-рассеченный

8. Ознакомьтесь с формами сложных листьев: тройчатый, пальчатосложный, непарноперистосложный, парноперистосложный, двуюкоперистосложный.



**Рис. 37** Сложные листья:

1 - непарноперистосложный 2 - парноперистосложный 3 - пальчатосложный 4 - тройчатосложный 5 - дваждытройчатосложный 6 - дваждыперистосложный

*Задание 2. Охарактеризуйте морфологическое строение предложенных вариантов листьев.*

*Задание 3. Изучение анатомического строения листьев растений разных таксономических групп (голосеменные, покрытосеменные).*

*Задание 4. Изучение анатомического строения листьев растений разных экологических групп.*

1. Рассмотрите срез листа суккулентного растения с водоносной тканью.
2. Сравните характер мезофилла и покровной ткани.
3. Отметьте черты приспособления анатомического строения листа к условиям увлажнения.

## **Лабораторная работа 6**

### **Тема: Морфология вегетативных органов. Лист.**

Цель работы: изучить метаморфозы листьев метаморфозы

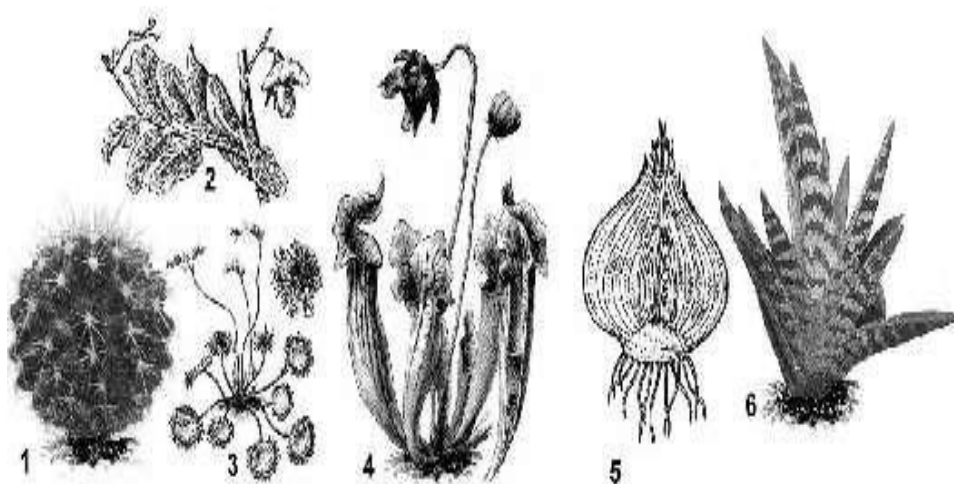
Задачи: изучить метаморфозы побега листового происхождения

Оборудование: гербарные образцы листьев различных растений

Ход работы

Задание 1. *Изучение метаморфозов листьев.*

1. Рассмотрите видоизменения листа в связи с выполнением функций защиты, прикрепления, накопления различных веществ, вегетативного размножения и др. Зарисуйте метаморфозы листа.



**Рис. 38** Метаморфозы листа

1 - листья - колючки у кактуса 2 - усики на конце листа у гороха 3, 4 - листья-ловушки у росянки и саррацении 5 - сухие и сочные листья лука 6 - сочные водо­за­па­са­ю­щие листья алоэ

### Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение нисбегающему листу.
2. В чем заключается отличие простого листа от сложного?
3. Как классифицируют простые листья с цельной пластинкой?
4. Какие два признака положены в основу классификации простых листьев с расчлененной листовой пластинкой?
5. Чем отличается по микроскопическому строению дорсивентральный лист от изолатерального?
6. Где располагается устьичный аппарат у листьев этих типов?
7. Почему ксилема в пучке обращена к верхней стороне листа?
8. В чем особенности строения мезофилла хвой?
9. Какие признаки в микроскопической структуре листа свидетельствуют о ксерофитности растения?
10. Какие особенности анатомической структуры характерны для листьев растений, произрастающих в водной среде?

## ТЕМА 6. МОРФОЛОГИЯ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ РАСТЕНИЙ. ЦВЕТОВ И СОЦВЕТИЯ.

Репродуктивные органы — это органы растений, выполняющие функцию полового размножения. У различных представителей растительного царства они сильно отличаются по уровню дифференциации и сложности строения. У некоторых водорослей и лишайников генеративные органы не дифференцированы на мужские и женские (морфологически не отличимы) и различаются только физиологически. В других случаях у низших растений генеративные органы (гаметангии) подразделяются на антеридии (образующие мужские гаметы) и оогонии (образующие женские гаметы), как правило, одноклеточные. От них в процессе эволюции произошли многоклеточные

генеративные органы высших растений - антеридии и архегонии. У высших споровых растений (мхов, папоротников, хвощей и плаунов) антеридии представляют собой небольшие овальные или шаровидные тельца, одетые снаружи бесплодными клетками, в которых образуются подвижные сперматозоиды (мужские гаметы).

Архегонии выглядят как небольшие бутылкообразные или колбообразные тельца, состоящие из брюшка и шейки. В брюшке помещается неподвижная яйцеклетка - женская гамета. В процессе эволюции высших растений архегонии и антеридии претерпевают упрощение (редукцию).

У наиболее высокоорганизованных покрытосеменных растений, а также у некоторых голосеменных растений (*Welwitschia*, *Gnetuni*) архегонии отсутствуют. У сосновых от архегония сохраняется яйцеклетка и несколько боковых клеток, а мужской гаметофит редуцирован до трех клеток и антеридий, и как таковой не образуется. У покрытосеменных (цветковых) растений, в связи с особенностями их развития, возникают высокоспециализированные генеративные органы - мужские гаметофиты (пыльцевые зерна), состоящие из двух клеток (генеративной и вегетативной), и сильно редуцированные женские гаметофиты - зародышевые мешки.

Генеративные органы вместе с органами бесполого и вегетативного размножения, относят к репродуктивным органам растений.

Генеративные органы у покрытосеменных растений — это цветки и плоды.

## ЦВЕТОК

Цветок разнообразен у разных групп растений по деталям строения, окраске и размерам. Известны цветки до 1 мм в диаметре (рясковые - *Lemnaceae*) и одновременно существуют очень крупные цветки, например у знаменитой раффлезии Арнольда (*Rafflesia arnoldii*). Крупнейший цветок этого вида растений имеет диаметр более 100 см.

Цветок возникает из конуса нарастания цветочного побега. Листочки околоцветника, тычинки и пестики последовательно образуются в виде бугорков из верхушечной меристемы. Первоначально процессы формирования и развития цветочных структур осуществляются в цветочной почке. Цветочная почка обычно состоит из почечного покрова (перулы), образованного почечными чешуями - видоизмененными листьями, которые плотно окружают молодой цветок (бутон). Иногда покров отсутствует, тогда бутон защищают молодые листья, плотно облегающие отдельные цветки или целые соцветия.

Существуют два типа цветочных почек: собственно цветочные почки (бутоны), которые помимо чешуй несут только репродуктивные части, и смешанные почки, несущие репродуктивные части и зачатки вегетативного побега. Положение частей цветочного покрова в бутоне относительно друг друга называется листосмыканием. Известно довольно большое число типов листосмыкания.

Главнейшие из них - створчатое, свернутое и черепитчатое. Тип листосмыкания покровов в бутоне – важный систематический признак. Его легко удастся отразить на диаграмме цветка.

По положению цветок бывает верхушечным или боковым, то есть выходит из пазухи видоизмененного или невидоизмененного прицветного листа (прицветника).

Часть побега между цветком и прицветником называют цветоножкой. Если цветоножка укорочена или отсутствует, то цветок называют сидячим. Верхняя часть оси цветка, к которой прикрепляются все боковые (латеральные) его части, является цветоложем. Цветоложе может иметь различные размеры и форму: удлиненную, выпуклую, плоскую или вогнутую. Разросшаяся часть цветоложа, расположенная между покровами цветка и гинецеем, называется тором. Части цветка принято делить на стерильные - к ним относятся покровы цветка, или околоцветник, и фертильные, то есть репродуктивные (андроцей и гинецей).

У некоторых цветков в результате срастания цветоложа, нижних частей покрова и андроцея образуется особая структура, называемая гипантием. Она может быть разнообразной формы, иногда участвует в формировании плода (у шиповника) и характерна для представителей семейства розоцветных и многих видов бобовых.

Части цветка располагаются на цветоложе в виде ряда концентрических кругов (циклический цветок) или спирально (ациклический цветок). Иногда наружные листочки околоцветника расположены кругами, а внутренние по спирали. Такой цветок является гемициклическим (полуциклическим). Эволюционно ациклические цветки архаичнее (древнее) циклических.

В зависимости от количества частей в каждом круге цветок называют: мономерным, или одночленным, если в одном круге одна часть (ива *Salix*); димерным, или двучленным – с двумя частями в круге (капустные *Brassicaceae*); тримерным, или трехчленным (многие однодольные); тетрамерным, или четырехчленным с четырьмя членами в круге; пентамерным, или пятичленным.

Иногда число кругов и частей (членов) в них увеличивается (особенно у садовых форм). Такой цветок называют махровым. Махровость обычно связана с расщеплением лепестков в онтогенезе цветка, либо с превращением лепестков в тычинок, что повышает декоративные качества сортов культурных роз, пионов, гвоздик. По особенностям симметрии цветки делят на актиноморфные, или правильные цветки (через цветок можно провести несколько плоскостей симметрии) и зигоморфные (цветок делится плоскостью симметрии на правую и левую половины). В процессе приспособления к опылению с помощью насекомых из актиноморфных цветков возникли цветки зигоморфные (цветки многих бобовых). Существует также асимметричные цветки, через которые нельзя провести ни одной плоскости симметрии (цветки валерианы лекарственной *Valeriana officinalis*).

Околоцветник, или стерильная часть цветка, является его покровом, защищающим более нежные репродуктивные части. Он бывает простым и



двойным. Простой околоцветник состоит из относительно сходных листочков и не разделен на чашечку и венчик. Невзрачный простой околоцветник называют чашечковидным, яркоокрашенный - венчиковидным.

Число долей простого околоцветника у разных систематических групп неодинаково. Оно неопределенно у ряда примитивных семейств из подклассов магнолиид и ранункулид. В цветках однодольных число долей околоцветника обычно кратно трем. Иногда околоцветник частично или полностью редуцирован, что, как полагают, связано с приспособлением к ветроопылению. Большое значение при характеристике цветка имеет тип симметрии околоцветника.

Двойной околоцветник дифференцирован на чашечку и венчик, обычно существенно различающиеся по окраске и размерам.

Чашечкой называют совокупность чашелистиков. Чашелистики чаще всего зеленые, разнообразные по форме и образуют наружный или несколько наружных кругов околоцветника. Число чашелистиков в цветке варьирует от двух (семейство маковых *Papaveraceae*) до неопределенного числа (семейство чайных *Theaceae*), но у большинства двудольных их чаще четыре или пять. Чашелистики могут быть совершенно свободными (несросшимися); в таких случаях чашечка называется раздельнолистной. Если же они срастаются между собой на большем или меньшем их протяжении, то чашечка называется сростнолистной. В сростнолистной чашечке выделяют трубку и отгиб (зубцы, лопасти) в зависимости от характера и степени срастания чашелистиков. По форме трубки различают трубчатую, колокольчатую и воронковидную чашечки.

Чашечка возникла эволюционно в результате концентрации вокруг цветка и видоизменения верхних прицветных листьев. Главная функция чашечки связана с защитой цветка на ранних этапах его формирования. Наружные покровы бутона до его распускания у цветков с двойным околоцветником образованы чашечкой. При распускании цветка и во время цветения чашечка иногда опадает (семейство маковые *Papaveraceae*) или отгибается назад. Нередко она способна видоизменяться, приобретая иные функции, связанные с распространением плода и семян. В семействе яснотковых (*Lamiaceae*) чашечка служит вместилищем для дробного плода, у астровых она превращена в хохолок (паппус), способствующий разносу плодов ветром. У череды на чашечке имеются характерные крючочки, сохраняющиеся при плодах; с их помощью плоды цепляются за шерсть животных. Иногда чашечка приобретает яркую окраску и выполняет роль венчика, который в этом случае нередко оказывается редуцированным (живокость *Delphinium* и аконит *Aconitum* из семейства лютиковых *Ranunculaceae*).

Венчик образует внутреннюю часть двойного околоцветника. Эволюционно листочки венчика произошли в результате стерилизации и общей редукции тычинок (пыльников), уплощения их тычиночных нитей и приобретения ими окраски.

По разнообразию размеров, формы и окраски венчик превосходит

остальные части цветка и создает его облик. Венчик образован лепестками, число которых может быть неопределенным, но чаще равно четырем, пяти или трем, реже двум либо одному. В отдельных случаях венчик полностью редуцирован, тогда его функции переходят к чашечке. Венчик содействует опылению цветка, привлекая насекомых-опылителей. Эта роль выполняется относительно пассивно благодаря окраске, размерам или характерной форме, но у некоторых специализированных групп цветковых венчик способен активно участвовать в процессе опыления (бобовые, орхидные), способствуя более успешной его реализации. Благодаря яркой окраске лепестков венчик способен отражать часть спектра солнечных лучей, предохраняя репродуктивные части цветка от перегрева. Закрываясь на ночь, венчик, создает камеру, препятствующую охлаждению цветка или повреждению его холодной росой.

Окраска венчика может значительно варьировать иногда у одного и того же вида. В тропиках более обычны растения с красной, оранжевой либо сине-фиолетовой окраской венчика. В странах умеренного климата преобладает желтый цвет. Окраску определяют различные пигменты полифенольной природы (флавоноиды, в том числе антоцианы, придающие красный, синий или фиолетовый цвет, и флавоны - желтый). В данном случае окраска зависит от активной реакции (рН) клеточного сока (красный цвет обусловлен кислой реакцией, фиолетовый - нейтральной, синий - щелочной). Оранжевую, желтую, красную окраску лепестков иногда обуславливают также каротиноиды. Иногда (семейство бурачниковых *Boraginaceae*) синяя или красная окраска обусловлена пигментами - беталаинами. Обесцвечивание или потеря пигментов называется альбинизмом. Помимо окраски, воспринимаемой человеком, на венчике существуют узоры, различаемые насекомыми, воспринимающими ультрафиолетовую часть спектра. Эти узоры, возможно, дают насекомым дополнительную информацию о размещении нектарников или пыльников в цветке, способствуют их посещению и опылению.

Пластинка лепестка чаще недифференцирована, но иногда четко подразделяется на две части: нижнюю - суженную, получившую название ноготка, и верхнюю, называемую пластинкой, или отгибом (семейства гвоздичные *Caryophyllaceae*, бобовые *Fabaceae*).

Обычно все лепестки венчика более или менее одинаковы, но у некоторых специализированных семейств различаются по величине и форме (фиалковые *Violaceae*, бобовые *Fabaceae*, бальзаминовые *Balsaminaceae*). Встречаются случаи образования особых полых выпячиваний у отдельных лепестков - так называемых шпорцев (иногда они возникают из листочков простого околоцветника), связанных с особенностями опыления. В полости шпорца накапливается нектар, выделяемый его стенками или специальными нектарниками.

Различают отдельно - и сростнолепестные венчики. Древнейшие из ныне живущих цветковых (магнолиевые, лютиковые, кувшинковые, пионовые) имеют отдельнолепестные венчики. Сростнолепестность в процессе морфологической эволюции возникла позднее и независимо в разных

филетических линиях покрытосеменных. Сростнолепестный венчик часто имеется у насекомоопыляемых цветковых. В сростнолепестных венчиках различают нижнюю сросшуюся часть, называемую трубкой, и верхнюю расширенную - отгиб. Место перехода трубки в отгиб называют зевом. В зеве иногда располагаются различного рода выросты и придатки - дополнительные приспособления к перекрестному опылению (семейства бурачниковые *Baraginaceae*, гвоздичные *Caryophyllaceae*, горечавковые *Gentianaceae*). У нарциссов (*Narcissus*) выросты простого венчикообразного околоцветника очень крупные, ярко окрашенные и образуют как бы второй «венчик», называемый привенчиком, или коронкой. Длина трубки венчика различна и отражает особенности опыления разных видов растений. Увеличение длины трубки, которая у некоторых тропических видов достигает 20–25 см, связана с приспособлением к опылению длиннохоботковыми бабочками и птицами (колибри). Венчики и весь околоцветник разнообразны по форме: трубчатые, язычковые, блюдцевидные, двугубые.

Совокупность тычинок одного цветка называют андроцеом. В некоторых цветках андроцей вообще отсутствует — это так называемые пестичные цветки, а в однополых тычиночных цветках имеются только тычинки. Количество тычинок в цветке у разных видов различно - от одной (орхидные *Orchidaceae*) до нескольких сотен (подсемейство мимозовые *Mimosoideae*, семейство бобовые *Fabaceae*). Многочисленные тычинки магнолиевых (*Magnoliaceae*), имеющих полимерный андроцей, расположены по спирали. У примитивных видов тычинки расположены группами или в несколько кругов. Для большинства цветковых характерно 3, 4, 5, 6 или 10 тычинок (олигомерный андроцей). Обычно они расположены в 1–2 круга. Эволюция шла от полимерного андроцея к олигомерному. Тычинки могут быть свободными либо срастаются различным образом и в разной степени. Например, в тропическом семействе мелиевых все 10 тычинок срастаются своими нитями в трубку (однобратственный андроцей). У зверобоя (*Hypericum*) тычинки срастаются в пучки, для астровых (*Asteraceae*) характерно склеивание пыльников. У многих представителей подсемейства мотыльковых *Faboideae* (семейство бобовые *Fabaceae*) срастаются 9 тычинок, а одна остается свободной (двубратственный андроцей).

Каждая тычинка состоит из суженной нитевидной или лентовидной части - тычиночной нити и расширенной части - пыльника. Пыльник имеет две половинки, соединенные друг с другом связником, являющимся продолжением тычиночной нити. Связник иногда продолжен в надсвязник, заметный в виде небольшого выступа над пыльником. Длина тычиночных нитей у разных растений варьирует. Чаще они более или менее равны по длине околоцветнику, но иногда значительно короче или во много раз его превышают, как, например, у тропического лекарственного растения «почечный чай», или кошачьи усы (*Orthosiphon stamineus*) из семейства губоцветных (*Lamiaceae*). На поперечном срезе через тычиночную нить видно, что большая ее часть состоит из паренхимной ткани, а в центре проходит сосудистый пучок.

Каждая половинка пыльника несет два (реже одно или много) гнезда,

которые являются микроспорангиями. Гнезда пыльников называют пыльцевыми мешками. В зрелом пыльнике перегородки между гнездами по большей части исчезают. Снаружи пыльники покрыты эпидермой. Под эпидермой располагается слой клеток эндотеция со вторично утолщенными клеточными оболочками, за счет которого при подсыхании пыльника вскрываются гнезда. Глубже залегают 1–3 слоя некрупных тонкостенных клеток. Самый внутренний слой клеток, выстилающий полость пыльцевых мешков, получил название тапетума. Считается, что содержимое клеток этой ткани служит питанием для развивающихся материнских клеток микроспор (микроспороцитов). Гнезда пыльника обычно заполнены материнскими клетками микроспор, микроспорами и зрелой пылью. Микроспоры возникают из микроспороцитов в результате мейоза, сами микроспороциты - из немногих клеток археспория (образовательной ткани, функционирующей на ранних стадиях развития гнезд пыльника). Созревший пыльник вскрывается разнообразно: продольными трещинами, дырочками, клапанами. При этом пыльца высыпается. Признаки строения, формы, положения, числа тычинок, а также сам тип андроеца имеют большое значение для систематики цветковых и познания их филогении.

У некоторых видов часть тычинок утратила свою первоначальную функцию, они стали в процессе эволюции стерильными и превратились в стаминодии. Иногда пыльники преобразуются в нектарники - секреторные части цветка, выделяющие нектар. Превратиться в нектарники могут также лепестки, их части, части пестика и даже выросты цветоложа. Нектарники различаются по форме, располагаются обычно в глубине цветка и нередко выделяются своей блестящей поверхностью. В пыльниках осуществляется два важнейших для репродукции процесса: микроспорогенез и микрогаметогенез. В результате из микроспоры формируется зрелый мужской гаметофит (мужскую особь) - пыльцевое зерно. Эволюционно тычинки — это видоизмененные микроспорофиллы ископаемых голосеменных - предков цветковых растений.

Совокупность плодолистиков одного цветка, образующих один или несколько пестиков, называют гинецеем (от греческого «гине» - женщина). Плодолистики, или карпеллы — это структуры, связанные по происхождению со спороносными листьями (мегаспорофиллами) ископаемых предков цветковых растений. В ходе эволюции из плоских и открытых мегаспорофиллов возникли вдоль сложенные (кондупликатные) плодолистики, края которых затем срослись и образовали замкнутый пестик с его наиболее существенной частью - завязью, несущей на внутренней поверхности семязачатки. У цветковых из мегаспорофиллов эволюционно сформировалась уникальная структура, имеющая замкнутую полость, в которой развиваются надежно защищенные от внешних воздействий семязачатки. Нижняя часть пестика - завязь выполняет функцию влажной камеры, предохраняющей семязачатки от высыхания, что сделало покрытосеменные малозависимыми от влажности окружающей среды и явилось одним из факторов освоения ими аридных (засушливых) территорий. Кроме того, пестик укрывает семязачатки

от поедания их насекомыми и отчасти от резких колебаний температуры. Пестик способствует опылению и оплодотворению. В семязачатках, расположенных в завязи, осуществляется мегаспорогенез и мегагаметогенез.

Пестик, образовавшийся из одного плодолистика, называют простым, из двух и более сросшихся плодолистиков - сложным. Простой пестик обычно одногнездный; сложный может быть разделен на гнезда или бывает одногнездным в зависимости от особенностей срастания плодолистиков.

Гинецей, состоящий из одного простого, образованного единственным плодолистиком пестика, называют монокарпным.

Апокарпный гинецей состоит из двух или многих свободных (несросшихся) простых пестиков. В процессе эволюции плодолистки могут различным образом срастаться, в результате чего возникает гинецей, получивший обобщенное название ценокарпного. Такой гинецей представлен одним сложным пестиком. В зависимости от способа срастания плодолистиков различают несколько типов ценокарпных гинецеев: синкарпный, паракарпный и лизикарпный. Синкарпный гинецей образован пестиками, которые срастаются между собой боковыми стенками плодолистиков. Вторично одногнездные паракарпный и лизикарпный типы гинецея возникли из синкарпного в результате редукции отдельных частей плодолистиков.

Представления о типах гинецея широко используются в морфологии, но при общей характеристике растения нередко достаточно простого указания на то, что гинецей ценокарпный. Иногда границы между сросшимися плодолисточками незаметны, а единственное гнездо завязи несет только один семязачаток. Такой гинецей, возникший из ценокарпного, называют псевдомонокарпным.

Структурно пестик любого типа состоит из нескольких частей. Более расширенная его часть, в которой находятся семязачатки, называется завязью, вытянутая часть - столбиком, а верхушечная, нередко расширенная, - рыльцем. Рыльце пестика обеспечивает восприятие пыльцы. Оно развивается на верхушке столбика или непосредственно на завязи (сидячее рыльце), реже (у архаичных видов) - вдоль сросшихся краев плодолистика. Различают стилодий, то есть вытянутую часть простого пестика, и собственно столбик - вытянутую часть сложного пестика. Столбик возникает в результате срастания стилодиев. Однако, часто в обоих случаях используют термин столбик.

Форма и величина рыльца различны у разных видов. Поверхность рыльца очень часто неровная, бугорчатая и покрыта липкой жидкостью, что способствует более эффективной фиксации и улавливанию пыльцы. Кроме того, рыльцевая поверхность несет тонкий белковый слой - пелликулу, которая, взаимодействуя с белками экзины пыльцевого зерна, обеспечивает прорастание пыльцевой трубки или препятствует ему. Столбик состоит из рыхлой паренхимной ткани. Он как бы приподнимает рыльце вверх, что необходимо при некоторых механизмах процесса опыления. Морфология столбиков чрезвычайно разнообразна и служит важным систематическим признаком. Для многих архаичных семейств (особенно из подкласса магнолиид) характерно отсутствие или слабое развитие столбика. Столбики часто неразвиты и у многих

специализированных ветроопыляемых форм, например у многих злаков. В крупных ветроопыляемых цветках (например, у лилии) столбики достигают значительной длины, рыльце выносится высоко вверх, тем самым облегчается опыление. Однако при этом значительно удлиняется путь пыльцевой трубки.

Завязь - наиболее существенная часть пестика, несущая семязачатки. Она разнообразна по форме и внешнему виду, что в значительной степени определяется типом гинецея. Полость завязи или одногнездная, или разделена на гнезда. При этом одногнездная завязь может быть, как в простом пестике, сформированном из одного плодолистика, так и в сложном пестике вследствие редукции боковых стенок сросшихся между собой рядом расположенных плодолистиков. Многогнездность возникает либо в результате срастания плодолистиков, либо вследствие образования перегородок - выростов стенок завязи. В зависимости от положения завязи по отношению к другим частям цветка различают верхнюю, полунижнюю и нижнюю завязи. При верхней завязи прочие части цветка расположены под ней, а сама завязь полностью свободна. При полунижней завязи части цветка срастаются с нею примерно до половины завязи. Если речь идет о нижней завязи, то части цветка располагаются над завязью и нижние их части срастаются с ее наружной стенкой. Верхняя завязь эволюционно более архаична, а нижняя завязь тем или иным путем возникла из верхней.

Место прикрепления семязачатка в завязи называется плацентой. Плацента обычно имеет вид небольшого вздутия, выроста или выступа, образованного тканями завязи. В зависимости от особенностей прикрепления семязачатков завязи различают два основных типа плацентации: ламинальную и сугуральную. При ламинальной плацентации семязачатки в завязи располагаются на ее свободной внутренней поверхности (например, у видов рода магнолия), при сугуральной - семязачатки расположены вдоль швов. Существуют и другие типы плацентации. Способ плацентации связан с типом гинецея.

Семязачаток, или семяпочка, точнее его центральная часть - заключенный в ней нуцеллус, представляет собой видоизмененный мегаспорангий. Семязачатки располагаются на плацентах завязи. Это небольшие образования, в которых у семенных растений также происходят важнейшие репродуктивные процессы:

1. мегаспорогенез, то есть формирование мегаспор;
2. мегагаметогенез, то есть формирование женского гаметофита и яйцеклетки;
3. двойное оплодотворение.

Семязачаток после оплодотворения заключенной в нем яйцеклетки (реже без оплодотворения) развивается в семя. Семязачаток состоит из центральной части - нуцеллуса, или ядра, и окружающих его одного или двухпокровов - интегументов, которые над верхушкой нуцеллуса образуют различной ширины канал - микропиле. Семязачаток сообщается с плацентой с помощью семяножки, или фуникулуса, форма, длина и толщина которой различны. В семязачатке различают апикальную (верхушечную) - микропилярную часть и

базальную, ей противоположную, - халазальную часть, или халазу. От халазы отходят интегументы, и в ее основании заканчивается или разветвляется проводящий пучок, следующий в семязачаток из фуникулуса (выроста внутренней поверхности завязи).

В зависимости от ориентации и расположения халазальной и микропиллярной частей различают несколько типов семязачатков. Семязачатки бывают прямые, или ортотропные, обращенные, или анатропные, и полуобращенные, или гемианатропные. В результате одностороннего разрастания и изгиба семязачатка возникают амфитропный и кампилотропный его типы. Особенности строения зрелого семени во многом определяются типом образовавшего его семязачатка.

Цветки бывают «обоеполые» (с андроцеом и гинецеом), или раздельнополые (однополые) - тычиночные (только с андроцеом) или пестичные (только с гинецеом). Цветки, имеющие только гинецей, называют пестичными (женскими), только андроцей - тычиночными (мужскими). Наиболее древние покрытосеменные имели цветки обоеполые, а раздельнополые цветки возникли позднее. Основной причиной эволюции обоеполых цветков в раздельнополые является приспособление к эффективному перекрестному опылению. Растения, развивающие однополые цветки на одной и той же особи, называют однодомными; у двудомных растений пестичные и тычиночные цветки появляются на разных экземплярах одного и того же вида.

Начиная с XIX в. для более наглядного выражения строения цветка используют формулы и диаграммы. Формула цветка представляет условное обозначение его строения с помощью букв латинского алфавита, символов и цифр.

При составлении формулы употребляют следующие обозначения:

P - простой околоцветник

Ca - чашечка.

Co - венчик

A - тычинка

G - пестик.

Количество элементов цветка обозначается цифрами; очень большое количество - ~; отсутствие - 0; сросшиеся члены - скобкой; расположение элементов кругами - (+); верхняя или нижняя завязь - черточкой над или под цифрой, которая показывает количество пестиков; неправильный венчик - ↑; правильный венчик \* или ○; однополый тычиночный цветок - ♂; однополый пестичный цветок - ♀; двуполый - ♂♀.

Например:

Лилия × P<sub>3+3</sub>, A<sub>3+3</sub>, G<sub>(3)</sub>,  
 Лютик × K<sub>5</sub>, C<sub>5</sub>, A ~, G ~,  
 Сурепица × K<sub>2+2</sub>, C<sub>4</sub>, A<sub>2+4</sub>, G<sub>2</sub>.

Диаграмма — это схематическая проекция цветка на плоскость, перпендикулярную к оси цветка. Составляют диаграмму по поперечным срезам нераскрытых цветочных почек. Диаграмма дает более полное, чем формула,

представление о строении цветка, поскольку на ней отображено и взаимное расположение его частей, чего нельзя показать в формуле (рис. 89).

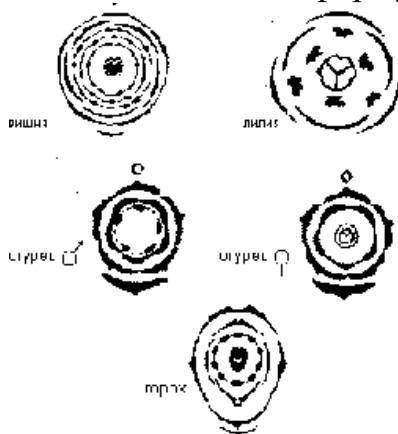


Рис. 39 Диаграммы цветков

Цифра рядом с символом указывает на количество частей (членов) данного типа в цветке. Черта под цифрой, обозначающей число плодолистиков в гинецее, например  $\underline{3}$ , свидетельствует о том, что завязь верхняя; черта над цифрой - завязь нижняя; черта от цифры - полунижняя завязь.

Большое и неопределенное число членов обозначают знаком  $\sim$ .

Например, формула цветка тюльпана  $*P_{3+3} A_{3+3} G_{\underline{3}}$  показывает, что он актиноморфен, имеет простой шестичленный околоцветник, свободные дольки которого расположены по три в два круга; андроцей также шестичленный, из двух кругов тычинок, а гинецей ценокарпный из трех сросшихся плодолистиков (сложный пестик), образующих верхнюю завязь. Формула цветка одуванчика  $\downarrow Ca_0 Co_{(5)} A_{(5)} G_{(2)}$  свидетельствует, что его цветки зигоморфные, обоеполые, имеют двойной околоцветник, в котором чашечка редуцирована, венчик состоит из пяти сросшихся лепестков, андроцей - из пяти сросшихся пыльников тычинок, а гинецей - из двух сросшихся плодолистиков, образующих нижнюю завязь. Поскольку из двух сросшихся плодолистиков развивается лишь один (гинецей псевдомонокарпный), то для формулы цветка одуванчика допустима и более рациональная запись  $G_{(1)}$ .

Формула цветка яснотки белой  $\downarrow Ca_{(5)} Co_{(2+3)} A_4 G_{\{2\}}$  указывает на его зигоморфность, обоеполость, двойной околоцветник, в котором чашечка состоит из пяти сросшихся чашелистиков, а венчик - из пяти сросшихся лепестков, из которых два противостоят трем остальным; андроцей образован четырьмя свободными тычинками, а ценокарпный гинецей - двумя сросшимися плодолистиками, образующими верхнюю завязь. Диаграмма цветка представляет условную схематическую проекцию частей цветка на горизонтальную плоскость и отражает их число, относительные размеры и взаимное расположение, а также наличие срастаний. На диаграмме нередко указывается расположение кроющего (прицветного) листа, прицветничков и оси соцветия или побега, несущего цветок. Прицветник, прицветнички и чашелистики изображаются скобками с килем (фигурными скобками) различного размера, лепестки - круглыми скобками, тычинки - в виде среза через пыльник или для упрощения в виде затушеванного эллипса, гинецей -



также в виде среза через завязь или завязи (для апокарпного гинецея) с прорисовкой плацентации и семязачатков.

## Лабораторная работа 7

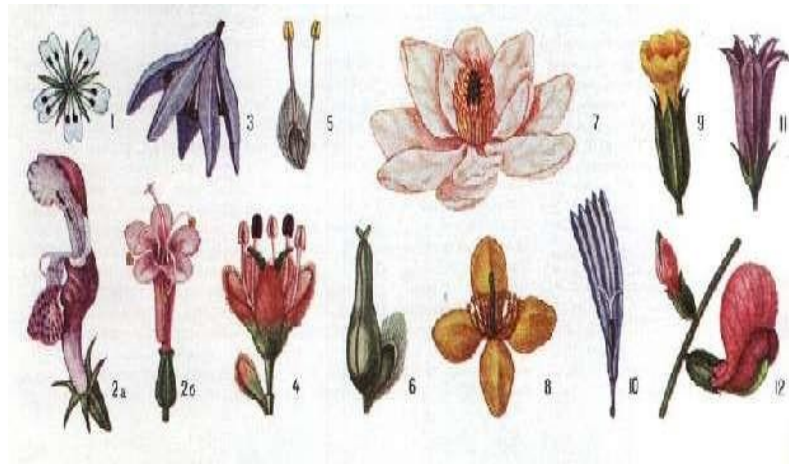
### Тема: Морфология генеративных органов. Цветок.

<b>Цель работы:</b>	изучить разнообразие и морфологические признаки цветков изучить особенности строения андроцея и гинецея различных растений и научиться составлять формулу цветка
<b>Задачи:</b>	рассмотреть морфологические особенности строения цветков цветковых растений различных систематических групп, ознакомиться с различными типами строения андроцея и гинецея
<b>Оборудование:</b>	микроскопы, чашки Петри, препаровальные иглы, лупы
<b>Объекты исследования:</b>	живые или фиксированные в спирте цветки тюльпана ( <i>Tulipa</i> sp.), редьки дикой ( <i>Raphanus raphanistrum</i> L.), лютика едкого ( <i>Ranunculus acris</i> L.), яблони ( <i>Malus</i> sp.), гороха ( <i>Pisum sativum</i> L.), незабудки ( <i>Myosotis</i> sp.), сирени ( <i>Syringa</i> sp.), табака ( <i>Nicotina tabacum</i> L.), картофеля ( <i>Solanum tuberosum</i> L.), цикория ( <i>Cichorium intybus</i> L.), льнянки ( <i>Linaria vulgaris</i> Mill.), яблони ( <i>Malus</i> sp.), бузины ( <i>Sambucus nigra</i> L.); постоянный микропрепарат поперечного среза пыльника, постоянный микропрепарат через завязь

### Ход работы

Задание 1. *Изучение морфологической структуры цветка.*

1. Изучите многообразие форм цветков в природе .



**Рис. 40** Различные виды цветка  
цветки с двойным околоцветником:

1 - правильный (звездчатка)

2- неправильные: а - моносимметричный (ясотка) б - асимметричный (валериана)

с простым околоцветником:

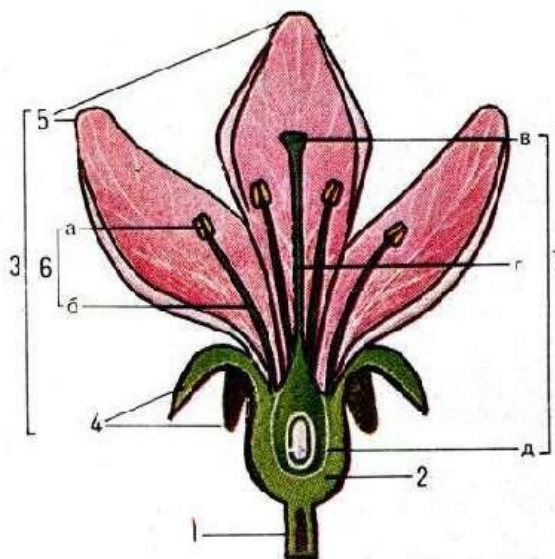
3- венчиковидный (пролеска), 4 - чашечковидный (ильм), 5 – тычиночный, 6 - пестичный.

Цветки с раздельнолепестковым венчиком:

7 - многолепестковый (магнолия), 8 - четырёхлепестковый (чистотел)

со спайнолепестным венчиком: 9 - воронковидный (первоцвет), 10 - язычковый (цикорий), 11 - колокольчатый (колокольчик), 12 - мотыльковым венчиком (чина).

2. Зарисуйте общую схему строения цветка (рис. 41).
3. Проанализируйте строение цветков предложенных растений: тюльпана, дикой редьки, гороха, незабудки, сирени, табака, картофеля, цикория, льнянки. Зарисуйте околоцветники цветков.
4. Зарисуйте типы строения цветка (рис. 41).
5. Сравнить между собой чашечки цветков дикой редьки, гороха, табака и дайте им названия исходя из степени срастания чашелистиков. Дайте названия венчикам цветков табака, картофеля, цикория, незабудки, сирени, льнянки.



**Рис. 41** Строение цветка

1- цветоножка, 2- цветоложе, 3 – околоцветник, 4 – чашелистики, 5 - лепестки, 6 - тычинки (а - пыльник б - тычиночная нить), 7 - пестик (в - рыльце г - столбик д - завязь)

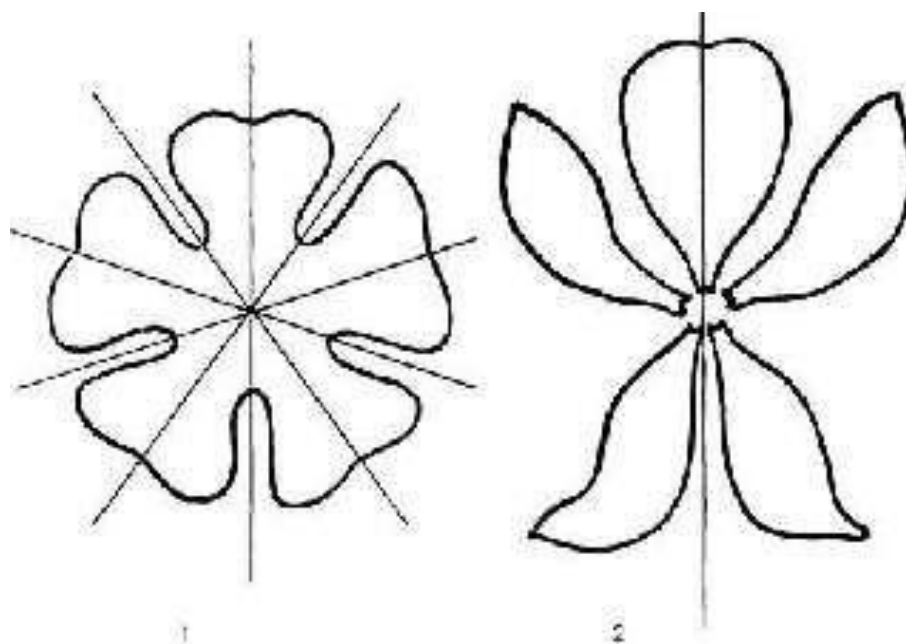


Рис. 42 Актиноморфные (1) и зигоморфные (2) цветки

6. Обозначьте на рисунке части сростнолепестного венчика - трубку, зев, отгиб, губу (рис. 42).

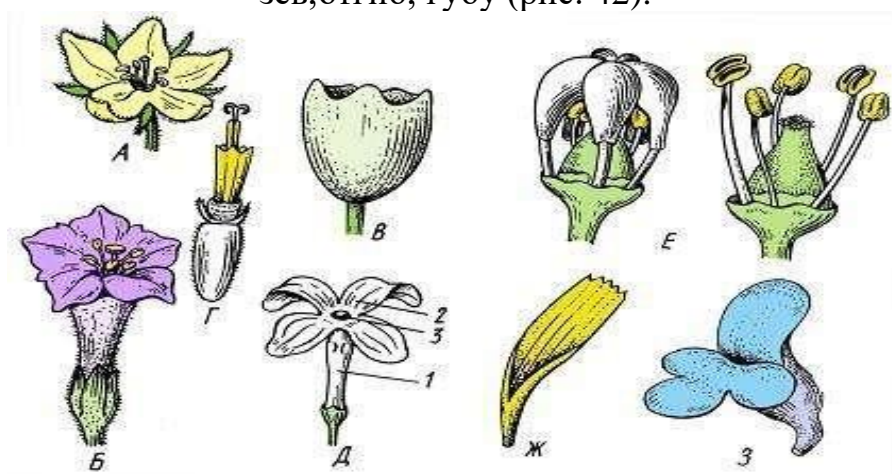


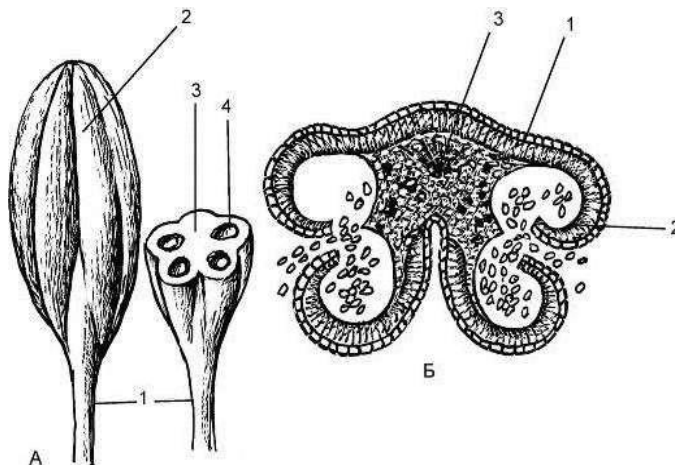
Рис. 43 Формы сростнолепестных венчиков

А - колесовидный (вербейник *Lysimachia vulgaris*) Б - воронковидный (табак *Nicotiana tabacum*) В - колокольчатый (некоторые однодольные) Г - трубчатый (подсолнечник *Helianthus annuus*) Д - трубчатый с блюдцевидным отгибом (сирень обыкновенная *Syringa vulgaris*) Е - колпачковый (виноград *Vitis vinifera*); язычковый (одуванчик лекарственный *Taraxacum officinale*) З - двугубый (большинство представителей губоцветных, многие норичниковые): 1 - трубка венчика 2 - отгиб, 3 - зев венчика

7. Составьте краткую общую характеристику изученных и зарисованных околоцветников: тип симметрии, двойной или простой, свободный или сросшийся, форма, число членов.

Задание 2. Изучение структурных особенностей строения андроеца.

1. Проанализируйте и зарисуйте одну из тычинок выше рассмотренных цветков. Обозначьте части тычинки (рис. 43).

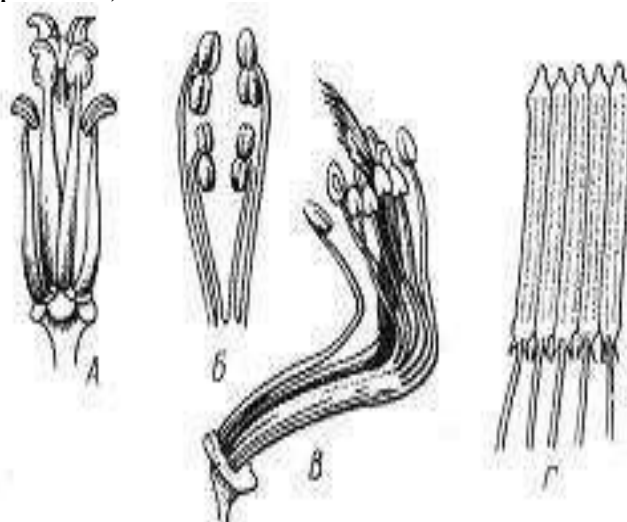


**Рис. 44** Тычинка и строение пыльника:

А - тычинка: 1 - нить тычинки 2 - пыльник 3 - связник 4 - гнезда пыльника Б - вскрывающийся пыльник:

1 - эпидерма 2 - фиброзный слой 3 - проводящий пучок связника

2. Рассмотрите и дайте характеристику строения андроеца следующих растений: тюльпана, ясенки, капусты, вербейника, гороха, зверобоя. Обратите внимание на число тычинок, их взаимное расположение, положение по отношению к лепесткам и чашелистикам, длину тычиночных нитей, их срастание (рис. 45).



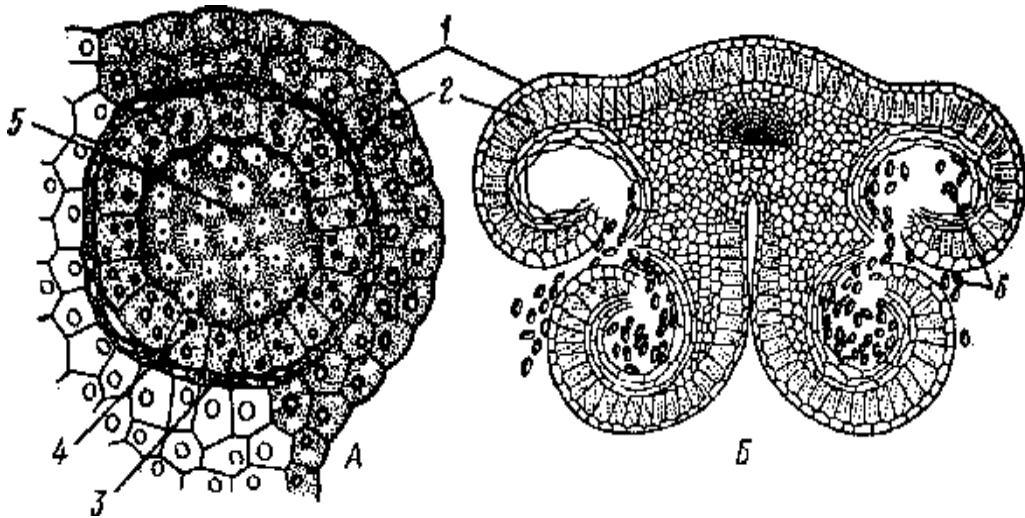
**Рис. 45** Типы андроеца

А - четырехсильный (капустные, или крестоцветные *Brassicaceae*) Б - двусильный (яснотковые, или губоцветные *Lamiaceae*) В - двубратственный (бобовые *Fabaceae*)

Г - со склеенными в трубку пыльниками (астровые, или сложноцветные *Asteraceae*)

3. Рассмотрите в микроскоп поперечный срез

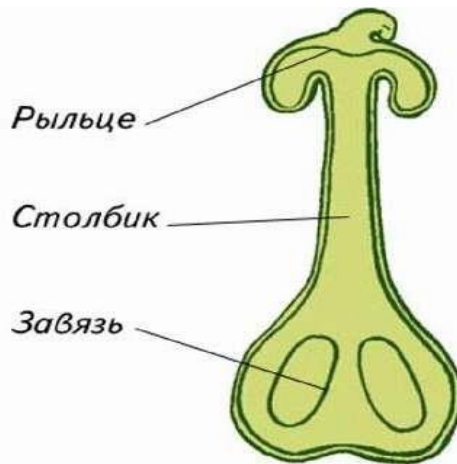
пыльника (постоянный препарат). Зарисуйте и сделайте обозначения (рис. 95).



**Рис. 46** Микроскопическое строение пыльцевого гнезда (А) и пыльника на поперечном срезе (Б):  
1 - эпидерма- 2 – фиброзный слой 3 - дегенерирующий слой 4- тапетум 5 - археспорий 6 - пыльца.

*Задание 3. Изучение структурных особенностей гинецея.*

1. Рассмотрите и зарисуйте пестики цветков гороха, лютика, тюльпана (рис. 96). На основе анализа дайте заключение, из какого числа плодолистиков они состоят.



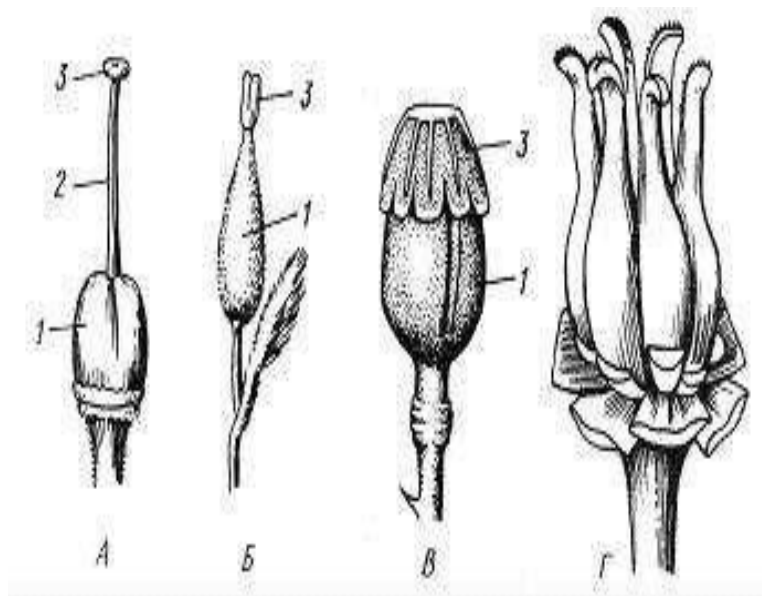
**Рис. 47** Строение пестика

2. Зарисуйте поперечные разрезы завязей цветков гороха, белладонны, крыжовника, дремы. Определите по строению завязи тип гинецея.

3. Рассмотрите и зарисуйте пестики гороха, яблони, жимолости (рис. 97).

4. Определите тип завязи: верхняя, нижняя, полунижняя (рис.48).

5. Рассмотрите на постоянном препарате продольный срез завязи семязачаток. Зарисуйте и обозначить его части (рис. 48).



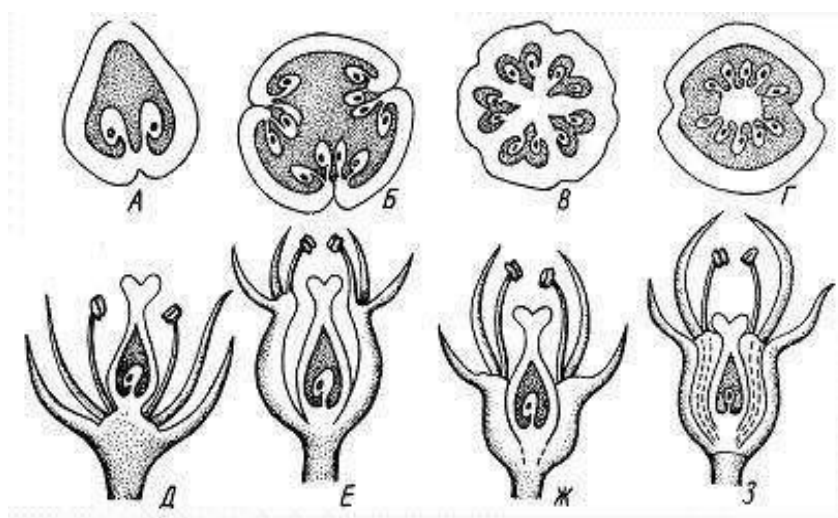
**Рис. 48** Гинецей различных типов

А-В – ценокарпный

(единственный пестик сложный, состоит из сросшихся карпелл)

Г - апокарпный, каждый отдельный пестик называется простым А - махорка

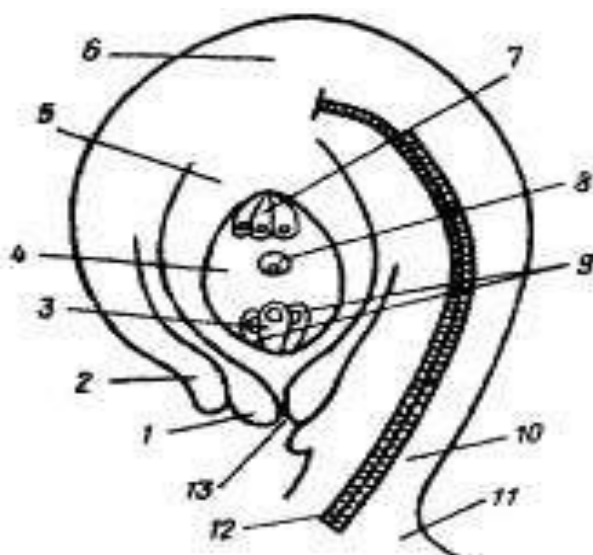
*Nicotiana* Б - ива *Salix* В - мак *Papaver* Г - сусак *Butomus*: 1 - завязь 2 - столбик 3 - рыльце



**Рис. 49** Типы завязи

А - одногнездная завязь монокарпного гинецея Б- вторично одногнездная завязь ценокарпного гинецея (паракарпный тип гинецея) В - пятигнездная завязь ценокарпного гинецея (синкарпный тип гинецея) Г - вторично одногнездная завязь ценокарпного гинецея (лизикарпный тип гинецея) Д - верхняя завязь, околоцветник подпестичный

Е - верхняя завязь, показан гипантий, к краям которого «прикреплены» тычинки, лепестки и чашелистики (околоцветник околопестичный) Ж - полунижняя завязь З - нижняя завязь, околоцветник надпестичный.

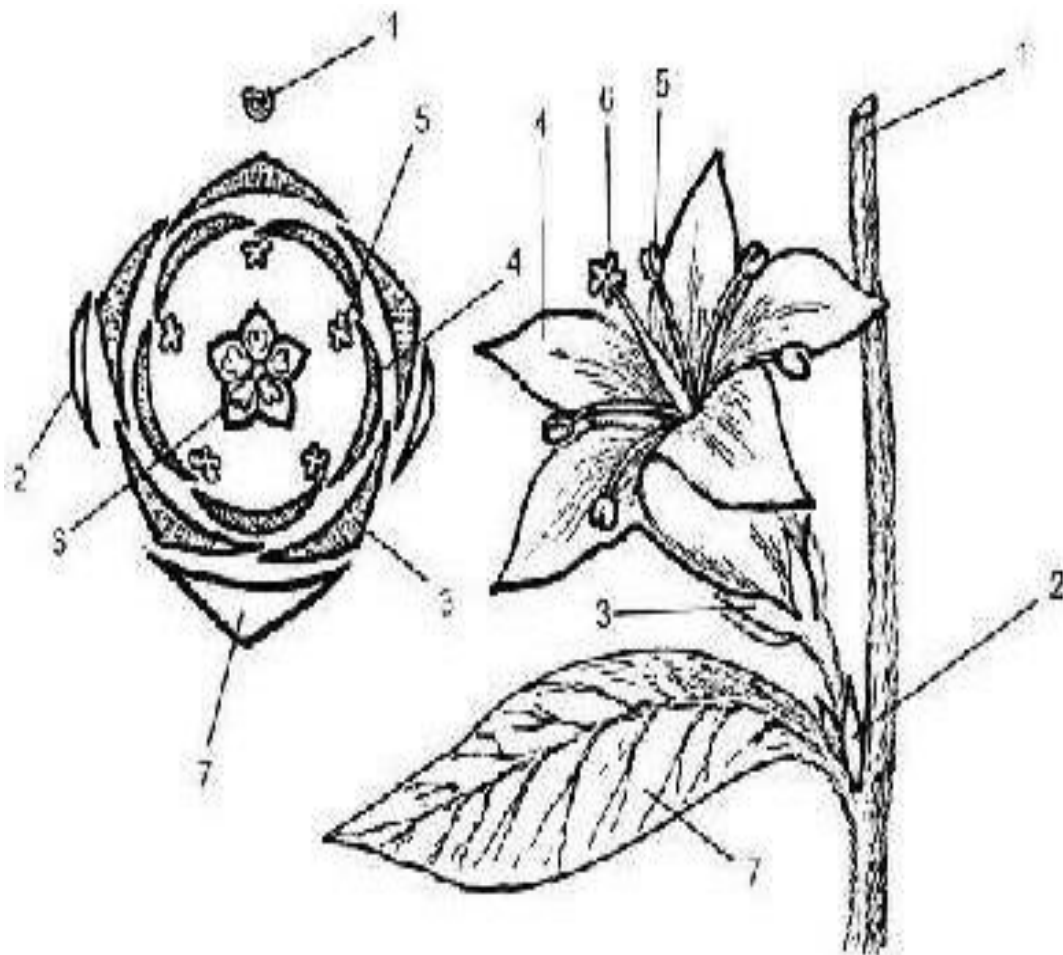


**Рис. 50** Продольный срез семязачатка:

1, 2 - внутренний и наружный интегументы 3 – яйцеклетка 4 - зародышевый мешок 5 - нуцеллус 6 - халаза 7 - антиподы 8 - вторичное ядро 9 – синергиды 10 - семяножка 11 – плацента 12 - проводящий пучок 13 - пыльцевход(микропиле).

Задание 4. *Составление формулы и диаграммы цветка.*

1. Подробно проанализируйте строение цветков лилии, огурца, яблони, вишни, гороха и составьте формулы и диаграммы (рис. 51).



**Рис. 51** Построение диаграммы цветка:

1 - ось соцветия 2 - прицветник 3 - чашелистик 4 - лепесток 5 - тычинка 6 - гинецей 7 - кроющий лист

### Вопросы для самоконтроля

1. Какие части цветка имеют стеблевое происхождение, а какие - листовое?
2. В чем различие между циклическими, ациклическими и гемициклическими цветками?
3. Какие цветки называют голыми?
4. В чем различие между сидячим и ноготковым лепестками?
5. Каковы основные типы сросшихся актиноморфных и зигоморфных венчиков?
6. Какой формы может быть тычиночная нить?
7. Содержимое клеток каких тканей идет на питание пыльцы?
8. Какой цветок называют надпестичным, какой - подпестичным?
9. Как устроен семязачаток.
10. Что дает более полное представление о строении цветка - формула или диаграмма?
11. Какую формулу называют эмпирической, а какую - теоретической?



## СОЦВЕТИЯ

Цветки могут располагаться поодиночке или группами. В тех случаях, когда они располагаются группами, образуются соцветия. Соцветием называют часть побега или систему видоизмененных побегов, несущих цветки. Соцветия обычно отграничены от вегетативной части растения. Биологический смысл возникновения соцветий - в возрастающей вероятности опыления цветков как анемофильных, так и энтомофильных растений. Несомненно, что насекомое за единицу времени посетит гораздо больше цветков, если они собраны в соцветия. Кроме того, цветки, собранные в соцветия, более заметны среди зелени листьев, нежели одиночные цветки. Многие поникающие соцветия легко раскачиваются под влиянием движения воздуха, способствуя тем самым рассеиванию пыльцы.

Соцветия свойственны большинству цветковых растений. Обычно соцветия группируются на концах вегетативных побегов, но иногда, особенно у тропических деревьев, возникают на стволах и толстых ветвях. Такое явление известно под названием каулифлории (от латинского «каулис - стебель, «флос» - цветок). В качестве примера можно привести шоколадное дерево (*Theobroma cacao*). Считается, что в условиях тропического леса каулифлория делает цветки более доступными для насекомых-опылителей.

Закладываются соцветия внутри цветочных или смешанных почек. У многих растений (бузина, сирень, гиацинт) соцветие возникает как единое целое в результате деятельности одной меристемы. Любое соцветие имеет главную ось, или ось соцветия, и боковые оси, которые могут быть разветвлены в различной степени или не ветвятся. Конечные их ответвления - цветоножки несут цветки. Оси соцветия делятся на узлы и междоузлия. На узлах осей соцветия располагаются листья и прицветники.

Соцветие несет видоизмененные или неизмененные листья. Сильно видоизмененные листья называют прицветниками, или брактеями. Соцветие, несущее неизмененные ассимилирующие листья, является фрондозным, то есть олиственным. У брактеозного соцветия в узлах располагаются прицветники. Иногда вследствие полной редукции брактеев соцветие становится эбрактеозным. У него прицветники отсутствуют. Соцветия могут быть резко отделены от вегетативной части либо (особенно в случае фрондозных соцветий) эта граница выражена неясно.

Точная характеристика соцветий необходима при анализе морфологических особенностей лекарственных растений. Поэтому классификации соцветий уделяется значительное внимание. Современная классификация соцветий, в создание которой большой вклад внес немецкий ботаник-морфолог В. Тролль (1964, 1969), довольно сложна. Поэтому для работ прикладного характера и в учебной литературе пользуются обычно различными упрощенными вариантами.

Соцветия, у которых боковые оси ветвятся, называются сложными. У простых соцветий боковые оси не разветвлены и являются цветоножками. У сложного соцветия боковые оси несут частные, или парциальные, соцветия.

Считается, что сложные соцветия эволюционно возникли раньше простых. Во многих случаях простые соцветия возникали в процессе упрощения сложных, что связано с редукцией их боковых осей. Полагают, что одиночные цветки в пазухах листьев или на верхушках побегов также возникли в результате крайней редукции соцветий разного типа. Главная ось может заканчиваться верхушечным цветком - в этом случае соцветие ограничено в росте и получило название закрытого. У открытых соцветий главная ось обладает неограниченным ростом, и цветки располагаются сбоку от морфологической верхушки. У сложных соцветий верхушечными цветками могут заканчиваться главная и боковые оси, или все они имеют неограниченный рост.

У обоеполых растений соцветия несут обоеполые цветки, но у однодомного и двудомного соцветия могут быть также тычиночными, пестичными и полигамными. В последнем случае встречаются одновременно тычиночные, пестичные и обоеполые цветки. Классификация соцветий может осуществляться на основе особенностей ветвления конечных парциальных соцветий. В соответствии с этим соцветия подразделяют на два главных типа: ботриоидные (ботрические, или рацемозные) и цимоидные (цимозные). У ботриоидных соцветий (от греческого «ботрион» - кисть) характер ветвления моноподиальный. Цимоидные соцветия (от греческого «кюма» - волна по особому порядку зацветания) обязательно характеризуются симподиальным ветвлением парциальных соцветий.

Простые ботриоидные соцветия довольно обычны, особенно у травянистых растений. Боковые оси простых соцветий не ветвятся и представляют собой цветоножки, заканчивающиеся цветками. Простые соцветия могут быть как открытыми, так и закрытыми. Возникают они, по видимому, из сложных ботриоидных соцветий различного типа (в результате процесса редукции), а также иногда из цимоидных соцветий.

Наиболее обычное простое соцветие - кисть. В кисти все цветки сидят на цветоножках, более или менее равномерно распределенных вдоль оси. Кисти встречаются у многих представителей семейства крестоцветных.

Колос - производное кисти, отличающийся от нее сидячими цветками. В колос, например, собраны цветки у видов рода ятрышник (*Orchis*).

Разновидностью колоса следует считать простую ботриоидную сережку (тополь *Populus*, ива *Salix*). Сережка обычно поникает, после цветения или созревания плодов опадает целиком вместе с осью соцветия. Чаще всего сережка несет однополые цветки (ива *Salix*, тополь *Populus*).

Почти все представители семейства аронниковых (*Araceae*) имеют соцветие початок, который отличается от колоса разросшейся утолщенной осью соцветия. Часто початок окружен прицветным листом - покрывалом, нередко имеющим незеленую окраску. Все перечисленные соцветия имеют нормальную развитую ось. Однако, существует ряд соцветий с укороченной осью.

К соцветиям такого типа относятся зонтик, головка и корзинка.

Зонтик - соцветие, производное от кисти, но у него все цветоножки и прицветники расположены на верхушке укороченной оси соцветия.

Примерами зонтиков могут служить соцветия видов примулы (*Primula*) и женьшеня (*Panax*). Головка представляет собой видоизмененный зонтик, у которого редуцированы цветоножки, а укороченная ось соцветия разрастается. Головка, окруженная оберткой, то есть сближенными верхушечными листьями, известна под названием корзинки. Корзинка характерна для всех представителей семейства сложноцветных.

Сложные ботриоидные соцветия могут быть как открытыми, так и закрытыми. Наиболее обычна метелка, которая представляет собой более или менее разветвленное соцветие с парциальными соцветиями ботриоидной природы. Для метелки характерно постепенное уменьшение степени разветвленности боковых осей от основания к верхушке. Классический пример метелки - метелка некоторых злаков. Метелка характерна для широко культивируемых видов сирени (*Syringa*) и спиреи иволистной (*Spiraea salicifolia*). Метелка легко видоизменяется в несколько других типов сложных соцветий, например в сложный щиток и антелу. Сложный щиток представляет собой видоизмененную метелку с укороченными междоузлиями главной оси и сильно развитыми междоузлиями боковых осей. Окончания парциальных соцветий при этом достигают уровня верхушечного (терминального) цветка. У антелы междоузлия боковых осей так сильно удлиняются, что терминальный цветок оказывается на дне воронки, образованной боковыми ответвлениями. Примером сложного щитка может служить соцветие спиреи японской (*Spiraea japonica*), а антелы - соцветие лабазника обыкновенного (*Filipendula vulgaris*). Сложная кисть представляет собой соцветие, у которого ботриоидные парциальные соцветия являются простыми кистями. Существуют разные типы сложных кистей.

Наиболее обычны двойные (вероника простертая *Veronica prostrata*) и тройные сложные кисти (верблюжья колючка *Alhagi maurorum*). Производным от сложной кисти считается сложный колос. У сложного колоса цветки располагаются на боковых осях, то есть они сидячие, и парциальные соцветия представляют собой простые колосья. Как и сложная кисть, сложный колос может быть двойным или тройным. Сложный колос имеют большинство злаков и многие осоковые. Другое производное сложной кисти - сложный зонтик. Он известен по соцветиям представителей семейства зонтичных. Чаще всего сложный зонтик имеет боковые оси двух порядков - первого и второго. Оси первого порядка отходят от верхушки главной оси, а второго - от верхушек осей первого порядка. Парциальные соцветия сложного зонтика, таким образом, представляют простые зонтики и получили у систематиков название зонтичков.

Кроме перечисленных соцветий, существует ряд типов, у которых особенности ветвления главной оси отличаются от особенности ветвления парциальных соцветий - их называют агрегатными. Например, метелка зонтиков - метельчато ветвящееся соцветие, несущее на конечных осях простые зонтики (аралии маньчжурская *Aralia mandshurica*). Метелка корзинок - метельчато разветвленное соцветие, несущее на конечных осях парциальные соцветия - корзинки. Существуют еще кисть корзинок (череда

пониклая *Bidens cernua*), колос корзинок (сушеница лесная *Gnaphalium sylvaticum*).

Другую группу составляют цимоидные (цимозные) соцветия. Это обширная группа соцветий, встречающаяся так же часто, как и ботриоидные. Среди цимоидных (цимозных) соцветий выделяют два основных типа: цимоиды и тирсы.

Цимоиды, как правило, представляют собой упрощенные тирсы. У всех цимоидных соцветий парциальные соцветия образуются за счет симиодиального ветвления. Различают три типа цимоидов: монохазии, дихазии и плейохазии. У монохазиев под цветком, завершающим главную ось, развивается только одно парциальное соцветие или в простейших случаях единственный цветок. В соответствии с особенностями ветвления парциальных соцветий типа монохазиев принято выделять извилину, завиток и клубок. Монохазий обычен у лютиковых, в частности у лютика едкого (*Ranunculus acris*). Парциальные соцветия в виде завитка встречаются у большинства представителей семейства бурачниковых (*Boraginaceae*).

От главной оси дихазия, под завершающим ее цветком, отходят два парциальных соцветия, а в простейших случаях – два цветка. Возможны простые, двойные, тройные дихазии. Дихазий встречается у ряда гвоздичных, например видов рода звездчатка (*Stellaria*).

Плейохазии характеризуются строением, при котором под цветком, завершающим главную ось, развиваются три или более парциальных соцветия (или цветка). Принципиально возможны двойные, тройные и более сложные плейохазии.

Для рода молочай (*Euphorbia*) из семейства молочайных характерен особый тип цимоидного соцветия, получивший название циатий. Циатий состоит из верхушечного пестичного цветка и пяти тычинок, возникших вследствие крайней редукции пяти тычиночных парциальных соцветий. Циатий окружен оберткой, состоящей из листьев редуцированных парциальных соцветий.

Тирсы устроены сложнее цимоидов. Это разветвленные соцветия, причем степень разветвления уменьшается от основания к верхушке. Главная ось тирса нарастает моноподиально, но парциальными соцветиями того или иного порядка являются цимоиды. Возможны различные классификации тирсов. Тирсы, главная ось которых заканчивается цветком, называются закрытыми, в противном случае они считаются открытыми. В зависимости от степени разветвления боковых осей выделяют плейотирсы, у которых цимоиды размещаются на осях третьего и более высоких порядков; дитирсы, у которых цимоиды расположены на осях второго порядка, и монотирсы, у которых цимоиды находятся непосредственно на главной оси соцветия.

Внешнее сходство тирсов с кистью, колосом, сережкой, зонтиком или головкой позволяет говорить о кистевидном, колосовидном, сережковидном, зонтиковидном, головковидном тирсах. Тирсы легко преобразуются в другие типы соцветий в ходе редукции (уменьшения) числа боковых осей, укорочения междоузлий. В результате редукции возникают цимоиды -

соцветия, по внешнему виду подобные ботриоидным, и даже одиночные цветки. Тирсы встречаются у растений очень часто. Например, тирс - соцветие конского каштана (*Aesculus hippocastanum*), другой пример тирса - соцветие коровяка (*Verbascum*) из семейства норичниковых. Тирсы различных типов представляют собой соцветия всех губоцветных. Соцветие березы - сережковидный тирс.

## Лабораторная работа 8

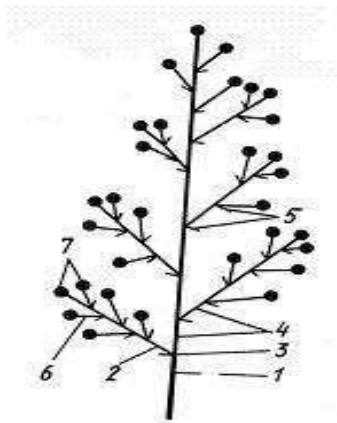
### Тема: Соцветия и их классификация.

- Цель работы:** показать разнообразие соцветий и их отличительные признаки на примере вышеперечисленных растений
- Задачи:** ознакомиться со строением двух типов соцветий (простыми и сложными) и их классификацией
- Оборудование:** гербарные образцы
- Объекты исследования:** гербарные образцы соцветий черемухи (*Rubus racemosa* (Lam.) Gilib.), груши (*Pyrus communis* L.), подорожника (*Plantago major* L.), аира (*Acorus calamus* L.), чистотела (*Chelidonium majus* L.), клевера (*Trifolium repens* L.), ромашки (*Matricaria inodora* L.), донника лекарственного (*Melilotus officinalis* Desr.), моркови (*Daucus sativus* Roehl.), пшеницы (*Triticum aestivum* Vill.), бирючины (*Ligustrum vulgare* L.), бузины (*Sambucus nigra* L.), лабазника (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), лапчатки (*Potentilla anserina* L.), герани (*Geranium silvaticum* L.), незабудки (*Myosotis palustris* Hill.), зверобоя (*Hypericum perforatum* L.), молочая (*Euphorbia helioscopia* L.), смолевки (*Silene nutans* L.)

### Ход работы

Задание 1. *Изучение структуры соцветий.*

1. Рассмотрите предложенные соцветия и определите основные его структурные части. Зарисуйте схему строения соцветий (рис. 101).



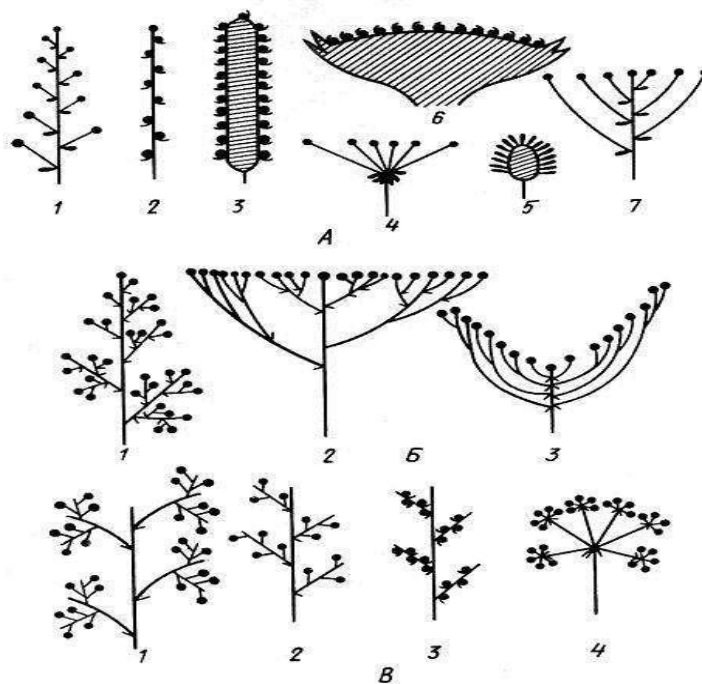
**Рис. 52** Строение соцветия

1 - главная ось 2 - боковая ось (паракладий) 3 - узлы 4 - междоузлия 5 - прицветники  
6 - цветоножки 7 - цветки

**Задание 2. Изучение типов соцветий.**

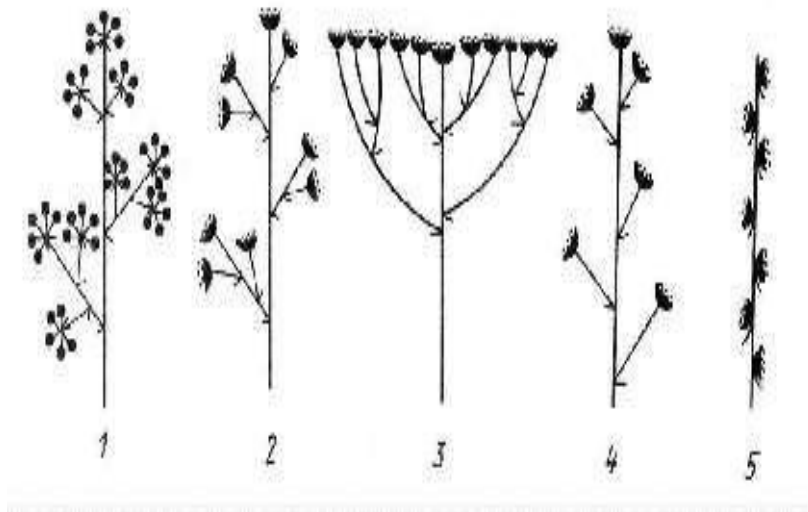
1. Рассмотрите и определите типы соцветий следующих растений: черемухи, груши, подорожника, айра, чистотела, клевера, ромашки, донника, моркови, пшеницы, бирючины, бузины, лабазника, лапчатки, герани, незабудки, зверобоя, молочая, смолевки.

2. Пользуясь схемой (рис. 52), проклассифицируйте соцветия и зарисуйте их схемы.



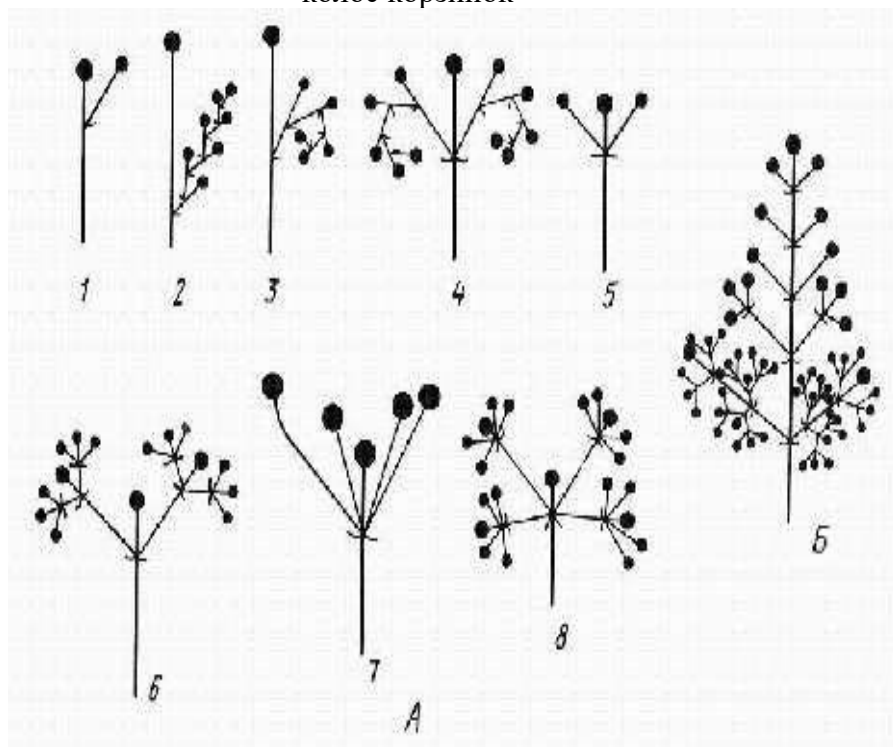
**Рис. 53** Типы ботриоидных соцветий

А- простые ботриоидные: 1 - кисть 2 - колос 3 - початок 4 - простой зонтик  
5 - головка 6 - корзинка 7 - щиток (4, 5, 6 - с укороченной главной осью, прочие - с удлинённой) Б - сложные ботриоидные: 1 - метелка 2 - сложный щиток 3 - антела В - сложные ботриоидные: 1- тройная кисть 2 - двойная кисть 3 - двойной колос 4- двойной зонтик



**Рис. 54** Агрегатные соцветия:

1 - метелка зонтиков 2 - метелка корзинок 3 - щиток корзинок 4 - кисть корзинок 5 - колос корзинок



**Рис. 55** Цимоидные соцветия

А - цимоиды: 1-3 - монохазии: 1 - элементарный монохазий 2 - извилина, 3- завиток 4 - двойной завиток 5-6 - дихазии: 5 - дихазий 6 - тройной дихазий 7-8 - плеюхазии: 7 - плеюхазий 8 - двойной плеюхазий Б - тирс

### Вопросы для самоконтроля

1. Что такое стаминодий?
2. Из какой ткани и в результате какого деления образуются микроспоры?
3. Какая из трех частей пестика может отсутствовать?

4. Какая часть семязачатка является гомологом мегаспорангия?
5. Что дает более полное представление о строении цветка - формула или диаграмма?
6. Какую формулу цветка называют эмпирической, а какую – теоретической?
7. Определите биологическую роль соцветий.
8. Как отличить симподиальные соцветия от моноподиальных?
9. На какие две группы можно разделить простые соцветия?
10. Каковы характерные признаки каждого из сложных и простых соцветий?

## **ТЕМА 7. МОРФОЛОГИЯ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ. ПЛОДЫ.**

### **СЕМЯ**

Семя - орган полового размножения и расселения растений, развивающихся в основном из оплодотворенного семязачатка. Развитие зародыша и семян после двойного оплодотворения получило название «амфимиксис» (от греч. *amphi* - с обеих сторон). Развитие зародыша и семян может происходить и без оплодотворения - *апомиксис*. В результате апомиксиса при мегаспорогенезе мейоз не происходит, поэтому все клетки зародышевого мешка диплоидны. Зародыш может образоваться из яйцеклетки (партеногенез), из любой другой клетки зародышевого мешка (апогамия), из клеток нуцеллуса и т. д. Апомиксис часто встречается у представителей семейств розовых, рутовых, пасленовых, астровых, мятликовых.

Семя состоит из зародыша, эндосперма, семенной кожуры. Зародыш — это миниатюрный спорофит, являющийся основной частью семени. В нем различают 3 зародышевых органа: зародышевый корешок, зародышевый стебелек с зародышевой почкой и зародышевые листья (семядоли).

Зародышевый побег представлен осью (зародышевым стебельком) и семядольными листьями, или семядолями: 2 - у двудольных и 1 - у однодольных растений (у зародыша однодольных намечаются зачатки 2 семядолей, но одна из них не получает дальнейшего развития). Участок стебелька в зародыше выше семядолей называется эпикотилем, или надсемядольным коленом, ниже семядолей - гипокотилем, или подсемядольным коленом.

Семенная кожура обычно многослойна и присутствует у семени всегда. Ее главная функция - защита зародыша от чрезмерного высыхания; она также предохраняет зародыш от преждевременного прорастания. При прорастании первые порции воды проникают внутрь семени через отверстие в семенной кожуре - микропиле.

Эндосперм обычно состоит из округлых клеток запасяющей ткани. Это могут быть зерна крахмала или капли жирного масла, нередко в сочетании с запасными белками. Вещества эндосперма гидролизуются при набухании



семян под действием ферментов и поглощаются зародышем в процессе прорастания; после этого его клетки разрушаются.

Различают 4 типа семян:

- 1) с эндоспермом;
- 2) с эндоспермом и периспермом;
- 3) с периспермом;
- 4) без эндосперма и перисперма.

**Семена двудольных без эндосперма.** К этой категории относят семена бобовых, тыквенных, сложноцветных, крестоцветных, дуба, березы, клена и др. Строение семени и зародыша тыквы (*Cucurbita pepo*) представлено следующим образом: под плотной кожурой находится плоский зародыш с крупными семядолями, в тканях которых сосредоточены запасы питательных веществ. Эндосперм отсутствует - он «съеден» в процессе созревания семени. На семядолях заметно зачаточное жилкование. Ось зародыша небольшая, обращенная корневым полюсом к микропиле; на этом же конце семени находится рубчик. Зародышевая почечка выражена слабо: на конусе нарастания побега еле заметны листовые бугорки - зачатки следующих за семядолями листьев.

Зародыш фасоли (и других бобовых) вследствие неравномерного разрастания оси сильно согнут. Если мысленно выпрямить его ось и семядоли, получится схема, ничем не отличающаяся от схемы прямого зародыша тыквы и др. Согнутый или спирально закрученный зародыш иногда с разнообразно сложенными в складки семядолями имеется у многих двудольных, в том числе у крестоцветных (капуста, редис и др.).

**Семена двудольных с эндоспермом.** Между семядолями находится конус нарастания побега; почечка еще не сформирована (у семени клещевины).

**Семена двудольных с периспермом и эндоспермом.** Иногда, помимо эндосперма, в семенах развивается запасящая ткань иного происхождения - перисперм, возникающая из нуцеллуса семязачатка и лежащая под кожурой. Функционально эндосперм и перисперм равноценны, хотя морфологически имеют разное происхождение: они аналоги, но не гомологи (у семени свеклы).

Например, в семени перца черного (*Piper nigrum*) маленький двусемядольный зародыш погружен в небольшой эндосперм, а снаружи от него располагается мощный перисперм. Иногда эндосперм в зрелом семени поглощается полностью, а перисперм остается и разрастается, как у гвоздичных, лебедовых (например, у звездчатки, куколя, свеклы).

**Семена однодольных с эндоспермом.** К этой категории принадлежит преобладающее большинство семян однодольных. Один из самых наглядных примеров типичного строения семени однодольных - семя ириса, или касатика (любого вида, дикорастущего или культурного). Крупные уплощенные семена созревают в плоде-коробочке и одеты плотной коричневой кожурой. Внутренний слой кожуры обычно отстает от наружного, образуя воздушную камеру. Это способствует увеличению плавучести семян, распространяемых с

током воды. Большую часть объема семени занимает эндосперм, богатый маслами и белками. В него погружен палочковидный прямой зародыш. Зачаток корешка обращен кончиком к микропиле; он переходит в прямой гипокотиль, оканчивающийся меристематическим апексом (верхушкой) побега, смещенным вбок. Семядоля цилиндрическая; ее нижняя часть представляет собой влагалище, охватывающее конус нарастания со всех сторон и прикрывающее его. Функция влагалища семядоли - защита точки роста. Очень похожи на зародыш ириса зародыши многих представителей лилейных - центрального семейства однодольных, например лука репчатого (*Allium cepa*).

**Семена злаков.** Строение семени злаков (семейство *Poaceae*) довольно своеобразно. Зародыш в плоде-зерновке соприкасается с эндоспермом одной стороной, а не окружен его тканью, как у большинства других однодольных. Вследствие такого расположения семядоля злаков имеет форму плоского щитка, прижатого к эндосперму. Всасывающая функция щитка обеспечивается сильно специализированными клетками его поверхностного слоя. В отличие от большинства однодольных почечка зародыша злаков обычно довольно сильно развита, имеет несколько листовых зачатков.

Наружный колпачковидный листок почечки называется колеоптилем. Гипокотиль у злаков недоразвит; зародышевый корешок окружен специальным многослойным чехлом - колеоризой, которая при прорастании набухает, на ее поверхности развиваются всасывающие волоски, корень пробивает ткань колеоризы, чтобы выйти наружу, в почву. Функциональное значение частей зародыша злаков в общем понятно: защита меристематических конусов нарастания колеоптилем и колеоризой, в то же время существуют весьма противоречивые гипотезы о происхождении и морфологической природе большинства зародышевых органов злаков.

Зародыш у злаков имеет структуру гораздо более сложную и специализированную, чем у большинства других однодольных, и поэтому не может считаться эталоном для всего этого класса.

**Семена однодольных без эндосперма.** Семя имеет форму подковы, под тонкой кожурой находится зародыш, сосредоточивший в семядоле все запасы, поглощенные им в ходе созревания семени; эндосперм им уже «съеден». Примером могут служить семена широко распространенных полуводных растений стрелолиста (*Sagittaria*) и частухи подорожниковой (*Alisma plantago-aquatica*), а также полностью погруженных в воду видов рода Рдест (*Potamogeton*).

**Прорастание семян.** Цветковые растения размножаются семенами, созревающими внутри плода. Однако во многих случаях (например, если плоды сухие односеменные) семена распространяются, не отделяясь от околоплодника. В таких случаях посевным материалом оказываются не семена, а плоды или их части. Если плоды срастаются между собой, посевной материал морфологически представляет собой соплодие.

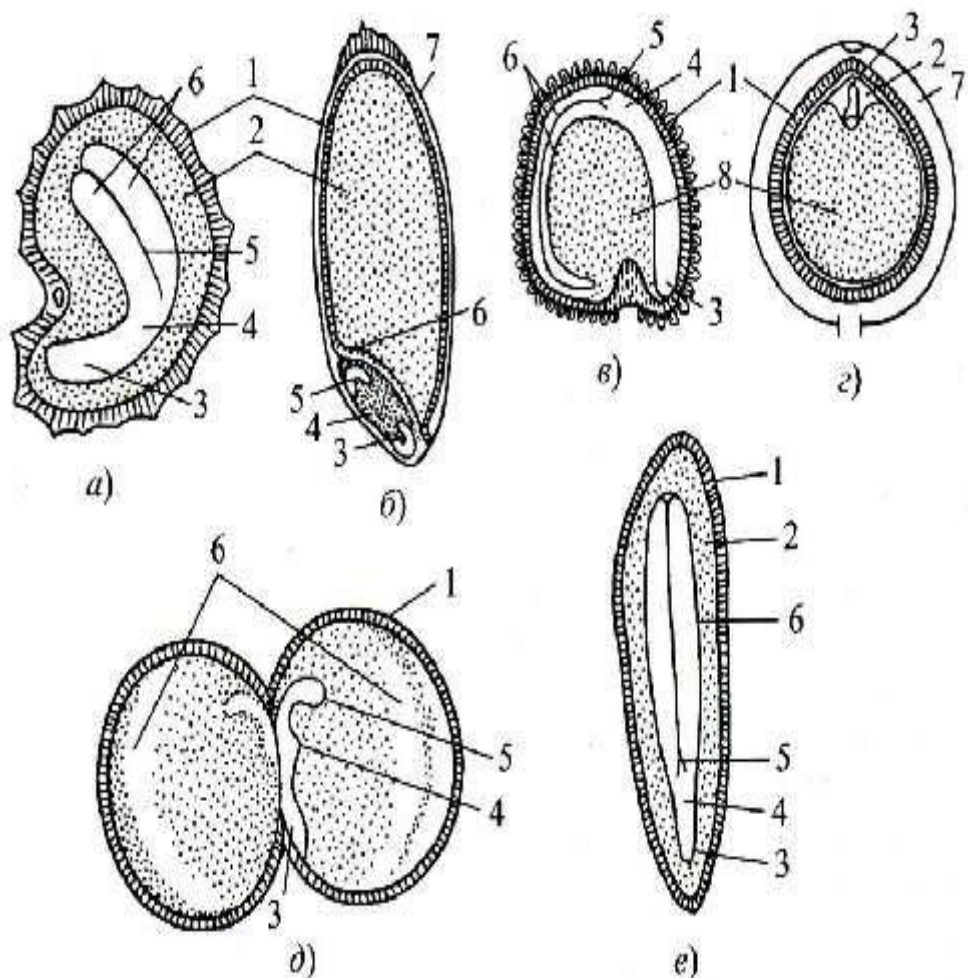
Для прорастания семян (многие плодовые и дикорастущие древесные) обязателен период пониженных температур. Для более быстрого

проращивания в условиях культуры семена таких растений подвергают стратификации - длительному выдерживанию при низкой температуре, во влажной среде и при хорошей аэрации. Иногда покровы семени бывают водонепроницаемыми (твердосеменные бобовые или косточковые плодовые). Такие семена подвергают скарификации (искусственное нарушение целостности покровов семени перетираем, надрезанием, пропусканием через металлические щетки).

Прорастаню семени предшествует его набухание - процесс, связанный с поглощением большого количества воды и обводнением тканей семени. Одновременно с поглощением воды активизируются ферменты, которые переводят запасные вещества семени в легкоусвояемую, доступную для зародыша форму.

Для прорастаня семян необходимы вода (ткани зрелых семян сильно обезвожены), кислород для дыхания, определенная температура, а иногда и свет. Прорастание семян — это переход их от состояния покоя к росту зародыша и формированию проростка.

На первых этапах развития проросток питается органическими веществами, запасенными в семени, т. е. гетеротрофно. С появлением 1-го срединного листа проросток превращается в сеянец, который начинает самостоятельно синтезировать органические вещества. Однако некоторое время он еще продолжает пользоваться запасами.

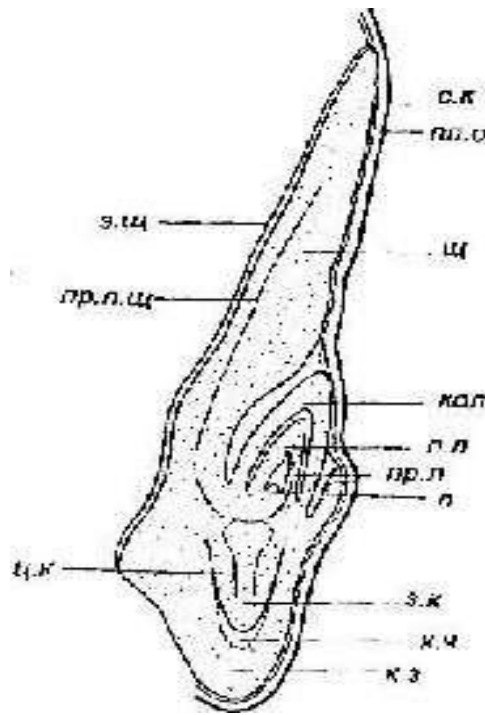


**Рис. 56** Типы семян:

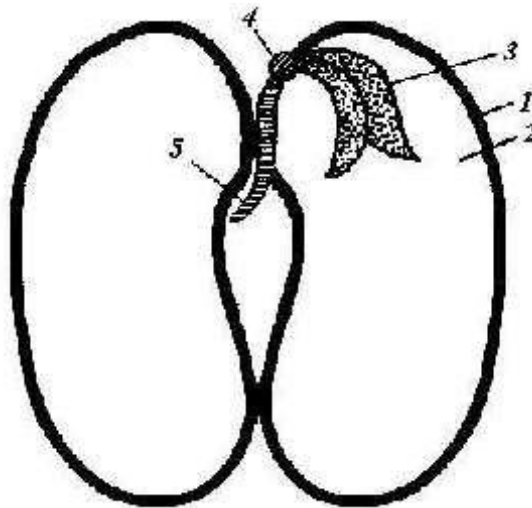
а) с эндоспермом, окружающим зародыш (у мака) б) с эндоспермом, лежащим рядом с зародышем (у пшеницы) в) с периспермом (у куколя) г) с эндоспермом, окружающим зародыш, и мощным периспермом д) с запасными веществами, отложенными в семядолях зародыша (у гороха) е) с эндоспермом и запасными веществами, отложенными в семядолях зародыша (у льна) 1 - спермодерма 2 - эндосперм 3 - корешок 4 - стебелек 5 - почечка 6 - семядоля (3-6 - зародыш) 7 - околоплодник 8 - перисперм.

**Задание 3. Изучение семян с запасными продуктами в зародыше.**

1. Рассмотрите семя фасоли. Найдите рубчик на узкой вогнутой поверхности семени.
2. Зарисуйте семя с боковой стороны и со стороны рубчика.
3. Осторожно снимите с семени спермодерму.
4. Зарисуйте зародыш и обозначьте его части (рис. 56).



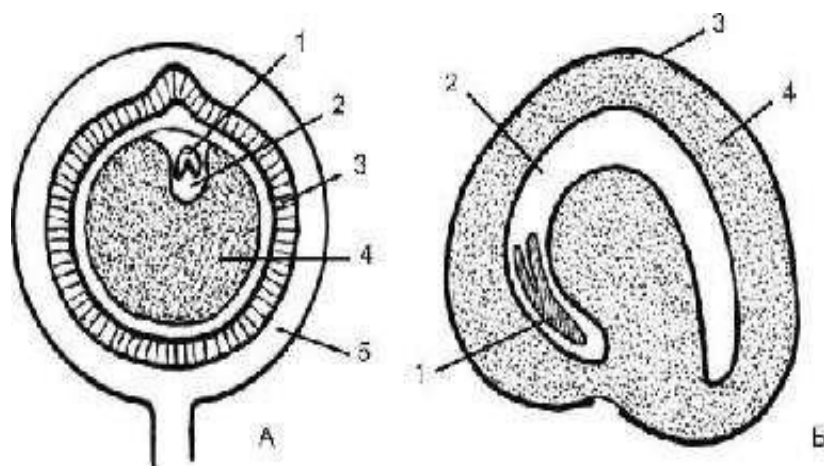
**Рис. 57** Продольный разрез зерновки овса в зоне зародыша  
 пл. о - плодовая оболочка с.к - семенная кожура кол - колеоптиль п.л - первый лист  
 п - почечка з.к - зародышевый корешок кз - колеориза э.щ - эпителий щитка  
 щ - щиток пр.п. щ - проводящий пучок щитка ц.к - центральный цилиндр корешка  
 к.ч - корневой чехлик пр. л - проводящий пучок листа



**Рис. 58** Строение семени фасоли:  
 1 - семенная кожура 2 - семядоля 3 - зародышевая почечка  
 4 зародышевый стебелек 5 - зародышевый корешок.

Задание 4. *Изучение строения семени с периспермом.*

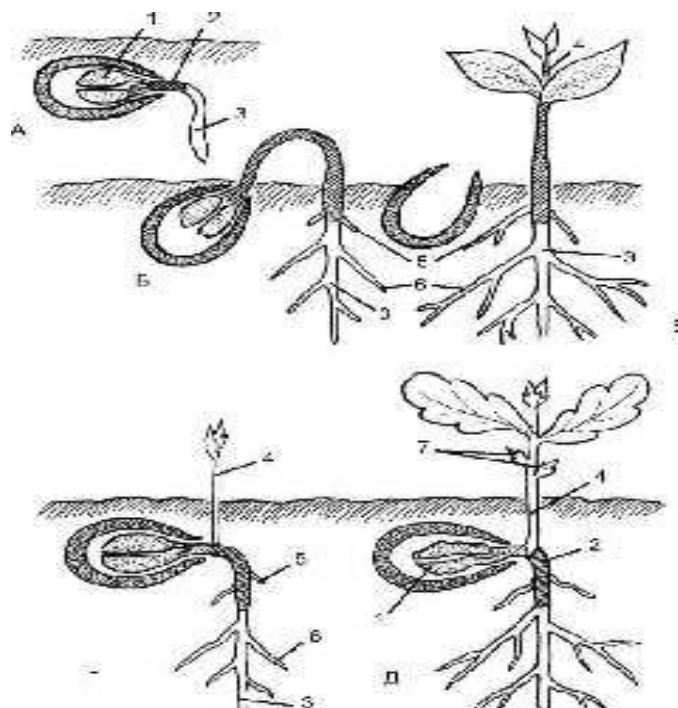
1. Рассмотрите семена перца черного или незрелого семени свеклы.
2. Зарисуйте его части (рис. 58).



**Рис. 59** Семена двудольных растений с периспермом:  
 А - плодик перца черного Б - незрелое семя свеклы (виден эндосперм, который потом исчезает) 1 - зародыш 2 - эндосперм 3 - семенная кожура 4 - перисперм 5 - околоплодник

**Задание 5. Изучение схемы прорастания семян.**

1. Познакомьтесь со схемой прорастания семян и зарисуйте основные этапы (рис.59).



**Рис. 60** Схема надземного и подземного прорастания двудольных растений: А - начало прорастания семени Б, В - этапы надземного прорастания Г, Д - этапы подземного прорастания 1 - семядоли 2 - гипокотиль (выделен черным цветом) 3 - главный корень 4 - эпикотиль 5 - придаточные корни 6 - боковые корни 7 - чешуевидные листья

Вопросы для самоконтроля:

1. Какой процесс предшествует формированию семени?
2. Из каких частей семязачатка образуются спермодерма, зародыш, эндосперм?
3. Что представляют собой рубчик, семенной шов, микропиле?
4. Какую функцию выполняют семядоли у фасоли, какую – у овса?
5. Что такое колеоптиль, колеориза, эпибласт?

## ПЛОДЫ

Плод формируется в процессе развития цветка у покрытосеменных растений. В нем заключены семена. В других систематических группах растений нет структур, гомологичных плоду. По выражению американского ботаника А. Имса, плод — это «зрелый цветок». Как правило, плод развивается после процессов спорогенеза, гаметогенеза и двойного оплодотворения, протекающих в цветке. Иногда плод может образовываться в результате апомиксиса, то есть развития зародыша без оплодотворения. Функции плода - формирование, защита и распространение семян.

Морфологической основой плода является гинецей, прежде всего завязь. Остальные части цветка - околоцветник, тычинки быстро увядают, но иногда изменяются вместе с гинецеем и принимают участие в формировании плода, становясь сочными или, напротив, деревянистыми или пленчатыми. Самые глубокие изменения происходят в завязи. Ее стенки обычно разрастаются за счет деления клеток и увеличения их размеров. В клетках завязи накапливаются запасные вещества: белки, крахмал, сахара, жирные масла, витамины, органические кислоты. Зрелый плод несет семя или семена (иногда до нескольких тысяч). Семена обеспечивают эффективное расселение вида. Иногда в естественных условиях и часто в культуре встречаются бессемянные плоды, возникшие при нарушении процессов спорогенеза, гаметогенеза или оплодотворения. В результате длительной селекции выведены бессемянные сорта культурных растений: винограда (*Vitis*), банана (*Musa*), имеющие высокую пищевую и товарную ценность. Зрелые семена прикрепляются к околоплоднику в тех местах, где в завязи располагалась плацента (семяножка), нередко свободно лежат в плоде или плотно окружены мясистой стенкой. Максимальное число семян в плоде равно числу семязачатков в завязи, но обычно меньше, так как не все семязачатки достигают зрелости.

Плод, возникающий из ценокарпного, псевдомонокарпного и монокарпного гинецея, формируется как морфологически единое образование, а из апокарпного - в виде отдельных, каждая из которых соответствует простому пестику апокарпного гинецея. Каждая такая отдельность называется плодиком. Существенной частью плода является околоплодник, или перикарпий (от греческого «пери» - около, «карпос» - плод). Перикарпий - стенка плода или плодика, окружающая семя и образующаяся из видоизмененных стенок завязи. У некоторых видов в образовании

перикарпия участвуют другие части цветка: чашечка, цветоложе и гипантий. Перикарпий нередко составляет основную массу плода. На перикарпии образуются разного рода выросты: крючочки, щетинки, паппусы - хохолки из волосков, «крылья», которые способствуют распространению плодов. Плоды любого типа, снабженные простыми или перистыми волосками, часто условно называют летучками, а при наличии крыловидных выростов - крылатками.

В перикарпии обычно различают три слоя: наружный, средний и внутренний. Нередко, особенно в монокарпиях, эти слои очень четко разграничены, но иногда различаются слабо, даже при анатомическом исследовании, что связано с деформацией и сдавливанием клеток при созревании плода. Самая наружная часть околоплодника получила название экзокарпия или внеплодника (от греческого «экзо» - вне). Например, у плода вишни это тонкий блестящий наружный слой. У плодов цитрусовых - желтый или оранжевый железистый слой, называемый флаведо. Средний слой околоплодника обозначается как мезокарпий (от греческого «мезос» - средний), или межплодник. У вишни мезокарпием является съедобная мякоть плода, а у цитрусовых - беловатый рыхлый слой (альбедо), лежащий непосредственно под желтым. Самая внутренняя часть околоплодника - эндокарпий, или внутрислодник (от греческого «эндос» - внутренний). В плодах вишни, а также персика, абрикоса и сливы эндокарпий – твердая «косточка», окружающая единственное семя и образованная склереидами. Эндокарпий цитрусовых видоизменен и превращен в соковые мешочки, составляющие основную массу плода. Соотношение толщины различных слоев у плодов разных видов неодинаково, что связано с особенностями их распространения. В сочных плодах мясистым обычно становится мезокарпий или эндокарпий. Склерифицируется (одревесневает) чаще всего эндокарпий. На внутренней поверхности перикарпия заметны остатки плацент, к которым прикрепляются семена. Ценокарпный плод часто разделен продольными перегородками, соответствующими перегородкам завязи сложного пестика. Образующиеся при этом камеры называют гнездами плода, а о плоде говорят, что он двухгнездный, трехгнездный.

Иногда в разных типах плодов продольные перегородки формируются за счет внутренних выростов перикарпия, например у капустных, или крестоцветных (*Brassicaceae*), у некоторых видов астрагалов *Astragalus* (бобовые *Fabaceae*). Реже формируются поперечные перегородки, делящие плод на отдельные камеры. Изредка эти камеры полностью изолированы друг от друга и плод легко распадается или разламывается по перегородкам между камерами на отдельные членики, которые разносятся ветром или водой. Плоды, распадающиеся на отдельные членики, называют членистыми. В месте срастания краев одного плодолистика или нескольких рядом лежащих плодолистиков образуется шов, который называют сутуральным швом а место средней жилки плодолистика - спинным, или дорзальным швом (спинной складкой). На верхушке плода иногда заметны остатки видоизменившегося столбика. У плодов капустных (крестоцветных) он получил название носика, и его форма и размеры имеют важное систематическое значение.



В соответствии с функциями плоды чрезвычайно разнообразны по размерам, форме, строению перикарпия, его окраске, способам вскрывания, наличию выростов, придатков. Особенности плодов определяются необходимостью создания оптимальных условий для защиты развивающихся семян и обеспечения расселения при минимальных затратах энергии и пластических веществ. Например, плоды многих астровых (сложноцветных) невелики по размерам и массе, многочисленны и легко разносятся ветром. Напротив, крупнейший в мире плод сейшельской пальмы (*Lodoicea maldivica*), растущей на Сейшельских островах в Индийском океане, достигает массы более 40 кг. Другой крупный плод тропического бобового – энтады фасолевидной (*Entada phaseoloides*) уступает сейшельской пальме по массе, но может достигать 1,5 м длины.

Велико и разнообразие окраски плодов. Особенно варьирует окраска плодов, распространяющихся с помощью животных. Они бывают красными, желтыми, оранжевыми, синими или фиолетовыми и резко выделяются на фоне окружающей зелени, что связано с соотношением желтых и оранжевых пигментов - каротиноидов и сине-фиолетовых антоцианов. Тропические плоды особенно разнообразны по окраске. Плоды, распространяемые ветром, водой или под действием собственной тяжести, яркой окраски, как правило, не имеют. Они обычно зеленые или буроватые.

Большое разнообразие плодов растений мировой флоры обусловило возникновение различных их классификаций. Существуют прикладные, морфологические, морфогенетические классификации плодов, по-разному отражающие их эволюционное развитие. Современные морфогенетические классификации основаны на выявлении типа гинецея, формирующего плод. Многообразие плодов удобно делить на четыре главных морфогенетических типа в соответствии с основными типами гинецея: апокарпии, монокарпии, ценокарпии и псевдомонокарпии (ценокарпии, в которых редуцированы карпеллы, за исключением единственной). Каждый из этих типов объединяет многообразие плодов одного эволюционно-морфологического уровня.

Плоды-апокарпии образуются из цветков, имеющих апокарпный гинецей. Каждому отдельному, свободно сидящему на цветоложе простому плодолистiku в зрелом плоде соответствует свободный плодик. Апокарпии возникают из цветков с верхней завязью. Эволюционно апокарпии - наиболее примитивные (архаичные) плоды.

Среди вскрывающихся апокарпиев следует упомянуть многолистовку, а среди невскрывающихся - многоорешек, разновидностями которого являются цинародий (плод шиповника) и земляничина, или фрага. К сочным апокарпиям относится многокостянка. Иногда встречается и сочная многолистовка.

Многолистовки образованы двумя или многими, обычно сухими плодиками-листочками, вскрывающимися по брюшному шву. Довольно редкий тип плода - сочная многолистовка, как правило, не вскрывается, но на брюшной стороне ее плодиков явственно виден шов от срастания краев плодолистиков. Плоды-многолистовки довольно обычны для примитивных магнолиид, розид, диллениид и ранункулид. К ним относятся плоды пионов (*Paeonia*),

купальницы (*Trollius*), калужницы (*Caltha*), магнолии (*Magnolia*). У лимонника китайского (*Schisandra chinensis*) плод - сочная многолистовка. При созревании плода лимонника коническое цветоложе, усаженное свободными пестиками, начинает удлиняться, в результате чего образуется подобие веточки, на которой сидят красные «ягоды», каждая из которых - сочный плодик-листовка.

Многоорешек всегда бывает сухим и отличается от многолистовки невскрывающимися односемянными плодиками-орешками. Классический пример многоорешка - плоды видов лютиков (*Ranunculus*), а также адонисов (*Adonis*), лапчаток (*Potentilla*). Плод лотоса орехоносного (*Nelumbo nucifera*) называется погруженным многоорешком. Каждый из отдельных орешков сидит в углублении дисковидного губчатого разросшегося цветоложа. Другое видоизменение многоорешка - земляничина (фрага). У этого многоорешка плодики сидят на мясистом разросшемся цветоложе, хорошо известном под названием «ягод» земляники и клубники (виды рода *Fragaria*). Цинародий - многоорешек, плодики которого сидят внутри кувшинчатого сочного гипантия, хорошо знакомого на примере плодов шиповника (виды рода *Rosa*). Плоды видов рода малина (*Rubus*) - малина обыкновенная, ежевика, костяника, морошка - имеют плод многокостянку. Многокостянка — это апокарпий, состоящий из двух - многих костянок. Мезокарпий каждого такого плодика сочный, а эндокарпий - твердый, склерифицированный. Плоды-монокарпии возникают из цветков, имеющих монокарпный гинецей. Это всегда цветки с верхней завязью. Монокарпии генетически родственны апокарпиям и появились в результате редукции всех плодиков, кроме одного. Чаще всего они встречаются у наиболее эволюционно продвинутых представителей подклассов розид и ранункулид. Обычны следующие морфологические типы монокарпиев: боб, однолистовка, одноорешек, однокостянки сухая и сочная. Различия между бобом и однолистовкой невелики и непостоянны. Типичный боб — это сухой плод, вскрывающийся по брюшному шву и спинной складке, двумя створками. Примерно половина представителей семейства бобовых (*Fabaceae*) имеет такой плод, от которого и произошло название этой систематической группы. Иногда бобы встречаются в других семействах. Помимо типичного боба известны бобы невскрывающиеся (у гороха *Pisum sativum*), членистые бобы, распадающиеся по перетяжкам между члениками (род копеечник *Hedysarum*), сочные невскрывающиеся бобы (у культивируемой на юге страны софоры японской *Styphnolobium japonicum*). У рода консолида (*Consolida*), близкого к роду дельфиниум (*Delphinium*) из лютиковых, плод - многосемянный монокарпий, вскрывающийся только по брюшному шву. Такой плод является *однолистовкой*. Изредка встречается сочная однолистовка (например, у воронца *Actaea spicata* из семейства лютиковых *Ranunculaceae*). Однокостянкой называют невскрывающийся односемянный монокарпий, эндокарпий которого (косточка) твердый, склерифицированный. Мезокарпий может быть сочным, как в плодах персика, абрикоса, сливы, черемухи, вишни, или сухой, кожистый (миндаль). В последнем случае однокостянка называется сухой.

Наконец, существует одноорешек - односемянный невскрывающийся

монокарпий. Одноорешки свойственны кровохлебке (*Sanguisorba*), манжетке (*Alchemilla*) и репешку (*Agrimonia*) - растениям из семейства розоцветных.

Морфогенетический тип плода, называемый ценокарпием, образуется из цветков с ценокарпным гинецеем. Основа ценокарпия - сложный пестик. Ценокарпные плоды нередко разделены на отдельные гнезда, иногда частично разрушающиеся к моменту созревания. Нередко ценокарпии одногнездные. Швы, по которым срослись плодолистики, образующие ценокарпии, обычно неясны, но сохраняются остатки не менее, чем двух плацент. Ценокарпии могут возникать из цветков как с верхней, так и с нижней завязью. Сухие ценокарпные плоды бывают вскрывающимися, невскрывающимися, распадающимися продольно - дробными (так называемые схизокарпии) и членистыми (распадающимися поперечно). Сочные ценокарпии обычно не вскрываются.

Ценокарпии - самая многочисленная группа плодов. Морфологические типы ценокарпиев весьма разнообразны. Главнейшие из них - ягода, коробочка, стручок, вислоплодник, ценокарпная листовка, яблоко, тыква, гесперидий, ценобий и ценокарпная костянка, или пиренарий.

Бытовое и ботаническое понятие «ягода» существенно различаются. Примерами год в ботаническом смысле являются плоды брусники (*Vaccinium vitisidaea*), черники (*V. myrtillus*), винограда (*Vitis vinifera*). У ягоды сочный невскрывающийся перикарпий, обычно не имеющий полости внутри. В мякоть перикарпия погружены семена, наружный плотный слой которых образуется за счет склерификации интегументов семязачатка. Изредка имеется лишь одно относительно крупное семя. Такие необычные ягоды у видов барбариса (*Berberis*) с их «косточкой», которая в действительности представляет собой семя. Еще более необычно выглядит ягода персеи американской (*Persea americana*) из семейства лавровых. Ее крупные плоды, достигающие 15 см в длину, несколько напоминающие крупные груши, несутодно крупное твердое семя 7–8 см в диаметре. Близки к ягоде тыква и гесперидий.

Тыква - плод представителей семейства тыквенных, у которого мясисто разрастаются плаценты. Гесперидий характеризуется железистым экзокарпием, губчатым мезокарпием и разросшимся эндокарпием, имеющем вид соковых мешочков (виды рода цитрус *Citrus* из семейства рутовых).

Коробочка - многосемянный плод, который отличается от ягоды прежде всего сухим вскрывающимся перикарпием. Коробочка может быть одногнездной или многогнездной. Число гнезд в коробочке варьирует и чаще всего зависит от числа гнезд завязи, но иногда у зрелого плода перегородки разрушаются. Коробочки характерны для представителей многих семейств: лилейных *Liliaceae*, норичниковых *Scrophulariaceae*, пасленовых *Solanaceae*, подорожниковых *Plantaginaceae*, гвоздичных *Caryophyllaceae*, вахтовых *Menyanthaceae*, ивовых *Salicaceae*, фиалковых *Violaceae*, маковых *Papaveraceae*, колокольчиковых *Campanulaceae*, кипрейных *Onagraceae*. По форме, размерам и способам вскрывания они могут существенно различаться. Коробочка, вскрывающаяся продольно по перегородкам комис- сурального шва (например, у наперстянки крупноцветковой *Digitalis grandiflora* и зверобоя продырявленного *Hypericum perforatum*), получила название септицидной.

Локулицидная коробочка вскрывается вдоль каринального шва (чайный куст китайский *Camellia sinensis*). Иногда коробочка распадается на отдельные створки, разрывается не по швам, а в ином месте (скополия тангутская *Scopolia tangutica*) или вскрывается специальной крышечкой (белена черная *Hyoscyamus niger*). Часть коробочек не вскрывается, но семена освобождаются через особые щелевидные отверстия, прикрытые клапанами. Примеры таких плодов - мак снотворный (*Papaver somniferum*), виды колокольчика (*Campanula*) и другие растения. Полностью невскрывающиеся коробочки, у которых семена освобождаются после сгнивания перикарпия, известны под названием сухих ягод (шоколадное дерево *Theobroma cacao*). Стручок (и его видоизменение стручочек) также относится к ценокарпиям. Этот морфологический тип плода характерен для всех представителей капустных (крестоцветных). Стручок возникает из завязи, образованной двумя сросшимися плодолистиками. Вдоль сросшихся краев плодолистиков располагаются плаценты и семязачатки, развивающиеся в семена. В большинстве случаев от краев сросшихся плодолистиков вырастают внутрь полости плода перегородки, делящие его на два гнезда. Раскрывается стручок путем отрыва створок друг от друга, так что на плодоножке остается рамка из краев плодолистиков, несущая семена.

Существуют также невскрывающиеся стручки и стручочки. Иногда встречаются членистые стручки с поперечными перетяжками и перегородками, отделяющими семена, располагающиеся в отдельных камерах. Членистые стручки разламываются по перегородкам на отдельные членики (дикая редька *Raphanus raphanistrum*). Длина «типичного» стручка не менее, чем в 3 раза превышает ширину. Стручочками называют плоды такого же типа строения, но длина которых, примерно равна ширине или лишь слегка ее превышает.

Многие ценокарпии не вскрываются, но способны распадаться продольно на отдельные замкнутые или вскрывающиеся доли, называемые мерикарпиями, которые содержат одно, два или несколько семян. Распадающиеся ценокарпии получили название схизокарпиев (от греческого «схидзо» - раскалываю). Характерен схизокарпий, например, для многих представителей семейства мальвовых. Плоды мальвовых, распадающиеся на незамкнутые с брюшной стороны мерикарпии, называются калачиками. Регма — это схизокарпий, у которого при опадении и одновременном вскрывании мерикарпиев в центре остается колонка. Такой плод имеют многие молочайные. Известная всем крылатка клена (*Acer*) может быть названа двукрылым схизокарпием. У зонтичных схизокарпий из-за специфической структуры получил название вислоплодника. При созревании вислоплодник часто распадается по спайке, объединяющей доли плода, на два мерикарпия, повисающих на так называемом карпофоре. Подобного типа плод встречается и у некоторых представителей семейства аралиевых. К типу схизокарпиев относится оригинальный плод многих бурачниковых и почти всех губоцветных - ценобий. Он возникает из двугнездного гинецея, у которого на ранних стадиях развития в гнездах появляются перегородки, так что ко времени опыления завязь разделяется на четыре гнезда, в каждом из которых располагается по одному семязачатку.

Зрелый плод состоит из четырех долей, причем одна доля соответствует половине плодолистика. Такие «полумерикарпии» называют эремами.

Другой морфологический тип ценокарпиев - ценнокарпная костянка, или пиренарий. Как и у плодиков апокарпной многокостянки, самый внутренний слой перикарпия - эндокарпий, окружающий семя, склерифицируется. Однако в отличие от апокарпной многокостянки пиренарий возникает из ценокарпного гинецея и содержит внутри две или несколько косточек. Число косточек зависит от числа фертильных (плодущих) гнезд. Примером ценокарпной многокостянки могут служить плоды толокнянки – обычного растения светлохвойной тайги (*Arctostaphylos uva-ursi*), женьшеня (*Panax ginseng*), липы сердцелистной (*Tilia cordata*). Иногда количество косточек редуцируется в соответствии с изменениями в гинецее и образуется одногнездный пиренарий типа плода кокосовой пальмы (*Cocos nucifera*), в обиходе называемый кокосовым орехом.

Плод, называемый яблоком, также относится к ценокарпиям. Гнезда такого плода содержат семена, окруженные хрящеватой тканью эндокарпия, а мясистый мезокарпий возникает из разросшейся и видоизмененной ткани гипантия. Яблоко характерно для представителей подсемейства Яблоневых из семейства розоцветных: яблони (*Malus*), груши (*Pyrus*), рябины (*Sorbus*). Морфогенетический тип плодов - псевдомонокарпий также обычен. Внешне псевдомонокарпии имитируют монокарпии, отчего и возникло название типа. Псевдомонокарпии образуются из псевдомонокарпного гинецея. В таком гинецее первоначально закладываются два или большее число плодолистиков, но развивается только один, а остальные редуцируются. Иногда редукция не происходит, но плодолистки так плотно срастаются краями, что границы между ними не заметны. В обоих случаях возникает единственное гнездо завязи, обычно с единственным семязачатком. К псевдомонокарпиям относятся орех, желудь, псевдомонокарпная костянка, зерновка, семянка и мешочек. Перикарпий ореха сильно склерифицируется, становится деревянистым и несет одно, редко два семени. Общеизвестны орехи лещины (*Corylus avellana*) и фундука (*Corylus colurna*). Орех может быть довольно крупным по своим размерам, как у лещины, либо относительно маленьким (у ольхи *Alnus glutinosa*, хмеля *Humulus lupulus*). Иногда на его перикарпии образуются крыловидные выросты и в этом случае говорят о крылатом орехе (береза *Betula pendula*, ревень *Rheum altaicum*). К ореху близок желудь, имеющий кожистый или деревянистый перикарпий. У основания желудь окружен особым образованием – плюской, представляющей собой сросшиеся стерильные ветви цимоидного соцветия (дуб *Quercus*, каштан *Castanea*). Плод грецкого ореха (*Juglans regia*) следует называть псевдомонокарпной костянкой, потому что околоплодник у него состоит из мясистого экзокарпия и склерифицированного эндокарпия.

Семянка — это обычно относительно небольшой плод с кожистым перикарпием, не срастающимся с семенем. Плод-семянка характерен для всех представителей огромного семейства сложноцветных, а также семейств ворсянковых, валериановых и крапивных. Семянке часто свойственны придатки, представляющие собой видоизмененные покровы цветка или

прицветников. Многие семянки снабжены летучками. Семянка осоковых заключена в особой формы видоизмененный ретортовидный прицветник, который называется мешочком. Зерновка - плод всех злаков. Это односемянный плод, одетый тонким пленчатым, реже мясистым (у некоторых тропических бамбуков) перикарпием, срастающимся сединственным семенем.

У некоторых видов растений плоды развиваются не по одиночке, а формируют соплодия. Часто под соплодием понимают сросшиеся в единое целое несколько или даже много плодов, возникших из отдельных цветков. Классический пример такого типа соплодия - соплодие ананаса. Согласно более широкому представлению соплодие - совокупность зрелых плодов одного соцветия, более или менее четко обособленного от вегетативной части побега. Иначе говоря, соплодие — это соцветие, несущее зрелые плоды. Исходя из подобной точки зрения, соплодиями следует считать гроздь ягод винограда, щиток яблокообразных плодов рябины, сложные зонтики вислоплодников укропа. Классифицировать соплодия можно на основе соцветий, из которых они возникают.

## Лабораторная работа 9

### Тема: Строение и классификация плодов.

<b>Цель работы:</b>	изучить разнообразие плодов
<b>Задачи:</b>	рассмотреть плоды различных растений и дать им характеристику
<b>Оборудование:</b>	чашки Петри, препаровальные иглы, гербарные образцы, свежие или зафиксированные плоды
<b>Объекты исследования:</b>	плоды пиона ( <i>Paeonia suffruticosa</i> Andr.), дельфиниума ( <i>Delphinium grandiflorum</i> L.), калужницы ( <i>Caltha palustris</i> L.), лимонника ( <i>Schizandra chinensis</i> (Turcz.) Baill.), багрянника ( <i>Cercidiphyllum japonicum</i> Sieb. et Zucc.), гороха ( <i>Pisum sativum</i> L.), воронца ( <i>Actaea spicata</i> L.), лютика ( <i>Ranunculus acris</i> L.), малины ( <i>Rubus idaeus</i> L.), земляники ( <i>Fragaria vesca</i> L.), шиповника ( <i>Rosa cinnamomea</i> L.), рогоза ( <i>Typha latifolia</i> L.), клевера ( <i>Trifolium repens</i> L.), сливы ( <i>Prunus domestica</i> L.), тюльпана ( <i>Tulipa</i> sp.), белены ( <i>Hyoscyamus niger</i> L.), мака ( <i>Papaver somniferum</i> L.), фиалки ( <i>Viola canina</i> L.), капусты ( <i>Brassica</i> sp.), смолёвки ( <i>Silene nutans</i> L.), клёна ( <i>Acer platanoides</i> L.), дикой редьки ( <i>Raphanus raphanistrum</i> L.), паслена ( <i>Solanum</i>

dulcamara L.), кипрея (*Epilobium* sp.), колокольчика (*Campanula* sp.), тмина (*Carum carvi* L.), подмаренника (*Galium aparine* L.), яблони (*Malus* sp.), крыжовника (*Grossularia* sp.), омелы (*Viscum* sp.), липы (*Tilia* sp.), лещины (*Corylus avellana* L.), дуба (*Quercus robur* L.), одуванчика (*Taraxacum officinale* Wegg.), кизила (*Cornus mas* L.)

### Ход работы

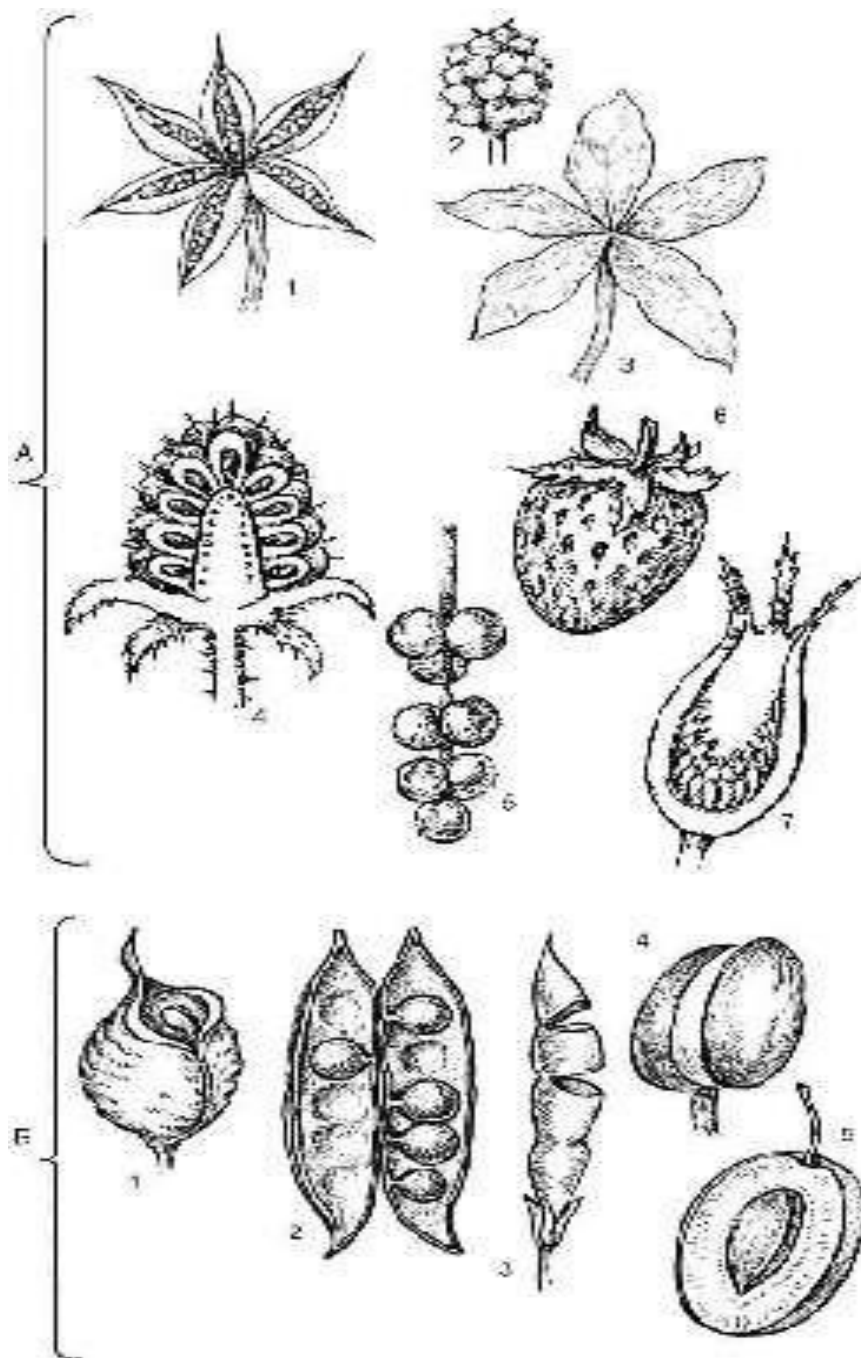
Задание 1. *Анализ коллекции плодов.*

1. Пользуясь предложенной классификацией (рис. 61-62), проведите анализ коллекции плодов, определите, к какому типу их относят и дайте им названия. Зарисуйте плоды и обозначьте их.

2. На примере плодов трех растений проведите их анализ по следующей схеме:

- а) простой плод или сборный;
- б) с сочным или сухим околоплодником (если с сухим, то определить: раскрывающийся он или нераскрывающийся);
- в) число семян - одно или много;
- г) число плодолистиков, образующих плод (при наличии только плода это не всегда можно сделать);
- д) число гнезд в плоде.

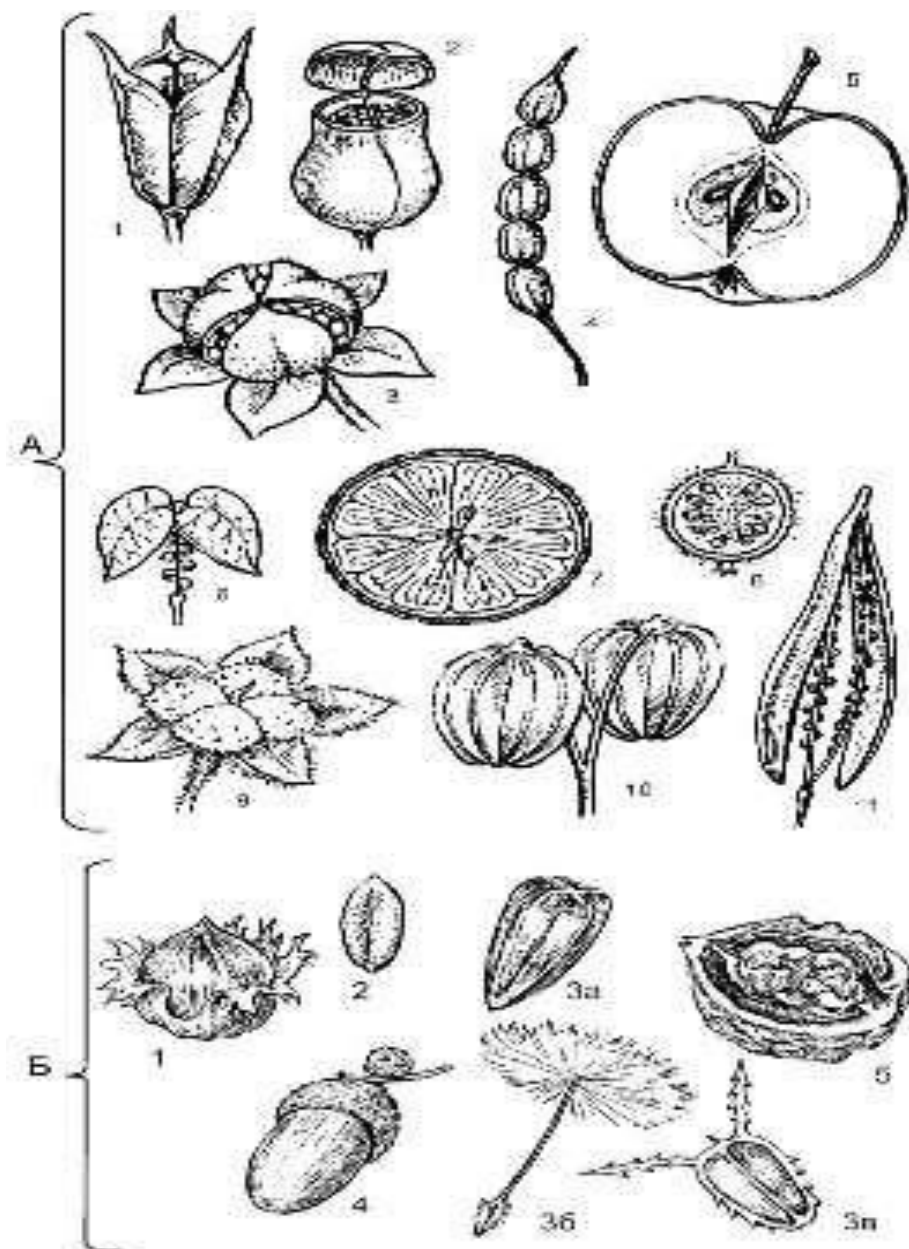
3. Сделайте поперечный срез одного плода; зарисуйте и обозначьте его части (экзокарп, мезокарп, эндокарп, семя) (рис. 62).



**Рис. 61** Типы апокарпных и монокарпных плодов:

А - сухие и сочные апокарпии: 1, 3 - многолисточка (многие лютиковые и пион) 2 - многоорешек (некоторые лютиковые) 4 - многокостянка (розоцветные из рода *Rubus*) 5 - сочная многолисточка, отдельные плодики сидят на удлиненном цветоложе (лимонник) 6 - земляничина, особый тип сочного многоорешка с разросшимся цветоложем (земляника) 7 - цинародий, особый тип сочного многоорешка с мясистым разросшимся гипантием (шиповник) Б - сухие и сочные монокарпии: 1 - однолисточка (род *Consolida* из сем. лютиковых) 2 - боб (большинство представителей бобовых и некоторых других семейств) 3 - членистый боб 4 - сухая однокостянка (миндаль) 5 - сочная однокостянка (род *Prunus* из розоцветных)

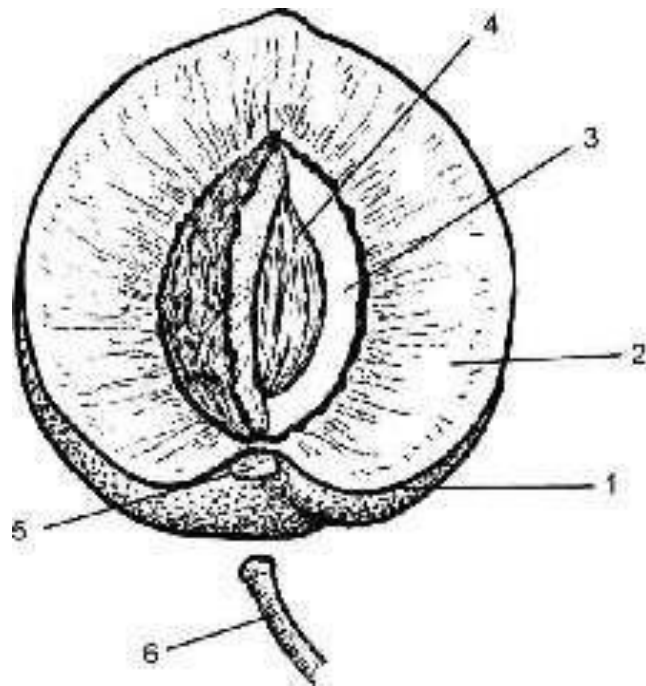




**Рис. 62** Типы ценокарпных и псевдомонокарпных плодов:

А - сухие и сочные ценокарпии: 1 - ценокарпная многолистовка (водосбор из семейства лютиковых) 2 - коробочка, вскрывающаяся крышечкой (белена) 3 - коробочка, вскрывающаяся по створкам (представители многих семейств) 4 - членистый стручок (редька дикая из крестоцветных) 5 - яблоко (все представители подсемейства Яблоневых, сем. Розоцветных) 6 - стручочек (многие крестоцветные) 7 - гесперидий, или померанец (плоды цитрусовых) 8 - ягода (представители многих семейств, типичные ягоды у черники, брусники, винограда и т. д.) 9 - ценобий, видны 4 ярема (плоды бурачниковых и губоцветных) 10 - вислоплодник, разделившийся на 2 мерикарпия, - пример дробного ценокарпия (плоды зонтичных) 11 - стручок (большинство крестоцветных)

Б - сочные и сухие псевдомонокарпии: 1 - орех (лещина) 2 - зерновка (злаки) 3 - семечки различного типа: 3а - подсолнечника 3б - одуванчика 3в - череды 4 - желудь (плоды буковых) 5 - псевдомонокарпная костянка (грецкий орех).



**Рис. 63** Строение плода (однокосянки) персика обыкновенного (*Persica vulgaris*):  
 1–3 - околоплодник, или перикарпий (1 - экзокарпий 2 - мезокарпий 3 - эндокарпий)  
 4 - семя 5 - след плодоножки 6 - плодоножка

#### Вопросы для самоконтроля

1. Из чего образуется плод?
2. Дайте определение соплодию.
3. Какие плоды называют дробными, а какие - членистыми?
4. Что такое плод- померанец?
5. Как классифицируют сборные плоды?

## КОНТРОЛЬНЫЕ ТЕСТЫ

Внимательно прочтите каждый вопрос тестов и выберите правильный ответ.

### **Корень. Корневые системы**

**1. Вода и минеральные соли поступают в растение из почвы:**

- а) через корни;
- б) через корни и нижнюю часть стебля;
- в) через корни и другие органы растения, соприкасающиеся с почвой.

**2. У большинства однодольных растений корневая система:**

- а) стержневая;
- б) мочковатая;
- в) смешанная.

**3. У моркови, свеклы, репы развиваются:**

- а) все виды корней;
- б) только главный корень;
- в) главный и боковые корни.

**4. Корни у пшеницы, ржи, ячменя:**

- а) почти все одинаковой длины и толщины;
- б) разные по длине и толщине;
- в) почти все одинаковой длины и толщины, за исключением трех, которые заметно крупнее (длиннее и толще) остальных.

**5. Боковые корни развиваются:**

- а) только на главном корне;
- б) только на придаточных корнях;
- в) как на главном, так и на придаточных.

**6. Придаточные корни образуются:**

- а) только на главном корне;
- б) только на нижней части стебля;
- в) как на стебле, так и на листьях.

**7. На поставленных в воду черенках тополя, ивы или черной смородины развиваются:**

- а) придаточные корни;
- б) боковые корни;
- в) придаточные корни, а на них боковые.

**8. Корень растет в длину:**

- а) только верхушкой;
- б) верхушкой и всеми другими следующими за ней участками;
- в) участком, отходящим от стебля.

**9. Главный корень развивается:**

- а) у однолетних растений;
- б) у двулетних растений и многолетних;
- в) у двудольных растений, выросших из семян.

**10. Главный корень хорошо заметен в корневой системе:**

- а) фасоли;
- б) пшеницы;
- в) смородины, выросшей из стеблевого черенка.

**11. Корневой чехлик можно увидеть:**

- а) только с помощью микроскопа;
- б) с помощью лупы;
- в) невооруженным глазом.

**12. Клетки корневого чехлика:**

- а) живые;
- б) мертвые, с толстыми оболочками;
- в) наряду с живыми имеются мертвые.

**13. Клетки зоны деления:**

- а) мелкие, расположенные рыхло;
- б) мелкие, плотно прилегающие друг к другу;
- в) крупные, округлые.

**14. Корневой волосок представляет собой:**

- а) клетку наружного слоя корня с длинным выростом;
- б) длинный вырост наружной клетки корня;
- в) нитевидный боковой корешок.

**15. Корневые волоски живут:**

- а) около месяца;
- б) несколько дней;
- в) около суток.

**16. Корневые волоски обычно не бывают длиннее:**

- а) 10 мм;
- б) 20 мм;
- в) 30 мм.

**17. Зона всасывания, как и другие зоны корня:**

- а) постоянно увеличивается в длину;
- б) постоянно перемещается вслед за кончиком растущего корня и не увеличивается в длину;
- в) не перемещается вслед за кончиком корня и не увеличивается в длину (на одном и том же участке вместо отмерших корневых волосков образуются новые).

**18. Прочность и упругость корня обеспечивает:**

- а) покровная ткань;
- б) проводящая ткань;
- в) механическая ткань.

**19. Наибольшее количество воды растениям нужно:**

- а) во время роста;
- б) во время созревания плодов;
- в) во время цветения.

**20. Рыхление почвы способствует:**

- а) сохранению влаги и поступлению воздуха в почву;
- б) сохранению влаги;
- в) поступлению воздуха в почву.

**21. Корнеплод моркови или свеклы образуется:**

- а) при разрастании главного корня;
- б) при разрастании главного корня и нижних участков стебля;
- в) при разрастании нижних участков стебля.

**22. В результате утолщения боковых или придаточных корней развиваются:**

- а) клубни;
- б) корневые шишки, или корневые «клубни»;
- в) корнеплоды

**Побег, его структура**

**1. Побег — это:**

- а) стебель
- в) стебель, листья, корень
- б) стебель с листьями и почками
- г) почки

**2. Почка, имеющая зачаточный бутон:**

- а) верхушечная
- б) вегетативная
- в) боковая
- г) генеративная

**3. Растения, имеющие укороченный стебель:**

- а) лук
- б) горох
- в) арбуз
- г) одуванчик

**4. Слой стебля, благодаря которому он растет в толщину:**

- а) древесина
- б) камбий
- в) сердцевина г) луб

**5. Слой стебля, в котором накапливаются питательные вещества**

- а) сердцевина
- б) луб
- в) кора
- г) кожица

**6. Какой слой принимает участие в передвижении органических веществ по стеблю**

- а) сосуды
- б) древесина
- в) луб
- г) сердцевина

**7. Побег развивается из ...**

- а) корня
- б) стебля
- в) почки

**8. Рост побега в длину и образование листьев осуществляется благодаря деятельности:**

- а) листьев
- б) проводящей ткани
- в) конуса нарастания

**9. Чечевички – это ...**

- а) жилки листа
- б) специальные отверстия в пробке
- в) устьичные клетки листа

**10. Камбий – это ...**

- а) образовательная ткань
- б) основная
- в) покровная

**11. Зачаточные бутоны находятся в почке ...**

- а) вегетативной

- б) генеративной
- в) любой

**12. Конус нарастания в почке состоит из ткани ...**

- а) образовательной
- б) фотосинтезирующей
- в) механической

**Строение и жизнедеятельность листа**

**1. Листья имеют черешок:**

- а) у большинства растений;
- б) у меньшей части видов растений;
- в) примерно у половины видов растений.

**2. Любой простой лист имеет:**

- а) листовую пластинку и основание;
- б) листовую пластинку, основание и черешок;
- в) листовую пластинку и черешок.

**3. Дуговое и параллельное жилкование листьев характерно:**

- а) для двудольных растений;
- б) для однодольных растений;
- в) для большинства двудольных и многих однодольных растений.

**4. У водных растений, например, у кувшинки, устьица находятся:**

- а) на верхней стороне листа;
- б) на нижней стороне листа;
- в) на краях листа, выступающих над водой.

**5. Устьица находятся на обеих сторонах листовой пластинки у растений, листья которых располагаются в основном:**

- а) горизонтально;
- б) вертикально;
- в) мутовчато.

**6. В световом листе лучше, чем в теновом листе развита:**



- а) столбчатая ткань;
- б) губчатая ткань;
- в) механическая ткань.

**7. Межклетники губчатой ткани заполнены:**

- а) воздухом;
- б) водой;
- в) воздухом и парами воды.

**8. Для образования органических веществ в листе необходимы:**

- а) вода, минеральные соли, углекислый газ, кислород;
- б) вода, углекислый газ;
- в) вода, углекислый газ, минеральные соли.

**9. В процессе фотосинтеза в атмосферный воздух выделяется:**

- а) кислород;
- б) углекислый газ;
- в) азот и углекислый газ.

**10. Сложные процессы, протекающие в зеленых клетках растения, приводят к образованию:**

- а) сахара, который затем превращается в крахмал;
- б) крахмала, который затем превращается в сахар;
- в) крахмала или сахара.

**11. Дыхание растения, находящегося в темноте...**

- а) не прекращается;
- б) приостанавливается;
- в) происходит более энергично, чем на свету.

**12. При дыхании зеленое растение поглощает:**

- а) азот;
- б) кислород;
- в) углекислый газ.

**13. Если в растении достаточно воды, то устьица у большинства растений, находящихся в таком состоянии:**

- а) открыты днем и закрыты ночью;
- б) открыты ночью и закрыты днем;
- в) открыты днем и ночью.

**14. Когда в клетках мякоти листа много воды, то в межклетники поступает:**

- а) вода через поры клеточных оболочек;
- б) водяной пар, образующийся при испарении воды с поверхности оболочек клеток;
- в) вода через поры оболочек клеток и водяной пар с поверхности клеток.

**15. Листья растений больше испаряют воды:**

- а) в солнечную и сухую погоду;
- б) в пасмурную и влажную погоду;
- в) в теплую пасмурную погоду.

**16. Усики гороха — это видоизмененные:**

- а) прилистники;
- б) листочки сложного листа;
- в) боковые побеги.

**17. Алое и агаву относят к растениям:**

- а) с видоизмененными листьями (водозапасающими);
- б) с видоизмененными листьями, в которых откладываются в запас органические вещества;
- в) с обычными сидячими листьями.

**18. Листопадом называют опадание листьев у деревьев и кустарников, реже у многолетних трав, которое происходит:**

- а) одновременно в определенный период года;
- б) незаметно, так как листья опадают в течение длительного времени одновременно с образованием новых;
- в) у одних растений одновременно в определенный период года, а у других - постепенно.

**19. Листопад - нормальный (естественный) процесс, связанный:**

- а) с обилием дождей или их отсутствием в течение длительного времени;
- б) с наступлением осенних холодов;
- в) со старением листьев.

**20. Какой листорасположение наиболее эффективно для восприятия солнечной энергии:**

- а) очередное
- б) мутовчатое
- в) супративное

**Цветок и плод**

**1. Околоцветник называют двойным, если в нем:**

- а) лепестки располагаются в два ряда;
- б) лепестки и чашелистики располагаются по двум кругам;
- в) имеется чашечка и венчик.

**2. Лепестки — это:**

- а) наружные листочки цветка;
- б) внутренние листочки цветка;
- в) наружные и внутренние листочки цветка.

**3. Цветки растений имеют:**

- а) только по одному пестику;
- б) по одному пестику и более (иногда много);
- в) только по два-три пестика.

**4. Цветки с простым околоцветником имеют:**

- а) только пестик;
- б) только чашечку или только венчик;
- в) ни то, ни другое: все листочки одинаковые.

**5. Пестик в цветках растений:**

- а) всегда имеет завязь, рыльце и столбик;
- б) может не иметь столбика;
- в) может не иметь рыльца.

**6. Тычинки и пестики бывают:**

- а) в каждом цветке;
- б) не в каждом цветке: имеются только пестичные и только тычиночные цветки;
- в) не в каждом цветке: имеются цветки без тычинок и пестиков.

**7. Однодомными называют растения, у которых;**

- а) цветки обоеполые;
- б) цветки раздельнополые, и находятся они на одном растении;
- в) цветки раздельнополые: на одних растениях находятся пестичные цветки, а на других - тычиночные.

**8. Двудомные растения;**

- а) огурец, кукуруза, тыква;
- б) яблоня, земляника, капуста;
- в) конопля, тополь, спаржа.

**9. Соцветие кисть — это совокупность цветков, которые:**

- а) имеют длинные цветоножки, отходящие от вершины побега;
- б) имеют хорошо заметные цветоножки, отходящие от длинной общей оси.
- в) не имеют цветоножек, но располагаются на длинной общей оси.

**10. Соцветие, в котором сидячие цветки располагаются на общей удлинённой оси, называют:**

- а) сережкой;
- б) простым колосом;
- в) метелкой.

**11. У соцветия «початок» женские цветки располагаются на:**

- а) общем разросшемся цветоложе;
- б) общей разросшейся оси соцветия;
- в) на вершине разросшейся оси соцветия.

**12. Цветки, собранные в соцветие «корзинка», обычно:**

- а) мелкие, сидячие. Их чашечка видоизменена в пучок волосков или отсутствует;

б) мелкие, с очень короткими цветоножками. Их чашечка состоит из мелких чашелистиков;

в) мелкие, сидячие, без околоцветника.

**13. Сложным щитком называют соцветие, образованное:**

а) только простыми щитками;

б) только простыми зонтиками;

в) не только простыми щитками.

**14. Соцветие «корзинка» снаружи защищено:**

а) крупными краевыми цветками;

б) оберткой, состоящей из видоизмененных листьев;

в) крупными чашелистиками, расположенными в два и более рядов.

**15. Перекрестным опылением называют перенос пыльцы:**

а) с цветка одного растения на цветки другого растения;

б) с одного цветка на другие цветки в пределах одного растения;

в) с одного цветка на другой цветок как в пределах одного растения, так и на цветки других растений такого же вида.

**16. Ветроопыляемые растения обычно растут:**

а) большими скоплениями (рощи, заросли и др.);

б) разреженно;

в) отдаленно друг от друга.

**17. У ветроопыляемых растений созревает:**

а) такое же количество пыльцы, как и у насекомоопыляемых;

б) меньшее количество пыльцы, чем у насекомоопыляемых;

в) обилие пыльцы.

**18. Пыльца ветроопыляемых растений по сравнению с пылью насекомоопыляемых растений обычно:**

а) мелкая;

б) крупная;

в) средняя.

**19. Деревья и кустарники обычно зацветают, когда:**

- а) на них распускаются листья;
- б) листьев на них еще нет;
- в) все растения «одеты» листвой.

**20. Пыльники цветков ветроопыляемых растений находятся:**

- а) на коротких тычинковых нитях;
- б) на длинных и тонких тычинковых нитях;
- в) на тычинковых нитях средней длины и толщины.

**21. При самоопылении пыльца из пыльников попадает на рыльце:**

- а) какого-либо цветка этого же растения;
- б) этого же цветка;
- в) как этого же цветка, так какого-либо другого цветка растения такого же вида.

**22. Картофель, горох, фасоль, томат — это:**

- а) перекрестноопыляемые растения;
- б) самоопыляемые растения;
- в) растения как перекрестноопыляемые, так и самоопыляемые

**23. Двойным оплодотворением у цветковых растений называют:**

- а) слияние яйцеклетки с одним, а затем и с другим спермием;
- б) слияние яйцеклетки с одним спермием и центральной клетки семязачатка — с другим спермием;
- в) слияние яйцеклетки со всем содержимым пыльцевой трубки.

**24. Из оплодотворенной яйцеклетки развивается:**

- а) плод;
- б) семя;
- в) зародыш семени.

**25. В образовании плодов участвуют:**

- а) только завязь;
- б) только семяпочка (семязачаток);
- в) завязь, семяпочка, а иногда цветоножка и цветоложе.

**26. Плоды-ягоды по количеству семян бывают:**

- а) односеменными;
- б) многосеменными;
- в) как односеменными, так и многосеменными.

**27. Плоды костянки имеют околоплодник:**

- а) сочный;
- б) сухой;
- в) в большинстве случаев - сочный.

**28. У сухого плода, называемого бобом, околоплодник образован:**

- а) двумя раскрывающимися створками;
- б) двумя створками и пленчатой перегородкой между ними;
- в) двумя сросшимися (не раскрывающимися) створками.

**29. Плоды фасоли, гороха, акации называют:**

- а) бобами;
- б) стручками;
- в) бобами и стручками.

**30. Если сухой многосеменной плод имеет две створки и их длина примерно равна ширине плода, то это:**

- а) семянка;
- б) стручочек;
- в) боб.

**31. Эндосперм имеют семена:**

- а) только двудольных растений;
- б) только однодольных растений;
- в) как двудольных, так и однодольных растений.

**32. Эндосперм — это:**

- а) часть зародыша семени;
- б) ткань семени с запасом питательных веществ;
- в) часть зародыша семени у однодольных растений и ткань семени у двудольных растений.

**33. У семени гороха и фасоли зародыш состоит из:**

- а) зачаточного корешка, почечки и двух семядолей;
- б) зачаточного корешка и почечки;
- в) двух зачаточных корешков, почечки и двух семядолей.

**34. Плоды череды распространяются при помощи:**

- а) ветра;
- б) животных;
- в) талой воды.

**35. У мака, хлопчатника, белены распространяются:**

- а) плоды;
- б) семена;
- в) у одних из названных растений - плоды, а у других - семена.

**Способы размножения растений**

**1. Размножение это:**

- а) увеличение числа особей
- б) уменьшение числа особей
- в) рост растения

**2. Растения размножаются:**

- а) бесполом способом
- б) половым
- в) бесполом и половым способом

**3. Спорами размножаются:**

- а) водоросли
- б) голосеменные
- в) мхи

**4. Цветковые растения размножаются:**

- а) половым способом
- б) половым и вегетативным
- в) вегетативным

**5. Пырей размножается:**



- а) спорами
- б) корневищем
- в) луковицами

**6. Корневые черенки это:**

- а) отрезки корня до 25 см.
- б) отрезки стебля до 30 см.
- в) придаточные корни

**7. Прививкой размножаются:**

- а) плодовые деревья
- б) овощные культуры
- в) зерновые культуры

**8. Половое размножение происходит при помощи:**

- а) спор
- б) гамет
- в) спор и гамет

**9. Вегетативное размножение это:**

- а) бесполое
- б) половое
- в) спорообразование

**10. Из зиготы развивается**

- а) семя
- б) спора
- в) зародыш будущего растения

**11. У водорослей и мхов размножение бывает:**

- а) только без половое
- б) вегетативное
- в) смена бесполого половым

**12. При бесполом размножении водоросли образуют**

- а) зооспоры
- б) споры

в) зигота

**13. Гаметы у мхов образуются при:**

а) бесполом размножении

б) половом размножении

в) половом и бесполом

**14. Размножение спорами относится:**

а) половому

б) бесполому

в) половому и бесполому

**15. Зигота – это:**

а) спора

б) гамета

в) оплодотворённая яйцеклетка

**16. При слиянии гамет образуется:**

а) яйцеклетка

б) спора

в) зигота

**17. Спора – это:**

а) многоклеточное образование

б) одноклеточное образование

в) гамета

**18. Мужские гаметы у цветковых растений образуются в:**

а) тычинках

б) пыльцевых зернах

в) пыльцевой трубке

**19. Оплодотворение у растений изучил:**

а) С.Г Навашин

б) И.П. Павлов

в) И.М Сечинов

**20. Опыление – это:**

- а) перенос пыльцы с тычинок на пестики
- б) слияние половых клеток
- в) спорообразование

**Тест - обобщение**

**1. Корень выполняет:**

- а) механическую функцию;
- б) ассимиляционную
- в) всасывающую и проводящую функцию;

**2. Мочковатая корневая система образована:**

- а) главными корнями;
- б) придаточными корнями;
- в) корневищами;

**3. У корней древесных растений наибольшую длину имеет:**

- а) чехлик;
- б) зона роста;
- в) зона проведения

**4. У моркови имеется:**

- а) корнеклубень;
- б) корневище;
- в) корнеплод

**5. К вегетативным органам растения относятся:**

- а) побег и корень;
- б) побег и плод;
- в) цветок и плод

**6. В состав побега входят органы:**

- а) цветок и плод;
- б) стебель с листьями и почками;
- в) стебель и корень

**7. Осевая часть почки представляет собой:**

- а) скрученные зачатки листьев;

- б) зачаток стебля;
- в) зачаток стебля с главным корнем;

**8. Клубень является видоизменением:**

- а) побега;
- б) главного корня;
- в) бокового корня;

**9. Цельный край листа имеется у:**

- а) крапивы;
- б) подорожника;
- в) березы;

**10. Замыкающие клетки образуют:**

- а) устьица;
- б) столбчатую ткань;
- в) губчатую ткань;

**11. Растения сухих жарких мест часто:**

- а) не имеют листьев;
- б) имеют крупные листья;
- в) имеют небольшие листья;

**12. Черемуха обыкновенная имеет листорасположение:**

- а) очередное;
- б) супротивное;
- в) мутовчатое;

**13. Околоцветник типичного цветка (например, цветок вишни, включает:**

- а) чашечку и венчик;
- б) только венчик;
- в) только чашечку

**14. Цветки у растений:**

- а) располагаются поодиночке;
- б) располагаются поодиночке или собраны в соцветия;

в) в большинстве случаев собраны в соцветия

**15. Колос характерен для:**

- а) ландыша;
- б) вишни;
- в) подорожника;

**16. Основные запасные питательные вещества в семени фасоли находятся в:**

- а) эндосперме;
- б) в одной из семядолей;
- в) в обеих семядолях

**17. Много семян находится в плодах:**

- а) подсолнечника;
- б) ржи;
- в) гороха;

**18. Плоды-стручки образуются у:**

- а) гороха, фасоли;
- б) гороха, фасоли, капусты, сурепки;
- в) капусты, сурепки

**19. Семянка характерна для:**

- а) пшеницы;
- б) одуванчика;
- в) ржи;

**20. Плоды ягода образуются у:**

- а) томата, картофеля, винограда, черники;
- б) земляники, клубники, малины;
- в) сливы, вишни, абрикоса

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева И. И. Ботаника / И. И. Андреева, Л.С Родман. - 4-е изд., доп. и перераб. - М.: КолосС, 2010. – 584 с.
2. Андреева И. И. Практикум по анатомии и морфологии растений /И. И.Андреева, Л.С. Родман, А.В. Чичев. - М.: КолосС, 2005.
3. Баландин С.А. Общая ботаника с основами геоботаники / С.А. Баландин, Л. И. Абрамова, Н. А. Березина. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. - 293 с.: ил.
4. Ботаника с основами фитоценологии: Анатомия и морфология растений: учеб. пособие для вузов / Т. И. Серебрякова, Н. С. Воронин, А.Г. Еленевский и [и др.]. - М.: Академкнига, 2006. – 543 с.
5. Ботаника: учеб. для вузов: в 4 т. / П. Зитте, Э.В. Вайлер, И. В. Кадерайт, [и др.]. - М.: Академия, 2007.
6. Жохова, Е. В. Ботаника : учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. В. Жохова, Н. В. Скляревская. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 206 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-18008-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/534127>
7. Курсанов Л. И. Ботаника. Ч.1 Анатомия и морфология растений / Л. И. Курсанов, Н.А. Комарницкий, В.Ф. Раздорский и др. - М.: Просвещение, 1966. 420 с.
8. Лотова Л. И. Ботаника: Морфология и анатомия высших растений: учеб. / Л. И. Лотова. - Изд. 3-е, испр. - М.: КомКнига, 2007. - 512 с.
9. Практикум по анатомии и морфологии растений: учеб. пособие для студентов вузов / В. П. Викторов, М. А. Гуленкова, Л.Н. Дорохина [и др.] / под ред. Л.Н. Дорохиной. - М.: Академия, 2001. - 176 с.
10. Серебрякова Т. И. Ботаника с основами фитоценологии: Анатомия и морфология растений / Т.И.Серебрякова, Н.С.Воронин, А.Г. Еленевский.- М.: Академкнига, 2006.
11. Хржановский В. Г. Практикум по курсу общей ботаники. -2-е изд., перераб. и доп. / В. Г.Хржановский, С.Ф. Пономаренко - М.:«Агропромиздат», 1989. – 416 с.: ил.
12. Чухлебова Н. С. Ботаника (цитология, гистология, анатомия): учеб. пособие: для студентов вузов / Н. С. Чухлебова - М.; Ставрополь: Колос: АГРУС, 2008–146 с.

**АЙБАЗОВА Фатима Унуховна**  
**ЭРКЕНОВА Марьям Манафовна**

**БОТАНИКА**

для обучающихся II курса  
специальности 33.02.01 Фармация

Печатается в редакции автора

Корректор  
Редактор

Сдано в набор  
Формат 60x84/16  
Бумага офсетная.  
Печать офсетная.  
Усл. печ.л.  
Заказ №  
Тираж 50 экз.

Оригинал-макет подготовлен  
в Библиотечно-издательском центре СКГА  
369000, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36