

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра луговодства, селекции, семеноводства  
и плодовоовощеводства**

# **БОТАНИКА**

**учебно-методическое пособие  
по направлению подготовки уровень высшего  
образования – бакалавриат **35.03.03** **Агрохимия  
и агропочвоведение, профиль Агроэкология****

**Брянская область  
2017**

УДК 581.8:56:54 (076)

ББК 28.56:40.4

М 60

МИЛЕХИНА, Н.В. Ботаника: Учебно-методическое пособие для лабораторно-практических занятий разделы: «Анатомия растений», «Морфология растений»/ Н. В. Милехина.- Брянск. Издательство Брянского ГАУ, 2017. – 119 с.

Учебно-методическое пособие (с элементами дидактического материала) разработано в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки уровень высшего образования – бакалавриат 35.03.03 Агрехимия и агропочвоведение, профиль Агроэкология.

Целью данного пособия является изучение морфологических и анатомических особенностей вегетативных и генеративных органов растений. Представленные схемы и рисунки дают студенту возможность более наглядно изучать их в процессе занятий.

Рецензент: к.с.-х.н, доцент Зайцева О.А.

*Рекомендовано к изданию решением методической комиссии агроэкологического института № 3 от 31 января 2017 года.*

© Брянский ГАУ, 2017

© Н.В. Милехина, 2017

Пособие рекомендовано для домашней и аудиторной самостоятельной работы студентов, что позволяет экономично использовать время занятий. В теоретическом материале даны основные термины и понятия по изучаемым разделам. Каждая тема иллюстрирована рисунками, взятыми из различных учебников и пособий, что сопровождается соответствующими ссылками и имеет вопросы для закрепления пройденного материала и подготовке к практическим занятиям.

1- Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей общепрофессиональной компетенции (ОПК):

способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа (ОПК – 2)

После изучения дисциплины студент должен:

*знать*: основные положения клеточной теории, историю развития клетки, происхождение и классификацию царства растений, причины его разнообразия, описательную характеристику внешнего и внутреннего строения вегетативных и генеративных органов растений, флористическое районирование Земного шара, распределение растительности в зависимости от экологических факторов среды.

*уметь*: определять значимость наиболее ценных видов растений для растительного покрова, использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.

*владеть*: методами теоретического и экспериментального исследования для проведения морфологического описания растений, определения систематики живых и гербарных образцов, навыками проведения самостоятельных геоботанических исследований в полевых условиях.

# РАЗДЕЛ 1. АНАТОМИЯ СЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ

## ТЕМА 1. РАСТИТЕЛЬНАЯ КЛЕТКА И ЕЕ КОМПОНЕНТЫ

Клетка – основная структурная единица одноклеточных, колониальных и многоклеточных растений. Клетки многоклеточных организмов разнообразны по размеру, форме и внутреннему строению. Различают две основные формы клеток: паренхимную и прозенхимную (рис.1).

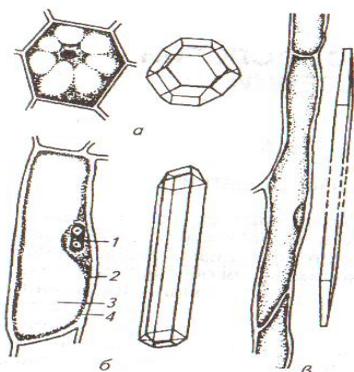


Рис. 1. Растительные клетки:  
а,б – паренхимные клетки;  
в- прозенхимные: 1- ядро с ядрышками; 2- цитоплазма; 3- вакуоль; 4- клеточная стенка

*Паренхимные* клетки - многогранники. Размер их примерно одинаков во всех направлениях, длина не более чем в два-три раза превышает ширину.

Паренхимные клетки, где откладываются запасные питательные вещества, являются наиболее крупными.

*Прозенхимные* клетки - вытянутые, их длина превышает ширину и толщину в 5-100 раз и более.

Растительная клетка эукариотическая и имеет оформленное ядро.

Основными особенностями растительных клеток является:

- наличие пластид,
- целлюлозопектиновая жесткая клеточная стенка,
- хорошо развитая система вакуолей с клеточным соком,
- отсутствие центриолей при делении.

У молодых вновь образовавшихся клеток полость заполнена густой цитоплазмой. Цитоплазма и ядро составляют живое содержимое клетки – **протопласт**. В протопласте происходят все основные процессы обмена веществ (рис. 2).

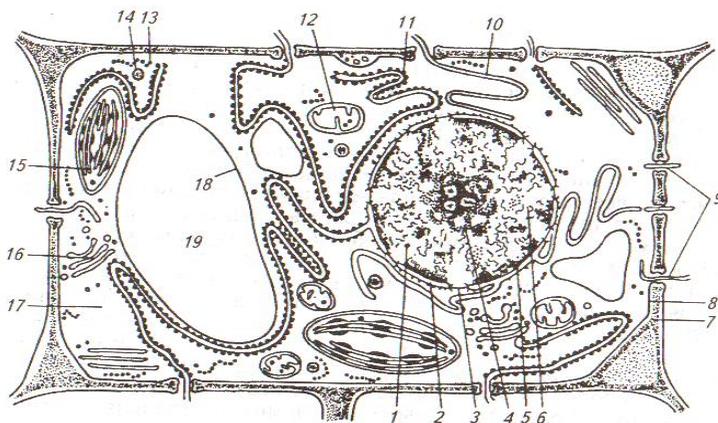


Рис. 2. Схема строения растительной клетки (электронная микроскопия):

1- ядро; 2- ядерная оболочка (две мембраны - внутренняя и внешняя – и перинуклеарное пространство); 3- ядерная пора; 4- ядрышко (гранулярный и фибриллярный компоненты); 5- хроматин (конденсированный и диффузный); 6- ядерный сок; 7- клеточная стенка; 8- плазмалемма; 9- плазмодесмы; 10- эндоплазматическая агранулярная сеть; 11- то же, гранулярная; 12- митохондрия; 13- свободные рибосомы; 14- лизосома; 15- хлоропласт; 16- диктиосома аппарата Гольджи; 17- гиалоплазма; 18- тонопласт; 19- вакуоль с клеточным соком

В состав протопласта входят различные соединения: белки, нуклеиновые кислоты, липиды, углеводы, вода.

**Цитоплазма** – это обязательная часть живой клетки, где происходят процессы клеточного обмена, исключая синтез нуклеиновых кислот, совершающийся в ядре. Основу цитоплазмы составляет матрикс или гиалоплазма. С гиалоплазмой связано движение цитоплазмы.

**Ядро** – важнейшая структура, регулирующая всю жизнедеятельность клетки (обмен веществ, деятельность других оргanelл). В ядре хранится и воспроизводится наследственная информация, определяющая признаки данной клетки и всего организма в целом. Клетка без ядра быстро погибает. Обычно клетка имеет одно ядро шаровидной формы, окруженное цитоплазмой. Ядро является коллоидной системой вязкой консистенции с высоким содержанием ДНК, а также в значительном количестве и р-РНК и р-РНК. Структура ядра одинакова у всех эукариотических клеток: ядерная оболочка, ядерный сок, хромосомно-ядрышковый комплекс.

Многообразные функции цитоплазмы выполняют специализированные обособленные оргanelлы - рибосомы, пластиды, митохондрии, и диктиосомы.

**Рибосомы.** Содержатся во всех клетках и осуществляют биосинтез белка. Каждая рибосома состоит из двух субъединиц: большой и малой. Рибосомы по своей структуре являются полужидкими образованиями и легко нанизываются на молекулу информационной РНК. Формирование субъединиц происходит в ядре, сборка в цитоплазме на молекуле и-РНК.

**Пластиды.** Оргanelлы характерны только для растительных клеток. В них происходит первичный и вторичный синтез углеводов. По наличию пигментов (окраске) различают три типа пластид: зеленые хлоропласты, желто-оранжевые и красные хромопласты, бесцветные лейкопласты. Возможно взаимопревращение пластид. Обычно в клетке встречается только один тип пластид. Пластиды имеют двойную мембрану и заполнены матриксом. В нем имеется кольцевая ДНК и рибосомы.

**Хлоропласты** – это оргanelлы фотосинтеза.

Хлоропласты высших растений имеют двояковыпуклую форму (рис 3). Располагаются в клетках растений в постенном слое цитоплазмы таким образом, что одна из плоских сторон обращена к освещенной стенке клетки. Положение хлоропластов меняется в зависимости от освещенности: при прямом солнечном свете они перемещаются к боковым стенкам.

Хлоропласты содержат пигменты: хлорофиллы и каротиноиды. Они покрыты двойной мембранной оболочкой, в которой заключена бесцветная мелкозернистая строма – матрикс.

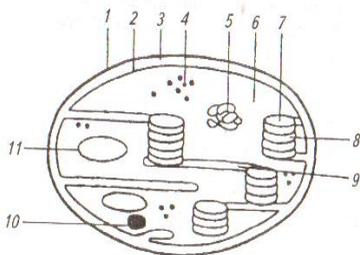


Рис. 3. Хлоропласт:  
схема строения:

1- мембрана оболочки хлоропласта наружная; 2- то же, внутренняя; 3- перипластидное пространство; 4- рибосомы; 5- нить пластидной ДНК; 6- матрикс; 7- грана; 8- тилакоид грани; 9- тилакоид стромы; 10- пластоглобула; 11- крахмальное зерно

Из складок внутренней мембраны образуются плоские мешки - тилакоиды в них локализованы пигменты. Дисквидные тилакоиды собраны в стопки – граны.

**Лейкопласты** – бесцветные округлые пластиды, в которых накапливаются запасные питательные вещества, в основном крахмал. В состав лейкопластов входят: ДНК, рибосомы, ферменты, осуществляющие синтез и гидролиз запасных веществ.

**Хромoplastы** – пластиды оранжево красного и желтого цвета, образуются из лейкопластов и хлоропластов. Они встречаются в клетках лепестков, зрелых плодов, корнеплодах и в осенних листьях.

**Митохондрии** - округлые или цилиндрические органеллы. Имеют двумембранное строение, внутри – бесструктурный матрикс. Внутренняя мембрана образует складки – кристы, которые в растительных клетках имеют вид трубочек. В матриксе имеются молекулы ДНК и рибосомы (рис. 4).

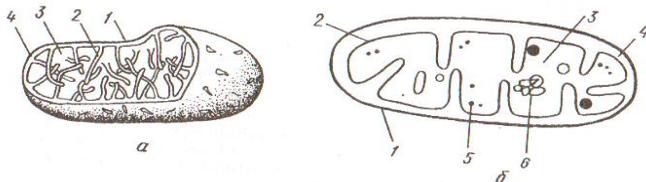


Рис. 4. Схема строения митохондрий:

а – в объемном изображении; б- на срезе; 1- наружная мембрана; 2- внутренняя мембрана с кристами в виде трубочек; 3- матрикс; 4- перимитохондриальное пространство; 5- митохондриальные рибосомы; 6- нить митохондриальной ДНК

Митохондрии являются энергетическим центром клетки. В них проходит процесс внутриклеточного дыхания, т.е. идет окисление органических веществ кислородом воздуха до простых неорганических веществ - углекислого газа и воды, при этом выделяется энергия АТФ.

**Диктиосомы** – это органеллы, которые входят в состав аппарата Гольджи, который также включает пузырьки Гольджи. Они представляют собой стопки плоских округлых цистерн, ограниченных мембраной и заполненных матриксом. Цистерны диктиосом – последний участок многих обменных реакций. Здесь накапливаются, конденсируются и упаковываются вещества, подлежащие удалению из цитоплазмы. Они упаковываются в пузырьки и поступают в вакуоли.

**Клеточная стенка.** Клетки растений в отличие от животных имеют твердые клеточные стенки. Они придают клеткам определенную форму, защищают их от внешних факторов, обеспечивают механическую прочность.

Клеточные стенки бесцветны и легко пропускают солнечный свет. Стенки соседних клеток соединены пектиновой срединной пластинкой.

В состав клеточной стенки входят полисахариды – пектин, гемицеллюлоза и целлюлоза. Они придают прочность и эластичность. Клеточная стенка создается протопластом.

В процессе жизнедеятельности клетки целлюлозная клеточная стенка может претерпевать изменения:

*Одревеснение или лигнификация* – это отложение в межклеточные промежутки лигнина. В результате возрастает твердость и прочность стенки, но уменьшается ее пластичность.

*Опробковение или суберинизация* - отложение в клеточную стенку жироподобного аморфного вещества – суберина. При этом клеточные стенки становятся непроницаемыми для воды и газов. Клетки с опробковевшими клеточными стенками защищают растения от испарения.

*Кутинизация* – отложение кутина – вещества, близкого к суберину, в поверхностных слоях наружных клеточных стенок и на их поверхности; образующаяся при этом пленка (кутикула) препятствует испарению.

*Минерализация* – отложение в клеточных стенках солей кальция и кремнезема. Отложение кремнезема характерно для клеток эпидермы хвощей, осок и злаков.

*Ослизнение* – превращение целлюлозы и пектина в слизи и близкие к ним камеди, которые при соприкосновении с водой способны сильно набухать. Явление можно наблюдать в кожуре семян, например у льна.

**Запасные питательные вещества.** Растения в процессе жизнедеятельности накапливают продукты обмена веществ. Включения клетки представляют собой вещества, временно выведенные из обмена, или конечные его продукты. Запасные питательные вещества являются продуктами первичного обмена веществ, остальные группы – вторичного.

Запасные питательные вещества накапливаются в клетках в течение вегетационного периода и используются частично зимой, весной и во время цветения.

Широко распространено у растений отложение *запасных жиров* в виде липидных капель в цитоплазме. Наиболее богаты ими плоды и семена.

*Запасные белки (протеины)* наиболее часто встречаются в виде алейроновых зерен (образуются при созревании семян из высыхающих вакуолей) в клетках семян бобовых, гречишных, злаков и других растений. Они имеют различную форму и размеры. Алейроновое зерно, окруженное тонопластом и содержащее аморфный белок альбумин, в который погружены белковые кристаллы глобулина, является сложным зерном (семена льна, подсолнечника, тыквы). Алейроновые зерна, содержащие только аморфный белок, называют простыми (бобовые, рис, кукуруза, гречиха).

*Крахмал* – наиболее распространенное запасное вещество растений. Следует различать крахмал ассимиляционный (или первичный), запасной (или вторичный) и транзиторийный. Ассимиляционный образуется в процессе фотосинтеза в хлоропластах из глюкозы. Запасной крахмал откладывается в лейкопластах (амилопластах) в виде крахмальных зерен (рис. 5).

Крахмальные зерна бывают простые, сложные и полусложные. Простые зерна имеют один центр крахмалообразования, вокруг которого формируются слои крахмала (пшеница, рожь,

кукуруза). У сложных зерен в одном лейкопласте несколько центров, имеющих свои собственные слои (рис, овес, гречиха). В полусложных зернах также несколько центров, но кроме слоев крахмала, возникших возле каждого центра, по периферии зерна имеются общие слои. В клубнях картофеля встречаются все три типа крахмальных зерен.

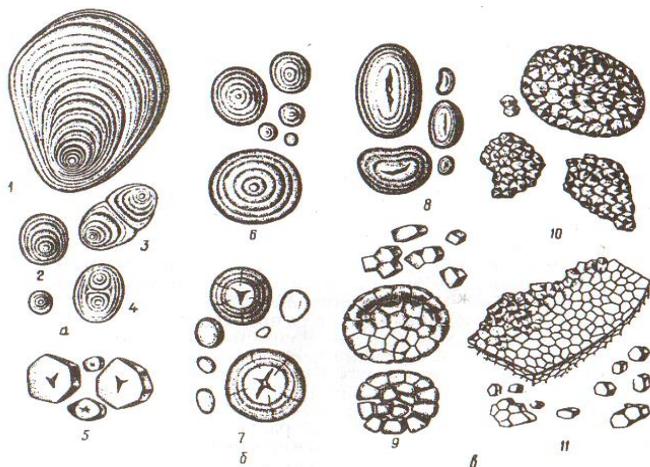


Рис. 5. Крахмальные зерна:

*a- из клеток клубней картофеля: 1- простое эксцентрическое; 2- простые концентрические; 3- сложное; 4- полусложное; б- простые зерна из клеток эндосперма: 5- кукурузы; 6- пшеницы; 7- ржи; 8- фасоли; в – сложные зерна из клеток эндосперма: 9- овса; 10- риса; 11- гречихи*

Крахмальные зерна представляют собой сферокристаллы, состоящие из игольчатых кристаллов.

Продуктами вторичного происхождения для растительных клеток служат соли щавелевой кислоты, дубильные вещества, алкалоиды, эфирные масла, смолы, оксалат кальция и др.

Клетки многоклеточного организма, образовавшиеся путем митоза, обладают одинаковыми наследственными свойствами. Свойство клеток реализовывать всю генетическую информацию ядра, обеспечивающую их дифференцировку и развитие до целого организма, называют тотипотентностью.

В многоклеточном организме клетки выполняют различные функции и имеют разное строение, приобретенное в ходе онтогенеза, или жизненного цикла.

**Жизненный цикл клетки** - это развитие ее от момента возникновения в результате предшествующего деления до деления на две новые клетки или до ее смерти.

## ТЕМА 2. ТКАНИ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

**Ткани** – это группы клеток, сходных по строению, происхождению и приспособленных к выполнению одной или нескольких определенных функций. Наиболее часто различают шесть типов тканей: образовательные, или меристематические, и постоянные – покровные; основные; механические; проводящие; выделительные.

У растений происходит постоянное деление клеток по типу митоза. В зависимости от происхождения различают первичные и вторичные меристемы.

### 2.1 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ (МЕРИСТЕМЫ)

**Первичные меристемы.** Из первичной образовательной (эмбриональной) ткани состоит зародыш семени. У взрослых растений первичные меристемы сохраняются лишь на самой верхушке стебля и вблизи кончика корня. Остальные клетки перестают делиться и превращаются в клетки постоянных тканей.

**Вторичные меристемы** образованы или первичными меристемами, или постоянными тканями.

По положению в растении выделяют: *верхушечные (апикальные)*, *боковые (латеральные)*, *вставочные (интеркалярные)* меристемы.

**Верхушечные меристемы** находятся на полюсах зародыша – кончике корешка и почечке. Они обеспечивают рост корня и побега в длину. Меристемы являются первичными и образуют конусы нарастания корня и побега.

**Боковые меристемы** располагаются по окружности осевых органов и обеспечивают утолщение корня и стебля. Первичные боковые меристемы – прокамбий и перицикл - возникают под апексами. Вторичные – камбий и феллоген (пробковый камбий формируются позднее из меристем или постоянных тканей путем их дифференцировки. Из прокамбия и камбия образуются проводящие ткани, из феллогена – пробка.

**Вставочные меристемы** располагаются в основаниях междоузлий, черешков листьев. Особенно хорошо заметны у злаков и обеспечивают поднятие хлебов после полегания.

Раневые меристемы образуются при повреждении тканей и органов. Они образуют каллус – плотную ткань беловатого или желтоватого цветов, состоящую из паренхимных клеток, расположенных беспорядочно. Из каллуса может возникнуть любая ткань или орган растения. В нем могут закладываться придаточные корни и почки. Каллус образуется из раневых меристем при прививках, обеспечивая срастание привоя с подвоем; в основании черенков.

## 2.2 ПОКРОВНЫЕ ТКАНИ

**Покровные ткани** расположены снаружи всех органов растений на границе с внешней средой и предохраняет их от неблагоприятных воздействий окружающей среды.

**Эпиблема** (ризодерма) – это первичная однослойная поверхностная ткань корня. Основной функцией эпиблемы является всасывание и поглощение из почвы воды с растворенными в ней минеральными веществами. В свою очередь через эпиблему могут выделяться биологически активные вещества, например кислоты.

Клетки эпиблемы тонкостенные, лишены кутикулы, с вязкой цитоплазмой и содержат большое число митохондрий. Поглощающая поверхность эпиблемы может увеличиваться за счет образования корневых волосков. Они представляют собой выросты клетки длиной 1-3 мм.

**Эпидерма** (кожица) – первичная покровная ткань образуется из наружного слоя клеток конуса нарастания побега на листьях, стеблях, цветках, плодах и семенах. Ткань защищает внутренние ткани от высыхания и повреждений.

В состав эпидермы входят разные по морфологии клетки: основные клетки эпидермы, замыкающие и побочные клетки устьиц, трихомы.

**Основные клетки эпидермы** плотно сомкнуты, межклетников нет, боковые стенки клеток извилистые. Клеточные стенки могут быть пропитаны кремнеземом (хвощи, осоки, злаки) или содержать слизи (семена льна).

С наружной стороны клетки ткани покрыты сплошным слоем кутикулы. В ее состав может входить воск, образуя сплошной налет, состоящий из чешуек, палочек и других структур. Хорошо заметен сизый налет на листьях капусты, плодах сливы и винограда.

**Устьица** являются специализированными структурами, осуществляющими газообмен и транспирацию. Устьице состоит из двух замыкающих клеток, между ними находится устьичная щель. Под ней расположена дыхательная подустьичная полость. К замыкающим клеткам могут примыкать побочные клетки, которые совместно представляют собой устьичный аппарат (рис.6).

Стенки замыкающих клеток содержат много хлоропластов и митохондрий и неравномерно утолщены: брюшные (обращенные к щели) толще спинных (примыкающих к эпидерме). При повышении тургора тонкие стенки растягиваются, увлекая за собой толстые, и устьичная щель увеличивается.

Роль хлоропластов заключается в том, что в процессе фотосинтеза повышается содержание сахаров и осмотическое давление. В результате в клетку засасывается большое количество воды, увеличивается тургор и размер вакуоли устьице открывается. В темноте устьичная щель закрыта за счет недостатка воды. В условиях достаточного увлажнения замыкающие клетки располагаются на одном уровне с основными клетками эпидермы, при избыточном – приподняты, при недостаточном – залегают глубже.

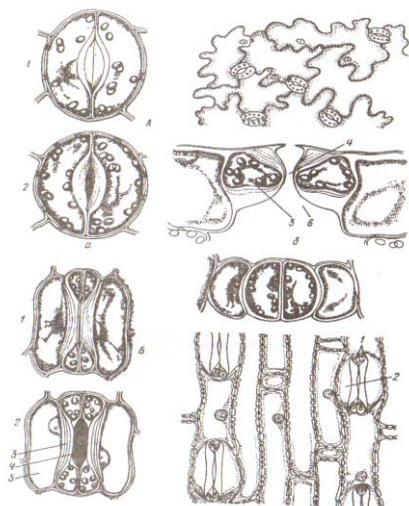


Рис. 6. Эпидерма листа гороха (А) и пшеницы (Б):  
 1- устьице закрытое; 2- устьице открытое (а- в плане, б- в разрезе); 3- замыкающие клетки; 4- устьичная щель; 5- побочные клетки; 6- подустыичная полость

**Трихомы** - различные по форме, строению и функциям выросты эпидермы. Они имеют форму волосков (кроющие и железистые, одноклеточные, многоклеточные неразветвленные и разветвленные, звездчатые) (рис 7).

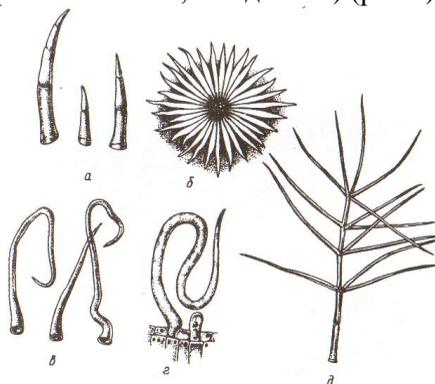


Рис. 7. Эпидермальные трихомы:  
 а- простые многоклеточные на листе картофеля; б- звездчатые на листе лоха; в- простые одноклеточные на листе яблони; г- то же на семени хлопчатника; д- ветвистые многоклеточные на листе коровяка

Волоски долго могут оставаться живыми, но при отмирании протопласта они заполняются воздухом и защищают растения от излишнего испарения и перепадов температуры. Жесткие, колючие, жгучие волоски защищают растения от насекомых, способствуют опылению и распространению плодов.

На эпидерме могут образовываться *эмергенцы*, их образуют ткани расположенные более глубоко (крапива, роза, ежевика).

Эпидерма функционирует, как правило, один вегетационный период, обычно к осени ее заменяет пробка.

**Пробка (феллема)** – вторичная покровная ткань развивается из клеток пробкового камбия, феллогена. Феллоген (образовательная ткань) – слой клеток боковой вторичной меристемы. Он возникает из основной паренхимы, лежащей под эпидермой (бузина) или более глубоко (смородина, вишня, малина), а иногда в самой эпидерме (груша, ива). При делении клеток феллогена наружу откладываются клетки феллемы, внутрь – феллодермы (основная ткань, хлорофиллоносная паренхима). Феллема, феллоген и феллодерма – это единый покровный комплекс – перидерма (рис 8).

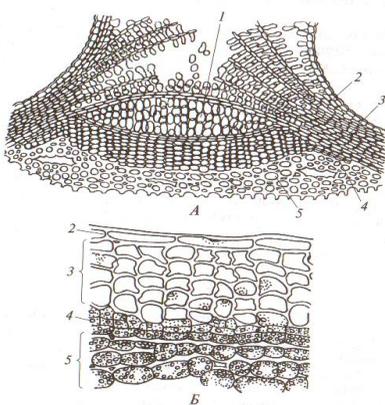


Рис. 8. Перидерма стебля бузины:  
А- чечевичка; Б- участок перидермы; 1- выполняющая ткань; 2- остатки эпидермы; 3- пробка (феллема); 4- пробковый камбий (феллоген); 5- феллодерма

Перидерма образуется на ветвях, стволах, корнях и почечных чешуях (у древесных); на некоторых плодах; на корнях, гипокотиле, иногда на корневищах и клубнях (у трав).

Клетки пробки соединены очень плотно, без межклетников. Сначала клеточные стенки тонкие, а затем утолщаются и состоят из чередующихся слоев суберина и воска, не пропуская воду и воздух. По мере того как эпидерму сменяет перидерма, зеленый цвет побегов приобретает бурый цвет.

Газообмен и транспирация в органах покрытых перидермой, происходят через чечевички. Чечевички – это участок пе-

ридермы с рыхло расположенными клетками пробки с поверхности выглядит как бугорок.

С наступлением холодов феллоген откладывает под выполняющей тканью замыкающий слой из плотно соединенных клеток, препятствующий испарению. Весной этот слой разрывается за счет вновь формирующихся клеток. По мере утолщения ветвей чечевички растягиваются.

У большинства древесных растений по мере утолщения перидерма заменяется коркой. Она состоит из нескольких слоев пробки и заключенных между ними отмерших тканей (рис.9).

Если образование перидерм происходит не по всей окружности ствола, а отдельными полудугами такая корка называется *чешуйчатой* (большинство растений).

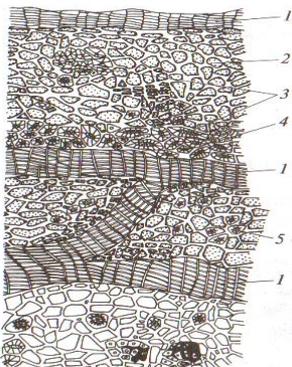


Рис. 9. Схема строения корки:

1- пробка; 2- паренхима коры; 3- склереиды; 4- лубяные волокна; 5- клетки с друзами кристаллов

*Кольцевая корка* формируется по всей окружности ствола, периодически сбрасывается на всем протяжении стебля, снижая его массу (виноград, лимонник, жимолость).

Корка предохраняет стволы от механических повреждений, погрызов животными, пожаров, перепадов температур.

### 2.3 ОСНОВНЫЕ ТКАНИ

**Основные ткани** составляют большую часть тела растения. Клетки ткани живые паренхимные, тонкостенные с простыми порами. В зависимости от выполняемой функции различают ос-

новную (типичную), ассимиляционную, запасную и воздухоносную паренхиму.

**Основная паренхима** не имеет строго определенных функций, располагается внутри тела растения. Она заполняет сердцевину стебля, внутренние слои коры стебля и корня. Клетки ткани образуют вертикальные и горизонтальные тяжи, по которым в радиальном направлении перемещаются вещества. Из основной паренхимы могут возникнуть вторичные меристемы.

**Ассимиляционная паренхима (хлоренхима)** осуществляет процесс фотосинтеза. Ткань обычно располагается под эпидермой, хорошо развита в листьях, меньше в молодых стеблях. Клетки тонкостенные с межклетниками имеют большое число хлоропластов.

**Запасная паренхима** служит для отложения избытка питательных веществ. Клетки ткани живые тонкостенные. Особенности строения клеток зависят от характера запасных веществ. Если это крахмал, клетки содержат много лейкопластов; если сахара или инулин, то крупные вакуоли; если белок, то много мелких вакуолей, образуют алейроновые зерна; если гемицеллюлоза, то толстые клеточные стенки.

Запасные ткани широко распространены и развиваются в разных органах (клубни картофеля, корнеплоды свеклы, моркови, луковицы лука, зерновки злаков, семена подсолнечника, клещевины) (рис. 10).

У растений засушливых мест (агавы, алоэ, кактусы) в клетках запасной паренхимы накапливается вода.

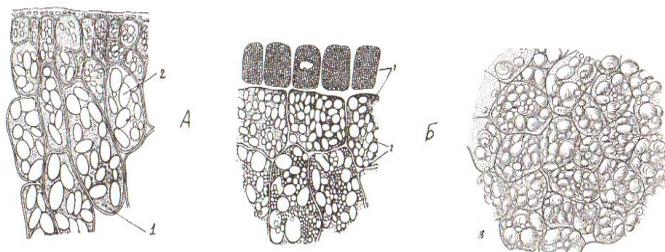


Рис. 10. Запасная паренхима:  
А- семядоли гороха, Б- эндосперм пшеницы: 1- алейроновые зерна; 2- крахмальные зерна; В- клубень картофеля

**Воздухоносная паренхима (аэренхима)** выполняет вентиляционные, дыхательные функции, обеспечивая ткани кислородом. Ткань хорошо развита у растений погруженных в воду (кувшинка, белокрыльник, рдест и др.) (рис. 11).

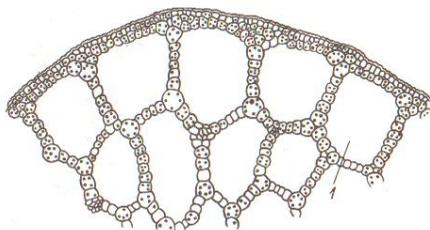


Рис. 11. Аэренхима стебля рдеста:  
1- межклетник

## 2.4 МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ

Механические ткани обеспечивают прочность растения и играют роль скелета. Клетки имеют утолщенные стенки. Различают *колленхиму*, *склеренхиму* и *склереиды*.

**Колленхима** развивается в стеблях и черешках листьев двудольных растений под эпидермой или несколько глубже. Клетки ткани вытянутые, живые, часто содержат хлоропласты. Клеточные стенки неравномерно утолщены. В утолщениях чередуются слои целлюлозы и сильно обводненные слои, богатые пектином и гемицеллюлозой. Функции опорной ткани колленхима может выполнять только в состоянии тургора.

В зависимости от характера утолщения стенок и их соединения различают угловую, пластинчатую и рыхлую колленхиму (рис 12).

**Угловая колленхима** имеет стенки, утолщенные в углах клеток. Часто ткань встречается под эпидермой над главной жилкой листьев, по ребрам травянистых стеблей. Хорошо развита угловая колленхима в стеблях тыквы, георгины, черешке листа свеклы.

**Пластинчатая колленхима** имеет утолщенные тангентальные (параллельные поверхности органа) стенки клеток. Ча-

сто образует в стебле сплошное кольцо (подсолнечник, клевер, баклажан).

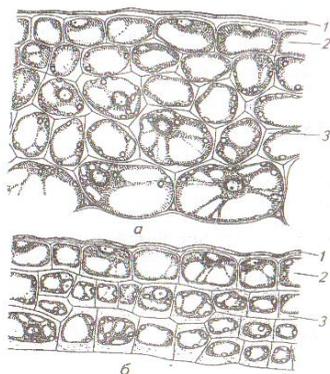


Рис. 12. Колленхима:  
*а- уголковая колленхима в черешке листа свеклы; б- пластинчатая колленхима в стебле подсолнечника: 1- кутикула; 2- эпидерма; 3- утолщенные стенки клеток колленхимы*

**Склеренхима.** Первичная склеренхима развита во всех вегетативных органах однодольных, реже двудольных растений; вторичная – у двудольных. Клетки склеренхимы – волокна, имеющие равномерно утолщенные, как правило, одревесневшие стенки. Протопласт отмирает рано, опорную функцию выполняют мертвые клетки (рис. 13).

Склеренхимные волокна – сильно вытянутые прозенхимные клетки, обеспечивают прочность органов растений на растяжение, сжатие и изгиб. Концы клеток часто заострены (лен), могут быть ветвистыми (конопля), тупыми (крапива).

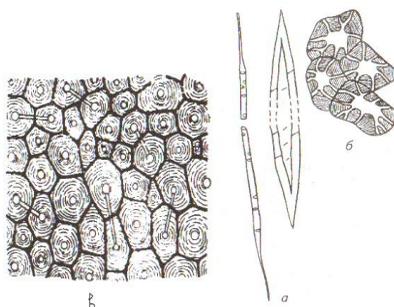


Рис. 13. Склеренхима и склереиды:  
*а- волокна склеренхимы; б- каменные клетки из плода груши; в- склеренхима на поперечных срезах стебля льна*

Склеренхимные волокна располагаются в растении в виде отдельных клеток (элементарное волокно) или, соединяясь друг с другом по длине, образуют пучок (техническое волокно).

**Склереиды** – чаще всего имеют паренхимную форму и располагаются в растении плотными группами или одиночно. Окончательно сформировавшиеся ткани это мертвые клетки с толстыми одревесневшими стенками, пронизаны поровыми каналами, нередко ветвистыми. Поры простые. Склереиды имеют первичное происхождение. К ним относят *каменистые и ветвистые клетки* (рис.13).

Каменистые клетки – округлые, обычно встречаются группами. Из них состоят косточки вишни, сливы, персика и скорлупа ореха. Встречаются также в сочных плодах груши, айвы, рябины, в корнях хрена.

Ветвистые клетки имеют причудливую форму, выполняют роль опоры в листьях чая, камелии, маслины, в стеблях водных растений.

## 2.5 ПРОВОДЯЩИЕ ТКАНИ И КОМПЛЕКСЫ

Они образуют в теле растения не прерывную разветвленную систему, соединяющую все органы. В растениях все вещества транспортируются в двух направлениях: от корней к листьям поднимается восходящий ток водных растворов минеральных солей. В этом участвуют *трахеальные элементы (трахеиды и сосуды)* (рис. 14);

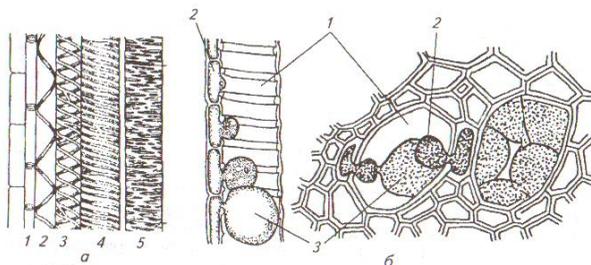


Рис. 14. Трахеальные элементы:

*а- типы сосудов: кольчатый (1), спиральный (2...4), сетчатый (5); б- закупорка сосуда (1) выростами клеток древесинной паренхимы – тилами (2,3)*

От листьев к корням идет нисходящий ток органических веществ, который обслуживают *ситовидные элементы (ситовидные клетки и ситовидные трубки)* (рис. 15).

**Трахеида** представляет собой удлиненную клетку с острыми или округлыми концами и одревесневшими стенками. Поры только окаймленные. Живое содержимое трахеи постепенно отмирает. Большая часть окаймленных пор находится на концах клеток, где раствор переходит из одной поры в другую.

Трахеиды встречаются у всех высших растений, а у большинства хвощей, плаунов, папоротников и голосеменных являются единственной проводящей тканью.

**Трахея (сосуд)** состоит из многих клеток-члеников. Они располагаются друг над другом и образуют полые трубки. Поперечные стенки соприкасающихся клеток местами растворяются и возникают отверстия (перфорации), по которым и перемещается влага из одного членака сосуда в другой. Растворы передвигаются и в поперечном направлении через неутолщенные участки боковых стенок или поры в них. В зависимости от характера утолщения боковых стенок различают: кольчатые, спиральные, сетчатые, лестничные и точечно-поровые трахеиды и сосуды (рис.14).

Сосуды функционируют ограниченное время. Они прекращают свою деятельность, если их закупоривают тилы (выросты соседних клеток, проникающие в полость сосуда через поры. В дальнейшем сосуды выполняют механические функции.

В обеспечении восходящего тока участвует и **ксилема** (древесина). В ксилеме имеются живые клетки древесинной паренхимы и древесинные волокна (либриформ). По паренхиме, окружающей трахеальные элементы и контактирующей с ними, происходит ближний радиальный транспорт. В этих клетках накапливаются запасные вещества. Весной они превращаются в растворы сахаров и поступают в сосуды. Основная функция сосудов – проведение минеральных веществ и воды.

Нисходящий ток *обеспечивают ситовидные клетки и ситовидные трубки с клетками спутницами*. Они сохраняют живой протопласт, клеточные стенки целлюлозные.

**Ситовидная клетка** сильно вытянута в длину, концы заостренные. В зрелых клетках сохраняется ядро. Такие клетки характерны для высших споровых и голосеменных растений.

**Ситовидные трубки** состоят из удлиненных живых клеток— члеников, расположенных друг над другом. Поперечные стенки члеников ситовидных трубок представляют собой ситовидные пластинки. Они пронизаны множеством мелких отверстий (перфораций), образующих каналцы. Через эти отверстия из клетки в клетку идут течи цитоплазмы. Ядра в этих клетках отсутствуют. Рядом с члеником ситовидной трубки располагаются одна или несколько **клеток-спутниц** с густой цитоплазмой, ядром, митохондриями и рибосомами. Ситовидные трубки с клетками — спутницами характерны для покрытосеменных (рис. 15).

Осенью ситовидные пластинки затягиваются каллезой и трубка перестает функционировать. У некоторых древесных растений ситовидные трубки действуют в течение трех-четырёх лет (липа), у других - два года (виноград, пихта), у большинства растений - в течение одного вегетационного периода.

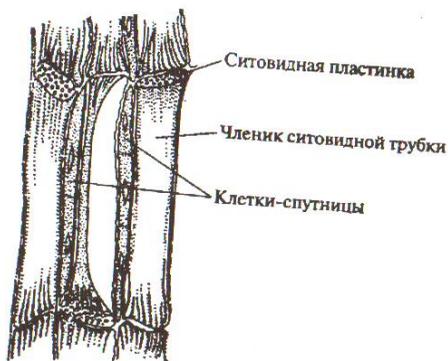


Рис. 15. Элементы флоэмы на продольном срезе

Ситовидные элементы - основные компоненты проводящего комплекса, который получил название **флоэма** (луб). Живые тонкостенные клетки лубяной паренхимы участвуют в ближнем транспорте ассимилятов, в них откладываются запасные вещества. Лубяные волокна играют опорную роль.

Ксилема и флоэма образуются в результате работы специальных меристем – прокамбия (первичные) и камбия (вторичные).

**Проводящие пучки** образуются за счет располагающихся рядом друг с другом тяжей ксилемы и флоэмы (рис. 16).

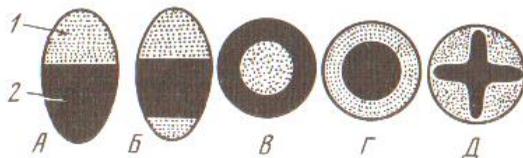


Рис. 16. Проводящие пучки (схема поперечных срезов): А- коллатеральный, Б- биколлатеральный, В, Г, - концентрические (В- с наружной ксилемой, Г- с наружной флоэмой), Д- радиальный; 1- флоэма, 2- ксилема

Развитие проводящих пучков начинается под конусом нарастания из клеток прокамбия. Часть клеток, обращенные к периферии органа, превращаются в элементы первичной флоэмы, а остальные - в элементы первичной ксилемы. Между ними не остается меристематических клеток, которые могли бы дать новые проводящие элементы. Такие пучки закончили свой рост, их называют **закрытыми** (рис. 17 А). Они свойственны однодольным и папоротникообразным растениям, но встречаются и у двудольных.

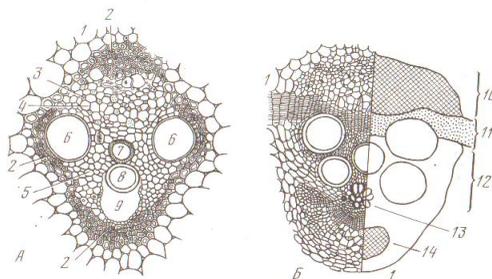


Рис. 17 Сосудисто-волокнистые пучки в поперечном разрезе: А- коллатеральный закрытый стебля кукурузы, Б- биколлатеральный открытый стебля тыквы (слева- детальный, справа – схематичный); 1- тонкостенная основная паренхима стебля, 2- склеренхима, 3- сопровождающая клетка, 4- ситовидная трубка, 5- древесинная паренхима, 6- сетчатые сосуды, 7- кольчатка

спиральный сосуд, 8- кольчатый сосуд, 9- полость, 10- наружная флоэма, 11- камбий, 12- вторичная ксилема, 13- первичная ксилема, 14- внутренняя флоэма

В большинстве случаев после образования первичных флоэмы и ксилемы между ними остаются меристематические клетки. Они начинают делиться и образуется камбий. Благодаря делению клеток камбия к периферии нарастают элементы вторичной флоэмы, а к центру - вторичной ксилемы. Такой пучок открыт для дальнейшего роста и его называют **открытым** (рис. 17 Б).

По взаиморасположению ксилемы и флоэмы различают пучки нескольких типов:

- **Коллатеральные** (флоэма лежит кнаружи от ксилемы) пучки могут быть открытыми и закрытыми (встречаются наиболее часто).

- **Биколлатеральные** пучки имеются у семейства Пасленовые, Тыквенные, Вьюнковые. В таких пучках флоэма расположена с обеих сторон ксилемы, пучки открытые (подсолнечник). Наружная флоэма – первичная и вторичная – отделена от ксилемы камбием, внутренняя флоэма - только первичная.

- **Концентрические** пучки, в которых или ксилема окружает флоэму, или флоэма - ксилему, всегда закрытые (рис. 18).

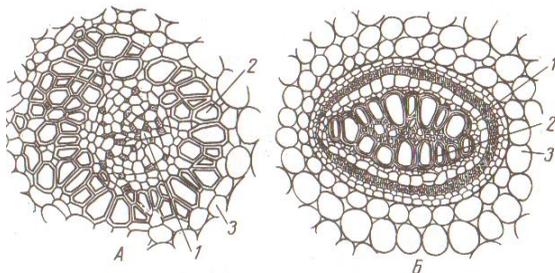


Рис. 18. Концентрические проводящие пучки:

А- с наружной ксилемой в корневище ландыша, Б- с наружной флоэмой в корневище папоротника- орляка; 1- флоэма, 2- ксилема, 3- основная паренхима стебля.

В молодых корнях у всех растений развиваются **радиальные закрытые пучки**. В них ксилема и флоэма расположены по радиусам (рис 16).

## РАЗДЕЛ 2. МОРФОЛОГИЯ СЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ

### ТЕМА 3. ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ

#### 3.1 КОРЕНЬ И КОРНЕВАЯ СИСТЕМА

**Корень** – один из основных вегетативных органов растений. Обладает радиальной симметрией и нарастает в длину до тех пор, пока сохраняется апикальная меристема. Корень растет за счет новообразования клеток на его верхушке – апексе, или конусе нарастания. Участки корня, находящиеся на различном удалении от апекса, выполняют неодинаковые функции и различаются по своему строению. Они получили название зон корня (рис 20). Верхушечную меристему защищает *корневой чехлик*. Он предохраняет нежные клетки верхушечной меристемы от механических повреждений о частицы почвы.

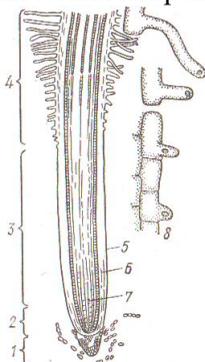


Рис. 19. Кончик корня проростка пшеницы:  
1- *корневой чехлик*, 2- *зона деления клеток*, 3- *зона растяжения клеток*, 4- *зона всасывания*, 5- *дерматоген*, 6- *перилема*, 7- *плерома*, 8- *образование корневого волоска из клеток эпиблемы*

Под чехликом располагается *зона деления* (около 1мм). Клетки корневого чехлика мелкие, плотно сомкнутые с тонкими оболочками и крупными ядрами. В этой зоне происходит интенсивное деление клеток и увеличение их количества.

Выше располагается *зона растяжения*, или роста. Клетки зоны роста практически не делятся, а сильно растягиваются за счет увеличения вакуолей.

Далее идет *зона всасывания* (поглощения), или зона *корневых волосков* (несколько сантиметров). В эпилеме возникают многочисленные *корневые волоски*, через которые в корень поступает основная масса воды и растворов солей. Корневые во-

лоски живут 10-20 дней. После их отмирания этот участок корня переходит в зону проведения. В зоне всасывания происходит специализация клеток, дифференциация их в клетки постоянных тканей. Из дерматогена формируется слой эпиблемы с корневыми волосками, из периблемы – первичная кора, из плеромы – центральный цилиндр.

*Зона проведения* начинается выше зоны всасывания и включает всю остальную часть корня.

### 3.2 ПЕРВИЧНОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ

Первичное строение корня всех растений приобретают в зоне всасывания. Здесь происходит специализация клеток, и формируются постоянные ткани. При рассмотрении поперечного разреза всасывающей зоны корня, обнаруживаются три блока тканей: *покровная ткань – эпиблема (ризодерма) с корневыми волосками, первичная кора и центральный цилиндр* (рис 20).

Клетки *эпиблемы* способны образовывать корневые волоски. Они всасывают из почвы воду и растворы минеральных солей.

Первичная кора занимает большую часть поперечного среза корня. Основную массу первичной коры составляет паренхима. Различают три вида паренхимы: экзодерма, мезодерма и эндодерма. *Экзодерма* располагается под эпиблемой и представлена опробковевашей паренхимой, выполняющей защитную функцию. По мере отмирания корневых волосков, оболочки клеток мезодермы пропитываются суберином и становятся непроницаемыми для воды и газов.

*Мезодерма* представляет собой совокупность паренхимных клеток ткани, по которым транспортируется водной раствор минеральных солей к центральному цилиндру корня в горизонтальном направлении. Кроме того в клетках мезодермы могут откладываться про запас питательные вещества.

*Эндодерма* самый внутренний слой первичной коры. Часто состоит из одного ряда плотно сомкнутых клеток с утолщенными стенками (пояски Каспари). Утолщению подвергаются радиальные и поперечные стенки. Против элементов ксилемы в эндодерме имеются пропускные клетки с тонкими

целлюлозными стенками. Через эти клетки проходит вода с растворенными минеральными веществами из коровой части в центральный цилиндр.

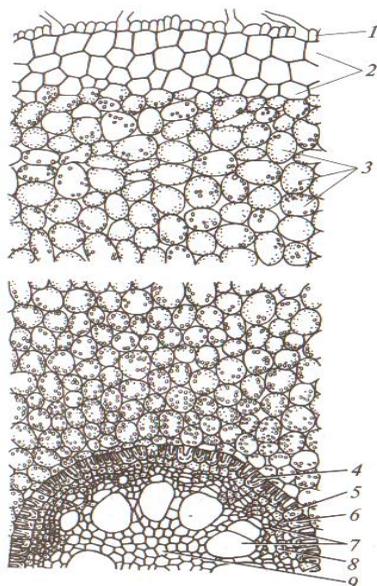


Рис. 20. Поперечный срез корня ириса касатика в зоне проведения:

1- ризодерма (эпibleма), 2- экзодерма, 3- мезодерма, 4- эндодерма (2- 4 – первичная кора), 5- пропускная клетка эндодермы, 6- перицикл, 7- первичная ксилема, 8- первичная флоэма, 9- механическая ткань (6-9) – проводящий цилиндр

Центральный цилиндр формируется из прокамбия. Он представлен радиальным проводящим пучком и перициклом. Перицикл - наружный слой центрального цилиндра чаще всего состоит из одного ряда живых паренхимных клеток. Радиальный проводящий пучок располагается внутрь от перицикла. Состоит из первичной ксилемы, между лучами которой находятся участки первичной флоэмы.

У однодольных растений первичное строение корня сохраняется в течение всей жизни; у двудольных и голосеменных - вслед за первичным возникает вторичное строение.

### 3.3. ВТОРИЧНОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ

Вторичное анатомическое строение - результат деятельности вторичных латеральных меристем: камбия и феллогена (рис 21).

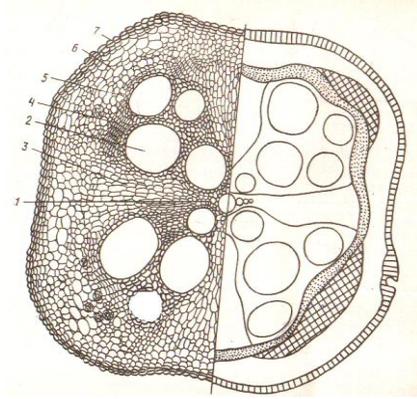


Рис. 21. Вторичное строение корня тыквы (слева – детальный рисунок, справа – схематичный):

1- первичная ксилема, 2- вторичная ксилема, 3- радиальный луч, 4- камбиальная зона, 5- первичная и вторичная флоэмы, 6- основная паренхима вторичной коры, 7- пробка (1-3 ксилема, 5-7 – вторичная кора)

Переход от первичного строения к вторичному осуществляется в зоне проведения. Начинается переход с формирования камбия из остаточного прокамбия.

Камбий прокамбиального происхождения производит во внутрь вторичную ксилему, наружу – вторичную флоэму. Поскольку камбий откладывает элементов ксилемы больше, чем элементов флоэмы, извилистое кольцо его вскоре принимает правильную форму. Камбий перициклического происхождения продуцирует паренхиму радиальных лучей, которые как бы продолжают лучи первичной ксилемы.

Утолщение корня приводит к растрескиванию первичной коры. Одновременно из клеток перицикла формируется пробковый камбий (феллоген), который откладывает наружу слои пробки, а во внутрь – феллодерму. Первичная кора, отрезанная от проводящих тканей, отмирает и сбрасывается, происходит линька корня.

Благодаря возникновению камбия, заложению феллогена и сбрасыванию первичной коры образуется типичное вторичное строение корня. В центре корня находится первичная ксилема, затем вторичная ксилема, которая пронизана радиальными лучами. Далее идет кольцо камбия, за ним вторичная флоэма и остатки сплюсненной от давления на нее первичной флоэмы, а также расширенные радиальные лучи. Снаружи корень покрыт перидермой. Между камбием и перидермой расположена фло-

эмная часть – вторичная кора, внутри от камбия – ксилемная часть – древесина.

Таким образом, переход от первичного к вторичному анатомическому строению корня связан:

- со сбрасыванием первичной коры (линька корня)
- заложением камбия и образованием вторичной ксилемы, вторичной флоэмы и радиальных паренхимных лучей;
- образованием феллогена из перицикла с последующим формированием перидермы.

Между перидермой и камбием располагается флоэма – вторичная кора, под камбием - ксилема, или древесина.

### 3.4. КОРНЕПЛОДЫ

Корнеплод – метаморфоз главного корня, является сложной структурой. Корнеплод состоит из главного корня (собственно корень), гипокотыля (шейка) и укороченного главного корня (головка) с розеткой листьев (рис. 22).

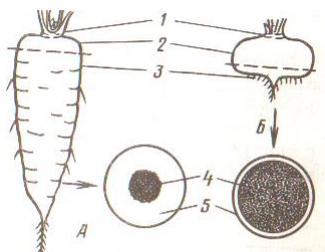


Рис. 22. Корнеплоды моркови (А) и репы (Б):  
1- головка, 2- шейка, 3- собственно корень, 4- ксилема, 5- флоэма

Все эти части корнеплода хорошо заметны снаружи: от собственно корня отходят боковые корни, от головки – листья. Шейка гладкая, лишена, как правило, и того и другого. У плоских округлых корнеплодов (репа, редис, некоторые сорта столовой свеклы) основную часть составляет разросшаяся шейка, собственно же корень практически не утолщен. Удлиненные корнеплоды (морковь, редька, турнепс, некоторые сорта кормовой и столовой свеклы) имеют утолщенный собственно корень с короткой шейкой.

Корнеплоды снаружи покрыты перидермой, среди тканей преобладает запасаящая паренхима, механические ткани отсутствуют. Корнеплоды растений большинства семейств монокамбиальные, они имеют вторичное анатомическое строение. У корнеплодов растений семейства Капустные (редька, репа, турнепс, брюква) крупноклеточная запасаящая паренхима сосредоточена главным образом в ксилеме (древесине). У корнеплодов семейства Сельдерейные (морковь, петрушка, пастернак) – во флоэме (коре) (рис. 23). Корнеплоды с сильно развитой ксилемой более жесткие.

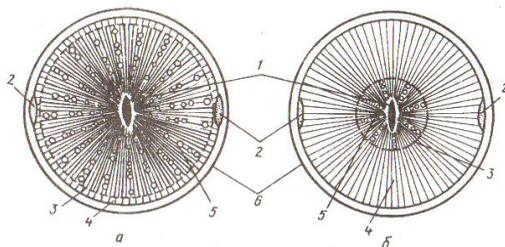


Рис. 23. Схемы поперечных срезов корней редьки (а) и моркови (б):

*1- первичная ксилема, 2- первичная флоэма, 3- камбий, 4- вторичная флоэма, 5- вторичная ксилема с широкими радиальными лучами, 6- перидерма*

Корнеплоды свеклы (и другие представители семейства Маревые) имеют аномальное третичное строение (рис. 24).

Это поликамбиальные корнеплоды, в них закладывается не одно кольцо камбия, а несколько.

В самом центре корня свеклы видна двухлучевая первичная ксилема, к которой с двух сторон прилегают два участка вторичной ксилемы, разделенные радиальными лучами. Камбий вокруг ксилемы слабо заметен, а прилегающие участки вторичной флоэмы видны отчетливо. Таким образом, вторичное строение свеклы такое же, как и у редьки и моркови. Но затем наступают третичные изменения. Вокруг вторичной флоэмы благодаря делению клеток перицикла образуется слой паренхимных клеток.

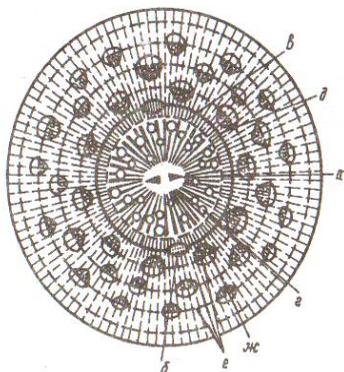


Рис. 24. Схема поперечного среза корня свеклы:

*а - первичная ксилема; б - первичная флоэма; в - первый камбий, отложивший вторичную ксилему (г) и вторичную флоэму (д); е - дополнительные камбии, образовавшие три кольца проводящих пучков (ж) с паренхимой между ними. Снаружи корнеплод покрыт перидермой*

В этом слое один ряд клеток начинает делиться тангентальными перегородками и преобразовываться в новый слой камбия, откладывающий коллатеральные проводящие пучки паренхимные клетки основной ткани. Одновременно в периодическом слое паренхимы образуется новый ряд камбиальных клеток и т.д. За вегетационный период у культурных сортов свеклы может образоваться до 19 колец камбия.

#### ТЕМА 4. ПОБЕГ И СИСТЕМА ПОБЕГОВ. СТЕБЕЛЬ - ОСЬ ПОБЕГА

**Побег** – это стебель с расположенными на нем листьями и почками. Он состоит из повторяющихся участков – метамеров. Метамер побега включает узел с расположенным на нем листом (листьями), боковую пазушную почку и междуузлие. Побег развивается из апикальной меристемы почки.

Участок стебля, несущий лист (листья) называется *узлом*. *Междуузлие* – участок стебля от узла до узла. Угол между листом и идущим вверх от узла участком стебля называется *пазухой листа*. Здесь находятся пазушные, или боковые, почки. Лист, в пазухе которого находится почка или развившийся из нее побег, является кроющим по отношению к ним. Когда лист опадает, на стебле остается *листовой рубец*. В узлах могут фор-

мироваться придаточные корни. Каждый узел стебля обладает потенциальной способностью к образованию бокового побега из почки и придаточных корней.

В зависимости от длины междоузлий различают побеги с хорошо развитыми междоузлиями – *удлиненные (ауксибласты)*. Они выполняют функцию опорных или скелетных органов. Побеги с короткими междоузлиями и сближенными узлами – *укороченные (брахибласты)*. От развития брахибластов зависит густота кроны (рис. 25).

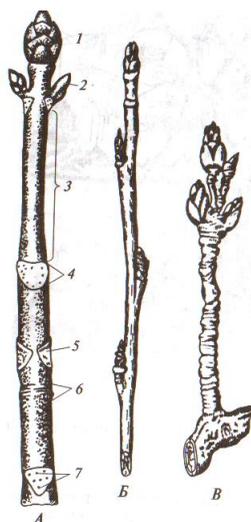


Рис. 25. Побеги:

*А- побег каштана конского без листьев: 1- верхушечная почка, 2- пазушная почка, 3- междоузлие, 4- листовый рубец, 5- узел, 6- место прикрепления чешуи почки (граница годовичного прироста), 7- листовые следы; Б- удлиненный однолетний побег осины; В – укороченный побег осины*

Стебель нарастает в длину обычно верхушкой, которая несет верхушечную почку. Конус нарастания, или точка роста стебля, - самая активная часть побега. Здесь формируются первичная структура стебля, листья, боковые побеги, генеративные органы.

**Почка** - это видоизмененный зачаточный побег с укороченными междоузлиями. Почки классифицируются по строению, составу и функции, местоположению.

По строению, т.е. по наличию или отсутствию почечных чешуй почки бывают:

- *закрытые* – хорошо выражены почечные чешуи, выполняют защитную функцию и предохраняют конус нарастания от иссушения и низких температур. Они формируются у зимующих почек деревьев и кустарников средних широт (липа, береза, дуб, ольха, ива и т.д.) и многолетних трав.

- *открытые (голые)* – лишены почечных чешуй. Формируются у многолетних деревьев влажных тропиков и субтропиков. В умеренных широтах с открытыми почками зимуют также некоторые травянистые многолетники (живучка ползучая, зеленчук желтый, кошачья лапка), и кустарники (свидина, калина обыкновенная, крушина ломкая).

По составу и функции почки подразделяют на:

- *генеративные (цветочные)* – заключают в себе зачаток соцветия или одиночный цветок (ива, тополь, вишня).

- *вегетативно-генеративные* – в почках заложен ряд вегетативных метамеров, а конус нарастания превращен в зачаточный цветок или соцветие (яблоня домашняя, бузина кистевидная, копытень европейский и др.).

По местоположению почки бывают:

- *верхушечные*,

- *боковые*:

- *пазушные* – расположены в пазухах кроющих листьев;
- *придаточные* – образуются на стебле вне пазухи листа, на корне (у корнеотпрысковых растений) и на листе (бегония, сенполия).

Пазушные почки бывают *одиночные* – в пазухе одного листа закладывается одна почка и *групповые* – в пазухе одного листа формируется несколько почек, которые подразделяют на коллатеральные и сериальные (рис. 26).

**Коллатеральные** - почки расположены рядом друг с другом в пазухе листа с широким основанием (вишня войлочная, облепиха крушиновидная, спирея японская, чеснок).

**Сериальные** - почки находятся в пазухе кроющего листа одна над другой, образуя вертикальный ряд (жимолость, ежевика, орех грецкий, белая акация).

Нарастание – это рост побеговой системы в длину. Различают моноподиальное и симподиальное нарастание.

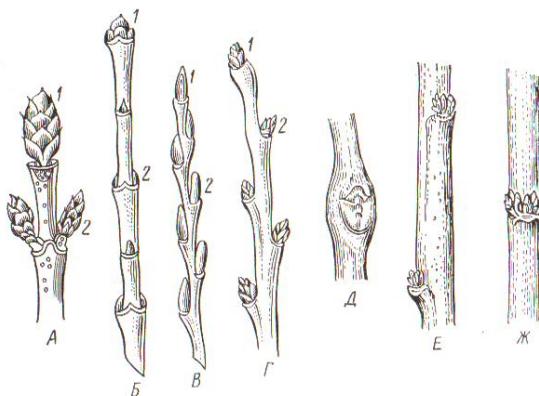


Рис. 26. Типы расположения одиночных (А-Г) и групповых (Д-Ж) почек; А-Б- *верхушечное и пазушное супротивное* (А- каштан конский; Б- клен; В-Г- *верхушечное и пазушное очередные* (В- ива, Г- ильм), Д- *серияльное* (сифизия); Е- *коллатеральное* (волчье лыко); Ж- *мутовчатое* (слива).  
1- *верхушечная почка*, 2- *пазушная почка*

При моноподиальном нарастании отмечается неограниченный верхушечный рост побега за счет верхушечной почки. Побеги, развившиеся из боковых почек, всегда отстают в росте (ель, сосна, пихта, осина, клевер луговой).

Симподиальное нарастание (перевершинивание) отличается ранним прекращением верхушечного роста. Ежегодно нарастание обеспечивается боковыми почками.

Частный случай симподиального нарастания – ложнодихотомическое, возникающее при супротивном листорасположении (сирень обыкновенная, конский каштан, гвоздика) (рис. 27).

Ветвление – это увеличение числа осей. Ветвление бывает двух типов:

- верхушечное – конус нарастания ветвится, давая начало осям следующего порядка: двум (дихотомическое ветвление) или многим (политомическое ветвление).

- боковое ветвление осуществляется за счет боковых почек с образованием побегов всевозрастающих порядков.

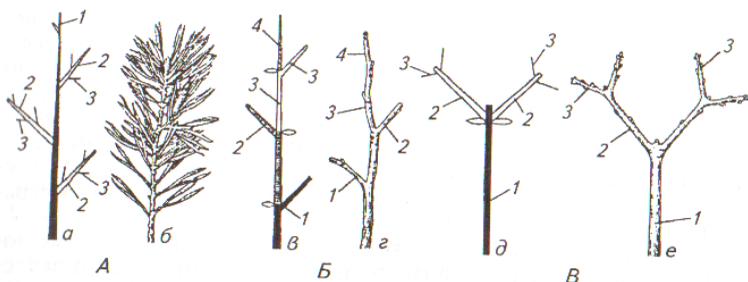


Рис. 27. Нарастание побегов:

*А- моноподиальное (а- схема, б- ветка сосны); Б- симподиальное (в- схема, г- ветка черемухи); В- ложнодихотомическое (д- схема, е- ветка сирени); 1-4 – оси первого и второго порядков*

**Кущение** – особый тип ветвления, встречающийся у травянистых и деревянистых растений. При кущении боковые побеги (побеги кущения) развиваются только из приземных и подземных почек материнского побега. Междоузлия в основании побега укорочены, следовательно, многие боковые почки расположены в непосредственной близости друг от друга. Участок укороченных междоузлий, где идет образование побегов кущения, называется *зоной кущения* или *узлом кущения* (рис. 28).



Рис. 28. Кущение злаков:

*А- плотнокустовое (белоус); Б- рыхлокустовое (мятлик); В- корневищное (пырей); 1- придаточные корни, 2- зона кущения, 3- побег первого порядка*

Особенно четко зона кушения выражена у злаков. На побегах кушения развиваются придаточные корни. По типу кушения злаки делят на: корневищные, образующие более или менее длинные, горизонтально распространяющие под землей побеги – корневища, служащие для вегетативного размножения; рыхлокустовые, побеги которых от узлов кушения отходят косо вверх и образуют рыхлый куст; плотнокустовые, побеги которых отходят от узлов кушения вертикально вверх, плотно прижимаясь друг к другу, вследствие чего куст приобретает форму кочки.

Стебель - вегетативный орган растения, он характеризуется радиальной симметрией и неограниченным ростом в длину. Функции: опорная (механическая) и проводящая. По форме стебли бывают: цилиндрические, округлые. Также могут быть – двугранные (рдест), трехгранные (осоки), четырехгранные (шалфей и другие растения семейства Яснотковых), многогранные (тыква и др.). Основные типы стеблей: травянистые, существуют обычно один вегетационный период, отличаются слабым утолщением и сильным развитием паренхимы; деревянистые – многолетние, утолщающиеся неопределенно долго, образованные одревесневающими тканями.

#### 4.1 АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЕЙ

Внутреннее строение стебля тесно связано с выполняемыми функциями. Различают первичное и вторичное строение стебля.

Первичное анатомическое строение стебля возникает в результате деятельности первичных меристем: протодермы, основной меристемы и прокамбия. В стебле первичного анатомического строения выделяют: *эпидерму (образуется из протодермы), первичную кору, центральный цилиндр и сердцевину*. Паренхима первичной коры, сердцевина и связывающие их радиальные лучи формируются из основной меристемы. Проводящие пучки образует прокамбий.

Для стебля характерно значительное развитие механических тканей: колленхимы – в первичной коре двудольных, склеренхимы – в перицикле центрального цилиндра и в обкладках пучков.

Первичное строение стебля сохраняется у однодольных в течение всей жизни, а у двудольных и голосеменных лишь в ранние фазы развития.

#### 4.2 АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ ОДНОДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ

Стебли однодольных растений характеризуются:

- первичным строением в течение всей жизни;
- наличием лишь первичной покровной ткани – эпидермы;
- слабо выраженной первичной корой, состоящей из хлорофиллоносной паренхимы;
- пучковым строением центрального цилиндра;
- разбросанным расположением коллатеральных проводящих пучков;
- отсутствием в пучках камбия (пучки закрытые).

В стеблях большинства злаков паренхима междоузлий разрушается в процессе роста, и образуется крупная центральная полость. Формируется особый тип стебля – соломина – с полыми междоузлиями и узлами, выполненными паренхимой, где сливаются пучки, идущие из листа, пазушных почек и вышележащих междоузлий (рис. 29).

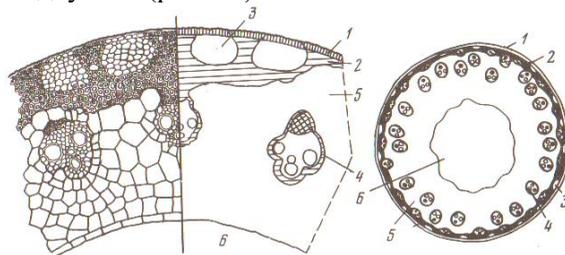


Рис. 29. Стебель ржи (поперечный разрезе):

1- эпидерма, 2- склеренхима, 3- хлоренхима, 4- закрытый коллатеральный пучок, 5- основная паренхима, 6- полость

Снаружи стебель покрыт одним слоем клеток эпидермиса с устьицами. Под эпидермисом участками располагается ассимиляционная паренхима (остатки первичной коры). Между участками паренхимы располагается склеренхима перидоциклического

происхождения. В солоmine ржи, пшеницы и других злаков проводящие пучки оттеснены к периферии, где располагаются в шахматном порядке. Внутренние пучки более крупные, наружные – более мелкие, но окруженные мощной склеренхимой. Склеренхимные обкладки пучков сливаются со склеренхимой перицикла, образуя кольцо механической ткани. Хлорофиллоносная паренхима первичной коры с возрастом утрачивает хлоропласты, стенки клеток одревесневают. Одревесневают и эпидерма. Зеленая соломина становится желтой. Прочность ее возрастает и достигает максимума к моменту созревания зерна. Периферическое положение склеренхимы и одревесневшей паренхимы придает прочность полой солоmine, обеспечивая ее сопротивление на изгиб.

Стебель кукурузы имеет типичное для однодольных растений строение (рис. 30).

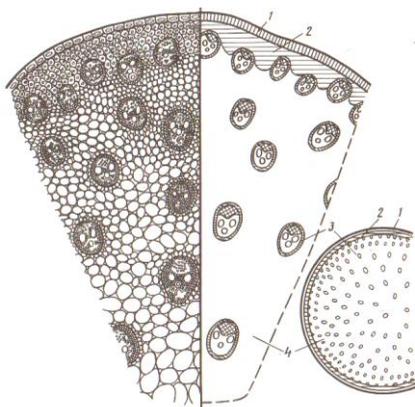


Рис. 30. Стебель кукурузы (поперечный разрез):  
1- эпидерма, 2- механическая ткань, 3- закрытый коллатеральный пучок, 4- основная паренхима

Стебель покрыт эпидермой, в которой имеются устьица. Под эпидермой находится тонкий слой хлорофиллоносных паренхимных клеток первичной коры. Далее расположен центральный цилиндр. Он начинается перициклом, состоящим из склеренхимы. Кольцо перициклических волокон обеспечивает механическую прочность. Местами они примыкают к эпидерме, так как первичная кора в стебле кукурузы развита слабо.

Основная часть центрального цилиндра представляет собой паренхиму, пронизанную проводящими пучками. Ксилема, рас-

положенная ближе к центру, подковой охватывает флоэму, образуя закрытый коллатеральный пучок. Пучки, расположенные ближе к периферии, имеют меньшие размеры и более широкую склеренхимную обкладку, чем пучки центральной части стебля. Часть протоксилемы разрушается, и образуется водоносная полость. Отсутствие камбиального утолщения и сильное развитие листьев, привели к такой структуре стебля, при которой пучки распределены по всему поперечному сечению.

#### 4.3 АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЕЙ ТРАВЯНИСТЫХ ДВУДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ

Стебли двудольных растений в отличие от стеблей однодольных характеризуются:

- вторичным строением, очень рано возникающим вслед за первичным;
- развитием помимо эпидермы вторичных покровных комплексов - перидермы и корки (на многолетних стеблях);
- развитой первичной корой, состоящей из колленхимы, хлорофиллоносной паренхимы и крахмалоносного влагалища;
- пучковым или непучковым (сплошным) строением;
- правильным расположением коллатеральных или биколлатеральных проводящих пучков по периферии центрального цилиндра;
- наличием камбия (пучки открытые).

В зависимости от характера заложения тяжей прокамбия в конусе нарастания, их последующей дифференциации и работы камбия у двудольных трав формируется *пучковое, переходное и сплошное, или непучковое*, строение стебля.

*Пучковое строение* стебля встречается у укропа, клевера, лютика, гороха, люцерны и др. Заложенные в конусе нарастания прокамбиальные тяжи располагаются в один круг по периферии центрального цилиндра (рис. 31).

Под эпидермой располагается пластинчатая колленхима, слабо развита и составляет 1-2 ряда клеток. Центральный цилиндр начинается склеренхимой и паренхимой перициклического происхождения. Склеренхима располагается отдельными

островками над проводящими пучками, которые образуют правильный круг. Сердцевинные лучи располагаются между проводящими пучками.

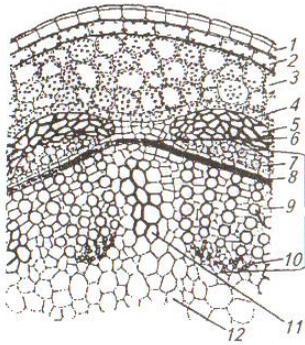


Рис. 31. Пучковое строение стебля клевера лугового (поперечный разрез):

2- эпидерма, 2- пластинчатая колленхима, 3- хлоренхима, 4- крахмалосодержащее влагалище, 5- склеренхима перициклического происхождения, 6- межпучковый камбий, 7- флоэма, 8- пучковый камбий, 9- вторичная ксилема, 10- первичная ксилема, 11- одревесневающая склеренхимоподобная паренхима, 12- паренхима сердцевинки. Фигурной скобкой показан открытый коллатеральный пучок

Каждый прокамбиальный тяж превращается в открытый коллатеральный пучок, состоящий из первичной ксилемы, первичной флоэмы и полосы камбия между ними. Клетки камбия делятся и дают новые – вторичные элементы проводящего пучка: внутрь – ксилему, к периферии – флоэму. При этом наиболее молодые участки флоэмы и ксилемы будут примыкать непосредственно к камбию, а более старые отодвинутся к периферии пучка. Самые крайние положения займут первичная флоэма и ксилема.

У большинства растений камбий работает активно, и диаметр пучков значительно увеличивается. Деятельность пучкового камбия оказывает возбуждающее действие на паренхиму, разделяющую пучки. Эти клетки также начинают делиться, возникает вторичная образовательная ткань. Пучковая и межпучковая меристемы соединяются и образуют сплошное камбиальное кольцо, деятельность которого обеспечивает равномерное утолщение стебля. Но если пучковый камбий дает элементы

вторичной ксилемы и флоэмы, то межпучковый камбий производит паренхиму. У некоторых растений (клевер, люцерна, яснотка) паренхимные клетки удлиненные, толстостенные и одревесневающие. Они образуют ткань, сходную со склеренхимой. Отчетливое пучковое строение сохраняется у растений в течение всей жизни стебля.

*Переходное строение* характерно для стеблей подсолнечника, георгины, клещевины, петрушки и др. (рис. 32).

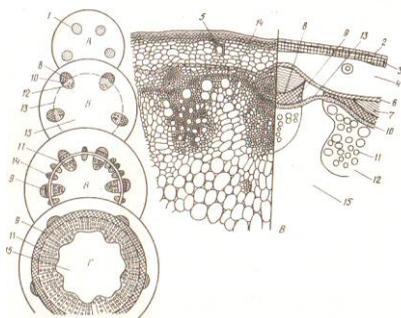


Рис. 32. Схема строения стебля подсолнечника на разных уровнях (слева) и поперечный разрез стебля на уровне перехода к непучковому строению (справа):

*А- срез на уровне появления прокамбия; Б- на уровне появления камбия; В- на уровне перехода к непучковому строению; Г- на уровне сформированной структуры: 1- прокамбий, 2- эпидерма, 3- колленхима, 4- паренхима коры, 5- смоляной канал, 6- эндодерма, (3-6 – первичная кора), 7- склеренхима, 8- первичная флоэма, 9- вторичная флоэма, 10- пучковый камбий, 11- вторичная ксилема, 12- первичная ксилема, 13- межпучковый камбий, 14- пучок из межпучкового камбия, 15- паренхима сердцевины (7-15- центральный цилиндр)*

При таком типе стебля пучковое строение с возрастом сменяется непучковым (сплошным). Межпучковый камбий формирует в этом случае не паренхиму, а добавочные проводящие пучки. Постепенно все пучки сливаются в сплошной трехслойный (ксилема, камбий, флоэма) цилиндр. В верхней (молодой) части стебель имеет пучковое строение, у основания (в старой части) – непучковое.

Снаружи стебель подсолнечника покрыт эпидермисом с крупными волосками. Под эпидермисом расположена первичная кора, которая состоит из пластинчатой колленхимы, основной ткани и крахмалоносного влагалища (эндодермы). В основной ткани расположены смоляные ходы. Центральный цилиндр начинается участками склеренхимы и паренхимы перициклического происхождения. К каждому участку склеренхимы прилегает крупный открытый коллатеральный проводящий пучок. Пучки располагаются в один ряд по кругу. Пучковый и межпучковый камбий проходит извилистой полоской клеток по всей окружности стебля. Между крупными проводящими пучками, состоящими из первичных и вторичных элементов, заметны меньшие пучки полностью вторичного происхождения. В нижней части стебля более старого растения образуется сплошной слой древесины с острыми выступами, впадающими в сердцевину. Снаружи к древесине будет прилегать сплошной слой камбия, а за ним – слой флоэмы. Центральная часть стебля занята паренхимными клетками крахмалоносного влагалища.

*Непучковое (сплошное)* строение стеблей трав можно рассмотреть на примере стебля льна (рис 33).

Сверху стебель льна покрыт эпидермисом, клетки которого могут иметь развитую кутикулу. За эпидермой лежит небольшой слой паренхимных клеток основной хлорофиллоносной ткани.

Центральный цилиндр стебля начинается участками склеренхимы и паренхимы перициклического происхождения. Склеренхима у льна представлена лубяными волокнами (сырье для текстильной промышленности).

Внутри от лубяных волокон расположен совсем небольшой слой флоэмы и тонкий слой камбия. За камбием сплошным кольцом расположена хорошо развитая вторичная ксилема. Первичная ксилема примыкает к перимедулярной зоне сердцевинной. Во вторичной ксилеме расположены радиальные ряды мелких клеток паренхимы сердцевинных лучей. Центральная часть стебля заполнена паренхимными клетками. Иногда вследствие разрушения сердцевинной в центре стебля образуется полость.

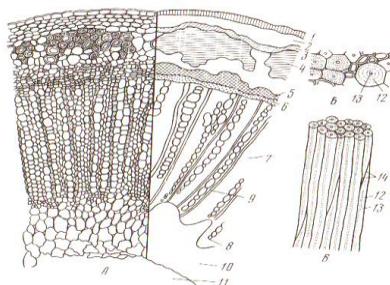


Рис. 33. Стебель льна:

А- поперечный разрез, Б,В – лубяные волокна (Б- поперечный разрез, В- продольный); 1- эпидерма, 2- паренхима первичной коры, 3- эндодерма, 4- лубяные волокна, 5- флоэма, 6- камбий, 7- вторичная ксилема, 8- первичная ксилема, 9- сердцевинный луч, 10- паренхима сердцевины, 11- полость, 12- стенка клетки, 13- полость клетки, 14- заостренные концы клетки

#### 4.4 АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ ДРЕВЕСНОГО РАСТЕНИЯ

Стебли двудольных растений (яблони, липы, дуба и др.) имеют типичное непучковое строение. Если у трав все клетки камбия к осени превращаются в клетки постоянных тканей, то в древесных стеблях камбий функционирует в течение всей жизни. Многолетняя деятельность камбия и определяет особенности структуры ствола дерева и стебля кустарника.

Камбий, активизируясь весной, откладывает в течение вегетационного периода вторичную ксилему (древесину) и вторичную флоэму (луб). Осенью его деятельность затухает. Массовый транспорт веществ в стволе идет по молодым слоям луба и древесины. Луб теряет способность к проведению веществ обычно через год (после перезимовки), древесина служит дольше - несколько лет. На смену стареющим тканям камбий откладывает новые. В стволе дерева наиболее развита древесина. В ее состав входят не только проводящие элементы (сосуды, трахеиды) и паренхима, но и множество волокон склеренхимы. Стенки клеток древесины, пропитываясь лигнином (одревесневая), прида-

ют стволу особую прочность. Основная масса ствола состоит из мертвых клеток и не принимает непосредственного участия в транспорте. Однако нефункционирующие ткани имеют большое значение: древесина поддерживает колоссальную тяжесть кроны, а мертвые ткани коры защищают внутренние жизнедеятельные ткани.

В первый год жизни побега эпидерма сменяется перидермой, а позже, в зрелом возрасте ствола, - коркой.

Рассматривают строение ствола дерева на примере липы (рис. 34).

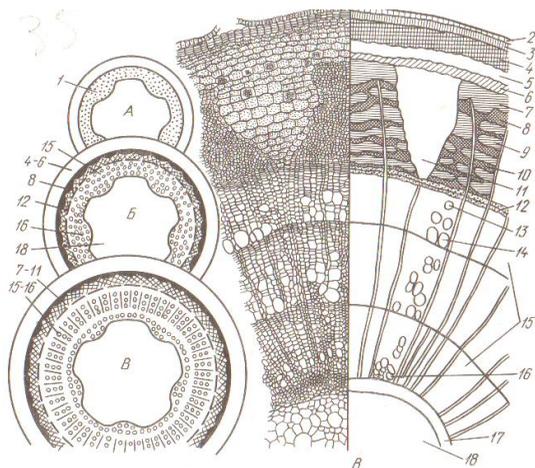


Рис. 34. Стебель липы (поперечные разрезы на разных уровнях): А- на уровне появления прокамбия, Б- на уровне появления камбия, В- на уровне сформированной структуры;

1- прокамбий, 2- остатки эпидермы, 3- пробка, 4- колленхима, 5- паренхима коры, 6- эндодерма (4-6- первичная кора), 7- перичклическая зона, 8- первичная флоэма, 9- лубяные волокна, 10- ситовидные трубки, 11- сердцевинный луч (7-11- вторичная кора), 12- камбий, 13- осенняя древесина, 14- весенняя древесина (13-14 – годовичное кольцо древесины), 15- вторичная древесина, 16- первичная древесина (15-16- древесина), 17- перимедулярная зона, 18- основная паренхима (17-18 – сердцевина, 7-18- центральный цилиндр).

Клетки пробки расположены плотно друг к другу. В ней заметны чечевички. Под перидермой расположена первичная ко-

ра, в состав которой входят: колленхима пластинчатая с хлоропластами, основная хлорофиллоносная ткань, состоящая из более и менее растянутых в тангентальном направлении крупных клеток, эндодерма или крахмалоносное влагалище – один ряд клеток.

В клетках первичной коры хорошо заметны друзы. За первичной корой расположена вторичная кора – ряд трапеций, в которых различают твердый и мягкий луб. Твердый луб – одревесневшие утолщенные лубяные волокна. На срезе он окрашен в красный и розовый цвет. Мягкий луб – синего цвета. Остальные элементы флоэмы выполняют проводящую, запасующую и отчасти выделительную функции.

Между участками флоэмы располагаются треугольники паренхимы, обращенные вершиной к камбию, а основанием – к периферии. Это первичные сердцевинные лучи. Они служат для продвижения веществ в горизонтальном направлении и местом отложения питательных веществ. В ксилеме сердцевинные лучи представлены одним рядом клеток. Внутри от коры располагается сплошным кольцом камбий, который образован из прокамбия. Камбий состоит из узких прямоугольных клеток, расположенных друг над другом с более густым (темным) содержимым.

Древесина включает первичную и вторичную ксилему. последняя характерна наличием годичных колец. Происхождение их связано с периодичностью в деятельности камбия. Весной, вместе с началом сокодвижения, камбий образует крупноклеточную древесину, в середине лета дечтельность камбия замедляется и откладываются уже более мелкие элементы древесины – трахеиды, древесинная паренхима и большое количество либриформа. Весенняя, летняя и осенняя древесины составляют годичное кольцо.

Первичная древесина примыкает к сердцевине. Сердцевина состоит из неоднородных паренхимных клеток. Крупные клетки лишены живого содержимого, стенки их более или менее одревесневают. Вокруг них располагаются мелкие клетки с темным содержимым, богатым дубильными веществами и крахмалом.

Стебель сосны, как и липы непучкового типа, но имеет свои следующие особенности:

- в перидерме отсутствуют чечевички;

- в коре нет механических тканей (в первичной – колленхимы, во вторичной – склеренхимы);
- флоэма состоит из очень мелких, плоских, узких элементов, прерываемых тангентальными рядами более крупных паренхимных клеток. Ситовидные трубки флоэмы не имеют клеток-спутниц;
- древесина состоит в основном из трахеид, расположенных длинными радиальными рядами. Осенняя древесина состоит из трахеид с очень тонкими оболочками, а сосудов нет. Небольшое количество древесинной паренхимы имеется в виде сердцевинных лучей и эпителиальных клеток смоляных ходов;
- в коре и древесине сосны имеются смоляные ходы. На поперечном срезе они видны как округлые полости, окруженные эпителиальными клетками. Наружные стенки смоляного хода толстостенные, одревесневшие (рис. 35).

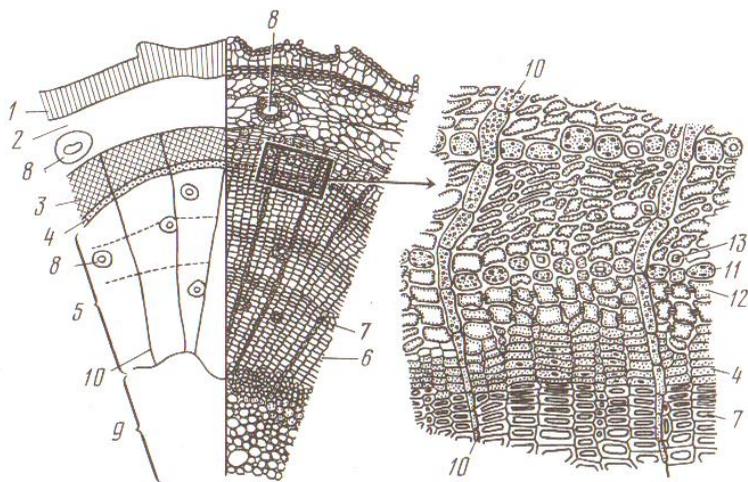


Рис. 35. Стебель сосны (поперечный разрез):  
 1- пробка, 2- паренхима первичной коры, 3- флоэма, 4- камбий,  
 5- ксилема, 6- весенние трахеиды, 7- осенние трахеиды, 8- смо-  
 ляной ход, 9- сердцевина, 10- сердцевинный луч, 11- лубяная па-  
 ренхима, 12- ситовидная трубка, 13- клетка с кристаллом

## ТЕМА 5. ЛИСТ. МОРФОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ ЛИСТА

Лист – один из основных вегетативных органов высших растений, занимающий боковое положение на стебле. Лист – орган моносимметричный, т.е. для него характерно наличие верхней (брюшной или вентральной) и нижней (спинной или дорсальной) поверхностей. Функции листа: фотосинтез, газообмен, транспирация. Кроме того лист может быть местом отложения питательных веществ, запасать воду, защищать от неблагоприятных условий среды (колючки), прикреплять растение к опоре (усики).

### 5.1 МОРФОЛОГИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЛИСТЬЕВ

Лист состоит из *пластинки* (плоская расширенная часть листа), *черешка* (узкая стеблевая часть листа между пластинкой и основанием) и *основания* (часть листа соединенная со стеблем). Если черешок отсутствует, лист называют *сидячим*. Если пластинка сидячего листа прирастает к стеблю на некотором протяжении, образуется *нисбегающий лист* (рис. 36).

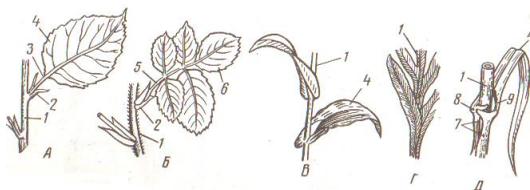


Рис. 36. Типы листьев:

*А-Б- черешковые с прилистниками (А- простой, Б- сложный), В- сидячий, Г- нисбегающий, Д- влагалищный; 1- стебель, 2- прилистники, 3- черешок, 4- листовая пластинка, 5- рахис, 6- листочек, 7- влагалище, 8- ушки, 9- язычок*

Часто у основания черешка образуются парные боковые выросты – *прилистники*. Если прилистники срастаются, то образуется *раструб* (гречишные). Иногда основание черешка расширяется во *влагалище*, охватывающее стебель (семейство Сельде-

рейные). У злаков лист состоит из длинного трубчатого влагалища и узкой пластинки. У основания пластинки имеется пленчатый придаток – *язычок*, а иногда еще два выроста по бокам – *ушки*.

Листья бывают *простые и сложные*. У простых листьев одна листовая пластинка, сложных – несколько листовых пластинок (листочков). В зависимости от расположения листочков различают *перисто - и пальчатосложные* листья. В перисто-сложных листьях листочки располагаются по сторонам общей оси (рахиса) и заканчиваются парой листочков – *парноперистосложные*, а оканчивающиеся непарным листочком – *непарноперистосложные* (рис. 37).



Рис. 37. Сложные листья.

А- пальчатосложный, Б- тройчатый, В- парноперистый, Г- непарноперистый, Д- двоякоперистосложный

Листовая пластинка простого листа может быть расчленена (рис. 38).

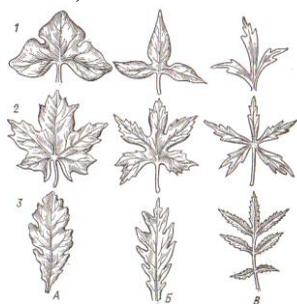


Рис. 38 Простые листья с расчлененной пластинкой: А- лопастные; Б- разделенные; В- рассеченные: 1- тройчато-, 2- пальчато-, 3- перисто-

Листья весьма разнообразны по своим признакам: общему очертанию (форме листьев), форме основания цельной листовой пластинки, верхушки, характеру края, жилкованию (рис. 39, 40).

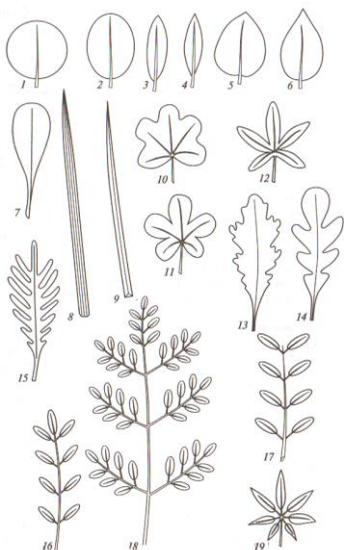


Рис. 39. Основные формы листьев:

1- округлый; 2- эллиптический; 3- продолговатый, 4- ланцетный, 5- яйцевидный, 6- заостренно-яйцевидный, 7- лопатчатый, 8- линейный, 9- игловидный, 10- пальчато-лопастной, 11- пальчато-раздельный, 12- пальчато-рассеченный, 13- перисто-лопастной, 14- перисто-раздельный, 15- перисто-рассеченный, 16- непарноперисто-сложный, 17- парноперисто-сложный, 18- дваждыперисто-сложный, 19- пальчато-сложный

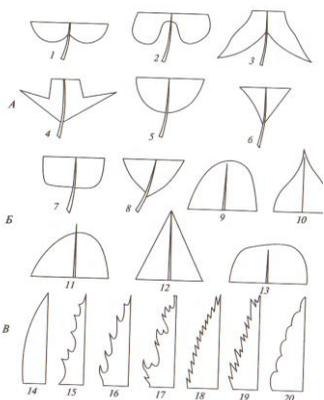


Рис. 40. Формы основания (А, 1-8), верхушки (Б, 9-13) листовой пластинки и край листа (В, 14-20):

1-сердцевидное, 2- почковидное, 3- стреловидное, 4- копьевидное, 5- округлое, 6- клиновидное, 7- усеченное, 8- неравностороннее; 9- округлая, 10- заостренная, 11- остроконечная, 12- острая, 13- усеченная; 14- цельнокрайний, 15- выемчатый, 16- зубчатый, 17- двоякозубчатый, 18- пильчатый, 19- двоякопильчатый, 20- городчатый

Жилкование листьев. Система проводящих пучков (жилок) называется жилкованием. Жилки выполняют проводящую и механическую функции. По ксилеме в лист поступают вода и минеральные соли; по флоэме из листа оттекают органические вещества. Жилки, входящие в пластинку из стебля через основание и черешок, называют главным. От них берут начало боковые жилки второго и последующих порядков. Между собой жилки соединяются сетью мелких поперечных жилок – анастомозов.

Различают следующие типы жилкования:

- у однодольных растений жилкование бывает *параллельное* (кукуруза, злаки), *дуговидное* (ландыш, тюльпан, подорожник);
- у двудольных – *перистое* (груша, сирень) и *пальчатое* (клен, герань);
- для большинства папоротниковидных, голосеменных (гинкго) характерно дихотомическое жилкование (рис. 41).



Рис. 41. Жилкование листьев:

*а- дихотомическое, б- дуговидное, в- пальчатое, г- перистое, д- параллельное*

*Листорасположение.* Различают спиральное (очередное – на узле имеется только один лист, на стебле листья располагаются по спирали; супротивное – на узле имеются два листа, расположенные друг на против друга; мутовчатое – на узле находятся три или более листьев (рис.42).



Рис. 42. Типы листорасположения:  
*А- спиральное, или очередное (персик), Б- супротивное (бирючина), В- мутовчатое (олеандр)*

## 5.2 АНАТОМИЯ ЛИСТА

Важнейшей тканью листа является мезофилл. Это хлорофиллоносная паренхима листа. Сверху и снизу листовая пластинка покрыта покровной тканью эпидермой. Между клетками эпидермы находятся устьица. Они регулирует газообмен и транспирацию. Проводящие пучки (жилки) обеспечивают поступление воды, и отток ассимилятов. Механические ткани (колленхима и склеренхима) вместе с остальными тканями обеспечивают прочность листа.

*Эпидерма.* Клетки ткани плотно соединены друг с другом. На поверхности эпидермы могут образовываться трихомы.

*Устьица.* У листьев, расположенных в пространстве горизонтально (таких большинство) устьица располагаются главным образом на нижней стороне листа. У листьев, расположенных вертикально, устьица равномерно располагаются на обеих сторонах листа. У плавающих на воде листьев устьица образуются лишь на верхней (вентральной) стороне листа, на нижней (дорзальной) они отсутствуют.

Мезофилл (основная паренхима) составляет основную массу листа, где происходит процесс фотосинтеза. Мезофилл находится между верхней и нижней эпидермой. Ткань может быть однородной (листья злаков, льна, гороха) или дифференцирована

на палисадный (столбчатый) и губчатый мезофилл. *Палисадный мезофилл* состоит из одного или двух-трех слоев прозенхимных клеток, вытянутых перпендикулярно поверхности пластинки. В клетках содержится большое количество хлоропластов (до 75-80%) от всех хлоропластов листа, и располагаются они в постенном слое цитоплазмы. При сильном освещении хлоропласты собираются на вертикальных стенках клеток, расположенных параллельно солнечным лучам, при недостатке света перемещаются на горизонтальные стенки. В дневные часы хлоропласты собираются у стенки, примыкающей к межклетнику, по которому поступает углекислый газ.

Губчатый мезофилл – рыхлая ткань с крупными межклетниками. Клетки примыкают к палисадному мезофиллу, обеспечивая быстрый отток из них органических веществ. Содержание хлоропластов в таких клетках в 2-6 раз меньше, чем в клетках палисадного мезофилла.

*Жилки* образуют проводящую систему листа, связанную с проводящей системой стебля. Проводящий пучок закрытый коллатеральный. Ксилема обращена к верхней стороне листа, а флоэма – к нижней. Через черешок и основание листа проводящие пучки входят в стебель и образуют единое целое с его проводящей системой.

*Механические ткани* обеспечивают прочность листа. Волокна *склеренхимы* окружают жилки или примыкают к ним сверху и снизу. У двудольных под эпидермой над крупными жилками обычно расположена *колленхима*. В мезофилле могут встречаться отдельные клетки – одиночные звездчатые *склереиды* (чай, камелия, кувшинка).

### 5.3 АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТЬЕВ ОДНОДОЛЬНЫХ И ДВУДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ

Анатомическое строение листа двудольных рассмотрим на примере камелии (рис. 43).

Снаружи лист покрыт первичной покровной тканью – эпидермой. Эпидерма прозрачна и способна пропускать солнечный свет к мезофиллу. Устьица располагаются на нижней стороне листа. Под верхним эпидермисом располагаются клетки столб-

чатой палисадной паренхимы, расположенные плотно друг к другу. Основной объем листа занимает губчатая паренхима, между ней находятся межклетники, сообщающиеся через устьица с атмосферой.

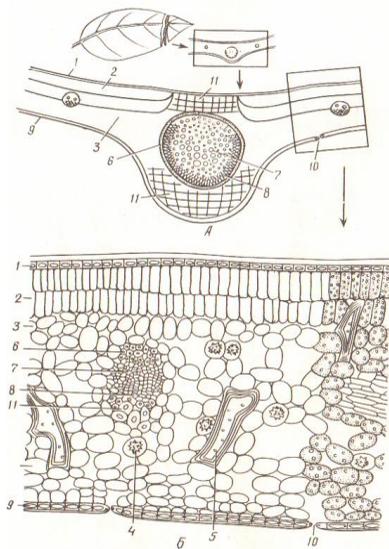


Рис. 43. Схема строения листа камелии в районе главной жилки (А) и его поперечный разрез (Б): 1- верхняя эпидерма, 2- столбчатая паренхима, 3- губчатая паренхима, 4- клетка с друзой, 5- склереида, 6- склеренхима, 7- ксилема, 8- флоэма (6-8 – закрытый коллатеральный проводящий пучок), 9- нижняя эпидерма, 10- устьичный аппарат, 11- колленхима

В проводящих пучках ксилема снабжает водой и минеральными солями клетки мезофилла. Органические вещества – ассимиляты, образующиеся в мезофилле при фотосинтезе, транспортируются из листа по флоэме, так же находящейся в жилках. Каждый проводящий пучок содержит механическую ткань – склеренхиму, которая обеспечивает листу устойчивость в горизонтальной плоскости.

Дополнительную механическую прочность листу придают отдельные клетки склереид, называемые также каменистыми клетками. Эти клетки расположены в мезофилле и препятствуют его сжатию, также в нем накапливаются друзы кристаллов оксалата кальция. Листья с такой структурой называются *дорсо-вентральными*.

У большинства однодольных растений в отличие от двудольных мезофилл листа гомогенный, т.е. он не подразделен на столбчатый и губчатый, а представлен хлоренхимой - однород-

ными по форме и величине ассимилирующими паренхимными клетками. Устьица как правило, располагаются на нижней стороне листовой пластинки, но некоторая их часть может быть и на верхней. Проводящие пучки – закрытые коллатеральные. У ряда мятликовых вокруг пучков хорошо различимы более крупные, чем в хлоренхеме, вытянутые вдоль жилки живые паренхимные клетки. Они образуют так называемую обкладку.

Строение листа однодольного растения рассматривают на примере кукурузы (рис.44). У листа кукурузы клетки верхней эпидермы образуют простые волоски двух видов: короткие шиловидные и длинные нитевидные. У основания длинных волосков клетки эпидермы более крупные, возвышающиеся над поверхностью листа. Эпидерма покрыта кутикулой. Устьица расположены на верхней и на нижней стороне листа. Проводящие пучки закрытые коллатеральные, ксилема обращена к верхней стороне листа, флоэма – к нижней. Пучки двух размеров: крупные и мелкие. Каждый пучок окружен округлыми тонкостенными обкладочными клетками.

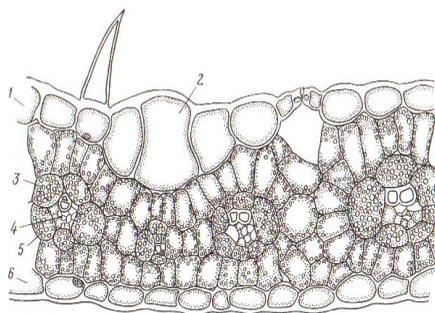


Рис. 44 Лист кукурузы в поперечном разрезе:

1- верхняя эпидерма, 2- мотормые клетки, 3- мезофилл, 4- проводящий пучок, 5- обкладочные клетки, 6- нижняя эпидерма

Мезофилл состоит из более или менее однородных клеток. Вокруг мелких пучков они расположены венцом. В средней утолщенной части пластинки мезофилл имеется лишь у нижней стороны, остальное пространство заполнено крупными клетками, не содержащими хлоропластов. В этой же части листа под эпидермой расположены тяжи одревесневающей склеренхимы, которые на нижней стороне пластинки образуют выступы, достигающие до пучков. В остальной части пластинки тяжи примыкают с обеих сторон к крупным проводящим пучкам. Такой лист

называют *изолатеральным*. Такая структура свойственна листьям, расположенным более или менее вертикально.

Своеобразное строение имеют листья некоторых хвойных растений (например, сосны) (рис.45).

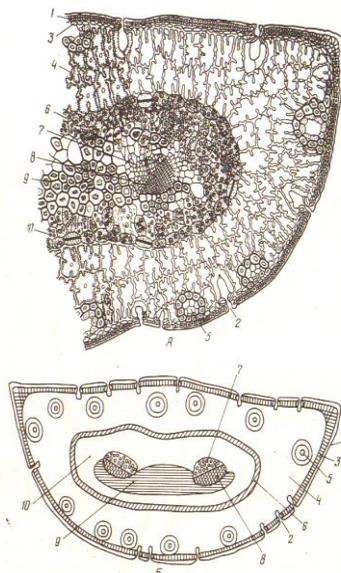


Рис. 45. Хвоя сосны на поперечном разрезе (А) и схема ее строения (Б):  
 1- эпидерма, 2- устьичный аппарат, 3- гиподерма, 4- складчатая паренхима, 5- смоляной канал, 6- эндодерма, 7- ксилема, 8- флоэма (7-8 – проводящий пучок), 9- склеренхима, 10- паренхима

С наружной стороны лист сосны состоит из толстостенных клеток эпидермиса, покрытого слоем кутикулы. Под эпидермисом находится слой гиподермы, состоящей из склеренхимных волокон. Устьица расположены по всему эпидермису в углублениях.

Мезофилл состоит из складчатой паренхимы. Вдоль складок располагаются хлоропласты. В мезофилле хвой имеются смоляные ходы. Каждый смоляной ход выстлан слоем живых клеток эпителия, выделяющих смолу. Клетки эпителия окружены слоем склеренхимных волокон. Два сосудисто-волокнистых пучка находятся в центре хвой и окружены особой паренхимой. Самый центр хвой занят участком склеренхимных волокон, которые плотно примыкают к сосудистым пучкам и соединяют два пучка в единое целое.

## ТЕМА 6. ГЕНЕРАТИВНЫЕ ОРГАНЫ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ

### Цветок и соцветие

#### 6.1 СТРОЕНИЕ ЦВЕТКА. РАЗНООБРАЗИЕ СТРОЕНИЯ ОКОЛОЦВЕТНИКА

Цветок - укороченный неразветвленный побег, служит для образования плодов и семян. Цветки бывают полные и неполные.

Полный (все части имеются)

Цветоножка

Цветоложе

Чашечка	}	Двойной околоцветник	
Венчик			
Тычинки	{	Тычиночная нить Пыльник	
Пестик			
	{	Рыльце Столбик Завязь	Цветки обоеполые

Неполный (некоторые части отсутствуют)

Нет тычинок  
или нет пестиков } Цветки однополые

Имеется только  
чашечка или } Околоцветник Чашечковидный  
только венчик } простой } Венчиковидный  
Нет ни чашечки,  
ни венчика } Цветок голый

В цветке различают цветоножку, цветоложе, околоцветник, тычинки и один или несколько пестиков.

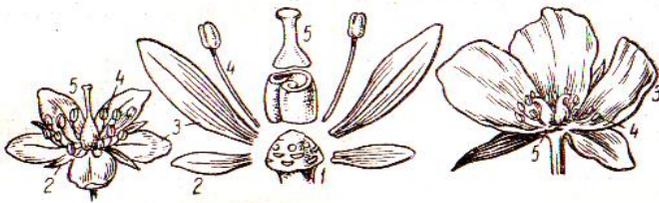


Рис. 46. Строение цветка:

1 - цветоложе; 2 - чашелистики; 3 – лепестки; 4 – тычинки (андроцей); 5 - пестики (гинецей)

Цветоложе бывает разнообразной формы: плоское (пион), выпуклое (лютик), длинное вытянутое (гравилат), вогнутое (роза, вишня). Цветоножка - часть стебля, несущая весь цветок, если цветоножка отсутствует - цветок называют сидячим (вербена).

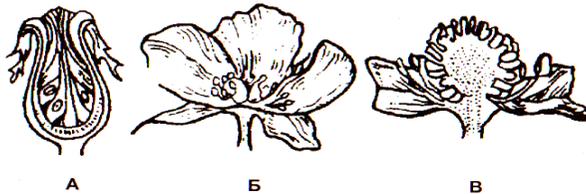


Рис. 47. Формы цветоложа:

А – вогнутое (шиповник), Б – плоское (пион), В - выпуклое (лютик)

У некоторых растений имеется кроющий лист. Он находится в пазухе листа, из которой выходит цветок (колокольчик). На цветоножке могут быть маленькие верхушечные листья - прицветники (гвоздика-травянка). На цветоложе все части цветка расположены чаще всего мутовками (кругами), реже по спирали и полумутовчато. У адониса, зимовника (сем. Лютиковые) все части цветка распо-

ложены по спирали (ациклический цветок); у магнолии, лютика, калужницы - в полукругах (гемициклический цветок). Обычны четырехкруговые и пятикруговые циклические цветки. У большинства растений чашелистики располагаются в один круг, лепестки в один, тычинки в один или два, пестики в один круг (гвоздичные).

Околоцветник – это чашечка и венчик (покровы цветка). Цветки могут иметь простой - окрашенный в один цвет (тюльпан) или двойной – окрашенный в разные цвета (горох) околоцветник. Если околоцветник отсутствует (белокрыльник, ясень ива) - цветок голый.

Околоцветник простой невзрачный - чашечковидный (крапива, свекла), ярко окрашенный – венчиковидный.

Чашелистики составляют чашечку (Calyx), а лепестки - венчик (Corolla) цветка. Иногда чашечка бывает двойной, тогда наружная называется подчашием (гравилат, хлопчатник). Чашелистики почти всегда зеленые, редко окрашенные (водосбор).

В зависимости от срастания чашечка бывает:

- свободнолистной (раздельнолистной);
- сростнолистной (спайнолистной) -цветки яблони, колокольчика и картофеля.

Лепестки обычно окрашены в разные яркие цвета  
Различают два типа венчика:

- свободнолепестный (раздельнолепестный) - яблоня;
- сростнолепестный (спайнолепестный) - картофель и колокольчик.

Обычно у свободнолепестных цветков лепестки к основанию суживаются, а к верхушке расширяются и несколько отгибаются кнаружи (гвоздика). Суженная часть лепестка называется ноготком, а расширенная - отгибом. У сростнолепестных венчик состоит из трех частей: трубочки (сросшаяся часть), отгиба и зева венчика (место перехода

трубочки в отгиб). У цветка гвоздики, нарциссов на границе ноготка и отгиба образуются выросты - привенчик.

Лепесток сидячий (лютик), если основание широкое, округлое.

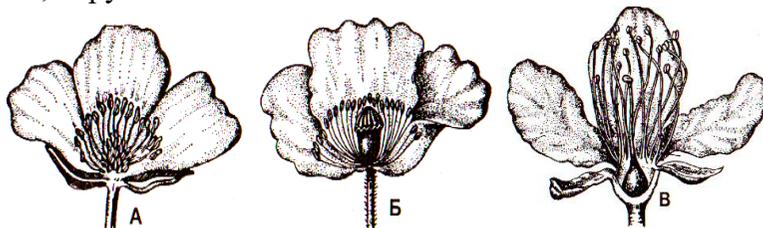


Рис. 48. Цветки с двойным околоцветником:

А – цветок с множеством тычинок и апокарпным гинецеем (лютик); Б – цветок с двойным околоцветником, множеством тычинок, рано опадающей чашечкой и ценокарпным гинецеем (мак); В – цветок с двойным околоцветником, чашелистики у основания срослись (слива)



Рис 49. Простые околоцветники:

А – венчиковидный (лук гусиный); Б – чашечковидный (свекла)

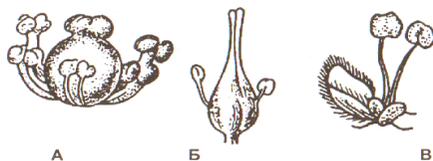


Рис. 50. Цветки без околоцветника (голые):

А – белокрыльник; Б – ясень; В – ива

По отношению к симметрии чашечка и венчик бывают: правильными (актиноморфными), когда можно провести две или больше плоскостей симметрии (капуста), и неправильными (зигоморфными), если можно провести только одну плоскость симметрии (горох) и асимметричные, когда нельзя провести ни одной плоскости симметрии (каштан, канна).

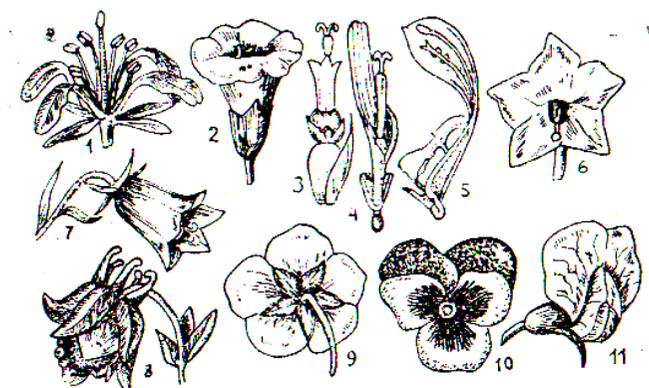


Рис. 51. Виды венчика (по Исаину):

1- четырехлепестный; 2 - воронковидный; 3 - трубчатый; 4 - язычковый; 5 - двугубый; 6 - колесовидный; 7 - колокольчатый; 8 - венчик со шпорцем; 9 - правильный пятилепестный; 10 - неправильный пятилепестный; 11 – мотыльковый

### *Вопросы*

1. Что такое цветок?
2. Какие части цветка имеют стеблевое происхождение, а какие - листовое?
3. Какое различие между простым и двойным околоцветником?
4. Какие цветки называются голыми?
5. Какие венчики бывают по отношению к симметрии?

6. Что такое прицветники, подчашие, привенчик, трубка, отгиб, зев, ноготок?

7. Какие формы бывают сростнолепестных актиноморфных и зигоморфных венчиков?

## 6.2 АНДРОЦЕЙ И ЕГО ТИПЫ. СТРОЕНИЕ ТЫЧИНКИ И АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПЫЛЬНИКА

Андроцей - совокупность тычинок. Тычинка – это микроспорофилл, т.е. видоизмененный лист, приспособленный для образования микроспор.

Она состоит из тычиночной нити и пыльника. Форма тычиночной нити разнообразна, может быть широкой и нитевидной, длинной или короткой, когда пыльник является сидячим. Некоторые тычинки не доразвиваются (лен) и не образуют пыльников. Их называют бесплодными (стаминодиями).

Например, у яснотки белой всего 4 тычинки, причем 2 из них длиннее остальных (андроцей двусильный), у редьки дикой 6 тычинок, из них 4 длинные и 2 короткие (андроцей четырехсильный).

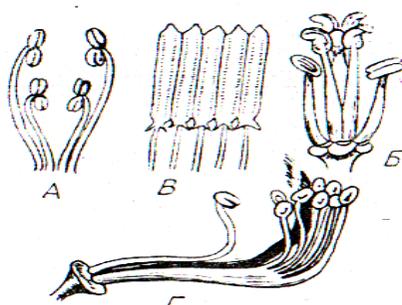


Рис. 52. Типы андроцея:

А - двусильный; Б – четырехсильный; В – однобратственный; Г - двубратственный

Различают андроцей:

- многобратственный у лютика (все тычинки свободные);
- однобратственный у подсолнечника (все тычинки срослись между собой);
- двубратственный у гороха (если все срослись, кроме одной).

В большинстве случаев пыльник четырехгнездный, реже двухгнездный. Каждое гнездо соответствует микроспорангию. В пыльцевых гнездах развиваются микроспоры путем мейоза из клеток археспория.

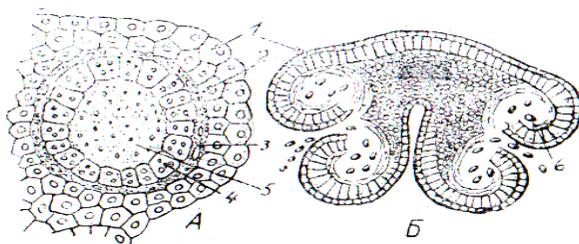


Рис. 53. Микроскопическое строение пыльника на поперечном срезе:

А - одно пыльцевое гнездо с археспорием; Б - вскрывшийся пыльник: 1- эпидерма; 2 - фиброзный слой; 3 - дегенерирующий слой; 4 - тапетум; 5 - археспорий; 6 - пыльца

Пыльца является мужским гаметофитом и имеет гаплоидный набор хромосом. Она имеет наружную оболочку - экзину и внутреннюю - интину. Наружная оболочка разнообразна по морфологии: однобороздчатая (магнолия), трехбороздчатая (пион), многопоровая (лютик), многобороздчатая (истод). Форма и строение пыльцы являются постоянными наследственными признаками.

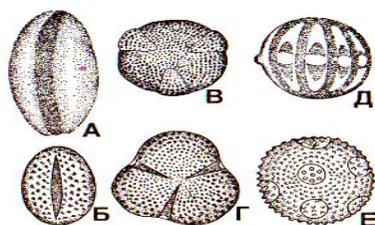


Рис. 54. Типы пыльцевых зерен:  
 А, Б – однобороздчатые; В, Г – трехбороздчатые; Д – многобороздчатое; Е - многопоровое

### *Вопросы*

1. Что такое андроцей?
2. Какие различают типы андроеца в зависимости от длины тычиночных нитей и их строения.
3. Из каких частей состоит тычинка?
4. Что такое стаминодии?
5. Из какой ткани образуются микроспоры?
6. Какова роль фиброзного слоя?
7. Какое строение имеет пыльца?

### 6.3 ГИНЕЦЕЙ, СТРОЕНИЕ И ЕГО ТИПЫ. СТРОЕНИЕ СЕМЯЗАЧАТКА

Гинецей - совокупность плодолистиков (мегаспорофиллов). У большинства пестиков различают три части: нижнюю - завязь, среднюю - столбик, верхнюю - рыльце.

Завязь несет на себе удлиненную часть - столбик. Столбиков может быть в цветке несколько. По их числу судят, сколько плодолистиков участвовало в образовании пестика. Столбики заканчиваются рыльцами, служащими для восприятия пыльцы.

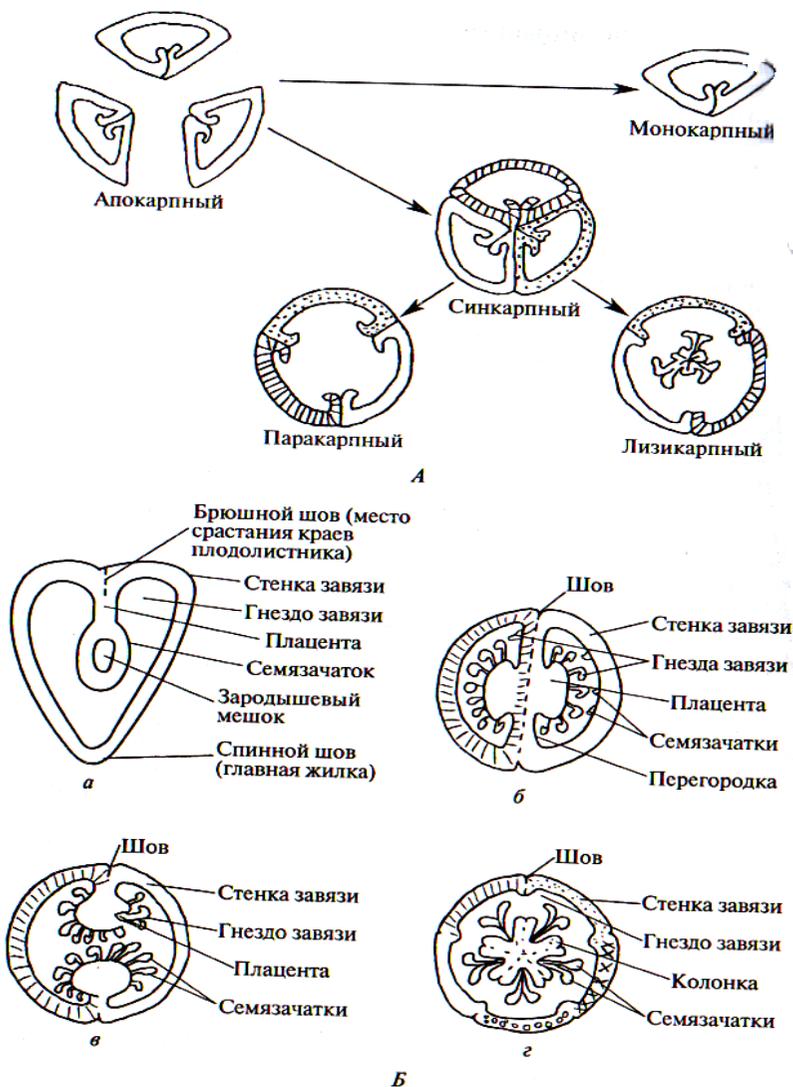


Рис. 55. Гинецей:

А – генетическая классификация гинецея; Б – типы гинецея на примерах: а – одногнездной завязи гороха посевного; б – двугнездной завязи картофеля; в – одногнездной завязи крыжовника обыкновенного; г - одногнездной завязи горлицы кукушкина

Типы гинецея:

- монокарпный – пестик, образованный одним плодолистиком;
- апокарпный – два или более пестиков, каждый из которых образован одним плодолистиком;
- ценокарпный – один пестик, образован несколькими плодолистиками.

В зависимости от способа срастания, количества гнезд в завязи различают типы ценокарпного гинецея (синкарпный, лизикарпный, паракарпный).

Различают следующие типы завязи:

- верхняя - завязь крепится к цветоложу только своим основанием (картофель, калужница);
- нижняя - если погружена в цветоложе и срастается со стенками цветоложа (огурец, тыква);
- полунижняя - верхняя часть завязи свободная, а нижняя срастается с цветоложем (бузина, роза).

В зависимости от типа завязи различают следующие цветки: подпестичные, надпестичные и полунадпестичные.

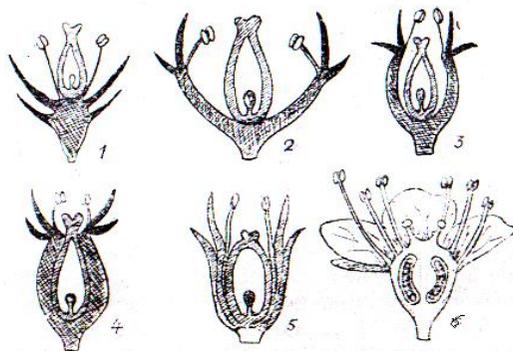


Рис. 56. Типы завязей:

1 - верхняя завязь, цветок подпестичный; 2, 3 - верхняя завязь, цветок околопестичный; 4 - нижняя завязь, образованная цветоложем и плодолистиками, цветок надпестичный; 5 - нижняя завязь, образованная плодолистиками, сросшимися с нижними ча-

стями чашелистиков, лепестков и тычинок, цветок подпестичный; б - полунижняя завязь, цветок полунадпестичный

Внутри завязи пестика находятся семязачатки, которые крепятся к стенкам завязи короткими семяножками. Места прикрепления их к стенкам завязи называются плацентами. Семязачатки на плодолистиках различных растений размещаются неодинаково. Порядок размещения семязачатков на плодолистике называется плацентацией.

Типы плацентации:

- пристенная (париентальная) - семязачатки занимают боковые части адаксиальной (внутренней) стенки завязи в тех местах, где срастаются края плодолистика;

- угловая - семязачатки сидят по краю срастания плодолистиков, в центре замкнутой завязи;

- колончатая, или свободная - характеризуется расположением семязачатков на свободном колончатом образовании завязи.

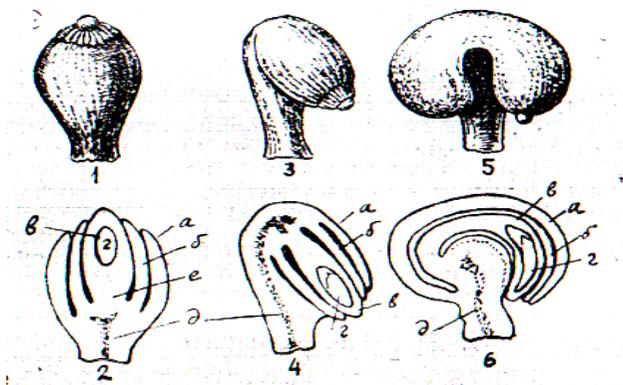


Рис. 57. Различные формы семязчатков:

1 и 2 – прямой - атропный; 3, 4 – обратный - анатропный; 5, 6 - согнутый - кампилотропный (1, 3, 5 - внешний вид; 2, 4, 6 – семязчатки в разрезе; а - наружный интегумент; б - внутренний интегумент; в - нуцеллус; г - зародышевый мешок; д - проводящий пучок; е - халаза)

Семязчатки бывают трех типов: прямые (атропные), обратные (анатропные) и согнутые (кампилотропные).

Мегаспорогенез - развитие зародышевого мешка. В семязчатке мегаспорогенез начинается с заложения археспория. Одна из клеток нуцеллуса против микропиле обособляется, увеличивается. Материнская клетка делится путем мейоза, образуя тетраду спор. Из четырех гаплоидных мегаспор три дегенерируют, а одна прорастает в женский гаметофит (зародышевый мешок). Внутри зародышевого мешка ядро делится трижды, образовавшиеся восемь ядер расходятся по четыре к полюсам мешка. Затем по одному ядру от каждой четверки передвигаются к центру клетки и сливаются, образуя вторичное ядро зародышевого мешка. Около микропиле образуется яйцевой аппарат из трех клеток, возникших из трех ядер, вокруг которых сконцентрировалась цитоплазма. Одна из трех клеток будет яйцеклеткой, остальные две - синергиды. На халазном конце зародышевого мешка располагаются три клетки- антиподы.

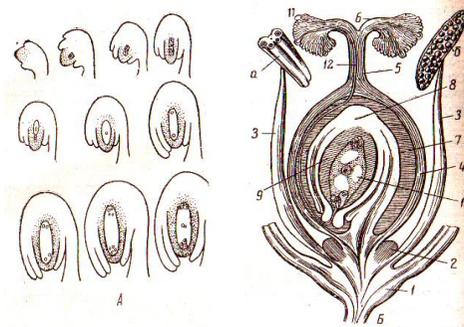


Рис. 58. Развитие семязчатка (А) и схема строения пестика, тычинок и роста пыльцевой трубки (Б):

1 - цветоложе; 2- нектарники; 3 - две тычинки, пыльник одной (а) разрезан поперек, пыльник другой (б), разрезан вдоль; 4 - стенка завязи; 5 - столбик; 6 - рыльце (в завязи один анатропный семязчаток с двумя покровами), 7 - семязчаток; 8 - халаза; 9- нуцеллус; 10 - зародышевый мешок с тремя антиподами, вторичным ядром, яйцеклеткой и двумя синергидами; 11 - пылинки,

прорастающие на рыльце в пыльцевые трубки, одна из которых 12 тянется через столбик и завязь к пыльцевходу

Семязачаток покрыт одним или двумя покровами - интегументами. Там, где своими концами они не срастаются, образуется микроскопическое отверстие - пыльцевход (микропиле). Часть семязачатка, откуда отходят интегументы, называется халазой. Внутри семязачатка находится многоклеточное образование - нуцеллус.

### *Вопросы*

1. Что такое гинецей, пестик, плодolistик?
2. Какая разница между простым и сложным гинецеем?
3. Как определить какой тип гинецея – апокарпный или синкарпный?
4. Какие бывают типы синкарпного гинецея?
5. В чем различие между верхней, нижней и полунижней завязью?
6. Как устроен семязачаток?
7. Что такое зародышевый мешок, из чего он образуется?

## 6.4 СОЦВЕТИЯ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Цветки на стеблях растений редко расположены по одиночке (мак, тюльпан). Одиночные цветки чаще всего венчают главную ось побега, а также побеги последующих порядков. Нередко встречаются пазушные одиночные цветки. Считается, что терминальное (верхушечное) положение одиночных цветков - явление их первичности. Терминальные крупные цветки характерны для древнейших древесных растений. У явно эволюционно-продвинутых групп растений одиночные цветки представляют собой остаточные элементы сильно редуцированных соцветий. У большинства растений цветки собраны в соцветия.

Соцветие - это ветвь растения, несущая группу цветков и видоизмененные вегетативные листья (прицветники и прицветнички), расположенные в определенном порядке. Эволюция соцветий шла в направлении увеличения количества цветков и объединения их в компактные группы, которые лучше заметны для опыляющих насекомых.

По способу ветвления различают два основных типа соцветий - моноподиальные и симподиальные.

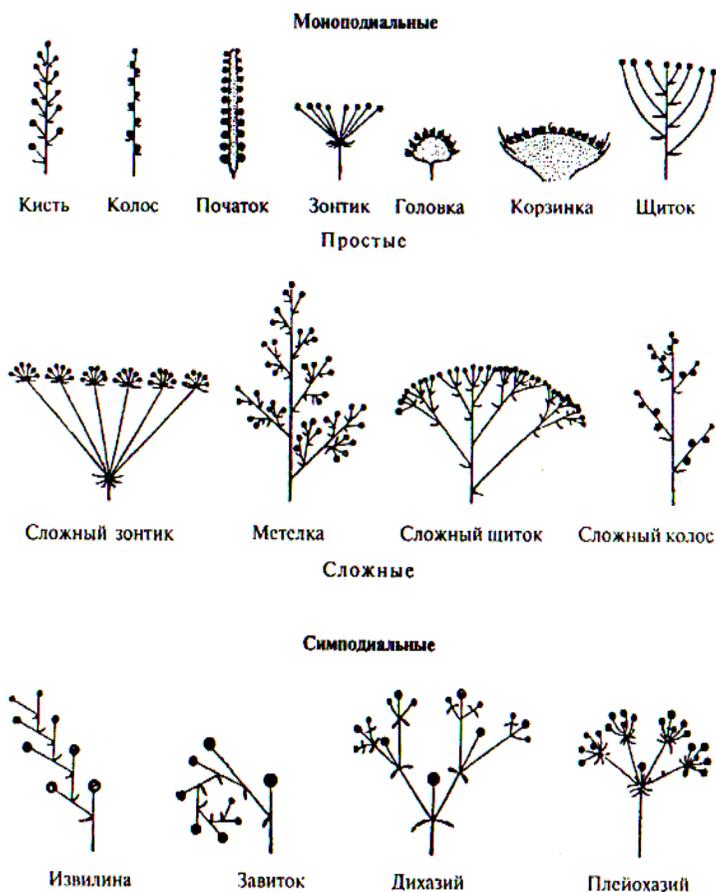


Рис. 59. Схемы соцветий

У моноподиальных (ботрических, рацемозных) соцветий число боковых ветвей неопределенно, поэтому их называют еще неопределенными. Четко выражен главный стержень, развитие цветков осуществляется в акропетальном порядке (от основания к вершине) или центростремительно, если цветки расположены в одной плоскости, как у соцветий щиток, зонтик. Ветвление у них моноподиальное.

Симподиальные соцветия (цимозные, верхушечные) называют еще определенными, так как число ветвей определенное и постоянное в рамках вида. Главная ось соцветия не выражена. Цветки развиваются базипетально (от верхушки соцветия к основанию) или центробежно (от центра к периферии). Таким образом, самый старый цветок у симподиальных соцветий находится на вершине оси или в центре соцветия. Ветвление у них чаще симподиальное, реже ложнодихотомическое.

Моноподиальные соцветия делятся на простые и сложные. У простых соцветий цветки расположены непосредственно на оси первого порядка (сидячие) или на цветоножках, т.е. на верхушке оси второго порядка.

К простым моноподиальным соцветиям относят:

- кисть (*racemus, botrus*) - цветки на цветоножках расположены спирально на удлиненной оси в пазухах прицветников (люпин) или прицветники отсутствуют (капуста, черемуха, ландыш).

- простой колос (*spica*) - многочисленные цветки, сидячие на удлиненной оси (вербена, подорожник).

- початок (*spadix*) - соцветие с утолщенной осью и сидячими боковыми цветками, обычно окружен одним или несколькими прицветными листьями (покрывало) - (аир, белокрыльник).

- зонтик (*umbrella*) главная ось укороченная, а цветоножки, имеющие почти одинаковую длину, выходят из очень

сближенных узлов, цветки расположены в одной плоскости (лук, сусак, вишня, чистотел, примула, женьшень).

- головка (capitulum) - соцветие с укороченной, булавовидной расширенной осью первого порядка, цветоножек или нет, или они очень короткие (клевер, люцерна хмелевая).

- корзинка (calathidium) - соцветие с расширенной в виде диска осью и сидячими плотно сомкнутыми мелкими цветками. Верхушечные листья скучены и образуют обвертку (подсолнечник, ромашка, астра).

- щиток (corymbus) - кисть, у которой цветки на цветоножках отходят от главной оси на разных уровнях. Цветки расположены в одной плоскости вследствие неравной длины цветоножек (груша, боярышник).

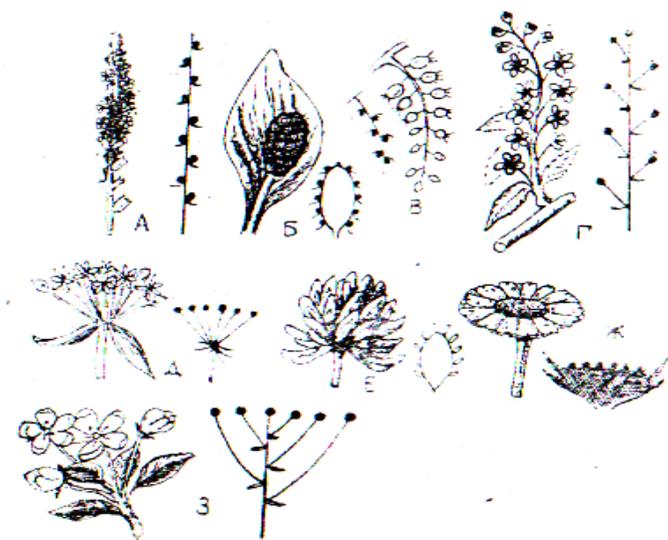


Рис. 60. Простые моноподиальные соцветия:

А- колос вербены; Б – початок белокрыльника; В – сережка тополя; Г – кисть черемухи; Д – зонтик лука; Е – головка клевера; Ж – корзинка календулы; З – щиток груши

Моноподиальные сложные соцветия характеризуются тем, что оси второго порядка несут не отдельные цветки, а простые соцветия. К ним относят:

- сложный колос (*spica composita*) - соцветие, на главной оси которого расположены сидячие простые колоски, состоящие из одного (ячмень) или нескольких цветков (рожь, пшеница);

- сложный зонтик (*umbrella composita*) - оси первого порядка расположены в виде зонтика, а оси второго порядка - в виде простого зонтика. Нередко в соцветии могут быть обертки и оберточники (морковь) или только оберточники (крупыр);

- сложная метелка или кисть (*panicula*) - главная ось соцветия несет боковые ветвящиеся удлиненные оси различных порядков, заканчивающиеся цветками (овес, овсяница, мятлик, мужское соцветие кукурузы);

- султан или ложный колос - в отличие от сложного колоса у этого соцветия цветки сидят на очень коротких цветоножках. Султан занимает промежуточное положение между колосом и метелкой, поэтому его называют колосовидной метелкой (тимофеевка, лисохвост);

- сложный щиток (*corymbus composita*), или щитковидная метелка. Оси второго порядка расположены в виде щитка, несут простой щиток, ветви которого заканчиваются цветком или соцветием (бузина, калина, тысячелистник);

- сережки (*amentum*) - соцветие построено как колос или кисть, но с поникающей вниз осью. На главной оси расположены отдельные цветки или мелкие соцветия (береза, тополь, ольха);

- сложный початок (*spadix composita*) - на расширенной оси сидят на укороченных цветоножках по два цветка, плодущий и бесплодный (женское соцветие кукурузы).

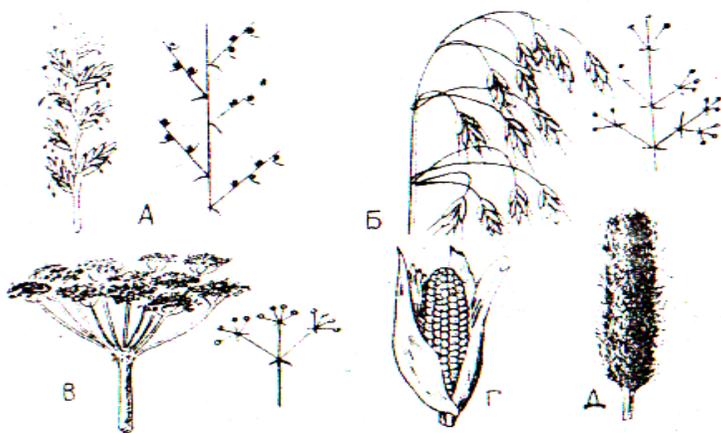


Рис. 61. Сложные моноподиальные соцветия:

А – сложный колос (пырей); Б – сложная метелка (рис); В – сложный зонтик (тмин); Г – сложный початок (кукуруза); Д – султан (лисохвост)

Симподиальные соцветия делятся на следующие группы:

- монохазий - рост главной оси соцветия продолжает одна боковая ось различных порядков, встречается в виде завитков и извилин. У соцветия завиток рост главной оси продолжается боковыми осями различных порядков в одном направлении (незабудка, окопник, картофель). При формировании соцветия извилина рост главной оси продолжается боковыми осями разных порядков в двух направлениях (гладиолус, манжетка, ирис);

- дихазий (развиллина) - под цветком главной оси образуется две супротивные ветви (оси), заканчивающиеся цветком. В дальнейшем каждая из этих осей снова образует две супротивные ветви следующего порядка (ясколка, голицвет, мыльнянка, звездчатка). Образуется при супротивном листорасположении;

- плейохазий (ложный зонтик) - соцветие, от главной

оси которого, несущей один верхушечный цветок, образуется несколько боковых осей, расположенных мутовкой, перерастающих главную ось (молочай), и заканчивается цветками. Образуется при мутовчатом листорасположении;

- ложная мутовка и полумутовка - цветки расположены вокруг стебля в одной плоскости в пазухе супротивных листьев (яснотка);

- тирс – сложное соцветие с моноподиально нарастающей главной осью и симподиально нарастающими боковыми соцветиями. Степень разветвления боковых соцветий уменьшается от основания к верхушке, что придает тирсу пирамидальную форму (мята перечная).



Рис. 62. Схема симподиальных соцветий:

1 – завиток (окопник); 2 – извилина (манжетка); 3- дихазий (звездчатка); 4 и 4а – плеихазий

### Вопросы

1. Что такое соцветие?
2. В чем отличие моноподиальных и симподиальных соцветий?
3. Каковы характерные признаки каждого из простых соцветий?
4. Привести примеры сложных моноподиальных соцветий.

## 6.5 СТРОЕНИЕ СЕМЯН И ИХ ПРОРАСТАНИЕ

Семя – формируется из семязачатка в результате двойного оплодотворения. Оно имеет покровы (семенная кожура), зародыш и запасающую питательную ткань.

Семенная кожура развивается из интегументов семязачатка и защищает зародыш от повреждений, света, высыхания и преждевременного прорастания.

Зародыш развивается из диплоидной зиготы при слиянии спермия с яйцеклеткой.

Запасающая питательная ткань может быть в виде эндосперма (триплоидная ткань). Он образуется раньше зародыша и служит для его питания, может быть весь поглощен растущим зародышем (бобовые) или превратиться в крупноклеточную запасающую ткань (злаки).

Перисперм (диплоидная ткань) – образуется из нуцеллуса. У большинства растений он расходуется в процессе развития зародышевого мешка, зародыша и эндосперма, у некоторых сохраняется и в зрелом семени, превращаясь в перисперм.

Семена фасоли без эндосперма, покрыты толстой семенной кожурой. На узкой вогнутой стороне имеется рубчик (место прикрепления семяножки к семени). Над ним маленькое отверстие – семявход (бывшее микропиле). Над семявходом находится небольшой бугорок – зародышевый корешок. При прорастании семени он первым выходит наружу через семявход. Под рубчиком расположен семяшов – небольшой вырост (след от срастания двусторонне изогнутого семязачатка с семяножкой). Семядоли соединены между собой стебельком зародыша. От стебелька в одну сторону отходит зародышевый корешок, в другую – верхушечная почечка. Она состоит из двух листочков, между которыми находится конус нарастания.

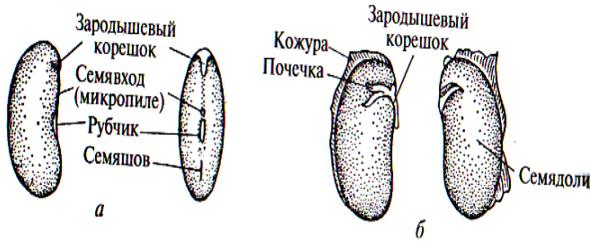


Рис. 63. Строение семени фасоли:

а – внешний вид; б - продольный разрез

У семян злаковых семенная кожура плотно срастается с кожистым околоплодником.

При изучении зародыша зерновки пшеницы выделяют: щиток (семядоля зародыша) примыкает к эндосперму. Почечка покрыта наружным листом – колеоптелем, под которым виден конус нарастания с зачаточными листьями. Почечка сидит на коротком стебельке, переходящем в корешок с корневым чехликом. Снаружи корешок окружен корневым влагалищем – колеоризой. На противоположной от щитка стороне зародыша есть маленький вырост - эпибласт.



Рис. 64. Зерновка пшеницы:

А – продольный срез зерновки; Б – продольный срез зародыша

По месту отложения запасных питательных веществ семена делят на семена:

- с эндоспермом и периспермом (кувшинка, кубышка, лотос, перец черный, имбирь);

- с периспермом (представители семейства Гвоздичных, Маревых);

- с эндоспермом (представители семейств Пасленовых, Сельдереяных, Мятликовых);

- без эндосперма и перисперма (семейства Бобовых, Тыквенных, Астровых).

Запасными питательными веществами могут быть: крахмал, жиры, белки, гемицеллюлоза. Семена ржи, пшеницы, ячменя могут содержать до 65 - 67% крахмала; клешевины обыкновенной – до 70% масла, 23% - у льна обыкновенного, 34-45 % у сои. В семенах дикорастущих растений в основном запасным веществом являются жирные масла.

Сухие семена содержат 7-12% воды.

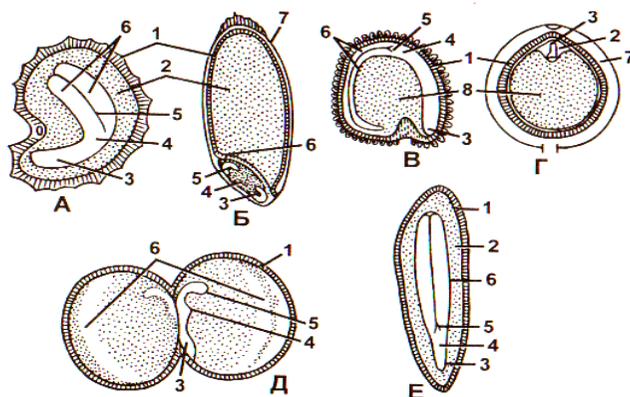


Рис. 65. Типы семян:

А – с эндоспермом, окружающим зародыш (мак); Б – с эндоспермом, лежащим рядом с зародышем (пшеница); В - с периспермом (куколь); с эндоспермом, окружающим зародыш, и мощным периспермом (перец); Д - с запасными продуктами, отложенными в семядолях зародыша (горох); Е – с эндоспермом и запасными питательными продуктами, отложенными в семядолях зародыша (лен); 1 - спермодерма; 2 – эндосперм; 3- корешок; 4 – стебелек; 5 – почка; 6 - семядоля (3-6) зародыш; 7 – околоплодник; 8- перисперм (по Хржановскому и соавт.)

Прорастание семян – переход от состояния покоя к росту зародыша и формированию проростка. Семена начинают прорасти при наличии воды, тепла и воздуха.

Из разрыва кожуры или семявхода первым выходит зародышевый корешок, дает начало главному корню. Он укрепляет растение в почве и начинает самостоятельно всасывать воду и минеральные вещества. Затем трогается в рост верхушечная почечка, формируется главный побег растения. Зародыш превращается в проросток.

Строение проростка зависит от типа прорастания семени. При подземном прорастании семядоли выносятся из почвы. Вынос семядолей происходит за счет интенсивного роста подсемядольного колена – гипокотилия (фасоль, огурец, тыква, подсолнечник, клен). Гипокотиль – участок стебля между корнем и семядолями, эпикотиль (надсемядольное колено) – участок стебля между семядолями и почечкой или первым листом.

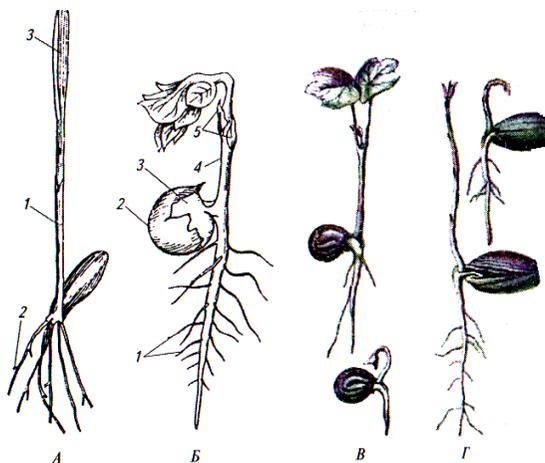


Рис. 66. Подземное прорастание:

А – зерновки пшеницы: 1 – coleoptиль; 2 – корни; 3 – первый лист;  
Б – гороха: 1- корни; 2 - семенная кожура; 3 - семядоли; 4 - эпикотиль; 5 - первые листья; В – семени настурции; Г – желудя дуба

При надземном прорастании после появления корня гипокотиль удлиняется и коленообразно сгибается. Благодаря этому верхушка побега постепенно вытягивается из почвы, гипокотиль выпрямляется и выносит из почвы семядоли и почечку. Семядоли зеленеют и участвуют в фотосинтезе. Затем семядоли вянут и опадают.

При подземном прорастании семядоли не выносятся на поверхность, а остаются в почве и служат вместилищем запасных питательных веществ, которые затем поступают в проросток.

При посеве семени с подземным прорастанием заделывают глубже, чем с надземным.

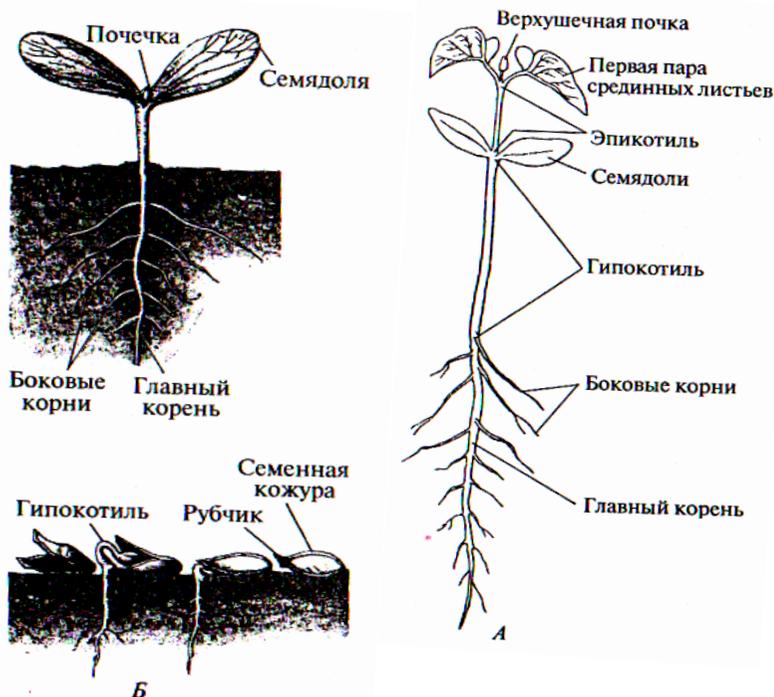


Рис. 67. Надземное прорастание:  
 А – прорастание семени фасоли; Б - прорастание семени тыквы

### *Вопросы*

1. Из каких частей семязачатка образуются кожура семени, зародыш, эндосперм?
2. По какому признаку классифицируют семена?
3. Из чего образуется перисперм и чем он отличается от эндосперма?
4. Как устроены зародыши фасоли и пшеницы?
5. Какую функцию выполняют семядоли у фасоли и пшеницы?
6. Что такое колеоптиль, колеориза, эпибласт?
7. Что такое щиток и его функция?

### 6.6 СТРОЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПЛОДОВ

У цветковых растений семена развиваются в плодах, а плод обычно формируется из завязи пестика.

Каждый плод состоит из околоплодника (видоизмененная стенка завязи) и одного или многих семян. Плоды надежно защищают семена от повреждений и способствуют их распространению. Они разнообразны по происхождению околоплодника, структуре, форме, размерам, окраске. Величина плодов варьирует от долей миллиметра (мятлик, полынь) до 0,5 - 1 м (тропические лианы).

Классификация плодов учитывает следующие показатели: консистенция околоплодника (сухие или сочные плоды); число семян (многосемянной или односемянной плод); особенности раскрывания плода (не вскрывающие и вскрывающие).

В зависимости от типа завязи, из которой развиваются плоды, их подразделяют на: верхние (настоящие), образованные только плодолистиками пестика, и нижние (ложные плоды), в формировании которых, кроме плодолистиков, принимают участие и другие части цветка (сильно разросшееся цветоложе, чашечка, весь венчик или нижние основания тычинок).

В отдельную обособленную группу выделяют соплодия, т.е. множество плодов, сформированных из целого соцветия, но расположенных близко, тесно друг к другу (клубочки свеклы). Соплодия разнообразны по структуре (шелковица, инжир, ананас).

Простой плод когда в его образовании принимает участие только один пестик (горох). Если простые плоды распадаются по гнездам (морковь, клең, яснотка), такие плоды называются дробными. Сложные (сборные) плоды, образуются несколькими пестиками одного цветка (лютик).

Простые, сухие, односемянные, нераскрывающиеся плоды:

- зерновка с пленчатым околоплодником, срастающимся с семенем (пшеница, рожь, ячмень, овес, овсяница и др.);

- семянка с пленчатым или плотным кожистым околоплодником, не срастающимся с семенем (подсолнечник, сафлор). У некоторых растений семянки могут иметь крыловидные выросты - крылатки (ясень), волоски - летучки (одуванчик);

- орех с очень твердым, часто толстым, плотным деревянистым околоплодником (лещина). Орех малых размеров называют орешком (гречиха, липа, осоки);

- желудь с плотным кожистым околоплодником, при плодах всегда есть плюска, образуется в результате срастания деревянистых прицветных чешуй (дуб, каштан).

Простые, сухие, многосемянные, раскрывающиеся плоды:

- листовка, формируется одним плодолистиком, сросшимся по краям, раскрывается по одному шву (ваточник);

- боб, формируется одним плодолистиком, но раскрывается двумя створками сверху вниз по двум швам (бобы, горох, фасоль, люпин). Боб может быть односемян-

ным, нерастрескивающимся (клевер, эспарцет);

- стручок, двугнездный плод, раскрывается двумя створками снизу вверх, между ними имеется специальная перегородка, к которой крепятся семена (капуста, брюква, рапс). Стручки могут быть членистыми, распадающимися поперечно на отдельные составные членики (дикая редька);

- стручочек - длина равна ширине или превышает ее, но не более чем в 3 раза (пастушья сумка, ярутка).

- коробочка, формируется несколькими плодолистиками и раскрывается по-разному: створками, дырочками, зубчиками, крышечками (мак, лен, хлопчатник, табак, белена, дурман, гвоздика).



Рис. 68. Сухие плоды:

1 – семянка; 2 – двусемянка; 3 – крылатка; 4 – двукрылатка; 5 – семянка с прицепками; 6 – семянки с летучками; 7 – самозарывающаяся зерновка с летучкой; 8 – орех; 9 – зерновка; 10 – листовка; 11 – боб; 12 – стручок; 13 – стручочек; 14, 15, 16 – коробочки; 17 – сборная листовка

- коробочка, формируется несколькими плодолистиками и раскрывается по-разному: створками, дырочками, зубчиками, крышечками (мак, лен, хлопчатник, табак, белена, дурман, гвоздика).

Сочные плоды имеют мягкий, сочный околоплодник, который содержат большое количество воды (нередко до 85-90%).

Многосемянные сочные плоды:

- ягода, обычно формируется из одного или нескольких плодолистиков. Околоплодник состоит из двух слоев - экзокарпия и мезокарпия (виноград, томаты, картофель). Ягода по происхождению может быть ложной (брусника, клюква, крыжовник, черника);

- тыква, формируется нижней завязью, образован тремя плодолистиками с очень плотной и твердой наружной частью околоплодника. В образовании мякоти принимает участие трубка чашечки и разросшиеся плаценты (тыква, арбуз, огурец, кабачок, патиссон);

- яблоко, образуется из 5-гнездной нижней завязи. Кроме завязи в образовании плода принимают участие цветоложе и чашечка. Это многосемянный сочный плод с мясистой, мягкой наружной частью околоплодника и хрящеватой, перепончатой внутренней (яблоня, груша, боярышник, рябина, ирга);

- померанец - плод цитрусовых. Наружная часть околоплодника толстокожистая, яркоокрашенная, с многочисленными эфиромасличными желёзками. Срединная часть сухая, губчатая, белая. Внутренняя часть (эндокарпий) очень мясистая и сочная, образована разросшимися волокнами внутреннего эпидермиса завязи в виде мешочков, заполненных соком (апельсин, мандарин, лимон, грейпфрут);

Односемянные сочные плоды:

- костянка, формируется обычно из верхней завязи (вишня, черемуха, черешня, слива, абрикос, персик). Из-

редка встречается сухая костянка (миндаль, орехи (грецкий и др.).

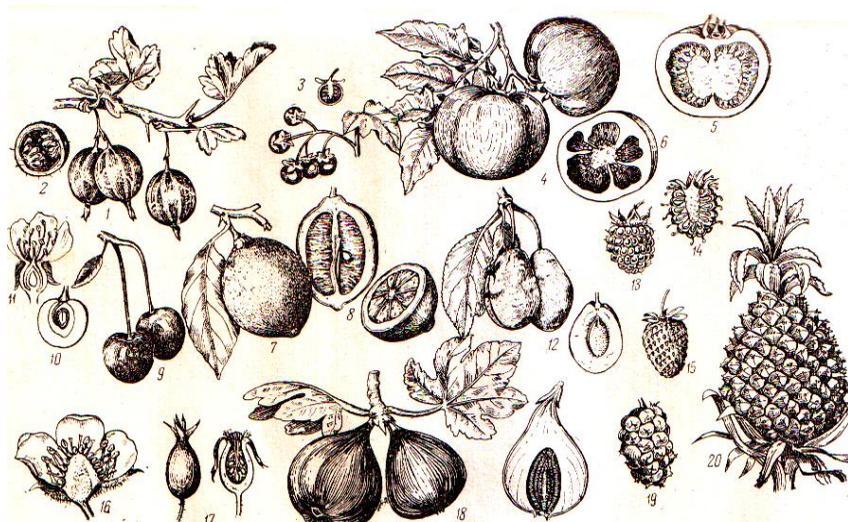


Рис. 69. Сочные плоды:

1- ягода (крыжовник); 2 – ягода крыжовника в разрезе; 3 – ягода (паслен черный); 4 – ягода (томат); 5,6 - многогнездная ягода томата в разрезе; 7,8 – померанец (лимон); 9,10 – костянка (вишня); 11 – цветок вишни; 12 – костянка (слива); 13 – сложная костянка; 14 – сложная костянка в разрезе; 15 – ложный плод (земляника); 16 – цветок земляники в разрезе; 17 – ложный плод (шиповник); 18 - соплодие (винная ягода – инжир); 19 – соплодие (шелковица); 20 – соплодие (ананас)

Сборные (сложные) плоды и соплодия:

- сборная листовка - сухой плод (водосбор, калужница);
- сборная семянка - сухой плод (ломоноос, василистник);
- сборная зерновка (кукуруза);

- сборный орешек - сухой (лютик, лапчатка) и сочный или земляниковидный плод, мякоть которого сформирована сильно разросшимся мясистым цветоложем, в которое погружены многочисленные орешки (земляника, клубника);

- сборная костянка - сочный плод (малина, ежевика);
- соплодия сухие (клубочки), образовались в результате срастания от двух до восьми плодов (свекла);
- соплодия сочные, разнообразные по строению (тута, или шелковица, инжир, ананас).

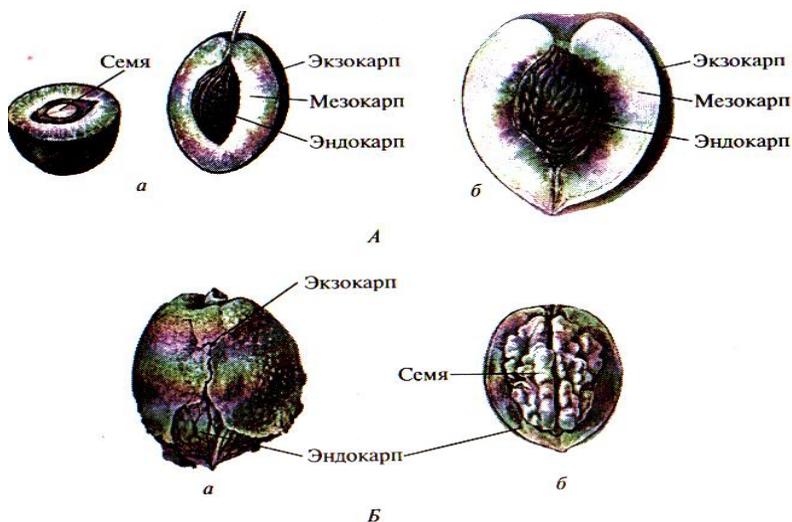


Рис. 70. Простые сочные односемянные плоды:

А – костянка: а – слива, б – персик; Б – сухая костянка грецкого ореха: а – внешний вид плода с растрескавшимся экзо- и мезокарпом, б – вскрытый плод с семенем

Завязь - основа плода, из ее стенки формируется околоплодник (перикарп). Состоит из трех слоев: экзокарпия (внеплодник) - наружного пленчатого слоя, мезокарпия (межплодник) - сочной и душистой мякоти плода и эндокарпия (внутриплодник) - внутреннего плотного деревянистого слоя, надежно защищающего семя.

Внеплодник образуется из наружной эпидермы, обычно он тонкий и претерпевает незначительные изменения (плод вишни), может разрастаться - желтый или оран-

жевый экзокарп лимона или апельсина с вместилищами эфирных масел. Межплодник - средняя часть стенки завязи, разрастается больше всего. В сухих плодах оболочки клеток межплодника могут одревесневать, и он становится твердым (лещина). В сочных, наоборот, межплодник становится мясистым, сочным (абрикос, персик), белый рыхлый ватообразный (цитрусовые). Внутриплодник может стать пленчатым, кожистым или видоизмениться в косточку (вишня, слива).

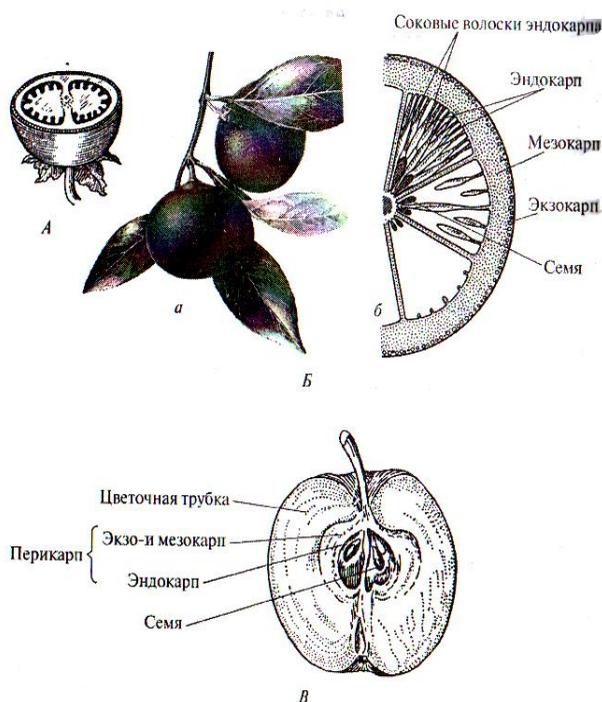


Рис. 71. Простые сочные многосемянные плоды:  
 А – ягода картофеля (поперечный разрез); Б – померанец мандарина: а - побег с плодами; б – поперечный разрез плода (схема); В – яблоко яблони домашней (продольный разрез)

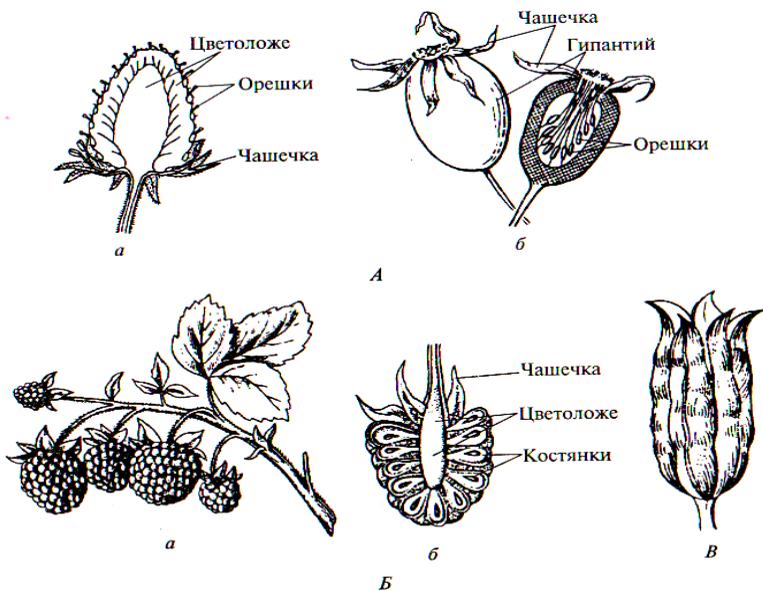


Рис.72. Сборные плоды:

А – сборный орешек: а – земляники, б – шиповника; Б – сборная костянка малины обыкновенной: а – побег с плодами, б – продольный разрез плода (схема); В – сборная листовка водосбора обыкновенного

### Вопросы

1. Из чего образуется плод?
2. Из каких слоев состоит околоплодник?
3. В чем разница между простыми и сборными, настоящими и ложными плодами?
4. Что такое соплодие?
5. В чем разница между бобом и стручком, зерновкой, семянкой и орешком?
6. В чем сходство и отличие между ягодой и яблоком?
7. Назовите характерные признаки костянки.
8. Определить различие между дробными и членистыми плодами.

# ГЛОССАРИЙ

## 1. Цитология растительной клетки

**Алейроновые зерна** – зерна запасного белка в клетках запасующих тканей.

**Антохлор** – пигмент клеточного сока цветков, окрашивающий их в желтый цвет.

**Антоцианы** – пигменты клеточного сока цветков, плодов, листьев растений, окрашивающие их в розовый, красный, голубой, фиолетовый цвета и их различные сочетания.

**Апертура поры** – выход порового канала в цитоплазму.

**Апопласт** – свободное пространство, приуроченное к внецитоплазматическим компонентам ткани растений (к клеточным оболочкам и межклетникам), по которым осуществляется свободная диффузия веществ

**Биомембраны** – тончайшие липопротеидные пленки, толщиной 0,4 -10 нм

**Вакуоли** – полости в цитоплазме растительных клеток, ограниченные одинарной мембраной (тонопластом) и заполненные клеточным соком

**Граны** – группы дисковидных тилакоидов

**Дедифференциация** – переход специализированных клеток из одного состояния в другое с предшествующими делениями или непосредственно

**Дифференциация** – комплекс процессов, приводящих к различиям между дочерними клетками, а также между материнскими и дочерними клетками

**Диктиосома** – структурно – функциональная единица комплекса Гольджи, в растительных клетках диктиосомы обособлены

**Друзы** – сросшиеся кристаллы оксалата кальция, образующиеся в клетках многих растений.

**Замыкающая пленка поры** – перегородка между парой пор, состоящая из двух первичных клеточных стенок соседних клеток и срединной пластинки между ними.

**Клеточная оболочка** – структурное образование на периферии клетки, придающее ей прочность, сохраняющее ее форму и защищающее протопласт.

**Клеточный сок** – содержимое вакуоли.

**Кутикула** (от лат. cuticula – *кожица*) – тонкий слой на поверхности клеток эпидермы, образованный жироподобным веществом кутином и растительным воском.

**Кутинизация** – пропитка наружной стенки клеточной оболочки эпидермальных клеток кутином

**Лигнин** (от лат. lignum – *древесина*) – полимер, образованный ароматическими спиртами, откладывается в матрикс клеточной стенки. Его отложение – *лигнификация*, или *одревеснение*, приводит к изменению свойств оболочек клеток – снижению эластичности, повышению твердости и прочности.

**Мацерация** – процесс разрушения срединной пластинки, приводящий к разъединению клеток.

**Митохондрия** – органоид эукариотической клетки, обеспечивающий организм энергией

**Пластиды** – органоиды высших растений. Подразделяются на:

– *лейкопласты* (от греч. leukos – *белый* + plastes – *фигура*) – бесцветные пластиды, выполняющие функцию синтеза и запаса белков, жиров и углеводов;

– *хлоропласты* (от греч. chloros – *зеленый* + plastes – *фигура*) – зеленые пластиды растительных клеток, содержат пигмент хлорофилл;

– *хромoplastы* (от греч. *chroma* – *цвет* + *plastes* – *фигура*) – пластиды, содержащие желтый пигмент (ксантофилл) и оранжевый (каротин).

**Пролиферация** – новообразование клеток и тканей путем размножения

**Рибосома** – органоид клетки, осуществляющий биосинтез белка

**Ростовой цикл** – рост популяции клеток, характеризующийся сигмоидальной кривой. Фазы ростового цикла: латентная, экспоненциальная, замедления роста, стационарная, деградация

**Симпласт** – совокупность протопластов растительных клеток, соединенных протоплазматическими нитями – плазмодесмами

**Стволовые клетки** – камбиальные клетки, родоначальные клетки в обновляющихся тканях растений и животных

**Тилакоиды** – система основных структурных единиц хлоропластов в виде уплощенных замкнутых карманов, в мембране которых локализованы пигменты

**Тотипотентность** – свойство клеток реализовать генетическую информацию ядра, обеспечивающего их дифференцировку, а также развитие до целого организма

**Хлоропласты** – внутриклеточные органоиды (пластиды) растений, в которых осуществляется фотосинтез

**Цитоплазма** – обязательная часть клетки, заключенная между плазмолеммой и ядром; состоит из коллоидной системы гиалоплазмы с находящимися в ней органоидами.

## 2. Гистология растений

**Апекс** (от лат. *apex* – *верхушка*) – конус нарастания, верхушечная часть побега или корня растений, состоящая

из меристемы, дающая начало всем тканям осевых органов и определяющая их рост в длину.

**Апикальный** – верхушечный.

**Веламен** – многослойная эпидерма, всасывающая ткань на корнях эпифитов

**Гидатоды** (*водяные устьица*) (от греч. *hydatos* – вода + *hodos* – путь, дорога) – комплекс клеток в листе растения, обеспечивающий выделение из растения капельножидкой воды.

**Гистогенез** – дифференциация клеток на ткани

**Интеркалярный** (от лат. *intercalare* – вставлять) – вставочный.

**Идиобласты** (от греч. *idios* – особый + *blastos* – росток) – одиночные клетки, включенные в какую-либо ткань и отличающиеся от клеток этой ткани размером, формой, функцией.

**Каллоза** – полисахарид, который откладывается на поверхности ситовидных пластинок и приводит к прекращению транспорта через них веществ.

**Каллюс** (*мозолистое тело*) – крупные отложения каллозы.

**Камбий** – вторичная боковая меристема, однорядный слой клеток образовательной ткани, за счет которого осуществляется вторичное утолщение стеблей и корней голосеменных и двудольных растений

**Колленхима** – механическая ткань главным образом первичной коры молодых стеблей двудольных растений

**Конус нарастания** – дистальная часть апекса побега и корня, сложенная особыми клетками – инициалами (или инициалью) верхушечной меристемы и ближайшими их производными

**Корка** (ритидом) – многослойная мертвая ткань, образованная перидермой и слоями отмерших клеток.

**Ксилема**, или **древесина** (от греч. *xylon* – *дерево*), – водопроводящая ткань цветковых растений.

**Латеральный** (от лат. *lateralis*) – боковой.

**Либриформ** (*древесное волокно*) – специализированный механический элемент древесины.

**Лизигенные вместилища выделений** (от греч. *lysis* – *растворение, распад*) – каналы внутренней выделительной ткани, образовавшиеся в результате растворения клеток.

**Межклетники** – межклеточные пространства, которые возникают в органах растений в процессе гистогенеза.

**Млечники** – клетки некоторых цветковых растений, содержащие в вакуолях млечный сок, бывают *членистые и нечленистые млечники*:

– *нечленистые* – представляют собой одну гигантскую клетку, которая, возникнув у зародыша, растет и ветвится, пронизывая все органы растения;

– *членистые млечники* – образуются из многих отдельных клеток, которые сливаются в сплошную разветвленную систему

**Млечный сок** – содержимое вакуолей млечников; обычно молочно-белого цвета, но иногда яркий, например, ярко-оранжевый у чистотела.

**Меристема** (от греч. *meristos* – *делитель*) – образовательная ткань растений, долго сохраняющая способность к делению и возникновению новых клеток, отличается высокой метаболической активностью

**Паренхима** – основная ткань любого органа, образована живыми клетками.

**Перидерма** (от греч. *peri* – *вокруг* + *derma* – *кожица, кожа*) – вторичная покровная ткань высших растений, заменяющая эпидерму на стеблях и корнях по мере их роста

**Перфорации** (от лат. perforatio – *продырявливать*) – сквозные отверстия в поперечных клеточных стенках сосудов и ситовидных трубок растений.

**Проводящий пучок** – совокупность проводящих, механических, паренхимных тканей, сконцентрированных в одном пучке.

**Ризодерма** – наружный слой клеток молодого корешка с корневыми волосками

**Ритидом** – наружная часть коры, ежегодно наращивается за счет отмирания поверхностных слоев перидермы

**Ситовидная пластинка** – часть стенки членика ситовидной трубки с одним или несколькими ситовидными полями.

**Ситовидное поле** – группы перфораций на клеточной стенке членика ситовидной трубки.

**Ситовидные трубки** – проводящие элементы флоэмы цветковых растений, образуют непрерывные вертикальные столбики, у которых в месте контакта соседних клеток-члеников имеются ситовидные пластинки (ситовидные поля), пронизанные перфорациями.

**Склеренхима** – механическая ткань растений, состоящая из толстостенных, обычно одревесневших клеток двух типов – волокон и склереид

**Сосуд** – трубчатые элементы ксилемы, состоящие из расположенных встык вертикальных рядов удлинённых клеток (члеников сосудов), между которыми имеются перфорации.

**Схизогенные вместилища выделений** (от греч. shizen – *расходиться*) – вместилища, образованные в результате расхождения клеток.

**Типы проводящих пучков:**

– *коллатеральный* (бокобочный) (лат. *lateralis* – *боковой*) – ксилемная и флоэмная части примыкают друг к

другу одной стороной (боком), самый распространенный тип, встречается у большинства семенных растений;

– *биколлатеральный* (двубокобочный) (лат. bis – дважды + lateralis – боковой) – ксилемная часть пучка располагается между двумя фрагментами флоэмы; встречается в семействе тыквенных, пасленовых;

– *радиальный пучок* – ксилема и флоэма располагаются по своим радиусам, имеются в корнях первичного строения;

– *концентрический* – или ксилема окружает флоэму (амфивазальные пучки как у однодольных), или флоэма окружает ксилему (амфикрибральные пучки, как у папоротников);

– *открытые* – между ксилемой и флоэмой имеется камбий;

– *закрытые* – между ксилемой и флоэмой нет камбия;

– *полные* – есть ксилема и флоэма;

– *неполные* – состоят только из флоэмы или ксилемы.

**Ткань** – закономерно повторяющиеся группы клеток, имеющие общее происхождение, строение и выполняющие одну или несколько функций.

**Тилы** (от греч. tylos – *вздутие, утолщение*) – выросты клеток паренхимы, заполняющие полости сосудов и трахеид, что приводит к прекращению передвижения по ним веществ.

**Трахеиды** – входят в состав ксилемы (за исключением некоторых покрытосеменных) и выполняют водопроводящую и опорную функции.

**Трихомы** (от греч. trichos – *волос*) – выросты на поверхности эпидермы, выполняющие разнообразные функции.

**Устьице** – высокоспециализированное образование эпидермы, состоящее из двух замыкающих клеток и устьичной щели между ними, служащее для газообмена и транспирации.

**Феллема (пробка)** (от греч. *fellos* – *пробка*) – наружная часть вторичной покровной ткани растений – перидермы

**Феллоген** (пробковый камбий) (от греч. *fellos* – пробка + *genos* – род, происхождение) – вторичная латеральная меристема, образует перидерму, откладывает наружу феллему, а внутрь – феллодерму.

**Феллодерма** (от греч. *fellos* – *пробка* + *derma* – *кожища, кожа*) – внутренняя часть перидермы, образованная феллогеном.

**Флоэма или луб**, кора (от греч. *phloios* – *кора*), – проводящая ткань растений, осуществляющая транспорт продуктов фотосинтеза от листьев к местам потребления и отложения в запас

**Чечевичка** – участок перидермы с рыхло расположенными клетками, через которую у растений осуществляется газообмен.

**Эпидерма (эпидермис)** (от греч. *epi* – *на* + *derma* – *кожища, кожа*) – первичная покровная ткань растений, образующаяся из протодермы конуса нарастания на всех молодых листьях, стеблях, а также на плодах, цветках, семенах

**Эмергенцы** (от греч. *emargene* – *выдаваться*) – более мощные, чем трихомы, выросты на поверхности растений, в образовании которых участвует не только эпидерма, но и клетки нижележащих тканей.

### 3. Морфология семян и проростков

**Апомиксис** – размножение организмов, не сопровождающееся половым процессом

**Вернализация** – яровизация, воздействие низких температур, близких к замерзанию, на прорастающие семена

**Вивипария** – прорастание семян до их опадания с материнского растения

**Гаусторий** (от лат. *haustor* – *черпающий, пьющий*) – сосущий орган.

**Гипокотиль** (*подсемядольное колено*) – участок стебля проростка семенного растения ниже семядольного узла до начала корня.

**Жизненный цикл** – цикл развития, совокупность всех фаз развития, пройдя которые, обычно от зиготы, организм достигает зрелости и становится способным дать начало следующему поколению

**Колеоптиль** (от греч. *koleos* – *футляр* + *ptilon* – *перо*) – первый бесцветный, зеленый или красноватый лист злаков, в отличие от настоящих листьев не имеет листовой пластинки и представляет собой замкнутую трубку, в которой заключены листовые зачатки.

**Колеориза** (от греч. *koleos* – *футляр* + *rhiza* – *корень*) – ткань, окружающая корешок зародыша у злаков.

**Онтогенез** – индивидуальное развитие особи, вся совокупность ее преобразований от зарождения (оплодотворение яйцеклетки, начало самостоятельной жизни органа вегетативного размножения или деление материнской одноклеточной особи) до конца жизни (смерть или новое деление особи)

**Органогенез** – образование зачатков органов и их дифференцировка в ходе онтогенеза

**Перисперм** – питательная ткань в семени цветковых растений, развивается из нуцеллуса семязачатка после двойного оплодотворения и состоит из диплоидных клеток.

**Прорастание семян** – переход семян от состояния покоя к вегетативному росту зародыша и формирующегося из него проростка

**Развитие растений** – качественные изменения в структуре и функциональной активности растения и его

частей (органов, тканей и клеток) в процессе онтогенеза.

**Семя** – орган размножения и расселения цветковых и голосеменных растений, образующийся в результате оплодотворения или у некоторых растений спонтанно (апомиксис)

**Семядоли** (cotyledonis) – первые листья растений, развивающиеся в семени; по анатомическому и морфологическому строению резко отличаются от последующих листьев, образующихся на конусе нарастания побега; у хвойных семядолей 2 – 15, у двудольных – 2, у однодольных – 1.

**Семядольный узел** – место прикрепления семядолей к побегу.

**Скарификация** – методы механической обработки семян (перетиранье, надрезание) или воздействие кислотами, приводящее к разрушению целостности семенной кожуры.

**Стратификация** – выдерживание семян во влажной среде при низких температурах, приводящее к их ускоренному прорастанию.

**Щиток** – единственная семядоля семени злаков, которая имеет форму плоского щитка и прижата к эндосперму.

**Эндосперм** – питательная ткань в семени растений, у цветковых образуется из диплоидной центральной клетки зародышевого мешка при двойном оплодотворении (то есть триплоиден).

**Эпибласт** – рудимент второй семядоли у злаков.

**Эпикотиль** (надсемядольное колено) – участок стебля (междоузлие) проростка между семядольным узлом и узлом первого настоящего листа.

#### 4. Вегетативные органы растений

**Адвентивный корень** – корень, образующийся эндогенно на стебле или на листе

**Амфистоматический лист** – у него устьица находятся в верхней и нижней эпидерме.

**Апекс корня** – верхушка корня, состоящая из первичной меристемы, которая никогда не образует листовых зачатков и обычно защищена корневым чехликом

**Апекс побега** – верхушка побега, состоящая из первичной меристемы, обеспечивающей формирование всех органов и первичных тканей растения

**Бифациальный лист** (от лат. *bis* – *два* + *facies* – *внешность*) – двусторонний лист, имеющий верхнюю и нижнюю стороны.

**Боковой корень** – корень любого порядка ветвления, закладывающийся эндогенно вблизи апекса

**Вегетативные органы** высших растений – корень и побег, выполняют функцию питания и обмена веществ с внешней средой.

**Ветвление** – образование новых побегов и характер их взаимного расположения на стебле.

Типы ветвления:

– *дихотомический* (вильчатый) – конус нарастания побега делится на 2 точки роста, и образуются одинаковые ветви (имеется у современных плауновидных и папоротниковидных);

– *ложнодихотомический* – верхушечная почка отмирает, а в рост трогаются одновременно 2 супротивно расположенные пазушные почки (сирень, гвоздика);

– *моноподиальный* – главный стебель (ось побега) растет верхушкой на протяжении всей жизни растения (имеется у ели, сосны, колокольчика, гравилата);

– *симподиальный* – боковая ветвь перерастает главную (верхушечная почка которой отмирает), сдвигает ее в сторону и принимает ее направление роста (береза, липа, лещина, картофель).

**Влагалище листа** – разросшееся основание листа, которое охватывает узел.

– *генеративные* (цветочные) – имеют лишь зачаток соцветия без листьев, если такая почка имеет зачаток лишь одного цветка, она называется *бутон*;

– *закрытые* – имеющие почечные чешуи;

– *зимующие* – выпадающие на некоторое время в покой, а затем дающие новые побеги, или с учетом других типов климата (без резких колебаний температур) их называют *покоящимися*;

– *коллатеральные* – расположены в пазухе кроющего листа горизонтальным рядом;

– *открытые* (голые) – не имеющие почечных чешуй;

– *пазушные* (боковые) – находятся в пазухах листьев, называемых *кроющими* по отношению к этим пазушным почкам;

– *придаточные* (адвентивные) – обеспечивают вегетативное размножение растений, возникают на побегах и корнях;

– *сериальные* – расположены вертикальным рядом в пазухе кроющего листа;

– *спящие* – они не трогаются в рост в течение нескольких (многих) лет, имеются у деревьев и кустарников.

**Воздушный корень** – придаточный корень, развивающийся в воздушной среде.

**Гетерофиллия** – различие по форме, размеру и структуре листьев вдоль стебля одного побега

**Главный корень** – зародышевый корень, закладывающийся на поздних стадиях развития зародыша

**Заболонь** – молодая древесина, лежащая возле камбия.

**Контрактильность** – процесс сокращения корней, благодаря которому основания побегов растений с почками возобновления втягиваются в почву

**Катафилл** – видоизмененный низовой лист с редуцированной пластинкой, обычно выполняет функцию специализированной почечной чешуи

**Корень** – осевой вегетативный орган растения с радиальной симметрией, неопределенно долго нарастающий в длину, выполняющий в типичном случае функцию почвенного питания и удерживания растения в почве.

По происхождению корни бывают:

– *главный* – развивается из зародышевого корешка;

– *боковые* – возникают на корне главном, боковом, придаточном;

– *придаточные* – появляются на побеговой части растения (стебле и листьях).

**Корневые волоски** – нежные и тонкие выросты клеток ризодермы, поглощающие из почвы воду и растворенные в ней минеральные вещества.

**Конус нарастания** – дистальная зона апекса корня и побега, сложенная инициалами верхушечных меристем.

**Корневой чехлик** – многослойный конусовидный колпачок из живых паренхимных клеток с ослизняющимися стенками, выполняет защитную функцию для нежных клеток конуса нарастания корня.

**Корневые шишки** – сильно утолщенные придаточные корни георгина, чистяка, имеющие запас питательных веществ.

**Кутикула** – слой липидов (кутина), покрывающий сплошной пленкой поверхность надземных (главным образом листьев, стеблей, плодов) органов растений

**Лист** – боковая часть побега; понятие *лист* включает: листовую пластинку и черешок, выполняет функцию фотосинтеза, транспирации и газообмена.

**Листовые примордии** (от лат. *primordium* – *начало, возникновение*) – зачаток листа в виде бугорка на конусе нарастания побега, состоящий из однородных меристематических клеток.

**Междоузлие** – участок стебля между двумя соседними узлами побега.

**Мезодерма** (от греч. *mesos* – *средний* + *derma* – *кожа*) – средний слой первичной коры корня, выполняющий функцию проведения, запаса питательных веществ, газообмена.

**Метамер** – участок побега, включающий узел с листом, пазушной почкой и нижележащее междоузлие, их на побеге имеется несколько (иногда много), то есть побег имеет метамерное строение.

**Моноподий** – многолетний осевой орган растения, образованный в результате деятельности одной и той же апикальной меристемы

**Морфогенез** – формообразование, возникновение новых форм и структур в онтогенезе

**Пластохрон** (от греч. *plasto* – *лепить, формировать* + *chronos* – *время*) - отрезок времени между вычленением на апексе двух последовательных листовых примордиев.

**Перицикл** (от греч. *peri* – *вокруг* + *kuklos* – *круг*) – первичная боковая меристема корня, самый наружный слой центрального цилиндра; за счет его происходят образование боковых корней и замыкание кольца камбия при переходе корня ко вторичному строению.

**Побег** – один из основных вегетативных органов высшего растения, состоящий из оси – стебля и отходящих от него листьев и почек (репродуктивный побег несет и органы размножения).

**Пневматофор** – корень, растущий вверх от корневища или подземного корня растения, в своей верхней части имеющий чечевички; обеспечивает подземные органы растения кислородом

**Почка** – неразвернувшийся побег или прирост, зачаточный стебель которого покрыт катафиллами или разновозрастными зачатками листьев, защищающими конус нарастания побега или зачаток соцветия

Почки бывают:

– *вегетативная* – образована меристематической осью, заканчивающейся конусом нарастания и зачаточными листьями разного возраста;

– *вегетативно-генеративная* – ближе к основанию почки заложены вегетативные метамеры, а конус нарастания превращен в зачаточный цветок или соцветие;

– *генеративные* (цветочные) – имеют лишь зачаток соцветия без листьев, если такая почка имеет зачаток лишь одного цветка, она называется *бутон*;

– *закрытые* – имеющие почечные чешуи;

– *зимующие* – впадающие на некоторое время в покой, а затем дающие новые побеги, или с учетом других типов климата (без резких колебаний температур) их называют *покоящимися*;

– *коллатеральные* – расположены в пазухе кроющего листа горизонтальным рядом;

– *открытые* (голые) – не имеющие почечных чешуй;

– *пазушные* (боковые) – находятся в пазухах листьев, называемых *кроющими* по отношению к этим пазушным почкам;

– *придаточные* (адвентивные) – обеспечивают вегетативное размножение растений, возникают на побегах и корнях;

– *серийные* – расположены вертикальным рядом в пазухе кроющего листа;

– *спящие* – они не трогаются в рост в течение нескольких (многих) лет, имеются у деревьев и кустарников.

**Пояски Каспари** – подковообразные утолщения клеток эндодермы с последующей их лигнификацией и суберинизацией, что делает их непроницаемыми для растений.

**Ризодерма** (от греч. rhiza – *корень* + derma – *кожа*), или *эпibleма* (от греч. epi – *покров*), – первичная покровная ткань корня.

**Симподий** – многолетний осевой орган растения, образованный в результате деятельности апикальных меристем нескольких дочерних элементов, последовательно сменяющих друг друга по принципу «перевершинивания»

**Стела** – совокупность первичных проводящих тканей корня и окружающих их клеток перицикла, это понятие распространяется и на стебель.

**Трихобласты** (от греч. trichos – *волос* + blastos – *росток*) – клетки ризодермы, образующие корневые волоски.

**Ходульный корень** – корень, развивающийся в нижней части ствола и достигающий земли в наклонном направлении, служит дополнительной опорой растения

**Узел** – участок стебля, от которого отходит лист или мутовки листьев.

**Экзодерма** (от греч. eho – *снаружи* + derma – *кожа*) – наружный слой клеток первичной коры корня.

**Эндодерма** (от греч. endon – *внутри* + derma – *кожа*) – внутренний слой клеток в первичной коре корней и стеблей, выполняющий запасную функцию, а в корне осуществляющий связь между первичной корой и центральным цилиндром.

**Ядровая древесина** – внутренняя, более старая древесина, является более прочной и темной по сравнению с заболонью.

## 5. Генеративные органы растений

**Андроцей** – совокупность тычинок в цветке.

Андроцей бывает:

– *двубратственный* – когда все тычинки срослись между собой, а одна осталась свободной (клевер, горох, фасоль);

– *однобратственный* – все тычинки срослись (лимон, кислица);

– *многобратственный* – тычинки срослись группами;

- *двусильный* – две тычинки длиннее других;
- *четырёхсильный* – четыре тычинки длиннее других.

**Венчик** – часть цветка, его второй круг, образованный лепестками.

Венчик *по типу симметрии*:

- *актиноморфный* – правильный, через который можно провести несколько плоскостей симметрии (колокольчик, василек);

- *асимметричный* – через который нельзя провести ни одной оси симметрии;

- *зигоморфный* – неправильный, через него можно провести лишь одну ось симметрии.

Венчик *по строению* бывает:

- *свободнолепестный* – лепестки венчика не срослись;

- *спайнолепестный* – лепестки венчика срослись.

**Гинецей** – совокупность тычинок в цветке.

Гинецей бывает:

- *апикарный* – образованный несросшимися между собой плодолистиками;

- *ценокарпный* – образованный сросшимися между собой пло-долистиками; его разновидности: синкарпный (многогнездная завязь и угловая плацентация), паракарпный (одногнездная завязь и постенная плацентация), лизикарпный (одногнездная завязь и центральная плацентация).

**Гипантий** (от греч. *huro* – *внизу* + *anthos* – *цветок*) – толстостенная чаша, образованная разросшимся цветоложем и сросшимися с ним основаниями андроцея и околоцветником.

**Дихогамия** (от греч. *dicha* – *врозь* + *gamia*) – разновременное созревание пыльников и рыльца пестика; проявляется в виде протоандрии – раньше созревают пыльники (гераниевые, мальвовые) и в виде протогении – раньше созревает рыльце пестика (розоцветные, крестоцветные).

**Двудомные растения** – такие, у которых мужские цветки развиваются на одних особях, а женские – на других.

**Интегумент** (от лат. *integumentum* – *покрывало, покров*) – покров семязачатка семенных растений.

**Интина** (от лат. *intus* – *внутри*) – внутренняя оболочка пыльца.

**Микропиле** (от лат. *micropile* – *вход, отверстие*) – узкий канал в покровах семязачатка, через которые проникает пыльцевая трубка.

**Однодомные растения** – такие, у которых однополые цветки мужские и женские развиваются на одной особи (кукуруза, огурец).

**Околоцветник** – чашечка + венчик, такой околоцветник называется *двойным*;

– *простой* околоцветник – один или оба его круга состоят из одинаково окрашенных листочков;

– *лепестковидный* (венчикообразный) – простой околоцветник, в котором его части ярко окрашены (ирис, тюльпан);

– *чашечковидный* – простой околоцветник, все части которого имеют зеленую окраску (крапива, лебеда);

– *безлепестный*, или *однопокровный*, околоцветник, состоящий из *одного* круга листочков, и вне зависимости от их окраски их принимают за чашечку (венчика в этом случае нет);

– *голый*, или *беспокровный*, – не имеет околоцветника и состоит лишь из андрогиния и гинецея.

**Подчашье** – круг прилистников, который развивается под чашечкой (розоцветные).

**Плацента** – часть плодолистика, на которой расположены семязачатки; характер расположения плодолистиков – плацентация.

**Плод** – развившееся из цветка в результате двойного оплодотворения образование, большую часть которого

составляет видоизмененный пестик с расположенными на его плодолистиках семенами; его функции – формирование, защита и распространение семян.

Плод бывает:

- *простой* – образовался из цветка с одним пестиком;
- *сложный* (сборный) – образовался из цветка с несколькими пестиками;
- *ложный* – в его образовании участвует не только пестик, но и другие части цветка;
- *настоящий* – образуется из завязи.

**Рыльце** – часть пестика, находящаяся на верхушке столбика.

**Связник** – часть тычинки, расположенная наверху тычиночной нити, к нему прикрепляются пыльцевые гнезда.

**Семяножка** (*фуникулюс*) (от лат. *funiculus* – *канатик, веревка*) – часть семязачатка, соединяющая его с плацентой.

**Сложная пыльца** – образуется в результате склеивания нескольких одиночных пылинок.

**Соцветие** – побег или система побегов растения, несущих цветки.

Соцветия:

- *ботрические*, или *рацемозные* – имеют моноподиальное ветвление;
- *цимозные* – симподиальное ветвление.

**Стаминодии** – тычинки, не производящие пыльцы.

**Цветок** – это укороченный видоизмененный побег с ограниченным ростом, все части которого приспособлены для размножения.

**Цветки** бывают:

- *круговые* (циклические) – части в цветке располагаются по кругу;
- *обоеполые* – андроцей и гинецей развиты в одном цветке;

– *однополые* – такие, в которых развивается или андроцей, или гинецей;

– *пестичные*, или *женские*, – такие, в которых развивается лишь гинецей;

– *полукруговые* – околоцветник располагается по кругам, а другие части цветка по спирали;

– *сидячие* – не имеющие цветоножки;

– *спиральные* (ациклические) – части в цветке располагаются по спирали;

– *тычиночные*, или *мужские*, – такие, в которых есть лишь андроцей.

**Цветоножка** – часть побега, находящаяся непосредственно под цветком.

**Чашечка** – наружная часть двойного околоцветника, обычно зеленая; может быть:

– *венчиковидная* (лепестковидная) – чашелистики ярко окрашены;

– *раздельнолистная* – чашелистики не срослись между собой;

– *сростнолистная* – чашелистики срослись между собой полностью или хотя бы своими основаниями.

**Шпорец** – сильное разрастание основания чашелистика (водосбор).

**Экзина** – наружная оболочка пыльцы.

## 6. Воспроизведение и размножение растений

**In vitro** – выращивание растительных объектов «в стекле» (пробирке, колбе, биореакторе) на искусственных питательных средах в асептических условиях

**Апогамия** – одна из форм апомиксиса у растений, при этом гаметы не образуются. А зародыш развивается из синергиды или антиподы

**Апомиксис** – размножение организмов, не

сопровождающееся половым процессом

**Гамета** – половая клетка. репродуктивная клетка животных и растений

**Каллус** – ткань, возникшая *in vitro* или *in vivo* путем неорганизованной пролиферации клеток растений и эксплантов

**Клон** – идентичное потомство, полученное от одной родительской особи

**Клонирование растений** – получение *in vitro* неполовым путем растений, генетически идентичных исходному

**Культура меристем** – клональное микроразмножение, стерильное выращивание на питательной среде изолированного из апекса или пазушной почки побега конуса нарастания с одним или двумя листовыми примордиями

**Культура эксплантов** – инкубация фрагментов, изолированных из разных органов растений, в стерильных условиях на питательных средах, вызывающих или не вызывающих пролиферацию

**Оогамия** – тип полового процесса, при котором в ходе оплодотворения гаметы, резко различные по размерам, форме и поведению, сливаются, образуя зиготу

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Раздел 1. АНАТОМИЯ СЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ.....</b>	<b>4</b>
<b>Тема 1. РАСТИТЕЛЬНАЯ КЛЕТКА И ЕЕ КОМПОНЕНТЫ....</b>	<b>4</b>
<b>Тема 2. Ткани высших растений.....</b>	<b>11</b>
2.1 Образовательные ткани (меристемы).....	11
2.2 Покровные ткани.....	12
2.3 Основные ткани.....	16
2.4 Механические ткани.....	18
2.5 Проводящие ткани и комплексы.....	20
<b>РАЗДЕЛ 2. МОРФОЛОГИЯ СЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ.....</b>	<b>25</b>
<b>Тема 3. ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ.....</b>	<b>25</b>
3.1 Корень и корневая система.....	25
3.2 Первичное строение корня.....	26
3.3. Вторичное строение корня.....	27
3.4. Корнеплоды.....	29
<b>Тема 4. ПОБЕГ И СИСТЕМА ПОБЕГОВ. СТЕБЕЛЬ - ОСЬ ПОБЕГА.....</b>	<b>31</b>
4.1 Анатомическое строение стеблей.....	36
4.2 Анатомическое строение стебля однодольных растений..	37
4.3 Анатомическое строение стеблей травянистых двудольных растений.....	39
4.4 Анатомическое строение стебля древесного растения..	43
<b>Тема 5. ЛИСТ. МОРФОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ ЛИСТА.....</b>	<b>47</b>
5.1 Морфология и классификация листьев.....	47
5.2 Анатомия листа.....	51
5.3 Анатомическое строение листьев однодольных и двудольных растений.....	52
<b>Тема 6. ГЕНЕРАТИВНЫЕ ОРГАНЫ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ.....</b>	<b>56</b>
6.1 Строение цветка. Разнообразие строения околоцветника..	56

6.2 Андрцей и его типы. Строение тычинки и анатомическое строение пыльника.....	61
6.3 Гинецей, строение и его типы. Строение семязачатка.....	63
6.4 Соцветия и их классификация.....	68
6.5 Строение семян и их прорастание.....	75
6.6 Строение плодов.....	80
Глоссарий.....	88
Список литературы.....	117

## Источники рисунков

Рис. 1 Растительные клетки:	И.И. Андреева, Л.С. Родман 2005, 9, рис. 1
Рис. 2 Схема строения растительной клетки (электронная микроскопия)	И.И. Андреева, Л.С. Родман 2005, 10, рис. 2
Рис.3 Хлоропласт: схема строения	Л.С. Родман, 2006, 15, рис. 5 с изменениями
Рис. 4 Схема строения митохондрий	И.И. Андреева, Л.С. Родман 2005, 18, рис. 4
Рис. 5 Крахмальные зерна	И.И. Андреева, Л.С. Родман 2005, 47, рис. 14
Рис. 6 Эпидерма листа гороха (А) и пшеницы (Б)	И.И. Андреева, Л.С. Родман 2005, 60, рис. 17
Рис. 7 Эпидермальные трихомы	И.И. Андреева, Л.С. Родман 2005, 62, рис. 18
Рис. 8 Перидерма стебля бузины	А.С. Родионова и др, 2010, 85, рис. 6.8
Рис. 9 Схема строения корки	А.С. Родионова и др, 2010, 87, рис. 6.9
Рис. 10 Запасающая паренхима	Л.С. Родман, И.И. Андреева, 2008, 47, рис. 17 В.Г. Хржановский и др, 1989, 58, рис. 34 с изменениями
Рис. 11 Аэренхима стебля рдеста	В.Г. Хржановский и др, 1988, 46, рис. 37
Рис. 12 Колленхима	Л.С. Родман, 2006, 56, рис. 18
Рис. 13 Склеренхима и склереиды	Л.С. Родман, 2006, 56, рис. 19
Рис. 14 Трахеальные эле-	Л.С. Родман, 2006, 58, рис.

менты	20
Рис. 15 Элементы флоэмы на продольном срезе	Л.С. Родман, И.И. Андреева, 2008, 56, рис. 25
Рис. 16 Проводящие пучки (схема поперечных разрезов)	В.Г. Хржановский и др, 1988, 52, рис. 47
Рис. 17 Сосудисто-волокнистые пучки в поперечном разрезе	В.Г. Хржановский и др, 1988, 53, рис. 48
Рис. 18 Концентрические проводящие пучки	В.Г. Хржановский и др, 1988, 53, рис. 49
Рис. 19 Кончик корня проростка пшеницы	В.Г. Хржановский и др, 1989, 85, рис. 53
Рис. 20 Поперечный срез корня ириса касатика в зоне проведения	А.С. Родионова и др, 2010, 128, рис. 7.10
Рис. 21 Вторичное строение корня тыквы (слева - детальный рисунок, справа – схематичный)	В.Г. Хржановский и др, 1989, 91, рис. 57
Рис. 22 Корнеплоды моркови (А) и репы (Б):	В.Г. Хржановский и др, 1988, 67, рис. 65
Рис. 23 Схемы поперечных срезов корней редьки (а) и моркови (б):	И.И. Андреева, Л.С. Родман 2005, 108, рис. 42
Рис. 24 Схема поперечного среза корня свеклы	И.И. Андреева, Л.С. Родман 2005, 108, рис. 43
Рис. 25. Побеги	А.С. Родионова и др, 2010, 16, рис. 1.4
Рис. 26 Типы расположения одиночных (А-Г) и групповых (Д-Ж) почек	В.Г. Хржановский и др, 1979, 102, рис. 72
Рис. 27 Нарастание побегов	Л.С. Родман, 2006, 90, рис. 35

Рис. 28 Кущение злаков	В.Г. Хржановский и др, 1979, 97, рис.65 с изменениями
Рис. 29 Стебель ржи (поперечный разрезе)	В.Г. Хржановский и др, 1988, 81, рис.78
Рис. 30 Стебель кукурузы (поперечный разрез)	В.Г. Хржановский и др, 1988, 81, рис.79
Рис. 31 Пучковое строение стебля клевера лугового (поперечный разрез)	Л.С. Родман, 2006, 108, рис. 47
Рис. 32 Схема строения стебля подсолнечника на разных уровнях (слева) и поперечный разрез стебля на уровне перехода к непучковому строению (справа)	В.Г. Хржановский и др, 1989, 126, рис.83
Рис. 33 Стебель льна	В.Г. Хржановский и др, 1988, 77, рис.75
Рис. 34 Стебель липы (поперечные разрезы на разных уровнях)	В.Г. Хржановский и др, 1988, 75, рис.74
Рис. 35 Стебель сосны (поперечный разрез):	В.Г. Хржановский и др, 1988, 74, рис.73
Рис. 36 Типы листьев	В.Г. Хржановский и др, 1988, 83, рис.81
Рис. 37 Сложные листья	В.Г. Хржановский и др, 1979, 134, рис.89
Рис. 39 Простые листья с расчлененной пластинкой:	В.Г. Хржановский и др, 1979, 133, рис.88
Рис. 40 Основные формы листьев	А.С. Родионова и др, 2010, 24, рис. 1.8
Рис. 41 Формы основания (А, 1-8), верхушки (Б, 9-13) листовой пластинки и край	А.С. Родионова и др, 2010, 25, рис. 1.9

листа (В, 14-20)	
Рис. 42 Жилкование листьев	И.И. Андреева, Л.С. Родман 2005, 157, рис. 75
Рис. 43 Типы листорасположения	В.Г. Хржановский и др, 1989, 106, рис. 71
Рис. 44 Схема строения листа камелии в районе главной жилки (А) и его поперечный разрез (Б):	В.Г. Хржановский и др, 1989, 143, рис. 95
Рис. 45 Лист кукурузы в поперечном разрезе	В.Г. Хржановский и др, 1979, 139, рис. 94
Рис. 46 Хвоя сосны на поперечном разрезе (А) и схема ее строения (Б):	В.Г. Хржановский и др, 1989, 148, рис. 99
Рис. 47 Строение цветка	Н.А. Блукет и др.1975, 294, рис. 85
Рис. 48 Формы цветоложа	Г.Л. Билич и др. 2005, 279, рис. 201
Рис 49 Цветки с двойным околоцветником	Г.Л. Билич и др. 2005, 281, рис. 203 с изменениями
Рис 50 Простые околоцветники	Г.Л. Билич и др. 2005, 281, рис. 204 с изменениями
Рис. 51 Цветки без околоцветника (голые)	Г.Л. Билич и др. 2005, 280, рис. 202
Рис. 52 Виды венчика (по Исаину)	И.И. Андреева, Л.С. Родман 2005, 60, рис. 17
Рис. 53 Типы андрогцея	И.И. Андреева, Л.С. Родман 2005, 62, рис. 18
Рис. 54 Микроскопическое строение пыльника на поперечном срезе	Н.А. Блукет и др.1975, 298, рис. 87 с изменениями
Рис. 55 Типы пыльцевых зерен	Г.Л. Билич и др. 2005, 305, рис. 224

Рис. 56 Гинецей	И.И. Андреева и др, 2005, 104, рис. 79
Рис. 57 Типы завязей	Н.А. Блукет и др.1975, 301, рис. 89
Рис. 58 Различные формы семязачатков	Н.А. Блукет и др.1975, 302, рис. 90
Рис. 59 Развитие семязачатка (А) и схема строения пестика, тычинок и роста пыльцевой трубки (Б)	Н.А. Блукет и др.1975, 304, рис. 91
Рис. 60 Схемы соцветий	Л.С. Родман, И.И. Андреева 2008, 127, рис. 82
Рис. 61 Простые моноподиальные соцветия	Н.С. Рулинская и др. Репродуктивные органы. Методические указания к лабораторно-практическим занятиям. Брянск, 2001, 20, рис. 14
Рис. 62 Сложные моноподиальные соцветия	Н.С. Рулинская и др. Репродуктивные органы. Методические указания к лабораторно-практическим занятиям. Брянск, 2001, 21, рис. 15
Рис. 63 Схема симподиальных соцветий	Н.С. Рулинская и др. Репродуктивные органы. Методические указания к лабораторно-практическим занятиям. Брянск, 2001, 23, рис. 16
Рис. 64 Строение семени фасоли	И.И. Андреева и др, 2005, 116, рис. 85
Рис. 65 Зерновка пшеницы	И.И. Андреева и др, 2005, 117, рис. 86

Рис. 66 Типы семян	Г.Л. Билич и др. 2005, 341, рис. 251
Рис. 67. Надземное прорастание	И.И. Андреева и др, 2005, 119, рис. 87
Рис. 68 Подземное прорастание	И.И. Андреева и др, 2005, 120, рис. 88
Рис. 69 Сухие плоды	Н.А. Блукет и др.1975, 339, рис. 103
Рис. 70 Сочные плоды	Н.А. Блукет и др.1975, 341, рис. 104
Рис. 71 Простые сочные односемянные плоды	И.И. Андреева и др, 2005, 125, рис. 93
Рис. 72 Простые сочные многосемянные плоды	И.И. Андреева и др, 2005, 126, рис. 94
Рис. 73 Сборные плоды	И.И. Андреева и др, 2005, 127, рис. 95

## Список литературы:

1. И.И. Андреева, Л.С. Родман. Ботаника.- 3-е изд., перераб. и доп.- М.: КолосС, 2005.- 528 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

2. И.И. Андреева, Л.С. Родман, А.В. Чичев. Практикум по анатомии и морфологии растений.- М.: КолосС, Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2005.- 156 с.: ил.- (учебники и учебные пособия для студентов высш. учебных заведений)

3. Г.Л. Билич, В.А. Крыжановский. Универсальный атлас. Биология. В 3-х томах. Кн. 2. вирусы. Прокариоты. Растения. Грибы. Слизевики. Животные (сравнительная анатомия). – М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2005.- 1136 с.: ил

4. Н.А. Блукет и да. Ботаника с основами физиологии растений (теоретический и практический курс). Издательство «Колос», 1975. – 608 с

5. А.С. Родионова и др. Ботаника: учебник для студ. образоват, учреждений сред. проф. образования/ (А.С. Родионова и др.), - 3-е изд., стер. – М.: издательский центр «Академия», 2010. – 288 с.

6. Л.С. Родман. Ботаника с основами географии растений.- М.: КолосС, 2006. – 397 с.: ил.- (Учебники и учеб. пособия для студентов средних специальных учеб. заведений).

7. Л.С. Родман, И.И. Андреева. Ботаника. Ч. 1. Уч. пособие. – М.: ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2008.- 163 с.

8. Н. С. Рулинская и др. Репродуктивные органы растений. Методическое пособие и задания для студентов биологических специальностей. Брянск, 2001. 40 с

9. В.Г. Хржановский и др. Практикум по курсу общей ботаники: Учеб. пособие. – М.: Высш. школа, 1979. -422 с., ил.

10. В.Г. Хржановский и др. Ботаника. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – 38/3 с.: ил. - Учебники и учеб. пособия для учащихся техникумов).

Учебное издание

Милехина Наталья Витальевна

# **БОТАНИКА**

учебно-методическое пособие  
по направлению подготовки уровень высшего  
образования – бакалавриат **35.03.03** **Агрохимия**  
**и агропочвоведение, профиль Агроэкология**

Редактор Павлютина И.П.

Подписано к печати 2.04.2018 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 6,85. Тираж 25 экз. Изд. № 5671.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ