

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра экологии, ботаники и охраны природы

Н.В. Прохорова

БОТАНИКА

МОРФОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ

Допущено Учебно-методическим советом по биологии УМО по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 020201.65 «Биология»

Самара
Издательство «Самарский университет»
2008

УДК 581.4

ББК 28.5

П 84

Рецензент заведующая кафедрой ботаники ГОУ ВПО
«Самарский государственный педагогический университет»,
профессор, канд. биол. наук А.А. Устинова

Прохорова Н.В.

П 84 **Ботаника. Морфология и анатомия растений: учебное пособие** / Н.В. Прохорова; Федеральное агентство по образованию. – Самара: Издательство «Самарский университет», 2008. – 96 с.

ISBN 978-5-86465-428-6

Учебное пособие подготовлено для студентов специальности «Биология» дневного и вечернего отделения университета и предназначено для использования на лабораторных занятиях по курсу «Ботаника», разделы «Морфология растений» и «Анатомия растений», а также на летней полевой практике по ботанике.

УДК 581.4

ББК 28.5

ISBN 978-5-86465-428-6

© Прохорова Н.В., 2008

© Самарский государственный университет, 2008

© Оформление. Издательство «Самарский университет», 2008

СОДЕРЖАНИЕ

МОРФОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ	4
Морфология вегетативных органов растений	4
Тема 1. Побег	4
Тема 2. Стебель	9
Тема 3. Лист	13
Тема 4. Корень	22
Тема 5. Жизненные формы растений	23
Морфология генеративных органов растений	25
Тема 6. Цветок и соцветие	25
Тема 7. Плод и семя	36
Учебные задания по морфологии растений	47
АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ	51
Тема 1. Растительная клетка	51
Тема 2. Растительные ткани	64
Тема 3. Анатомическое строение вегетативных органов растений ..	80
Список использованных источников	95
Список рекомендованной литературы	95

МОРФОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Морфология вегетативных органов растений

Тема 1. Побег

Побег – осевой орган высших растений с верхушечным ростом. Состоит из стеблевой части и расположенных на ней листьев и почек. Побеги делятся на вегетативные (бесплодные) и генеративные (несущие цветки).

Удлиненные и укороченные побеги

Различают удлиненные и укороченные побеги (рис. 1). Первые из них имеют хорошо развитые междоузлия, вторые характеризуются очень короткими, иногда почти неразличимыми междоузлиями. У некоторых растений междоузлия стебля так сближены, что практически неразличимы, такие укороченные побеги образуют особые формы – плодушки (яблоня, платан, осина), розетки (одуванчик).

Ветвление побега

Выделяют следующие способы ветвления побегов: дихотомический (вильчатый), моноподиальный, симподиальный и ложнодихотомический.

У *дихотомически* ветвящегося стебля конус нарастания раздваивается, в результате чего от самой верхушки оси первого порядка отходят две оси второго порядка, которые в дальнейшем, в свою очередь, раздваиваются. Такое ветвление характерно для примитивных растений (рис. 2 А).

При *моноподиальном* ветвлении главный стебель, образующийся из почки зародыша, сохраняет конус нарастания всю жизнь, а главная ось имеет неограниченный верхушечный рост. От нее отходят оси второго, третьего и т.д. порядков, уменьшающиеся от основания к верхушке (рис. 2 Б).

Симподиальное ветвление является вендом эволюции. При этом способе ветвления конус нарастания оси первого порядка рано прекращает рост, продолжением этой оси становится ось второго порядка, конус нарастания которой также функционирует ограниченное время, и ее продолжает ось третьего порядка и т.д. Таким образом, главная ось растения не монолитна, как при моноподиальном ветвлении, а состоит из осей первого, второго, третьего и т.д. порядков (рис. 2 В).

Ложнодихотомическое ветвление не составляет особого типа. Это вариант симподиального ветвления с ранним прекращением верхушечного роста, но после отмирания конуса нарастания трогаются в рост не одна, а две супротивные боковые почки. При этом оси низших порядков последовательно прекращают рост, заменяясь осями высших порядков, расположенными супротивно (рис. 2 Г).



Рис. 1. 1 – удлиненный однолетний побег осины с четырьмя листовыми почками; 2 – укороченный четырехлетний побег осины с двумя листовыми и тремя цветочными почками [9]

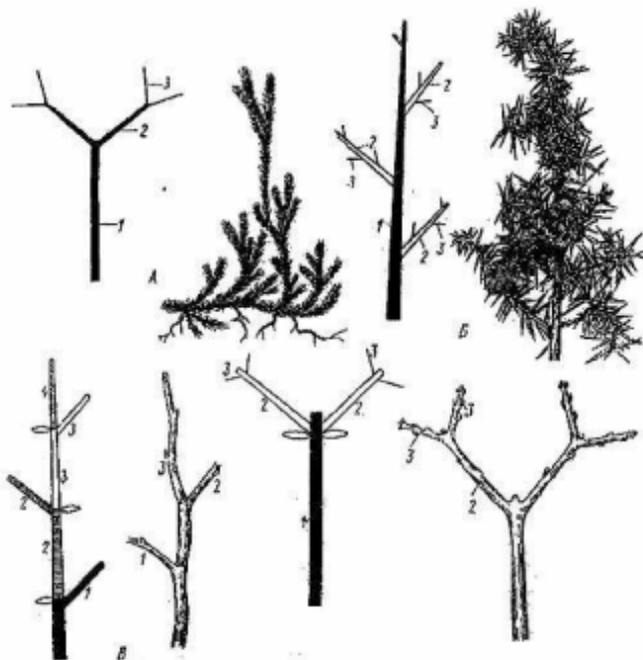


Рис. 2. Типы ветвления стебля: А – дихотомическое (плаун); Б – моноподиальное (можжевельник); В – симподиальное (черемуха); Г – ложнодихотомическое (клен татарский): 1, 2, 3, 4 – оси первого и последующих порядков [16]

Следует отметить способ ветвления стеблей злаков. Оно здесь происходит только в одной зоне у поверхности почвы – в так называемом *узле кущения*. В зависимости от формы узла кущения и длины горизонтально расположенной части побега различают плотнокустовые, рыхлокустовые и корневищные злаки (рис. 3 А, Б, В).

Известны также растения с неветвящимся стеблем: древовидный папоротник *Syathea*, саговник *Sucas*, кактус *Ferocereus*, дынное дерево *Carica papaya*, пальма *Corypha* и др.

Метаморфоз побега

Побег – самый изменчивый по внешнему облику орган растения. Это связано с его многофункциональностью и лабильностью поведения. Нередко наряду с основной функцией фотосинтеза у надземных ассимилирующих побегов выступают и другие: отложение запасов и опорная функция (большей частью в многолетних стеблях), вегетативное размножение (ползучие побеги, плети).

Под метаморфозом следует понимать резкое наследственное видоизменение органа, возникшее в процессе эволюции в связи со сменой функции. В ходе приспособительной эволюции обычно одновременно метаморфозируются листья и стебли, а иногда и почки. Поэтому описание главных типов специализированных органов побегового происхождения (метаморфозов побега) осуществляют, исходя из представления о побеге как едином органе.

Метаморфоз подземных побегов

Каудекс. Своеобразный многолетний орган, служащий местом отложения запасных веществ и несущий на себе множество почек возобновления, часть из которых могут быть спящими. Каудекс чаще всего бывает подземным, редко – надземным и образуется из коротких оснований отмирающих удлиненных цветоносных побегов (свербига, василек) или из погружающихся в почву укороченных осей розеточных побегов (клевер горный).

Побеговое происхождение каудекса видно вначале по листовым рубцам и закономерному расположению почек, затем маскируется. Граница между корнем и каудексом обычно неясна, поэтому вместе с корнем каудекс часто называют стеблекорнем. Каудексовых растений много среди бобовых (люцерны, люпины), зонтичных (бедренец, ферула), сложноцветных (одуванчик, полынь).

Корневище. Корневищем или ризомом принято называть более или менее долговечный подземный побег, горизонтальный, косой или вертикальный по направлению роста, выполняющий функции отложения запасов, возобновления, а иногда и вегетативного размножения у многолетних растений. Корневище не несет зеленых листьев, но, по крайней мере, в молодой части имеет хорошо выраженную метамерную структуру. Узлы выделяются

по листовым рубцам, остаткам сухих листьев либо по живым чешуевидным листьям, а также по расположению пазушных почек (рис. 4 А, Б).

Клубнелуковица. Внешне напоминает пленчатую луковицу, но отличается от неё сильно разросшимся донцем, к которому прикрепляются чешуевидные небольшие листья, служащие органом накопления запасных питательных веществ (гладиолус). В клубнелуковицах хорошо развиты верхушечная и пазушная почки, дающие начало цветоносному побегу и дочерним клубнелуковицам (рис. 4 В).

Луковица. Это подземный укороченный побег с мясистыми чешуевидными листьями, прикрепленными к укороченному стеблю – донцу (рис. 4 Г). Различают два типа луковиц – *пленчатые* (лук репчатый) и *чешуйчатые* (лилии).

Клубень. Это побег с сильно утолщенным стеблем, мелкими чешуевидными листьями и почками. Клубни стеблевого происхождения встречаются редко и формируются на верхушках удлинённых подземных побегов – *столонов* (картофель, земляная груша) (рис. 4 Д, Е). В образовании клубня у цикламена участвует только *гипокотиль*. У некоторых орхидей утолщаются нижние междоузлия побега, образуя *туберидий*.

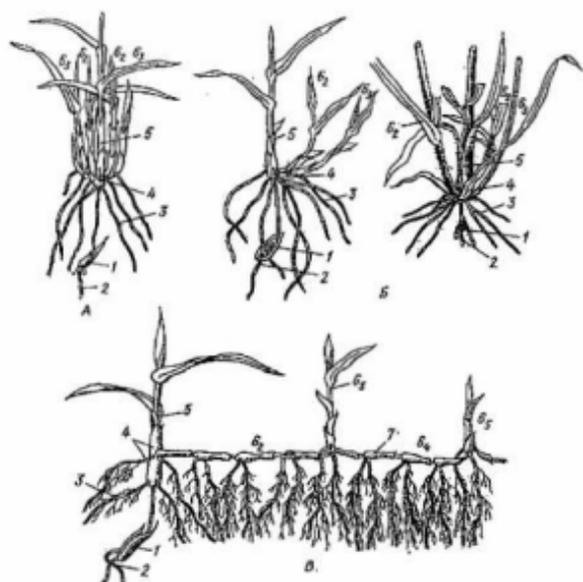
Метаморфоз надземных побегов

Кладодий, филлокладий. Выполняют функцию фотосинтеза и встречаются у растений, для которых характерно раннее опадение листьев или их недоразвитие. Кладодии представлены побегами с чешуевидными или рано опадающими листьями и нередко сплюснутым стеблем (гомалокладиум плоскочеточный) (рис. 5 А). Кладодий с ограниченным ростом и листовидной формой называют филлокладием (иглица) (рис. 5 Б).

Стеблевые суккуленты. Характерны для флоры пустынь. Мясистый и сочный видоизменённый стебель выполняет функцию фотосинтеза и запасаания воды. Листья при этом могут быть превращены в колючки (кактусы).

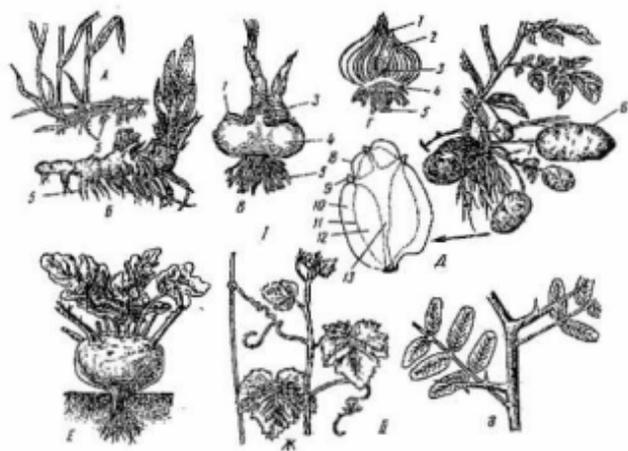
Усики. Наличие метаморфизированных побегов-усиков поддерживает слабый стебель и выносит его в условия лучшего освещения. Усики образуются в пазухе листьев, что указывает на их побеговое происхождение. У некоторых растений в процессе развития усики могут смещаться и располагаться на противоположной листу стороне стебля или сбоку от листа (рис. 4 Ж). Усики могут быть простые (огурец), двухраздельные (арбуз), многораздельные (тыква), усики-прицепки (виноград) и др.

Колючки. Встречаются часто и представляют видоизменение всего побега, целого листа или его частей (рис. 4 З). Побег-колючка развивается из пазушной почки, быстро завершает рост и заканчивается острием. На молодой колючке видны мелкие редуцированные листья, которые быстро отмирают.



1 – зерновка; 2 – зародышевые корни; 3 – придаточные корни; 4 – узел кушения; 5 – ось первого порядка; б₂, б₃, б₄, б₅ – побеги второго и последующих порядков; 7 – корневище

Рис. 3. Кущение злаков. А – плотнокустовой злак (белоус), Б – рыхлокустовые злаки (мятлик, рожь); корневищный злак (пырей) [16]



1 – сухая чешуя; 2 – сочная чешуя; 3 – почка; 4 – донце; 5 – придаточные корни; 6 – клубень; 7 – стolon; 8 – перидерма; 9 – почка; 10 – кора; 11 – камбий; 12 – ксилема и внутренняя флоэма; 13 – сердцевина

Рис. 4. Гомологичные органы побегового происхождения (метаморфозы побега): I – подземные; II – надземные; А – корневище пырея; Б – корневище ириса; В – клубнелуковица шафрана; Г – луковица лука; Д – клубни картофеля; Е – клубень кольраби; Ж – усик винограда; 3 – колючка гледичии [16].

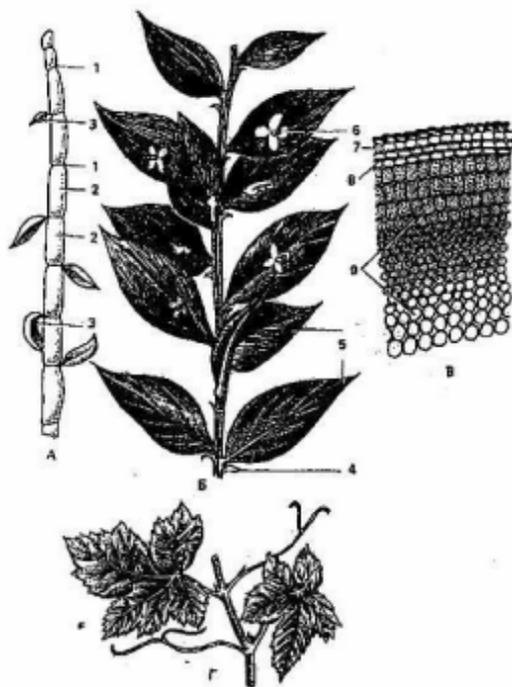


Рис. 5. Метаморфоз надземных побегов: А – кладодий гомалокладиума плосковеточного; В – филлокладий иглицы; С – участок поперечного среза через стебель кактуса (стеблевой суккулент); Д – усы-прицепки винограда [4].
 1 – узел; 2 – междуузлие; 3 – лист; 4 – чешуевидный лист; 5 – филлокладии; 6 – цветок; 7 – эпидермис; 8 – гиподерма; 9 – первичная кора

Тема 2. Стебель

Стебель – осевой орган высших растений, состоящий из отдельных участков (узлов), от которых отходят боковые органы (листья, ветви), и междуузлий. Стеблевой узел – участок стебля, к которому прикрепляется лист, стеблевое междуузлие – безлистный участок между двумя узлами на стебле. Различают два типа стеблей: деревянистый – живет много лет (у деревьев, кустарников, полукустарничков) – и травянистый – живет один вегетационный период (у однолетних, двулетних и многолетних трав).

Виды стеблей по направлению и способу роста

По характеру роста различают стебли: прямостоячий, приподнимающийся (или восходящий), лежачий, ползучий, выющийся, цепляющийся (или лазящий) (рис. 6). У большинства древесных растений и многих травянистых стебли растут вертикально вверх, их называют прямостоячими (дуб, береза, редька дикая, лен, рожь, пастушья сумка и др.).

Приподнимающийся или *восходящий* стебель вначале растет горизонтально, а затем «приподнимается», изгибаясь дугообразно, и принимает

вертикальное направление. Такие стебли характерны для клевера лугового, люцерны хмелевидной, яснотки, горца птичьего, вербейника, лапчатки серебристой, петушьего проса и др.



Рис. 6. Виды стеблей по направлению и способу роста: 1 – прямостоячий (бодяк); 2 – приподнимающийся (чабрец); 3 – стелющийся, распростертый (арбуз); 4 – ползучий (а – плети живучки ползучей, б – усы земляники); 5 – вьющийся по часовой стрелке (хмель); 6 – вьющийся против часовой стрелки (вьюнок); 7 – корнелазяющий (плющ); 8 – усиконосный (бриония); 9 – укороченный (подорожник) [4]

Для *лежачих* стеблей характерно горизонтальное направление роста. Разновидностью их являются *стелющиеся*, или *простертые* (лежат на земле, но не укореняются, например, у огурцов, арбузов, дынь, каперсов) и *ползучие*, способные укореняться в узлах. У ползучих стеблей различают *усы* и *плети*. Усы имеют длинные шнуровидные междоузлия, слабо облиственные, обычно укореняющиеся в узлах (земляника, лапчатка ползучая, костяника, портулак, ежевика). Плети – это горизонтально растущие стебли с короткими и поэтому более облиственными междоузлиями (живучка ползучая, ястребинка волосистая, лютик ползучий, клевер ползучий, барвинок и др.).

Виды стеблей по поперечному сечению

По очертанию поперечного разреза различают стебли округлые, ребристые (бороздчатые), трехгранные, четырехгранные, многогранные, сплюснутые, крылатые и др. (рис. 7).

Округлый стебель – в поперечном сечении имеет вид круга (иван-чай узколистный, калужница болотная, болиголов, злаки).

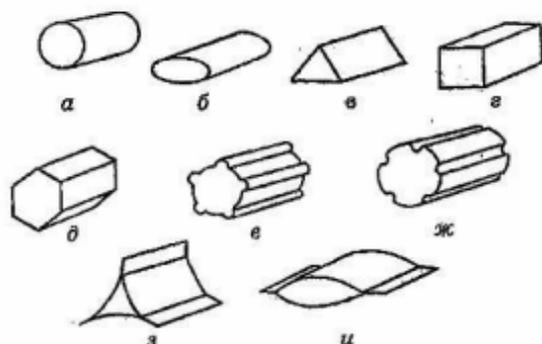


Рис. 7. Стебель в поперечном сечении: а – округлый; б – сплюснутый; в – трехгранный; г – четырехгранный; д – многогранный; е – ребристый; ж – бороздчатый; з, и – крылатый [14]

Трехгранный стебель в поперечном сечении образует треугольник (осока, картофель).

Четырехгранный стебель в поперечном сечении образует четырехугольник (растения из семейства губоцветных – мята, чистец, пустырник пятилопастной и др.).

Многогранный стебель в поперечном сечении имеет вид многоугольника (цереусы, тыква).

Ребристый (бороздчатый) стебель в поперечном сечении напоминает шестеренку. Для некоторых растений с таким типом стебля характерны широкие углубления и узкие выступы, иначе – ребра (сныть обыкновенная, купырь лесной). Бывают стебли с узкими бороздками и широкими гранями (валериана лекарственная).

Крылатый стебель имеет широкие выросты, тянущиеся вдоль междоузлий (чина лесная, чертополох, норичник крылатый, бодяк болотный).

Сплюснутый (плоский, уплощенный) стебель встречается у кактусов (опунция) и у некоторых злаков (мятлик сплюснутый, мятлик однолетний).

Виды стеблей по характеру поверхности

Стебли растений по характеру покрывающей поверхности могут быть разными. Этот признак имеет важное значение при морфологическом описании побега.

Поверхность стебля может быть гладкой (голый стебель). Часто у таких стеблей хорошо выражен восковой налет. Голые стебли характерны для растений в условиях достаточного и избыточного увлажнения (злаки, ка-

лужица болотная, иван-чай узколистный). Восковой налет наблюдается на стеблях клюквы болотной, молочая, андромеды, молодила, многих толстянок.

Опушенные стебли несут на своей поверхности различные выросты — шипы, волоски, бородавочки и т.д. По строению различают собственно волоски (трихомы) и чешуйки (рис. 8, 9).

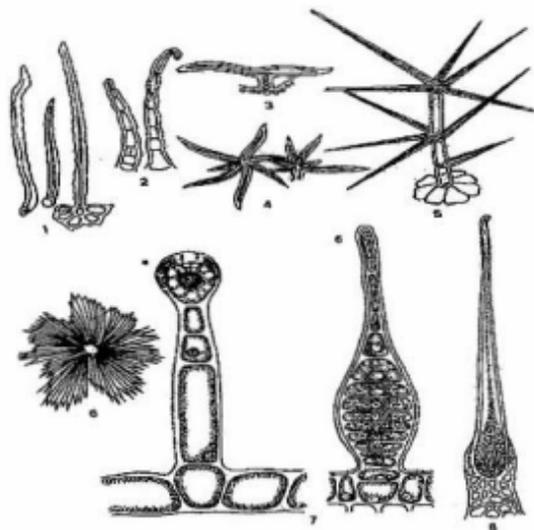


Рис. 8. Типы волосков: 1 — неветвистый простой (термопсис); 2 — неветвистый сложный (волчеч); 3 — двураздельный (польнь); 4 — звездчатый (бурачок); 5 — мутовчато-ветвистый (коровяк); 6 — чешуйчатый (облепиха); 7 — железистые волоски (а — герань, б — солнцезвет); 8 — жгучий волосок крапивиы [4]

По форме волосков различают неветвистые и ветвистые. Неветвистые, в свою очередь, подразделяются на простые (образованы одной клеткой, пример — термопсис) и сложные (образованы несколькими клетками, пример — волчанец). Неветвистые волоски могут быть прямыми, изогнутыми, крючковидными, извилисто-курчавыми.

Ветвистые одно- и многоклеточные волоски в виде двух- и трехраздельных (свербига восточная, желтушник левкойный), звездчатых (бурачок, икотник серо-зеленый), мутовчато-разветвленных или перистых (коровяк, просвирник раздельнолистный), якоревидных (кульбаба шершаволосистая). От материнской клетки эпидермиса волоски обычно отделяются перегородкой, если перегородка не образуется, формируются сосочки, как правило, очень короткие. Протопласты клеток волосков рано отмирают, но на листьях некоторых семейств волоски образованы живыми клетками (фиалка узумбарская).

Волоски, клетки которых вырабатывают особый, изливающийся наружу секрет, называются железистыми. По строению железистые волоски бывают с утолщением у основания (сияк обыкновенный, бегония), с утолще-

нием на верхушке волоска, так называемой головкой (с одноклеточной головкой – герани, с многоклеточной – у мяты); жгучие, со вздутым основанием, переходящим в легко обламывающееся острие. Содержимое волоска изливается наружу и вызывает жжение при попадании на кожу (крапива).

Чешуйчатые волоски, или чешуйки, представляют собой многоклеточные пластинки разнообразной формы, которые прикрепляются к стеблю своим широким основанием или короткой ножкой.

В зависимости от густоты расположения волосков, их формы, размеров, ориентировки по отношению к поверхности органа различают следующие типы опушения: *бархатистое* – волоски мягкие, короткие, густые; *шелковистое* – длинные, мягкие волоски, часто прижатые к поверхности стебля; *шерстистое* – волоски длинные, более или менее согнутые, сквозь них видна поверхность стебля; *паутинистое* – длинные, извилистые тонкие волоски, прижаты к поверхности органа; *войлочное* – простые или ветвистые волоски густо переплетены, так что трудно рассмотреть отдельный волосок; *щетинистое* – волоски грубые, длинные, редкие; реснитчатое – волоски расположены в один ряд по краю листа, граням стебля, прямые, длинные; *чешуйчатое* – чешуйки плотно прилегают одна к другой, закрывая поверхность стебля; *железистое* – состоит из железистых волосков разного строения, большей частью головчатых (рис. 9).

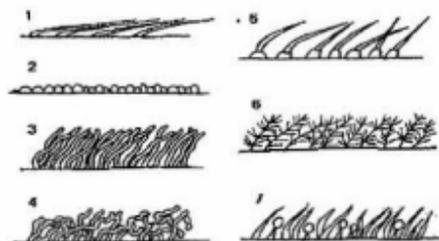


Рис. 9. Типы опушения:

1 – шелковистое; 2 – бархатистое; 3 – шерстистое; 4 – паутинистое; 5 – щетинистое; 6 – войлочное; 7 – смешанное [4,15]

Тема 3. Лист

Лист – один из основных вегетативных органов высших растений, выполняющий функции фотосинтеза и транспирации и являющийся боковым органом с ограниченным ростом. Типичный лист состоит из пластинки, черешка и прилистников. Лист, не имеющий черешка, называется сидячим. Нижнюю часть листа, сочлененную со стеблем, называют основанием листа (рис. 10).

Главная часть ассимилирующего листа – его пластинка. Если у листа одна пластинка, его называют простым, если же на одном черешке с общим

основанием (влагалищем, прилистниками) располагаются две, три или более обособленных пластинок, иногда даже с собственными черешочками, то такой лист называется сложным. На рис. 11, 12 представлены типы расчленения пластинки простого листа и обобщенная схема форм листовых пластинок. Примеры сложных листьев – на рис. 13.

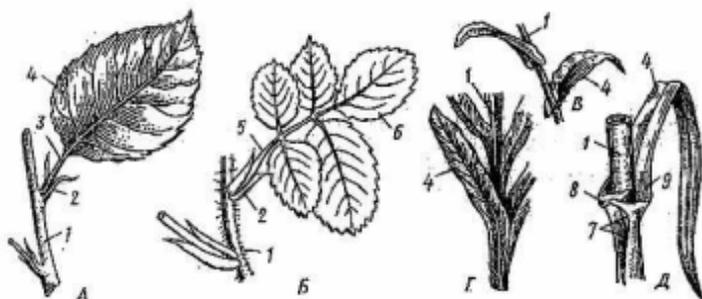


Рис. 10. Типы листьев: А и Б – черешковые с прилистниками (А – простой, яблоня; Б – сложный, шиповник); В – сидячий, ярутка; Г – избегающий, василек; Д – влагалищный, ячмень (1 – стебель; 2 – прилистники; 3 – черешок; 4 – листовая пластинка; 5 – рахис; 6 – листочек; 7 – влагалище; 8 – ушки; 9 – язычок) [16]

		Трехлопастно- (трепиз)	Пальчатно-	Перисто-
Простые листья	Мелкопильчатый (листья чаще др. растений, но иногда и у высших растений)			
	Среднепильчатый (листья высших растений, иногда и у высших растений)			
	Крупнопильчатый (листья высших растений)			
	Сильнопильчатый (листья высших растений)			

Рис. 11. Типы расчленения листа

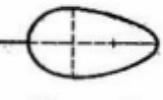
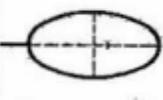
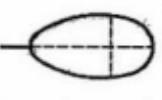
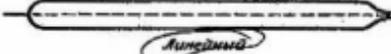
	Наибольшая ширина находится ближе к основанию листа	Наибольшая ширина находится по середине листа	Наибольшая ширина находится ближе к верхушке листа
Длина листа равна или превышает его ширину	 <i>Широкояйцевидный</i>	 <i>Округлый</i>	 <i>Обратно-широкояйцевидный</i>
Длина превышает ширину в 1/2 - 1 раз	 <i>Яйцевидный</i>	 <i>Эллиптический</i>	 <i>Обратнояйцевидный</i>
Длина превышает ширину в 2-4 раза	 <i>Уланейцевидный</i>	 <i>Ланцетный</i>  <i>Продолговатый</i>	 <i>Обратноланцетный</i>
Длина превышает ширину в 5-10 раз	 <i>Линейный</i>		

Рис. 12. Форма листовой пластинки



Рис. 13. Примеры сложных листьев: 1 – тройчатосложный; 2 – пальчато-сложный; 3 и 4 – парноперистосложный; 5 – непарноперистосложный; 6 – прерывчатоперистосложный; 7 – дважды-перистосложный; 8 – трижды-перистосложный

Расчленение пластинки простого листа может быть *тройчатым*, *пальчатым* и *перистым*. При вырезах не глубже $\frac{1}{2}$ ширины полупластинки листья называют *лопастными*, а выступающие части листа – *лопастями*; если вырезы глубже $\frac{1}{2}$ ширины полупластинки, но не доходят до средней жилки, листья *раздельные*, а отдельные их части – *доли*; если вырезы доходят до средней жилки или до основания пластинки, листья *расчлененные*, а отдельные части их – *сегменты*.

В зависимости от количества листочков сложного листа и их расположения на общем черешке (рахис) различают следующие сложные листья.

Тройчатосложный – три листочка прикрепляются в одном месте на общем черешке (представители родов клевер, земляника, кислица).

Пальчатосложный – несколько листочков расходятся веерообразно от общего черешка (люпин желтый, каштан конский).

Парноперистосложный – листочки прикрепляются к общему черешку попарно или поочередно, сложный лист заканчивается небольшим тонким острием (сочевичник, конский боб).]

Непарноперистосложный – листочки располагаются на черешке перисто, а на конце находится один непарный листочек (рябина, ясень, роза).]

Множественносложный – дваждыперистосложный, триждыперистосложный, триждыпальчатосложный и т.д. – общий черешок разветвлен (воронец колосистый, василистник водосборolistный и др.).

При морфологическом описании листа обязательно рассматривают форму края, основания и верхушки листовой пластинки.

Край листовой пластинки может быть *цельный* (сирень, ландыш); *зубчатый* (орех водяной, береза, лебеда) – зубцы равнобокие, направлены перпендикулярно краю листовой пластинки; *пильчатый* (крапива двудомная и жгучая, конопля) – зубцы неравнобокие, наклоненные; *городчатый* (слива, будра плющевидная, буквица лекарственная) – зубцы равнобокие, закругленные на верхушке; *выемчатый* (скерда болотная, осина) – между зубцами находятся широкие дуговидные выемки, превышающие по ширине зубцы; *двойкозубчатый* (лещина обыкновенная, боярышник, белокопытник) – большие прямые зубцы разрезаны на более мелкие по ребрам; *двойкопильчатый* (береза пушистая, вяз обыкновенная, граб обыкновенный) – крупные наклоненные зубцы надрезаны по сторонам (рис. 14 А).

Основание листа может быть клиновидным, округлым, сердцевидным, срезанным или усеченным, стреловидным, копьевидным, неравнобоким, суженным (рис. 14 Б).

Верхушка листа может быть тупой, округлой, усеченной, острой, заостренной, остроконечной, выемчатой, двухлопастной, остистой, усиковидной (рис. 14 В).

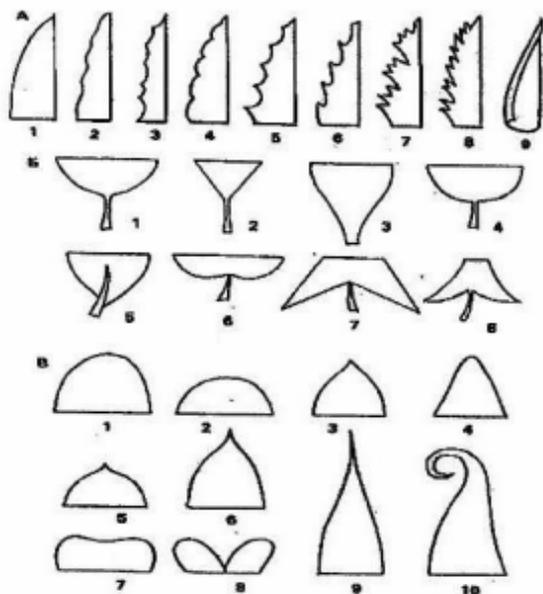


Рис. 14. Край, основание и верхушка листовой пластинки [4: по 15]:

А – край: 1 – цельный; 2 – волнистый; 3 – выемчатый; 4 – городчатый; 5 – зубчатый; 6 – пильчатый; 7 – двоякозубчатый; 8 – двоякопильчатый; 9 – завернутый.

Б – основание: 1 – округлое; 2 – клиновидное; 3 – клиновидное; 4 – усеченное; 5 – неравнобокое; 6 – сердцевидное; 7 – стреловидное; 8 – копьевидное.

В – верхушка: 1 – округлая; 2 – усеченная; 3 – острая; 4 – притупленная; 5 – остроконечная; 6 – заостренная; 7 – выемчатая; 8 – двулопастная; 9 – остистая; 10 – усиковидная

Являясь по происхождению боковым органом, листья, как правило, имеют более или менее плоскую форму и дорсовентральное строение. Дорсовентральность листа заключается в том, что у него, как правило, верхняя и нижняя стороны достаточно резко отличаются по анатомическому строению, характеру жилок, опушению и даже цвету. Различают морфологически верхнюю и морфологически нижнюю стороны листа, имея в виду ориентацию этих сторон относительно верхушки побега.

Морфологической частью листа являются прилистники (рис. 15). Различают:

- свободные прилистники (боярышник черный);
- прилистники, сросшиеся с черешком (шиповник морщинистый, клевер луговой);
- прилистники, сросшиеся с листьями в раструб (семейство гречишных);
- травянистые прилистники (лапчатка белая, гусятка белая, фиалка трехцветная, фиалка полевая); листовидные (горох посевной, соевый); пленчатые (торица обыкновенная, торичник полевой); колочие (белая акация);
- прилистники пазушные (белокрыльник болотный, рдест блестящий).

Форма прилистников также может быть различной: линейной, шиловидной, ланцетной, полулунной, лировидной и др.).



Рис. 15. Прилистники [4]:
 1 – у шиповника; 2 – боярышника; 3 – горца змеиного; 4 – горца птичьего; 5 – горца восточного; 6 – ивы; 7 – фиалки трехцветной; 8 – клевера; 9 – гороха; 10 – чины; 11 – белой акации (а – прилистники; б – черешок листа; в – листовая пластинка; г – раструб; д – стебель)

Жилкование

Жилки листа представляют собой проводящие пучки, идущие затем в стебель. Они выполняют проводящую и механическую функции, а также являются важными описательными признаками листа. Совокупность жилок определяет жилкование листа. Различают параллельное (злаки, осоки, орхидеи, лилейные), дуговидное (ландыш, купена, многие лютиковые, подорожники), перисто-сетчатое (дуб, береза), пальчато-сетчатое (клен) и дихотомическое (гинкго) жилкование (рис. 16).

Листорасположение, или филлотаксис

Порядок размещения листьев на оси побега, отражающий его радиальную симметрию. Различают несколько основных вариантов листорасположения.

1. Спиральное, или рассеянное, листорасположение (иначе его называют очередным) наблюдается, когда на каждом узле побега расположен один лист и основания последовательных листьев можно соединить условной спиральной линией, растянутой вдоль удлиненного стебля или почти плоскостной на широком укороченном стебле (осоковые, лилейные).

2. Двурядное листорасположение, которое можно рассматривать как частный случай спирального. При этом на каждом узле находится один лист, охватывающий широким основанием всю или почти всю окружность оси. Средние линии (медианы) всех листьев лежат в одной вертикальной плоскости (злаковые, лилейные - ирисы, гладиолусы, бобовые - горошки, вики).

3. Мутовчатое листорасположение возникает, если на одном уровне закладывается несколько листовых примордиев, образующих общий узел (элодея, олеандр).

4. Супротивное листорасположение – частный случай мутовчатого, когда на одном узле образуются два листа, точно друг против друга, их медианы лежат в одной вертикальной плоскости. Чаще всего такое листорасположение бывает накрест супротивным, т.е. плоскости медиан соседних пар листьев взаимно перпендикулярны (крапивные, губоцветные, гвоздичные).

Ярусные категории листьев

Различают три категории (или формации) листьев в зависимости от положения на побеге и выполняемых функций: низовые, срединные, верхушечные (рис. 17).

Низовые листья – это первые листья побега, которые защищают развивающиеся почки и заключенные в них листочки от внешних воздействий. К низовым листьям относятся чешуйки (пленочки) у основания надземных травянистых побегов, чешуи лукович, корневищ, почечные чешуи.

Срединные листья представлены обычными листьями растения со всеми присущими данному органу функциями. Срединные листья считаются типичными для каждого вида растений.

Верхушечные (верховые) листья располагаются на верхушке побега в области цветков и соцветий. Они отличаются от срединных листьев меньшими размерами, формой и окраской. К ним относятся кроющие листья соцветий, прицветники, прицветнички, обертка, оберточка. У некоторых растений верхушечные листья ярко окрашены и служат для привлечения насекомых (иван-да-марья). Верховых листьев нет у растений из семейства крестоцветных.

Гетерофиллия (разнолистность). Под гетерофиллией понимают различия по форме срединных листьев одного побега. Гетерофиллия характерна для водных растений, у которых подводные листья бывают лентовидные или рассеченные, а плавающие на поверхности воды чаще всего цельные (стрелолист, некоторые рдесты, лютик водяной и др.). Отмечается гетерофиллия и у наземных растений: колокольчика круглолистного, короставника полевого, поручейника широколистного, лютика кашубского, клоповника пронзеннолистного, омежника. Заметны различия между листьями кроны и побегов пневой поросли у многих древесных растений (тополь, липа, осина и др.).



Рис. 16. Жилкование листьев: 1 – параллельное (злаки, осоки, орхидеи, лилейные); 2 – дуговидное (ландыш, купена, подорожники); 3 – пальчато-сетчатое (клен); 4 – перисто-сетчатое (дуб, береза); 5 – дихотомическое (гинкго) [10]

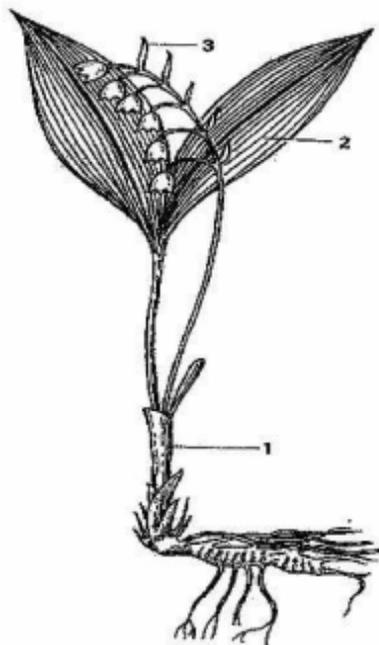


Рис. 17. Категории листьев у ландыша майского: 1 – низовые; 2 – срединные; 3 – верхушечные [4]

Метаморфоз листа и его частей

Лист – наиболее пластичный вегетативный орган, и его приспособительные видоизменения чрезвычайно разнообразны. Возникновение метаморфозов листа объясняются дополнительными функциями, которые лист выполняет в определенных условиях существования. Видоизменяться может весь лист или его отдельные части (рис. 18).

Филлодий. Это видоизмененный лист, у которого листовые пластинки не развиваются, а функцию фотосинтеза выполняет сильно разрастающийся утолщенный черешок (африканские акации, спаржа, чина лесная).

Усики листового происхождения. Могут развиваться из целого листа или его частей и служат для прикрепления растения к опоре. У гороха, чины в усик превратилась часть листа, у чечевицы съедобной – вся листовая пластинка, у сассапарилля – прилистники, у клематиса и настурции – черешок листа. У горошка заборного и горошка волосистого усики являются метаморфозом части сложного листа.

Колючки листового происхождения. Как и колючки побегового происхождения, они возникли в процессе эволюции в связи с необходимостью уменьшения испаряющей поверхности растения, в ряде случаев для защиты от поедания животными. У колочек листового происхождения в пазухе находится укороченный облиственный побег или почка. Такие колючки, как правило, не прочны и не очень долговечны.

Листовые суккуленты. Листья этих растений наряду с выполнением своих основных функций служат резервуаром для накопления и хранения запасов воды. В таких листьях сильно разрастается водозапасающая паренхима, поэтому они сочные, мясистые (алоэ, агава, коланхоэ, молодило, очиток).

Чешуйчатые листья. Это сочные листья луковиц, чешуйчатые листья на корневищах, почечные чешуйки.

Ловчие аппараты насекомоядных растений. Во флоре земного шара насчитывается около 450 видов насекомоядных растений. На территории бывшего СССР встречаются виды четырех родов: росянка, пузырчатка, альдрованда, жирянка. Приспособления для удерживания насекомых у них могут быть различными: особые кувшинчики, урны, пузырьки, липкие железки на поверхности листа. Переваривание насекомых происходит при помощи кислот и ферментов, выделяемых ловчими аппаратами.

Видоизменениями листа являются тычинки и пестики цветков, а также своеобразные приспособления тропических лиан – вместилища для воды, в которые погружены придаточные корни.

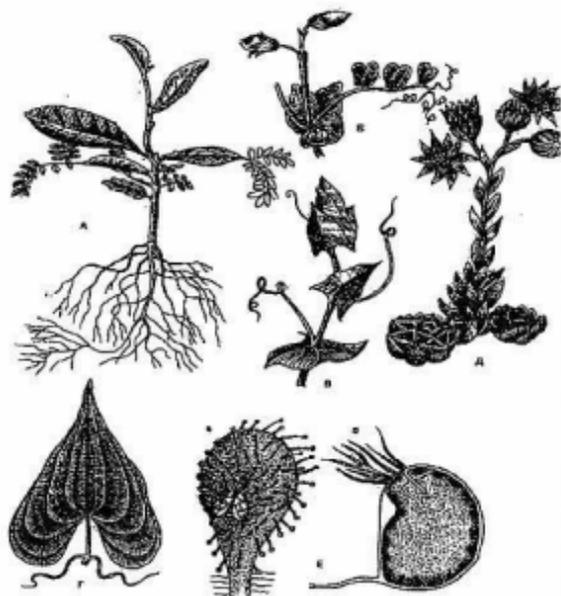


Рис. 18. Метаморфоз листа и его частей [4]: А – филлодий у проростка акации; В, С, Г – усики листового происхождения (горох посевной, чечевица съедобная, сассапариль); Д – листовые суккуленты (молодило); Е – ловчие аппараты насекомоядных растений (а – росянка круглолистная; б – пузырчатка обыкновенная)

Тема 4. Корень

Корень – осевой орган растений, обладающий радиальной симметрией и неопределенно долго нарастающий в длину за счет деятельности апикальной меристемы. От стебля он морфологически отличается тем, что на нем никогда не возникают листья, а апикальная меристема всегда прикрыта чехликом. Главная функция корня – поглощение воды и минеральных веществ из почвы, кроме того, корни укрепляют (заякоривают) растение в почве, делают возможным вертикальный рост и вынесение побегов вверх. В корнях синтезируются различные вещества (многие аминокислоты, гормоны, алкалоиды), откладываются запасные питательные вещества, с участием корней происходит взаимодействие с корнями других растений, микроорганизмами, грибами, обитающими в почве.

Обычно растение обладает многочисленными и сильно разветвленными корнями, которые образуют единую в морфологическом и физиологическом отношении *корневую систему* данного растения. В состав корневых систем входят корни различной морфологической природы: *главный корень, боковые и придаточные корни*.

Главный корень развивается из зародышевого корешка. *Боковые корни* возникают на корне (главном, боковом, придаточных), который по отноше-

нию к ним можно считать материнским. *Придаточные корни* возникают на различных органах растений – на стеблях, листьях.

По происхождению различают следующие типы корневых систем: система главного корня (образуется из зародышевого корешка), система придаточных корней (состоит из корней, образованных стеблем и листом), смешанная система (имеет и главный, и придаточные корни).

Различают два основных морфологических типа корневых систем: *стержневую* и *мочковатую*. Между ними существуют промежуточные формы. Чаще всего для двудольных характерна стержневая корневая система, для однодольных – мочковатая.

Метаморфизированные корни

У многих растений корни выполняют специфические функции. Среди таких корней можно выделить определенные группы.

Ходульные корни характерны для деревьев, входящих в состав мангровых зарослей по берегам тропических морей. Мангровые деревья могут также иметь *дыхательные корни*, растущие вертикально вверх и обладающие хорошо развитой паренхимой. У эпифитных тропических орхидей развиваются *воздушные корни*, способные улавливать атмосферную влагу. Известны *столбовидные корни* – *корни-подпорки* (индийский бадьян), поддерживающие крону дерева; *корни-прицепки* у плюща, *зеленые* фотосинтезирующие корни водяного ореха.

Широко распространены *запасующие* корни, к ним относятся мясистые *корни-корнеплоды*, образующиеся за счет разрастания главного корня (свекла, морковь), утолщения придаточных корней (георгин, спаржа) – *корневые шишки*, или *корневые клубни*.

У растений-паразитов (повилика, петров крест) формируются *корни-присоски* (*гаустории*). На корнях некоторых растений (бобовые) образуются *клубеньки* в результате внедрения в паренхиму корня клубеньковых бактерий из рода *Rhizobium*. При поселении грибов на корнях древесных и травянистых растений образуется *микориза* (*грибокорень*).

Тема 5. Жизненные формы растений

Под жизненной формой растений понимают их внешний облик (габитус), или, точнее, совокупность признаков, которые определяют внешний облик и отражают приспособления растений к условиям обитания.

Существуют различные классификации жизненных форм растений. Принципы их подробно рассматриваются во многих учебных пособиях (например, [6]). Широко известна классификация К. Раункиера, которая основывается на положении о способе защиты почек возобновления у растений в течение неблагоприятного периода – холодного или сухого. Ее основные

категории (фанерофиты, хамефиты, гемикриптофиты, криптофиты и терофиты) представлены на рис. 19.

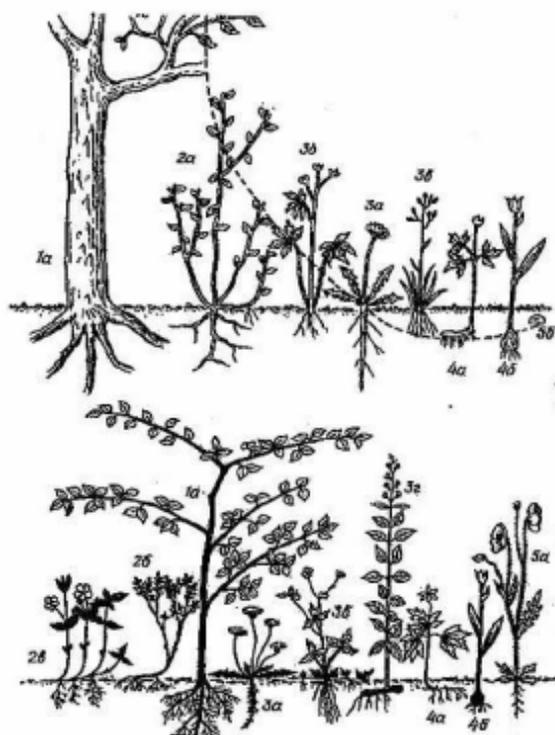


Рис.19. Жизненные формы по Раункиеру (схема) [6]:

1 - фанерофиты (1а - тополь; 1б - омела); 2 - хамефиты (2а - брусника; 2б - черника; 2в - барвинок); 3 - гемикриптофиты (3а - одуванчик - розеточный стержнекорневой гемикриптофит; 3б - виды лютиков; 3в - кустовой злак; 3г - вербейник обыкновенный - длиннопобеговый протогемикриптофит); 4 - геофиты (4а - ветреница - корневищный; 4б - тюльпан - луковичный); 5 - терофиты (5а - максамосейка; 5б - черным показаны зимующие почки возобновления (пунктиром - линия их расположения); внизу: соотношение отмирающих и перезимовывающих частей (черным - остающиеся, белым - отмирающие на зиму)

Наиболее употребительна эколого-морфологическая классификация жизненных форм, основанная на форме роста и длительности жизни вегетативных органов. Ее составляют следующие категории.

1. Древесные растения, подразделяемые на деревья, кустарники и кустарнички.
2. Травянистые растения, подразделяемые на многолетние и однолетние травы.
3. Промежуточная группа полудревесных растений, включающая полукустарники и полукустарнички.

Перечислены наиболее крупные категории данной классификации. В свою очередь, дальнейшее подразделение каждой крупной категории можно также вести по различным признакам, в зависимости от целей исследований, например, по направлению и характеру роста побегов (прямостоячие, стелющиеся и ползучие деревья, кустарники, травы; древесные и травянистые лианы); по способу питания (автотрофные, сапрофитные, полупара-

зитные, паразитные, насекомоядные травы); по подземным органам (корневищные, клубневые, луковичные, каудексовые многолетние травы и кустарнички) и т.д.

Морфология генеративных органов растений

Тема 6. Цветок и соцветие

Цветок

Цветок – это репродуктивный орган покрытосеменных растений. Он представляет собой видоизмененный укороченный побег, приспособленный для образования микро- и мегаспор, гамет, а также для перекрестного опыления.

Стеблевая часть цветка представлена *цветоножкой* и *цветоложем*. Цветоложе может иметь разнообразную форму – от конической до плоской и даже вогнутой в виде бокала. На цветоложе размещены, чаще всего кругами (мутовками), реже по спирали, видоизмененные листья – цветолистки: *чашелистики*, *лепестки*, *тычинки*, *пестики* (рис. 20). В большинстве случаев цветок имеет 5 (или 4) кругов (*циклический цветок*): чашелистики – 1 круг (чашечка), лепестки – 1 круг (венчик), тычинки – 2 круга или 1 круг (андроцей), пестики – 1 круг (гинецей). При спиральном расположении цветолистиков (*ациклический цветок*) число каждой из частей цветка обычно неопределенное. Промежуточное положение занимают цветки, у которых круговое расположение одних цветолистиков сочетается со спиральным расположением других (*гемициклический цветок*).

Околоцветник. Чашечка (*calyx*) и венчик (*corolla*) составляют покров цветка, или *околоцветник* (*perianthium*). Околоцветник, состоящий из разноокрашенных чашечки и венчика, называют двойным, окрашенный одинаково – простым. Простой околоцветник может быть чашечковидным (имеет зеленый цвет) или венчиковидным (ярко окрашен). Бывают и голые цветки – без околоцветника (ясень, белокрыльник). Чашечка у некоторых растений имеет два круга чашелистиков (*sepalum*), тогда внешний из них называется *подчашие* (*calyculus*, *epicalyx*, *calyx exterior*). Подчашие образуется либо из прицветников (мальвовые), либо из прилистников (розоцветные: лапчатка, земляника, сабельник). Чашелистики могут быть свободными (чашечка *свободнолиственная*, или *раздельнолиственная*) или более или менее сросшимися (чашечка *сростнолиственная*, или *спайнолиственная*).

Венчик состоит из более или менее окрашенных лепестков (*petalum*), составляющих второй (иногда и третий) круг цветка. В типичном случае лепесток состоит из узкого *ноготка*, прикрепленного к цветоложу, и широкого пластинчатого *отгиба* – *пластинки*.

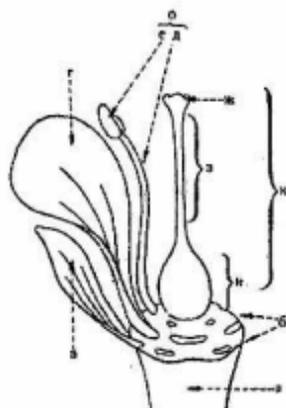


Рис. 20. Схема частей цветка: а - цветоножка; б - цветоложе; в - чашечка; г - венчик; о - тычинка; д - тычиночная нить; е - пыльник; к - пестик; ж - рыльце; з - столбик; и - завязь [7].

В месте перехода ноготка в отгиб на внутренней стороне лепестка развиваются выросты, совокупность которых называют *привенчик*, или *коронка*. Морфологическое разнообразие венчиков очень велико. Они могут быть *свободнолепестными* и *спайнолепестными*. В спайнолепестном венчике ноготки срастаются между собой и образуют трубку. Выделяют две основные морфологические группы: *актиноморфные* (правильные) венчики (когда через венчик можно провести две или более осей симметрии) и *зигоморфные* (неправильные) венчики (когда через венчик можно провести только одну ось симметрии). Частным случаем зигоморфного цветка является *асимметричный цветок*, через который нельзя провести ни одной оси симметрии.

Актиноморфные свободнолепестные венчики классифицируют по числу лепестков, их взаимному расположению, наличию или отсутствию ноготка.

Среди актиноморфных спайнолепестных венчиков различают:

- *колесовидный*, когда трубка мала или почти совершенно отсутствует, а отгиб развернут в одну плоскость (незабудка, вербейник);
- *воронковидный*, когда трубка крупная воронковидная, отгиб сравнительно небольшой (табак, дурман);
- *колокольчатый*, когда трубка сферическая, чашеобразная, постепенно переходящая в малозаметный отгиб (ландыш, колокольчик);
- *трубковидный*, когда трубка цилиндрическая с прямостоячим, более или менее коротким отгибом (подсолнечник и др. сложноцветные);
- *колпачковый*, когда лепестки срастаются верхушками (виноград).

Среди зигоморфных спайнолепестных венчиков наиболее часто встречаются:

- *двугубый* - отгиб состоит из двух неравноценных частей, верхней и нижней губы (ясотка, многие норичниковые);

- *язычковый* – от трубки отходят сросшиеся лепестки, имеющие вид язычка (сложноцветные);
- *шпористый* – лепестки образуют полый вырост, именуемый шпорцем (льнянка, живокость).

К асимметричным относятся цветки орхидей, каштана конского, канн.

Андроцей. Представлен в цветке совокупностью тычинок. Тычинки состоят из тычиночной нити, связника и пыльника, в гнездах которого образуются пыльцевые зерна (микроспоры). У большинства растений пыльник состоит из двух половинок (*тек*), расположенных по обе стороны связника. Каждая из тек, в свою очередь, состоит из двух пыльцевых гнезд (пыльцевых мешков). Нередко число тычинок равно числу листочков околоцветника или кратно им (лилия, тюльпан). В других случаях оно во много раз превышает число долей околоцветника (лютик, шиповник, груша) или может быть минимальным: одна (цинна, канна) или две (сирень, душистый колосок) тычинки.

Морфология андроцея и отдельных тычинок разнообразна, некоторое представление об этом дают рис. 21 и 22. В одном цветке тычинки могут быть разной длины. Например, андроцей с двумя длинными и двумя короткими тычинками называют двусильным (норичниковые, яснотковые), а андроцей с четырьмя длинными и двумя короткими тычинками – четырехсильным (крестоцветные). Часто андроцей состоит из вполне свободных тычинок и называется *многобратственным*. Если все тычинки срослись между собой (подсолнечник), то такой андроцей называют *однобратственным*, если срослись все тычинки, кроме одной (многие бобовые), – *двубратственным*.

У некоторых растений (белозор) часть тычинок теряет способность образовывать пыльники, видоизменяется и превращается в *стаминодии* – железки, выделяющие сладкую жидкость, привлекающую насекомых.

Гинецей. Гинецеем называют всю совокупность пестиков цветка. *Пестик* – закрытое вместилище для семязачатков, образованное вследствие срастания одного или нескольких плодолистиков (мегаспорофиллов). Пестик состоит из *завязи*, в которой расположены семязачатки, *столбика* (одного или нескольких), *рыльца*, которое улавливает пыльцу. Столбик может отсутствовать; тогда рыльце сидит на завязи (мак).

Гинецей, который состоит из одного пестика, называют простым (бобовые, крестоцветные), из двух или нескольких (многих) пестиков – сложным (магнолия, сусак). Пестик, включающий один плодолистик, называют *апикарным*. Сложный гинецей всегда апикарный, так как каждый пестик в нем состоит из одного плодолистика.

Простой гинецей может быть образован либо одним плодолистиком, либо несколькими сросшимися плодолистиками (*ценокарпный* гинецей).

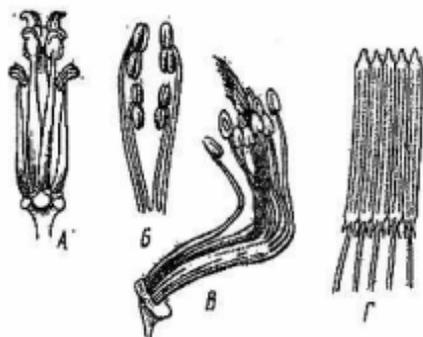


Рис. 21. Типы андроцея [16]: А-Б – многобратственный (А – четырехсильный крестоцветных; Б – двухсильный яснотковых; В – двубратственный бобовых; Г – однобратственный сложноцветных

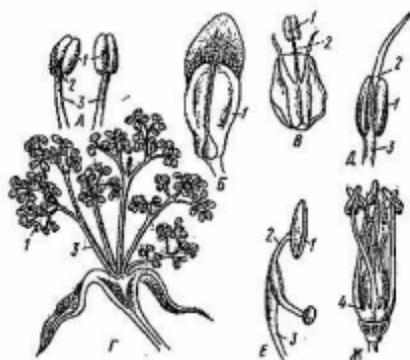


Рис. 22. Формы тычинок [16]: А – с неподвижным пыльником (шиповник); Б – с сидячим пыльником (фиалка); В – с боковыми выростами тычиночной нити (лук); Г – с разветвленной тычиночной нитью (клещевина); Д – с длинным связником (вороний глаз); Е – со связником в виде коромысла (шалфей); Ж – стаминодий (лен); 1 – пыльник, 2 – связник; 3 – тычиночная нить; 4 – стаминодий

В зависимости от способа срастания плодолистиков, а также от числа гнезд завязи ценокарпный гинецей подразделяют на следующие типы (рис. 23):

- *синкарпный* – имеет завязь, разделенную на гнезда (белладонна);
- *паракарпный* – имеет одногнездную завязь, образованную вследствие срастания плодолистиков своими краями (крыжовник);
- *лизикарпный* – имеет также одногнездную завязь, но образующуюся из синкарпного гинецея путем растворения перегородок внутри завязи; при этом в центре завязи сохраняется ось из остатков краев плодолистиков (дрема).

В зависимости от положения завязи по отношению к другим частям цветка и срастания с ними различают завязи: *верхнюю*, *нижнюю*, *полунижнюю* (рис. 24). Верхняя завязь располагается свободно на плоском выпуклом или вогнутом цветоложе.

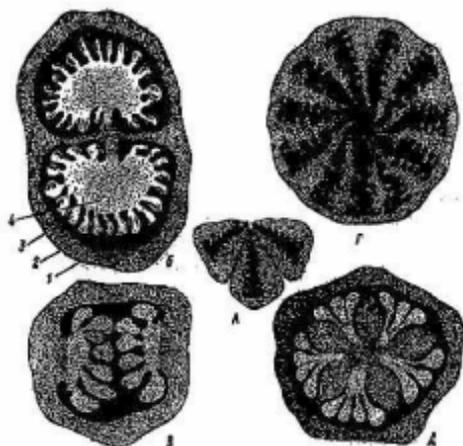


Рис. 23. Поперечные разрезы различных типов гинецея на уровне завязи [16]: А – апокарпный (сусак); Б – синкарпный (белладонна); В – Г – паракарпный (В – крыжовник; Г – мак); Д – лизикарпный (дрема); 1 – стенка завязи; 2 – гнездо; 3 – семязачаток; 4 – плацента

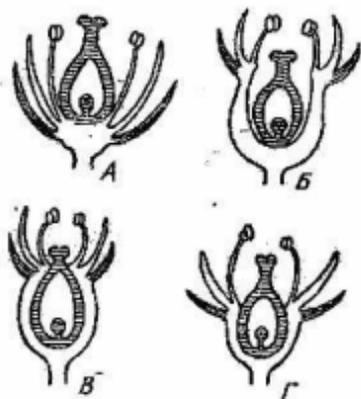


Рис. 24. Типы завязей [16]: А-Б – верхняя; В – нижняя; Г – полунижняя

Образуется она только плодолистиками (лютик, спирея, горох). В образовании нижней завязи, кроме плодолистиков, принимают участие и другие части цветка: цветоложе, основание чашелистиков, лепестков и тычинок, с которыми она срастается (яблоня, огурец). Цветки с нижней завязью *надпестичные*. У полунижней завязи, по крайней мере, нижняя ее часть срастается с цветоложем или другими частями цветка (жимолость, камнеломка, бузина). Цветки с полунижней завязью – *околопестичные*.

В зависимости от числа не сообщающихся между собой гнезд завязи бывают *одногнездные, двугнездные и многогнездные*.

Место прикрепления семязачатков к стенке завязи называют *плацентой*. Способ расположения семязачатков подчинен определенным законо-

мерностям, которые отражают степень морфологической эволюции завязи. Различают следующие способы расположения плацент и семязачатков:

- *рассеянный (ламинально-латеральный)* – плаценты располагаются диффузно по всей внутренней поверхности стенки завязи апокарпного гинецея (нимфейные, сусаковые);
- постенный (париетальный)* – плаценты закладываются на внутренней поверхности стенки завязи в тех местах, где срастаются края плодолистиков апокарпного и паракарпного гинецеев (лютиковые, камнеломковые);
- *осевой (угловой)* – плаценты закладываются на внутренних углах завязи синкарпного гинецея (лилейные);
- *колончатый (свободный центральный)* – плаценты располагаются на колонке, которая находится в центре завязи лизикарпного гинецея (гвоздичные).

Формулы и диаграммы цветков

Морфологическую характеристику цветка можно дать сокращенно, в виде формулы, при составлении которой пользуются следующими обозначениями его частей: Ca – чашечка (*calyx*), Co – венчик (*corolla*), P – простой околоцветник (*perigonium*), A – андроцей (*androecium*), G – гинецей (*gynoecium*). Типы цветков также имеют условные обозначения: ♀ – пестичный цветок, ♂ – тычиночный цветок, ♂♀ – обоеполый цветок, * – актиноморфный цветок, † – зигоморфный цветок.

Число членов отдельных частей цветка обозначают цифрами (пятичленный венчик Co₅, шестичленный андроцей – A₆ и т.д.). Если число членов цветка больше 12, их количество обозначают знаком ∞ (многочленный андроцей – A_∞). Срастание членов цветка обозначают скобками (сросшийся венчик картофеля Co₍₆₎, двубратственный андроцей фасоли – A₍₉₎₊₁). Если члены чашечки, венчика или простого околоцветника расположены в несколько кругов, то цифры, указывающие на число их в каждом круге, соединяют значком + (простой околоцветник лилии P₃₊₃). В формуле отражают тип завязи, для чего над цифрами, указывающими число пестиков в гинецее, проводят черточку, если завязь нижняя, или ставят ее под цифрами, если завязь верхняя. При полунижней завязи цифры перечеркивают горизонтальной черточкой (G₃, G₃, G₃).

Примеры:

Кувшинка белая (*Nymphaea alba*) * ♂♀ Ca₄Co_∞A_∞G_{1(∞)}

Лютик едкий (*Ranunculus acris*) * ♂♀ Ca₅Co₅A_∞G_∞

Люцерна посевная (*Medicago sativa*) † ♂ Ca₍₅₎Co₃₊₍₂₎A₍₅₊₄₎₊₁G₁

Яблоня домашняя (*Malus domestica*) * ♂♀ Ca₅Co₅A₁₀₊₅₊₅G₍₅₎

Еще более полное представление о строении цветка дает диаграмма, которая является проекцией цветка на плоскость, перпендикулярную его оси. Диаграмма, в отличие от формулы, показывает не только число, но и

расположение частей цветка и их членов по отношению друг к другу. Ради удобства принят единый способ ориентации диаграммы: ось соцветия вверх, а кроющий лист внизу. Для каждого члена цветка строго определены значки: ось соцветия – маленьким кружочком; кроющий лист, прицветники и чашелистики – серповидными дугами с килем; лепестки – серповидными дугами без кыля; тычинки – почковидными фигурами; гинцей – кругами или овалами. В случае срастания между собой членов цветка значки, обозначающие их на диаграмме, соединяют тонкими линиями. Примеры показаны на рис. 25 и 26.



Рис. 25. Построение диаграммы цветка [16]: 1 – ось соцветия, 2 – прицветник, 3 – чашелистик, 4 – лепесток, 5 – тычинка, 6 – гинцей, 7 – кроющий лист

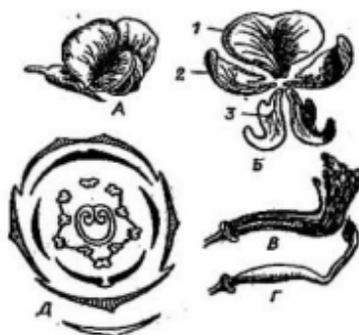


Рис. 26. Цветок гороха [16]: А – общий вид; Б – венчик; В – андроцей; Г – гинцей; Д – диаграмма цветка; 1 – парус, 2 – весла, 3 – лодочка

Соцветие

Органы полового размножения – цветки у покрытосеменных (*Magnoliophyta*), как правило, возникают на концах побегов и их ответвлениях, образуя разнообразные группы, именуемые *соцветиями*. Обычно различают соцветия – простые и сложные. Простое соцветие имеет главную ось, на которой располагаются цветки (сидячие или на цветоножках). Сложное соцветие образуется на главной оси, которая ветвится, а на концах ответвлений располагаются цветки, которые могут иметь цветоножки или быть сидячими.

Существенное значение в структуре соцветия имеет строение его верхушки. Если апекс главной оси функционирует неопределенно долго, формируя новые боковые элементы, такое соцветие называется *неопределенным*, или *открытым* (сем. Крестоцветные – *Brassicaceae*). В других случаях

верхушка главной оси заканчивается конечным цветком и под ним не происходит образования новых боковых ответвлений. Такие соцветия называются *определенными, или закрытыми* (сем. Колокольчиковых – Campanulaceae). В зависимости от разветвленности главной оси соцветие бывает сложным и простым.

Сложные и простые соцветия, в свою очередь, распадаются на два типа: ботрические (рацемозные) и цимозные. *Ботрические соцветия* – соцветия с верхушечным ростом и зацветанием в восходящем порядке, поэтому верхние цветки самые молодые. Сюда относятся кисть, щиток, колос, початок, сережка, зонтик, головка, корзинка. *Цимозные соцветия* имеют ограниченный рост главной оси и преобладающее развитие боковых осей последующих порядков. К этому типу относятся *монохазий* (завиток, извилина, развилина), *дихазий* и *плейохазий* (ложная мутовка, полумутовка, пучок).

Органография соцветия

Соцветие имеет главную ось и боковые оси, которые, в свою очередь, могут быть разветвлены в различной степени. Конечные их ответвления – цветоножки – несут цветки. Сложное соцветие состоит из главной оси и боковых ответвлений, или боковых осей, которые часто называют *паракладиями*. Главная ось несет главное соцветие, а каждая боковая ось заканчивается боковым соцветием, которое называют также парциальным.

Оси соцветия делятся на узлы и междоузлия. На узлах соцветий располагаются листья и *прицветники*, а на узлах цветоножки – *прицветнички*.

Верхушка главной оси соцветия может расти неопределенно долго, отчленяя все время боковые элементы соцветия или она полностью расходуется на конечный цветок. Цветок, заканчивающий соцветие, называется *терминальным, верхушечным*; цветок, расположенный сбоку от верхушки соцветия, называется *латеральным, боковым*.

В зависимости от пола цветков, составляющих соцветие, его называют *обоеполым* (если все цветки в нем обоеполые, черемуха обыкновенная – *Radus avium* Mill.); *тычиночным, мужским* (если все цветки в соцветии тычиночные, лещина обыкновенная – *Corylus avellana* L., дуб обыкновенный – *Quercus robur* L.); *пестичным, женским* (если все цветки в соцветии женские, ива козья – *Salix caprea* L.); *андрогинным* (если в соцветии есть и пестичные, и тычиночные цветки, иногда в сочетании с обоеполыми цветками).

Иногда в соцветии вместо цветков возникают луковички или молодые растеньица, которые опадают на почву и укореняются, давая начало новым особям. Такие соцветия называют *живородящими* (горец живородящий – *Polygonum viviparum* L., лук луковичконосный – *Allium caeruleum* Pall.). Все многообразие соцветий можно свести к определенной классификации (табл. 1).

Классификация соцветий [4, 15]

Вид соцветия	Характеристика	Изучаемые объекты
1	2	3
Ботрические (рацемозные) открытые соцветия		
<i>Простые соцветия</i>		
Кисть	На главном стебле в очередном порядке сидят цветки на заметных, постепенно удлиняющихся книзу цветоножках	Редька дикая, ландыш майский, люпин многолетний, смородина черная, черемуха обыкновенная, чина лесная
Простой колос	На главном стебле в очередном порядке сидят цветки, лишённые цветоножек	Вербена лекарственная, подорожники большой и средний
Початок	На утолщённом главном стебле сидят цветки, лишённые цветоножек. Початок обычно снабжен оберточными листьями или крылом (чехлом)	Кукуруза обыкновенная, белокрыльник болотный
Головка	На округлой верхушке главного стержня располагаются сжатые цветки на очень коротких цветоножках или без них	Клевер, черноголовка обыкновенная
Щиток	Нижние цветки имеют более длинные цветоножки, в результате чего все цветки соцветия располагаются в одной плоскости	Груша обыкновенная, рябина обыкновенная
Простой зонтик	Главная ось укорочена; цветоножки всех цветков кажутся выходящими из ее вершины и имеют одинаковую длину	Вишня садовая, лук репчатый, первоцвет весенний, сусак зонтичный, подлесник европейский
Корзинка	Состоит из разросшегося цветоложа, на котором сидят цветки, окруженные общей оберткой. Характерна дифференциация цветков на красные и срединные	Подсолнечник, одуванчик лекарственный, поповник и др. растения из семейства сложноцветных

1	2	3
Сложные соцветия		
Сложный колос	На общей оси колоса находятся боковые оси колосков; колоски сидячие	Пшеница, рожь
Сложный зонтик	Боковые оси заканчиваются простым зонтиком. Нередко у основания лучей первого порядка верхушечные листья образуют обертку, при основании лучей второго порядка – оберточку	Морковь посевная, тмин обыкновенный, укроп
Метелка (сложная кисть)	Главная ось несет боковые ветвящиеся оси, заканчивающиеся цветками	Таволга вязолистная, бузина черная, сирень обыкновенная, полынь горькая, мужские соцветия кукурузы, метельчатые злаки
Двойная кисть	Частные соцветия (кисти) сочетаются с облиственными побегами (оси второго порядка), повторяющими ветвление главной оси и называемыми побегами обогащения	Вероника широколистная, клевер равнинный
Цимозные (закрытые) соцветия		
Монохазий (однолучевой верхушечник) а) извилина	Оси монохазия относительно кроющего листа отходят последовательно в две взаимно противоположные стороны	Бурачок лекарственный, медуница неясная
	Оси монохазия по отношению к кроющему листу направлены в одну сторону, благодаря чему не распустившаяся еще часть соцветия закручена как бы спирально	Свекла обыкновенная, гравилат речной

1	2	3
Дихазий (двулучевой верхоцветник)	Главная ось кончается одиночным цветком, а непосредственно под ним образуется развилка боковых осей, из которых каждая продолжает такую же систему и дает на каждой оси одиночные цветки. Ложнодихотомическое ветвление	Виды семейства гвоздичных (звездчатка, ясколки и др.)
Плейохазий (многолучевой верхоцветник, ложный зонтик)	Из каждой оси выходят мутовки перерастающих ее ветвей, заканчивающиеся цветком	Картофель, герань комнатная, виды молочаев
Тирсоидные соцветия (тирс) <i>Цимозные соцветия собраны на оси, имеющей моноподиальный характер</i>		
Двойные извилины, двойные завитки	Соцветие развивает цветки первого и второго порядков, как это свойственно дихазиям, а цветки третьего и последующего порядков образуются монохазальным путем	Виды окопника, незабудок, живучка ползучая, зюзник европейский
Сережка	Повислые тирсоидные соцветия, опадающие после цветения целиком	Береза, ольха, тополь, другие сережкоцветные растения
Объединенные соцветия (комплекс сложных соцветий)		
Элементарные (парциальные) соцветия собраны в общие соцветия, которые, в свою очередь, составляют объединенное соцветие		Донник лекарственный
Составные соцветия (агрегатные) <i>Ветвление главной оси и характер расположения боковых осей осуществляется по определенному типу, не соответствующему характеру ветвления и расположения осей в элементарных (парциальных) соцветиях</i>		
Метелка сложных зонтиков	Метельчато ветвящиеся соцветия, несущие на конечных осях зонтики	Аралия кистевидная, фатсия японская

1	2	3
Метелка	Метельчато ветвящиеся соцветия, несущие на конечных осях корзинки	Польнь обыкновенная
Щиток корзинок	Щитковидно разветвленное соцветие, несущее на конечных осях зонтики	Ромашка непахучая, пижма, тысячелистник обыкновенный
Кисть зонтиков	Кистевидно разветвленное соцветие, несущее на конечных осях зонтики	Плющ обыкновенный
Кисть корзинок	Кистевидно разветвленное соцветие, несущее на конечных осях корзинки	Черда поникшая
Зонтик двойных головок	Зонтиковидно разветвленное соцветие, несущее на конечных осях двойные головки	Синеголовник полевой

Одной из основных биологических особенностей соцветия является скопление цветков на сравнительно ограниченном участке побега растения, что облегчает их опыление, а одновременное зацветание цветков обеспечивает опыление хотя бы какой-то части из них в случае наступления неблагоприятных условий.

Приведенные типы соцветий (табл. 1, рис. 27) не исчерпывают всего их разнообразия. Очень подробно этот материал рассматривается в монографии: Федоров, А.А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Соцветие / А.А.Федоров, З.Т. Артюшенко. – Л.: Наука, 1979. – 296 с.

Тема 7. Плод и семя

Плод

В результате опыления и последующего полового процесса (двойного оплодотворения) *семязачатки (семяпочки)* превращаются в *семена*, заключенные в *плоды*.

Плод (*fructus*) представляет собой орган размножения, а также нередко и распространения покрытосеменных растений, возникающий из цветка. Основную часть плода составляет гинцей, но у многих растений, главным образом с нижней завязью, в образовании плодов принимают участие и другие части цветка, прежде всего цветоложе и цветоножка, а иногда и части соцветия.

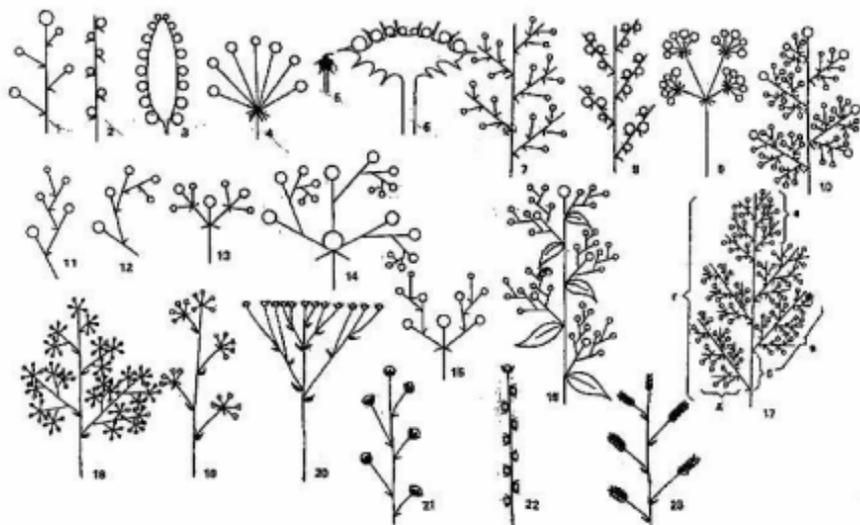


Рис. 27. Соцветия: 1 – кисть; 2 – колос; 3 – початок; 4 – зонтик; 5 – головка; 6 – корзинка; 7 – двойная кисть; 8 – сложный колос; 9 – сложный зонтик; 10 – метелка; 11 – извилина; 12 – завиток; 13 – дихазий; 14 – плейохазий; 15 – двойная извилина; 16 – тирс; 17 – объединенное соцветие (а – главная ось соцветия; б – основное междуузлие; в – объединенное соцветие; г – общее соцветие; д – элементарное соцветие); 18-23 – составные (агрегатные) соцветия: 18 – метелка зонтиков; 19 – кисть зонтиков; 20 – щиток корзинок; 22 – колос корзинок; 23 – кисть колосьев [4]

Наиболее существенная часть плода – *околоплодник (перикарп)*. Околоплодник формируется в основном из стенки завязи (иногда и из других частей цветка) и состоит из трех слоев: *экзокарпа* (наружный слой), *мезокарпа* (средний слой), *эндокарпа* (внутренний слой). Далеко не всегда эти зоны легко разграничить, только в плодах типа костянки они хорошо различимы: тонкий кожистый экзокарпий, мясистый сочный мезокарпий и твердый эндокарпий (рис. 28).

На рис. 28, 29, 30, 31 показано морфологическое разнообразие плодов, которое определяется тремя группами признаков:

- строением околоплодника;
- способом вскрывания или распадаения;
- особенностями, связанными с распространением.

Принципы классификации плодов

Определяющим морфологическим признаком плода является тип гинецея, из которого он развивается.

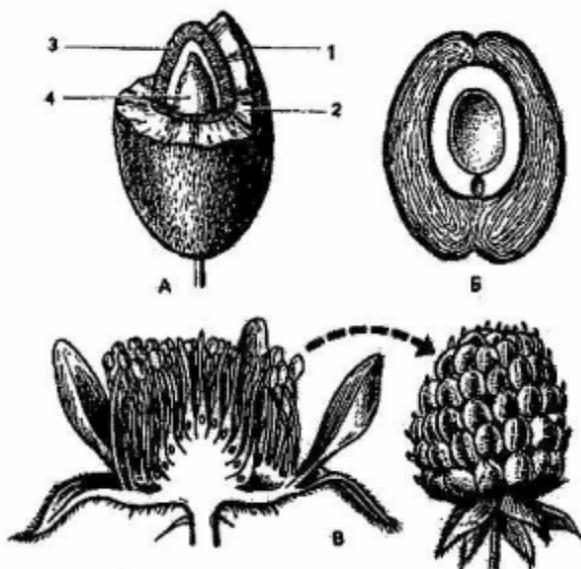


Рис. 28. Костянковидные плоды [4]: А – костянка (слива): 1 – экзокарпий; 2 – мезокарпий; 3 – эндокарпий; 4 – семя; Б – сухая костянка (кокосовая пальма); В – сборная костянка (малина)

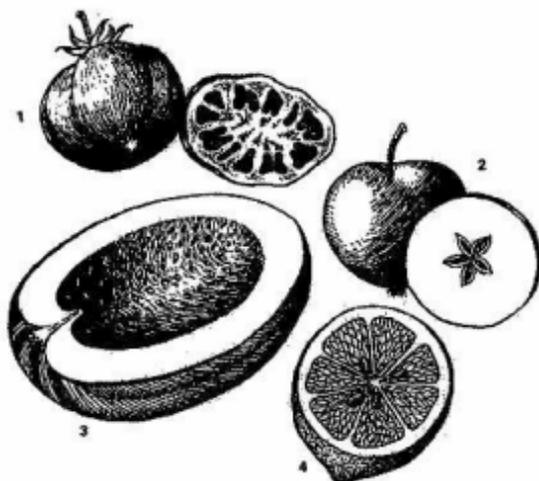


Рис. 29. Ягодovidные плоды [4]: 1 – ягода (томат); 2 – яблоко (яблоня); 3 – тыква (тыква); 4 – померанец (лимон)

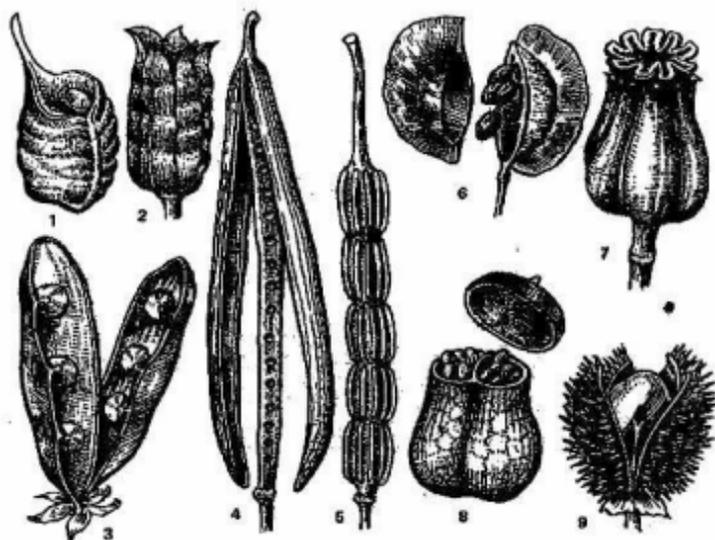


Рис. 30. Коробочковидные плоды [4]: 1 – листовка (живокость); 2 – сборная листовка (водосбор); 3 – боб (горох); 4 – стручок (капуста); 5 – членистый стручок (редька); 6 – стручочек (ярутка); 7-9 – коробочки (мак, белена, дурман)

В связи с этим различают *апокарпии*, *синкарпии*, *паракарпии*, *лизикарпии*. Часто используют искусственные классификации плодов, основанные на внешней морфологии. При этом все плоды делят на сочные и сухие. Последние подразделяются на вскрывающиеся и не вскрывающиеся.

Апокарпные плоды

Апокарпий – плод, образованный свободными или частично сросшимися плодолистиками. Апокарпные плоды представлены главным образом среди многоплодниковых, а также в таких крупных группах, как розоцветные и бобовые, у некоторых примитивных однодольных. Исходным для покрытосеменных и наиболее примитивным типом плода является *многолистовка*.

Листовкой называют сухой многосемянный плод, образованный одним плодолистиком и вскрывающийся с одной стороны (лютиковые). Количество листовок равно количеству плодолистиков в цветке (рис. 30).

От многолистовки произошел плод *многоорешек* (лютиковые, розоцветные, плод лотоса). К многоорешкам относится плод земляники. Морфологически близок к нему плод шиповника, называемый *цинародий*, вместе выпуклой оси имеющий бокаловидный *гипантий*.

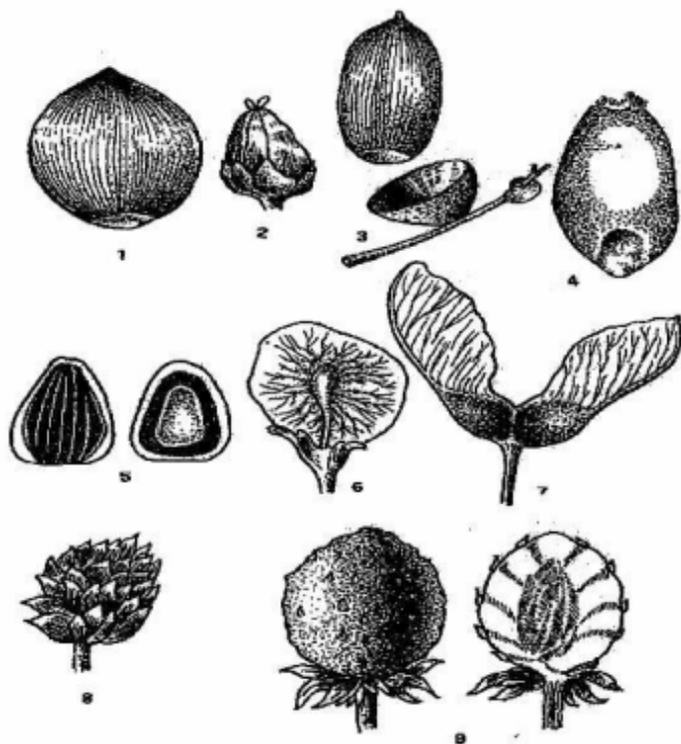


Рис. 31. Ореховидные плоды [4]: 1 – орех (лещина); 2 – орешек (гречиха); 3 – желудь (дуб); 4 – зерновка (пшеница); 5 – семянка (подсолнечник); 6 – крылатка (вяз); 7 – дробная крылатка (клен); 8, 9 – сборные орешки (лютик, земляника)

К апокарпным плодам относятся *многокостянки* и *костянки*. Многокостянки характерны для различных представителей рода *Rubus* (малина, ежевика). *Однокостянки* хорошо известны, так как они широко представлены у представителей подсемейства сливовых из семейства розоцветных (слива, вишня, черешня и др.). Плод миндаля можно назвать *сухой однокостянкой* (рис. 29).

Плод *боб*, характерный для семейства бобовых, мимозовых и цезальпиниевых, произошел от листовки. Бобы вскрываются двумя створками, распадаются на членики, скручиваются (рис. 30). Самые длинные в растительном царстве плоды – бобы тропической лианы *Entada* из мимозовых – до 1,5 м длиной и 10-15 см шириной. Редукция числа семячатков приво-

дят к возникновению односемянных, не вскрывающихся, подобно орешкам, бобов (некоторые виды клевера, дрока, люцерны, эспарцета).

Синкарпные плоды

Синкарпий – плод с многогнездной завязью, образованный из сросшихся плодолистиков, т.е. ценокарпного гинецея.

Синкарпная коробочка обладает несколькими гнездами, соответствующими числу плодолистиков, участвующих в образовании гинецея. Примером могут служить плоды (коробочки) тюльпанов (*Tulipa*) и вероник (*Veronica*).

Дробные синкарпные сухие плоды распадаются по перегородкам на мерокарпии, соответствующие отдельным плодолистикам. Образуются из нижних и полунижних завязей. Примерами таких плодов являются *двукрылатки* кленов (*Acer*), плоды подмаренника (*Galium*), *вислоплодник* зонтичных (*Ariaceae*), *ценобии* бuraчниковых (*Boraginaceae*) и губоцветных (*Lamiaceae*).

Среди синкарпных сухих невскрывающихся плодов, кроме многосемянных, имеются и односемянные плоды. Например *орех* (лещина - *Corylus*), *желудь* дуба (*Quercus*) (рис. 31).

Синкарпные сочные плоды. Верхняя синкарпная ягода известна у винограда (*Vitis*), вороньего глаза (*Paris*), картофеля (*Solanum*), помидоров (*Lycopersicum*). У такого плода, в отличие от костянок, весь околоплодник сочный, а оболочка семян твердая, содержащая каменные клетки.

Из нижней завязи образуются нижние синкарпные сочные плоды. К ним относится *нижняя синкарпная ягода* (клюква, брусника, черника, жимолость) и *нижняя синкарпная костянка* (бузина, кизил, кофе).

Плоды цитрусовых (*Citrus*) – верхние сочные синкарпии, так называемые *гесперидиумы* или *померанцы* (рис. 28). Из нижних завязей возникают синкарпные сочные плоды у видов семейств брусничных и жимолостных, а также у банана. У брусники, черники, жимолости, банана – ягоды, у бузины – многокосточковые костянки.

Плод подсемейства яблоневых (*Maloideae*) – *яблоко* (рис. 28). Очень специфичны плоды граната, называемые *гранатина*, околоплодник которой сухой, кожистый, раскрывающийся при созревании неправильными трещинами. Гнезда завязи заполнены крупными семенами с сочной кожурой, что является большой редкостью в растительном мире. Иначе плод граната может быть назван *нижней синкарпной сочносемянной ягодой*.

Паракарпные плоды

Паракарпий – плод, образованный из паракарпного гинецея с одногнездной завязью. Среди паракарпиев встречаются многосемянные и односемянные, вскрывающиеся и невскрывающиеся, верхние и нижние. К исходным паракарпиям относятся *паракарпные коробочки* (маковые – *Parav-*

eraceae) и стручки (крестоцветные – *Brassicaceae*). Стручок крестоцветных близок к димерным плодам маковых. От последних он отличается наличием перегородки, образованной не стенками плодолистиков, как у синкарпных плодов, а являющейся выростами плацентарных бороздок и поэтому названной ложной перегородкой. Исходным плодом в семействе крестоцветных является стручок типа сердечника или сурепки – раскрывающийся многосемянной цилиндрический или 4-гранный линейный стручок (рис. 30).

Растения семейства тыквенных образуют паракарпные плоды особого типа, называемого *тыквина*. Она характеризуется твердым экзокарпием и мясистым мезокарпием (рис. 28). Полость плода заполнена плацентами, часто очень сочными. Плод кокосовой пальмы – верхняя паракарпная сухая костянка (рис. 29).

Зерновка злаков представляет собой невскрывающийся односемянной паракарпный плод, у которого тонкий околоплодник очень тесно примыкает к семянной кожуре и кажется сросшимся с ней (рис. 31).

К нижним паракарпным плодам принадлежат плоды сложноцветных (*Asteraceae*) и ворсянковых – *семянки* (рис. 31). Семянки несут различные придатки, способствующие распространению (например, хохолок).

Лизикарпные плоды

Характеризуются центральной колонкой. Исходным типом лизикарпного плода является коробочка (большинство родов семейства гвоздичные), происшедшая из коробочки синкарпной. Для лизикарпных коробочек свойственно неполное вскрывание, в основном зубчиками, число которых равно числу плодолистиков или вдвое больше их числа. К лизикарпным плодам относятся также верхний лизикарпный орешек (сем. *Plumbaginaceae*) и сухая ягода (волдырник – *Cucubalus*).

Соплодия

Под соплодием понимают результат срастания и превращения как бы в один плод нескольких плодов, возникших из отдельных цветков одного соцветия (шелковица, ананас, хлебное дерево).

Очень подробно материал по морфологии плодов изложен в монографии: Артюшенко, З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод / З.Т. Артюшенко, А.А.Федоров – Л.: Наука, 1986. – 392 с.

Семя

Семя – орган, предназначенный для размножения и распространения семенных растений, развивающийся из семяпочки внутри созревающего плода. Зрелое семя состоит из *зародыша*, *семенной кожур*ы и *запасоу*ющей *ткани* (эндосперма и перисперма).

Зародыш – главная часть семени, представляющая собой зачаток нового растения. Состоит из первичной оси (*гипокотиль*, *эпикотиль* и *зародышевый корень*), семядольных листьев и зародышевой почки. Класс двудольных характеризуется двусемядольным зародышем, класс однодольных – односемядольным. *Эндосперм* – многоклеточное образование, формирующееся из оплодотворенного вторичного ядра зародышевого мешка. *Перисперм* – запасная питательная ткань зрелого семени, образуется из нуцеллуса и используется зародышем при прорастании. *Семенная кожура (спермодерма)* формируется из интегумента семяпочки, служит для защиты семени от механических повреждений, высыхания, проникновения микроорганизмов, в ряде случаев способствует распространению семян.

В зависимости от строения зародыша и степени его дифференциации в зрелом семени, а также от наличия или отсутствия специальных запасочных тканей различают несколько типов семян (рис. 32, 33):

- семена с эндоспермом, двусемядольным зародышем и спермодермой (томат, морковь, гречиха, клещевина);
- семена с эндоспермом, односемядольным зародышем и спермодермой (рожь, пшеница, банан, ирис, кокосовая пальма);
- семена с двусемядольным зародышем и спермодермой (бобы, фасоль, горох, дуб, лещина);
- семена с односемядольным зародышем и спермодермой (рогоз, частуха);
- семена с эндоспермом, предзародышем и спермодермой (ландыш, майник, хохлатка, женьшень);
- семена с предзародышем и спермодермой (орхидные);
- семена с запасочной тканью, представленной периспермом и эндоспермом (растения из семейства норичниковых, нимфейных);
- семена с запасочной тканью – периспермом (растения из семейства гвоздичных);
- семена, состоящие только из зародыша (бамбук).

Внешние черты строения семени слагаются из ряда признаков, используемых при их описании. Это – размер семени, его форма, характер поверхности, окраска, семенной рубчик, семенной шов и различного рода придатки. Размер семени весьма широко варьируется: от крупных семян, размером до десятков см (пальмы – *Arecaceae*), среднего размера, измеряющихся несколькими см (тыква – *Cucurbita*), до мелких, размер которых не превышает нескольких мм (кактусовые – *Cactaceae*). Наконец, у ряда растений семена можно изучать только под микроскопом, их называют микроскопическими, или пылевидными (норичниковые – *Scrophulariaceae*; орхидные – *Orchidaceae*).

Форма семени также разнообразна. Семя может быть округлым, продолговатым, шаровидным, яйцевидным, эллипсоидальным, почковидным, угловатым и др. (рис. 34, 35). Разнообразна поверхность семян. Они могут

быть голыми, опушенными, гладкими или иметь различные выросты, например, шероховатые, бугорчатые, ямчатые, ячеистые и др.

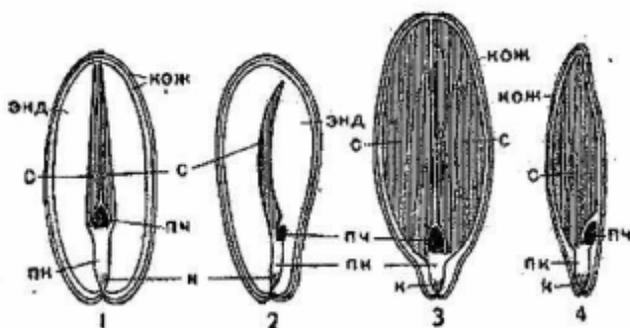


Рис. 32. Схематические разрезы семян [9]: 1 – двудольного растения с эндоспермом; 2 – однодольного с эндоспермом; 3 – двудольного без эндосперма; 4 – однодольного без эндосперма; кож – семенная кожура; энд – эндосперм; с – семядоли; пч – почечка; к – корешок

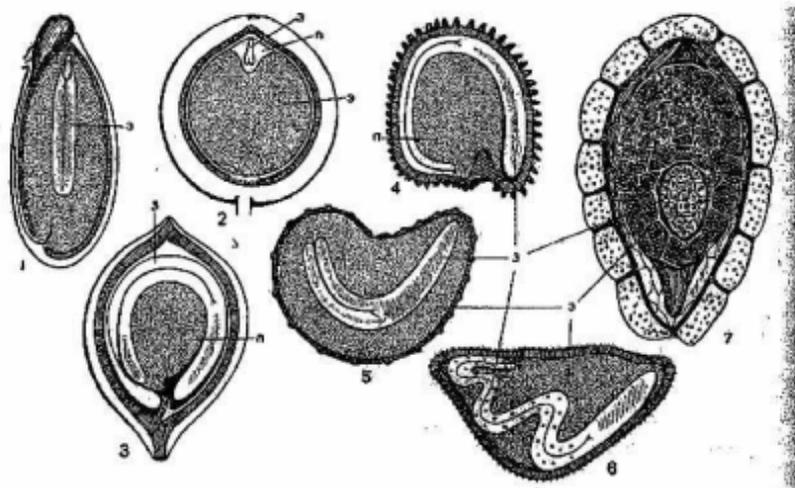


Рис. 33. Форма и расположение зародыша в семенах [9]: 1 – у клещевины; 2 – у черного перца; 3 – у пшината; 4 – у куколя; 5 – у мака; 6 – у выюнка; 7 – у заразихи; з – зародыш; э – эндосперм; п – перисперм

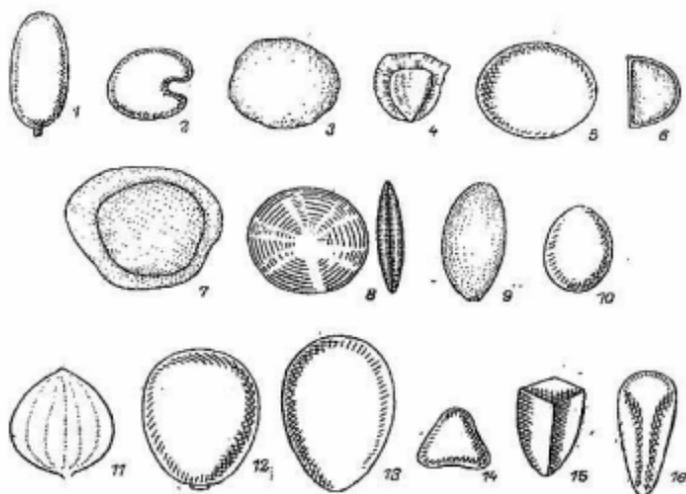


Рис 34. Форма семени [2]. Прямое: 1 – *Cordaria draba*. Изогнутое: 2 – *Cleome canescens*. Округлое: 3 – *Crinum asiaticum*. Уплющенное: 4 – *Lilium regale*. Шаровидное: 5 – *Sinapis arvensis*. Полушаровидное: 6 – *Habranthus andersoni*. Сплюснутое: 7 – *Pithecelobium saman*. Дисквидное: 8 – *Lens culinarius*. Продолговатое: 9 – *Annona squamosa*. Яйцевидное: 10 – *Persea gratissima*, 11 – *Victoria amasonica*. Обратнойцевидное: 12 – *Nuphar luteum*. Продолговато-обратнойцевидное: 13 – *Gleditschia caspica*. Конусовидное: 14 – *Urtica dioica*. Обратноконусовидное: 15 – *Oenothera biennis*. Клиновидное: 16 – *Vixus microphylla*

Поверхность семени иногда оснащена различными придатками, которые представляют собой выросты семенной кожуры, семяножки и семенного шва. Из них формируются крылья и ариллусы (рис. 36 А, Б).

Приспособлением для рассеивания семян является наличие у семени мясистого придатка – присемянника, или ариллуса, разросшиеся ткани которого содержат масло, крахмал, сахар и другие вещества. Ариллус может иметь яркую окраску (белый, красный, желтый, оранжевый и т.д.), он поедается насекомыми и птицами и тем самым способствует распространению семян.

Окраска семян большей частью коричневая и черная. Семена белой, желтой, красной, зеленой окраски встречаются реже. Возможны переходные окраски: черно-коричневые, зеленовато-желтые и т.д.

Очень подробно материал по морфологии семян изложен в монографии: Артюшенко, З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Семя / З.Т. Артюшенко. – Л.: Наука, 1990. – 204 с.

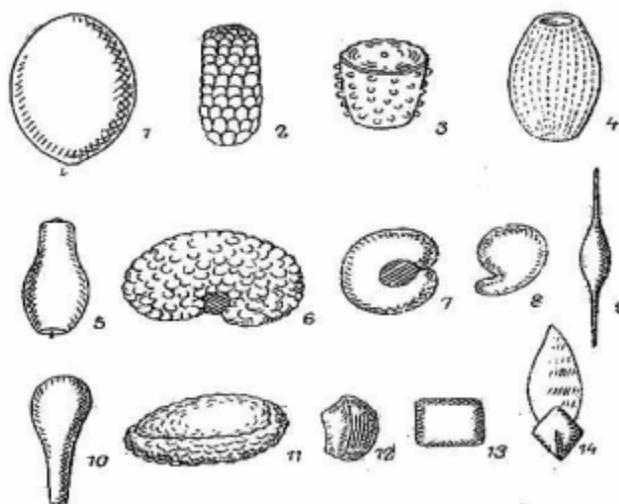


Рис. 35. Форма семени (продолжение) [2]. Эллипсоидальное 1 – *Berberis vulgaris*. Цилиндрическое: 2 – *Lobelia cardinalis*. Бочонковидное: 3 – *Codon royerii*; 4 – *Saxifraga granulata*. Кеглевидное: 5 – *Salix herbacea*. Почковидное: 6 – *Minuartia verna*. Подкововидное: 7 – *Melastoma malabathricum*. Запятаевидное: 8 – *Capparis spinosa*. Веретеновидное: 9 – *Nepenthes rafflesiana*. Булавовидное: 10 – *Coelostegia griffithii*. Ладьевидное: 11 – *Veronica spuria*. Угловатое: 12 – *Gardenia tenuifolia*. Четырехугольное: 13 – *Tamarindus indica*. Ромбовидное: 14 – *Plumeria rubra*

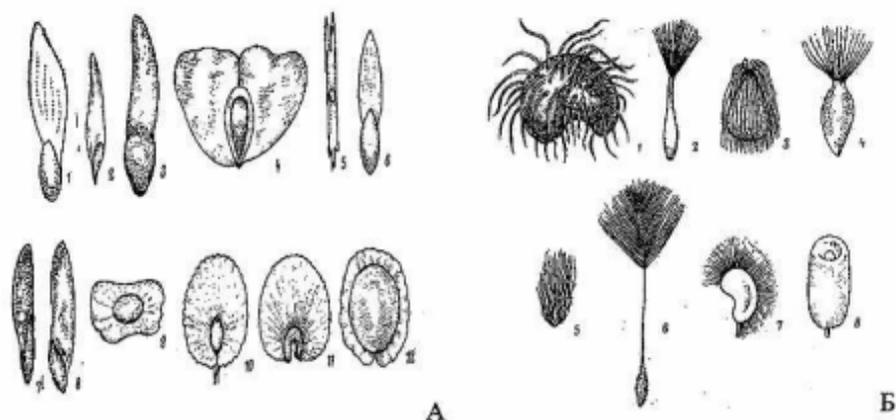


Рис. 36. Семена крылатые (А), с волосками и чешуями (Б) [2]

Учебные задания по морфологии растений

Задание 1. Побег и стебель

Материал: побеги плауна, вишни, сливы, ели, липы, сирени, каштана конского, яблони, смородины, березы, ольхи, тополя, злаковых растений и др.

1. Определить тип ветвления стеблей различных растений. Сделать схематичные рисунки.
2. Изучить и зарисовать побеги некоторых растений (тополя, сирени, ели). Дать им определение.
3. Познакомиться с особенностями узла кущения злаков на примере пшеницы или ржи.
4. Рассмотреть внешний вид и изучить внутреннее строение почки каштана конского или сирени. Сделать рисунки.
5. Составить морфологический гербарий стеблей, различающихся способом нарастания, формой поперечного сечения, положением в пространстве, типом ветвления, листорасположением.
6. Изучить метаморфозы побега (луковица лука, клубнелуковица шпакника или безвременника, усы земляники, корневища пырея, ландыша, стolon и клубень картофеля, побеги огурца и боярышника).

Задание 2. Лист

Материал: листья яблони, фиалки трехцветной, ячменя, кукурузы, сосны, ели, ландыша, винограда, клена, ивы, подорожника, осины, копытня, сирени, вьюнка, дуба, одуванчика, лютика, тысячелистника, моркови, акации желтой, шиповника, каштана конского, лебеды и др.

1. На примере гербарного материала или живых растений изучить строение листьев: черешкового, сидячего, влагалищного.
2. По гербарному материалу или на примере живых растений во время экскурсии в природу изучить жилкование листьев.
3. Ознакомиться с наиболее распространенными формами листовой пластинки простых цельных и рассеченных листьев.
4. Ознакомиться с разнообразием сложных листьев.
5. Ознакомиться с формами изрезанности края листовой пластинки.
6. Изучить метаморфозы листа (опунция, очиток, барбарис, чертополох, горох).
7. Зарисовать строение трех типов листьев (черешкового, сидячего, влагалищного), типы жилкования листьев, простые листья разной формы с цельной и расчлененной пластинкой, сложные листья разной формы, типы края листовой пластинки и сделать обозначения. Во время летней практики рисунки следует заменить гербарными образцами, смонтированными на листах плотной бумаги стандартного размера (А-4, А-3).

Задание 3. Корень

Материал: живые или гербарные образцы корневых систем проростков тыквы, фасоли, пшеницы, ячменя или ржи. Корнеплоды моркови, редьки, турнепса, свеклы, постоянные микропрепараты корня моркови или петрушки, клубни георгина, побеги повилики с гаусториями, плюща с прицепками, постоянный микропрепарат поперечного среза клубенька корня люпина.

1. Ознакомиться с различными типами корневых систем проростков тыквы, пшеницы, фасоли (система главного корня, система придаточных корней, смешанная корневая система).
2. Определить форму корневых систем этих проростков: стержневая и мочковатая.
3. Зарисовать три типа корневых систем и обозначить их.
4. Рассмотреть внешнее строение корнеплода свеклы или другого растения.
5. Изучить метаморфозы корня на примере клубня георгина, побегов повилики с гаусториями, плюща с прицепками.
6. Ознакомиться со строением клубенька на корне люпина, рассмотреть постоянный микропрепарат, зарисовать и сделать обозначения.

Задание 4. Цветок

Околоцветник

Материал: живые или заспиртованные цветки лилии, редьки, капусты, лютика едкого или ползучего, яблони, вишни, гороха, фасоли, незабудки, сирени, табака, картофеля, цикория, одуванчика, льнянки, живокости.

1. Проанализировать строение и зарисовать околоцветники цветков следующих растений: лилии, капусты, гороха или фасоли, незабудки или сирени, табака или картофеля, цикория, льнянки и живокости.
2. Сравнить между собой чашечки цветков капусты, гороха, табака и дать им названия исходя из степени сростания чашелистиков; дать названия венчикам цветков табака, картофеля, цикория, сирени, льнянки.
3. Обозначить на рисунке части сростнолепестного венчика – трубку, зев, отгиб, губу.
4. Составить краткую общую характеристику изученных и зарисованных околоцветников: тип симметрии, двойной или простой, свободный или сросшийся, форма, число членов.

Андроцей

Материал: Живые или заспиртованные цветки лютика или розы, тюльпана или лилии, льнянка, горчицы, подсолнечника, гороха, лука, пшеницы, барбариса, фиалки; постоянный микропрепарат поперечного среза пыльника.

1. Рассмотреть под биноклем и дать краткую характеристику строения андроцея следующих растений: лютика или шиповника, тюльпана

или лилии, льнянки, горчицы, подсолнечника и гороха. Особое внимание обратить как на число тычинок и их взаимное расположение, так и на их расположение по отношению к лепесткам и чашелистикам, длину тычиночных нитей, их срастание.

2. Проанализировать и зарисовать одну из тычинок цветков лютика, лука, пшеницы, барбариса, фиалки, подсолнечника. Обозначить части тычинки. Обратить внимание на число пыльцевых гнезд, а также на форму пыльника и способ его прикрепления к тычиночной нити.

3. Рассмотреть в микроскоп поперечный срез пыльника (постоянный препарат). Зарисовать и обозначить его части.

Гинецей

Материал: живые или заспиртованные цветки моркови, настурции, ивы, подсолнечника, гороха, лилии, крыжовника, белладонны, дремы, дурмана, льна, плоды чернушки (*Nigella*).

1. Зарисовать пестики цветков моркови, настурции, ивы, подсолнечника и на основе морфологического анализа дать заключение, из какого числа плодолистиков они состоят, а также определить тип завязи – верхняя или нижняя.

2. Зарисовать поперечные разрезы завязей цветков гороха, лилии, крыжовника, мака, белладонны, дремы. Определить по строению завязи тип гинецея.

3. На поперечном разрезе плода чернушки определить истинные и ложные гнезда. Выявить присутствие ложных перегородок в завязях дурмана и льна.

Формулы и диаграммы цветков

Материал: живые или заспиртованные цветки лилии, лютика, редьки дикой, огурца, яблони, боярышника, вишни или черемухи, гороха или фасоли.

1. Подробно проанализировать строение цветков лилии, лютика, редьки дикой, огурца, яблони или боярышника, вишни или черемухи, гороха или фасоли.

2. Составить их формулы и диаграммы.

Задание 5. Соцветия

Материал: живые или гербарные образцы цветущих растений подорожника, черемухи, боярышника, проломника, клевера, нивяника, моркови, пшеницы, сирени, окопника, солнцезвета, молочая, шалфея.

1. Рассмотреть и определить типы соцветий следующих растений: подорожника, черемухи, боярышника, проломника, клевера, нивяника, моркови, пшеницы, сирени, окопника, солнцезвета, молочая, шалфея.

2. Зарисовать схемы изученных соцветий.

Задание 6. Семя

Материал: предварительно намоченные зерновки овса, пшеницы, ячменя, семена фасоли, гороха, подсолнечника, куколя.

1. Провести морфологический анализ семян овса, пшеницы, ячменя, фасоли, гороха, подсолнечника, куколя. Указать, к какому типу их относят. Строение семян с эндоспермом рассматривают на примере зерновки овса, с периспермом – куколя.

2. Зарисовать общий вид изученных семян и их внутреннее строение, сделать обозначения.

3. Собрать и оформить коллекцию семян.

Задание 7. Плод

Материал: свежие или законсервированные (засушенные, заспиртованные) плоды живокости или ваточника, водосбора, гороха, горчицы, ярутки, мака, белены, дурмана, лещины, гречихи, подсолнечника, лютика, земляники, пшеницы, вяза, клена, редьки дикой, борщевика, томата или картофеля, вишни, малины, боярышника или яблони, огурца, свеклы.

1. Провести морфологический анализ коллекции плодов, определить, к какой группе их относят, и дать им названия.

2. Зарисовать плоды и сделать обозначения.

3. Собрать и оформить коллекцию плодов.

АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ

Анатомия растений – учение о внутреннем строении и структуре растений на клеточном и тканевом уровнях, один из важнейших разделов ботаники. Ткани растений, как и других многоклеточных организмов, представляют собой системы клеток, дифференцированных морфологически и специализированных на выполнение определенных функций. В настоящее время значительно возрос объем информации о сравнительной характеристике тканей на клеточном и субклеточном уровне. Интенсивно разрабатывается проблема взаимосвязи структуры и функции, изучаются вопросы развития тканей в онтогенезе растений и клеточной дифференциации. Все эти современные аспекты анатомии растений находят свое отражение в лекционном курсе «Ботаники» и должны быть подкреплены материалами практических занятий.

Выполнению этой задачи служит предлагаемый раздел методических указаний. Он содержит перечень тем и лабораторных работ по практическому курсу «Ботаника», раздел «Анатомия растений». Весь материал разбит на три темы, каждая из которых включает несколько практических работ, состоящих из конкретных заданий. Иллюстративный материал к ним был отобран из ранее опубликованных учебных и учебно-методических пособий разных авторов и представлен в тексте. Необходимость включения иллюстраций продиктована недостаточной обеспеченностью данного раздела учебниками, учебно-методическими и наглядными пособиями.

На каждом лабораторном занятии студенты самостоятельно выполняют ряд заданий из соответствующих работ и отвечают на контрольные вопросы по рассматриваемой теме. При этом они руководствуются методическими указаниями и консультациями преподавателя. К каждому занятию студенты готовятся заранее, используя конспекты лекций, учебники и учебно-методические пособия.

Тема 1. Растительная клетка

Работа 1

Основные приемы работы с микроскопом. Строение живой растительной клетки

На первом занятии студенты изучают строение микроскопа, основные правила и приемы работы с ним: учатся правильно устанавливать освещение объекта, фокусировать объект, переходить с малого увеличения на большое (при этом они знакомятся с такими понятиями, как «разрешающая способность», «полезное» и «бесполезное» увеличение, «рабочее и фокус-

ное расстояние», «глубина поля зрения», «показатель преломления среды» и др.). На этом же занятии студенты осваивают основные приемы микротехники (приготовление временных препаратов) и правила биологической зарисовки, на нескольких примерах изучают строение живой растительной клетки.

Растительная клетка, как и клетки всех живых существ, обладающих клеточной организацией, располагает сравнительно небольшим числом органелл, каждая из которых ответственна за выполнение определенных функций. Относительное постоянство набора и принципиальное сходство строения органелл в клетках всех эукариотов – свидетельство глубокой общности процессов жизнедеятельности на клеточном уровне. Однако, сходство это далеко не абсолютно, и в строении растительных клеток при всем их многообразии имеются свои принципиальные особенности. Практическое изучение материалов по теме «Растительная клетка» с использованием светового микроскопа и простейших приемов микротехники способствует более полному выявлению и пониманию этого своеобразия.

Задание 1. Изучить основные правила и приемы работы с микроскопом.

Используя учебный микроскоп марки «Биолам» и рис. 1. изучить устройство микроскопа. Практически освоить основные правила работы с ним:

1) Микроскоп устанавливают на столе прямо перед собой таким образом, чтобы было удобно наблюдать объект левым глазом, и в течение всего времени работы его не перемещают. С правой стороны на столе располагают необходимые инструменты (препаровальные иглы, бритва), материалы (предметные и покровные стекла, капельницы с водой и химическими реактивами, объекты исследований), карандаши и альбом для зарисовок.

2) Для установки микроскопа в рабочее положение необходимо: удалить матовое стекло под конденсором; установить фронтальную линзу конденсора на уровне столика микроскопа; открыть полностью диафрагму; установить объектив малого увеличения на расстоянии 1 см от предметного столика; вынуть окуляр; глядя в отверстие тубуса левым глазом, движением зеркала направить свет на объектив и добиться равномерного освещения поля зрения; окуляр поместить на свое место.

3) Положить препарат на предметный столик микроскопа, опустить объектив до предметного стекла (не касаясь его!) и, глядя в окуляр левым глазом (правый при этом открыт), осторожно вращать кремальеру на себя до появления четкого изображения.

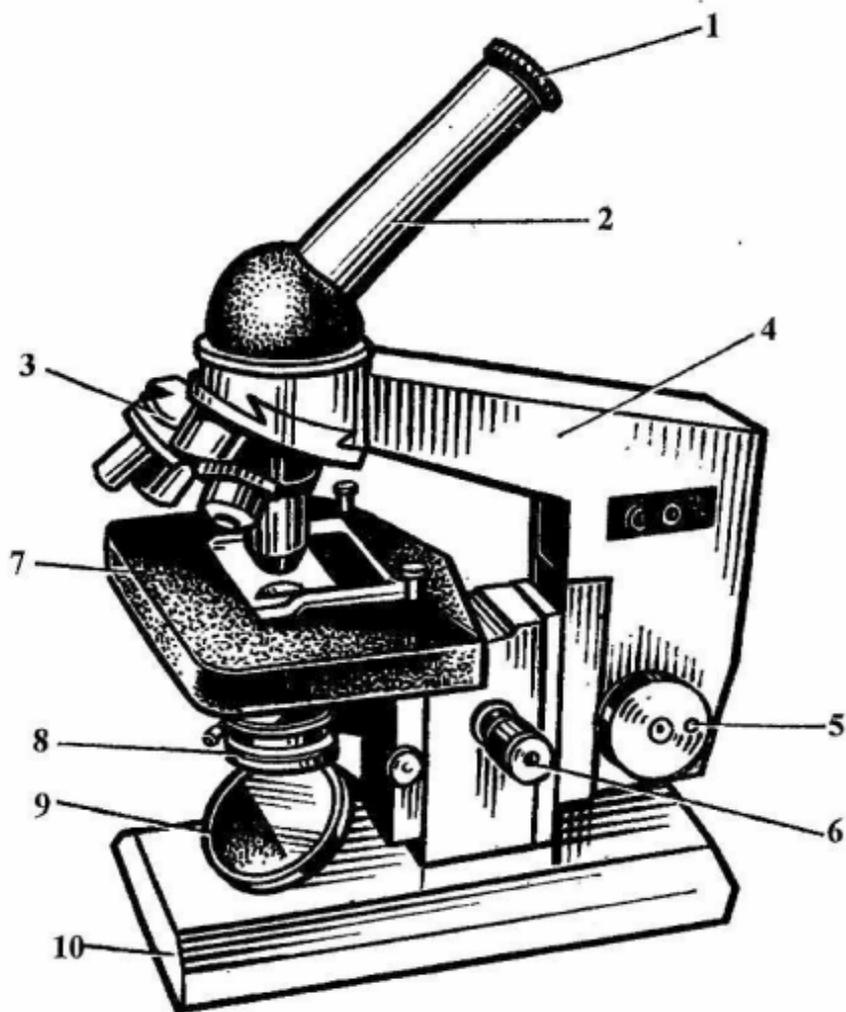


Рис. 1. Микроскоп «Биолам»: 1 – окуляр; 2 – тубус; 3 – револьвер с объективами; 4 – тубусодержатель; 5 – винт грубой фокусировки; 6 – винт точной фокусировки; 7 – предметный столик; 8 – конденсор с диафрагмой и откидная линза; 9 – зеркало; 10 – основание штатива [4]

4) Для перехода к большому увеличению, не поднимая окуляр малого увеличения, поворачивают револьвер, устанавливая требуемый объектив. О правильной установке объектива судят по легкому щелчку. Неясное изображение объекта фокусируют с помощью микровинта, резкость регулируют диафрагмой.

5) По окончании работы микроскоп снова (и обязательно!) переводят на малое увеличение и после этого снимают препарат с предметного столика. Микроскоп закрывают чехлом.

Для закрепления навыков работы с микроскопом готовят и рассматривают на малом и большом увеличении временный препарат пыльцевых зерен или спор высших растений (мальва, плаун, сосна и др.).

Задание 2. На нескольких примерах изучить строение живой растительной клетки.

1) Приготовить препарат клеток из мякоти апельсина (*Citrus aurantium L.*). На предметное стекло нанести каплю дистиллированной воды. Кончиком иглы приподнять кожицу дольки апельсина и перенести несколько клеток на предметное стекло в каплю воды. Рассмотреть на малом увеличении и зарисовать, отметив клеточную оболочку, плазмолемму, вакуоли, ядро.

2) Приготовить препарат листа элодеи (*Eloдея canadensis Rich.*) Целый лист элодеи положить в каплю воды на предметное стекло, закрыть покровным стеклом и рассмотреть под микроскопом на малом и большом увеличении.

При малом увеличении зарисовать общий вид листа, отметив его форму, клетки-зубчики по краю листовой пластинки, «среднюю жилку», межклетник. При большом увеличении рассмотреть и зарисовать отдельные клетки и структурные элементы в них – оболочку, цитоплазму, хлоропласты; ядро - в клетке-зубчике (рис. 2).

3) Приготовить препарат кожицы чешуи лука (*Allium cepa L.*). С внутренней вогнутой стороны мясистой чешуи синего лука препаровальной иглой снять прозрачную кожицу и поместить в каплю воды на предметное стекло, расправить и накрыть покровным стеклом, рассмотреть на малом и большом увеличении.

При малом увеличении найти наиболее удачное место препарата без поврежденных клеток, перевести микроскоп на большое увеличение, изучить и зарисовать строение клетки – клеточную стенку, пристенный зернистый слой цитоплазмы и отходящие от него к ядру тяжи цитоплазмы, ядро с одним или двумя ядрышками, участок цитоплазмы вокруг ядра – ядерный кармашек, вакуоли.

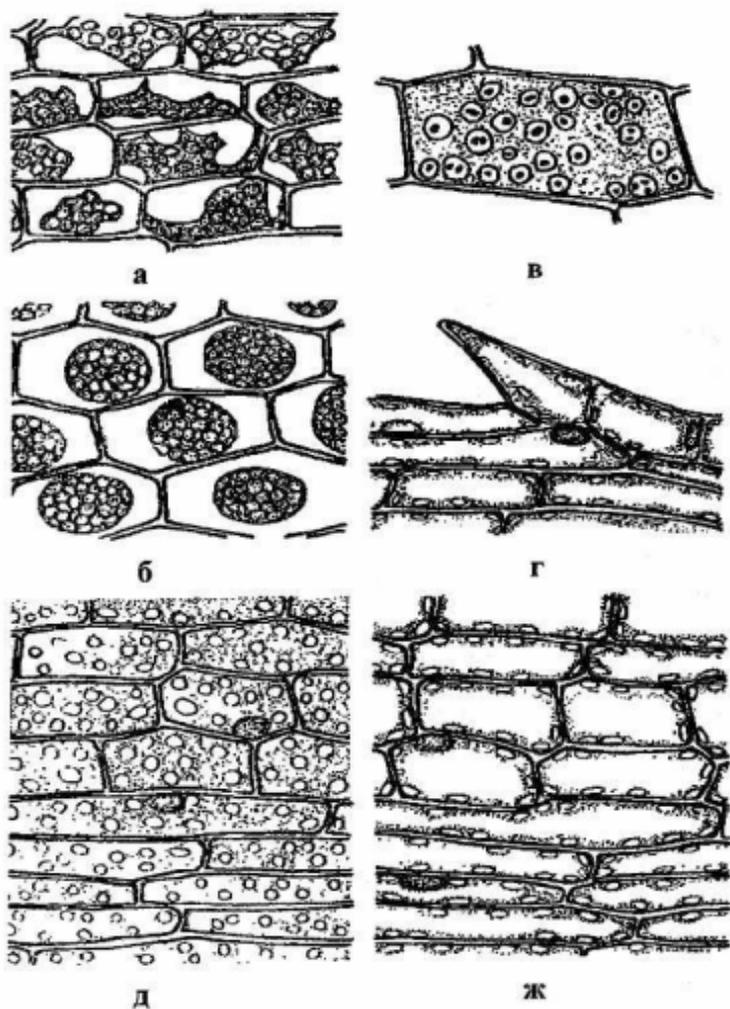


Рис. 2. Лист элодеи канадской: а и б – клетки листа в состоянии плазмолиза; в – клетка после проведения реакции на крахмал (внутри хлоропластов видны зерна крахмала); г – краевые клетки листа; д и ж – клетки листа, вид сверху (д) и в оптическом разрезе (ж) [5].

Работа 2

Клеточная оболочка. Пластиды. Запасные питательные вещества и кристаллы минеральных солей в растительных клетках

Клеточная оболочка

Реактивы: хлор-цинк-йод, флороглюцин, крепкая соляная кислота, судан III, глицерин.

Задание 1. Провести химические реакции на клеточную оболочку и ее видоизменения. Сделать описание результатов проведенных реакций. Ответить на вопросы о химическом составе клеточных оболочек.

1) Несколько волосков семян хлопчатника поместить на предметное стекло и подействовать хлор-цинк-йодом. Объяснить, какой компонент оболочки волосков семян хлопчатника дает наблюдаемую реакцию (лигнин, суберин, целлюлоза, кутин, воск).

2) На сосновую лучинку с помощью стеклянной палочки нанести раствор флороглюцина, а затем крепкую соляную кислоту. Объяснить, какой компонент одревесневшей клеточной оболочки сосновой лучинки дает наблюдаемую цветную реакцию (целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин, суберин, воск, минеральные соли).

3) На свежий срез кусочка бутылочной пробки подействовать суданом III. Какой компонент опробковевшей оболочки дает наблюдаемое окрашивание (лигнин, целлюлоза, воск, суберин, кутин, CaCO_3)?

4) На кусочки газетной и фильтровальной бумаги подействовать хлор-цинк-йодом. Дать заключение о составе исследуемых образцов.

Задание 2. Изучить строение оболочек растительных клеток.

1) Приготовить временный препарат в глицерине из эпидермиса листа аспидистры (*Aspidistra elatior Bl.*). При малом увеличении микроскопа найти на препарате место, где клетки располагаются в один слой. При большом увеличении рассмотреть боковые стенки клеток. Зарисовать, отметив срединную пластинку, первичную и вторичную оболочки, поры, плазмодесмы (рис. 3).

2) Приготовить тонкий срез мякоти околоплодника груши (*Pyrus communis L.*), поместить его в кашлю воды на покровном стекле и накрыть покровным стеклом. При большом увеличении рассмотреть и зарисовать небольшую группу каменных клеток, отметить сильно утолщенную слоистую вторичную оболочку, поры (вид сверху) и ветвистые поровые поля (вид в оптическом разрезе), первичную оболочку, полость клетки (рис. 4). Воздействуя на каменные клетки флороглюцином и концентрированной соляной кислотой, выявить одревеснение их вторичных оболочек.

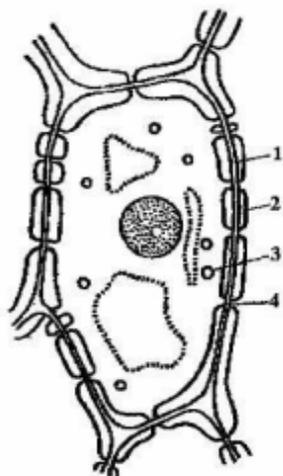


Рис. 3. Клетка эпидермиса листа аспидистры: 1 – срединная пластинка (две первичные стенки и пектиновая прослойка между ними); 2 – вторичная клеточная стенка; 3,4 – простая пора (3 – вид сверху; 4 – вид сбоку) [13]

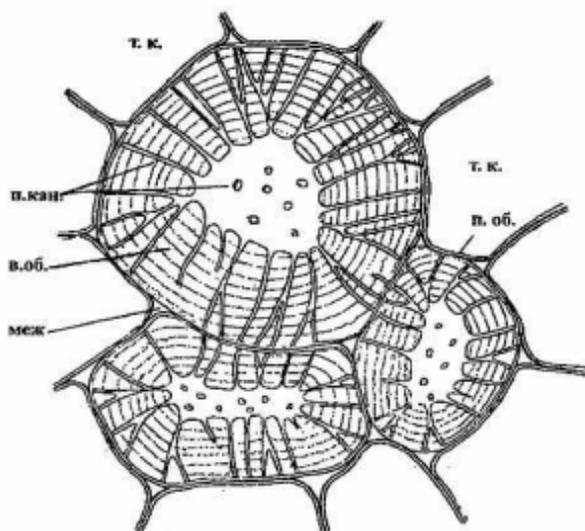


Рис. 4. Каменистые клетки околоплодника груши: п. об. – первичная оболочка; в. об. – вторичная оболочка; п. кан. – поровые каналы в плане и в разрезе; меж. – межклетники; т. к. – тонкостенные клетки мякоти плода [5]

3) С помощью бритвы приготовить тонкий прозрачный срез сердцевины побега бузины (*Sambucus racemosa* L.), поместить его в каплю воды на предметном стекле под покровное стекло. При малом увеличении найти наиболее тонкое место среза без пузырьков воздуха. Рассмотреть и зарисовать несколько расположенных рядом клеток, отметив форму клеток, клеточные оболочки, межклетники, поры в плане и в разрезе (рис. 5).

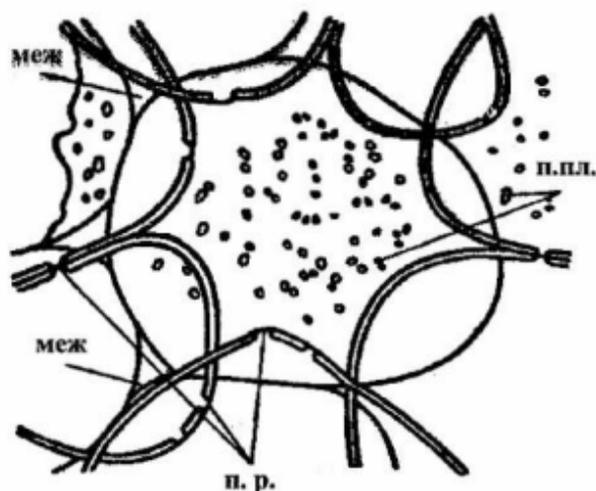


Рис. 5. Поперечный срез через тонкостенные паренхимные клетки сердцевины бузины: меж. – межклетники; п. пл. - поры в плане; п. р. – поры в разрезе [5]

4) Изучить клетки мацерированной скорлупы лесного ореха – лещины (*Corylus avellana* L.). Каплю взвеси, содержащую группы или отдельные мацерированные клетки, поместить в воду на предметное стекло, накрыть покровным стеклом и рассмотреть при малом и большом увеличении. Зарисовать группу клеток, отметив их форму, первичную и вторичную оболочки, слоистость вторичной оболочки, полости клеток, поры.

Пластиды

Задание 3. Изучить все типы пластид (хлоропласты, хромопласты, лейкопласты), их форму, окраску, размеры и количество в клетке, находившиеся в органах растений.

Хлоропласты

1) Пинцетом отделить лист элодеи канадской (*Elodea canadensis Rich.*) от веточки, поместить его в каплю воды на предметном стекле, накрыть покровным стеклом. При малом увеличении рассмотреть общую форму листа и разнообразие клеток, слагающих его. Зарисовать внешний вид листа с деталями клеточного строения. При большом увеличении рассмотреть и зарисовать несколько участков листа (возле центральной жилки, краевые, клетки-зубчики), отметив хлоропласты, особенности их расположения в цитоплазме (рис. 2). Пронаблюдать круговое движение цитоплазмы, показать на рисунке его направление стрелками.

2) Приготовить временный препарат участка нити зеленой водоросли спирогиры (*Spirogyra*). При малом и большом увеличении рассмотреть и зарисовать несколько клеток с пристенным спирально закрученным ленточным хроматофором.

3) Из колбы с культурой одноклеточной зеленой водоросли хлореллы (*Chlorella*) пипеткой взять несколько капель и нанести их на предметное стекло, накрыв покровным стеклом. При малом увеличении найти группу из нескольких особей хлореллы. При большом увеличении рассмотреть и зарисовать форму клеток и чашевидный пристенный хроматофор.

Хромoplastы

Приготовить временные препараты из мякоти (околоплодника) зрелых плодов шиповника (*Rosa canina L.*), ландыша (*Convallaria majalis L.*), рябины (*Sorbus aucuparia L.*) и др. Для этого кончиком препаровальной иглы взять небольшое количество мякоти плода и поместить в каплю воды на предметном стекле, разрыхлить иглой и накрыть покровным стеклом. При малом и большом увеличении микроскопа рассмотреть и зарисовать хромoplastы разных плодов, отметив их размеры, форму и цвет (рис. 6)

Лейкопласты

Приготовить временный препарат из эпидермиса листа традесканции виргинской (*Tradescantia virginiana L.*). Препаровальной иглой снять кусочек эпидермиса с нижней стороны листа, поместить в каплю слабого раствора сахарозы на предметном стекле и накрыть покровным стеклом (раствор сахарозы применяется для предотвращения набухания лейкопластов). При большом увеличении рассмотреть и зарисовать устьичный аппарат, состоящий из двух замыкающих (бобовидных) клеток, окруженных четырьмя околоустьичными клетками. В околоустьичной клетке найти цитоплазму, вакуоли, ядро в цитоплазматическом ядерном кармашке, цитоплазматические тяжи, связывающие пристенный слой цитоплазмы и ядерный кармашек. Вокруг ядра и иногда в тяжах цитоплазмы располагаются мелкие округлые тельца, сильно преломляющие свет, - лейкопласты (рис. 7).

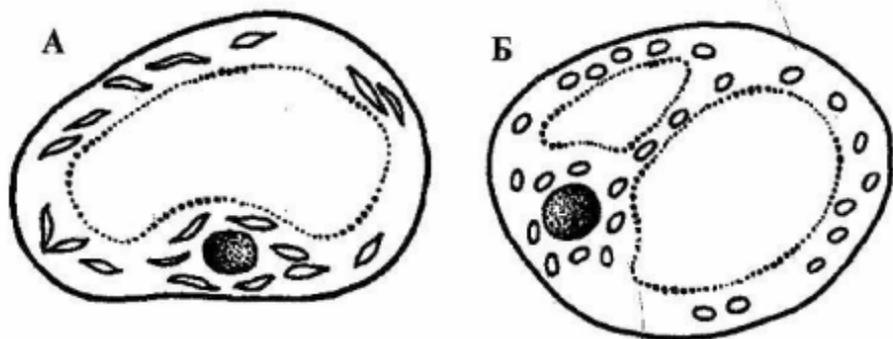


Рис. 6. Хлоропласты в клетках: А – рябины; Б – шиповника [4]

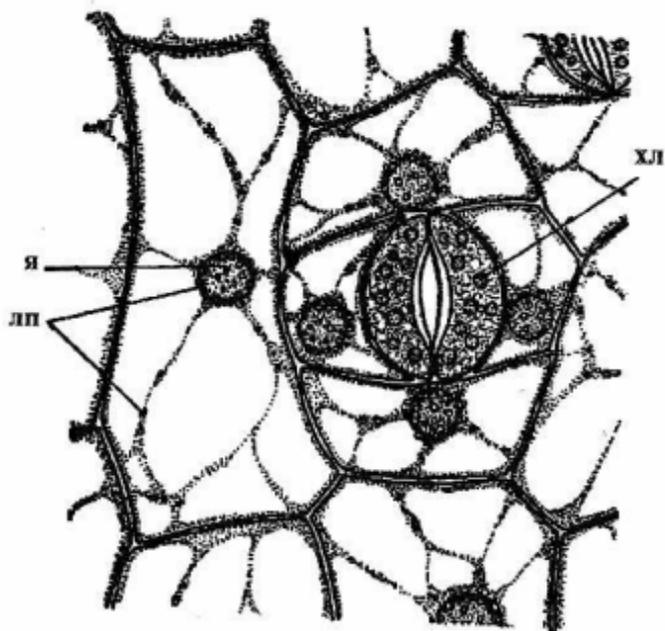


Рис. 7. Клетки эпидермиса традесканции с устьицем: я – ядро; лп – лейкопласты; хл – хлоропласты [5]

Запасные питательные вещества и кристаллы минеральных солей

Задание 4. Изучить основные типы эргастических веществ растительной клетки: углеводы (крахмальные зерна), белки (алеуроновые зерна), жиры (растительные масла), кристаллы минеральных солей (соли щавелево-кислого кальция и реже углекислого кальция).

Углеводы. Запасной (вторичный) крахмал

1) Разрезать клубень картофеля (*Solanum tuberosum L.*), со свежего среза соскоблить иглой или скальпелем небольшое количество выступившей беловатой жидкости, перенести в каплю воды на предметное стекло и накрыть покровным стеклом. При большом увеличении рассмотреть и зарисовать различные типы крахмальных зерен – простые, сложные, полусложные. Отметить слоистость зерен и центры образования крахмала (рис. 8).

Провести йодную реакцию на крахмал, для чего воду под покровным стеклом замещают раствором йода в йодистом калии. Зерна крахмала окрашиваются в синий, темно-синий и почти черный цвет. В альбоме отметить результаты йодной реакции.

2) Разрезать скальпелем зерновки пшеницы (*Triticum vulgare Will.*) и овса (*Avena sativa L.*), соскоблить кончиком иглы немного крахмала, перенести в каплю воды на два предметных стекла, накрыть покровными стеклами. Последовательно при большом увеличении рассмотреть и зарисовать форму и строение крупных крахмальных зерен зерновок овса и пшеницы. Отметить сходство и различия между ними. Провести йодную реакцию (рис 8).

Белки (алеуроновые зерна). Жир (капли масла).

1) С предварительно замоченного в воде семени гороха (*Pisum sativum L.*) снять кожуру, отделить одну семядолю и с помощью бритвы сделать тонкие срезы через ее ткань. Выбрать наиболее тонкие из них и поместить в каплю воды смешанной с глицерином на предметном стекле, накрыть покровным стеклом. При малом увеличении рассмотреть форму клеток семядоли и найти в них крупные крахмальные зерна и более мелкие алеуроновые.

Под воздействием раствора йода в йодистом калии крахмальные зерна окрашиваются в синий или черный цвет, а алеуроновые зерна – в желтый. Зарисовать несколько клеток семядоли, отметив в них клеточную оболочку, межклетники, крахмальные зерна (с концентрической слоистостью и трещинами) и алеуроновые зерна. Зафиксировать результаты йодной реакции.

2) Сделать тонкий поперечный срез через среднюю часть семени клещины (*Ricinus communis L.*), поместить срез в спирт, который следует сменить несколько раз для растворения оставшегося в срезах масла. На предметном стекле срез обработать суданом III, накрыть покровным стек-

лом. В результате обработки среза суданом III алейроновые зерна не окрашиваются, а капли масла приобретают красный цвет. При большом увеличении рассмотреть и зарисовать несколько клеток, отметив алейроновые зерна, их оболочку, глобид и кристаллоид, а также капли масла (рис. 9). Белковые кристаллы более заметны при обработке среза 5-10 %-ным раствором поваренной соли.

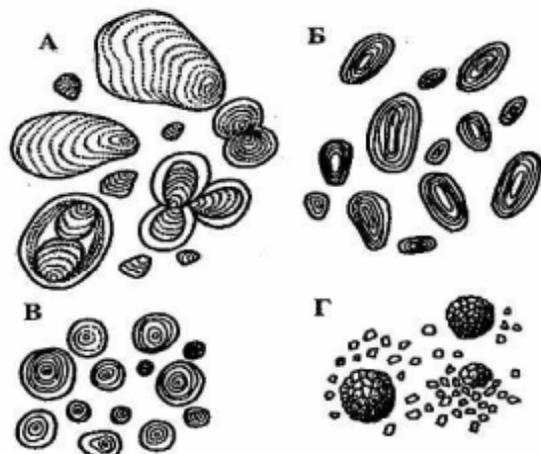


Рис. 8. Крахмальные зерна: А – картофеля; Б – гореха, В – пшеницы; Г – овса [4]

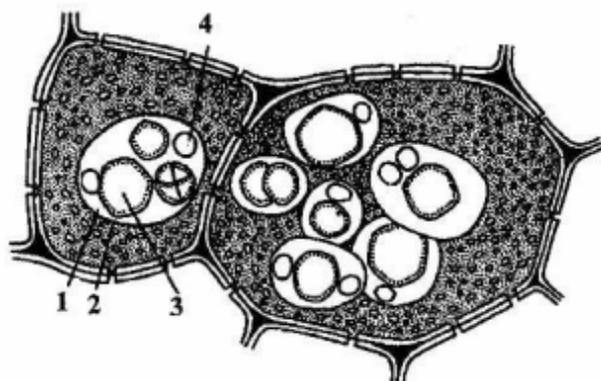


Рис. 9. Алейроновые зерна в семенах клещевины: 1 – алейроновое зерно; 2 – оболочка алейронового зерна; 3 – кристаллоид; 4 – глобид [13]

Кристаллы минеральных солей

1) Сухую чешую лука (*Allium cepa* L.) предварительно выдержать в смеси спирта с глицерином. Затем небольшой кусочек чешуи поместить в каплю глицерина на предметном стекле, накрыть покровным стеклом и рассмотреть при большом увеличении. Зарисовать одиночные, двойниковые и тройниковые кристаллы оксалата кальция (рис. 10).

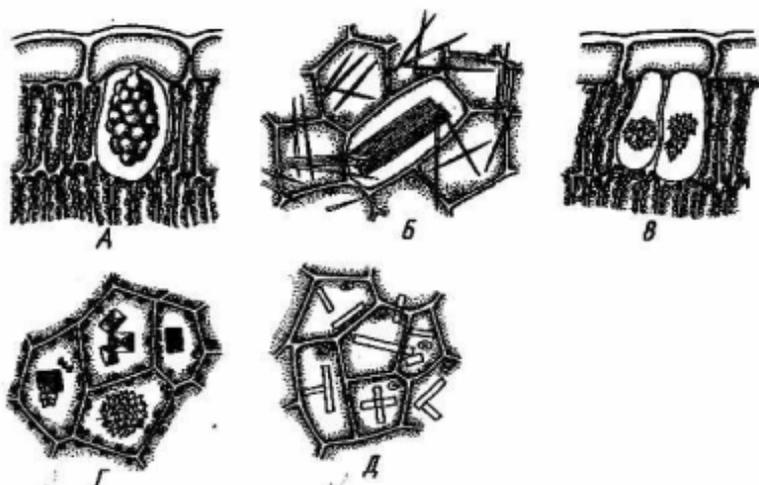


Рис. 10. Кристаллы и скопления минеральных солей в клетках: А – цистолит в клетках эпидермиса листа инжира; Б – рафиды в клетках листа традесканции; В – друзы в клетках полисадной ткани листа инжира; Г – друзы и одиночные кристаллы в клетках черешка бегонии; Д – одиночные кристаллы в клетках эпидермы чешуи луковичы лука [13]

2) С помощью бритвы сделать тонкий поперечный срез черешка листа бегонии (*Begonia* sp.), поместить его в каплю воды на предметное стекло, накрыть покровным стеклом. Рассмотреть при большом увеличении и зарисовать несколько клеток, отметив клеточные оболочки, одиночные кристаллы в виде ромбовидов и их сростки – друзы. Кристаллы и друзы состоят из щавелевокислого кальция, они хорошо растворяются в минеральных кислотах (соляной, азотной, серной).

Тема 2. Растительные ткани

Под термином «растительные ткани» понимают группы морфологически однородных клеток, объединенных единством происхождения и общностью выполняемых функций. Выделяют следующие основные группы тканей: образовательные (меристемы), покровные, механические, проводящие, основные и выделительные.

Работа 3

Покровные ткани. Механические ткани

Покровные ткани (п. т.) выполняют функции защиты растений от неблагоприятных воздействий внешней среды и регуляции газообмена. По происхождению выделяют три группы покровных тканей: эпидермис (первичная п. т.), перидерма (вторичная п. т.), корка (третичная п. т.).

Механические (опорные) ткани составляют каркас растений, позволяющий им противостоять излому, сжатию, разрыву в условиях воздушной и почвенной среды. Общей чертой строения клеток механических тканей является мощное утолщение клеточных оболочек. Различают три вида механических тканей: колленхима (живые клетки), склеренхима, склериды (протопласт клеток отмирает очень рано).

Колленхима характерна для листьев и растущих в длину стеблей. Особенностью клеток колленхимы является неравномерное утолщение их оболочек и отсутствие одревеснения, поэтому эта ткань способна к пластичной деформации и не препятствует росту органов.

Склеренхима – главная опорная ткань закончивших рост в длину органов. Ее клетки имеют сильно одревесневшую, мощную, равномерно утолщенную типичную вторичную оболочку, не способную к пластичному растяжению.

Склериды выполняют опорную функцию, развиваются из паренхимных клеток в результате их вторичного видоизменения, часто имеют паренхимную форму, их утолщенные одревесневшие оболочки несут многочисленные простые поры. Встречаются группами или одиночно в плодах и листьях среди основной ткани.

Задание 1. Изучить строение и расположение различных типов покровных тканей.

Первичная покровная ткань – эпидермис

1) Приготовить препараты верхнего и нижнего эпидермиса листьев герани (*Pelargonium zonale* Ait.) и традесканции (*Tradescantia virginiana* L.). Обернуть лист нижней (или верхней) стороной наружу вокруг указательного пальца левой руки, срезать бритвой или сорвать пинцетом небольшой

кусочек эпидермиса. Сделать несколько срезов. Поместить их в каплю воды на предметное стекло, накрыть покровным стеклом. При малом и большом увеличении рассмотреть и зарисовать форму и расположение эпидермальных клеток, наличие устьиц, характер их размещения, форму замыкающих клеток устьиц, наличие сопровождающих клеток, эпидермальных волосков (трихом), их тип, строение (рис. 11).

2) На примере постоянного микропрепарата поперечного среза листа ириса (*Iris germanica* L.) познакомиться с деталями строения устьиц (рис. 12). Выяснить форму замыкающих клеток, наличие двориков, хлоропластов в замыкающих клетках и характер их расположения, особенности утолщения оболочек замыкающих клеток, наличие воздушных полостей под устьицами, размещение устьиц в плане и в поперечном разрезе, наличие кутикулы или воскового налета на поверхности эпидермиса.

Вторичная покровная ткань – перидерма

1) Сделать несколько тонких поперечных срезов клубня картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в поверхностной области, захватив его «кожуру». Один срез окрасить хлор-цинк-йодом, другой – суданом III. Рассмотреть и зарисовать при малом и большом увеличении периферийную часть среза. Снаружи видна многослойная пробковая ткань, состоящая из сплюснутых клеток, расположенных правильными радиальными рядами. Клетки пробки мертвые. Изнутри с пробкой граничат рыхло расположенные клетки запасочной паренхимы с крахмальными зёрнами. Феллоген в клубне картофеля быстро утрачивает свои функции и, как правило, на препарате не виден (рис. 13). От хлор-цинк-йода пробка окрашивается в темно-бурый, от судана III – в красный цвет.

2) Сделать тонкий поперечный срез 1-2 летней ветки бузины (*Sambucus racemosa* L.), поместить его в каплю воды на предметное стекло, накрыть покровным стеклом. При отсутствии живого материала использовать постоянный микропрепарат ветки бузины. При малом и большом увеличении рассмотреть и зарисовать строение перидермы (рис. 14). Отметить остатки эпидермы, феллему (пробку), феллоген (пробковый камбий), феллодерму (паренхима перидермы). Рассмотреть и зарисовать строение чечевички (рис. 14). Познакомиться со строением корки (на примере корки дуба, рис. 15).

Задание 2. Изучить различные типы механических тканей.

Склеренхима

1) Рассмотреть под микроскопом и зарисовать склеренхимное кольцо стебля тыквы (*Cucurbita pepo* L.) на постоянном препарате (рис. 16). Отметить равномерное утолщение оболочки склеренхимных клеток.

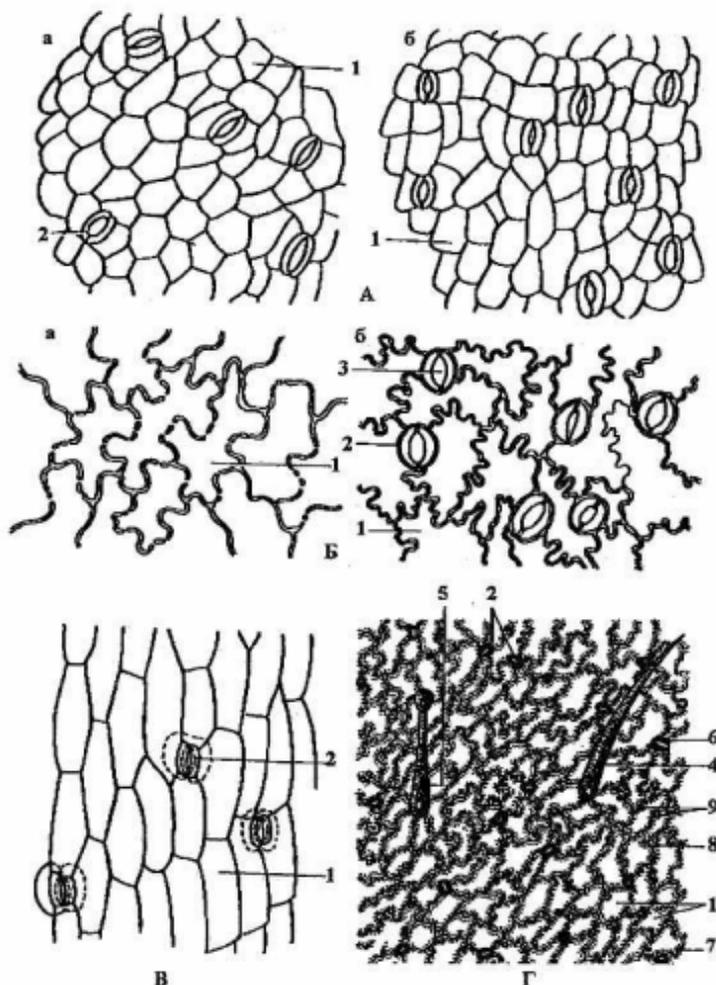


Рис. 11. Строение эпидермиса листьев: *А* – белокрыльник болотный; *Б* – ветреница дубравная; *В* – купена лекарственная; *Г* – герань (*а* – нижний эпидермис; *б* – верхний эпидермис); *1* – эпидермальные клетки; *2* – устьица; *3* – устьичная щель; *4* – простой волосок; *5* – железистый волосок; *6* – хлоропласты; *7* – оболочка клетки; *8* – цитоплазма; *9* – ядро [4]

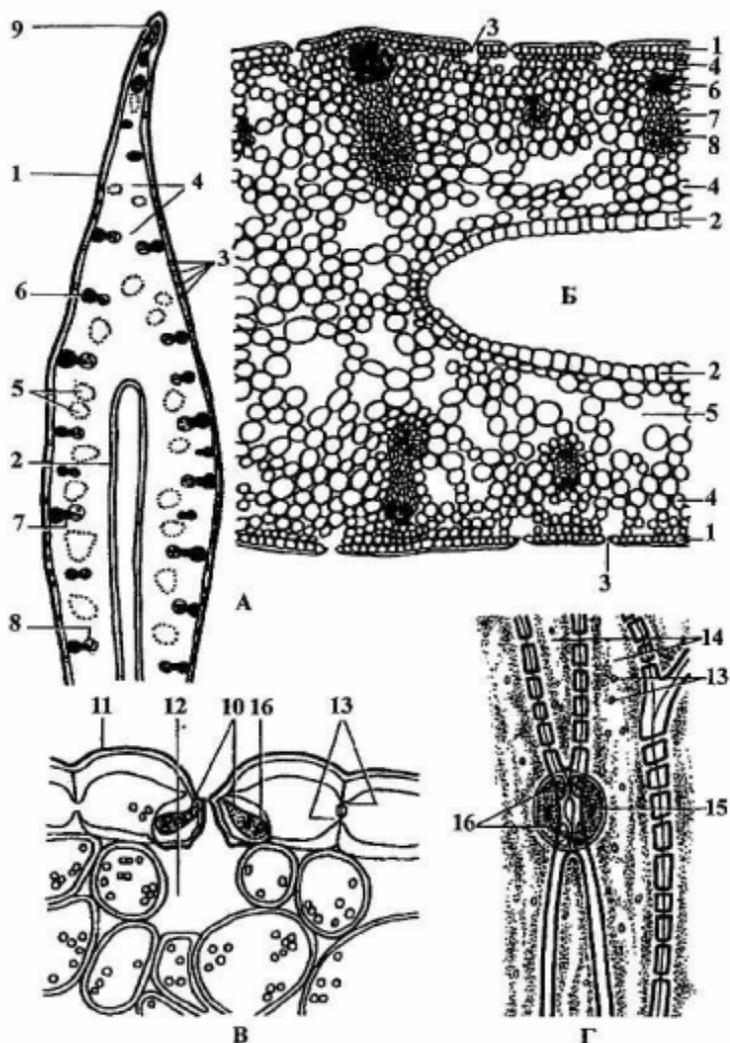


Рис. 12. Лист ириса германского: *A* – схема поперечного среза; *B* – анатомическое строение листа; *B* – строение устьица (поперечный срез); *Г* – строение устьица (в плане); 1 – нижний эпидермис; 2 – верхний эпидермис; 3 – устьица; 4 – мезофилл; 5 – воздухоносные полости; 6 – склеренхима; 7 – флоэма; 8 – ксилема; 9 – неодревесневшая склеренхима; 10 – замыкающие клетки устьица; 11 – кутикула; 12 – подустыичная полость; 13 – поры; 14 – клетки эпидермиса; 15 – ядро; 16 – хлоропласты [4]

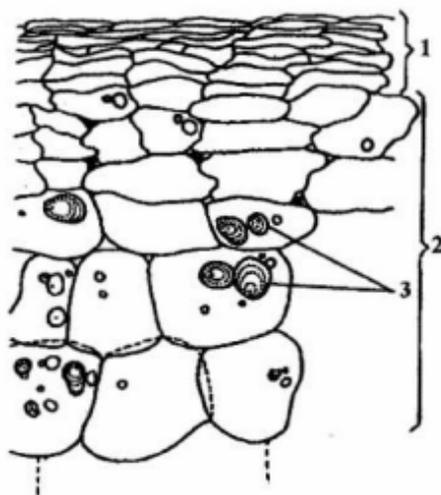


Рис. 13. Пробковая ткань клубня картофеля (поперечный срез): 1 – пробка; 2 – запасяющая паренхима с крахмальными зёрнами (3) [4]

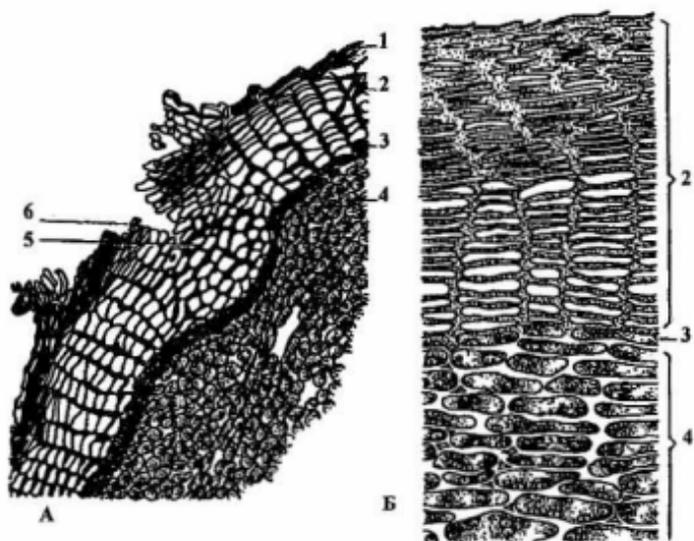


Рис. 14. Строение перидермы (поперечный срез): А – бузины (перидерма и чечевичка); Б – дуба; 1 – остаток эпидермиса; 2 – феллема; 3 – феллоген; 4 – феллодерма; 5 – выполняющая ткань чечевички; 6 – прорванный замыкающий слой пробки [4]

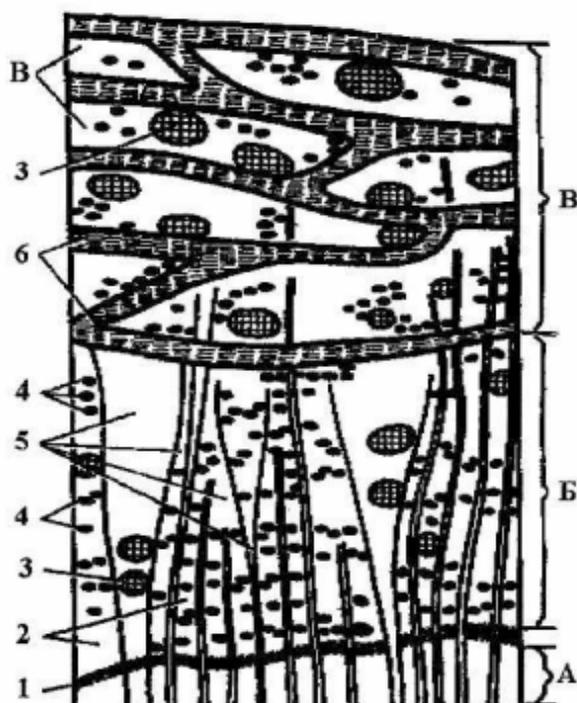


Рис. 15. Кора и корка дуба: *A* – вторичная древесина; *B* – проводящая флоэма; *B* – чешуйчатая корка; *1* – камбий; *2* – мягкий луб; *3* – каменные клетки; *4* – лубяные волокна; *5* – лубяные лучи; *6* – слои перидермы [4]

2) Склеренхиме можно изучать на временных препаратах поперечных срезов стебля герани, крапивы, льна обыкновенного, конопли посевной, черешка листьев тополя канадского (рис. 17). При рассмотрении постоянных и временных препаратов следует обратить внимание на расположение склеренхимных волокон (в лубе, древесине, сердцевине), одревесневшие или недревесневшие оболочки волокон (реакция с флороглюцином и соляной кислотой), характер расположения (группами, кольцом, дугой, в виде одиночных клеток и т.д.), тип волокон (лубяные, древесинные – либриформ).

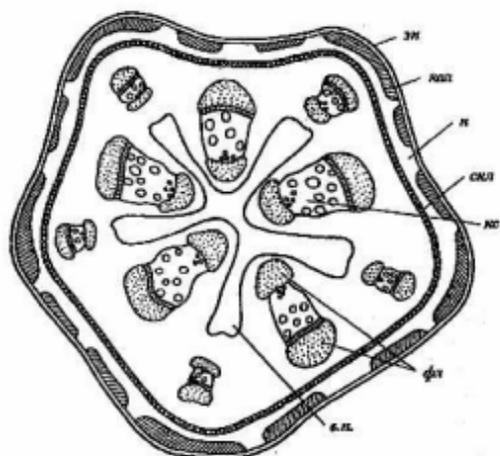


Рис. 16. Схема поперечного среза стебля тыквы: эн — эпидермис; кол — колленхима; п — паренхима; скл — склеренхима; фл — флоэма; кс — ксилема; в. п. — воздушная полость [4]

Колленхима

1) В капле воды на предметном стекле приготовить препарат тонкого поперечного среза черешка листьев бегонии (*Begonia rex L.*) и свеклы (*Beta vulgaris L.*), накрыть покровным стеклом. При малом и большом увеличении микроскопа рассмотреть и зарисовать уголковую колленхиму, расположенную в субэпидермальных слоях клеток (рис. 18). Уголковая колленхима также характерна для черешков листьев тыквы и традесканции виргинской.

2) Приготовить тонкие поперечные срезы побега дуба (*Quercus robur L.*) или молодого стебля подсолнечника (*Helianthus annuus L.*). Срезы поместить в каплю воды на предметном стекле и накрыть покровным стеклом. При малом и большом увеличении рассмотреть и зарисовать пластинчатую колленхиму (рис. 18).

3) Приготовить тонкий поперечный срез черешка листа лопуха большого (*Arctium lappa L.*), поместить в каплю воды на предметном стекле, накрыть покровным стеклом. Рассмотреть и зарисовать рыхлую колленхиму (рис. 18), которая также характерна для стеблей люпина и девясила.

После изучения препаратов отметить, как расположена колленхима (пучками, слоями, кольцами, дугами или в виде разбросанных клеток, плотно, рыхло) у разных растений, где она размещается (в коре, древесине, сердцевине).

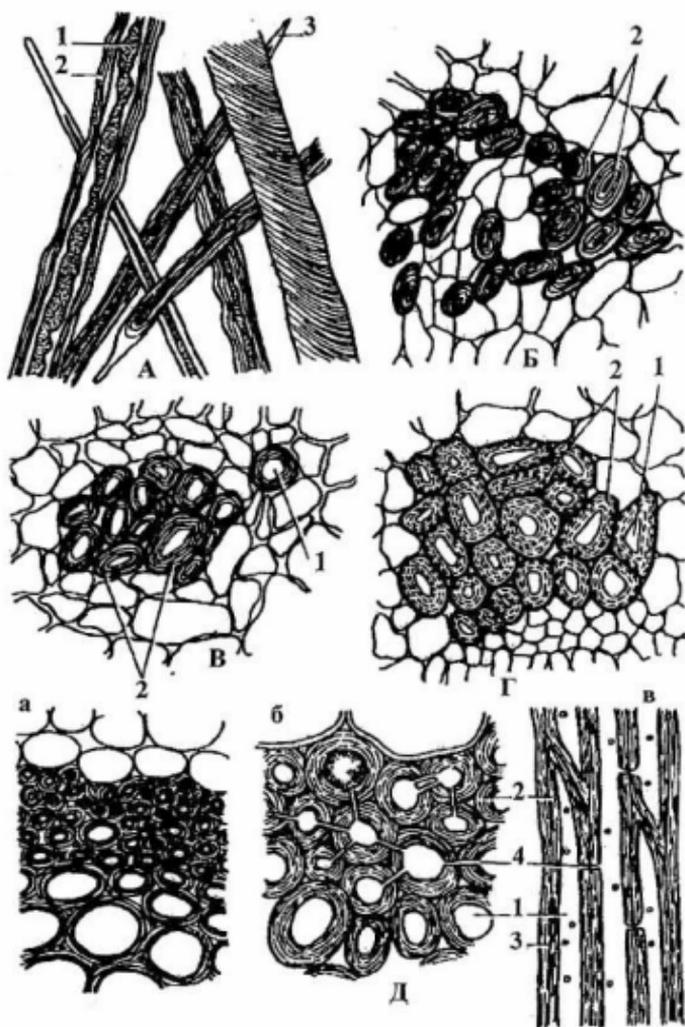


Рис. 17. Склеренхима: лубяные волокна: А – стебля крапивы; Б – стебля конопля посевной; В – стебля льна обыкновенного; Г – черешка листа тополя канадского; древесные волокна: Д – стебля березы (а – поперечный срез при малом увеличении; б – при большом; в – продольный срез); 1 – полость клетки; 2 – слоистая оболочка; 3 – скошенные концы волокна; 4 – простая пора [4]

Склериды (каменистые клетки, астросклериды, трубчатые идиобласты).

Приготовить временный препарат мякоти плода или поперечного среза плодоножки груши (*Pyrus communis L.*), поперечного среза коровой части корня хрена (*Armoracia rusticana Gaertn.*). Провести реакцию на одревеснение с флороглюцином и соляной кислотой. На постоянном препарате листа камелии найти и изучить склериды трубчаторазветвленной формы, располагающиеся в мякоти листа (сходство со склереидами листа кувшинки – рис. 19). Рассмотреть препараты при малом и большом увеличении микроскопа. Обратит внимание на разнообразие формы склерид (округлая, удлиненная, многогранная, трубчатая, звездчатая и т.д.), наличие и характер поровых каналов в оболочках, специфику расположения склерид (группами, слоями, одиночными клетками в мякоти листа или плода, химический состав и характер оболочек (целлюлозные, одревесневшие, тонкие, толстые, слоистые) (рис. 19).

Работа 4

Проводящие ткани. Типы сосудистых пучков

Проводящие ткани служат для передвижения веществ в растении и являются главной составной частью флоэмы (луб) и ксилемы (древесина). Различают первичные (формируются прокамбием) и вторичные (формируются камбием) проводящие ткани. Флоэма проводит органические вещества, синтезируемые в листьях, ко всем органам растения («нисходящий ток») и состоит из ситовидных трубок, клеток-спутниц, лубяной паренхимы и лубяных волокон. По ксилеме осуществляется продвижение воды и минеральных веществ из корневой системы ко всем органам растения («восходящий ток»). Ксилема состоит из сосудов, трахенд, древесинной паренхимы и волокон либриформа.

Ксилема и флоэма собраны в теле растения в особые анатомические структуры (комплексные группы) – проводящие пучки.

В зависимости от сложности анатомического строения проводящие пучки (п. п.) делятся на простые, общие, сложные и сосудисто-волоконистые. Простые п. п. – наиболее примитивные, образованы однородными гистологическими элементами – либо ситовидными трубками, либо сосудами. Общие п. п. включают сосуды, трахеиды и ситовидные трубки. Сложные п. п. состоят из проводящих и паренхимных элементов (лубяной и древесинной паренхимы). Сосудисто-волоконистые п. п. образуются из элементов сложного п. п., окруженных механической тканью.

Задание 1. Изучить строение и функции проводящих тканей - флоэмы и ксилемы. Уяснить развитие проводящих элементов, их отличительные особенности в ксилеме и флоэме. Найти объяснение тому, почему ксилема и флоэма отнесены к сложным тканям.

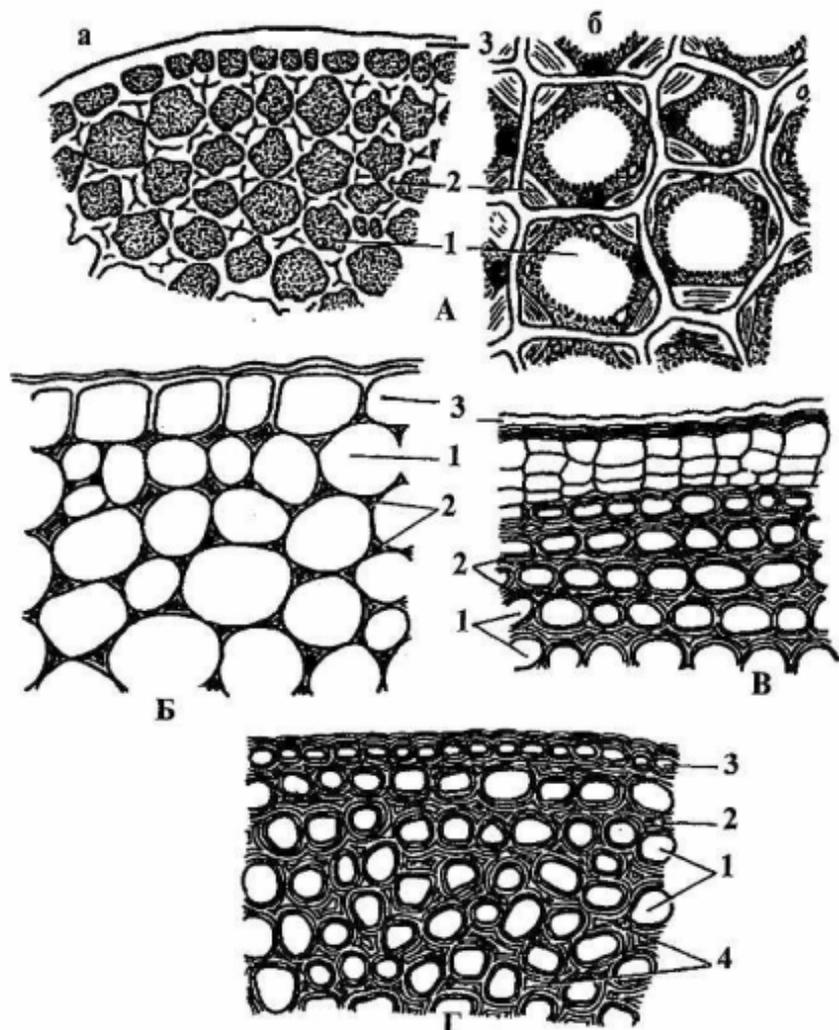


Рис. 18. Типы колленхимы: *угловая*: А – черешка листа свеклы (*a* – при малом; *b* – при большом увеличении); Б – черешка листа бегонии; *пластинчатая*: В – побега дуба; *рыхлая*: Г – черешка листа лопуха большого; 1 – полость клетки; 2 – утолщенная целлюлозная оболочка; 3 – эпидермис; 4 – межклетники [4]

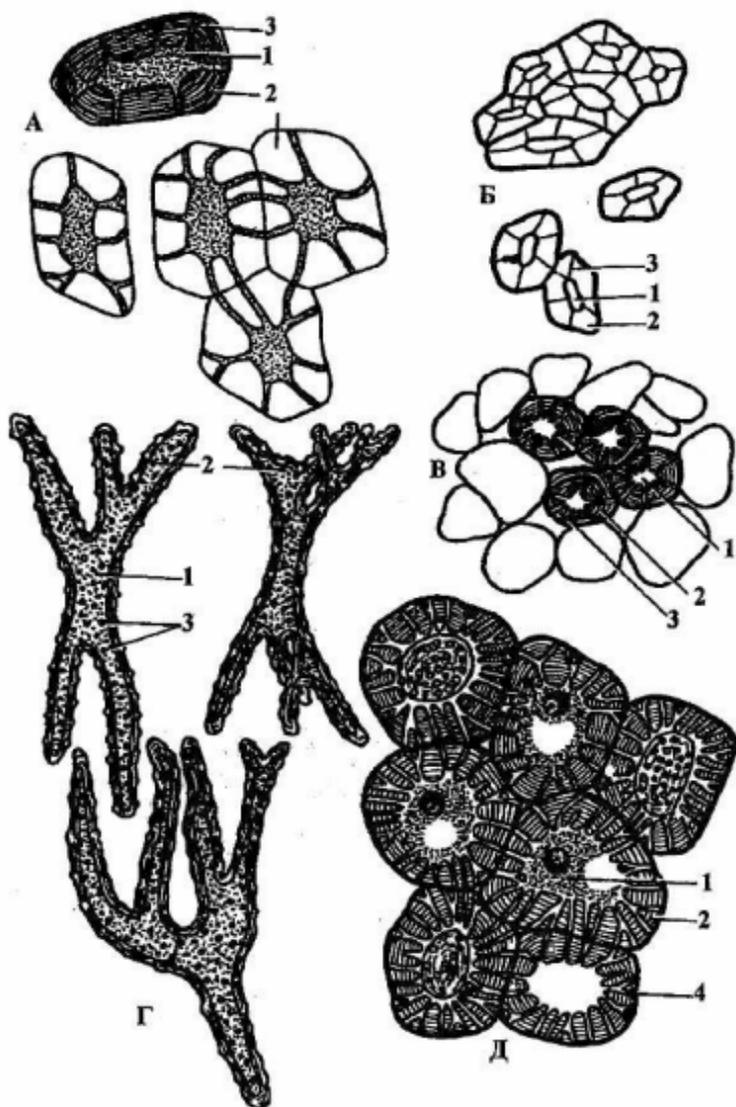


Рис. 19. Склерейды: *каменистые клетки*: А – груши; Б – сливы; В – хрена; Д – алычи; *астросклерейды*: Г – кувшинки; 1 – полость клетки; 2 – утолщенная слоистая оболочка; 3 – поры; 4 – ветвистые поры [4]

Выявить признаки, характеризующие эволюционно менее и более специализированные элементы проводящих тканей (рис. 20, 21).

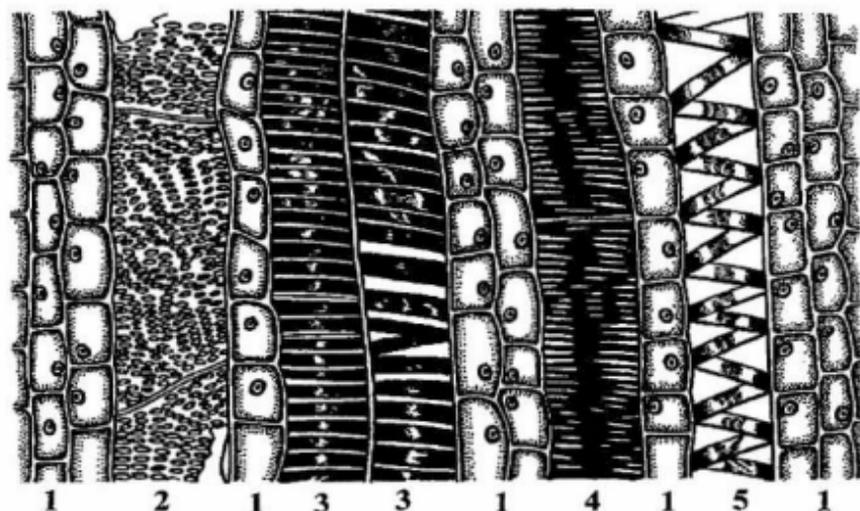


Рис. 20. Типы сосудов: 1 – древесинная паренхима; 2 – точечный сосуд; 3 – кольчатый сосуд; 4 – лестничный сосуд; 5 – спиральный сосуд [13]

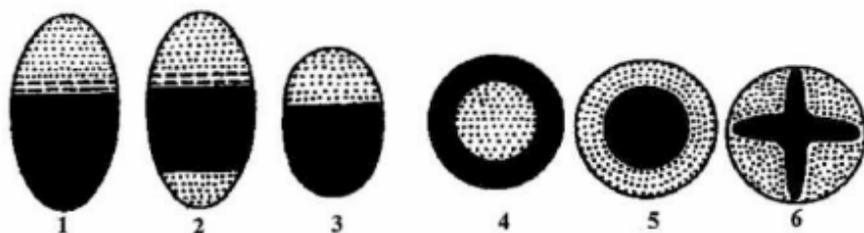


Рис. 21. Схема различных типов проводящих пучков (поперечный срез): 1 – открытый коллатеральный; 2 – биколлатеральный; 3 – закрытый коллатеральный; 4, 5 – концентрические (4 – центрофлоэмный; 5 – центроксилемный); 6 – радиальный. Ксилема зачернена, флоэма показана точками, камбий – штрихами [13]

1) Рассмотреть при малом и большом увеличении микроскопа постоянный препарат продольного радиального среза стебля тыквы (*Cucurbita pepo* L.). Зарисовать сосуды ксилемы с различным типом утолщения (кольчатые, сетчатые, точечные или пористые) и элементы флоэмы – ситовидные трубки с клетками-спутницами. Отметить клеточные оболочки, ситовидные пластинки, плазмоллизированные тяжи протоплазмы в ситовидных трубках, клетки-спутницы (рис. 22).

Найти на препарате и зарисовать участок камбия – слой мелких удлинённых клеток, расположенного на границе крупных пористых сосудов ксилемы и ситовидных трубок флоэмы (т.е. между ксилемой и флоэмой).

Для изучения строения ксилемы и флоэмы можно также использовать постоянный препарат продольного радиального среза стебля подсолнечника.

2) При малом и большом увеличении рассмотреть препарат поперечного среза стебля тыквы. Зарисовать расположение проводящих элементов ксилемы и флоэмы, обратить внимание на сложное строение проводящих тканей. Отметить на рисунках ксилему (первичную и вторичную), флоэму (наружную и внутреннюю, ситовидные трубки и ситовидные пластинки, клетки-спутницы, лубяную паренхиму), камбий (рис. 22).

3) Рассмотреть постоянный препарат продольного радиального среза древесины сосны (*Pinus sylvestris* L.). Зарисовать 2-3 трахеиды в месте их соединения, отметить скошенные концы трахеид, окаймленные поры, торус (или тор) (рис. 23).

Задание 2. Изучить различные типы проводящих пучков: коллатеральный, или бокобочный, биколлатеральный, или двубокобочный, концентрический (амфивазальный и амфикрибральный), открытые и закрытые проводящие пучки.

1) Рассмотреть при малом и большом увеличении микроскопа постоянные препараты поперечных срезов стеблей кукурузы (*Zea mays* L.), кирказона (*Aristolochia clematitis* L.), тыквы (*Cucurbita pepo* L.) и корневищ ландыша (*Convallaria majalis* L.), папортника-орляка (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn.) (рис. 24, 25, 26). Найти и зарисовать закрытый коллатеральный пучок (кукуруза), открытый коллатеральный пучок (кирказон), открытый биколлатеральный пучок (тыква), концентрический амфивазальный проводящий пучок (ландыш), концентрический амфикрибральный пучок (папортник-орляк).

2) Отметить: взаимное расположение ксилемы и флоэмы (тип пучка), какие элементы входят в состав пучка (простой, сложный, общий, сосудисто-волокнистый пучок), наличие камбия (закрытый, открытый пучок), обкладка пучка (паренхимная, склеренхимная), протоксилему и метаксилему, протоплоэму и метафлоэму, камбий, паренхиму, склеренхиму.

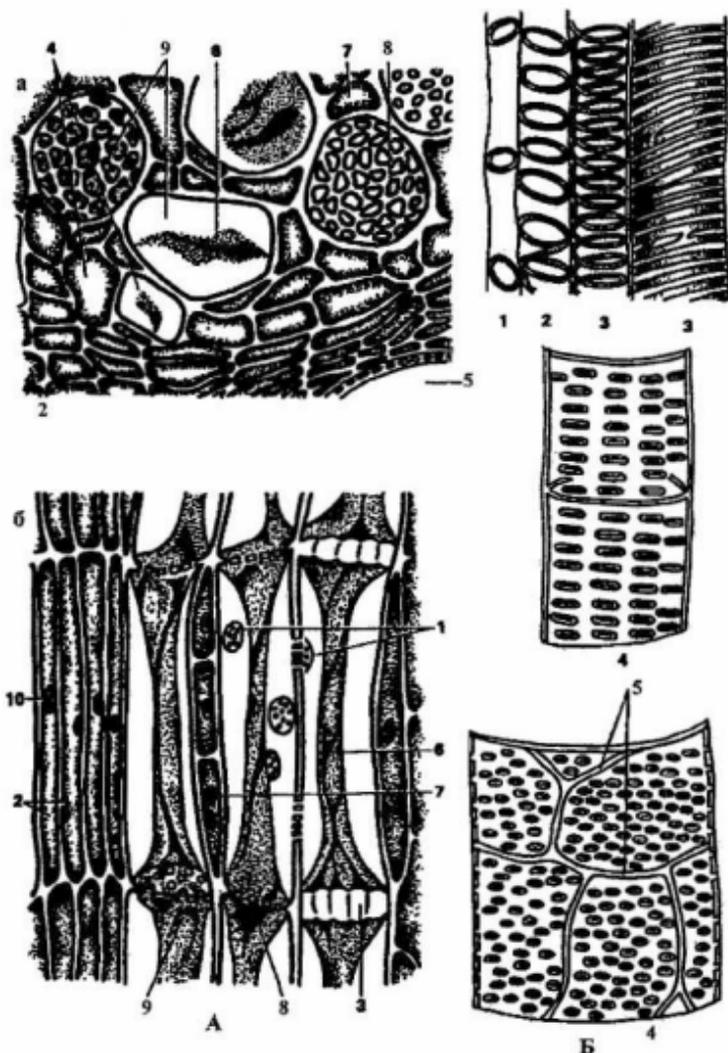
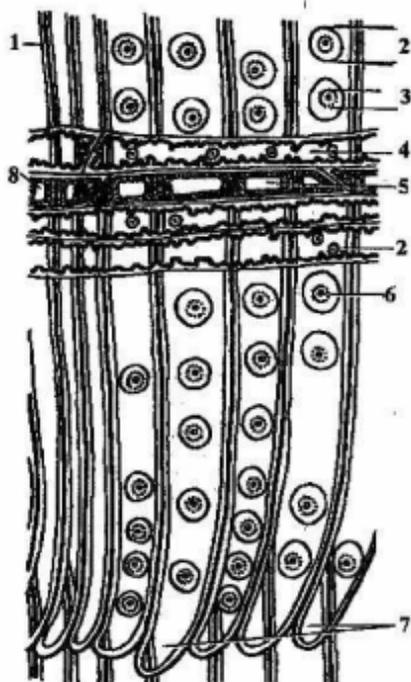


Рис. 22. Внутренняя структура стебля тьквы: *А* – строение флоэмы в стебле тьквы: *а* – поперечный срез; *б* – продольный срез (*1* – боковые ситечки; *2* – камбиальная зона; *3* – мозолистое тело; *4* – паренхимные клетки; *5* – сосуд; *б* – содержимое ситовидных трубок; *7* – клетки-спутницы; *8* – ситовидные пластинки; *9* – ситовидные трубки; *10* – ядро); *Б* – сосуды ксилемы: *1* – кольчатый; *2* – кольчато-спиральный; *3* – спиральный; *4* – пористый; *5* – стенки окружающих сосуд паренхимных клеток [4]



Б

Рис. 23. Строение древесины сосны на радиальном срезе [4]:

- 1 – трахеиды весенней древесины;
- 2 – окаймленные поры;
- 3 – торус;
- 4 – лучевые трахеиды;
- 5 – оконцевая пора;
- 6 – отверстие порового канала;
- 7 – концы трахеид;
- 8 – паренхимные клетки лучей

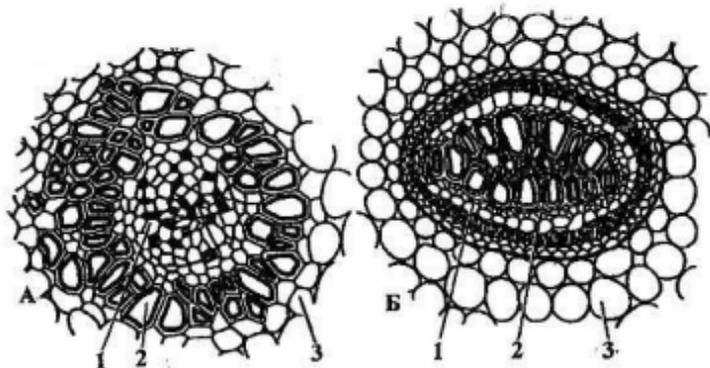


Рис. 24. Концентрические проводящие пучки: А – амфивазальный в корневище ландыша; Б – амфикрибральный в корневище орляка; 1 – флоэма; 2 – ксилема; 3 – основная паренхима [4]

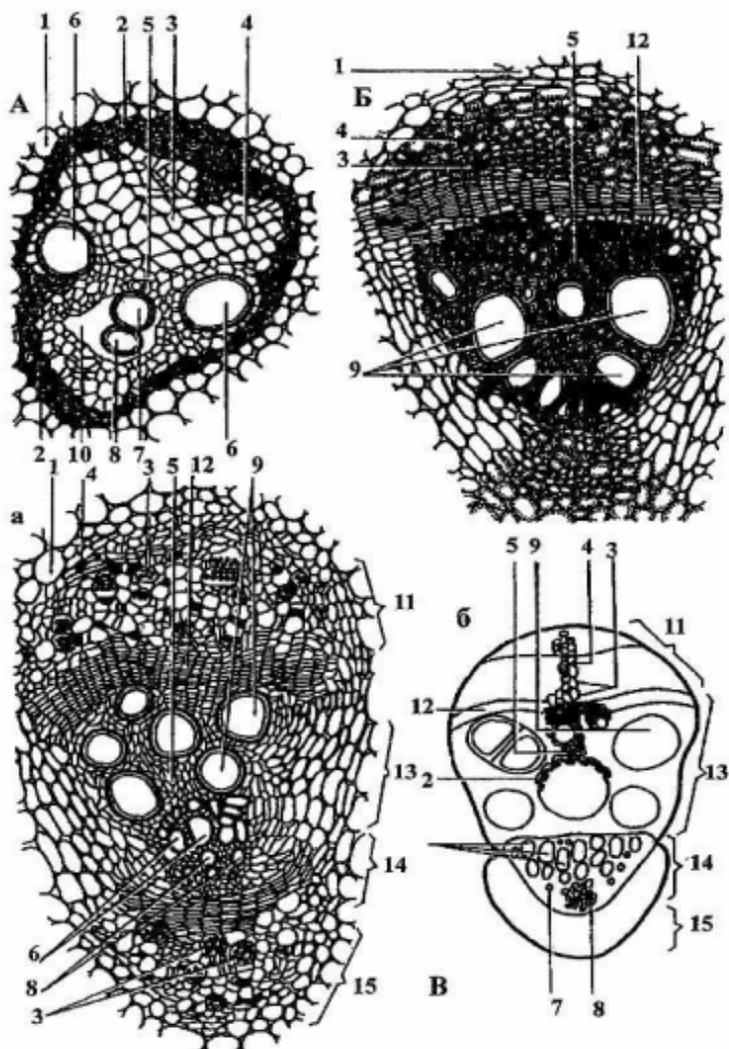


Рис. 25. Сосудисто-волокнистые пучки в поперечном срезе: *А* – коллатеральный закрытый стебля кукурузы; *Б* – коллатеральный открытый стебля кирказона; *В* – биколлатеральный открытый стебля тыквы (*а* – детальный рисунок; *б* – схема); 1 – основная паренхима стебля; 2 – склеренхима; 3 – ситовидная трубка; 4 – клетки-спутницы; 5 – древесная паренхима; 6 – сетчатые сосуды; 7 – кольчато-спиральный сосуд; 8 – кольчатый сосуд; 9 – пористые сосуды; 10 – воздушная полость; 11 – наружная флоэма; 12 – камбий; 13 – вторичная ксилема; 14 – первичная ксилема; 15 – внутренняя флоэма [4]

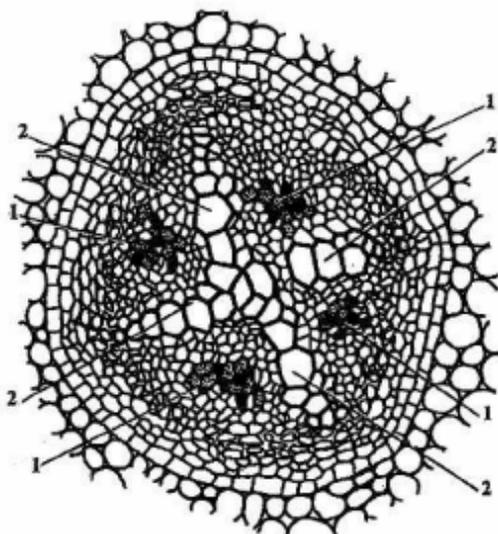


Рис. 26. Радиальный пучок (тетрархный) корня конских бобов: 1 – участок флоэмы; 2 – лучи ксилемы [4]

Тема 3. Анатомическое строение вегетативных органов растений

Работа 5

Стебель однодольных растений. Травянистый стебель двудольных растений

Задание 1. Познакомиться с общим планом строения стебля однодольных растений и изучить строение стеблей разных растений класса Liliopsida (однодольные). Уяснить, что для большинства однодольных растений характерно первичное строение стебля (исключение – немногие древесные виды), который снаружи покрыт эпидермисом, далее идет первичная кора и центральный цилиндр (стела или стель), закрытые коллатеральные проводящие пучки. Первичная кора может быть слабо выражена.

1) При малом и большом увеличении рассмотреть постоянный препарат поперечного среза стебля купены (*Polygonatum multiflorum (L.) All.*). Нарисовать схему строения стебля (ткани изображаются условно, клетки не вырисовываются). Отметить: эпидермис, первичную кору, состоящую из

паренхимных клеток, склеренхимное кольцо перицикла, закрытые коллатеральные проводящие пучки, основную паренхиму между ними. Обратить внимание на то, что в стебле купены эндодерма не выражена и отсутствует колленхима, клетки эпидермиса могут быть одревесневшими (рис. 27).

2) При малом и большом увеличении рассмотреть постоянный препарат поперечного среза стебля кукурузы (*Zea mays L.*). Зарисовать схему строения стебля и сделать детальный рисунок отдельного сосудистого пучка. Отметить: на схеме стебля - эпидермис, склеренхиму перицикла, закрытые коллатеральные проводящие пучки, основную паренхиму, в отдельном пучке – склеренхимное влагалище, протофлоэму, метафлоэму, древесинную паренхиму, метаксилему, лауну протоксилемы. Обратить внимание на отсутствие первичной коры в стебле кукурузы (рис. 28, 29).

3) При малом и большом увеличении рассмотреть постоянный препарат поперечного среза стебля ржи посевной (*Secale cereale L.*). Зарисовать схему строения стебля и отдельный проводящий пучок с деталями клеточного строения. На рисунках отметить: эпидермис, первичную кору, состоящую из тонкостенной ассимиляционной паренхимы и склеренхимы, основную паренхиму, проводящие пучки в склеренхимных участках коры и в основной паренхиме центрального цилиндра, центральную воздухоносную полость (рис. 30).

Задание 2. Изучить особенности строения травянистого стебля двудольных растений (класс *Magnoliopsida*). Уяснить, что у травянистых двудольных растений первичное строение стебля имеет место только в молодом возрасте. Затем прокамбий заменяется камбием, который образует вторичные ткани – проводящие, основные, механические. Центральный цилиндр может иметь пучковое (кольцо отдельных проводящих пучков) и непучковое (сплошной цилиндр из ксилемы и флоэмы с прослойками камбия между ними) строение. У двудольных хорошо заметно деление на кору, центральный цилиндр и сердцевину, стебель отличается наличием большого количества паренхимных элементов. Механические ткани обычно занимают периферическое положение в стебле.

Пучковый тип строения стебля травянистых двудольных растений.

1) При малом увеличении микроскопа рассмотреть и схематично зарисовать постоянный препарат поперечного среза стебля тыквы (*Cucurbita pepo L.*). На рисунке отметить эпидермис, первичную кору, состоящую из уголковой колленхимы и основной паренхимы, перицикл, пятилучевую центральную полость, более крупные открытые коллатеральные проводящие пучки между лучами и более мелкие – над лучами, основную паренхиму центрального цилиндра (рис. 16).

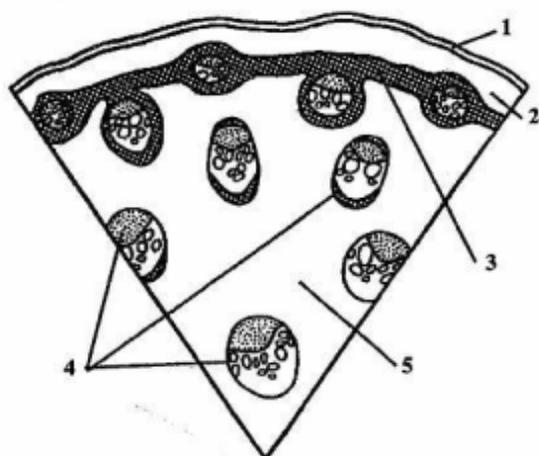


Рис. 27. Схема строения междузлия стебля купены (*Polygonatum multiflorum* All.): 1 – эпидермис; 2 – первичная кора; 3 – склеренхимное кольцо перицикла; 4 – закрытые коллатеральные проводящие пучки; 5 – основная паренхима [5]

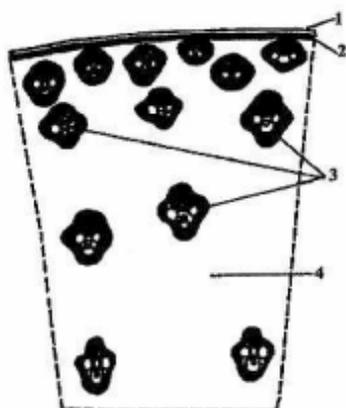


Рис. 28. Схема поперечного среза части стебля кукурузы (*Zea mays* L.) [4]:

- 1 – эпидермис;
- 2 – склеренхима;
- 3 – проводящие пучки;
- 4 – основная паренхима

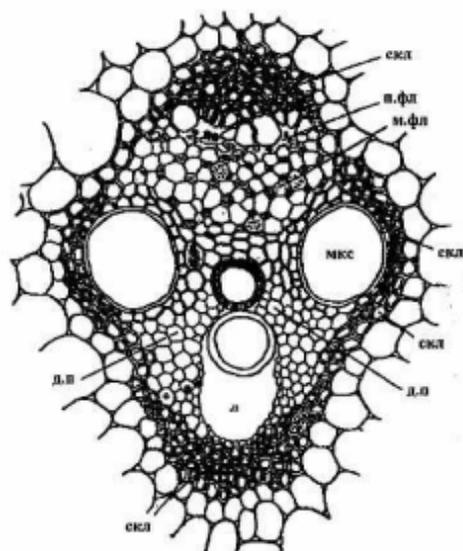


Рис. 29. Кукуруза (*Zea mays L.*). Сосудистый пучок: *скл* – склеренхимное влагалище; *п.фл.* – протофлоэма; *м.фл.* – метафлоэма; *д.п.* – древесинная паренхима; *м.к.с.* – метаксилема; *л* – лакуна протоксилемы [5]

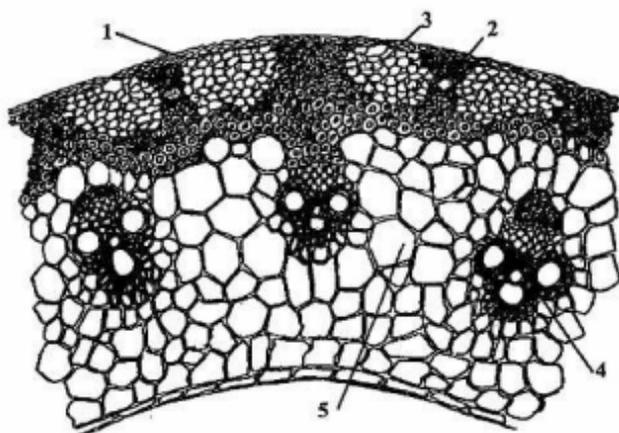


Рис. 30. Рожь (*Secale cereale*), строение соломины: *1* – эпидермис; *2* – склеренхима; *3* – хлорофиллоносная ткань; *4* – закрытый коллатеральный пучок; *5* – основная паренхима [4]

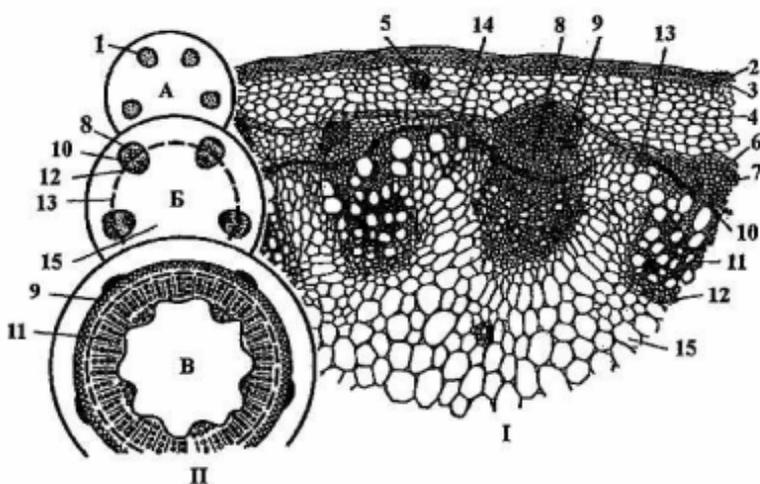


Рис. 31. Стебель подсолнечника в поперечном разрезе (I) и схема строения стебля на разных уровнях (II). А – срез на уровне появления прокамбия; Б – на уровне появления камбия; В – на уровне сформированной структуры; 1 – прокамбий; 2 – эпидерма; 3 – колленхима; 4 – паренхима коры; 5 – смоляной ход; 6 – 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) [16]

2) При малом и большом увеличении микроскопа рассмотреть и схематично зарисовать постоянный препарат поперечного среза стебля подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus L.*). На рисунке отметить эпидермис, первичную кору, центральный проводящий цилиндр и сердцевину. Сделать детальный рисунок участка стебля (сектор), на котором отметить эпидермис, колленхиму (уголковую или пластинчатую), паренхиму и эндодерму (или крахмалоносное влагалитце) первичной коры, схизогенные смоляные ходы; элементы строения центрального проводящего цилиндра: перицикл, сосудисто-волокнистые пучки, пучковой и межпучковый камбий, основная паренхима; сердцевина (рис. 31).

3) При малом и большом увеличении микроскопа рассмотреть и схематично зарисовать постоянный препарат поперечного среза стебля американского кирказона (*Aristolochia siphon L.*). На рисунке отметить эпидермис (однослойный), первичную кору (наружные ряды толстостенных клеток – пластинчатую или уголковую колленхиму, ряды тонкостенных паренхимных

клеток, однорядную эндодерму), центральный проводящий цилиндр (перидерма, сосудистые пучки, паренхиму первичных сердцевинных лучей), сердцевину (крупные паренхимные клетки). Перидерма состоит из широкого внешнего кольца склеренхимы, который подстилает паренхима перидермы (рис. 32).

Непучковый тип строения стебля травянистых двудольных растений

При малом и большом увеличении микроскопа рассмотреть постоянный препарат и схематично зарисовать поперечный срез стебля льна (*Linum usitatissimum L.*). На рисунке отметить эпидермис, покрытый кутикулой; первичную кору (внешние ряды мелких паренхимных клеток – хлорофиллоносную паренхиму коры, внутренние ряды более крупных паренхимных клеток – крахмалоносное влагалище или эндодерму); центральный проводящий цилиндр (перидерма, состоящий из участков склеренхимы – лубяных волокон, и тонкостенных паренхимных клеток, первичную и вторичную флоэму, камбий, первичную и вторичную ксилему, сердцевинные лучи в древесине); сердцевину и сердцевинную полость (рис. 33).

Другими примерами непучкового строения стебля травянистых двудольных растений могут служить подмаренник, дербенник, ластовень, калистегия.

Работа 6

Многолетний стебель растений

Задание 1. Изучить структуру многолетнего стебля растений, строение и расположение элементов древесины, вторичного луба, перидермы, корки, основной паренхимы. Уяснить закономерности камбиальной деятельности в стебле древесного растения, строение и специфику годичных колец, особенности утолщения стебля у древесных однодольных растений.

1) При малом и большом увеличении микроскопа, используя постоянный препарат, рассмотреть и зарисовать участок (сектор) поперечного среза многолетней ветки сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*). На рисунке отметить чешуйчатую корку, перидерму, паренхиму первичной коры со смоляными ходами, флоэму, камбий, древесину и годичные кольца в ней, сердцевинные лучи, сердцевину и перимедулярную зону. В годичном кольце показать весеннюю и летнюю древесину (рис. 34, 35).

Для детального изучения строения древесины сосны рассмотреть постоянные препараты радиального и тангентального срезов древесины.

2) С помощью постоянного препарата познакомиться со строением многолетнего стебля двудольного растения – липы мелколистной (*Tilia cordata Mill.*). При малом и большом увеличении микроскопа рассмотреть и зарисовать участок (сектор) поперечного среза многолетней ветки липы.

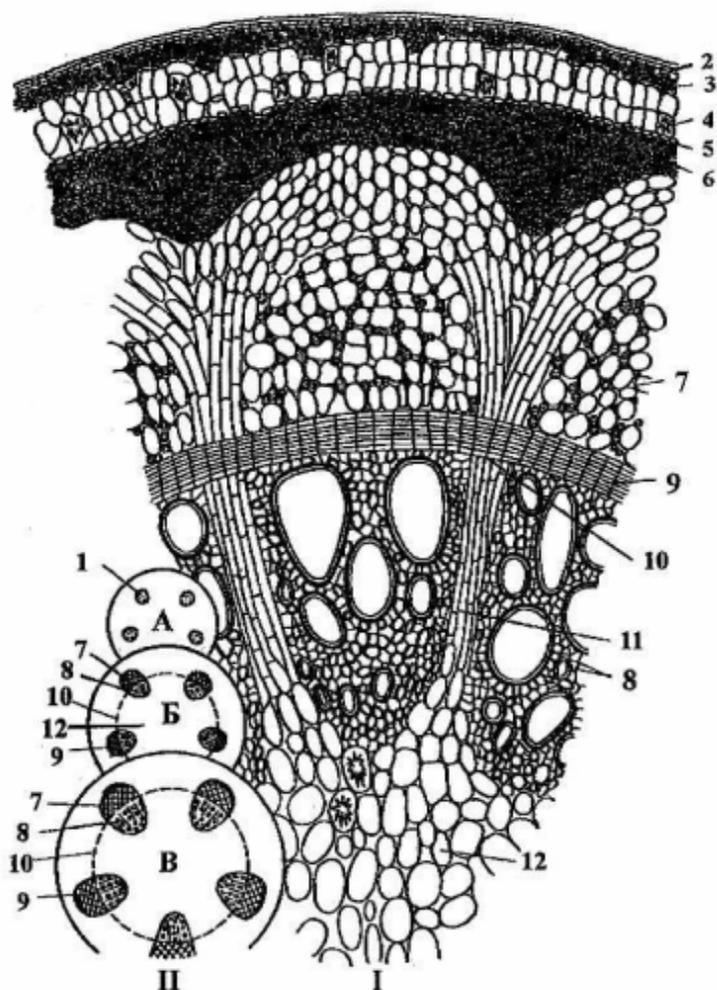


Рис. 32. Стебель кирказона в поперечном разрезе (I) и схема строения на разных уровнях (II): *A* – срез на уровне появления прокамбия; *B* – на уровне появления камбия; *B* – на уровне сформированной структуры; 1 – прокамбий; 2 – эпидерма; 3 – колленхима; 4 – паренхима коры; 5 – эндодерма (3–5 – первичная кора); 6 – склеренхима перицикла; 7 – флоэма; 8 – ксилема; 9 – пучковый камбий; (7-9 – открытый коллатеральный пучок); 10 – межпучковый камбий; 11 – сердцевинный луч; 12 – паренхима сердцевины (6-12 – центральный цилиндр) [16]

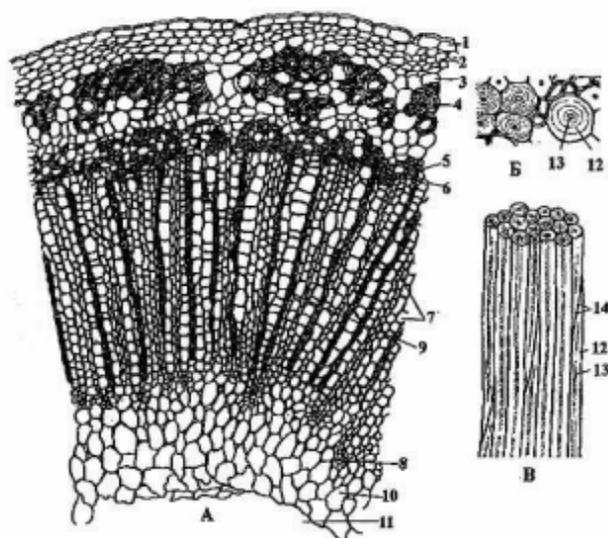


Рис. 33. Стебель льна: *A* – поперечный разрез; *B* и *V* – лубяные волокна в поперечном (*B*) и продольном (*V*) разрезах; 1 – эпидерма; 2 – паренхима первичной коры; 3 – эндодерма; 4 – лубяные волокна; 5 – флоэма; 6 – камбий; 7 – вторичная ксилема; 8 – первичная ксилема; 9 – сердцевинный луч; 10 – паренхима сердцевины; 11 – полость; 12 – стенка клетки; 13 – полость; 14 – заостренные концы клетки [16]

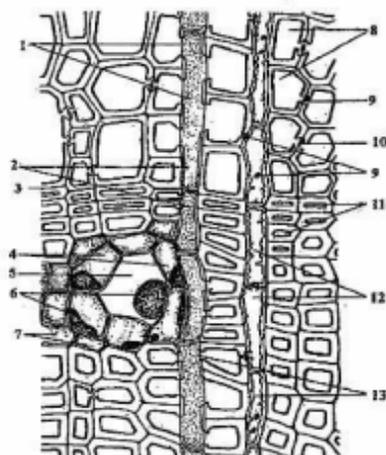


Рис. 34. Поперечный срез древесины сосны: 1 – полуокаймленные поры; 2 – паренхимные клетки сердцевинного луча; 3 – граница годичных колец; 4 – эпителиальные клетки смоляного канала; 5 – смоляной канал; 6 – капли смолы; 7 – паренхимная обкладка смоляного канала; 8 – трахеиды ранней древесины годичного кольца; 9 – окаймленные поры; 10 – торус; 11 – трахеиды поздней древесины годичного кольца; 12 – лучевые трахеиды; 13 – сердцевинные лучи [5]

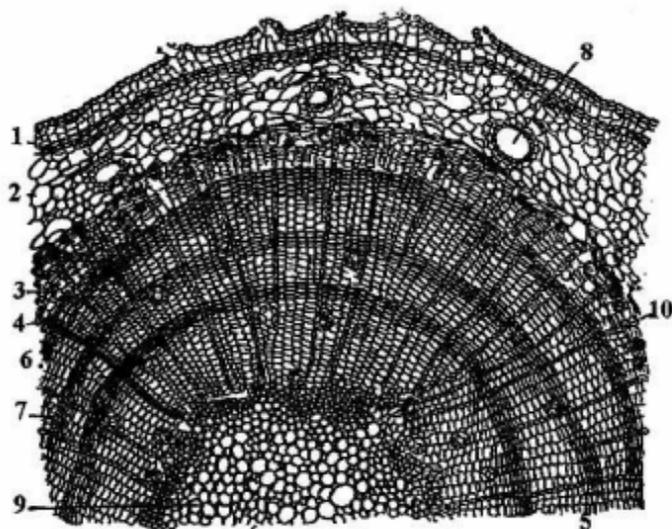


Рис. 35. Стебель сосны в поперечном разрезе: 1 – пробка; 2 – паренхима первичной коры; 3 – флоэма; 4 – камбий; 5 – ксилема; 6 – весенние трахеиды; 7 – осенние трахеиды; 8 – смоляной ход; 9 – сердцевина; 10 – сердцевинный луч [16]

На рисунке отметить перидерму (пробку – феллему, феллоген, феллодерму); первичную кору (состоит из пластинчатой колленхимы, тонкостенных паренхимных клеток, крахмалоносного влагалища – эндодермы); центральный проводящий цилиндр (перициклическую зону, вторичную кору или вторичный луб, имеющий вид трапециевидных фигур, состоящих из твердого и мягкого луба, камбиальную зону, древесину и годичные кольца в ней, первичные и вторичные сердцевинные лучи); сердцевину (рис. 36).

Детальное строение древесины липы изучают с помощью постоянных препаратов радиального и тангентального срезов древесины.

Работа 7 Корень

Задание 1. Изучить строение верхушки молодого корня, а также первичное и вторичное строение корней травянистых растений. Получить представление о строении многолетнего корня древесных растений.

1) Для изучения строения молодого корня отобрать первичные корешки проростка пшеницы (*Triticum vulgare L.*), отрезать верхушку одного корешка длиной 1 см, поместить в каплю воды на предметное стекло и осторожно закрыть покровным стеклом.

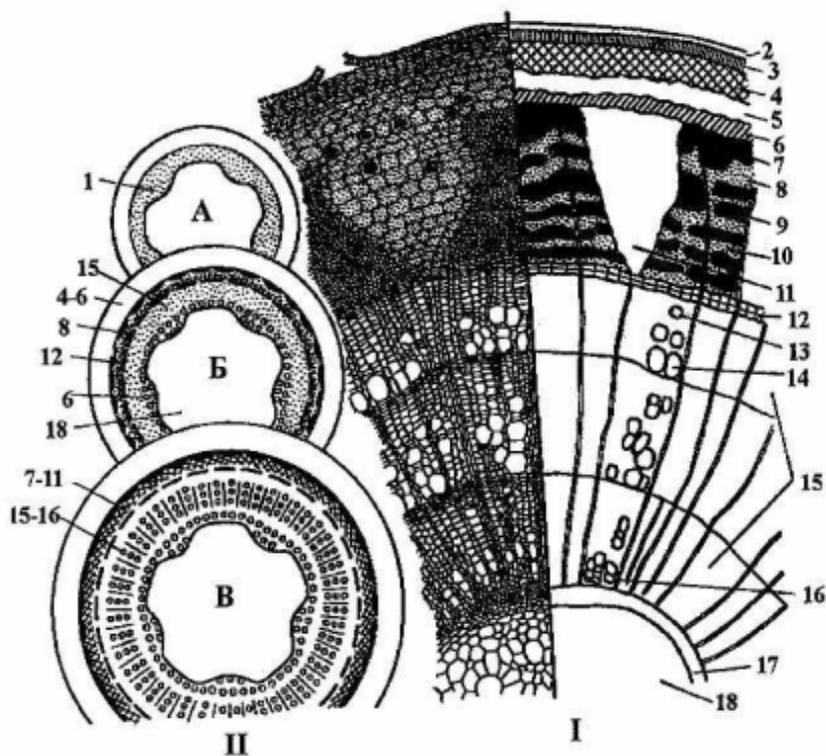


Рис. 36. Стебель липы в поперечном разрезе (I) и схема строения стебля на разных уровнях (II): А – срез на уровне появления прокамбия; Б – на уровне появления камбия; В – на уровне сформированной структуры; 1 – прокамбий; 2 – остатки эпидермы; 3 – пробка; 4 – колленхима; 5 – паренхима коры; 6 – эндодерма (4–6 – первичная кора); 7 – периклическая зона; 8 – первичная флоэма; 9 – твердый луб; 10 – мягкий луб (вторичная флоэма); 11 – сердцевинный луч (7–11 – вторичная кора); 12 – камбий; 13 – осенняя древесина; 14 – весенняя древесина (13–14 – годовое кольцо древесины); 15 – вторичная древесина; 16 – первичная древесина (15–16 – древесина); 17 – перимедуллярная зона; 18 – основная паренхима (17–18 – сердцевина; 7–18 – центральный цилиндр) [16]

Невооруженным глазом, а затем при малом увеличении микроскопа рассмотреть корешки и подготовленный препарат. Зарисовать схему строения кончика корня, отметив корневой чехлик со слушающимися клетка-

ми, апикальную меристему (зону деления), зону растяжения (роста), зону всасывания (в ней ризодерму или эпиблему с корневыми волосками), зону проведения (рис. 37).

При большом увеличении микроскопа зарисовать участок ризодермы (эпиблемы) с корневыми волосками, находящимися на разных стадиях развития.

2) Для изучения первичного строения корня рассмотреть поперечный срез корня ириса германского (*Iris germanica* L.). При малом увеличении изучить общий план строения корня, при большом увеличении – его детальное строение. Зарисовать участок среза, отметив на нем: эпиблему, первичную кору (в ней трехслойную экзодерму, запасающую паренхиму и эндодерму с пропускными клетками и поясками Каспари), центральный проводящий цилиндр. В центральном цилиндре найти однослойный перицикл, радиальные лучи первичной ксилемы, состоящие из метаксилемы и протоксилемы, флоэму, располагающуюся между лучами ксилемы (рис. 38).

3) Для изучения вторичного строения корня травянистых растений можно использовать корень тыквы обыкновенной или бобов.

При малом увеличении микроскопа рассмотреть постоянный препарат поперечного среза корня тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo* L.). Зарисовать схему строения корня, на которой отметить: перидерму, образованную феллогеном – пробковым камбием, закладка которого в корне происходит в перицикле; сосудистые открытые коллатеральные пучки, состоящие из первичной и вторичной флоэмы, дуг пучкового камбия, вторичной ксилемы; первичную ксилему (протоксилема и метаксилема); первичные сердцевинные лучи; межпучковый камбий, образующийся из клеток перицикла. Обратит внимание на отсутствие первичной коры, которая отмирает в результате образования перидермы и сбрасывается (рис. 39).

4) В корнях древесных растений камбий функционирует в течение многих лет, образуя ежегодные слои прироста древесины и луба. Со строением многолетнего корня древесных растений можно познакомиться на примере корня липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.). При малом увеличении микроскопа рассмотреть постоянный препарат поперечного среза корня липы и схематично зарисовать общий план его строения, отметив: перидерму; паренхимную зону, образованную делением клеток феллодермы; мягкий и твердый луб; первичную и вторичную древесину; первичные и вторичные паренхимные лучи; годовичные кольца (рис. 40).

Для изучения строения многолетнего корня древесных растений можно использовать постоянный препарат поперечного среза корня сосны обыкновенной.

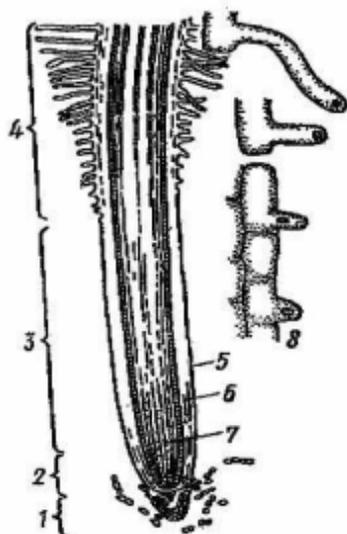


Рис. 37. Кончик корня проростка пшеницы: 1 – корневой чехлик; 2 – зона деления клеток; 3 – зона растяжения клеток; 4 – зона всасывания; 5 – дерматоген; 6 – перibleма; 7 – плерома; 8 – образование корневых волосков из клеток эпibleмы [16]

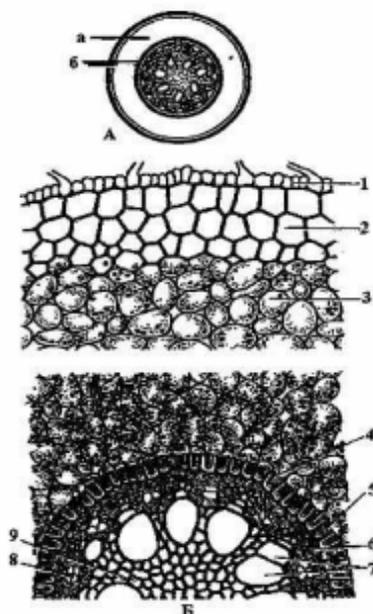


Рис. 38. Строение корня ириса: А – схема поперечного среза (а – первичная кора; б – центральный цилиндр); Б – поперечный срез корня: 1 – эпibleма; 2 – экзодерма; 3 – запасящая паренхима первичной коры; 4 – эндодерма; 5 – пропускные клетки эндодермы; 6 – перицикл; 7 – первичная ксилема; 8 – первичная флоэма; 9 – механическая ткань [4]

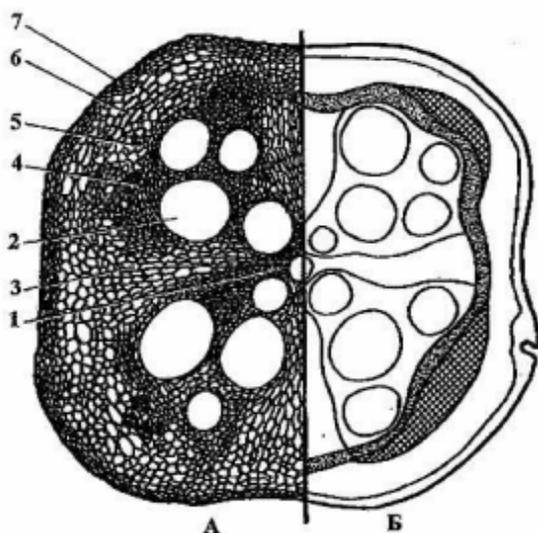


Рис. 39. Вторичное строение корня тьквы (А – детальный рисунок; Б – схема): 1 – первичная ксилема; 2 – вторичная ксилема; 3 – радиальный луч; 4 – камбий; 5 – первичная и вторичная флоэма; 6 – основная паренхима вторичной коры; 7 – пробка [4]

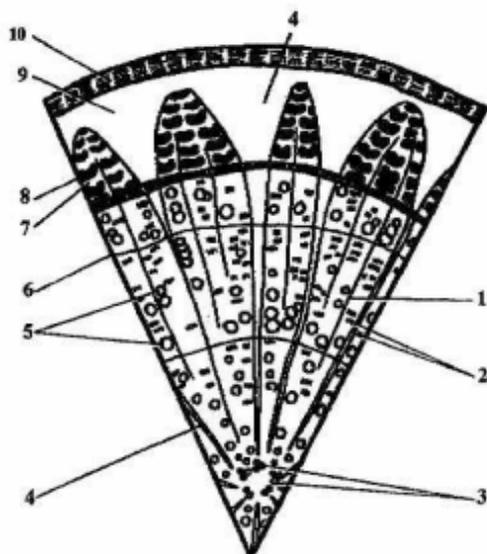


Рис. 40. Схема строения многолетнего корня липы (поперечный срез): 1 – вторичные лучи; 2 – тяжёлая древесная паренхима; 3 – первичная древесина; 4 – первичные паренхимные лучи; 5 – сосуды; 6 – границы годичных колец древесины; 7 – мягкий луб; 8 – твердый луб; 9 – паренхимная зона; 10 – перидерма [4]

Лист – боковой орган побега. Первые листовые органы растения – семядоли – формируются в результате дифференциации меристематического тела предзародыша, еще до возникновения апекса и верхушечной почки главного побега. Все последующие листья возникают в виде экзагенных меристематических бугорков или валиков на апексе побега, сначала главного, а по мере их заложения – и каждого из боковых.

Особенности анатомического строения листа определяются его главной функцией – фотосинтезом. Поэтому важнейшей тканью листа является мезофилл, в котором сосредоточены хлоропласты и происходит фотосинтез. Эпидерма покрывает лист сплошным слоем, регулирует через устьица газообмен и транспирацию. Система разветвленных проводящих пучков (жилок) снабжает лист водой, поддерживая в клетках мезофилла необходимую для фотосинтеза степень водности (тургор).

Задание 1. Изучить особенности строения листьев двудольных, однодольных и голосеменных растений. Обратит особое внимание на расположение и строение основных тканей листа и строение устьиц. Уяснить роль экологических условий мест произрастания в формировании анатомической структуры листьев.

1) При малом и большом увеличении микроскопа рассмотреть постоянный препарат поперечного среза листа камелии (*Camellia japonica*), зарисовать схему расположения тканей листа. Отметить верхний и нижний эпидермис, палисадную паренхиму, состоящую из двух рядов удлиненных клеток; воронкообразные собирательные клетки, губчатую паренхиму, коллатеральный закрытый сосудисто-волокнистый пучок, выделительную ткань (отдельные округлые клетки с друзами щавелевокислого кальция).

2) При малом и большом увеличении микроскопа рассмотреть постоянный препарат поперечного среза листа ириса германского (*Iris germanica* L.). Схематично зарисовать общее строение листа и детально – строение устьица. На первом рисунке отметить нижний и верхний эпидермис, устьица в верхнем эпидермисе, мезофилл, воздухоносные полости, закрытый коллатеральный проводящий пучок (ксилему, флоэму, склеренхиму), недревесневающую склеренхиму в клиновидном выступе листа. На втором рисунке отметить замыкающие клетки устьица, кутикулу на поверхности эпидермиса, клетки эпидермиса, подустьичную полость.

3) При малом и большом увеличении микроскопа рассмотреть строение хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Зарисовать схему строения хвои, на которой показать детальное клеточное строение участка поперечного среза от периферии до одного из проводящих пучков (рис. 41). На рисунке отметить эпидермис с устьицами, кутикулу, гиподерму, смоляные ходы, складчатый мезофилл, эндодерму, сосудистый пучок, паренхиму, склеренхиму.

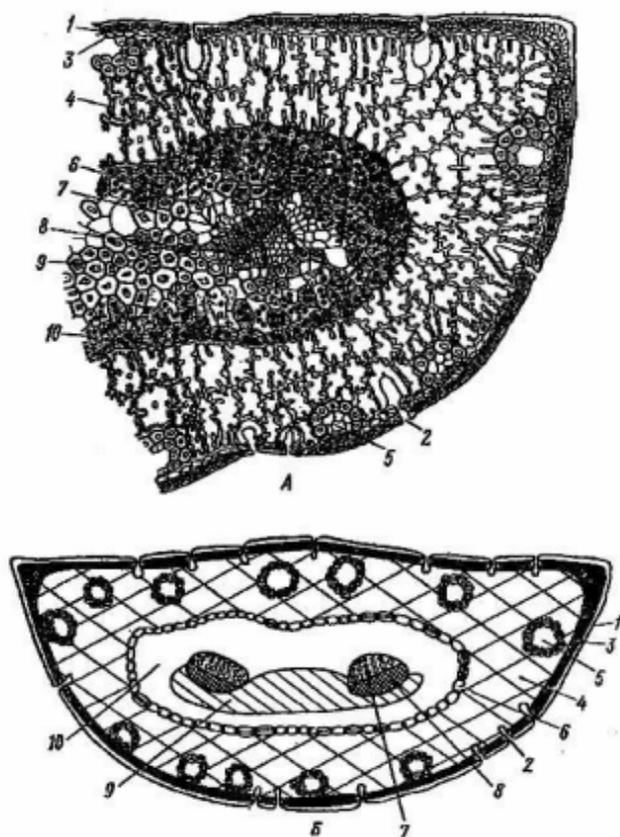


Рис. 41. Лист (хвоя) сосны в поперечном разрезе: *А* – детальный рисунок; *Б* – схематический: 1 – эпидерма; 2 – устьичный аппарат; 3 – гиподерма; 4 – складчатая паренхима; 5 – смоляной ход; 6 – эндодерма; 7 – ксилема; 8 – флоэма; 7-8 – проводящий пучок; 9 – склеренхима; 10 – паренхима [16]

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анатомия растений: методические указания. – Куйбышев, 1977. – 28 с.
2. Артюшенко, З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Семя / З.Т. Артюшенко. – Л.: Наука, 1990. – 204 с.
3. Артюшенко, З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод / З.Т. Артюшенко, А.А. Федоров. – Л.: Наука, 1986. – 392 с.
4. Бавтуто, Г.А. Лабораторный практикум по анатомии и морфологии растений / Г.А. Бавтуто. – Минск: Вышэйшая школа, 1985. – 352 с.
5. Барыкина, Р.П. Практикум по анатомии растений: методическое руководство для малого практикума / Р.П. Барыкина [и др.]. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – 192 с.
6. Васильев, А.Е. Ботаника. Анатомия и морфология растений: учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов / А.Е. Васильев [и др.]. – М.: Просвещение, 1978. – 478 с.
7. Жуковский, П.М. Ботаника / П.М. Жуковский. – М.: Сельхозгиз, 1938. – 599 с.
8. Жуковский, П.М. Ботаника / П.М. Жуковский. – М.: Колос, 1982. – 623 с.
9. Курсанов, Л.И. Ботаника. Т.1 / Л.И. Курсанов [и др.]. – М.: Гос. учебно-педагог. изд-во Мин. просвещения РСФСР, 1950. – 423 с.
10. Курсанов, Л.И. Анатомия и морфология растений / Л.И. Курсанов [и др.]. – М.: Просвещение, 1966. – 423 с.
11. Первухина, Н.В. Проблемы морфологии и биологии цветка / Н.В. Первухина. – Л.: Наука, 1970. – 169 с.
12. Первухина, Н.В. Околоцветник покрытосеменных / Н.В. Первухина. – Л.: Наука, 1979. – 111 с.
13. Соколова, Н.П. Практикум по ботанике / Н.П. Соколова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 205 с.
14. Травянистые растения СССР. Т.1. – М.: Мысль, 1971. – 487 с.
15. Федоров, А.А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Соцветие / А.А. Федоров, З.Т. Артюшенко. – Л.: Наука, 1979. – 296 с.
16. Хржановский, В.Г. Практикум по курсу общей ботаники: учебное пособие / В.Г. Хржановский, С.Ф. Пономаренко. – М.: Высшая школа, 1979. – 422 с.
17. Эзау, К. Анатомия семенных растений. Т. 1-2 / К. Эзау. – М.: Мир, 1980.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас растений. – М.: ОЛМА-ИПРЕСС Образование, 2005. – 623 с.
2. Бавтуто, Г.А. Практикум по анатомии и морфологии растений: учебное пособие для вузов / Г.А. Бавтуто. – Минск: Новое знание, 2002. – 464 с.
3. Билич, Г.Л. Биология. Полный курс: в 3 т. Т. 2. Ботаника // Г.Л. Билич, В.А. Крыжановский. – М.: ООО «Издательство Оникс», 2005. – 544 с.
4. Викторов, В.П. Практикум по анатомии и морфологии растений: учебное пособие для вузов / В.П. Викторов [и др.]. – М.: Академия, 2001. – 176 с.
5. Еленевский, А.Г. Ботаника высших, или наземных, растений: учебник для студ. высших пед. учеб. завед. / А.Г. Еленевский, В.Н. Соловьева, В.Н. Тихомиров. – М.: Академия, 2004. – 432 с.
6. Сергиевская, Е.В. Систематика высших растений: практический курс / Е.В. Сергиевская. – СПб.: Лань, 2002. – 448 с.