

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МОРФОЛОГИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ РАСТЕНИЙ

Методическое пособие для самостоятельной работы студентов по направлению
110400.62 (бакалавриат) биологических факультетов университетов

Краснодар

2011

УДК 581.4
ББК 28.56.
М 79

Рецензент:

доктор биологических наук,
профессор кафедры генетики, микробиологии и биотехнологии
Кубанского государственного университета Щеглов С.Н.

Криворотов С.Б., Чукуриды С.С., Мордалев В.М., Москвитин С.А.,
Шнурникова Г.В., Сионова Н.А. Морфология вегетативных органов растений. –
Краснодар: КубГАУ, 2011. – 64 с.

В пособии изложены вопросы особенностей строения вегетативных
органов растений, приведены рисунки.

Пособие предназначено для студентов по направлению 110400.62
(бакалавриат) биологических факультетов университетов.

Рекомендовано к изданию методической комиссией агрономического
факультета (протокол № 8 от 28.02.2011 г.).

УДК 581.4
ББК 28.56.
М 79

© Криворотов С.Б., Чукуриды С.С.,
Мордалев В.М., Москвитин С.А.,
Шнурникова Г.В., Сионова Н.А., 2011
© Кубанский государственный
аграрный университет, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Вегетативные органы растений. Общие закономерности строения	5
2. Строение проростков	7
3. Побег	9
3.1 Понятие о побеге, функции побега	9
3.2 Закономерности строения побега	9
3.3 Почка. Строение и классификация почек	12
3.4 Листорасположение	15
3.5 Ветвление побега	18
3.6 Классификация побегов	22
3.7 Видоизменения (метаморфозы) побега	24
4. Лист	33
4.1 Понятие о листе, функции листа	33
4.2 Закономерности строения листа	33
4.3 Морфологическое строение листа	34
4.4 Классификация листьев	37
4.4.1 Простые листья	38
4.4.2 Сложные листья	44
4.5 Гетерофиллия (разнолистность). Листовая мозаика	45
4.6 Продолжительность жизни листьев. Листопад	46
4.7 Видоизменения (метаморфозы) листа	47
5. Корень и корневая система	54
5.1 Понятие о корне, функции корня	54
5.2 Закономерности строения корня	54
5.3 Классификация корней	54
5.4 Классификация корневых систем	55
5.5 Видоизменения (метаморфозы) корней	56
5.6 Микориза и сожительство с корнями	61
6. Аналогичные и гомологичные органы растений	63
Рекомендуемая литература	64

Введение

Задача лабораторных занятий по морфологии сводится к практическому изучению строения растения в связи его морфологических структур с функциями, разнообразием растительных форм и их эволюции. Это постигается только в процессе работы с натуральными объектами.

Освоение ботанических знаний значительно отличается при использовании репродуктивного метода, предусматривающего творческое осмысление особенностей строения органов растений и их систем в органической связи с функциями.

Учебный материал лучше усваивается при выполнении рисунков непосредственно в процессе изучения натуральных объектов.

На лабораторных занятиях из-за недостатка времени студенты не всегда четко выполняют рисунки по морфологии растений, не отражают особенности строения их органов. Зарисовки – не самоцель, а прием, облегчающий запоминание учебного материала, позволяющий контролировать его усвоение.

Рисунки должны правильно отражать строение органов растения, выделять их особенности. Они должны быть четкими и аккуратно выполненными, с подписями отдельных частей и общей подписью.

Данное учебное пособие будет способствовать более углубленному изучению учебного материала по морфологии растений, облегчит студентам процесс запоминания.

1. Вегетативные органы растений. Общие закономерности строения

В результате выхода растений на сушу в процессе эволюции их однородный таллом дифференцировался на органы, а органы – на ткани. Изменение условий жизни вследствие глубоких изменений климата явилось основной движущей силой адаптивной специализации растений.

Орган – это часть организма, имеющая определенное строение и выполняющая определенные функции. Органы высших растений подразделяются на вегетативные и генеративные (репродуктивные). К вегетативным относятся корень и побег, к генеративным – цветок, семя и плод.

Выделяются общие закономерности строения морфологических структур.

Полярность – это различия между противоположными точками (полюсами) растительного организма или органа. Каждый орган имеет два полюса: верхний (терминальный, апикальный) и нижний (основной, базальный).

Симметрия – это такое расположение частей органа в пространстве, при котором плоскость симметрии рассекает предмет на зеркально подобные половины. Симметрией определяется закономерность расположения частей органа по отношению к оси, в частности расположение листьев на стебле. Различают органы несимметричные, моносимметричные, полисимметричные.

Несимметричные, или асимметричные – это такие органы, через которые нельзя провести ни одной продольной плоскости симметрии (например, лист вяза, цветок канны).

Моносимметричные, или билатеральные (двусторонне симметричные) – это органы, через которые можно привести одну плоскость симметрии (лист сирени, тополя, цветок гороха, шалфея).

Полисимметричные, или радиальные – это органы, через которые можно провести две и более плоскости симметрии (стебли с супротивным листорасположением, корнеплоды, цветок тюльпана).

Вертикально расположенные органы называются ортотропными. Это прямостоячие стебли, отвесно расположенные стержневые корни. Органы,

расположенные в горизонтальной плоскости, параллельно поверхности почвы, называют плагиотропными.

2. Строение проростков

Основные вегетативные органы семенных растений, как подземные (корень), так и надземные (побег), заложены уже в семени. Развитие и последующие усложнения их организации наблюдаются при прорастании семени, росте проростков и становлении взрослых растений.

У односемядольных растений (сем. мятликовые) при прорастании семени первым трогается в рост корень, который разрывает семенную кожуру и внедряется в почву (рис. 1).

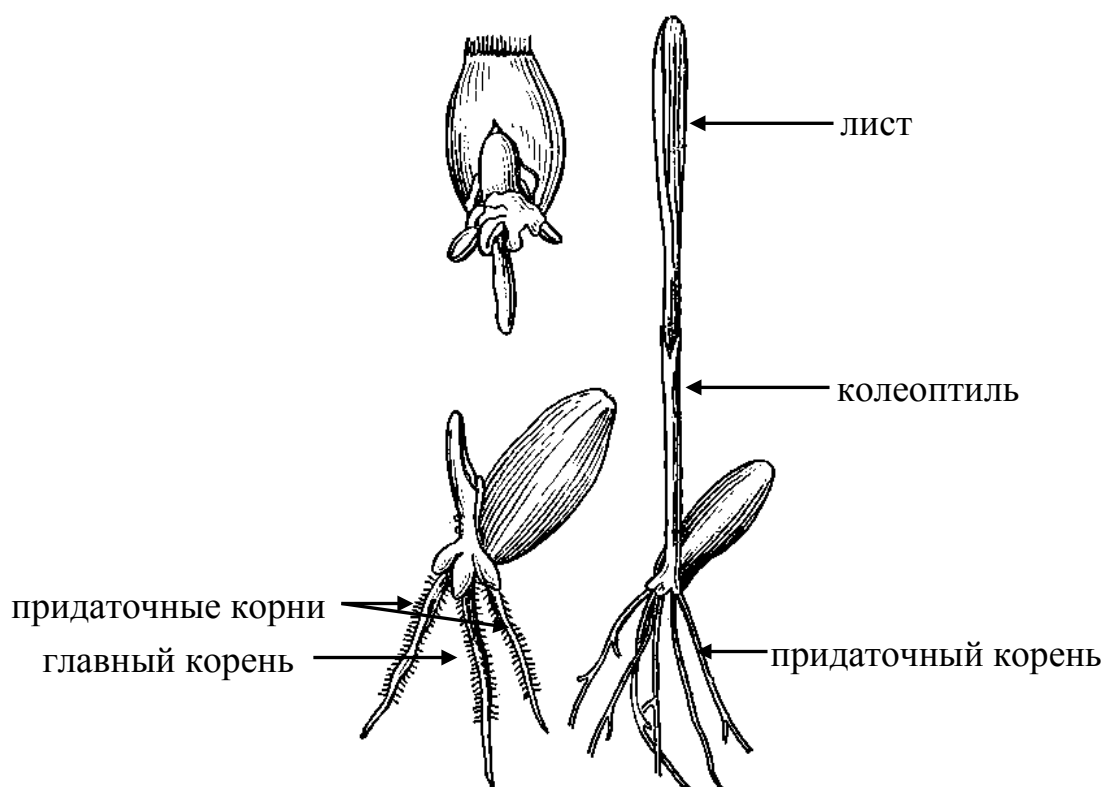


Рисунок 1. Прорастание зерновки пшеницы

Молодой проросток укрепляется в почве, поглощает воду с растворёнными в ней солями. Вслед за корнем начинает расти побег – стебель с листьями и почками. Через почву пробивается почка, защищённая первым зародышевым листом – колеоптилем. Первый настоящий лист выходит наружу, разрывая колеоптиль.

Вскоре главный корень, образовавшийся из зародышевого корешка, отмирает, а из укороченных междоузлий образуются придаточные корни, формирующие мочковатую корневую

систему.

У двудольных растений первым также трогается в рост зародышевый корешок. Стебель на первых этапах прорастания петлеобразно изогнут. Этим изгибом он пробивает почву, затем выпрямляется и выносит на поверхность семядоли и почечку. Семядоли зеленеют, некоторое время фотосинтезируют, почка продолжает расти вверх, образуя стебель и первые настоящие листья. Их называют ювенильными, так как они резко отличаются от листьев взрослого растения.

Участок между корнем и стеблем называют корневой шейкой. Часть стебля между корневой шейкой и семядолями – гипокотиль, или подсемядольное колено, часть стебля между семядолями и первыми листочками – эпикотиль, или надсемядольное колено (рис. 2).

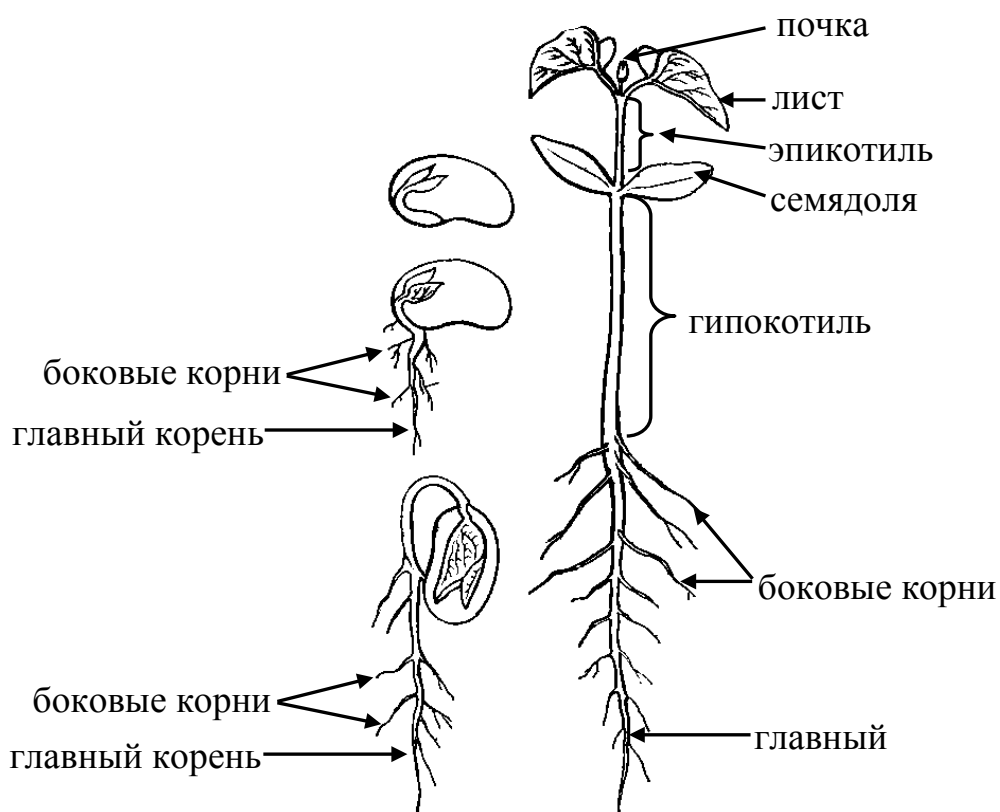


Рисунок 2. Проросток семени фасоли

У некоторых двусемядольных растений (горох, дуб) гипокотиль не развит, и семядоли не выносятся на поверхность, а остаются в почве.

3. Побег

3.1. Понятие о побеге, функции побега

Побег – это неразветвленный стебель с расположенными на нем листьями и почками, развивающийся в течение одного вегетационного периода.

Вегетативный побег в типичном случае выполняет функцию воздушного питания. Кроме этого побег может выполнять функции вегетативного размножения, запаса питательных веществ и воды, прикрепления к вертикальной опоре, защиты растения от поедания его животными.

3.2. Закономерности строения побега

Побег развивается из почки. Структурными элементами побега являются стебель, листья и почки (рис. 3).



Рисунок 3. Строение побега

Стебель – это осевая часть побега. Он нарастает за счёт верхушечной меристемы, находящейся в почке, и имеет неограниченный рост. У мятликовых стебель растёт за счёт вставочных, или интеркалярных, меристем. Стебель является связующим звеном между двумя полюсами растений: листьями, которые осуществляют фотосинтез, и корнями, которые обеспечивают

почвенное питание. По стеблю происходит передвижение органических веществ (нисходящий ток), воды, растворённых в ней минеральных солей, и органических веществ, синтезируемых в корне (восходящий ток). Стебель, как и корень, может бытьместилищем запасных питательных веществ; может быть органом вегетативного размножения.

По своей структуре стебли бывают травянистые и деревянистые. У травянистых растений (однолетних, двулетних) клетки тканей стебля не одревесневают, т.к. такие стебли живут один вегетационный период. Деревянистый стебель живет много лет. Он характерен для деревьев, кустарников, полукустарников. У деревьев главный стебель называют стволом, а у кустарников отдельные стебли – стволиками.

По форме поперечного сечения стебли бывают округлые (подсолнечник), трёхгранные (осока), четырёхгранные (шалфей), ребристые (пастернак), плоские (опунция), крылатые, если имеются выросты по бокам стебля (чина лесная) (рис. 4).

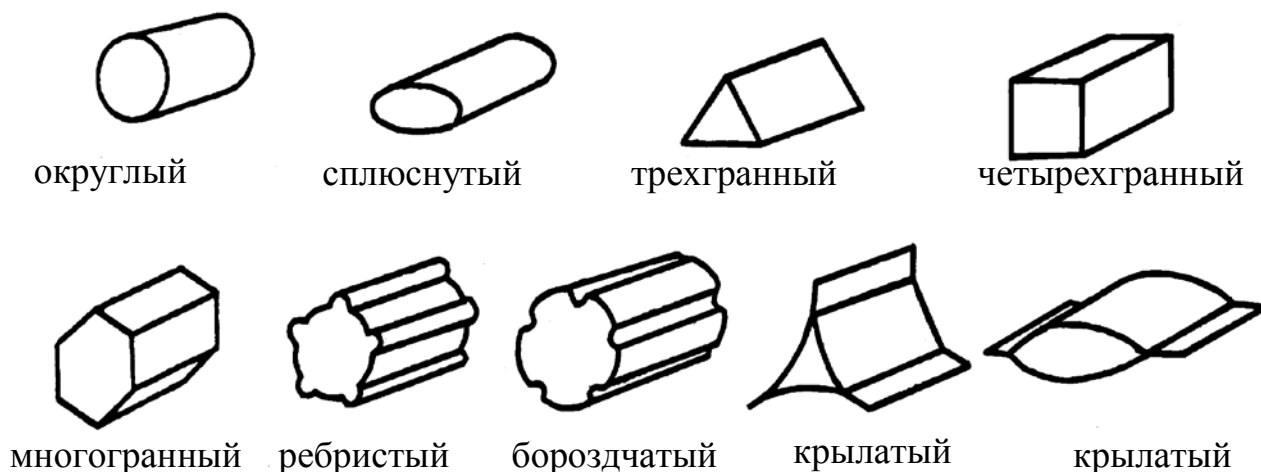


Рисунок 4. Типы поперечного сечения стебля

Безлистный стебель, заканчивающийся цветком или соцветием (у лука, чеснока, гипераструма), называют стрелкой (рис. 5).

У мятликовых бывает стебель с полыми междоузлиями – соломина. Ложный стебель, образованный влагалищами листьев, формируется у банана.

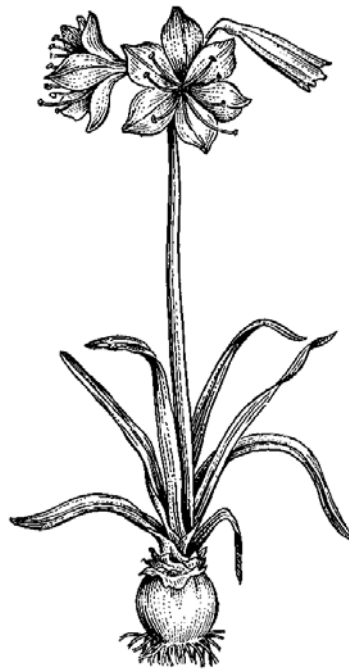


Рисунок 5. Стрелка гипераструма

Участок стебля, несущий лист, называется листовым узлом. Расстояние между двумя ближайшими листовыми узлами – междуузлие. Угол между листом и идущим вверх от листового узла стеблем называется пазухой листа. В пазухе листа находится пазушная, или боковая, почка. Когда лист опадает, на стебле остаётся листовой рубец. На нём видны листовые следы – проводящие пучки.

На верхушке побега расположена верхушечная почка (рис. 3).

Характерной чертой побега является метамерность – повторяемость отдельных структур его строения по продольной оси. От основания до верхушки годичный побег складывается из отдельных повторяющихся элементов – метамеров, состоящих из листового узла с отходящим от него листом (или листьями), пазушной почки и расположенного выше междуузлия.

Побег характеризуется отрицательным геотропизмом, т.е. он нарастает в противоположную от действия силы притяжения Земли сторону, и положительным фототропизмом – растет к источнику света.

Продолжительность жизни побега определяется экологическими условиями. У растений с коротким периодом вегетации – эфемеров – стебель

живёт 30-45 дней (костенец зонтичный), у большинства трав – 120-150 дней; у деревьев – сотни лет (яблоня – 200 лет, сосна – 500 лет и т.д.). Стебель тиса ягодного живёт 3 тыс. лет. Размеры стеблей отличаются большим разнообразием: пальмы – ротанги имеют длину стебля 200-300 м, прямостоячий стебель эвкалипта достигает высоты 150 м, ели – 50 м, дуба – 40 м, берёзы и клёна – 25 м.

Побегам свойственна цикличность развития. Она связана с сезонными изменениями климатических условий. Для растений умеренного климата осенью и зимой наступает перерыв в росте; в тропиках он наблюдается в сухой период. К моменту наступления неблагоприятных условий на верхушке побега и в пазухах листьев формируются почки.

3.3. Почка. Строение и классификация почек

Почка – это зачаточный, укороченный побег. Она состоит из зачаточного стебля с конусом нарастания и зачаточных листьев. В их пазухах находятся зачатки боковых почек. На верхушке конуса нарастания или в пазухах листьев могут возникать зачатки цветков или соцветий.

Выделяется несколько классификаций почек.

По наличию почечных чешуй, которыми являются наружные листья почки, выполняющие защитную функцию, почки бывают закрытые и открытые (рис. 6). Закрытые почки имеют почечные чешуи. Они характерны для растений умеренных широт. У открытых (голых) почек защитные чешуи отсутствуют, они характерны для растений тропиков и субтропиков. Среди растений наших широт голые почки встречаются у калины, крушины, барбариса.

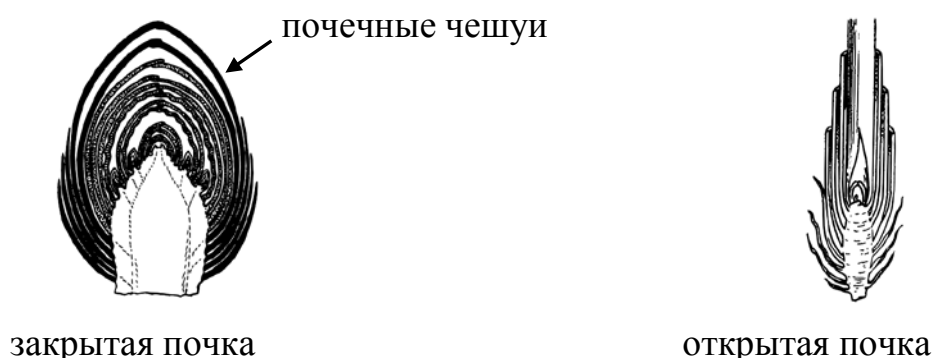


Рисунок 6. Закрытые и открытые почки

По структуре и выполняемой функции почки подразделяются на вегетативные, генеративные и смешанные (рис. 7). Вегетативные почки образуют только листья, встречаются у большинства растений. Генеративные (цветочные) почки образуют цветки или соцветия (ива, форзиция). Смешанные почки образуют стебли с листьями и цветками (яблоня, вишня, сирень, бузина).

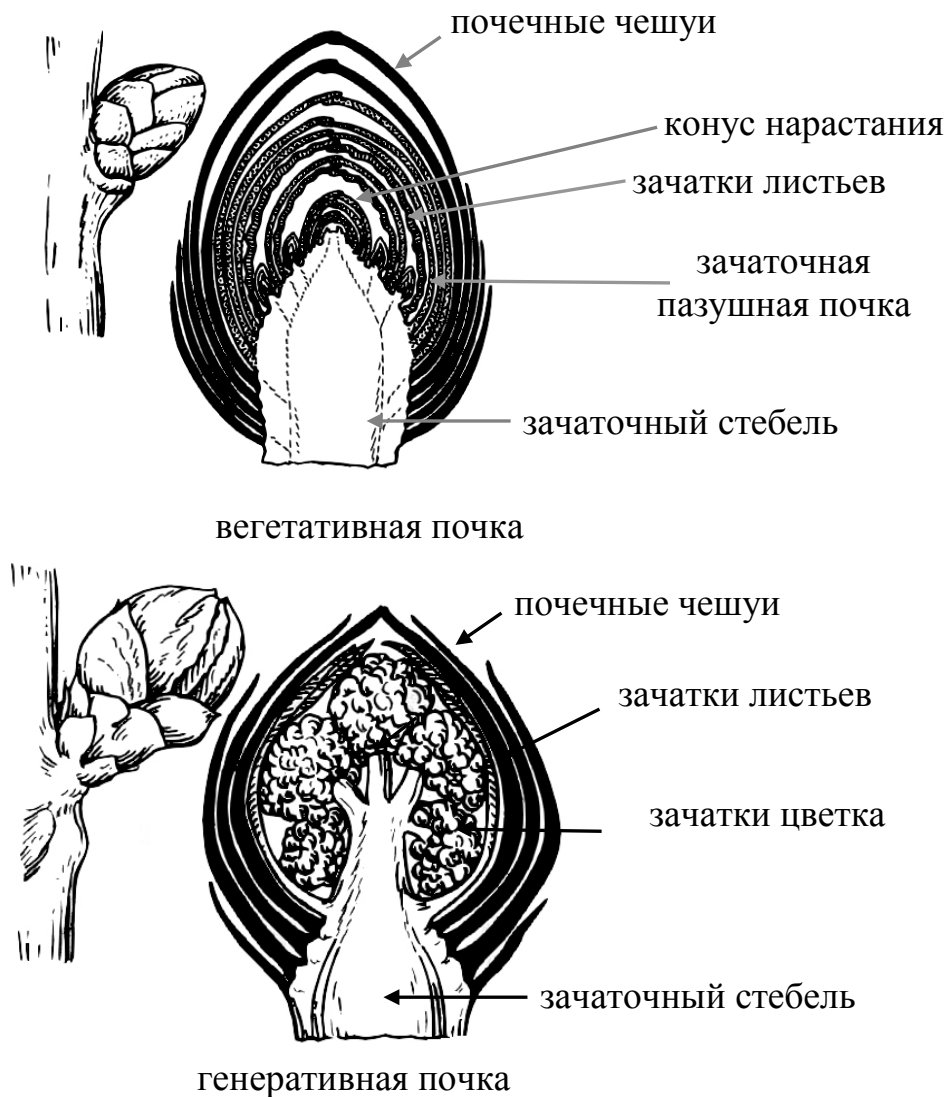


Рисунок 7. Строение вегетативной и генеративной почек

Особую группу составляют выводковые почки, которые образуются в пазухах листьев (лилия) или в соцветиях (некоторые луки) и служат для вегетативного размножения.

По местоположению на стебле почки могут быть верхушечные, боковые и придаточные. Верхушечные почки развиваются на верхушке побега. Боковые

(пазушные) почки развиваются в пазухе листа и способствуют увеличению кроны растения. Боковые почки, которые долго не дают побегов и при обмерзании, удалении верхушки трогают в рост, называются спящими. Верхушечные и боковые почки образуются из меристемы конуса нарастания. Придаточные почки могут возникать в различных местах растения: в нижней части стебля, на корнях (корнеотпрысковые растения – вьюнок полевой, бодяк седой, сирень, малина), на черешках листьев (гloxиния, бегония, узумбарская фиалка) (рис. 8). У берёзы, клёна, грецкого ореха группы придаточных почек, разрастаясь внутри стебля, образуют наплывы – капы с очень красивым рисунком древесины.

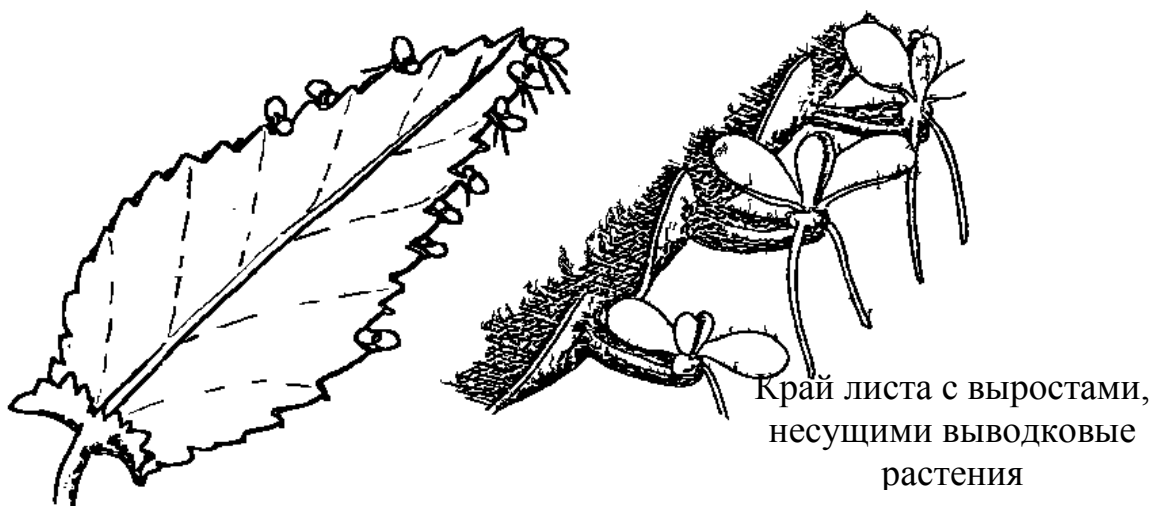


Рисунок 8. Придаточные почки на листе бриофилиума

Пазушные почки могут развиваться в пазухах листьев не поодиночке (одиночное расположение), а группами. Расположение почек может быть сериальное или коллатериальное (рис. 9). При сериальном расположении почки развиваются одна под другой, несколько почек образует вертикальный ряд. Такое расположение характерно для двудольных растений (жимолости, грецкого ореха, аморфы кустарниковой). При коллатериальном расположении ряд почек располагается по горизонтали. Такое расположение характерно для однодольных растений (гладиолус, крокус, птицемлечник).

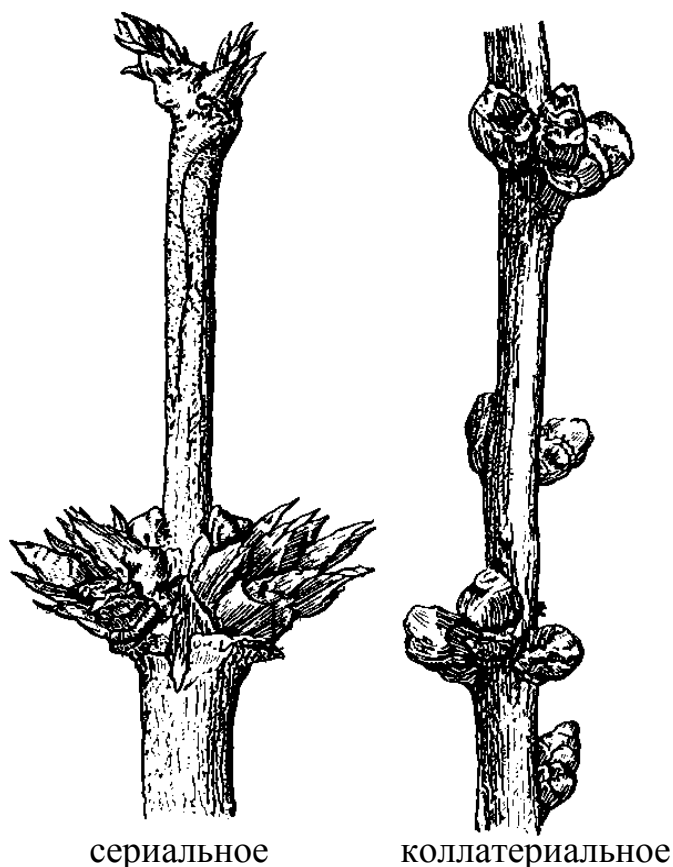


Рисунок 9. Сериальное и коллатериальное расположение почек

3.4. Листорасположение

Листорасположение – это порядок расположения листьев на стебле. Листья должны располагаться таким образом, чтобы солнечные лучи освещали равномерно почти каждый фотосинтезирующий лист. В связи с этим в процессе эволюции возникло три типа листорасположения: очередное (спиральное), супротивное и мутовчатое. Основной признак при установлении типа листорасположения – это количество листьев, отходящих от одного листового узла.

При очередном листорасположении в каждом листовом узле развивается один лист (береза, дуб, вишня, тополь, яблоня, пшеница и др.). Очередное, или спиральное, листорасположение является самым сложным и наиболее распространенным у покрытосеменных растений. Оно характеризуется различными вариантами листового цикла. При спиральном листорасположении, начиная от верхушечной почки, основания последовательно возникающих листьев можно соединить условной линией. Эту

линию называют генетической спиралью (парастихой). На генетической спирали листья располагаются так, что группы их находятся друг над другом в виде продольных рядов. Их можно соединить вертикальной прямой линией, которую называют ортостихой (рис. 10).

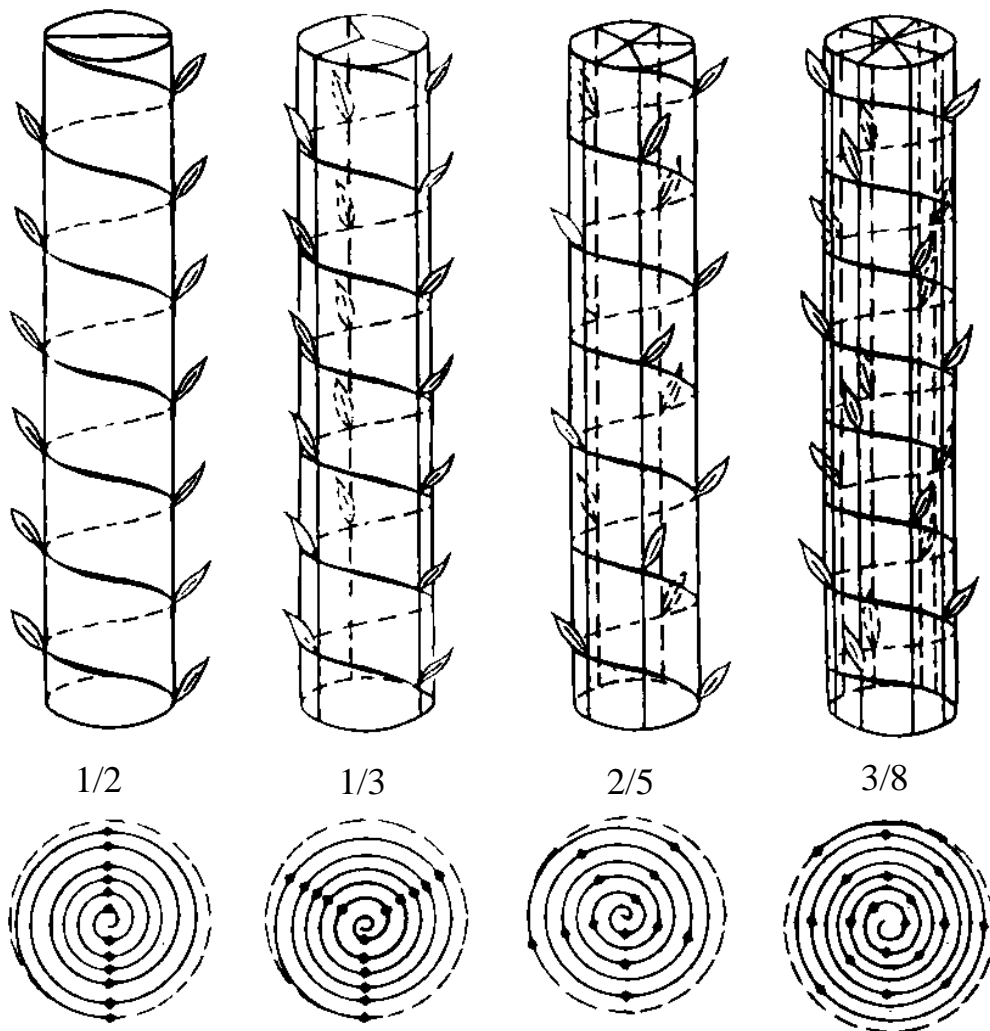


Рисунок 10. Спиральное расположение листьев: $1/2$ – ирис, гладиолус; $1/3$ – камыш, осоки; $2/5$ – дуб, тополь, шиповник, табак; $3/8$ – капуста, подорожник

Участок побега между двумя ближайшими листьями, лежащими на одной ортостихе, называется листовым циклом.

Число оборотов генетической спирали в листовом цикле может быть различным – 1, 2, 3, 5 и больше. Число листьев в листовом цикле – 2, 3, 5 и больше. Эту закономерность установил итальянский ученый Фибоначчи. Формулу очередного расположения листьев можно представить в виде дроби: в числителе показывают число оборотов генетической спирали, а в знаменателе –

число листьев в листовом цикле.

При подсчете листьев не считают первый лист следующего цикла. Если сложить числители и знаменатели двух соседних дробей, то получим следующий вариант очередного расположения листьев. Этот ряд известен в математике как ряд Фибоначчи: $1/2$, $1/3$, $2/5$, $3/8$, $5/13$ и т.д.

Каждому виду, а иногда и целому семейству растений, свойственно свое листорасположение. Например, у пшеницы, винограда, яблони – $1/2$, осоки, тюльпана – $1/3$, груши, смородины, сливы, тополя – $2/5$, капусты, редьки, льна – $3/8$, у бадана – $5/13$ и т.д. При этом дробь указывает также угол расхождения листьев по спирали (угол дивергенции). Таким образом, при формуле $1/2$ угол расхождения листьев будет составлять 180° , $1/3$ – 120° , $2/5$ – 144° , $3/8$ – 135° , $5/13$ – 138° и т.д.

При супротивном листорасположении в каждом листовом узле образуется два листа, расположенных друг против друга. Листья двух соседних пар располагаются на другой ортостихе, так что верхние листья не затеняют нижние (мята, яснотка, гвоздика, клён остролистный). Редко выделяют накрест-супротивное листорасположение, если плоскости соседних пар листьев взаимно перпендикулярны.

Мутовчатое листорасположение характеризуется тем, что в каждом листовом узле образуется три и больше листьев (олеандр, вороний глаз). Листья нижних и верхних мутовок расположены на разных ортостихах и равномерно освещены, не затеняя друг друга (рис. 11).

Иногда встречается ложномутовчатое листорасположение (ясменник, подмаренник). В этом случае листья и прилистники развиты одинаково и не отличаются по размерам.

Общая закономерность всех типов листорасположения – равное угловое расстояние между листьями, сидящими на одном листовом узле.

Листорасположение является наследственным признаком. Однако в процессе роста побега оно может меняться. Кроме того, черешки листьев могут изгибаться по направлению к свету. При этом пластинки всех листьев

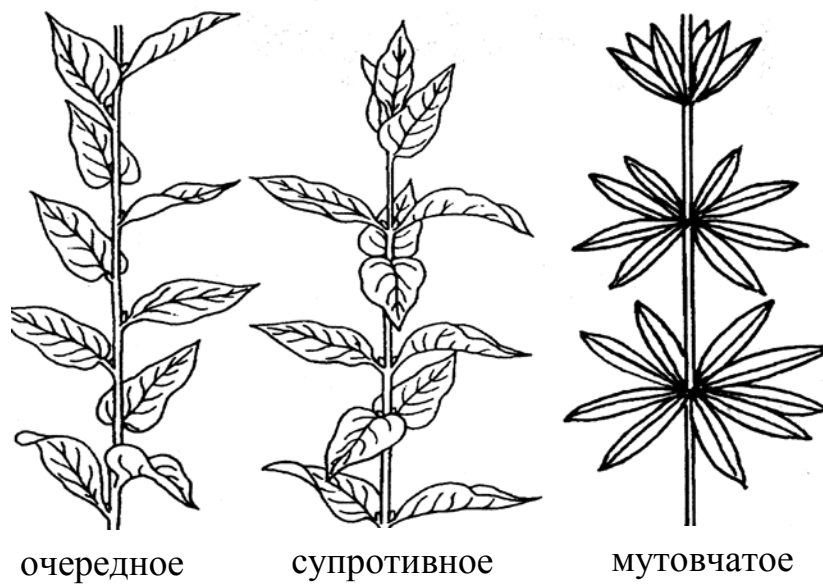


Рисунок 11. Типы листорасположения

располагаются так, что не затеняют друг друга, а образуют единую плоскость, где все просветы между крупными листьями заполнены мелкими. Подобное явление называется листовой мозаикой.

3.5. Ветвление побега

Ветвление – это образование системы разветвленных осей, которое приводит к увеличению общей поверхности соприкосновения с внешней средой и общей надземной массы растения. Ветвление возникло в процессе эволюции тела растений еще до появления вегетативных органов. Выделяются дихотомическое, моноподиальное, симподиальное и ложнодихотомическое ветвления.

В простейшем случае верхушка главной оси вильчато ветвится и дает начало двум или большему числу осей следующего порядка. Такое ветвление называется дихотомическим (верхушечным). При таком ветвлении верхушечная точка роста раздваивается, в результате образуются две оси второго порядка, каждая из которых в свою очередь раздваивается, образуя оси третьего порядка и т.д. Оно присуще низшим растениям – многоклеточным водорослям, тело которых называется таллом. Такой же тип ветвления встречается у некоторых высших споровых растений,

например, у плаунов, мхов. Дихотомическое ветвление является самым древним.

Моноподиальное ветвление отличается тем, что в течение всей жизни растения главная ось (побег первого порядка) имеет неограниченный верхушечный рост. Боковые оси также ветвятся моноподиально. Моноподиальное ветвление свойственно хвощам, большинству папоротников, хвойным (ель, пихта, сосна). Редко оно встречается и у покрытосеменных растений (дуб пирамидальный, тополь пирамидальный и др.).

У покрытосеменных (цветковых) растений преобладает симподиальное ветвление. Его особенность состоит в том, что верхушечная почка рано прекращает рост или растет слабо и постепенно замирает. Ближайшая к ней боковая почка трогается в рост. Побег, который она дает, является как бы продолжением главного. Верхушечная почка бокового побега тоже прекращает рост, а из нижележащей боковой почки возникает новый «главный» побег и т.д. При симподиальном ветвлении весь стебель состоит из отдельных участков, как бы составленных из боковых побегов (яблоня, липа, виноград, земляника и др.).

У многих цветковых растений моноподиальное и симподиальное ветвление сочетаются друг с другом. Моноподиально ветвящиеся побеги обеспечивают рост, а симподиально – дают цветки и плоды. На этом явлении основана обрезка побегов, при которой происходит удаление верхушек, что приводит к усилению симподиального ветвления и повышению урожайности (яблоня, груша, виноград).

Частным случаем симподиального ветвления является ложнодихотомическое. Оно возникает при супротивном расположении листьев и, следовательно, боковых почек. В этом случае обе верхние боковые почки одновременно трогаются в рост, и возникает два верхушечных побега (сирень, конских каштан, гвоздика, омела) (рис. 12).

Особым типом ветвления побегов является кущение. Кущение встречается как у древесных, так и у травянистых растений.

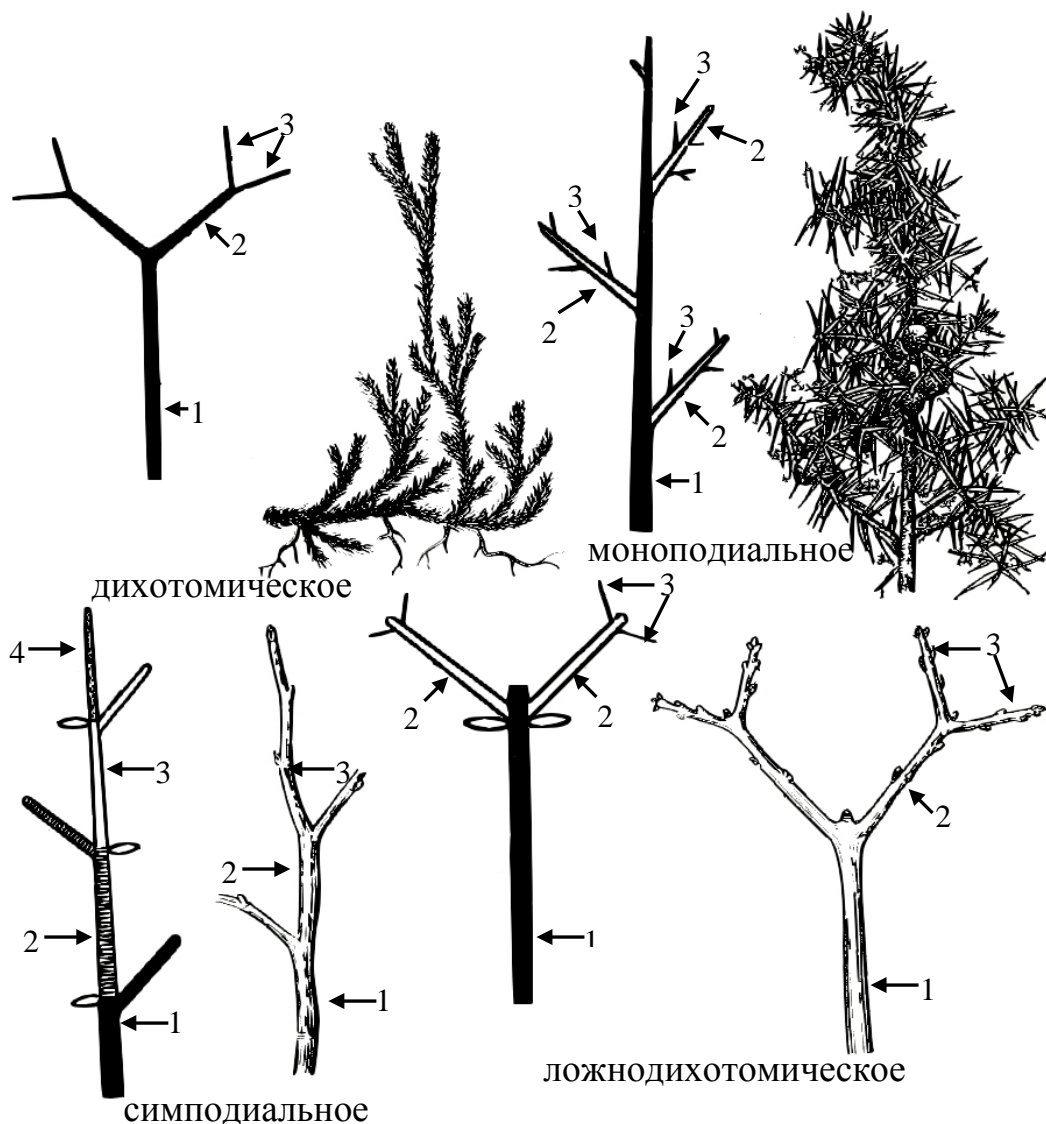


Рисунок 12. Типы ветвления: дихотомическое у плауна, моноподиальное у можжевельника, симподиальное у черемухи, ложнодихотомическое у клёна (1, 2, 3, 4 – оси первого и последующего порядков)

Для кушения характерно образование многочисленных боковых побегов из почек, расположенных у основания материнского побега в почве или у ее поверхности. Междоузлия в основании этого побега укорочены, и многие боковые почки оказываются сближены. В узлах побега развиваются придаточные корни, составляющие мочковатую корневую систему. Область укороченных междоузлий, где идет образование побегов кушения, называется узлом кушения, или зоной кушения. Особенно четко зона кушения выражена у мятликовых.

По способу кущения мятликовые (злаки) В.Р. Вильямс в 1931 г. разделил на три биологические группы: плотнокустовые, рыхлокустовые и корневищные (рис. 13).

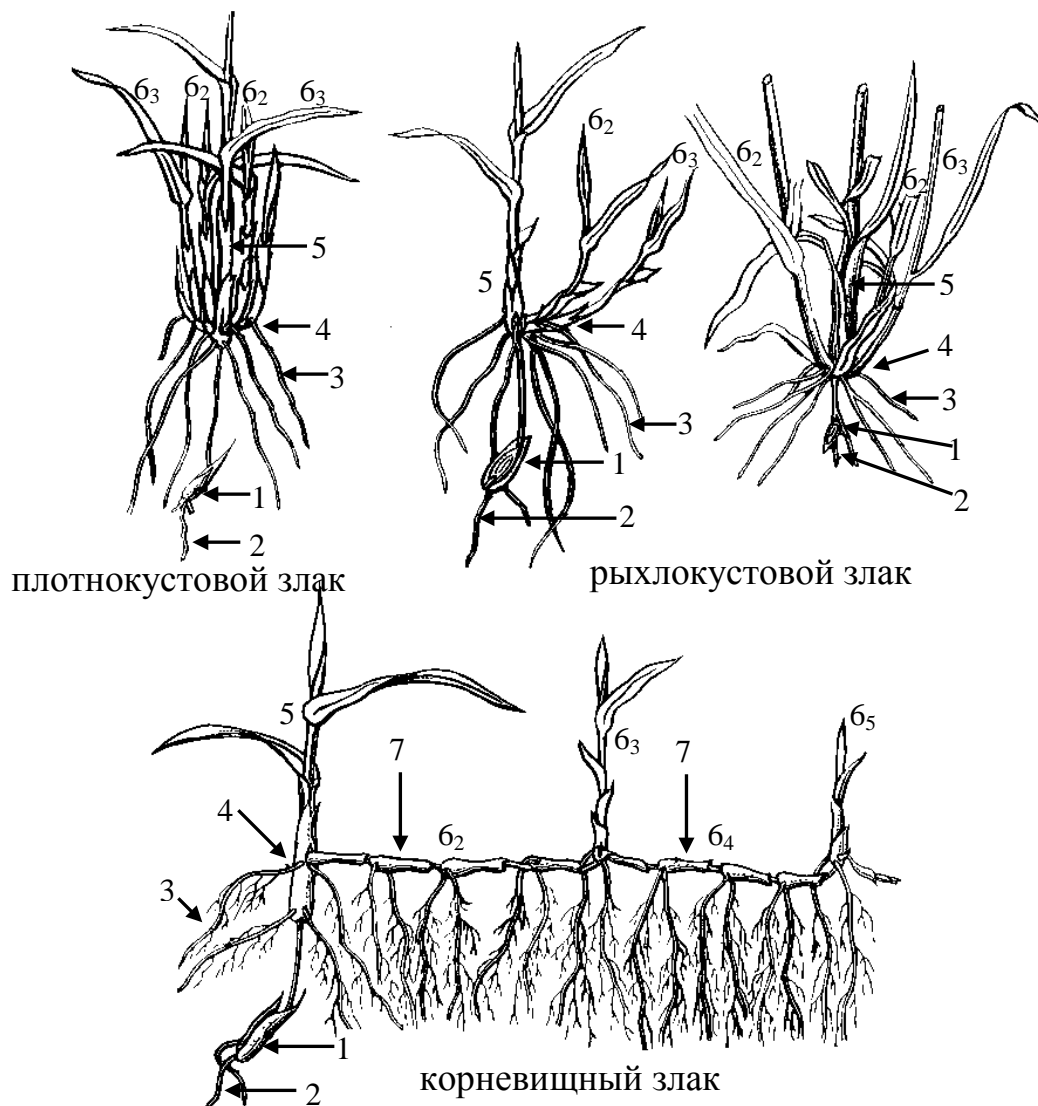


Рисунок 13. Кущение злаков (1 – зерновка, 2 – зародышевые корни, 3 – придаточные корни, 4 – узел кущения, 5 – ось первого порядка, 6₂, 6₃, 6₄ – оси второго и последующих порядков, 7 – корневище)

Плотнокустовые мятликовые (ковыль, овсяница овечья) имеют побеги, которые растут вертикально вверх и плотно прилегают друг к другу, а узел кущения у них находится на поверхности почвы. У рыхлокустовых мятликовых (пшеница, овес, ячмень) побеги отходят под углом, узел кущения закладывается в почве на глубине

5-6 см. У корневищных мятликовых (пырей, свинорой, костер безостый) имеются подземные побеги – корневища, от которых отходят растущие вверх боковые побеги, узел кущения находится под землей на глубине 5-6 см.

Высокая активность кущения и укоренения мятликовых выработалась в процессе эволюции и оказалась решающей в конкурентной борьбе видов в распространении на всех континентах планеты.

3.6. Классификация побегов

Побеги классифицируются по направлению роста, длине междоузлий, расположению в пространстве.

По направлению роста (расположению относительно поверхности земли) побеги делятся на ортотропные и плагиотропные. Ортотропные побеги – прямостоячие, растущие вертикально вверх; плагиотропные – растущие горизонтально или наклонно.

В зависимости от длины междоузлий типичные побеги делят на удлиненные с вытянутыми междоузлиями и укороченные, с короткими междоузлиями и сближенными узлами (рис. 14).

Удлиненные, или ростовые, побеги выполняют функцию скелетных опорных органов кроны. На них образуются хорошо развитые листья.

Укороченные побеги развиваются в кроне многих плодовых деревьев (яблоня, груша, вишня) и кустарников (смородина, крыжовник). Эти побеги являются генеративными, т.е. обеспечивают цветение и плодоношение. В пловодстве их называют «плодушками». Такие побеги развиваются из боковых (пазушных) почек. Их ежегодный прирост – несколько миллиметров. Такой укороченный побег весь покрыт многочисленными рубцами от опавших почечных чешуй и листьев. Некоторые укороченные побеги являются вегетативными и несут листья (барбарис, сосна, лиственница и др.).

К укороченным побегам относятся также прикорневые розетки у одуванчика, подорожника и других растений.

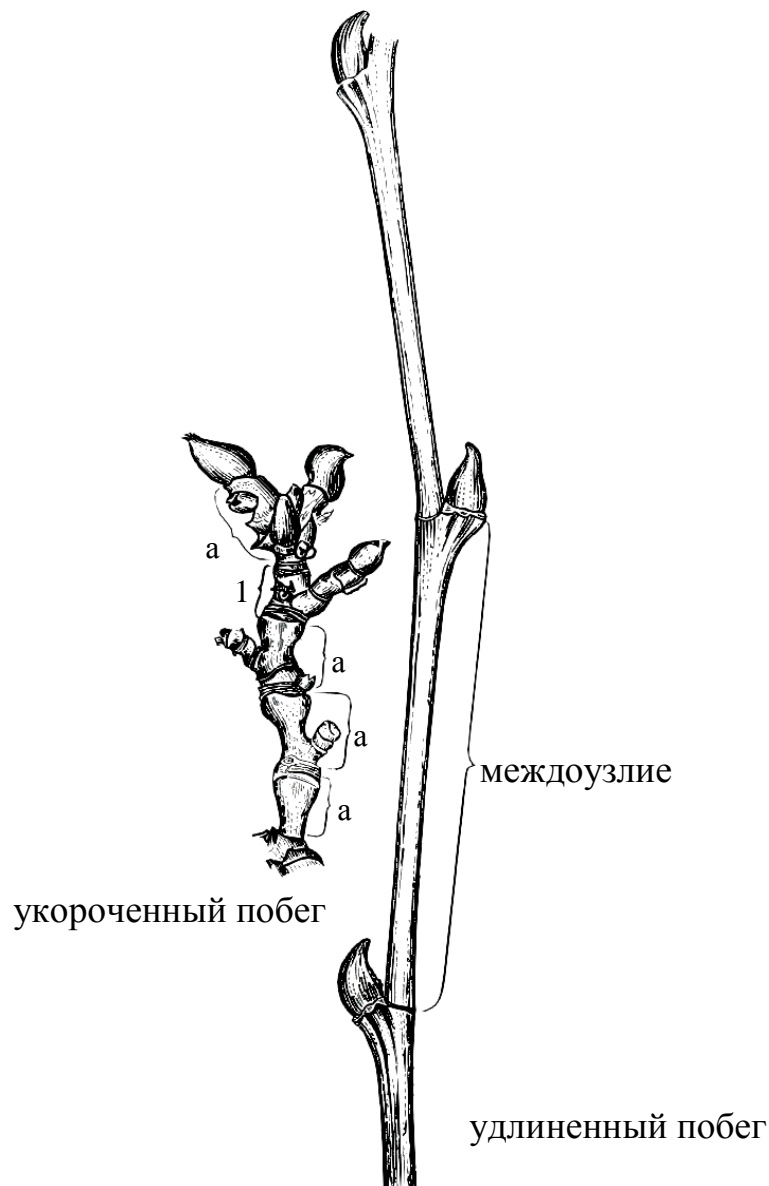


Рисунок 14. Типы побегов в зависимости от длины междоузлий (а – годичный прирост)

По расположению в пространстве стебли бывают прямостоячие (подсолнечник, тополь), приподнимающиеся (горец птичий, клевер луговой), вьющиеся (хмель, вьюнок полевой), цепляющиеся (плющ), лазающие (виноград, горох посевной), стелющиеся (вербейник монетчатый, лядвенец рогатый), ползучие (клевер ползучий) (рис. 15).

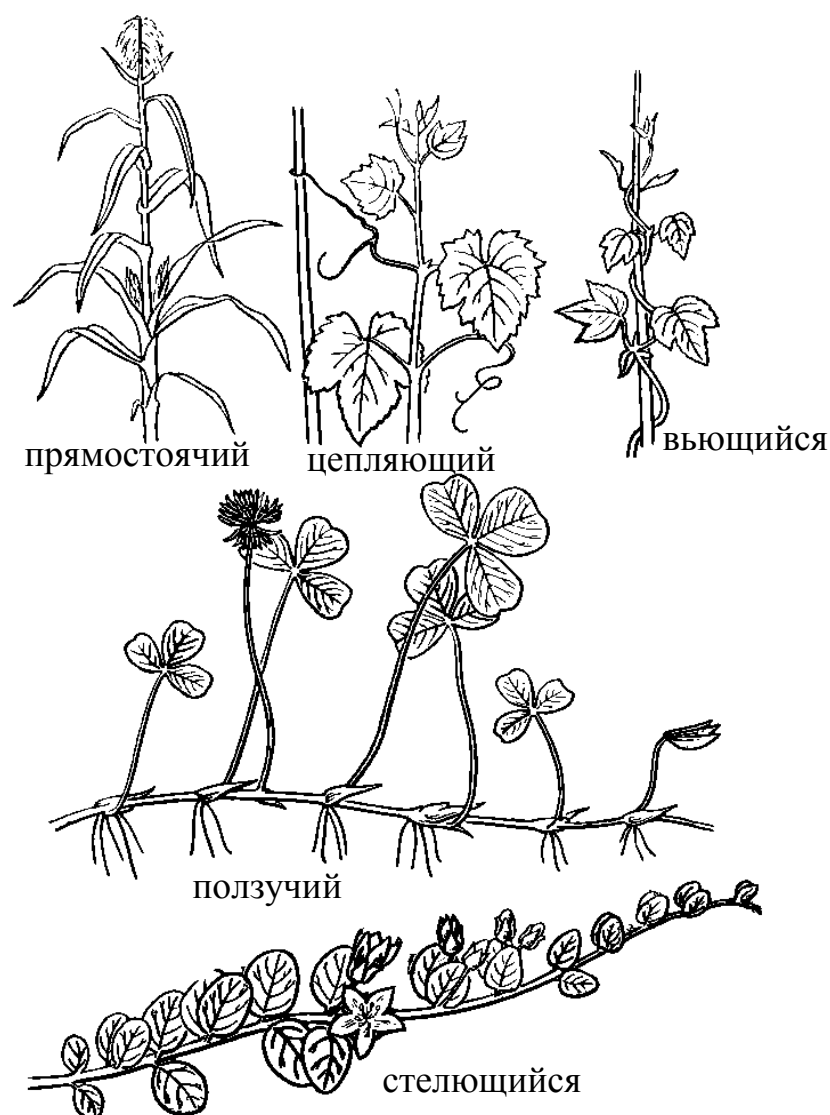


Рисунок 15. Положение стебля в пространстве: прямостоячий у кукурузы, цепляющийся у винограда, вьющийся у хмеля, ползучий у клевера, стелющийся у вербейника

Растения, имеющие вьющиеся, лазающие, цепляющиеся стебли, часто называют лианами. Для лиан характерен быстрый рост, удлинённые междоузлия, лёгкие, сравнительно тонкие стебли, что позволяет им, опираясь на соседние растения, выбраться к свету. Лианы могут быть также травянистые и деревянистые.

3.7. Видоизменения (метаморфозы) побега

Различают подземные и надземные метаморфозы побега. Среди надземных метаморфозов выделяются усик, колючка, филлокладии, кладодии; среди подземных – клубень, луковица, клубнелуковица, корневище.

Усики – видоизмененные побеги, служащие для лазанья и прикрепления к опоре. Молодые усики прямостоячие, но с возрастом они закручиваются вокруг опоры. Усики очень чувствительны к прикосновению. Они могут быть простыми и ветвистыми. Простые усики у огурца, двураздельные – у арбуза, многораздельные – у некоторых видов тыкв (рис. 16).

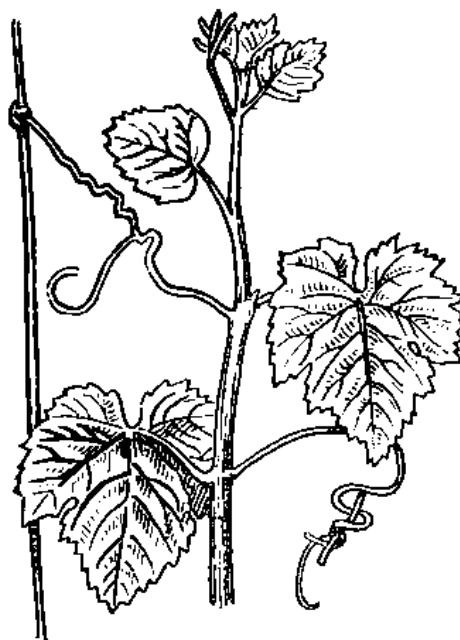


Рисунок 16. Усики винограда

Колючка представляет собой укороченный побег с заостренной верхушкой. Колючки являются приспособлением растений к обитанию в сухом и жарком климате. Они уменьшают испаряющую поверхность и защищают растения от поедания животными. Колючки бывают простые (неветвящиеся) и сложные (ветвящиеся). Простые колючки у терна, абрикоса, сложные – у гледичии, однако на первых этапах развития колючки гледичии простые. У одних растений в колючки превращаются только верхушки побегов, имеющих ограниченный рост и оканчивающихся «острием» (терн, алыча, облепиха). У других колючки возникают из пазушных почек (боярышник, лимон) (рис. 17).

Филлокладии и кладодии – уплощенные листовидные стебли или целые побеги. Филлокладии представляют собой боковые побеги, имеющие ограниченный рост.

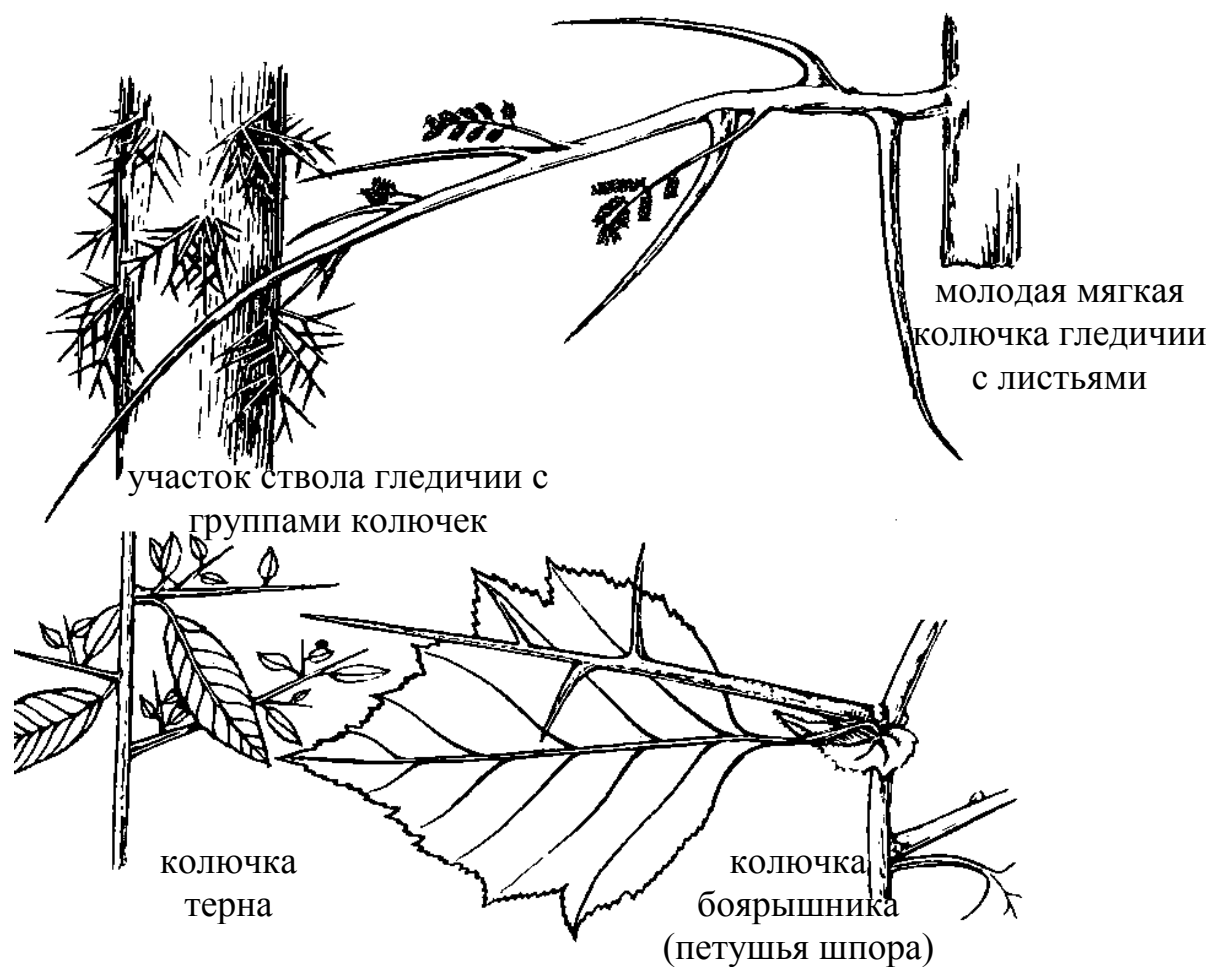


Рисунок 17. Колючки

У иглицы, широко распространенной на Кавказе и в Крыму, филлокладии развиваются в пазухах чешуевидных листьев, на филлокладиях формируются также чешуевидные листья и соцветия. У спаржи филлокладии мелкие, игольчатые, сидячие в пазухах чешуевидных листьев основного скелетного побега.

Кладодии, в отличие от филлокладий, – это побеги, которые сохраняют способность к длительному росту и имеют зеленые плоские длинные стебли. Они встречаются у кактуса опунции и австралийского растения – мюленбекии (рис. 18).

Филлокладии и кладодии возникли у растений, живущих в засушливых условиях.

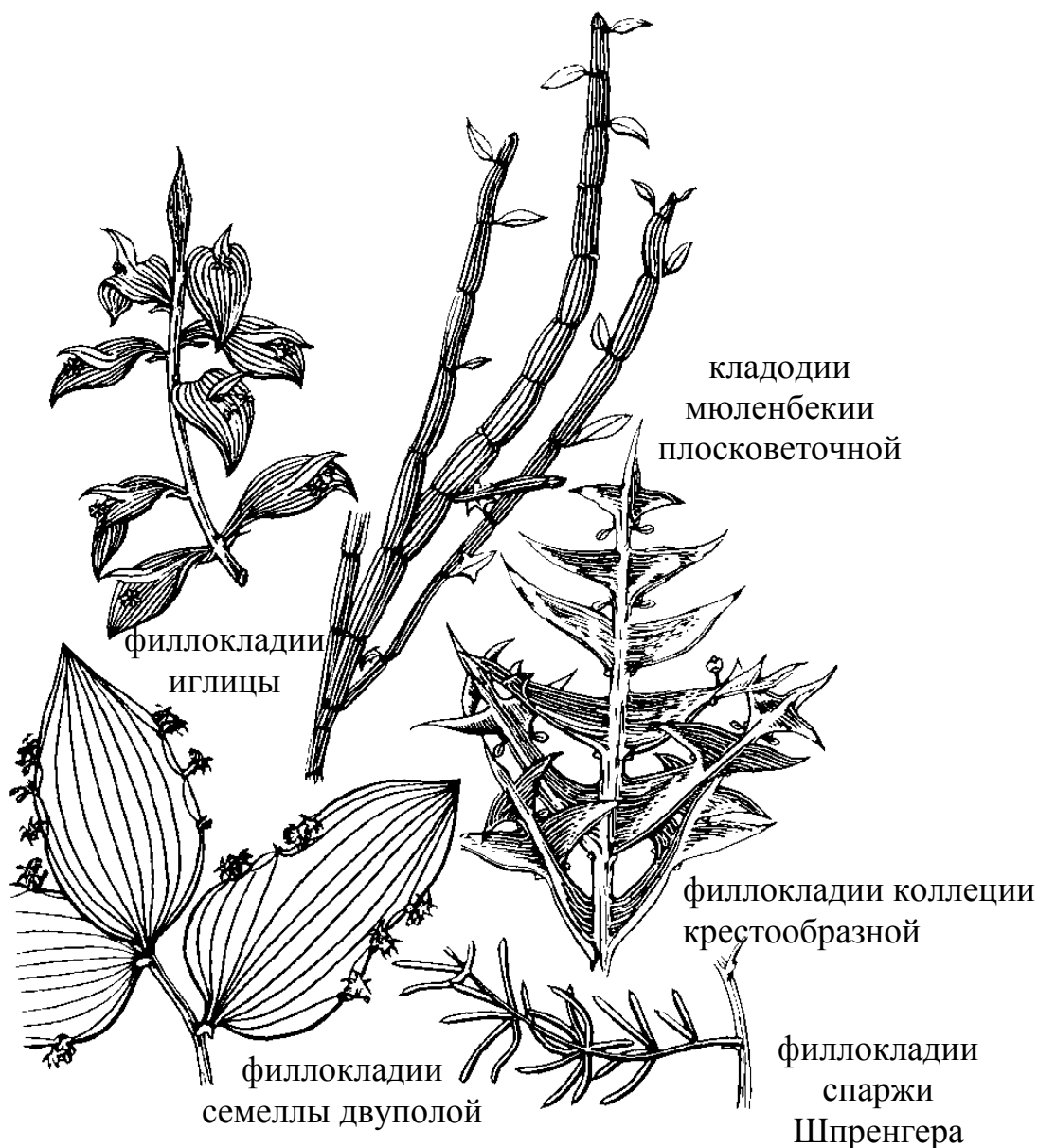


Рисунок 18. Филлокладии и кладодии

Клубень – это метаморфоз побега, при котором утолщается стебель, а листья редуцируются до мелких, малозаметных, раноопадающих чешуек. В пазухах листьев закладываются боковые почки. Клубни бывают надземные (у цикламена утолщается надсемядольное колено) и подземные – у картофеля, топинамбура (земляной груши), которые возникают на концах удлинённых подземных стеблей – столонов. Стеблевая часть клубня картофеля утолщённая, с укороченными междоузлиями. Часть клубня, обращенная к столону и имеющая в месте прикрепления к столону углубление, называется основанием, противоположная часть – верхушкой. На поверхности клубня хорошо заметны

места прикрепления недоразвитых листьев – бровки, в пазухах которых находятся пазушные почки – «глазки». Расположение «глазков» на клубне спиральное, как и листьев на стебле. На верхушке клубня находится верхушечная почка. В каждом «глазке» может быть по три пазушных почки, из которых прорастает только одна, а другие остаются спящими. При благоприятных условиях почки быстро прорастают и, питаясь запасными веществами клубня, вырастают в самостоятельные растения. Большая часть клубня представлена запасующей тканью, в клетках которой откладывается крахмал. Клубни содержат витамин С, сорта с желтой окраской – каротин (провитамин А), сорта с фиолетовой окраской – антоцианы (рис. 19).

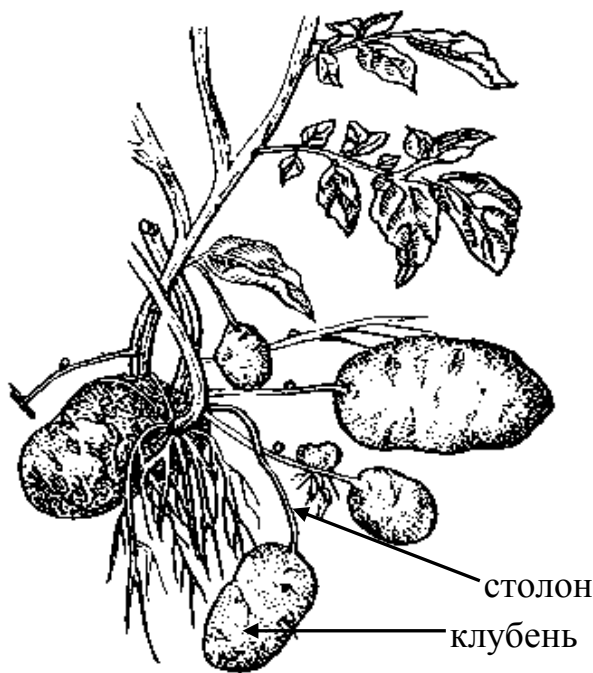


Рисунок 19. Клубни картофеля

Луковица – укороченный, главным образом, подземный побег, у которого уплощенный стебель (донце) с сильно укороченными междоузлиями несет мясистые, сочные чешуи, запасующие воду и питательные вещества. Форма луковиц бывает различная: грушевидная, яйцевидная, приплюснутая и т.д. Стеблевая часть луковиц небольшая, имеет плоскую или конусовидную форму, называется донцем. От донца отходят многочисленные мясистые листья – чешуи (рис. 20).

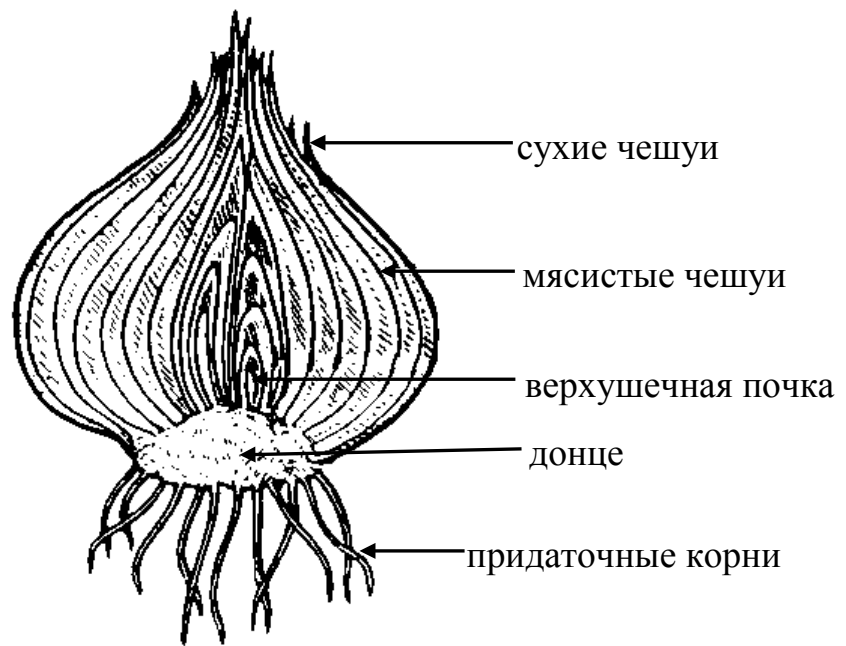


Рисунок 20. Строение луковицы

Луковицы могут быть пленчатые (у лука), где каждая чешуя полностью прикрывает предыдущую; черепитчатые (у лилий), у которых чешуи располагаются черепитчато, т.е. не полностью закрывают друг друга.

Наружные чешуи луковиц часто бывают сухими (защитными), остальные – сочные, где откладываются запасные питательные вещества – углеводы, биологически активные вещества, эфирные масла, витамин С. Донце заканчивается верхушечной почкой, из листьев которой образуются надземные зеленые листья. На нижней части донца развиваются придаточные корни. В листовых пазухах луковиц закладываются почки, дающие начало новым луковицам. Одна из них будет замещающей. Из нее на следующий год возникает цветоносный побег. В пазухах других листьев закладываются дочерние луковицы («детки», «зубки»), которые развиваются до цветения в течение нескольких лет. Луковица, имеющая дочерние луковицы, называется сложной. Сверху она покрыта общими чешуями (чеснок, лук круглый) (рис. 21).

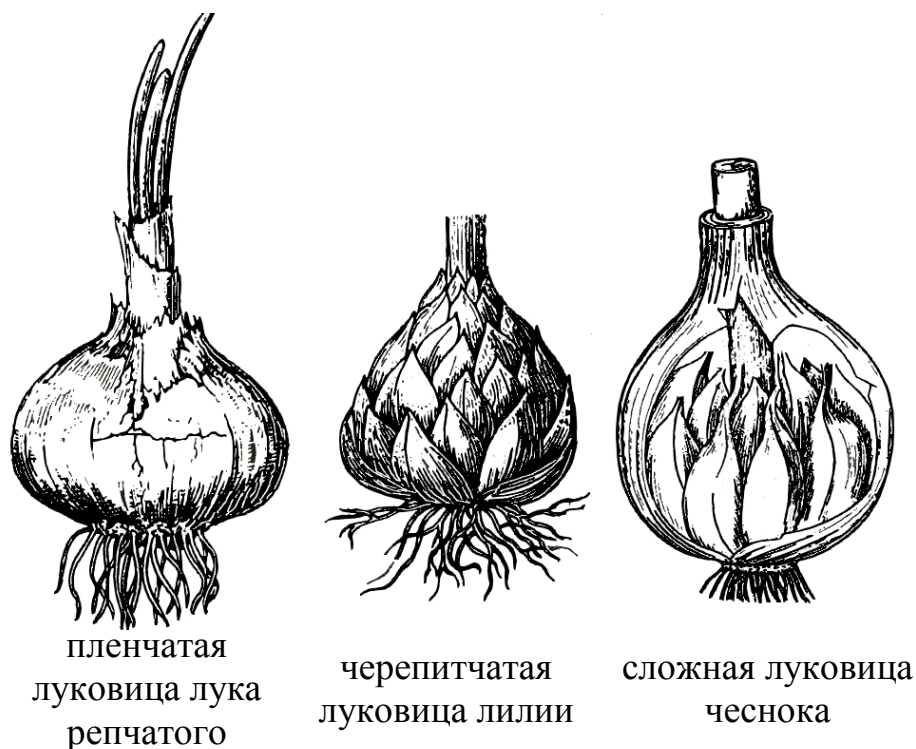


Рисунок 21. Луковицы

Все луковицы, которые формируются у растений, разделяются на две категории: с корневищами и без корневищ. У луковиц с корневищами из донца отрастают корневища, которые удлиняются горизонтально в почве и на некотором расстоянии от материнской луковицы образуют новую луковицу, которая укореняется и через несколько лет может прорасти. К таким растениям относятся тюльпаны, дикорастущие луки. Луковицы без корневища более распространены и служат обычным посадочным материалом в овощеводстве и цветоводстве.

Помимо подземных у растений бывают надземные луковицы, которые образуются в пазухах листьев из пазушных почек. Они называются луковичками и служат для вегетативного размножения. Иногда такие луковички возникают в соцветиях вместо цветков (мятлик луковичный, горец живородящий).

Луковичные растения наиболее распространены в степях, полупустынях, пустынях, а также в высокогорьях и широколиственных лесах. Они относятся к экологической группе эфемероидов. Их надземные цветоносные побеги живут недолго, появляются ранней весной, а к началу лета после плодоношения

отмирают. В почве остается многолетний подземный побег – луковица, которая дает возможность растениям пережить летнюю засуху и холодный зимний период.

Клубнелуковицы образуются у гладиолуса, шафрана, безвременника. По форме они напоминают луковицы, но запасные питательные вещества откладываются у них в стеблевой части, как у клубня; все листовые чешуи сухие, пленчатые. В пазухах листьев развиваются новые клубнелуковицы (рис. 22).

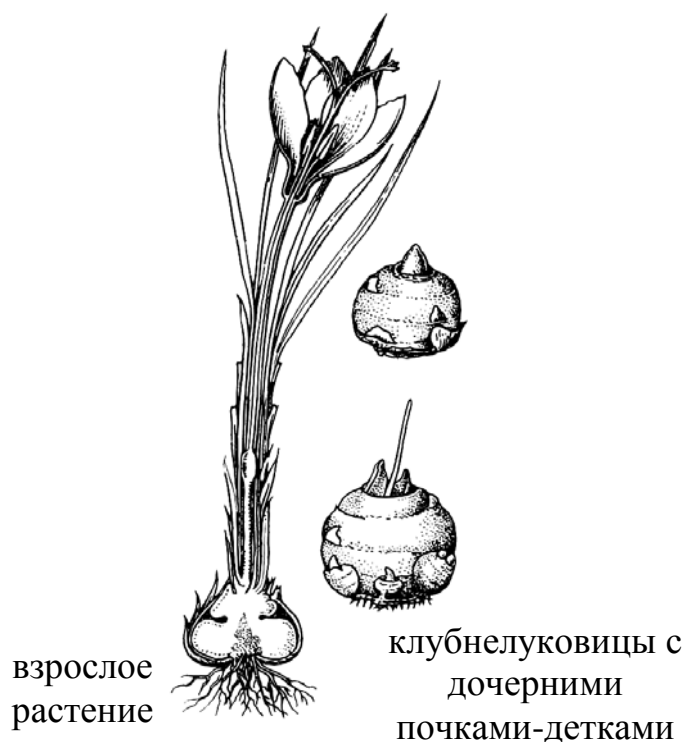


Рисунок 22. Клубнелуковицы шафрана

Корневище – подземный видоизмененный побег, который образуется у многолетних травянистых растений. Корневище обеспечивает естественное вегетативное размножение многих растений (пырея ползучего, свинороя пальчатого, хвоща полевого, тысячелистника и др.). Внешне корневище похоже на корень, но отличается от корня отсутствием корневого чехлика, наличием редуцированных листьев в виде бесцветных или бурых чешуй, в пазухах которых развиваются боковые почки; от стеблевых узлов отходят придаточные корни (рис. 23).

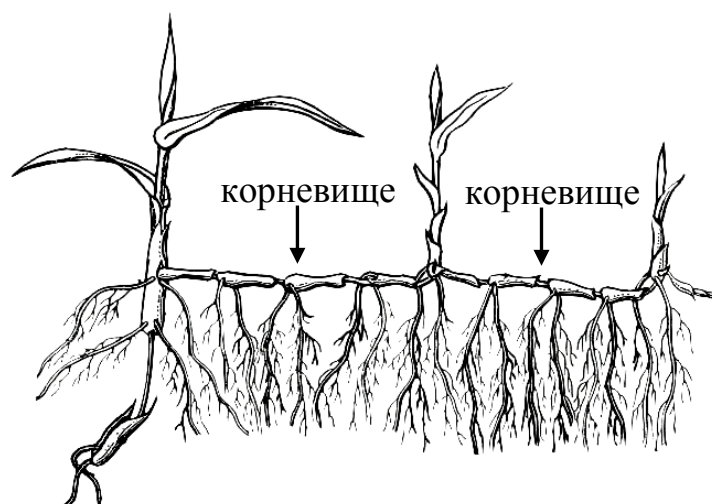


Рисунок 23. Корневище пырея

Форма корневищ разнообразна: тонкие горизонтальные у пырея, толстые горизонтальные у ириса и др. Ежегодно весной из верхушечной и пазушной почек корневища развиваются надземные побеги, отмирающие осенью. На коротких корневищах почки сближены, поэтому надземные побеги скучены. На длинных корневищах почки расположены далеко друг от друга, и надземные побеги не скучены. По мере сгнивания участков старых корневищ появляются обособленные новые растения, которые становятся самостоятельными. Разрастаясь во все стороны, длиннокорневищные травы быстро заселяют большую площадь. Если на корневище образуется в первый год только 5 надземных побегов, а на следующий год размножение будет идти также, то на десятый год может вырасти 10 миллионов новых побегов. Вот почему корневищные сорняки – пырей ползучий, свинорой пальчатый, сорго аллепское и др. – являются трудноискоренимыми.

В стеблевой части корневищ у некоторых растений класса Двудольные синтезируются вещества, используемые в промышленности и медицине: дубильные вещества у лапчатки, красящие – у марены красильной, эфирные масла – у валерианы лекарственной.

4. Лист

4.1. Понятие о листе, функции листа

Лист – боковой уплощенный орган растений с ограниченным ростом, выполняющий функции фотосинтеза, транспирации и газообмена.

Основные функции типичного листа – фотосинтез, дыхание и транспирация. Лист может выполнять также функции запаса питательных веществ и воды, прикрепления (усики), защиты от поедания животными и излишнего испарения (колючки), принимать участие в вегетативном размножении.

4.2. Закономерности строения листа

Лист формируется экзогенно, закладываясь в виде бугорка в конусе нарастания из наружных слоев меристемы. По бокам нижней (базальной) части бугорка довольно часто закладываются парные образования – прилистники, которые первоначально обгоняют в росте листовую пластинку, прикрывают и защищают ее. Листовая пластинка развивается позже, нарастая сначала своей верхушкой, затем – за счет интеркалярного (вставочного) роста основанием. Позднее формируется черешок листа (рис. 24).

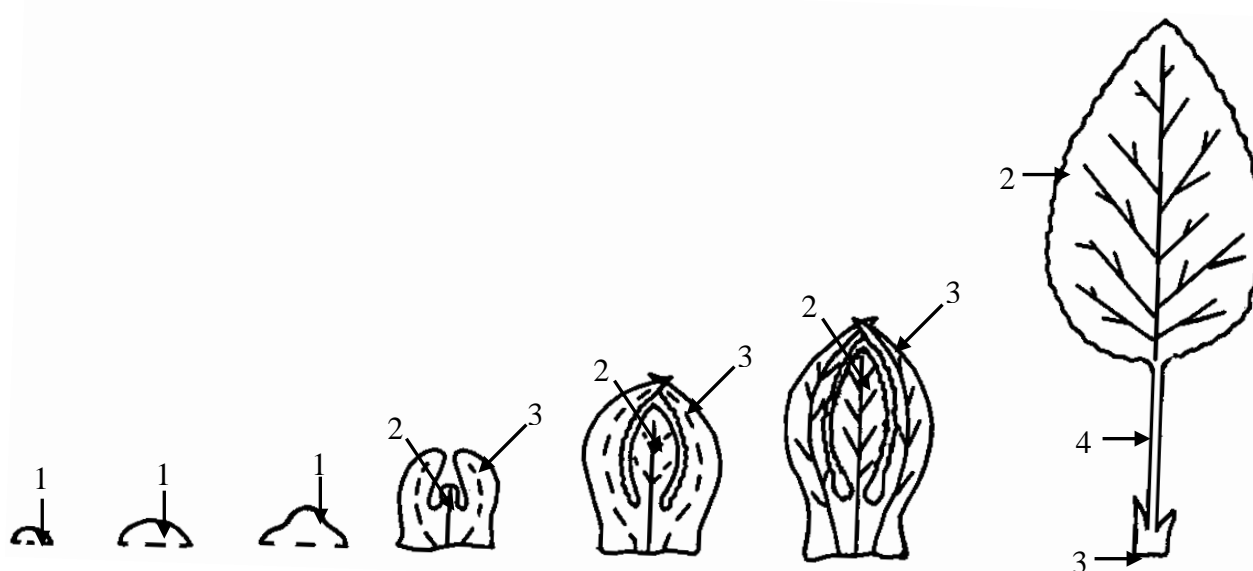


Рисунок 24. Развитие листа

(1 – листовой бугорок, 2 – листовая пластинка, 3 – прилистники, 4 – черешок)

Являясь по происхождению боковым органом, лист имеет более или

менее плоскую форму, дорсовентральное (от лат. *dorsum* – спина, *venter* – брюхо; *dorsoventralis* – спинно-брюшной) строение и одну плоскость симметрии.

Лист, как правило, не может образовывать на себе других органов, в некоторых случаях на листьях формируются придаточные почки и корни (у бегонии, сенполии и др.).

4.3. Морфологическое строение листа

Типичный взрослый лист подразделяется на листовую пластинку (у сложных листьев несколько пластинок), черешок, прилистники и основание листа (рис. 25).

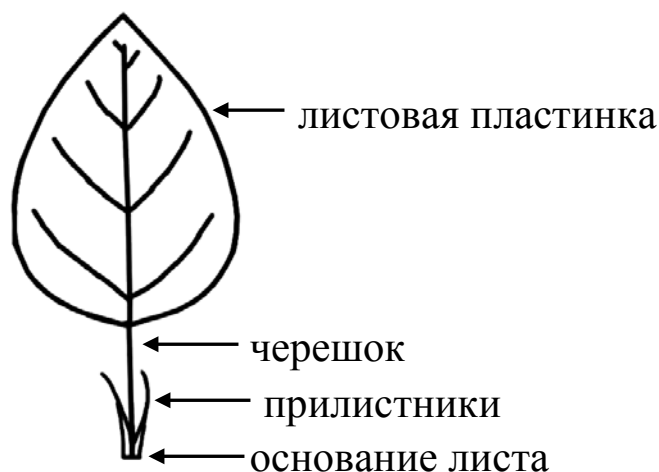


Рисунок 25. Строение листа

Листовая пластинка является наиболее важной частью типичного листа, которая выполняет его основные функции – фотосинтез, газообмен и транспирацию. Для листовой пластинки характерна плоская форма, дорсовентральность и ограниченный рост.

Черешок соединяет пластинку листа и его основание. Функции черешка – опорная, проводящая, ориентация листовой пластинки по отношению к источнику света, что достигается различной длиной и изогнутостью черешка. В зависимости от длины черешка листья подразделяются на длиннопетельные и короткопетельные. По наличию или отсутствию черешка листья могут быть черешковые, когда листовая пластинка прикрепляется к стеблю с помощью

черешка, и сидячие, когда лист не имеет черешка и прикрепляется к стеблю основанием (рис. 26).



Рисунок 26. Черешковый и сидячий лист

В зависимости от прикрепления сидячих листьев к стеблю они могут быть полустеблеобъемлющие – расширенное основание листовой пластинки частично охватывает стебель, стеблеобъемлющие – расширенное основание листовой пластинки полностью охватывает стебель, пронзенные – основание листовой пластинки охватывает стебель и его края срастаются между собой, низбегающие – края листовой пластинки прирастают к междоузлию (рис. 27).



Рисунок 27. Различные формы прикрепления листа к стеблю

Основание листа представляет собой его базальную часть, которая сочленяется со стеблем. Оно может быть незаметным или слегка утолщенным (рис. 28).



Рисунок 28. Черешковый лист с подушечкой в основании

Основание может сильно разрастаться в длину и ширину, охватывая междуузлие и образуя влагалище листа, которое защищает пазушные почки и интеркалярную меристему основания междуузлия (рис. 29).

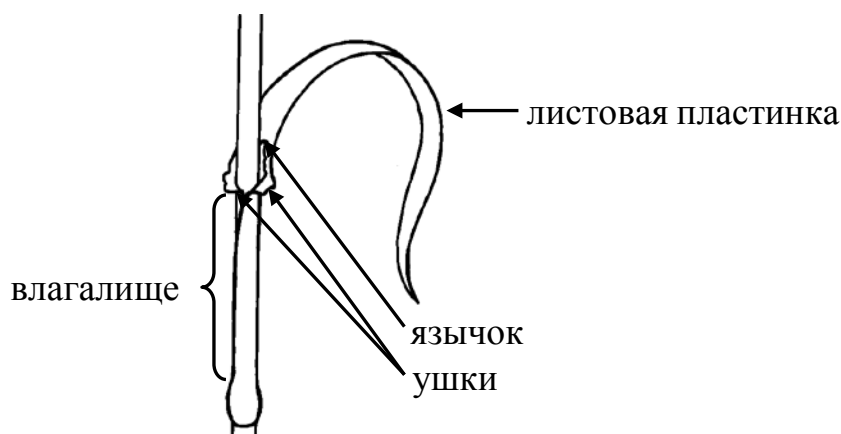


Рисунок 29. Строение влагалищного листа

В месте перехода влагалища в листовую пластинку формируется язычок – маленький бесцветный пленчатый вырост. Края листовой пластинки в этом месте образуют ушки. Язычок способствует лучшему освещению листовой пластинки, отгибая лист; предохраняет от проникновения влаги, спор фитопатогенных грибов, личинок насекомых в трубку влагалища, защищая интеркалярную меристему. Образование влагалища характерно для представителей классов однодольные (семейства лилейные, осоковые, мятликовые) и двудольные (семейство сельдерейные).

У основания листа часто формируются парные боковые выросты – прилистники. Форма, размер, функции прилистников отличаются у разных растений (рис.30).

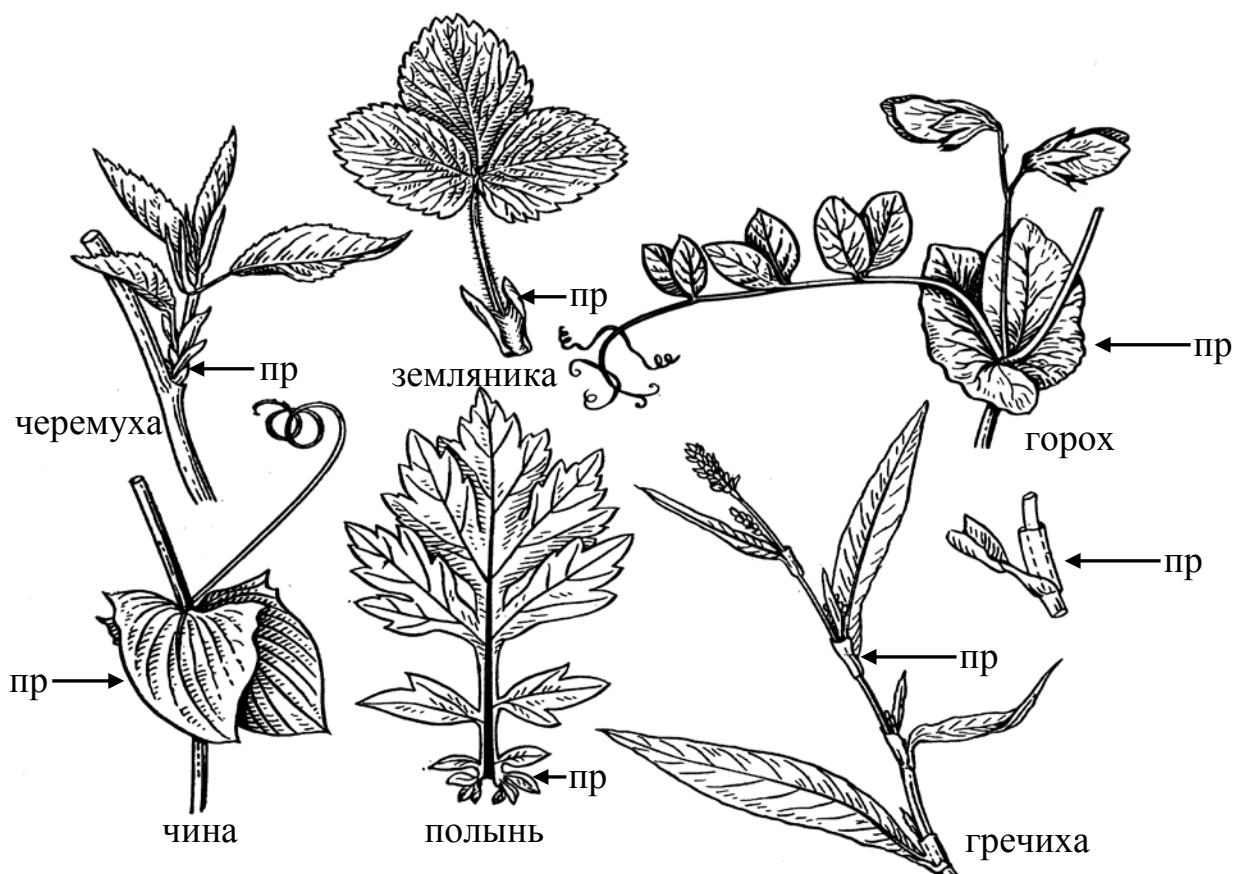


Рисунок 30. Различные формы прилистников (пр – прилистники)

Прилистники формируются раньше листовой пластинки и защищают ее, затем они могут сохраняться длительное время или сбрасываться после раскрытия почки. Прилистники могут быть свободными (у винограда) или приросшими к черешку (у шиповника, гороха) (рис. 31).



Рисунок 31. Виды прилистников

4.4. Классификация листьев

Листья в зависимости от количества листовых пластинок подразделяются на простые и сложные.

4.4.1. Простые листья

Лист, имеющий одну листовую пластинку, только одно сочленение между черешком и стеблем и при листопаде опадающий целиком, называется простым.

Простые листья свойственны практически всем видам травянистых растений и большинству видов деревьев и кустарников. Листовая пластинка может быть цельной или в различной степени расчлененной. Если надрезы листовой пластинки не превышают $\frac{1}{4}$ площади ее полупластинки, лист имеет цельную листовую пластинку, если надрезы глубже – расчлененную листовую пластинку.

Листья с цельной листовой пластинкой характеризуются по 5 признакам:

- по форме листовой пластинки;
- по форме края листовой пластинки;
- по форме верхушки листовой пластинки;
- по форме основания листовой пластинки;
- по характеру жилкования листовой пластинки.

Форма листовой пластинки определяется отношением ее длины к ширине и местоположением наибольшей ширины листовой пластинки (рис. 32).

Выделяются особые формы листовой пластинки: чешуйчатая, игольчатая, сердцевидная, почковидная, стреловидная, копьевидная и др. (рис. 33).

По форме края листовой пластинки различают листья цельнокрайние, зубчатые, двоякозубчатые, пильчатые, двоякопильчатые, городчатые, выемчатые и др. (рис. 34).

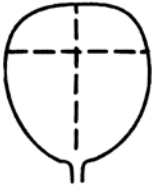


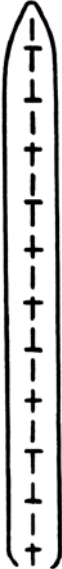
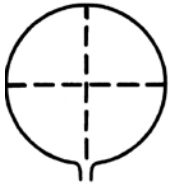

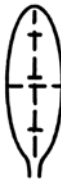
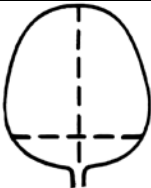


Местоположение наибольшей ширины лиственной пластинки	Отношение длины листовой пластинки к ее ширине			Длина более ширины больше, чем в 5 раз
	Длина равна ширине или слегка превышает ее	Длина более ширины в 1/2-2 раза	Длина более ширины в 3-5 раз	
Наибольшая ширина ближе к верхушке листа	 обратношироко- яйцевидный	 обратно- яйцевидный	 обратно- ланцетный	 линейный
Наибольшая ширина посередине листа	 округлый	 овальный	 продолговатый	
Наибольшая ширина ближе к основанию листа	 широко- яйцевидный	 яйцевидный	 ланцетный	

Рисунок 32. Форма листовых пластинок

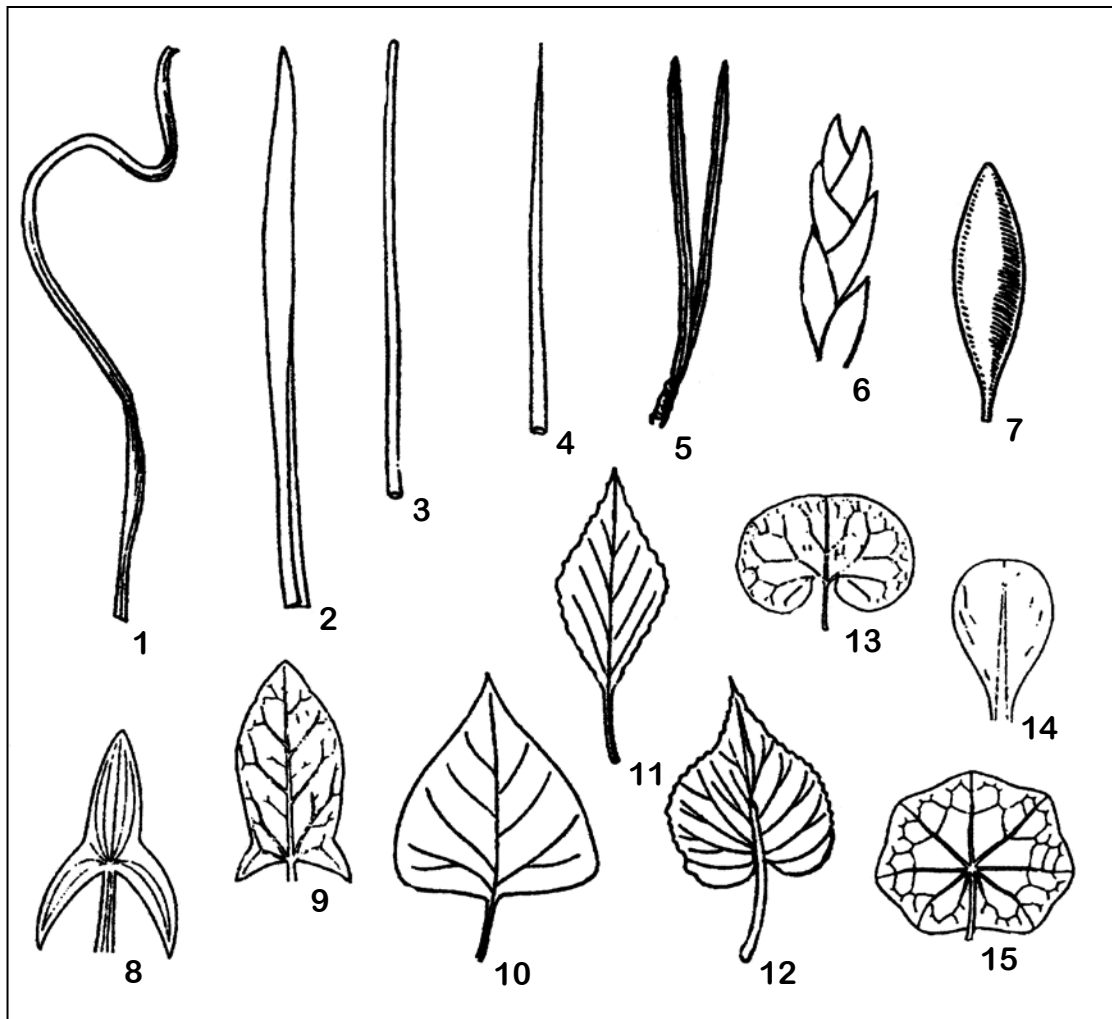


Рисунок 33. Особые формы листовой пластинки: 1 – тесмовидный, 2 – мечевидный, 3 – нитевидный, 4 – щетиновидный, 5 – игольчатый, 6 – чешуйчатый, 7 – вальковатый, 8 – стреловидный, 9 – копьевидный, 10 – треугольный, 11 – ромбический, 12 – сердцевидный, 13 – почковидный, 14 – лопаточный, 15 – щитовидный

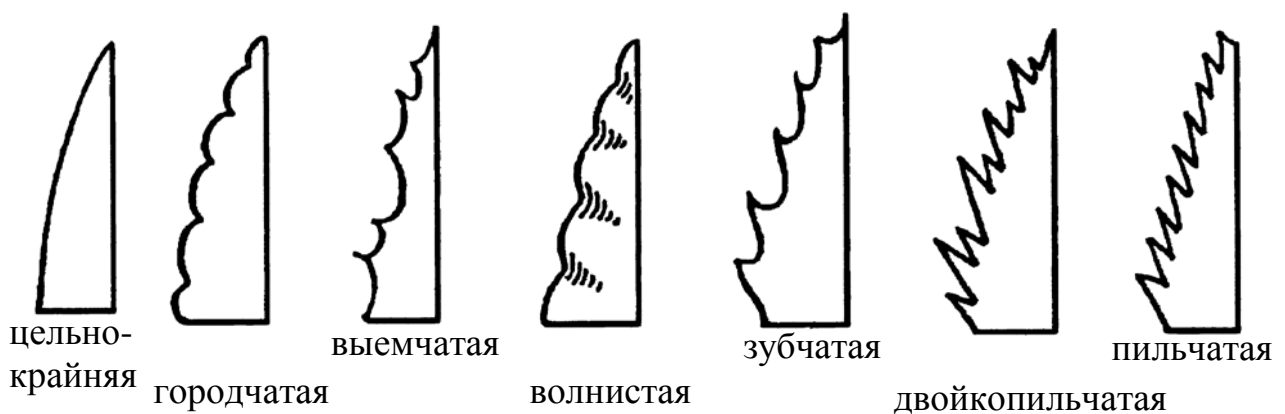


Рисунок 34. Форма края листа

По форме верхушки листовой пластинки выделяются тупые, острые, заостренные, остроконечные листья, листья с выемчатой верхушкой и др. (рис. 35).

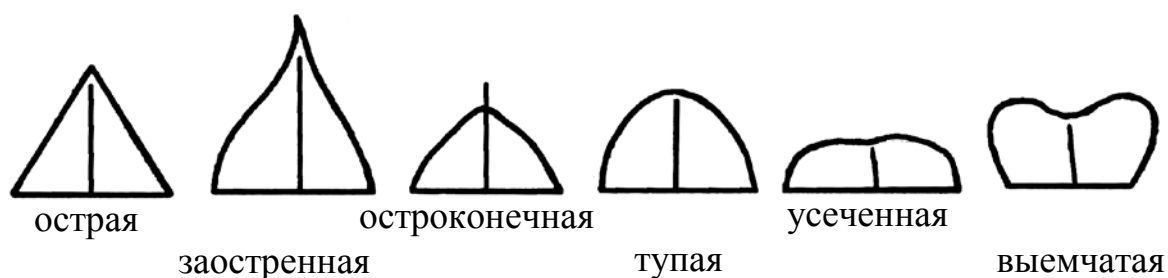


Рисунок 35. Форма верхушки листовой пластинки

По форме основания листовой пластинки листья могут быть клиновидные, округлые, сердцевидные, усеченные, копьевидные и др. (рис. 36).



Рисунок 36. Форма основания листовой пластинки

Жилкование листовой пластинки определяется характером расположения и способом ветвления жилок. Выделяется несколько типов жилкования.

При дихотомическом жилковании жилки ветвятся дихотомически и не образуют анастомозов (мелких поперечных жилок, соединяющих более крупные). Дихотомическое жилкование характерно для листьев папоротников, а у голосеменных – для гинкго.

При параллельном жилковании жилки расположены параллельно друг другу на протяжении всей листовой пластинки (листья мятликовых, некоторых лилейных).

При дуговом жилковании жилки расположены дугообразно, параллельно краю листа (лист ландыша, подорожника).

При сетчатом жилковании посередине листовой пластинки проходит главная жилка, от которой отходят многократно ветвящиеся ответвления – боковые жилки. Сетчатое жилкование наиболее распространено у двудольных

растений.

При пальчатом жилковании от основания листовой пластинки расходятся 3-5 и более примерно равных по толщине жилок (листья клена, платана, смородины) (рис. 37).



Рисунок 37. Типы жилкования листовой пластинки

Листья с расчлененной листовой пластинкой характеризуются по:

- по характеру расчленения листовой пластинки (тройчато-, пальчато-, перисто-);
- по степени расчленения (глубине выемок) листовой пластинки (лопастной, раздельный, рассеченный);
- по другим формам расчленения.

Если глубина надреза листовой пластинки более $1/4$ и менее $1/2$ ширины полупластинки, лист называют лопастным, а выступы между надрезами – лопастями. Если листья расчленены более $1/2$ ширины полупластинки, но надрезы не доходят до срединной жилки или до основания листа, лист называют раздельным, выступы между надрезами – долями. Если надрезы доходят до срединной жилки или до основания листа, лист называют рассеченным, а выступы – сегментами. В зависимости от количества и расположения выступов различают тройчатое, пальчатое и перистое расчленение (рис. 38).

Название листа с расчлененной листовой пластинкой складывается из характера и степени расчленения (тройчатолопастной, пальчатораздельный, перисторассеченный и т.д.). Листья могут быть дважды или трижды расчлененными, если доли или сегменты их листовой пластинки в свою очередь также расчленены.










Степень расчленения листовой пластинки	Характер расчленения листовой пластинки		
	<u>тройчато-</u> (трех-)	<u>пальчато-</u>	<u>перисто-</u>
<u>лопастной</u> (расчленение < 1/2 ширины полупластинки)			
<u>раздельный</u> (расчленение > 1/2 ширины полупластинки)			
<u>рассеченный</u> (расчленение до срединной жилки)			

Рисунок 38. Типы расчленения пластинки простого листа

Кроме общих типов расчленения выделяются другие особые формы расчленения листовой пластинки. Лировидный лист имеет округлую, значительно крупнее боковых, верхнюю лопасть, долю или сегмент. У гребневидного листа узкие, линейные, параллельные сегменты. Струговидный лист характеризуется острыми, треугольными долями или сегментами. У прерывистоперистого листа наблюдается чередование крупных и мелких долей и сегментов (рис. 39).



Рисунок 39. Особые формы расчленения листовой пластинки

4.4.2. Сложные листья

Сложный лист имеет несколько листовых пластинок (листочков), каждая из которых имеет свой черешочек, сидящий на общей оси (главном черешке) – рахисе (рис. 40).

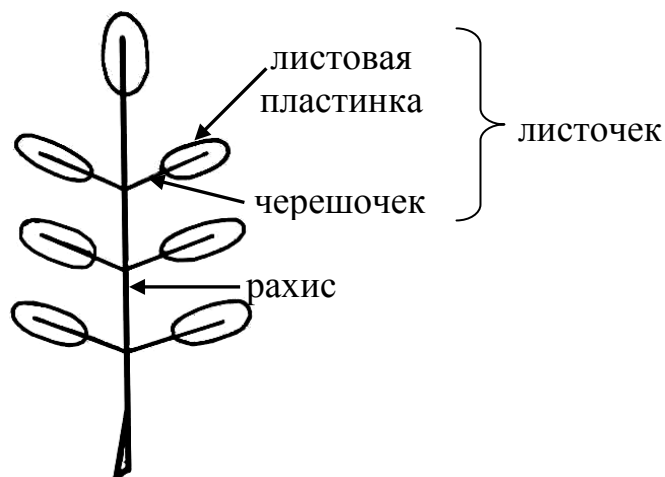


Рисунок 40. Строение сложного листа

Во время листопада у сложного листа опадают вначале листочки, а затем рахис, поскольку между листочками и рахисом имеется сочленение. В зависимости от числа листочков и их расположения различают следующие виды сложных листьев.

Тройчатосложный лист имеет три листочка, которые прикрепляются в одном месте (лист клевера, земляники, кислицы).

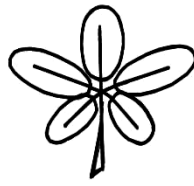
У пальчатосложного листа в одном месте прикрепляется более трех листочков (лист каштана конского, люпина).

У перистосложных листьев листочки располагаются по сторонам рахиса. Непарноперистосложный лист заканчивается одним листочком (лист робинии ложно-акаци, рябины), парноперистосложный – двумя (лист гороха, чины, вики).

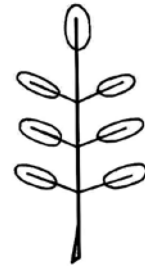
По степени разветвления рахиса различают дважды- и триждыперистосложные листья. В этом случае листочки прикрепляются к осям второго или третьего порядка (рис. 41).



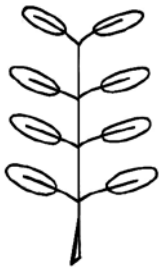
тройчатосложный



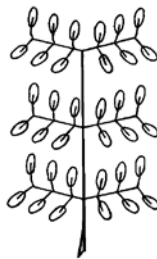
пальчатосложный



непарноперистосложный



парноперистосложный



дваждыпарноперистосложный



дваждынепарноперистосложный

Рисунок 41. Сложные листья

4.5. Гетерофиллия (разнолистность). Листовая мозаика

На одном побеге могут выделяться различные по форме листья. У растений часто наблюдается возрастная гетерофиллия, или разнолистность (различие в форме, размерах, структуре листьев одного растения). При этом у растений различают три категории (формации) листьев в зависимости от их положения. Низовые листья располагаются в основании побега, имеют вид чешуек, пленок. Листовая пластинка их часто неразвита. В большинстве случаев они отмирают до конца вегетации растения. Низовые листья выполняют защитную функцию. Срединные листья развиваются в средней части побега, хорошо развиты, окрашены в зеленый цвет, выполняют функции фотосинтеза, транспирации и газообмена. Они являются наиболее характерными для данного растения. Верховые листья развиваются в области соцветия, служат кроющими листьями отдельных цветков или веточек соцветия. Они недоразвиты, слабо окрашены, не имеют черешка и прилистников, могут быть пленчатыми. Иногда верховые листья выполняют

дополнительную функцию привлечения насекомых, в этом случае они ярко окрашены.

Появление на одном растении листьев разного строения и формы может быть связано не только с возрастными различиями, но и с влиянием факторов среды обитания. В этом случае говорят об экологической гетерофиллии. Особенно хорошо она выражена у водных растений. Надводные листья таких растений цельные или лопастные, подводные – многократно нитевидно рассеченные или лентовидные (рис. 42).

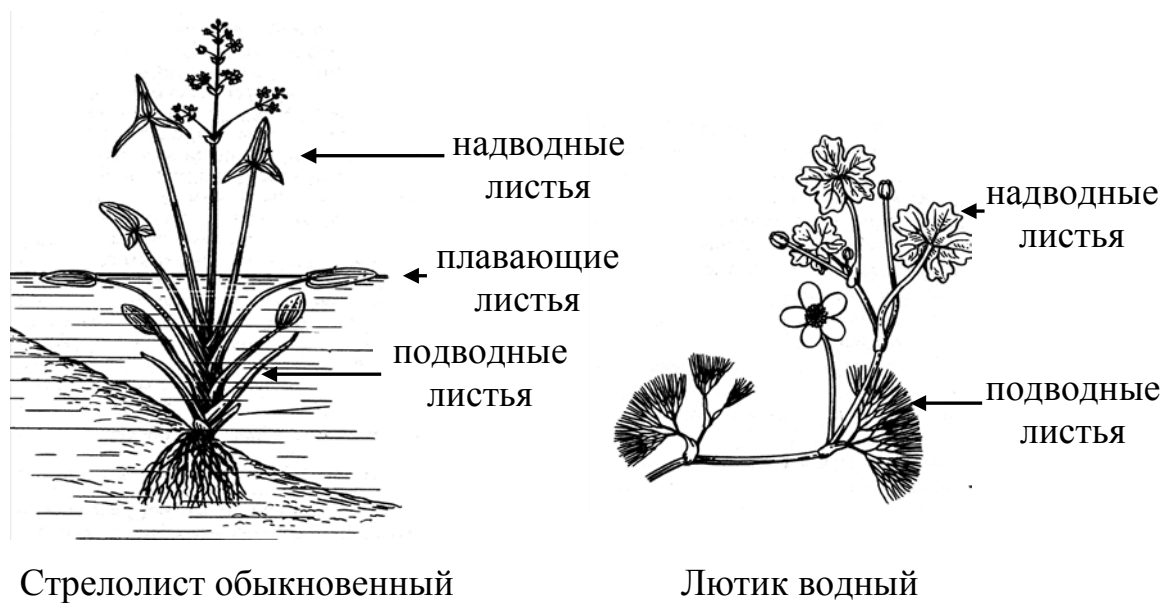


Рисунок 42. Экологическая гетерофиллия

По мере роста побега расположение листьев может меняться. Черешки листьев имеют способность изгибаться, поворачивая листовую пластинку. В результате формируется листовая мозаика листьев – такое расположение листьев в пространстве, при котором они наименьшим образом затеняют друг друга и лучше освещаются. При этом пластинки листьев располагаются горизонтально, листья не затеняют друг друга, более мелкие листья располагаются в просветах между крупными. В результате происходит максимальное использование рассеянных солнечных лучей.

4.6. Продолжительность жизни листьев. Листопад

Под продолжительность жизни листьев понимают протяженность времени с момента развертывания почек до отмирания листьев. У листопадных

деревьев и кустарников продолжительность жизни листьев составляет 4-5 месяцев. У растений субтропиков, тайги, тундры, высокогорий листья живут от 2 до 5 лет. У хвойных растений листья функционируют до 15 лет и более.

После того, как листья достигнут своих предельных размеров, начинаются процессы, приводящие к их старению. Это сопровождается оттоком из листовых пластинок различных пластических веществ (углеводов, аминокислот). Лист изменяет свою окраску – желтеет или краснеет, что связано с разрушением хлорофилла и накоплением каротиноидов и антоцианов.

В процессе старения листа у его основания образуется отделительный слой, который состоит из легко расслаивающейся паренхимы. По этому слою происходит отделение листа от стебля, на котором на месте будущего листового рубца образуется защитный слой пробки. У однодольных и травянистых двудольных растений отделительный слой обычно не формируется, и лист отмирает и разрушается постепенно.

У листопадных деревьев и кустарников опадение листьев – листопад – происходит осенью. Сигналом к данному процессу является изменение длины дня.

Листопад имеет приспособительное значение, поскольку позволяет уменьшить испаряющую поверхность, что зимой предохраняет от высыхания надземные органы растения, поскольку потеря влаги в это время не может быть компенсирована. Сбрасывание листьев снижает вероятность накопления на ветвях большого количества снега, что могло бы привести к обламыванию отдельных ветвей и полеганию стволов. В безморозных регионах с резко выраженными засушливыми периодами (тропические саванны) листопад помогает пережить засуху.

4.7. Видоизменения (метаморфозы) листа

Листья могут видоизменяться в усики, колючки, филлодии, ловчие

аппараты, чешуйки, мясистые чешуи и т.д.

Верхняя часть листа или весь лист может превращаться в простой или ветвистый усик, который чувствителен к прикосновению и приспособлен для лазания. У представителей рода горох, чина, вика в усики видоизменяются верхняя часть рахиса и три-семь листочков (рис. 43).

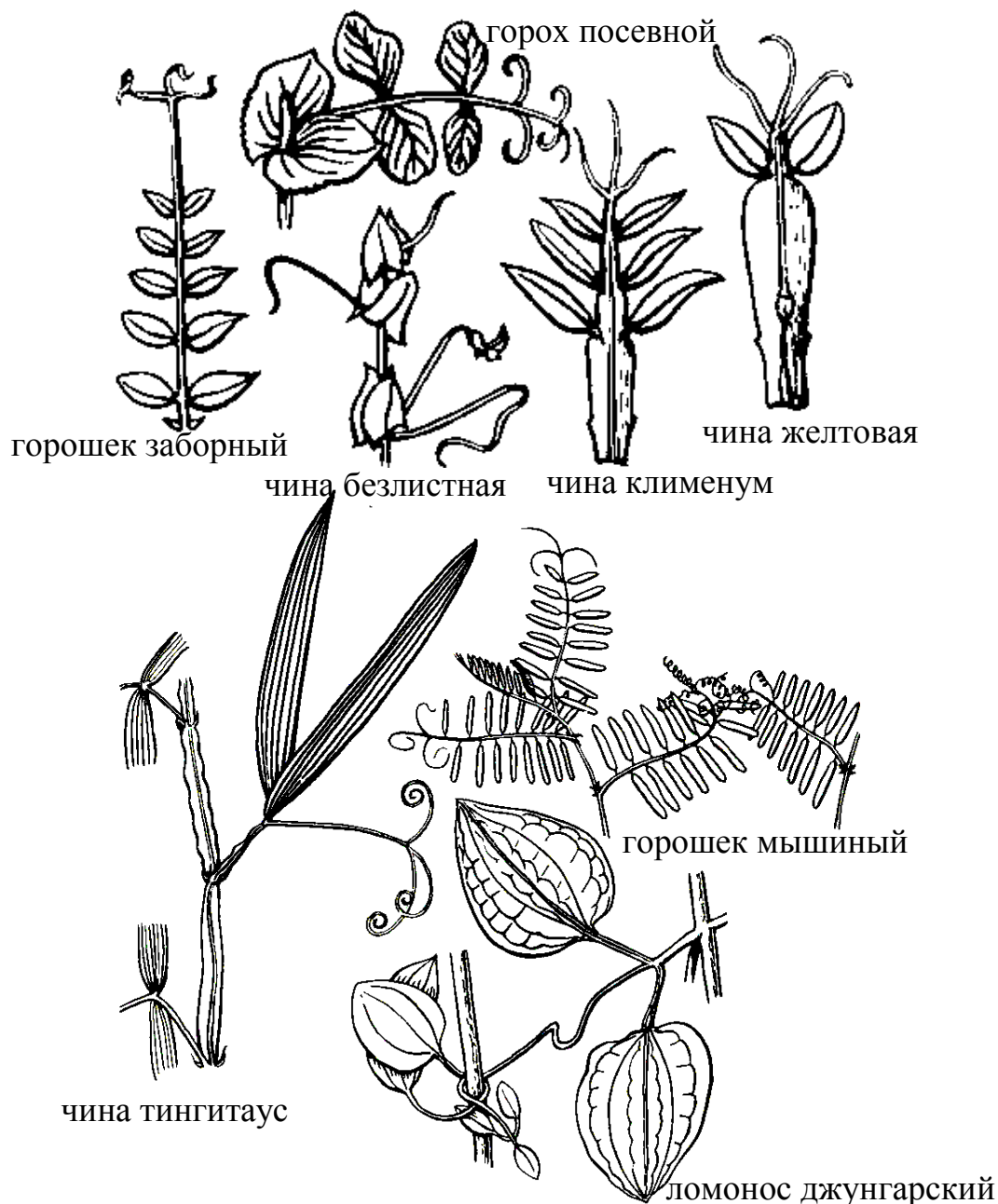


Рисунок 43. Усики

Колючки выполняют функции уменьшения испаряющей поверхности надземной части растения и защищают другие органы растения от поедания животными. Колючки чаще встречаются у растений, обитающих в сухом и жарком климате. У кактусов листья полностью метаморфозируются в колючки,

которые, кроме уменьшения испарения, конденсируют водяные пары из воздуха. У барбариса в колючки превращаются листья удлиненных побегов. У эспарцета, астрагала в колючку может видоизменяться рахис сложного листа после опадения листочков. У акации, молочая, робинии, держи-дерева в колючки видоизменяются прилистники (рис. 44).

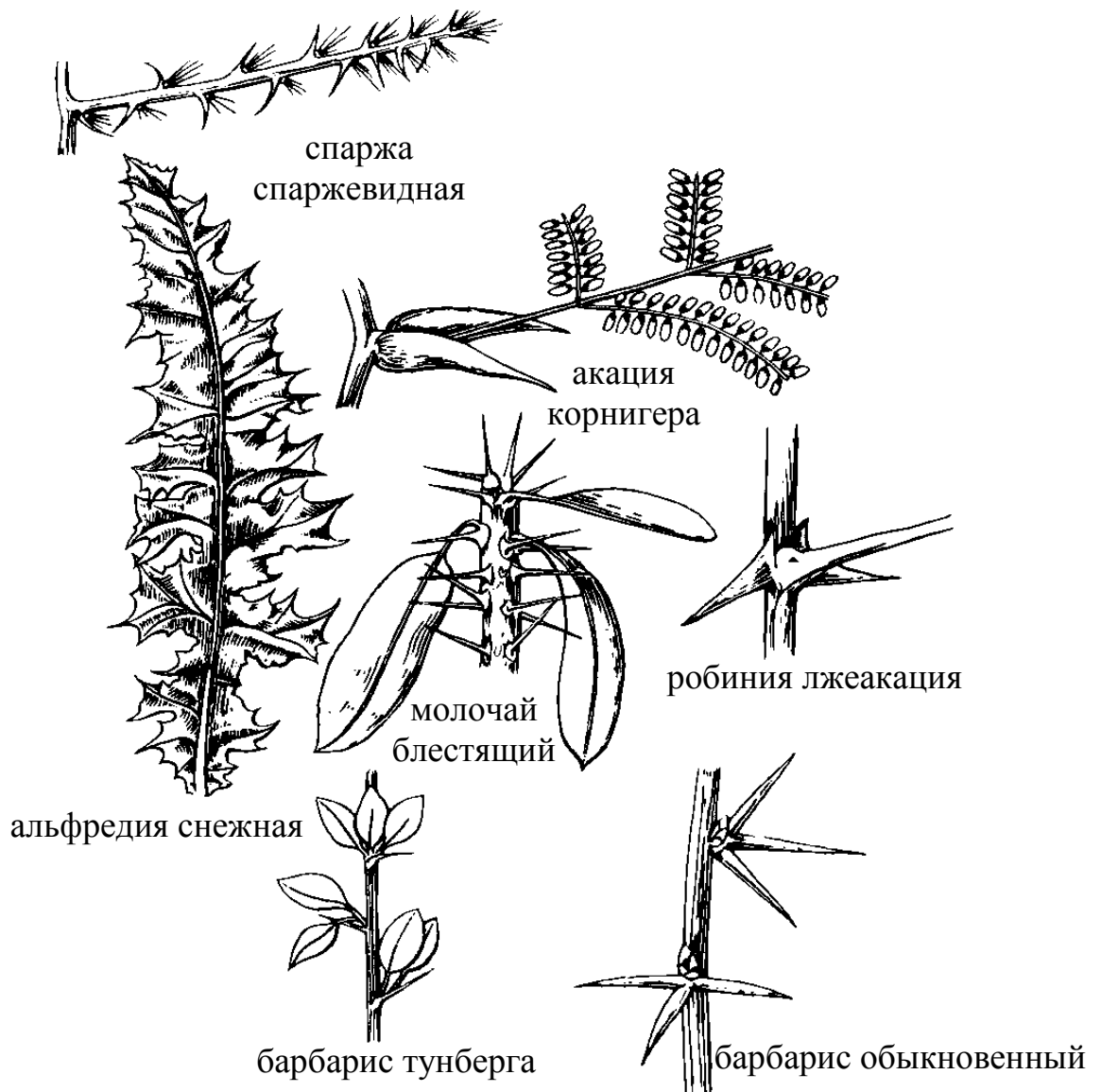


Рисунок 44. Колючки

Для филлодийных акаций, произрастающих в опустыненных саваннах на юго-западе Австралии, характерно наличие филлодиев. Это метаморфоз черешка или основания листа в образование, подобное листовой пластинке и выполняющее функцию фотосинтеза. Филлодии похожи на листья с цельной пластинкой, плотные, кожистые (рис. 45).

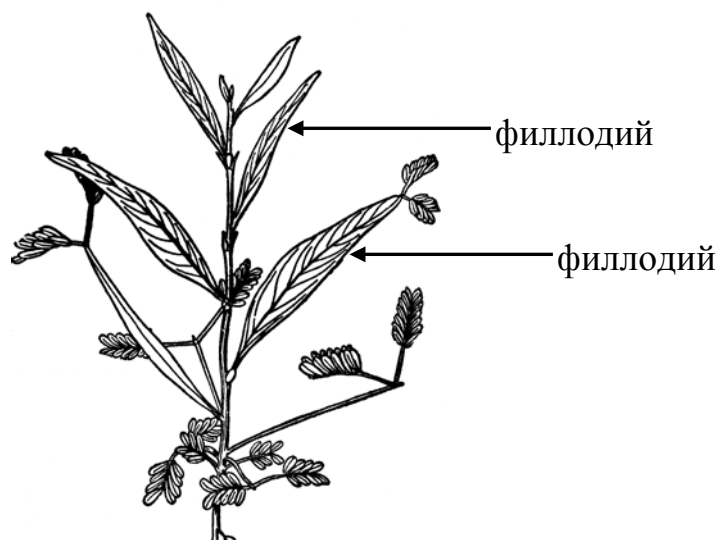


Рисунок 45. Побег филлодийной акации (в нижней части побега дваждыперистосложные листья с обычными черешками, в верхней – листья, состоящие только из филлодиев)

Для луковичных характерно наличие двух метаморфозов – сухих и сочных чешуек луковицы. Сухие наружные чешуи выполняют защитную функцию, а сочные являются видоизмененными основаниями листьев и выполняют функцию запаса питательных веществ (рис. 46).

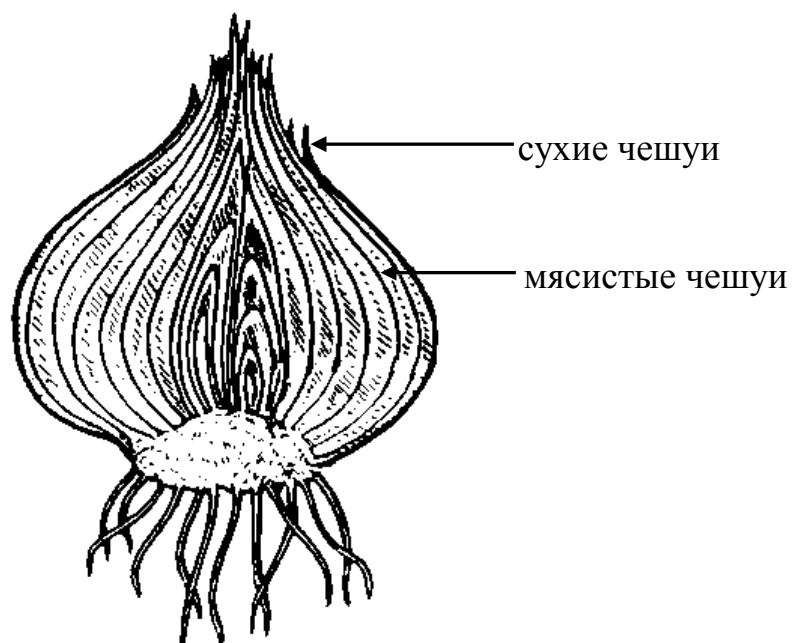
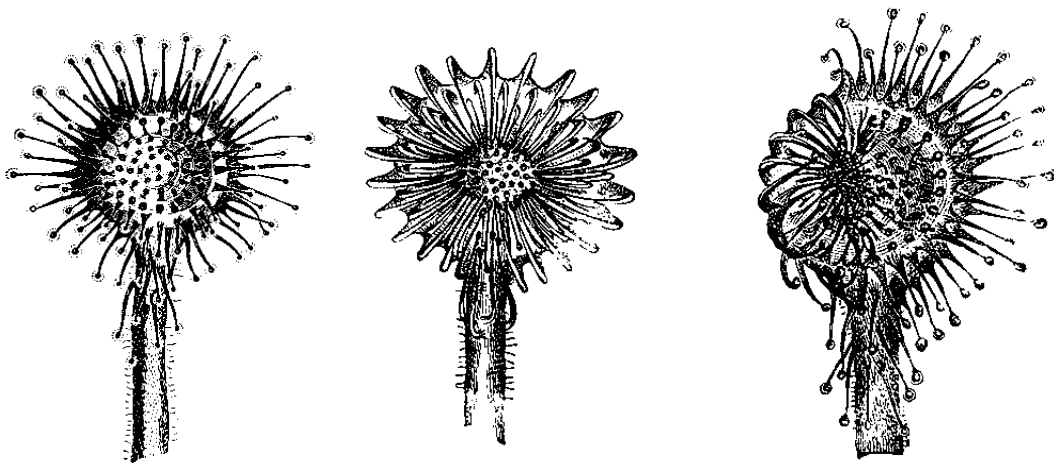


Рисунок 46. Сухие и сочные чешуи луковицы

Наиболее интересными метаморфозами являются ловчие аппараты. Они развиваются у насекомоядных растений, которые произрастают на

бедных минеральными веществами почвах и получают богатую азотом и фосфором пищу, переваривая животных. Строение ловчих аппаратов различно.

У росянки круглолистной (*Drosera rotundifolia*), которая широко распространена в северных и центральных районах России, верхняя сторона и края листьев имеют волоски с железистой головкой. Насекомые, привлекаемые слизью, выделяемой этими железками, садятся на лист, после чего край листа медленно загибается и захватывает насекомое, которое переваривается пищеварительными ферментами, находящимися в слизи (рис. 47).



листь в спокойном
состоянии

листья, захватывающие
добычу

Рисунок 47. Листья росянки круглолистной

В прибрежной части Северной Каролины (США) произрастает венерина мухоловка (*Dionaea muscipula*), листья которой превратились в две круглые створки, снабженные по краям длинными зубцами. На поверхности обеих створок находится по три чувствительных волоска. Когда насекомое касается этих волосков, створки листа захлопываются. На внутренней поверхности листа имеются мелкие железки, выделяющие секрет, который содержит пищеварительные ферменты (рис. 48).



Рисунок 48. Венерина мухоловка

Наиболее сложно устроены ловчие аппараты у растений рода непентес (*Nepenthes*), которые произрастают в тропической Азии, Австралии, на Сейшельских островах, на Мадагаскаре. При формировании ловчего аппарата кончик листа удлиняется в тонкий длинный усик, на конце которого образуется кувшинчик с крышкой. В основании листа находится широкая пластинка, которая выполняет функцию фотосинтеза, средняя часть листа вытянутая, может обвивать стволы деревьев, верхушечная часть – кувшинчик – служит для ловли насекомых. На внешней стороне кувшинчика есть зубчатые выросты, которые обеспечивают опору ловчому аппарату и одновременно направляют ползающих насекомых. Верхний край кувшина имеет клетки, выделяющие сладкий нектар, который привлекает насекомых, и воск, который делает поверхность скользкой. В результате насекомые, попадая внутрь кувшина, не могут выбраться наружу, так как по внутренней поверхности ловчего аппарата расположено множество жестких, обращенных вниз волосков. Внутри кувшина выделяется пищеварительный фермент, с помощью которого перевариваются попавшие в ловчий аппарат насекомые. Кувшинчик имеет неподвижную крышку, которая защищает от попадания дождевой воды внутрь и

одновременно является посадочной площадкой для насекомых (рис. 49).

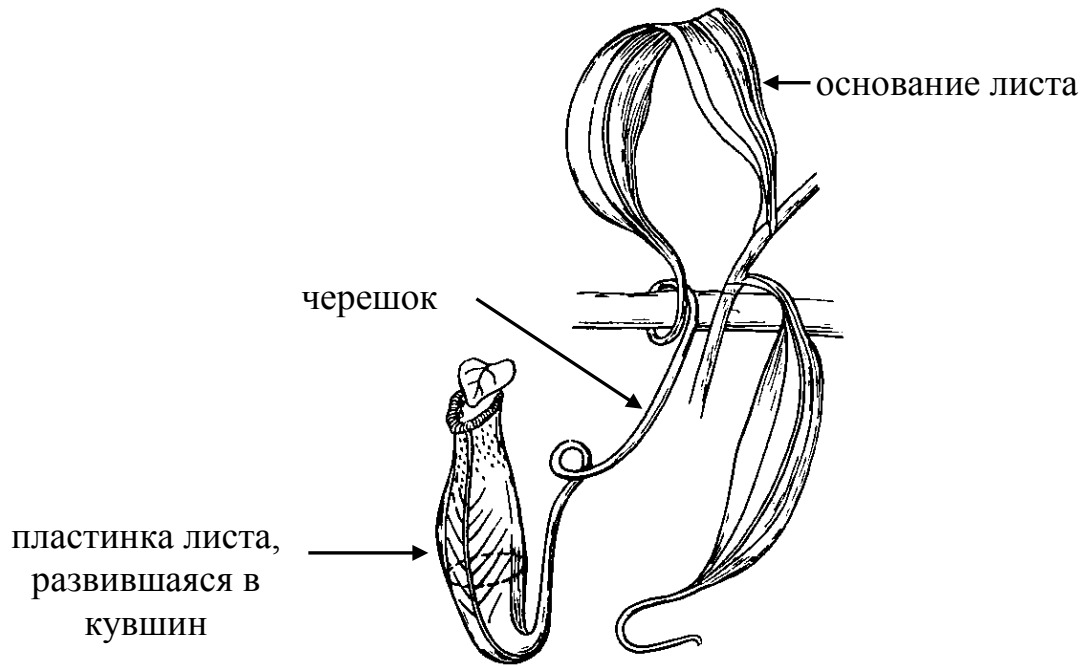


Рисунок 49. Лист непентеса

5. Корень и корневая система

5.1. Понятие о корне, функции корня

Корень – осевой вегетативный орган, не образующий на себе листьев, обладающий радиальной симметрией и нарастающий в длину до тех пор, пока сохраняется апикальная меристема.

Основная функция корня – поглощение из почвы воды с растворенными в ней минеральными веществами. Кроме этого корень укрепляет («заякоривает») растение в почве, служитместищем запасных питательных веществ, осуществляет синтез некоторых органических веществ, которые затем перемещаются в другие органы растений. У корнеотпрысковых растений корни выполняют функцию вегетативного размножения.

5.2. Закономерности строения корня

Корень появился в связи с выходом растений на сушу. Типичный корень представляет собой подземный орган, который характерен для всех высших растений, кроме мхов. Морфологические отличия корня от стебля заключаются в том, что на корне отсутствуют листья или какие-либо их видоизменения. Апикальная меристема корня, которая обеспечивает его нарастание в длину, прикрыта корневым чехликом. Корень обладает положительным геотропизмом, поэтому растет, в основном, верхушкой вниз, в почву, в отличие от стебля, для которого характерен отрицательный геотропизм.

4.3. Классификация корней

По происхождению корни делят на главный, придаточные и боковые. Главный корень развивается из зародышевого корешка семени. Придаточные корни возникают на других органах растений (стебле, листьях). Боковые корни являются ответвлениями главного и придаточных корней.

По отношению к субстрату (среде своего обитания) корни делят на земляные, водные, воздушные, чужеядные. Земляные корни характерны для 70 % современных семенных растений и развиваются в почве. Водные, или плавающие, корни формируются в воде у плавающих водных растений. Воздушные корни находятся в воздушной среде и свойственны растениям-

эпифитам, которые произрастают на стеблях, ветвях других растений. Чужеродные корни (корни-присоски) встречаются у растений-паразитов и разрастаются в тканях растения-хозяина.

По форме корни делят на цилиндрические (толстые, имеющие одинаковый диаметр на всем протяжении), шнуровидные и нитевидные (также имеющие одинаковый диаметр по всей длине, но более тонкие), узловатые (с неровными утолщениями в виде узлов), шаровидные (округлыми), реповидные и др.

5.4. Классификация корневых систем

Корневая система – это совокупность всех корней одного растений. Выделяется два типа корневых систем: стержневая и мочковатая (рис. 50).

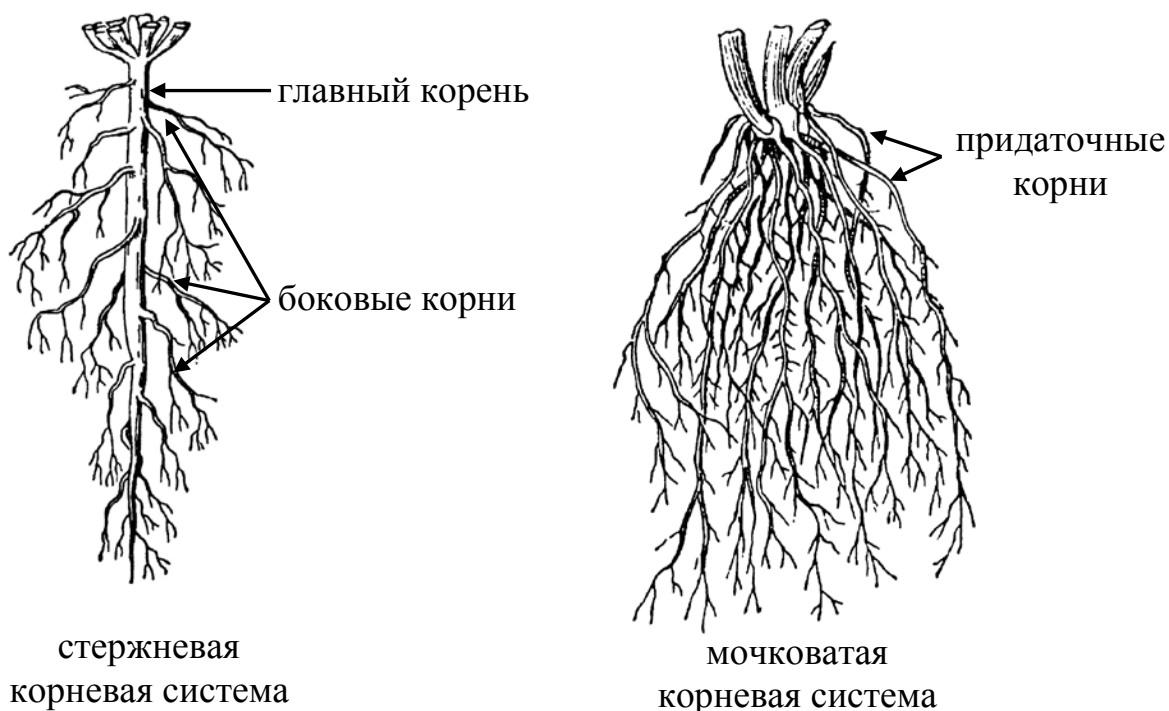


Рисунок 50. Типы корневых систем

Стержневая корневая система характеризуется наличием хорошо выраженного главного корня, который по длине и ширине значительно превосходит боковые корни. Такой тип корневой системы свойственен представителям класса Двудольные и особенно хорошо развит у древесных растений.

Мочковатая корневая система не имеет хорошо выраженного главного корня. Он либо плохо развит, либо отмирает на начальных этапах

своего развития. Корневая система сформирована большим количеством придаточных корней, которые развиваются на нижних узлах стебля. Мочковатая корневая система появилась позднее в эволюционном плане в процессе приспособления растений к условиям окружающей среды.

Развитие корневой системы способствует проникновению корней растений на большую глубину и ширину в почву, позволяет захватывать максимально возможный объем. Разрастание корней значительно увеличивает поглощающую поверхность корня. Растения могут образовывать корневые системы в 2-3 яруса, что определяется расположением в почве питательных веществ и влаги.

5.5. Видоизменения (метаморфозы) корней

Видоизменениями корней являются корнеплоды, корневые шишки, ходульные корни, дыхательные, втягивающие, корни-присоски и т.д.

Запасяющие корни выполняют функцию запаса питательных веществ. При этом происходит значительное утолщение корня. Среди запасяющих корней выделяются корнеплоды и корнеклубни.

Корнеплод представляет собой видоизмененный утолщенный главный корень, который может быть реповидной, веретеновидной, цилиндрической формы. В морфологическом строении корнеплода выделяют головку, шейку и собственно корень, которые характеризуются различным происхождением. Головкой корнеплода называют его верхнюю часть. Она несет листья и почки, представляет собой укороченный стебель. Шейка расположена ниже головки, не несет на себе листьев и корней, является разросшимся подсемядольным коленом (гипокотилем). Собственно корень – это нижняя часть корнеплода, которая сильно утолщена и на которой образуются боковые корни. Корнеплоды развиты у свеклы, моркови, редьки, репы (рис. 51).



Рисунок 51. Корнеплод свеклы

Корнеклубни (корневые шишки) возникают вследствие видоизменения, утолщения боковых и придаточных корней чистяка, ятрышника, георгина (рис. 52).

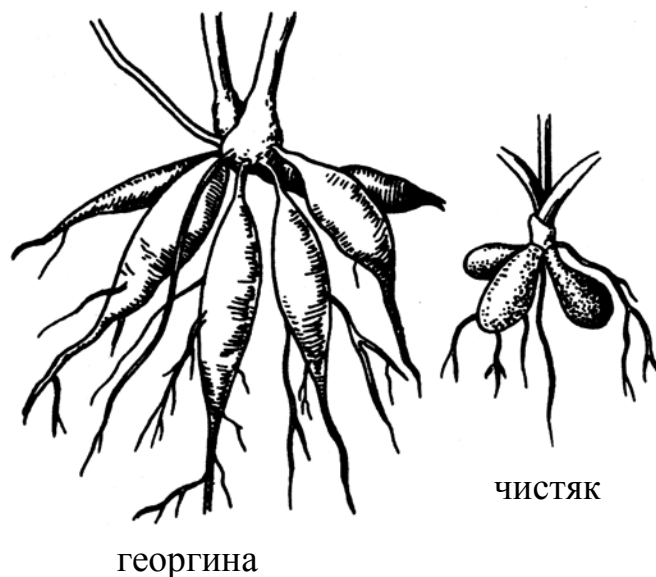


Рисунок 52. Корневые клубни

Ходульные корни являются видоизмененными придаточными корнями, которые формируются на стебле главного побега на высоте 2-3 м. Развиты у растений мангров, которые произрастают на затопляемых приливами местах

(рис. 53).



Рисунок 53. Ходульные корни

Дыхательные корни (пневматофоры) формируются также у растений, обитающих в условиях избыточного увлажнения. При этом боковые корни растут горизонтально, от них отходят ответвления, обладающие отрицательным геотропизмом и растущие вертикально вверх. Они прорастают сквозь почву и образуют пневматофоры. Основная их функция – снабжение корней кислородом (рис. 54).



Рисунок 54. Дыхательные корни

Воздушные корни развиты у растений-эпифитов, они поглощают воду из водяных паров воздуха и атмосферных осадков (рис. 55).

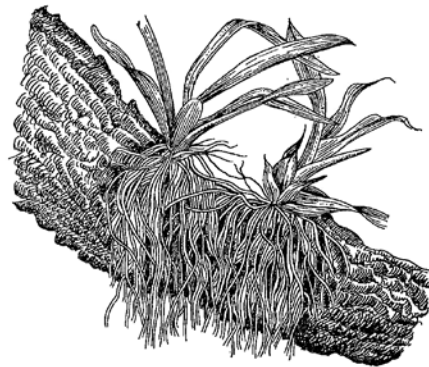


Рисунок 55. Воздушные корни орхидеи

Втягивающие (контрактивные) корни могут укорачиваться у своего основания, что приводит к втягиванию в почву побега (луковицы, корневища). Такие корни развиты у гладиолуса, ириса, лилии, рябчика и других растений (рис. 56).

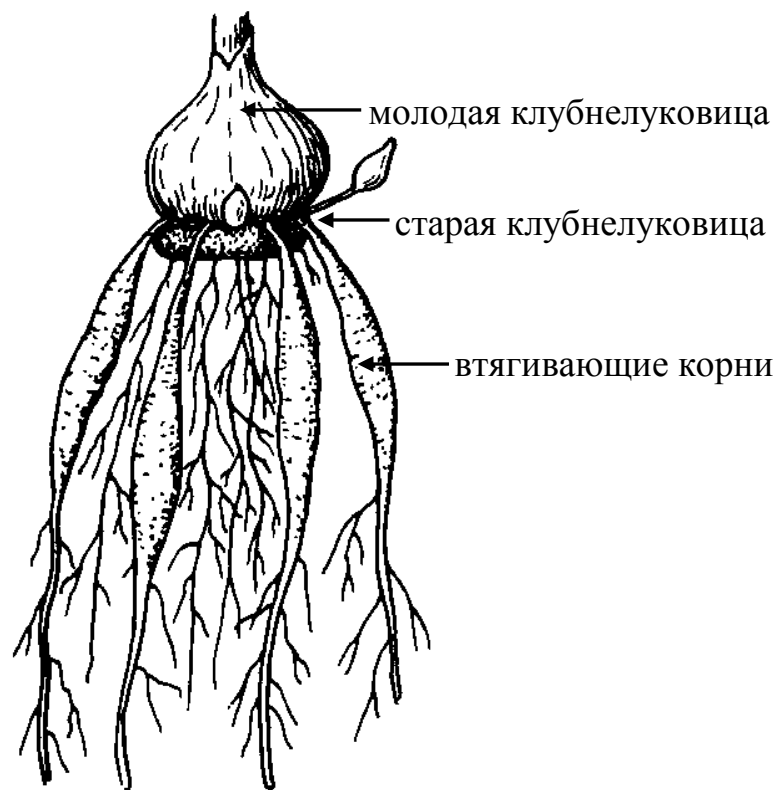


Рисунок 56. Клубнелуковица гладиолуса с утолщенными у основания втягивающими корнями

Досковидные корни представляют собой крупные плагиотропные боковые корни, которые по всей длине имеют плоский досковидный вырост. Они развиваются у деревьев верхнего и среднего ярусов тропического дождевого леса и обеспечивают их устойчивость.

Столбовидные корни характерны для тропических фикусов (баньяна, фикуса священного, фикуса каучуконосного и др.). Они начинают формироваться как придаточные на ветвях деревьев, затем достигают почвы и укореняются. Со временем они превращаются в столбовидные корни, поддерживающие крону дерева (рис. 57).

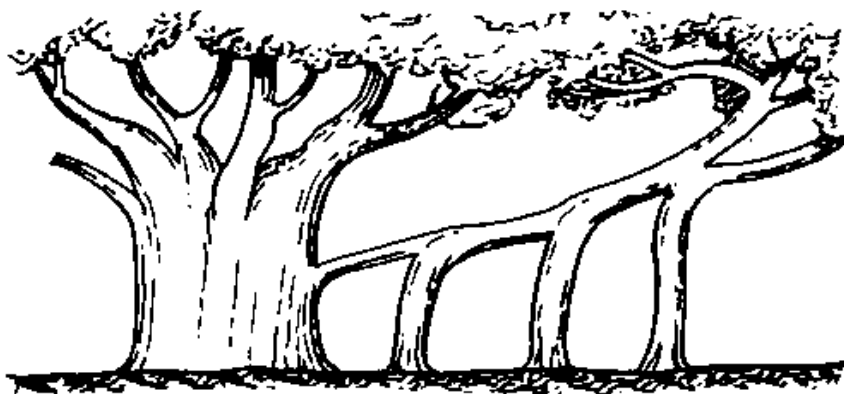


Рисунок 57. Столбовидные корни баньяна

Корни-присоски или прицепки – это видоизмененные воздушные корни, которые развиваются у лиан и обеспечивают прикрепление их к вертикальной опоре. У растений-паразитов корни-присоски проникают в ткани растения-хозяина и поглощают из него питательные вещества (рис. 58).

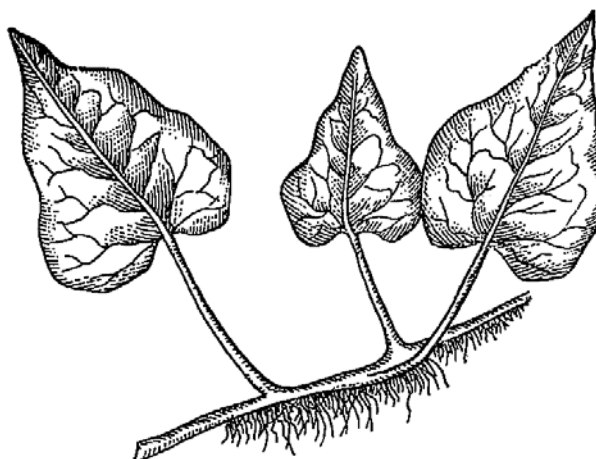


Рисунок 58. Корни-прицепки плюща

5.6. Микориза и сожительство с корнями

Корни многих растений могут вступать в симбиоз (взаимовыгодное сожительство) с грибами и бактериями.

Сожительство корней высших растений и грибов называется микоризой. При этом гифы гриба оплетают корни растений, образуют плотный чехол и способствуют снабжению растений водой и растворенными в ней минеральными солями. Гриб в свою очередь получает от растений безазотистые органические соединения. По строению различают два вида микоризы: эктотрофную и эндотрофную (рис. 59).

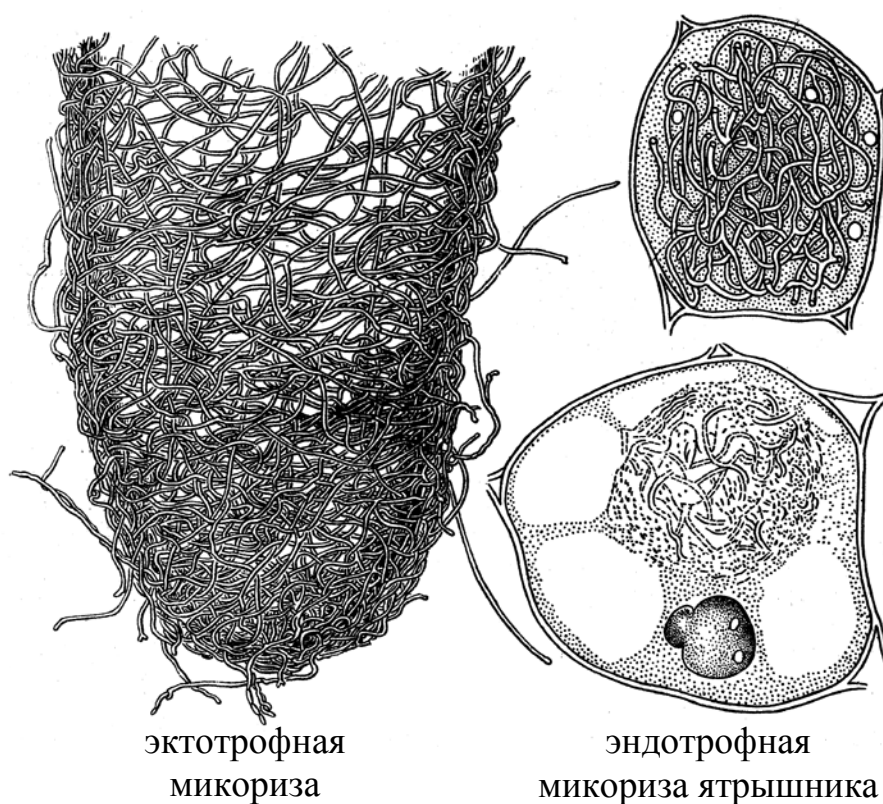


Рисунок 59. Микориза

Эктотрофная (наружная) микориза формируется при оплетении корней растений гифами гриба в виде плотного чехла. Этот тип распространен у древесных растений (березы, липы, дуба, осины и др.). Корневые волоски при наличии такой микоризы отмирают. Гифы гриба полностью обеспечивают растение водой и минеральными веществами. При эндотрофной (внутренней) микоризе гифы гриба проникают внутрь клеток корня, но клетки остаются живыми, разрушается грибница, и ее содержимое постепенно усваивается

растением. Экотрофная микориза чаще встречается у травянистых растений.

Для некоторых растений (дуб, сосна, осина и др.) наличие грибов является обязательным условием в связи с особым типом питания – микотрофным, т.е. питанием с помощью грибов.

Растения могут вступать в симбиоз с бактериями рода *Rhizobium*, что приводит к формированию на корнях клубеньков. Бактерии проникают в корни растений из почвы через стенки корневых волосков, вызывают разрастание и увеличение в размерах клеток корня. В результате образуются наросты – клубеньки, в которых развиваются колонии бактерий. Бактерии фиксируют атмосферный азот и переводят его в связанное состояние, в котором он усваивается растением. Сами бактерии используют вещества, которые находятся в клетках корня. Таким образом, бактерии улучшают азотное питание растений, при отмирании корней они обогащают почву азотом. Образование клубеньков на корнях свойственно в основном представителям семейства бобовые (клеверу, люцерне, гороху, вике и др.) (рис. 60).

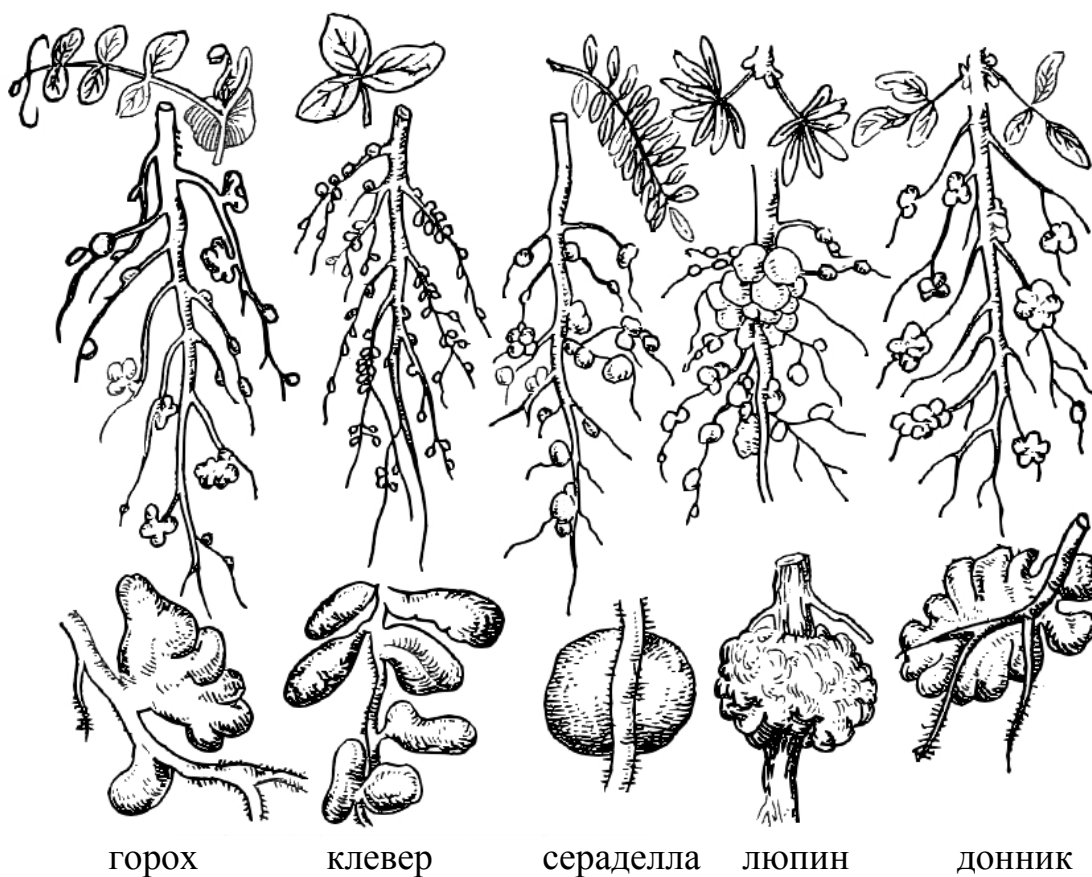


Рисунок 60. Клубеньки на корнях бобовых растений

6. Аналогичные и гомологичные органы растений

У растений в процессе приспособления к условиям окружающей среды происходят видоизменения некоторых органов, формируются метаморфозы, которые выполняют особые, не свойственные данному органу функции. При этом видоизмененные органы могут выполнять одинаковую функцию, но иметь различное происхождение. В связи с этим Ч. Дарвин ввел понятие об аналогичных и гомологичных изменениях в органах.

Аналогичными органами называются такие, которые выполняют одинаковую функцию, имеют сходный внешний вид, но различны по своему происхождению. Примером аналогичных органов могут быть колючки, усики. У гледичии, боярышника, дикой груши колючки побегового происхождения, у кактуса, барбариса – листового, у робинии псевдоакации колючки являются видоизмененными прилистниками. У винограда усики побегового происхождения, у гороха, чины – листового.

Гомологичными органами называются такие, которые имеют одинаковое происхождение, но различаются по строению и выполняемым функциям. Например, клубень картофеля, колючка гледичии, луковица лука, усик винограда – это гомологичные органы, поскольку они являются видоизменениями побега, но выполняют различные функции и отличаются по своему строению.

Рекомендуемая литература

Андреева И.И., Родман Л.С. Ботаника. – М.: КолосС, 2003. – 528 с.

Андреева И.И., Родман Л.С., Чичев А.В. Практикум по анатомии и морфологии растений. – М.: КолосС, Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2005. – 156 с.

Жуковский П.М. Ботаника. – М.: Колос, 1982. – 623 с.

Серебрякова Т.И., Воронин Н.С., Еленевский А.Г., Батыгина Т.Б., Шорина Н.И., Савиных Н.П. Ботаника с основами фитоценологии: Анатомия и морфология растений: Учеб. пособие для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 543 с.

Суворов В.В., Воронова И.Н. Ботаника с основами геоботаники. – М.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1979. – 560 с.

Хржановский В.Г., Пономаренко С.Ф. Практикум по курсу общей ботаники: Учеб. пособие. – М.: Высш. школа, 1979. – 422 с.