

Вегетативные органы растения.

1. Внешнее строение корня. Корневые системы.

Корень - вегетативный орган растения осевого строения, обладающий радиальной симметрией и верхушечным ростом. Для удержания растения в почве корень образует многочисленные разветвления. Основные функции корня следующие:

- удержание растения в почве (закрепление в субстрате);
- поглощение и проведение воды и растворенных в ней минеральных, а также органических веществ (например, глюкозы и др.);
- вегетативное размножение (корнеплоды, корнеклубни, корнеотпрыски);
- запасание питательных веществ.

Если посмотреть на корневую систему фасоли, гороха, тыквы, одуванчика, мы четко увидим основной, наиболее ярко выраженный корень, от которого отходят корешки поменьше. Этот корень называют главным, а корешки, которые растут от главного корня, называют боковыми. От стеблевой части побега отходят придаточные корни. Они как будто дополняют основную корневую систему растения. Цель, с которой окучивают некоторые сельскохозяйственные культуры, такие как картофель и капуста, - увеличение числа придаточных корней.

Совокупность всех корней одного растения называют корневой системой. Различают два типа корневых систем (у семенных): стержневую и мочковатую. Стержневая состоит из главного корня, от которого отходят боковые корни. Встречается у голосеменных и многих покрытосеменных (главным образом у двудольных). Мочковатая – главный корень быстро отмирает, а развиваются придаточные корни, формирующиеся на нижней части стебля, от которых отрастают боковые корни. Встречается у однодольных, но бывают и исключения. У многих растений корни образуются, кроме того, на стеблях и листьях - они называются придаточными корнями. Придаточные корни (в частности, воздушные) не имеют корневого чехлика. Боковые корни, развивающиеся на главном или придаточных, развиваются из клеток перицикла.

Кроме того, выделяют смешанную корневую систему, свойственную многолетним травам.

2. Внутреннее строение корня.

Корень растет верхушкой вниз - действует сила притяжения земли. Реакция корня на силу притяжения земли называется геотропизмом (реакция растений на внешние воздействия носит название тропизма).

Кончик каждого корня покрыт защитным корневым чехликом, покрывающим быстро растущую эмбриональную (меристематическую) зону корня от повреждений по мере продвижения корня в почве. Наружная часть чехлика, состоящая из грубых клеток, по мере продвижения корня в земле, сдувается и нарастает заново. Клетки корневого чехлика покрыты слизистым веществом для облегчения движения.

На продольном разрезе различают четыре основных зоны корня: деления, роста (растяжения), всасывания и проведения.

Зона деления образована меристематической тканью, обеспечивая рост корня в длину. Точка роста состоит из активно делящихся клеток, дающих начало всем тканям корня, в том числе образует и клетки чехлика. За этой зоной следует зона растяжения - здесь клетки быстро растут в длину, поглощая много воды, но клетки еще не дифференцируются.

Выше зоны растяжения располагается зона корневых волосков или зона дифференциации, поскольку здесь и происходит дифференциация клеток. Другое ее название – зона всасывания, или зона поглощения. Корневой волосок - вырост эпидермиальной клетки - служит для поглощения воды и растворенных в ней минеральных солей. Корневые волоски значительно увеличивают всасывающую поверхность корня. Длина корневых волосков обычно составляет 0, 1-2 мм, а у некоторых растений - до 10 мм. Они плотно прилегают к частицам почвы и всасывают воду с растворенными в ней минеральными веществами. Кроме того, корневые волоски выделяют особую слизь, которая помогает растворять минеральную составляющую почвы для дальнейшего ее поглощения. Корневые волоски работают как насосы, всасывая

питательный раствор. Срок жизни корневых волосков небольшой, чаще всего несколько дней. После чего они отмирают. Новые корневые волоски появляются на молодых клетках на границе зоны растяжения и зоны всасывания. Таким образом, зона всасывания постоянно перемещается в почве, оставаясь ближе к концу корня. В результате этого зона всасывания использует для питания все новые участки почвы. Корневые волоски очень нежные и их легко повредить. В этом случае растение не может добывать из почвы минеральные вещества и воду. Поэтому лучше всего пересаживать растения с комочком почвы, в которой они росли раньше, так как при этом не повреждаются корневые волоски.

За зоной дифференциации располагается зона проведения, на ней нет корневых волосков, но образуются боковые корни. Это самая длинная часть корня. Проводящая ткань здесь хорошо сформирована. Снаружи корень здесь покрыт прочными клетками коры, под которой находится пробка - несколько слоев мертвых клеток. Живое содержимое этих клеток отмирает, оболочки утолщаются, и они становятся непроницаемы для воды и воздуха. Межклетники пробки заполнены воздухом, что является прекрасной защитой от перепадов температур, иссушения, механических повреждений. Корень в этой части не может поглощать воду и минеральные вещества, поэтому основная функция этой части корня - проведение растворенных минеральных веществ и воды.

На поперечном срезе корня в зоне корневых волосков можно видеть его внутреннее строение. Самый наружный слой клеток - эпидермис (ризодерма, т.е. эпидермис, образующий корневые волоски), который защищает нижележащие клетки. Число корневых волосков на 1 мм^2 поверхности исчисляется сотнями. Под эпидермисом располагается кора, состоящая из крупных, тонкостенных, более или менее округленных клеток паренхимы. По коре передвигаются вода и минеральные вещества, а также в ней запасаются питательные вещества. К коре примыкает однослойная эндодерма, отделяющая кору от сердцевины с проводящими тканями. К эндодерме примыкает перицикл - один слой паренхимы клеток, способных превращаться в меристематические клетки и продуцировать боковые корни. Внутри перицикла (осевой цилиндр) находится ксилема, часто имеющая вид звезды или спиц колеса, состоящая из трахеид и сосудов (трахей). Между лучами ксилемы расположены клетки флоэмы - ситовидные трубки. В корнях деревьев, кустарников и других многолетних растений между флоэмой и ксилемой располагается слой камбия, за счет которого образуются дополнительные слои флоэмы и ксилемы (корень растет в толщину).

3. Поглощение корнем воды и минеральных веществ.

Поступление воды из почвы в корневые волоски и через кору в клетки ксилемы можно объяснить физическими процессами. Вода, окружающая в почве корневые волоски, содержит в растворенном виде минеральные вещества и некоторые органические соединения, но концентрация их довольно низка по сравнению с их концентрацией в корневых волосках. Поэтому вода диффундирует из зоны с более высокой ее концентрацией, т.е. из почвы, в зону с меньшей концентрацией воды внутри корневых волосков. Процесс поступления воды осуществляется под действием осмотических сил, так как вода проникает через полупроницаемую мембрану клеток корневых волосков. Диффузия - распространение вещества из зоны большей концентрации в зону меньшей концентрации; осмос - движение растворителя - воды из зоны большей в зону меньшей концентрации через полупроницаемую мембрану; диализ - движение растворенного вещества - минерального или органического - через полупроницаемую мембрану. Клеточная мембрана обладает свойством полупроницаемости, т.е. она способна пропускать воду и различные вещества в одну сторону и не пропускает в другую или пропускает избирательно. После поглощения воды содержимое клеток корневых волосков становится в свою очередь гипотоничным по отношению к глубже расположенным клеткам коры и таким образом вода, проходя через различные ткани корня, достигает ксилемы. Клетки ксилемы содержат сахар и соли, и являются гипертоничными по отношению к окружающим тканям. Вследствие этого вода поступает в сосуды ксилемы и повышает давление жидкости внутри проводящих элементов подобно тому, как она проникает в трубочку через пленку.

Развивается корневое давление - одна из сил, обуславливающих восходящий ток сока по корням и стеблю. Часть веществ поступает в корень путем активного переноса - ионы многих веществ, а также некоторые органические вещества (например, глюкоза) поступают в клетку против градиента концентрации, т.е. из зоны меньшей в зону большей концентрации; поступление осуществляется с затратой энергии в виде АТФ. Поглощение корнями неорганических ионов против градиента концентрации сопровождается повышением скорости клеточного метаболизма.

Развивающееся в результате этих процессов корневое давление можно сформулировать так: корневое давление - это положительная разница между осмотическим давлением в клетке корня на границе корень - стебель и осмотическим давлением почвенной воды, окружающей корневую волосок, или осмотическим давлением в корневом волоске. Корневое давление в растениях довольно большое. Например, такое небольшое растение, как помидор, может развивать давление до 12 атм., достаточное для поднятия воды на высоту 115 м. Вода также может поступать в корень, не проходя через клетки коры, а по межклетникам вдоль целлюлозных стенок и через пропускные клетки эндодермы проникает в ксилему. Кроме того, в целлюлозных стенках многих растительных клеток имеются крошечные отверстия, через которые цитоплазма одной клетки непосредственно сообщается с цитоплазмой другой, соседней клетки. Возможно, что эти соединительные тяжи служат еще одним важным путем для переноса воды, ионов, сахаров и аминокислот из клетки в клетку.

4. Дыхание корней.

Корни, как и другие органы растений, дышат: поглощают кислород, выделяют углекислый газ. Кислород легко диффундирует из воздуха между частичками почвы в окружающую их пленку воды и в корневые волоски. Затем он диффундирует в клетки коры и достигает центрального цилиндра. Углекислота также путем диффузии перемещается в обратном направлении и выходит наружу через корневые волоски. У старых растений, не имеющих корневых волосков, газы поступают и выходят наружу через множество мелких отверстий - чечевички.

5. Видоизменения корней.

В корнях некоторых видов растений откладываются в запас питательные вещества, отчего корни сильно утолщаются, изменяется их внешний вид и строение, т.е. происходит видоизменение корня (метаморфоз).

В корнеплодах утолщается главный корень - морковь, свекла, петрушка, брюква и др. На второй год у этих растений развивается цветonoсный побег за счет питательных веществ, запасенных в корне.

Корнеклубни (или корневые шишки) образуются на придаточных или на боковых корнях (например, георгины, чистяк, ятрышник и др.).

Воздушные корни характерны для некоторых тропических растений, в частности, орхидей. Они свободно висят в воздухе, не достигая земли и поглощая падающую на них влагу от дождя или росы.

На нижних частях стеблей кукурузы образуются придаточные корни, придающие растению устойчивость и играющие роль опорки для всего растения. У баньяна развиваются мощные столбовидные надземные корни-опорки, удерживающие огромную крону дерева.

Корни-присоски (гаустории) развиваются у растений паразитов - повилики, омелы и др.

У луковичных и клубнелуковичных растений, например, у крокуса среди многочисленных нитевидных корней имеется несколько более толстых, так называемых втягивающих корней, сокращение которых втягивает клубнелуковицу глубже в почву.

Корневые отпрыски развиваются из придаточных почек корней у яблони, вишни, сливы, хрена, одуванчика и многих других растений.

У некоторых лиановидных растений (плющ, монстера) корень выполняет роль прицепки, крючка. С их помощью растение, не имеющее прямостоячего стебля, поднимается вверх по стене, скале или стволу других растений.

У пандануса, обитающего на береговых отмелях океанов в тропиках, развиваются ходульные корни, защищающие растения от затопления приливами. Они высоко над водой удерживают на зыбком песке крупные облиственные побеги.

Некоторые растения, живущие на бедных кислородом почвах, например, тропические мангровые деревья, образуют дыхательные корни, которые развиваясь из подземных боковых корней, поднимаются над водой или почвой вертикально вверх и снабжают подземные части растения воздухом.

У растений из семейства бобовых (фасоль, горох, клевер и др.) на корнях развиваются клубеньки, в которых расположены бактерии, способные усваивать азот из воздуха. Корни многих других травянистых и древесных растений образуют с грибами симбиоз, полезный для обоих компонентов. Этот симбиоз носит название микоризы (грибокорень). Грибы часто выполняют роль корневых волосков, улучшая снабжение растений водой, минеральными веществами и азотом, а гриб от растения получает готовое органическое вещество.

6. Побег, его строение.

Стебель с листьями и почками, развившийся из почки в течение одного вегетационного периода, называют побегом. Одни побеги у растений состоят только из стебля, листьев и почек, их называют вегетативными. Другие побеги помимо вегетативных частей имеют цветки и называются генеративными.

Побег состоит из повторяющихся элементов - узлов и междоузлий. Узел - участок стебля, от которого отходит лист (листья). Междоузлие - часть стебля между соседними узлами. Пауза листа - угол между листом и находящимся выше междоузлием. После опадения листьев на стебле остается рубец. В зависимости от степени развития междоузлий различают укороченные и удлиненные побеги. Особенность строения стебля проявляется в чередовании узлов и междоузлий. Поэтому листья на стебле могут располагаться в очередном, супротивном или мутовчатом порядке.

У большинства растений кроме главного стебля имеются боковые. Ветвление (развитие боковых побегов) имеет свои закономерности. Боковые побеги развиваются в различных направлениях, за счет чего формируется крона растений.

Различают дихотомическое, моноподиальное, симподиальное и ложнодихотомическое ветвления. При дихотомическом ветвлении верхушечная точка роста делится на две, которые дают ветви почти одинаковой величины, главная ось не выражена. При моноподиальном ветвлении главный стебель растет за счет верхушечной почки в течение всей жизни растения. Симподиальное ветвление характеризуется тем, что верхушечная почка главного и боковых побегов спустя некоторое время замирает, ее конус нарастания перестает функционировать или отстает в росте, а затем отсыхает. Тогда рост продолжается из пазушной почки, ближайшей к верхушке. Рост ветви идет в направлении к главной оси. Ложнодихотомическое ветвление наблюдается у деревьев и кустарников с супротивным расположением листьев. После отмирания верхушки годичного побега вырастает не один побег замещения, а два.

7. Почка – зачаточный побег.

Почка представляет собой укороченный зачаточный побег, находящийся в состоянии относительного покоя, с зачаточными листьями и цветками. Выделяют вегетативные, цветочные (генеративные) и смешанные (вегетативно-генеративные) почки. В вегетативной почке находятся зачаточный стебель с зачатками листьев, в генеративной - зачаточный стебель с зачатками цветков (соцветий), в смешанной - зачаточный стебель с зачатками листьев и зачатками цветков (соцветий). Из вегетативной почки развивается вегетативный побег, из генеративной - цветки (соцветия).

Сверху почка, как правило, прикрыта почечными чешуями. Они пропитаны смолистыми веществами и склеиваются краями между собой. Такой своеобразный колпак из кожистых листьев надежно укрывает внутренние части почки. Внутри вегетативной почки расположены зачаток стебля, зачатки листьев и боковых почек. Внутри генеративной почки расположены

зачатки цветков. На верхушке зачаточного побега находится участок стебля, называемый конусом нарастания, который состоит из меристематических клеток; в благоприятное время года эти клетки интенсивно делятся, обеспечивая нарастание массы клеток побега, из которых затем образуются новые зачаточные листья, почки, узлы стебля.

По местоположению различают несколько видов почек. Верхушечная почка развивается на верхушке побега, боковые (пазушные) почки - в пазухах листьев, придаточные почки - на междоузлиях, листьях и корнях. В зависимости от различных условий существования растений формируются так называемые зимующие (или покоящиеся) почки, спящие почки. Такие почки можно обнаружить на старых стволах или пнях дуба, березы, черемухи, тополя. Когда главный ствол замедляет свой рост или его спиливают, спящие почки трогаются в рост, из них вырастают облиственные побеги, образующие пнёвую поросль.

8. Внешнее строение стебля.

Стебель - вегетативный орган растения, имеющий радиальное строение, неограниченный верхушечный рост в длину.

Функции стебля следующие:

- место образования листьев и цветков, а в их пазухах - пазушных почек;
- ассимиляция органических веществ;
- транспорт воды, минеральных и органических веществ из корня к листьям и обратно;
- запасание питательных веществ и воды;
- вегетативное размножение.

У некоторых растений стебли выполняют функции листьев (например, у кактусов, осуществляя ассимиляционную функцию) и защиты растений (развиваются колючки и шипы).

В природе редко встречаются стебли, не имеющие листьев. У большинства растений направление роста стебля вертикальное (древесные, травянистые растения). Стебель в противоположность корню обладает отрицательным геотропизмом (или положительным гелиотропизмом), т.е. растет от центра земли к источнику света. Стебель, как и корень, развивается из зародыша семени.

В различных экологических условиях развиваются прямостоячие, приподнимающиеся, лежащие (стелящиеся), ползучие (плети и усы), лазающие (цепляющиеся) и вьющиеся стебли.

Тип побега	Строение	Примеры
Прямостоячий	Стебель направлен вертикально вверх, растет без опоры	Древесные и кустарниковые растения, многие травянистые: подсолнечник, кукуруза, рожь, пшеница, люпин, мятлик, ежа
Лежачий (плеть)	Побег стелется вдоль земли, укореняется крайне редко, междоузлия небольшие, из узлов поднимаются хорошо развитые зеленые листья	Тыква, арбуз, дыня, традесканция, настурция, очиток едкий, огурец
Ползучий	Стебель имеет длинный междоузлия, стелется по земле, а в местах соприкосновения узлов с почвой укореняется при помощи придаточных корней	Будра плющевидная, луговой чай, живучка ползучая, клевер ползучий, лапчатка гусиная
Вьющийся	Стебель слабый, не способен самостоятельно поддерживать вертикальное положение, поднимается	Вьюнок полевой, хмель, боб

	вверх, обвиваясь вокруг опоры. Если опоры нет, стебель стелется по земле (становится лежачим)	
Цепляющийся	Стебель прикрепляется к опоре (стенам, скалам, стволам деревьев) при помощи придаточных корней	Плющ
Лазяущий	Стебель слабый, не способен самостоятельно поддерживать вертикальное положение, цепляется за опору при помощи вьющихся усиков	Горох, горошек мышиный, виноград

По форме сечения стебли бывают цилиндрические, продольно ребристые или гранистые (трехгранные - у осок, четырехгранные - у губоцветных, многогранные - у кактусов), крылатые - у чины, плоские - у опунции и др.

9. Внутреннее строение стебля.

Рассмотрим внутреннее строение стебля древесного растения.

Название слоя	Название ткани, ее компоненты	Строение	Функции
Кора (наружный слой)	Покровная: кожица (у молодых стеблей)	Образована одним слоем живых клеток с плотными оболочками, содержащими хлоропласты; имеются устьица	Фотосинтез, газообмен, защита
	пробка (у старых стеблей)	Состоит из нескольких слоев мертвых, заполненных воздухом клеток, пропитанных жироподобным веществом. Имеются чечевички, образованные крупными клетками основной ткани с большими межклетниками	Защита, газообмен
Внутренний слой (луб)	Механическая ткань – лубяные волокна	Вытянутые клетки с толстыми одревесневшими оболочками	Прочность стебля
	Проводящая ткань - ситовидные трубки	Живые вытянутые клетки, содержащие цитоплазму и	Проведение органических веществ от листьев к

		лишенные ядер, их поперечные перегородки пронизаны отверстиями	корню (нисходящий ток)
	Лубяная паренхима	Вид основной ткани: содержит крахмал и соли щавелевой кислоты	Запасание питательных веществ
Камбий	Образовательная ткань	Образован одним слоем живых узких длинных клеток с тонкими оболочками	Деление клеток и рост стебля в толщину
Древесина (основная часть ствола)	Древесная паренхима	Клетки живые, с тонкими оболочками, различной величины и формы	Запасающая
	Механические волокна	Клетки мертвые, длинные, с одревесневшими оболочками	Обеспечивают прочность и гибкость стебля
	Проводящая ткань – сосуды и трахеиды	Состоит из мертвых клеток с утолщенными стенками, с разрушенными поперечными перегородками	Проведение воды и минеральных веществ от корня к листьям (восходящий ток)
Сердцевина	Основная ткань	Состоит из крупных тонкостенных неплотно прилегающих друг к другу клеток, развиты межклетники	Запасание питательных веществ
	Сердцевинные лучи	Крупные клетки прямоугольной формы. Частично живые. Стенки могут одревеснеть	Горизонтальный ток питательных веществ

Структура стебля меняется в онтогенезе. Рост стебля начинается с деления клеток с последующим формированием систем тканей стебля и их упорядоченным расположением.

На поперечном срезе двудольного растения (деревянистого или травянистого) выделяют три концентрические зоны: наружная кора, сосудистые пучки и центральная сердцевина, состоящая из бесцветных паренхимных клеток, где запасаются питательные вещества. Самый наружный слой клеток стебля - эпидермис, клетки которого утолщены и содержат кутин. Под ним лежит слой толстостенных клеток колленхимы, выполняющих механическую функцию. Далее располагается слой рыхлых тонкостенных клеток паренхимы и, наконец, за ними находятся толстостенные клетки эндодермы, примыкающие к перициклу.

Ближе к центру располагаются сосудистые пучки. Каждый сосудистый пучок состоит из наружной группы клеток флоэмы и внутренней группы клеток ксилемы, разделенных слоем

меристематической ткани - камбия. В результате непрерывной митотической активности камбий образует снаружи новые клетки флоэмы, внутри - новые клетки ксилемы. Флоэма как бы примыкает к клеткам перицикла (слой толстостенных механических клеток). Между сосудистыми пучками расположены сердцевинные лучи - группы клеток, тянущиеся радиально от сосудистой ткани к сердцевине и к коре и служащие для передвижения веществ и воды из ксилемы и флоэмы к внутренним и наружным тканям. Проводящие пучки располагаются по окружности стебля в один, реже два ряда, примерно на одинаковом расстоянии от покровной ткани. Проводящая система располагается в виде вертикальных тяжей вдоль оси стебля

У двудольного травянистого растения сходное внутреннее строение стебля, но отличие состоит в том, что слой коры тоньше, клетки паренхимы содержат хлорофилл (у деревянистых только молодые растения имеют хлорофилл), нет древесины, меньше механической ткани. Сосудистые пучки одинакового размера и располагаются строго по окружности и обязательно содержат камбий.

У однодольных травянистых растений, живущих один вегетационный период, на поперечном срезе можно видеть отсутствие слоя коры, сосудистые пучки не содержат камбия (нет вторичного утолщения стебля) и окружены механической тканью. Такие сосудистые пучки называются закрытыми. Пучки различных размеров хаотично разбросаны по стеблю. Серцевина рыхлая, быстро разрушается, образуя полость (запасания питательных веществ не происходит).

Растительный сок у деревянистых растений поднимается к листьям только по самым молодым наружным клеткам ксилемы (так называемая заболонь); внутренние слои мертвых твердых ксилемных клеток и волокон, образующих ядровую древесину, повышают прочность стебля для того чтобы он мог выдержать увеличивающуюся по мере роста дерева тяжесть листвы.

10. Рост стебля в толщину.

Стебли древесных растений в течение первого года жизни сходны по строению со стеблями травянистых растений. Однако, к концу первого года вегетационного периода в сердцевинных лучах возникает дополнительный камбий, так что потом образуется сплошное кольцо камбия и между сосудистыми пучками и внутри них формируются открытые сосудистые пучки. В последующие вегетационные периоды камбий продуцирует добавочные слои ксилемы и флоэмы, заменяя первичную флоэму и образуя снаружи от камбия тонкий непрерывный слой из проводящей питательные вещества ткани, а ежегодные отложения ксилемы у древесных растений образуют годичные кольца. Сосуды ксилемы, развивающиеся весной, шире и кажутся более светлыми, чем сосуды, появляющиеся осенью, поэтому границы между ними заметны на глаз. По числу годичных колец можно определить возраст побега и дерева в целом.

Ширина годичных колец у древесных растений зависит от условий окружающей среды. Так, в холодном климате, на болотных почвах величина годичных колец очень мала. В благоприятных климатических условиях, на богатых почвах толщина годичных колец увеличивается. Сопоставляя чередование широких и узких колец у ствола, можно определить, в каких условиях жило растение, а также установить колебания погодных условий за многие годы.

Камбий играет важную роль и в заживлении ран у растений. У большинства деревянистых растений некоторые клетки наружной коры становятся меристематическими; в результате появляется пробковый камбий, за счет которого толщина коры увеличивается. Самые наружные клетки коры пропитываются водонепроницаемыми воскоподобными веществами и в конце концов отмирают и опадают. Эпидермис молодых деревянистых побегов имеет подобно листьям устьица, через которые происходит газообмен. Позднее некоторые клетки пробкового камбия многократно делятся и образуют вздутия - чечевички, которые разрывают эпидермис. Межклетники этих участков с рыхло расположенными клетками соединены с межклетниками тканей, что облегчает диффузию газа от чечевичек в стебель и из него. У молодых деревянистых растений под эпидермисом появляется ассимилирующая паренхима, в клетках которой по мере «старения» растения хлоропласты постепенно разрушаются, а сами клетки лигнифицируются и замещаются колленхимными, выполняющими механическую функцию.

11. Передвижение веществ по стеблю.

В стебле вода и соли, поглощаемые корнями, поднимаются главным образом по трахеидам и сосудам ксилемы, а сахар и другие органические вещества движутся по ситовидным трубкам флоэмы. Хотя путь переноса воды давно известен, механизм этого процесса еще остается не вполне ясным. Для того чтобы поднять до самых верхушек деревьев воду, необходимо определенное давление (по некоторым оценкам, у высоких деревьев это давление может достигать 30 атм.). Такое давление могло бы создаваться у основания растения и толкать воду вверх, либо

возникать у его верхушки и подтягивать воду из корней. Скорее всего, давление развивается благодаря совместному действию этих сил.

Водяной столб в сосудах ксилемы испытывает присасывающее давление сверху (за счет транспирации воды листьями) и находится в растянутом состоянии. Однако между молекулами воды, соединенными друг с другом водородными связями, существует сильное взаимное сцепление и поэтому тонкие водяные тяжи в сосудах ксилемы проявляют большую прочность на разрыв. Благодаря создаваемому в результате транспирации натяжению и сцеплению молекул воды происходит поднятие водяного столба по ксилеме, имеющей мало перегородок (как по водопроводной трубе). Кроме того, в листьях высокая концентрация органических веществ, и они в свою очередь как бы «насосывают» воду. Поскольку концентрация органических веществ в клетках корня ниже, чем в листьях, создается разница между осмотическим давлением сока в листьях и корне (часто эту разницу определяют как сосущую силу растения).

Питательные вещества передвигаются по ситовидным трубкам флоэмы. Переносимые флоэмой вещества проходят через живые активные клетки в отличие от ксилемы, в которой вода и сок поднимаются по пустым трубкам из мертвых клеточных стенок без цитоплазмы. Ситовидные трубки флоэмы содержат цитоплазму, концы их клеток соединены друг с другом цитоплазматическими нитями, переходящими через мелкие поры в ситовидных пластинках (видоизмененных клеточных стенок).

Предполагается, что, с одной стороны, вещества, прошедшие через ситовидную пластинку, подхватываются током цитоплазмы, который на одной стороне клетки направлен вверх, а на другой вниз, и могут переходить из одной клетки в другую; с другой стороны, вода с растворенными в ней веществами движется по трубкам флоэмы под напором «вниз» по градиенту тургорного или осмотического давления. Скорее всего, перенос веществ по сосудам флоэмы осуществляется не по одному закону, а существует одновременно несколько механизмов переноса веществ.

12. Видоизменения побегов.

Рассматривая побеги различных деревьев и кустарников, можно заметить, что годичный прирост на ветках одного и того же дерева может сильно различаться. Как можно определить, на сколько побег вырос за один год? Это можно определить по расстоянию между почечными кольцами. Например, у осины некоторые побеги за год вырастают в длину на десятки сантиметров, а некоторые побеги за несколько лет могут вырасти всего на несколько сантиметров.

Для древесных растений в целом нехарактерен вставочный рост. Но в ряде случаев древесный побег растет именно за счет вставочного роста. После развертывания почек на побеге сильно удлиняются междоузлия. Это и есть вставочный рост побегов древесных растений. Обычно он прекращается достаточно быстро.

Если в результате междоузлия удлиняются достаточно сильно, такие побеги называют удлиненными. Но бывает и так, что междоузлия практически не увеличиваются в размере. В результате они остаются очень короткими и практически незаметными. Такие побеги называют укороченными. У древесных растений часто можно встретить на одной ветке оба типа побегов. На укороченных побегах обычно расположены цветки и плоды, потому что, удлиненные побеги очень гибкие, они будут изгибаться под тяжестью плодов. Укороченный побег более прочный.

У травянистых растений укороченные побеги называются розеточными. Листья на них расположены очень близко друг к другу, и как бы собраны в прикорневые розетки. При таком расположении листьев они не затевают друг друга и солнечный свет попадает на каждый лист. Такие побеги имеют подорожник, одуванчик, примула, комнатная фиалка. У травянистых растений укороченные побеги чаще всего являются вегетативными, а цветки и плоды расположены на удлиненных побегах. В этом случае цветки выносятся над листьями для облегчения их опыления ветром или насекомыми.

Растения с вьющимися, цепляющимися и лазающими побегами также называют лианами. Большое количество разнообразных лиан встречается в тропических лесах.

Стебель многих растений, произрастающих в засушливых местах, может видоизменяться, превращаясь в орган-резервуар для воды. Одни из представителей таких растений всем хорошо известны. Это кактусы. Некоторые деревья, например некоторые баобабы и пальмы, способны накапливать влагу в стволе, за счет чего он сильно разбухает и приобретает выпуклую форму. В засушливый сезон дерево расходует накопленную влагу, в результате чего ствол худеет. Такие деревья называют бутылочными.

Побеги некоторых растений сильно видоизменяются, приобретая причудливую, форму. Иногда образуются укороченные побеги, видоизмененные в колючки, защищающие растения от поедания животными, они развиваются из боковых почек в пазухах листьев (боярышник, дикая яблоня, гледичия). У тыквы, огурца, дыни, винограда часть побегов видоизменяется в усики. У некоторых растений стебли принимают вид листовой пластинки (филлокладий), имеют зеленый цвет и выполняют функцию фотосинтеза (например, у иглицы).

Но изменяются не только надземные, но и подземные побеги.. Они способствуют переживанию растениями неблагоприятных условий (засуха, зимний период и т.п.). В них происходит запасание питательных веществ для последующего развития. Служат органом вегетативного размножения.

Тип побега	Особенности строения растений	Примеры
Корневище	Многолетний подземный растущий горизонтально побег с верхушечными и боковыми почками, видоизмененными листьями (чешуйками), и придаточными корнями Запасные питательные вещества откладываются в стеблевой части побега. Корневище внешне похоже на корень, но отличается наличием листьев; оканчивается корневище почкой, а не корневым чехликом	Крапива, ирис, ландыш, аспидистра, ветреница, купена лекарственная, майник двулистный, пырей ползучий
Клубень	Имеют верхушечные и боковые почки («глазки»), чешуевидные листья, листовые следы («бровки»). Во внутреннем строении выделяют кору, камбий, древесину и сердцевину	Подземные клубни (картофель, топинамбур) развиваются на столонах. Надземные клубни развиваются у капусты кольраби, некоторых видов орхидей.
Луковица	Побег с коротким уплощенным стеблем	Лук, чеснок, тюльпан, лилия, нарцисс, гиацинт, галантус

	(донцем), сочными мясистыми чешуевидными листьями, из верхушечной и пазушной почек которого развиваются надземные побеги или листья. Снизу на донце развиваются придаточные корни	
Клубнелуковица	По форме напоминает луковицу, но запасные питательные вещества откладываются здесь в стеблевой части, чешуи же - сухие	Гладиолус, шафран, безвременник

13. Внешнее строение листа.

Лист - вегетативный орган растения, развивающийся на стебле, имеющий двустороннюю симметрию, обладает ограниченным ростом, нарастающий основанием путем вставочного роста (однодольные) или всей поверхностью (двудольные).

Функции листа:

- ассимиляция органических веществ (фотосинтез);
- транспирация (испарение воды);
- газообмен (поглощение и выделение CO_2 и O_2);
- запасание питательных веществ и воды;
- вегетативное размножение.

У однолетних растений продолжительность жизни листа примерно равна длительности жизни стебля, у многолетних - значительно короче. У большинства растений лист живет 1-1,5 года, но чаще меньше, а у вечнозеленых - 1-5 лет (иногда 10-15 лет, как у ели, араукарии).

Лист большинства растений состоит из пластинки, прикрепленной к стеблю при помощи черешка, такие листья называют черешковыми; при отсутствии черешка лист называют сидячим. Нижняя часть листа, соединяющаяся со стеблем, называется основанием листа. Часто у основания черешка образуются парные боковые выросты - прилистники. Иногда основание черешка расширяется во влагалище, охватывающее стебель (зонтичные). У злаков лист состоит из длинного трубчатого влагалища и узкой листовой пластинки.

Различают листья простые и сложные. Простые листья имеют одну пластинку (цельную или выемчатую). Сложные листья состоят из двух или более листочков, прикрепленных к общему черешку короткими черешочками. Благодаря этому сложный лист опадает по частям: сначала листочки, а потом черешок.

Простые листья свойственны подавляющему большинству растений (травы, деревья, кустарники). Их классифицируют по целому ряду признаков. Листья с цельной пластинкой по форме:

- листовой пластинки - яйцевидные, округлые, ланцетные, эллиптические, продолговатые, линейные и др.;
- верхушки пластинки - тупые, острые, заостренные, остроконечные, выемчатые;
- основания пластинки - сердцевидные, округлые, клиновидные, стреловидные, копьевидные;
- края пластинки - цельнокрайние, пильчатые, двоякопильчатые, зубчатые, городчатые, выемчатые.

Листья с выемчатой пластинкой:

- лопатные (глубина выемки - не более четверти ширины половины пластинки);
- раздельные (глубина выемки - одна треть ширины половины пластинки и более);
- рассеченные (глубина выемки может достигать главной жилки листа).

По расположению выемок различают тройчато-, пальчато- и перистолопастные, раздельные и

рассеченные листья.

Сложные листья классифицируют по расположению листочков на общем черешке:

- пальчатосложные - листья располагаются на верхушке черешка в одной плоскости и расходятся более или менее радиально (несколько листовых пластинок прикреплены к одной точке);
- перистосложные - листья располагаются по всей длине черешка попарно, причем на верхушке может располагаться один лист (непарноперистосложные) или два (парноперистосложные); тройчатые - на черешке расположено три листочка.

Формы простых листьев с цельной листовой пластинкой.

название формы листа	примеры растений
округлые	манжетка, осина
яйцевидные	мята перечная, бук, крапива двудомная
обратно-яйцевидные	ольха клейкая, волчник, дуб
овальный (эллиптический)	черемуха, фикус, вишня, жимолость
копьевидный	щавель, лебеда копьевидная
стреловидный	вьюнок полевой, стрелолист
продолговатый	настоящий каштан, лавровишня
ланцетный	ива ломкая, лох серебристый, подорожник ланцетолистный, чина луговая
лопатчатый	мыльнянка клейкая (прикорневые листья)
почковидный	копытень европейский, печеночница, камнеломка точечная
ромбический	марь, береза бородавчатая
линейный	тис, злаки, осоки, кукуруза
игольчатый	ель, сосна, лиственница

Формы простых листьев с расчлененной листовой пластинкой

название формы листа	примеры растений
тройчатолопастной	смородина, хмель, плющ
тройчатораздельный	снить (молодые листья)
тройчаторассеченный	воронец колосистый
пальчатолопастной	клен, платан
пальчатораздельный	хмель, герань
пальчаторассеченный	купальница европейская, морозник кавказский
перистолопастной	дуб
перистораздельный	одуванчик, цикорий
перисторассеченный	лапчатка многонадрезанная, тысячелистник, полынь

Формы сложных листьев

название формы листа	примеры растений
тройчатосложный	земляника, клевер, люцерна, соя, ежевика, раkitник, аквилегия (водосбор)
пальчатосложный	каштан конский, люпин, конопля
парноперистосложный	арахис, желтая акация, карагана
непарноперистосложный	рябина, вика, шиповник, роза
дваждыперистосложный	гледичия, щитовник мужской
триждыперистосложный	папоротник кочедыжник женский
прерывистоперистосложный	картофель
лировидный	гравилат

Формы края листа

название формы края листа	примеры растений
цельнокрайные	подорожник, сирень, крушина
пильчатый	крапива, липа, вяз
двойкопильчатый	мать-и-мачеха
зубчатый	манжетка, лещина, сабельник, крапива
городчатый	живучка ползучая, береза карликовая, калужница

При изучении внешнего строения листа хорошо видно, что на листовой пластинке многих растений четко выражены жилки. Они представляют собой пучки проводящей и механической ткани. По жилкам в лист поступает вода и минеральные соли и отводятся органические вещества. Выделяют следующие типы жилкования листьев: простое - листовую пластинку пронизывает одна жилка (мхи, плауны, хвойные, из покрытосеменных - элодея); дихотомическое - жилки ветвятся вильчато (гинко); сетчатое - наиболее широко распространенный тип жилкования, когда одна или несколько крупных жилок дают боковые ответвления, образующие густую сеть (перистое и пальчатое жилкование); дуговое и параллельное - несколько неветвящихся одинаковых жилок пронизывают лист; у злаков - параллельное жилкование, у ландыша - дуговое.

Сетчатое жилкование характерно для двудольных растений, а параллельное и дуговое жилкование – для однодольных растений.

Распределение листьев на стебле может быть очередным (в узле от стебля отходит один лист), супротивным (в узле находятся два листа, располагающиеся друг против друга) и мутовчатым (от узла отходят три листа и более).

14. Внутреннее строение листа.

Микроскопическое строение листа у многих растений достаточно сходно, что определяется его основными функциями - фотосинтезом, газообменом, транспирацией. На схематическом строении листа четко выделяются следующие участки: эпидерма, мезофилл, проводящие пучки (жилки). Как правило, на верхней эпидерме почти полностью отсутствуют устьица, она покрыта толстым слоем кутина. Между верхней и нижней эпидермой находится мезофилл, состоящий из ассимиляционной паренхимы. У светолюбивых растений клетки паренхимы, прилегающие к верхней эпидерме, имеют вытянутую форму, плотно сомкнуты, без межклетников. Это столбчатая (палисадная) паренхима. У теневых листьев она может отсутствовать. В столбчатой паренхиме в основном осуществляется фотосинтез. Ближе к нижней эпидерме расположены клетки округлой формы с крупными межклетниками - губчатая паренхима, осуществляющая главным образом процессы газообмена и транспирации. В мезофилле расположены проводящие пучки, в которых ксилема обращена к верхней стороне листа, а флоэма - к нижней. Проводящие пучки связывают лист с проводящей системой стебля.

Устьица, как правило, располагаются на нижней эпидерме листа, но могут встречаться на обеих сторонах листа. У плавающих на поверхности воды листьев они располагаются только на верхней эпидерме, а на погруженных листьях обычно отсутствуют.

Каждое устьице окружено двумя замыкающими клетками, которые, меняя свою форму, могут изменять величину щели, регулируя тем самым газообмен. В отличие от эпидермальных клеток замыкающие клетки содержат хлоропласты. На 1 мм² листа приходится от 50 до 500 устьиц. Замыкающие клетки устьиц имеют фасолевидную форму, при этом стенки, обращенные к щели, толще, чем на противоположной стороне. Как правило, устьица открываются на свету и закрываются в темноте. Открывание и закрывание устьиц регулируется изменениями тургорного давления (давление воды изнутри на клеточную стенку) в замыкающих клетках. Открывание устьиц происходит, когда в замыкающих клетках в процессе фотосинтеза активно накапливаются растворенные вещества (например, глюкоза), что приводит к увеличению осмотического давления в клетке и поступлению воды в замыкающие клетки и последующему

увеличению тургорного давления (большего, чем в соседних клетках). При повышении тургорного давления обращенные наружу стенки замыкающих клеток выпячиваются. Это вызывает искривление и внутренних стенок, в результате чего они отходят друг от друга и между ними образуется щель.

При уменьшении тургорного давления (уменьшение растворенных веществ в клетках устьиц и выход из них воды) эластичные внутренние стенки восстанавливают свою первоначальную форму и устьица закрываются.

Механизм изменений тургорного давления весьма сложен и зависит от нескольких слагаемых: он связан с образованием в клетках глюкозы и других осмотически активных веществ, растворенных в воде; с изменением градиента водного потенциала, зависящего от переноса ионов (главным образом K^+) и анионов (хлорида и малата) через клеточную мембрану; также зависит от микроструктуры оболочек замыкающих клеток.

При открывании устьиц углекислота поступает в лист и создает предпосылки для фотосинтеза. В отсутствие света фотосинтез в замыкающих клетках прекращается (как и во всех других), тургорное давление снижается и устьица закрываются. При недостатке поступления воды в растение устьица тоже закрываются, сберегая таким образом то небольшое количество влаги, которое доступно растению.

15. Функции листа.

Зеленый лист выполняет важную функцию в жизни растения – здесь образуются органические вещества в процессе фотосинтеза. Строение листа хорошо соответствует этой функции: он имеет плоскую листовую пластинку, а мякоти листа содержится огромное количество хлоропластов с зеленым хлорофиллом.

Листья растений содержат много воды. Она поступает в лист по проводящей системе от корней. Внутри листа вода продвигается по стенкам клеток и по межклетникам к устьицам, через которые испаряется. Испарение воды – еще одна важная функция листа. Испарение обеспечивает взаимосвязь корней и листьев растения. За счет испарения воды растение поднимает воду, необходимую для фотосинтеза на большую высоту. Процесс испарения регулируется открыванием и закрыванием устьиц в зависимости от факторов внешней и внутренней среды, в первую очередь температуры и интенсивности солнечных лучей.

Благодаря работе устьиц листья осуществляют газообмен между растением и атмосферой. В процессе дыхания растение из воздуха получает кислород и выделяет углекислый газ. В процессе фотосинтеза получает углекислый газ и выделяет кислород. В темное время суток осуществляется только процесс дыхания. На свету оба процесса идут параллельно.

16. Видоизменения листьев.

В процессе приспособления к условиям окружающей среды листья, помимо основных, приобретают дополнительные функции. У ряда пустынных растений листья толстые и мясистые, что способствует сохранению запасов воды, а у кактусов, наоборот, листья превращаются в колючки для уменьшения испарения воды. У барбариса, караганы, верблюжьей колючки некоторые листья стали колючками для защиты от поедания животными. Листья, превратившиеся в усики, служат для прикрепления к субстрату у лазящих растений (горох). В листьях многих растений (например, капусты, алоэ, очиток, молодило) откладывается большое количество запасных питательных веществ. У многих растений листья служат органом вегетативного размножения. Почечные чешуи, покрывающие почки, – это видоизмененные листья. Они защищают зачаточные побеги от неблагоприятных воздействий окружающей среды.

Листья некоторых растений (росянки, венериной мухоловки, непентеса, пузырчатка) способны улавливать насекомых. Небольшие насекомые, попадая на эти листья, погибают, растворяются при помощи ферментов, выделяемых листьями, и потребляются растением в качестве пищи. Такие растения называют насекомоядными. Они произрастают на почвах, бедных азотом, калием, серой и фосфором. Из тел насекомых эти растения получают необходимые им органические вещества.

17. Листопад.

В умеренных широтах каждой осенью наблюдается листопад. В процессе жизнедеятельности листья к концу вегетационного периода стареют, питательные вещества из них оттекают, хлорофилл начинает разрушаться, в тканях листа накапливаются отработанные ненужные вещества. Опадение листьев обусловлено изменениями, происходящими в листе, а именно в месте прикрепления черешка к стеблю. У основания черешка образуется в поперечном направлении специальный отделительный слой из тонкостенных рыхло расположенных клеток, ослабляющих основание листа. Со стороны стебля ближайшие к основанию черешка клетки пробковеют и образуют защитный слой, сохраняющийся после опадения листа - след остается на побеге. При сильном ветре лист, удерживаемый только покровными клетками, опадает. К осени изменяется и цвет листьев за счет разрушения зеленого хлорофилла и выявления желтого и красного пигментов, маскировавшихся зеленым пигментом. Кроме того, цвет изменяется за счет синтеза в клетках листа красного и пурпурного пигментов - антоцианов. Образование антоцианов по времени совпадает с формированием отделительного слоя, поскольку сами антоцианы для растения представляют как бы яд. Во избежание поступления антоцианов в стебель образуется отделительный слой, вследствие чего листья опадают.

Листопад – выработанное в процессе эволюции приспособление растения, благодаря которому удаляются вредные вещества, а также происходит сокращение поверхности надземных органов в неблагоприятный период года. Вследствие листопада уменьшается испарение воды и предотвращается поломка кроны под тяжестью снега.