

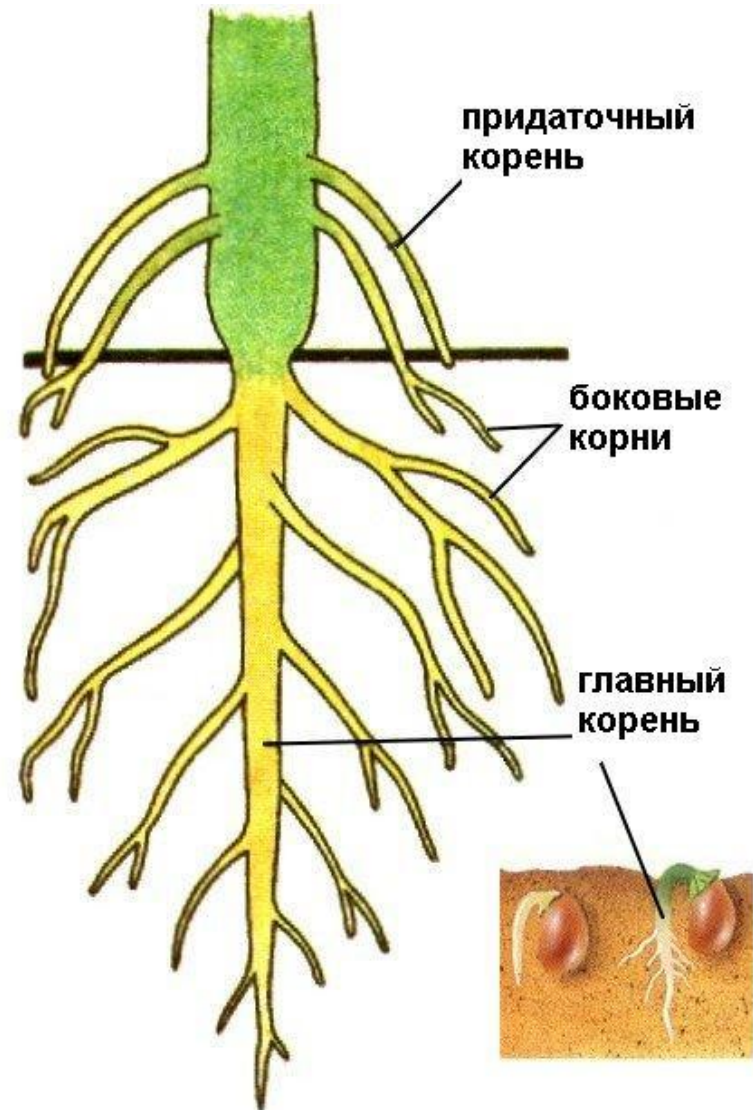
Корень

- **Корень** — осевой подземный орган растения, обладающий неограниченным концевым ростом.



Виды корней

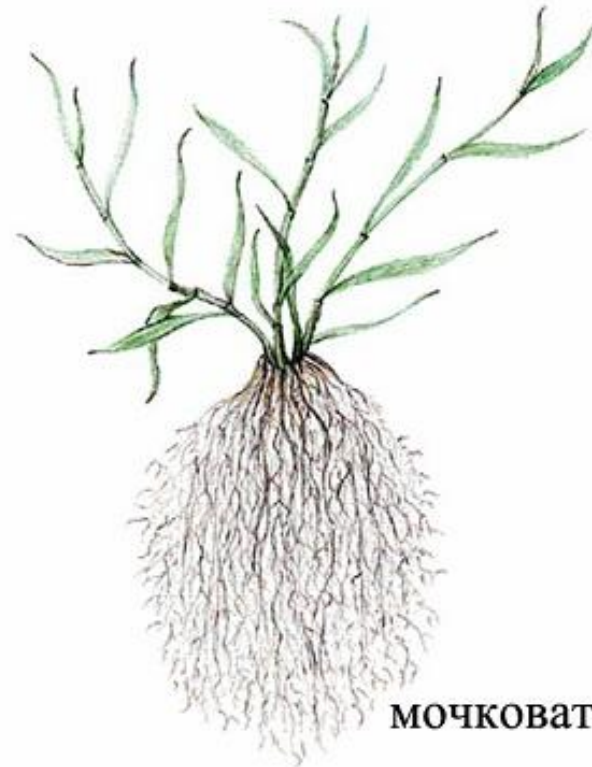
- **Главный корень** развивается из зародышевого корешка семени и играет в растении роль центральной оси подземной части.
- **Придаточные корни** растут от побега.
- **Боковые корни** образуются на главном и придаточных корнях.
- Вся совокупность корней растения называется **корневой системой**.



Корневая система

- В зависимости от развития тех или иных видов корней выделяют два типа корневых систем
- **Стержневая корневая система** состоит из хорошо развитого главного корня и отходящих от него более мелких боковых корней, которые в свою очередь делятся на боковые корни второго, третьего и т. д. порядков.
- Такая корневая система характерна для двудольных растений и хорошо просматривается только у молодых растений, выращенных из семян. У старых многолетних растений главный корень со временем замедляет рост, а боковые корни догоняют его или даже перерастают.

Корневые системы



мочковатая

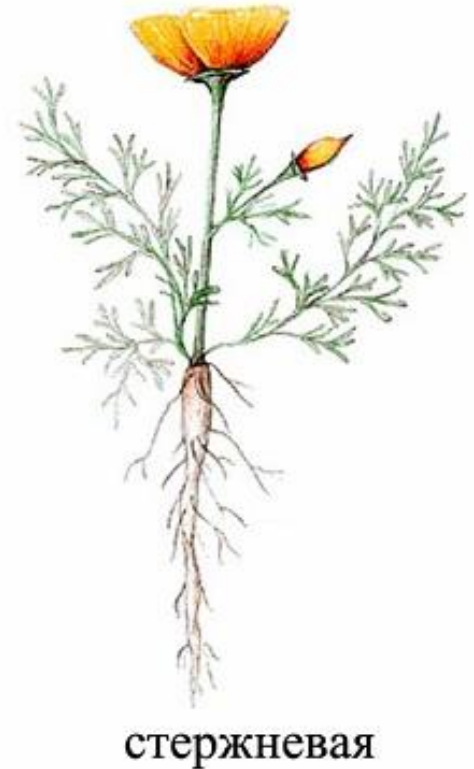
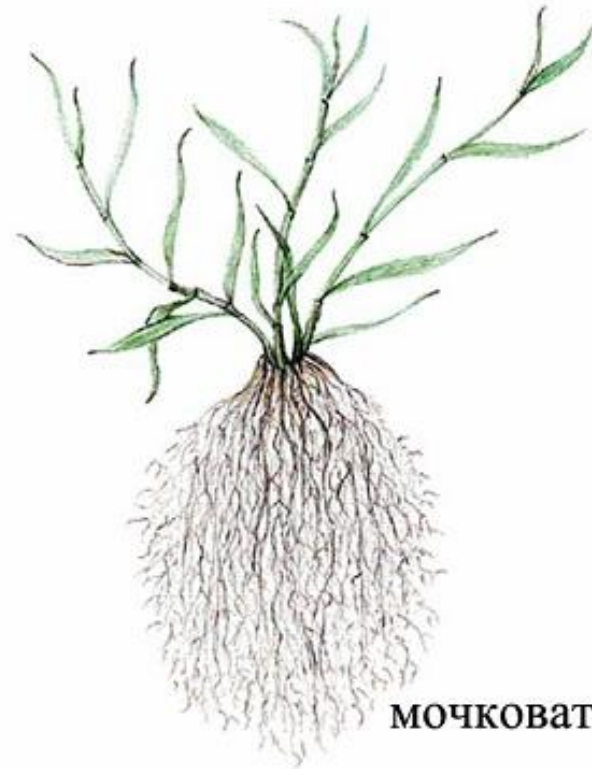


стержневая

Корневая система

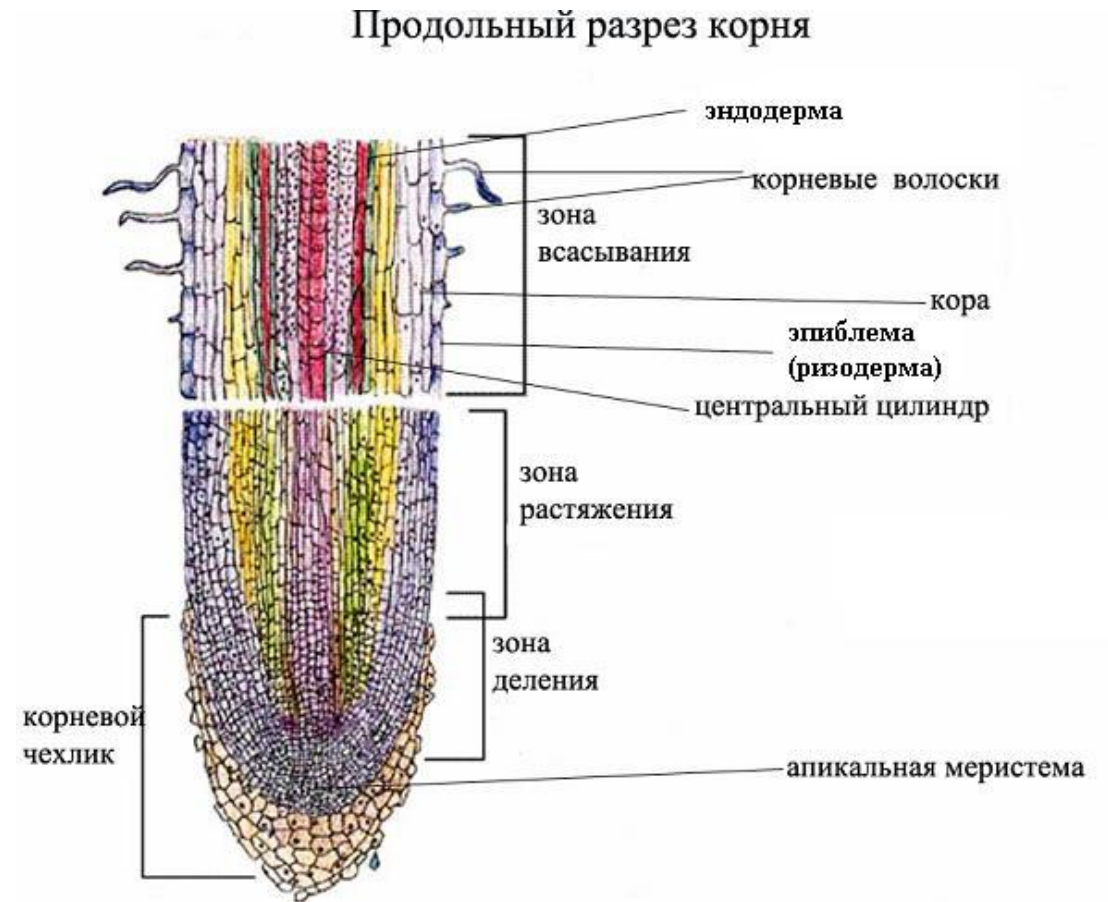
- Мочковатая корневая система состоит из многочисленных придаточных и боковых корней. Главный корень не развивается или развивается слабо.
- Мочковатая корневая система характерна для однодольных растений.

Корневые системы



Внутреннее строение корня

- В строении корня различают несколько зон, каждая из которых имеет определенное строение и выполняет определенные функции



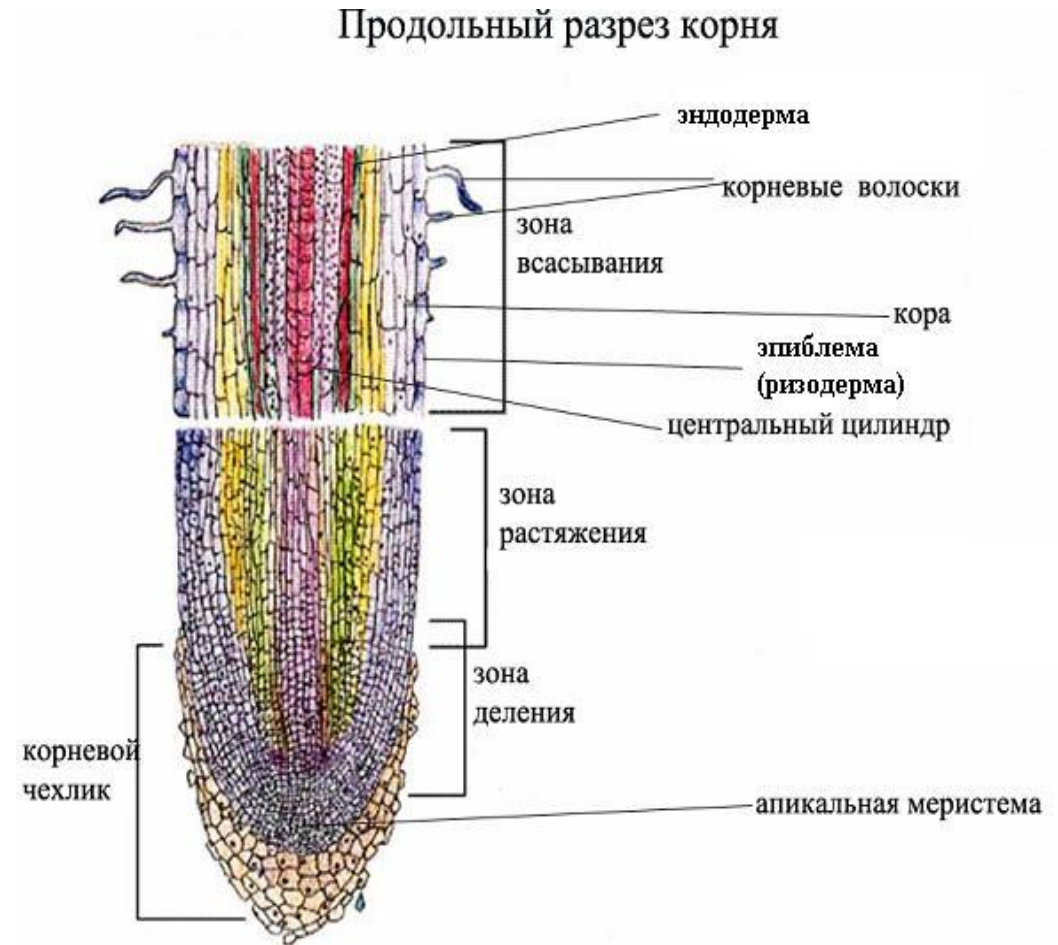
Зоны корня

Внутреннее строение корня

- **Зона деления** состоит из мелких постоянно делящихся клеток верхушечной меристемы. Это зона находится на кончиках всех корней растения. Благодаря верхушечной меристеме осуществляется рост корня в длину.
- **Корневой чехлик** — несколько слоёв плотно сросшихся клеток с утолщенными стенками.

Функция корневого чехлика:

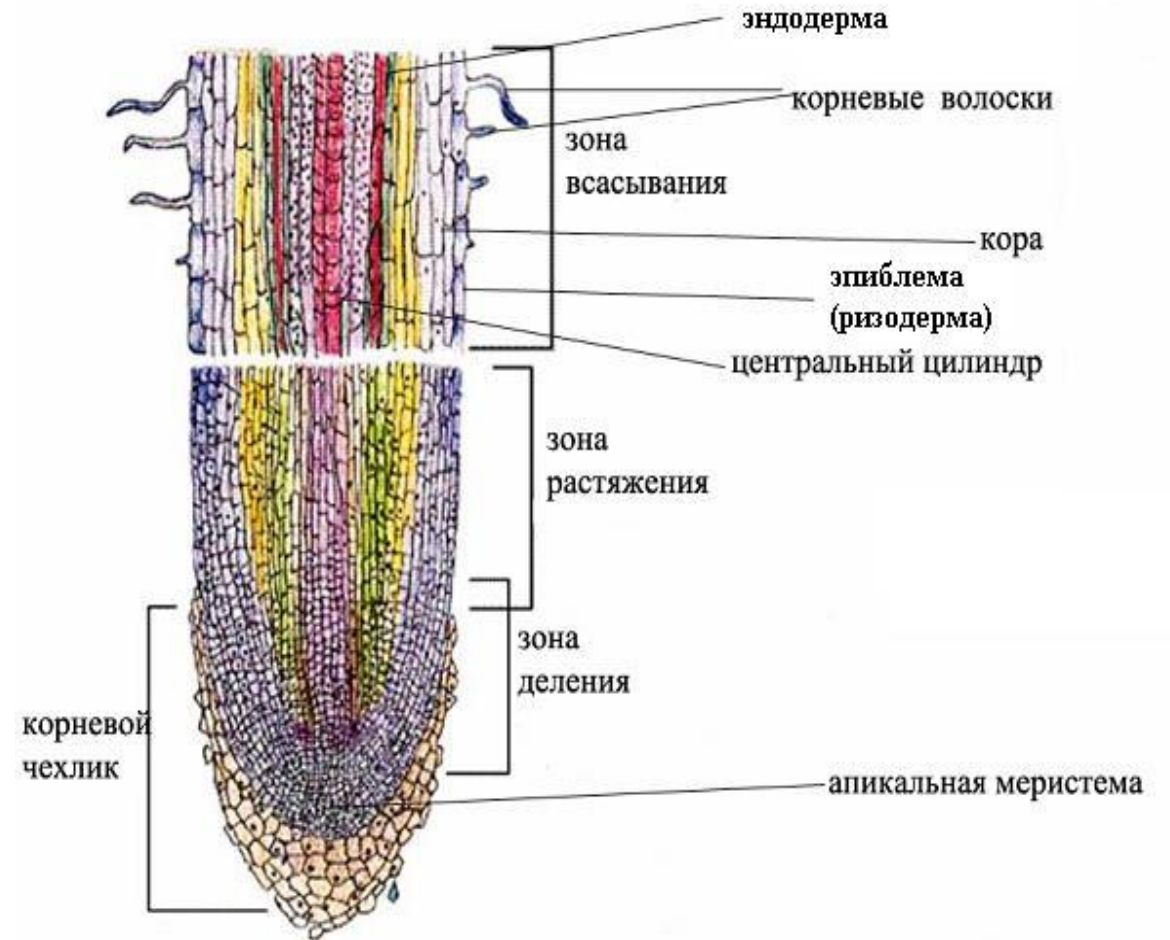
- механическая защита зоны деления;
 - выделение слизистых веществ для более легкого проникновения в почву.
- Клетки снаружи корневого чехлика постоянно разрушаются, а с внутренней стороны он нарастает благодаря клеткам меристемы.



Внутреннее строение корня

- **Зона растяжения (роста).** В ней клетки растут, вытягиваясь в длину, благодаря чему и происходит удлинение корня.
- В этой же зоне начинается дифференцировка клеток. Поверхностные клетки превращаются в клетки **ризодермы**. В центре формируются клетки проводящих тканей.
- **Зона всасывания.** Зона всасывания снаружи покрыта тонкой покровной тканью **эпиблемой** (или **ризодермой**). В этой зоне клетки эпиблемы образуют выросты — **корневые волоски**. Корневые волоски представляют собой длинные тонкие нитевидные клеточные выросты, в которые перемещается ядро клетки. По мере роста корня они разрушаются, эпидерма замещается пробкой и зона всасывания замещается зоной проведения.
- **Функция корневых волосков:** поглощение из почвы воды и минеральных веществ.
- **Зона проведения** продолжается до наземных частей растения. В ней находятся сосуды ксилемы, по которым от корня поднимается вода с минеральными веществами, и ситовидные трубки флоэмы, по которым в корень поступают органические вещества из листьев.

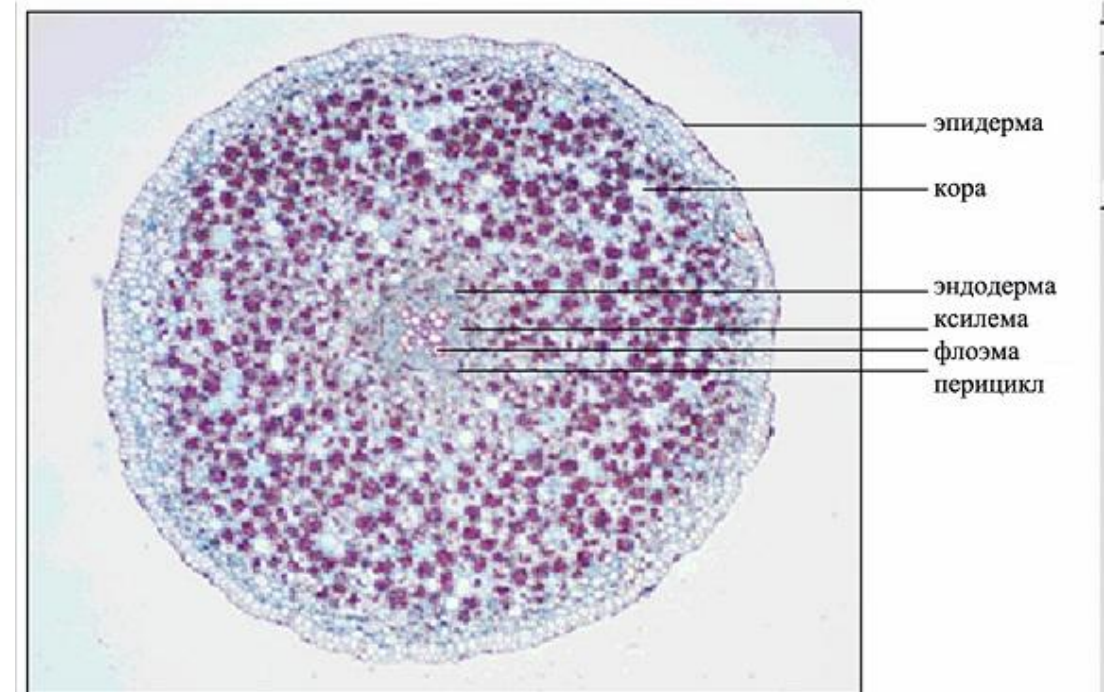
Продольный разрез корня



Внутреннее строение корня

- На поперечном срезе молодой части (верх зоны растяжения) корня видно, что большую его часть составляют паренхимные клетки коры. Сверху они покрыты однослойной эпидермой, а в середине находятся зачатки ксилемы и флоэмы. Они окружены двумя специальными слоями клеток: **эндодермой и перикцилом.**

Поперечный разрез корня

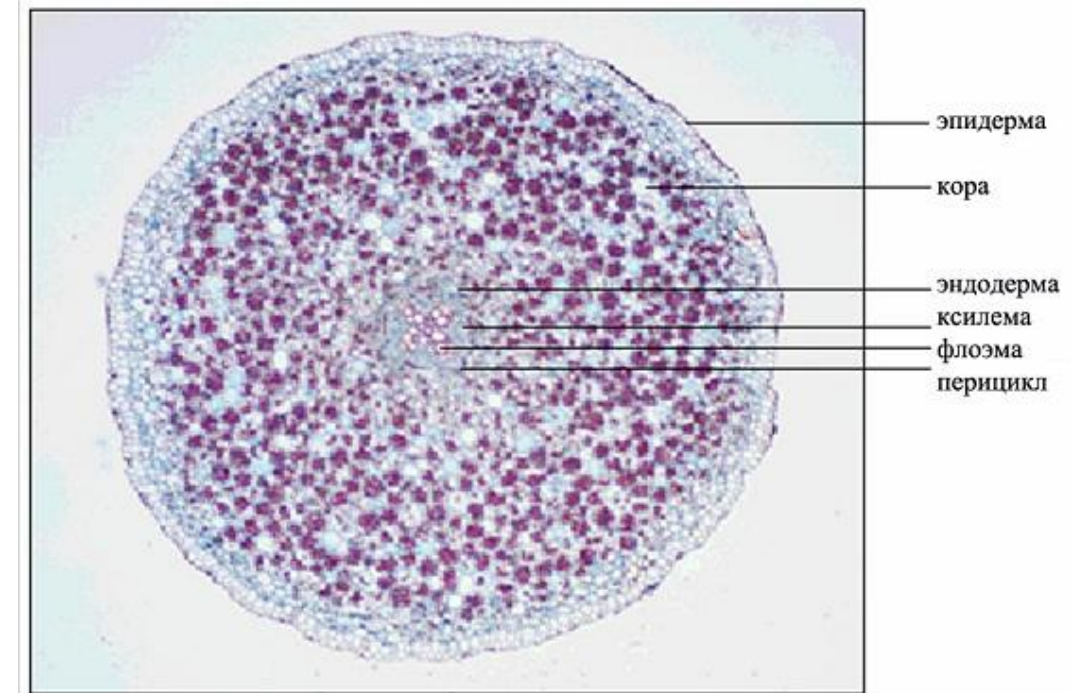


Молодая часть корня (поперечный срез)

Внутреннее строение корня

- **Эндодерма** — внутренний однорядный слой плотно сомкнутых клеток первичной коры, прилегающий к центральному цилиндру осевых органов высших растений.
- В корнях радиальные и поперечные стенки клеток эндодермы имеют утолщения в виде поясков, содержащие **суберин** и **лигнин (пояски Каспари)**, тонкостенными остаются **пропускные клетки** этого слоя. Таким образом, эндодерма является физиологическим барьером, регулирующим поступление воды и ионов из первичной коры в центральный цилиндр корня.

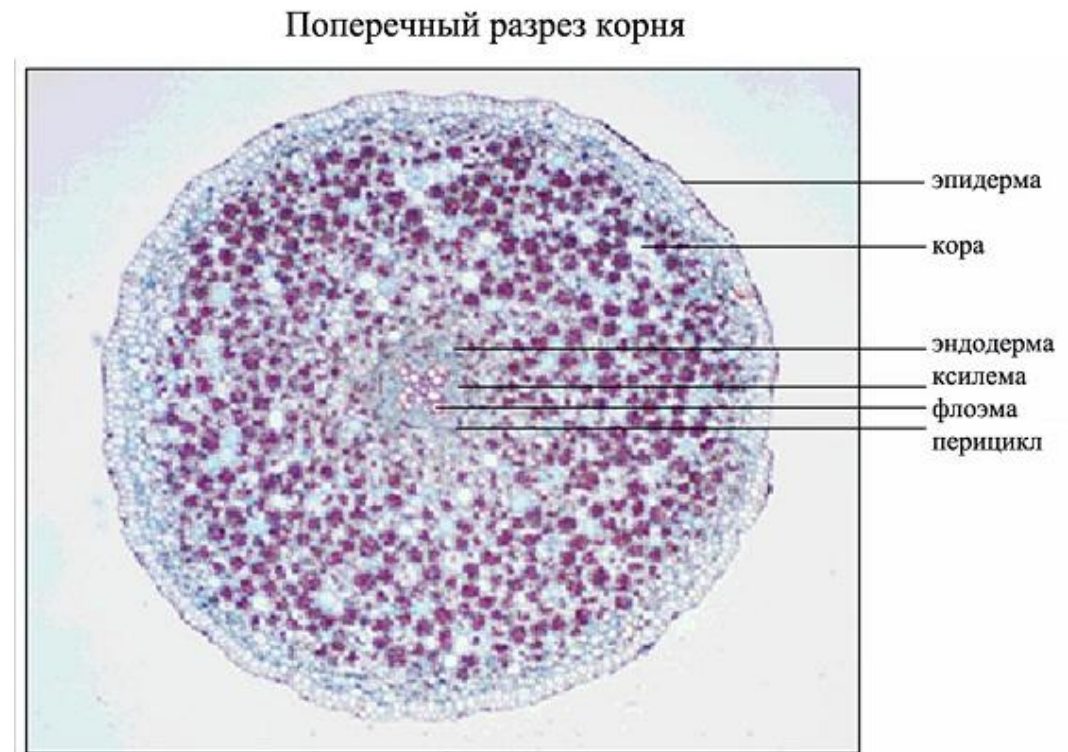
Поперечный разрез корня



Молодая часть корня (поперечный срез)

Внутреннее строение корня

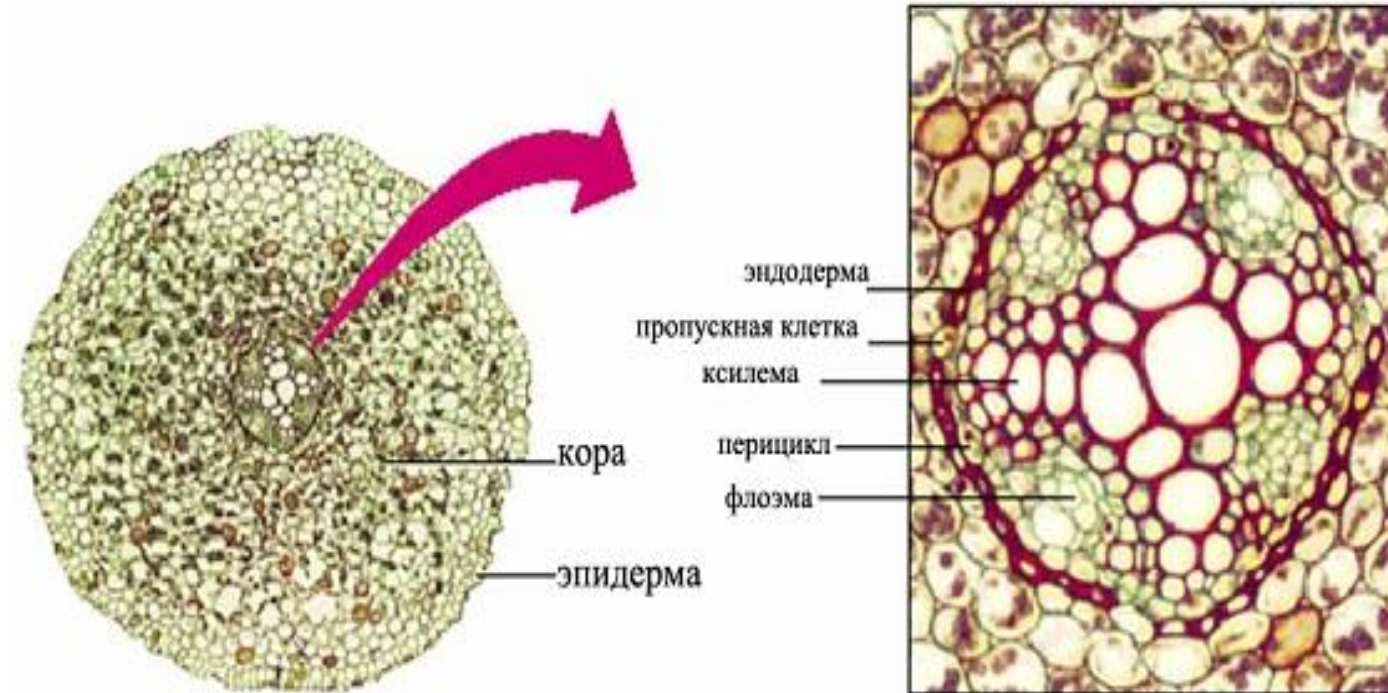
- **Перицикл** — первичная образовательная ткань растений, окружающая проводящие ткани. Формирует осевой цилиндр, наружным слоем которого он является. В нём закладываются придаточные и боковые корни. У двудольных дифференцируется в камбий и **феллоген** в процессе вторичного утолщения корня.
- **Феллоген**, или **пробковый камбий** — образовательная ткань, дающая начало вторичной покровной ткани — **пробке**.



Молодая часть корня (поперечный срез)

Внутреннее строение корня

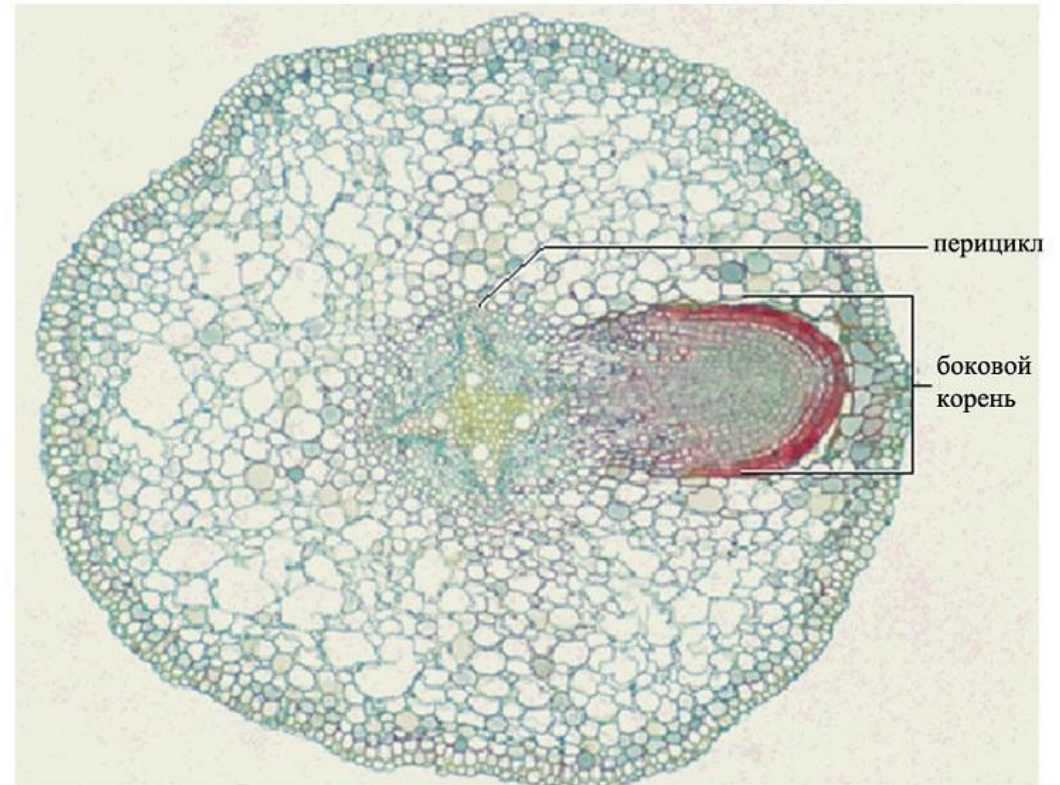
- На более поздних стадиях формируется проводящая система корня
- Проводящая система имеет на срезе форму круга, поэтому её часто называют **проводящим цилиндром**. Ксилема располагается в центре и образует структуру звезды с лучами, достигающими до края проводящего цилиндра.
- Флоэма располагается в промежутках между лучами ксилемы.
- Между ксилемой и флоэмой имеется слой камбия, благодаря которому происходит образование новых проводящих элементов.



Проводящая система корня

Внутреннее строение корня

- **Перицикл**, расположенный под эндодермой, является образовательной тканью, которая даёт начало боковым корням
- В результате деления клеток перицикла формируется верхушечная меристема боковых корней, которая обеспечивает их рост.



Образование перициклом боковых корней

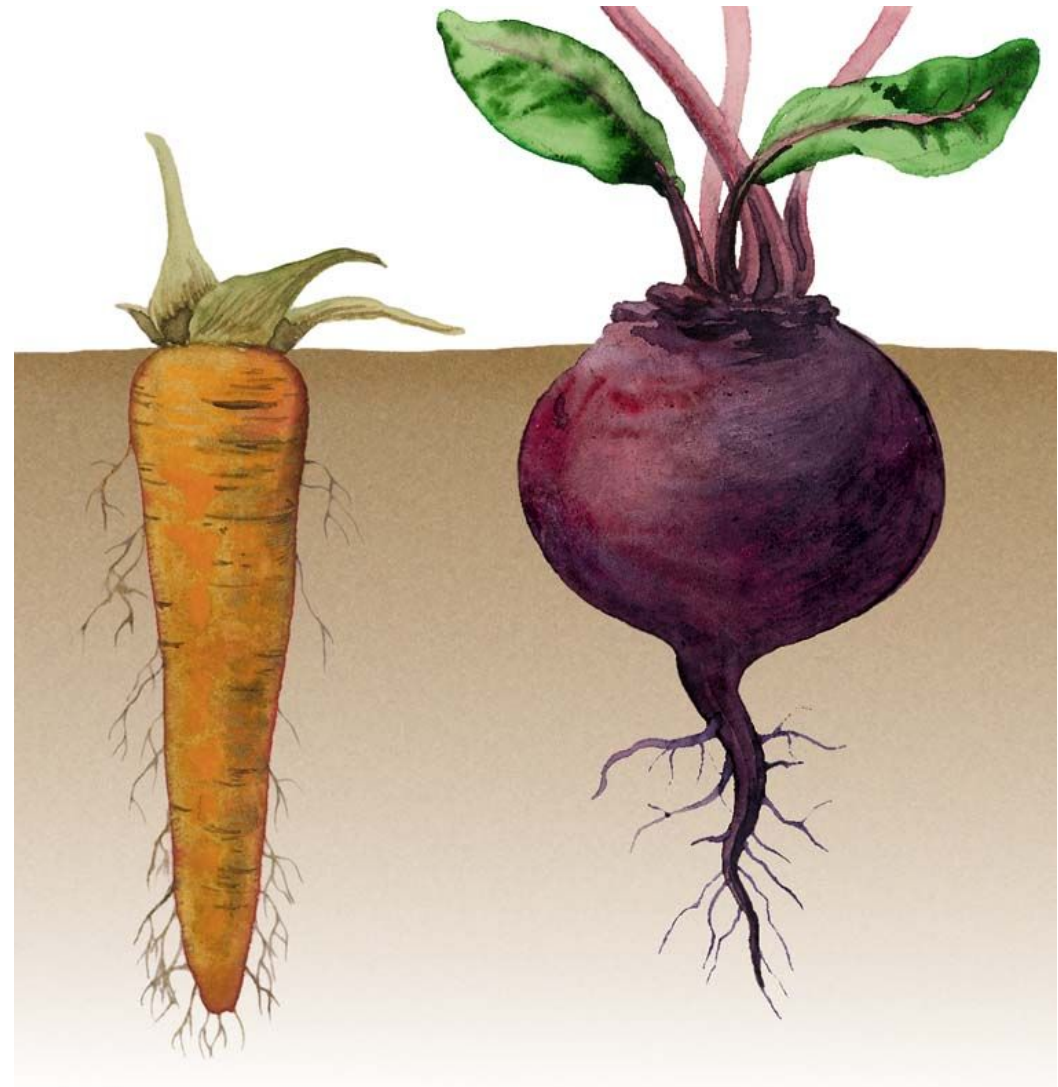
Функции корня

- Корни **удерживают** растение в определённом положении. Эта функция очевидна для наземных растений, особенно значима она для крупных деревьев с большой массой ветвей и листьев. У многих водных растений закрепление на дне позволяет выгодно распределить в пространстве листья. У плавающих растений, например у ряски, корни не позволяют растению переворачиваться.
- Корни осуществляют **почвенное питание** растения, поглощая из почвы воду с растворёнными в ней минеральными веществами, и проведение веществ к побегу



Функции корня

- У некоторых растений в главном корне осуществляется хранение запасных питательных веществ, таких как крахмал и другие углеводы.
- В корнях происходит образование определённых веществ, нужных организму растения. Так, в корнях осуществляется восстановление нитратов до нитритов, синтез некоторых аминокислот и алкалоидов.



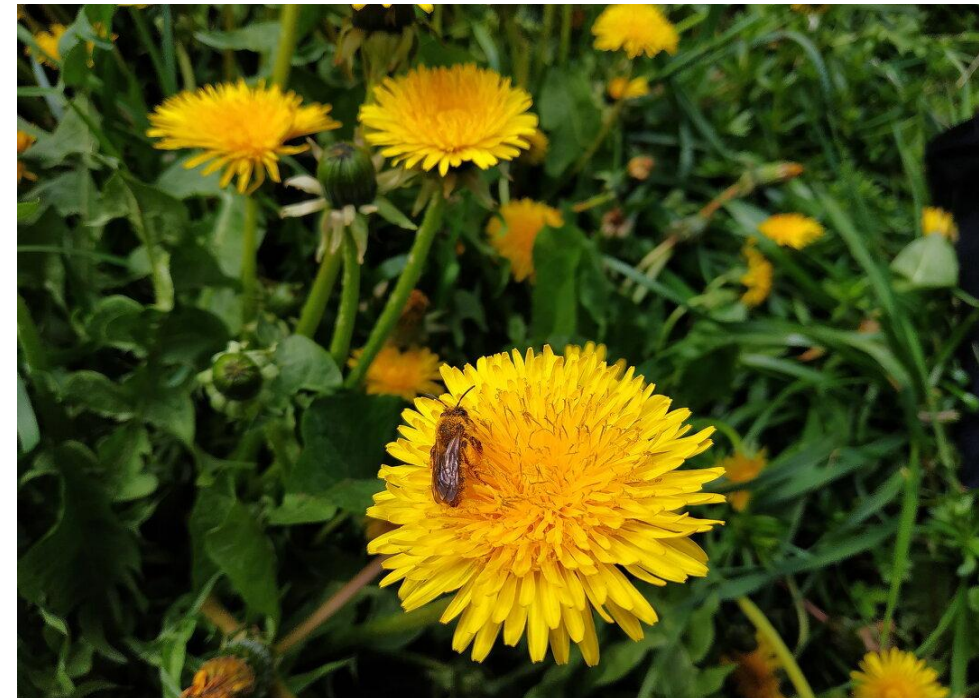
Функции корня

- Корни могут осуществлять симбиоз с грибами и микроорганизмами, обитающими в почве (микориза, клубеньки представителей семейства Бобовые).



Функции корней

- С помощью корней может осуществляться вегетативное размножение (например, корневыми отпрысками). Корневыми отпрысками размножаются такие растения, как одуванчик, слива, малина, сирень.



Функции корня

Поглощение воды и минеральных веществ корне

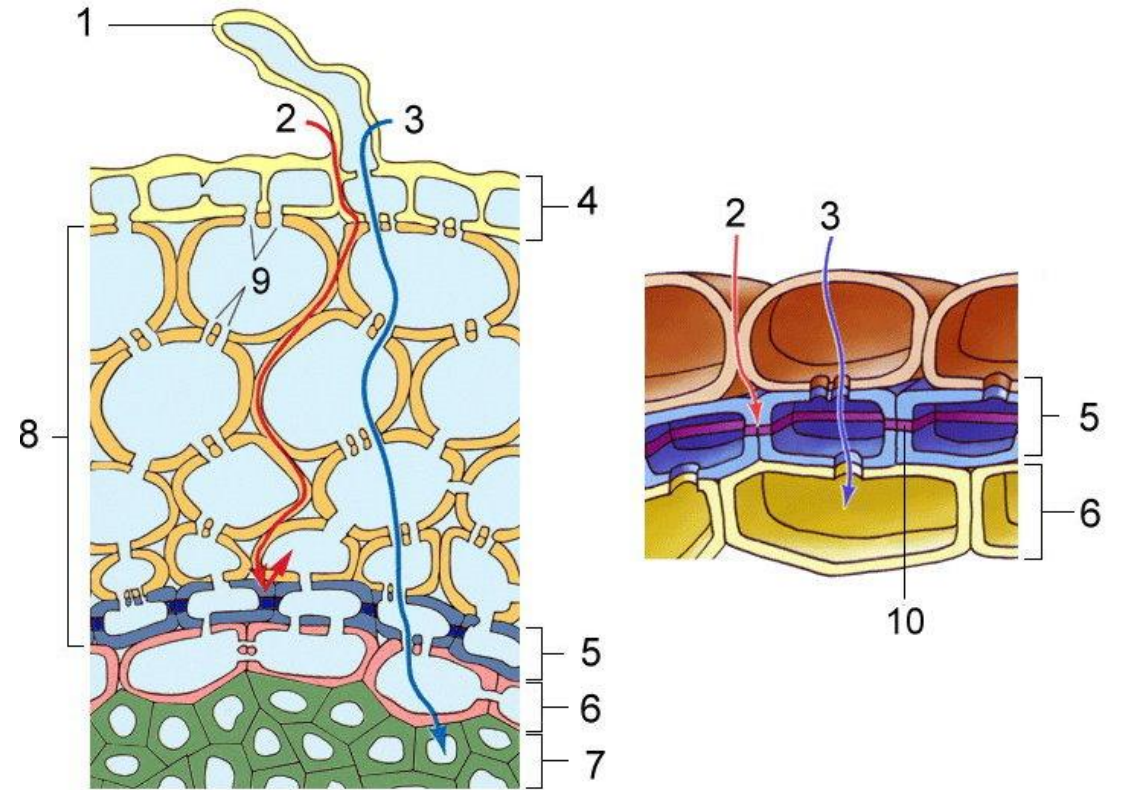
- Поглощение воды и минеральных веществ растением происходит независимо друг от друга, так как эти процессы основаны на различных механизмах действия. Вода проходит в клетки корня пассивно, а минеральные вещества поступают в клетки корня в основном в результате активного транспорта, идущего с затратами энергии.
- Вода поступает в растение в основном по закону осмоса. Корневые волоски имеют огромную вакуоль с концентрированным клеточным соком, обладающую большим осмотическим потенциалом, который обеспечивает поступление воды из почвенного раствора в корневой волосок.



Функции корня

Горизонтальный транспорт веществ

- Вода попадает в тело растения через **ризодерму**, поверхность которой сильно увеличена благодаря наличию корневых волосков.
- В этой зоне в проводящем цилиндре корня формируется проводящая система корня — сосуды ксилемы, необходимая для обеспечения восходящего тока воды и минеральных веществ.
- Вода с минеральными солями поглощается корневыми волосками. Эндодерма перекачивает эти вещества в проводящий цилиндр, создавая корневое давление и не позволяя воде выходить назад. Вода с солями поступает в сосуды проводящего цилиндра и поднимается транспирационным током по стеблю к листьям.

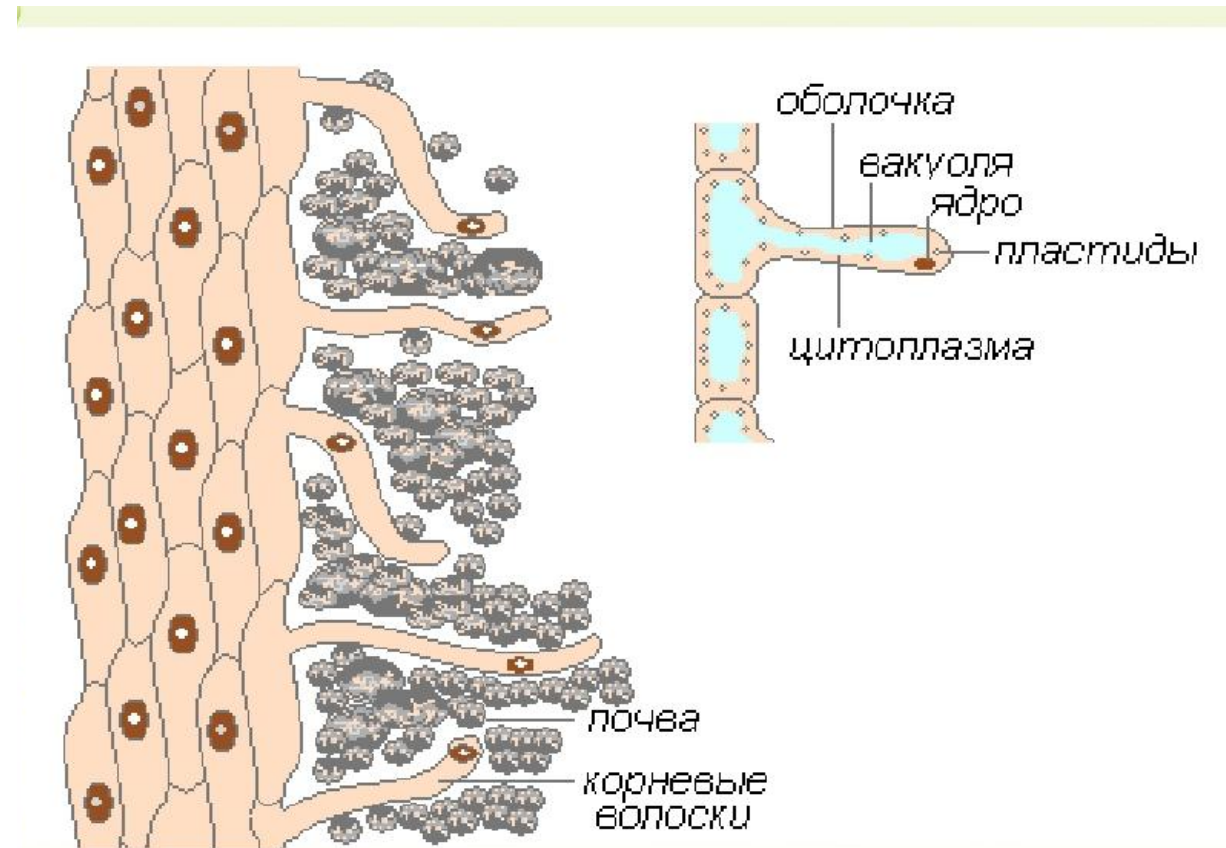


Горизонтальный транспорт воды:

1 — корневой волосок; 2 — апопластный путь; 3 — симпластный путь; 4 — эпиблема (ризодерма); 5 — эндодерма; 6 — перицикл; 7 — сосуды ксилемы; 8 — первичная кора; 9 — плазмодесмы; 10 — пояски Каспари.

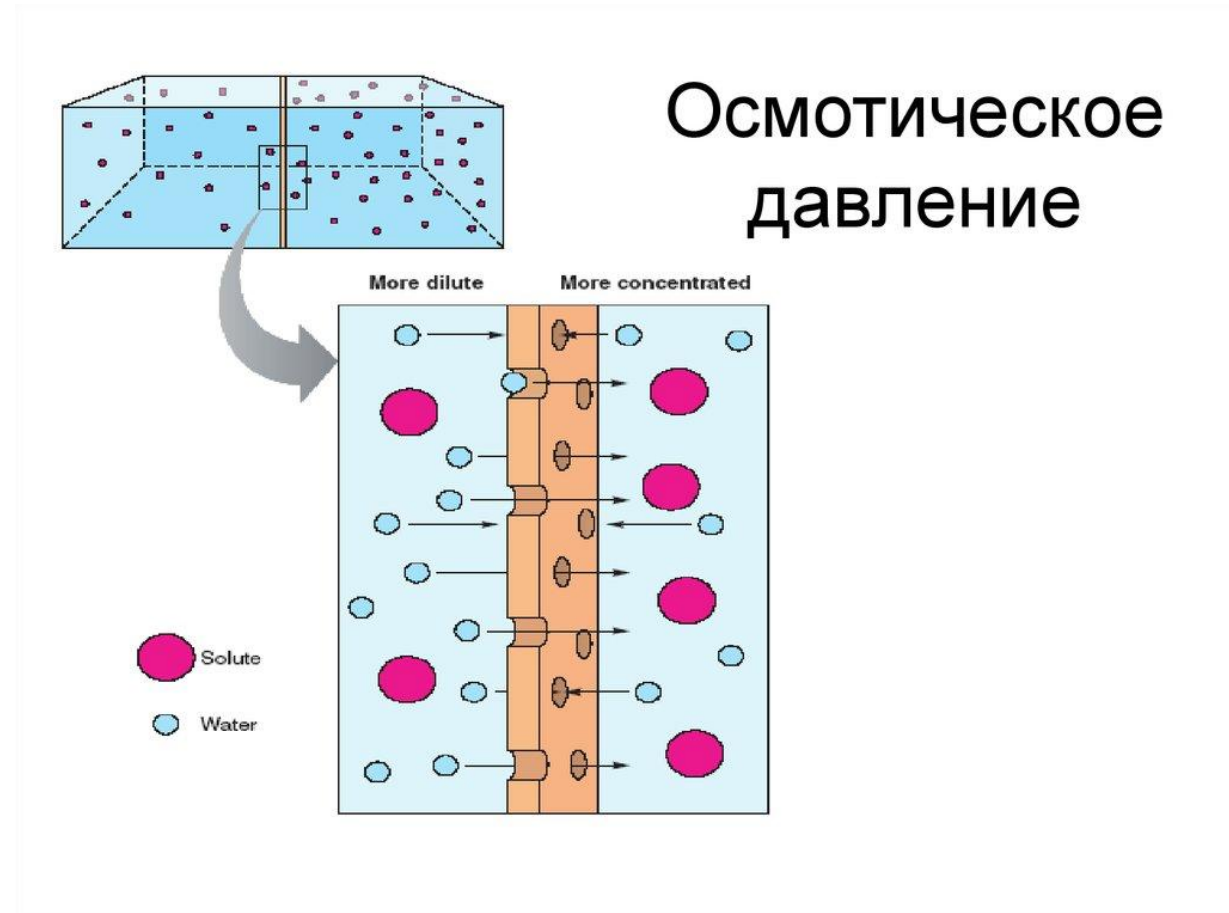
Функции корня

- Корни осуществляют проведение воды и минеральных веществ к наземным органам растения.
- Вертикальное перемещение воды происходит по мёртвым клеткам ксилемы, которые не способны толкать воду к листьям. Это движение поддерживается транспирационной функцией листьев.
- **Корневое давление** — сила, с которой корень нагнетает воду в стебель.
- Корень активно перекачивает минеральные и органические вещества в сосуды ксилемы; в результате возникает повышенное осмотическое давление в сосудах корня относительно с давлением почвенного раствора. Величина корневого давления может достигать 3 атм. Доказательством наличия корневого давления служит, например, **гуттация** (выделение капелек воды листьями).



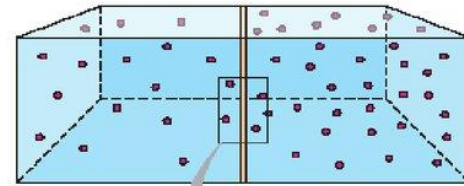
Функции корня

- Поступление воды из почвы в корень и продвижение её по стеблю обусловлено разностью осмотического давления.
- Давление раствора клеточного сока, оказываемое на цитоплазму и стенки клетки, называется **ОСМОТИЧЕСКИМ**.
- Поскольку концентрация органических и минеральных веществ внутри корневого волоска выше, чем в почве, окружающая среда по отношению к клеточному соку корневых волосков представляет гипотонический раствор. Всасывая воду, клетка волоска разбавляет концентрацию клеточного сока. Постепенно клеточный сок волосков становится гипотоническим по отношению к глубже расположенным клеткам коры. И вода, поступая в них из корневых волосков, также снижает концентрацию веществ в соке.

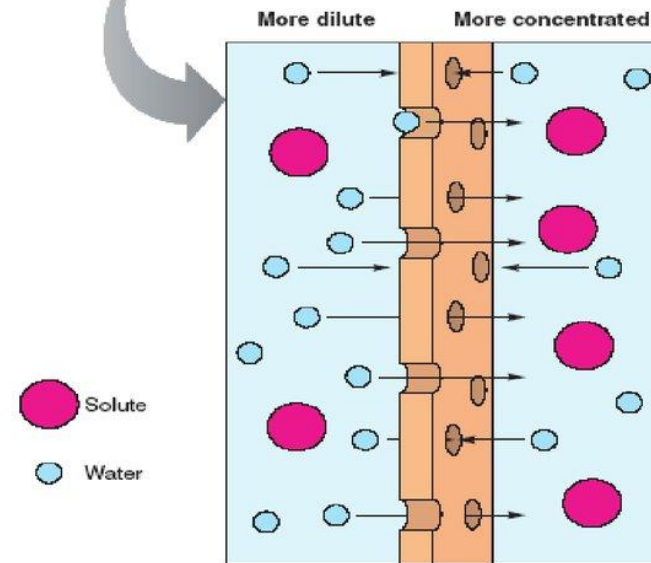


Функции корня

- Теперь, в следующих группах клеток, концентрация сока будет выше, чем в предыдущих. По мере всасывания воды концентрация сока от клеток коры к сосудам ксилемы будет повышаться. Однако в связи с тем, что вода уходит из корневого волоска, концентрация органических веществ в нём снова увеличивается, что обеспечивает дальнейшее поглощение воды из почвы. Наружная мембрана клеток кожицы корня и корневого волоска представляет собой полупроницаемую перегородку, проницаемую для почвенного раствора и почти непроницаемую для растворённых в клеточном соке веществ.
- Одностороннее прохождение растворов через полупроницаемые мембраны, отделяющие растворы разных концентраций, называется осмосом.

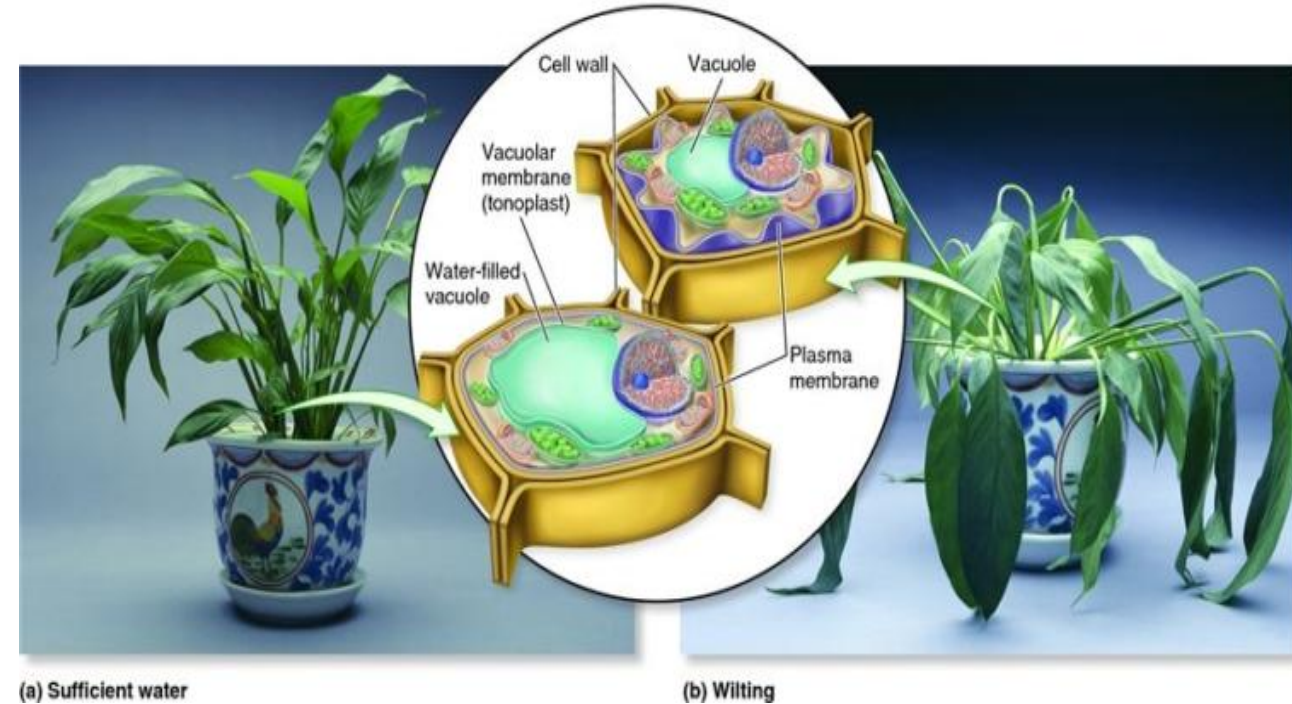


Осмотическое
давление



Функции корня

- Осмотическому давлению противопоставляется давление растянувшейся клеточной стенки — **тургорное**. Интенсивность поглощения воды наружными клетками корня зависит от сосущей силы, с которой вода проникает внутрь вакуоли клетки.
- **Сосущая сила** — это разность между осмотическим и тургорным давлениями.
- Всасывающая сила всех корневых волосков корня создает корневое давление, благодаря которому вода поступает в сосуды и поднимается вверх. Сила, с которой вода поступает из корня в стебель, называется коревым давлением.
- Таким образом, продвижению воды и растворённых в ней солей способствует сосущая сила корневых волосков, корневое давление, сила сцепления между молекулами воды и стенками сосудов, а также сосущая сила листьев, которые, постоянно испаряя воду, притягивают её из корней.

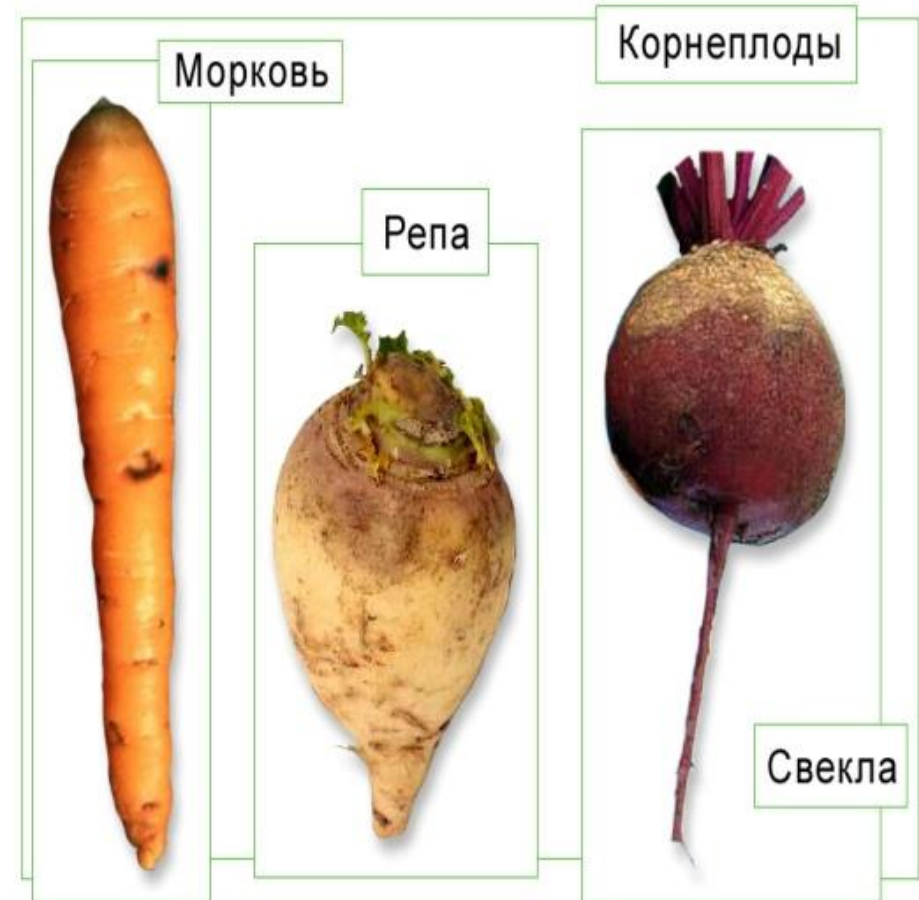


(a) Sufficient water

(b) Wilting

Видоизменение корней

- Видоизменения корней часто бывают вызваны усилением одной из основных их функций. В отличие от клубней стеблевого происхождения, они не имеют почек.
- Запасающая функция (корнеплоды, корневые клубни (корневые шишки)).
- Корнеплоды (морковь, репа, свекла) — разрастание верхней части корня, в который затягивается нижняя часть стебля или весь укороченный побег



Видоизменение корней

- Корневые клубни, или корневые шишки, (георгин, батат) — разрастание боковых корней



Видоизменение корней

- Воздушные корни эпифитных растений служат для поглощения воздушной влаги, т. к. не имеют возможности получить питательные вещества из почвы
- У орхидей такие корни покрыты несколькими слоями мертвых клеток, образующих губчатую поверхность. Такие корни могут впитывать воду во время дождя и росы, а также поглощать ее из воздуха в виде водяных паров. Находясь на свету, их клетки часто содержат хлоропласты и берут на себя функцию фотосинтеза.



Видоизменение корней

- **Опорные корни, или корни-ходули, (баньян, кукуруза (рис. 18))** — придаточные корни у ряда крупных деревьев в тропиках образуются на боковых ветвях высоко над землей. Они поддерживают тяжелые боковые ветви, а также служат им источником минерального питания



Видоизменение корней

- **Дыхательные корни** — это боковые корни, которые растут не вниз, как положено корням, а вверх. Образуются на заболоченных почвах, где корням для нормального функционирования часто не хватает кислорода. Достигая незатопляемой поверхности, они образуют на концах открытые в воздух отверстия. Внутри таких корней формируется воздухоносная паренхима с большими соединенными по всей длине корня межклетниками. По ним кислород диффундирует вглубь корневой системы, обеспечивая клеткам корней возможность получать достаточное количество энергии.



Поперечный срез корня

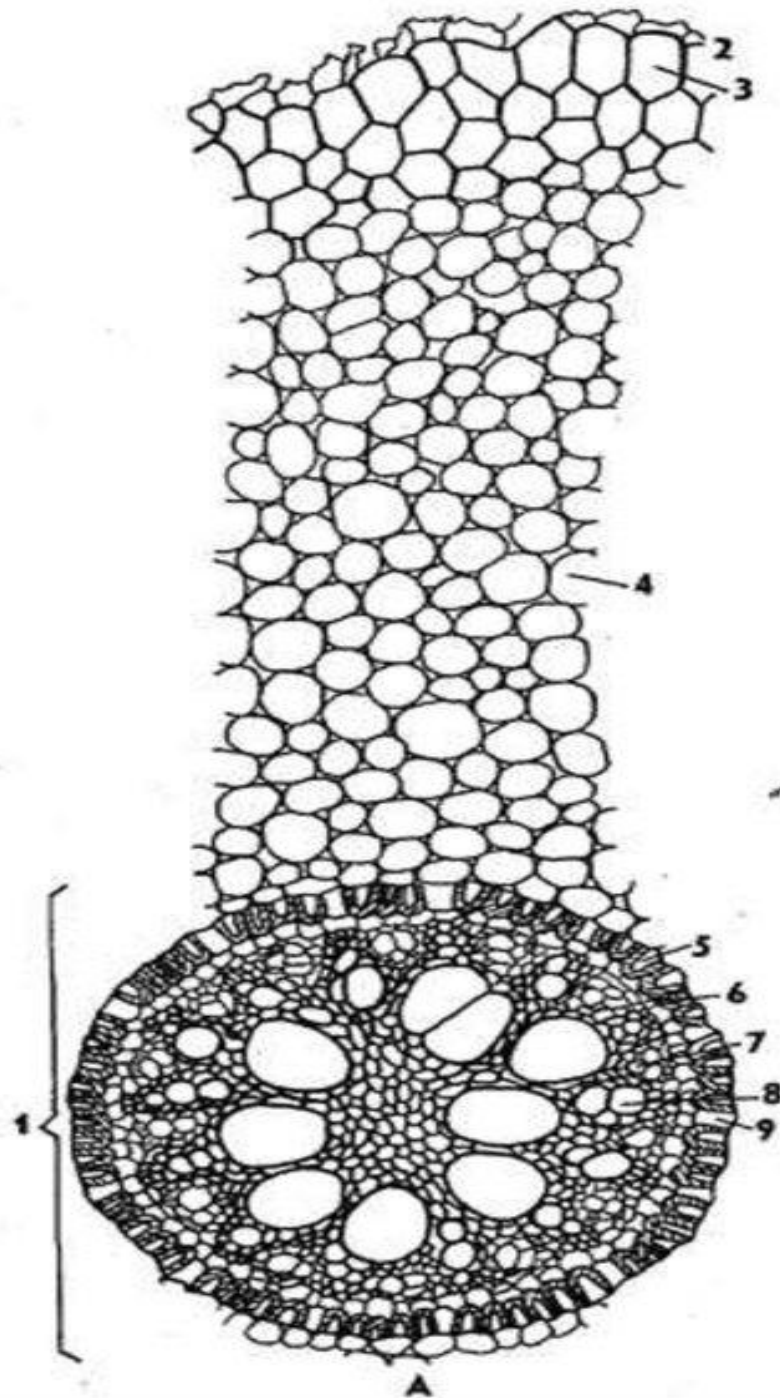
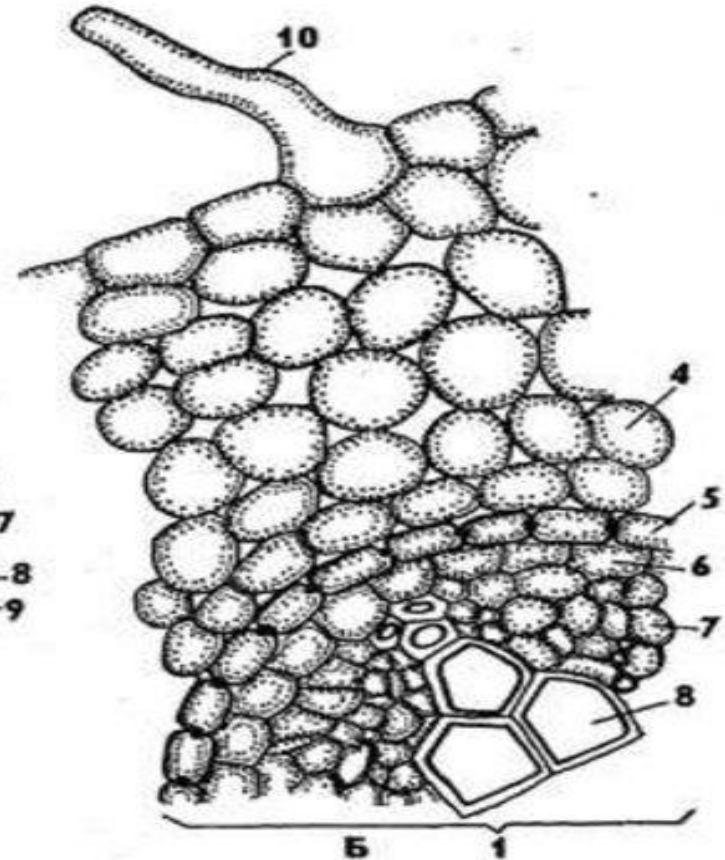
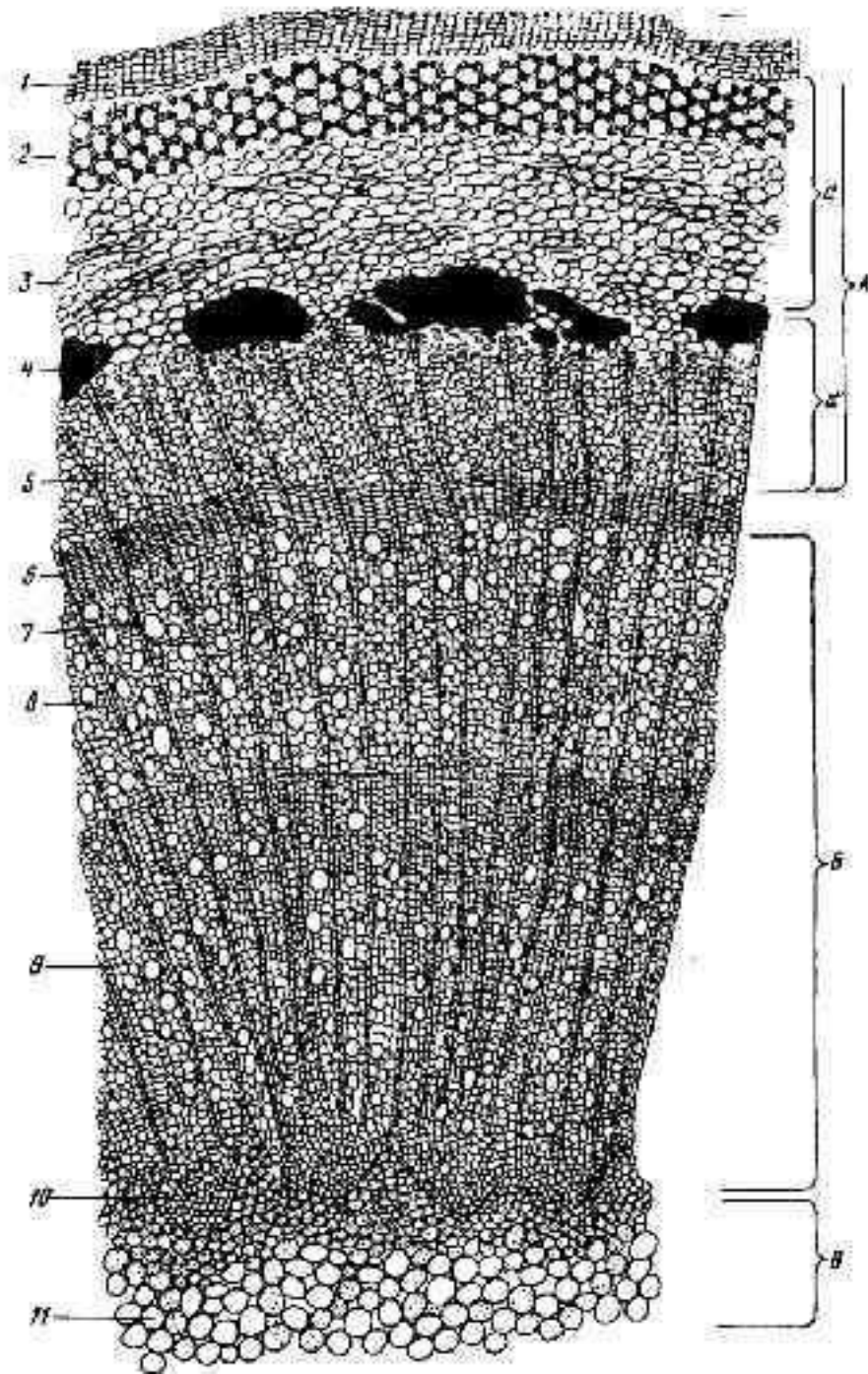


Рис. 67 Поперечный срез корня (А — однодольного, Б — двудольного растения):
1 — центральный (осевой) цилиндр, 2 — остатки эпилемы, 3 — экзодерма, 4 — мезодерма, 5 — эндодерма, 6 — перицикл, 7 — первичная флоэма, 8 — сосуды первичной ксилемы, 9 — пропускные клетки эндодермы, 10 — корневой волосок



Поперечный срез стебля двухлетней яблони



Строение ствола двудольного древесного растения (поперечный срез двухлетней ветки яблони):

- 1 - перидерма;
- 2 - колленхима;
- 3 - паренхима первичной коры;
- 4 - перициклические и лубяные волокна;
- 5 - вторичная флоэма;
- 6 - камбий;
- 7 - сердцевинный луч;
- 8 - вторичная ксилема второго года жизни;
- 9 - вторичная ксилема первого года жизни;
- 10 - первичная ксилема;
- 11 - паренхима; А - кора (а' - первичная, а'' - вторичная); Б - древесина; В - сердцевина