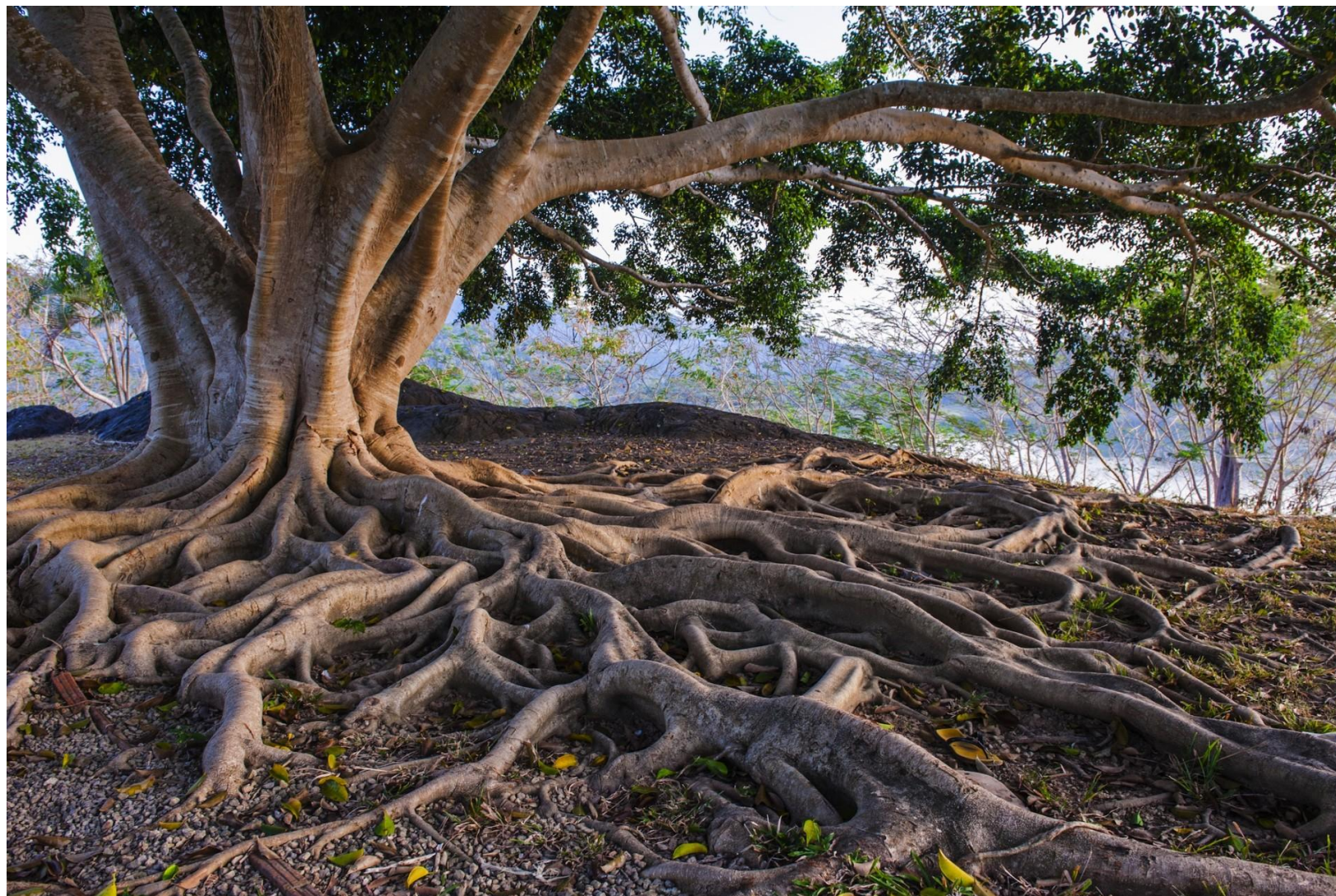


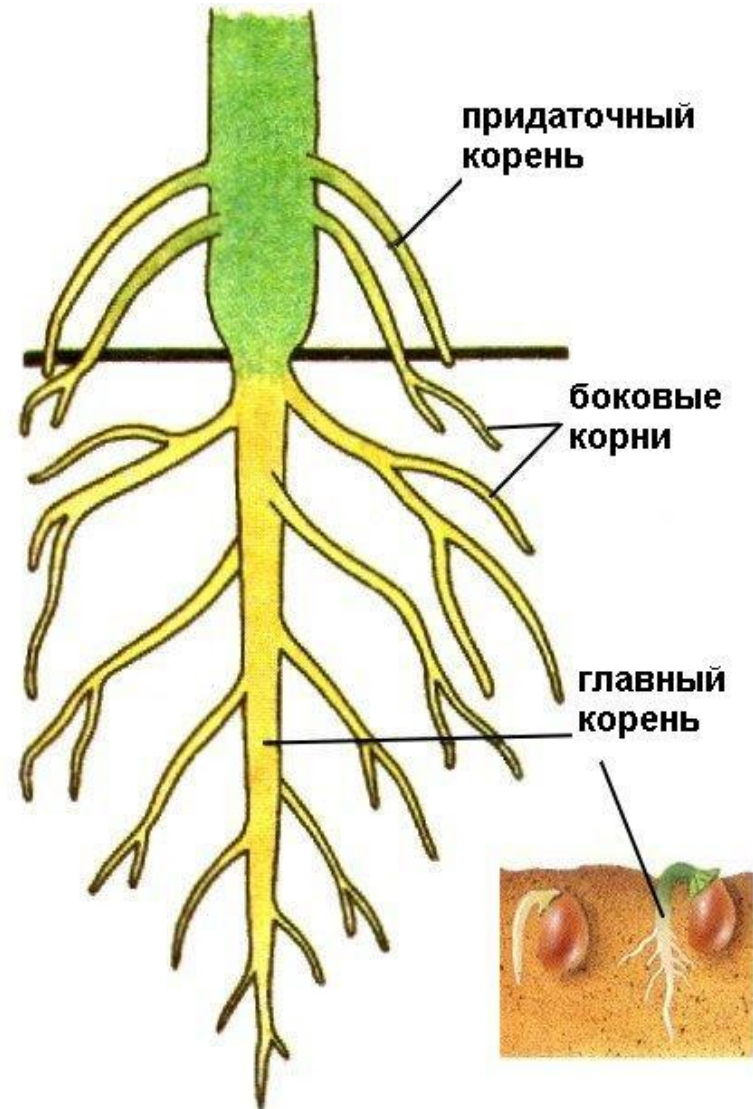
Корень

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



# Виды корней

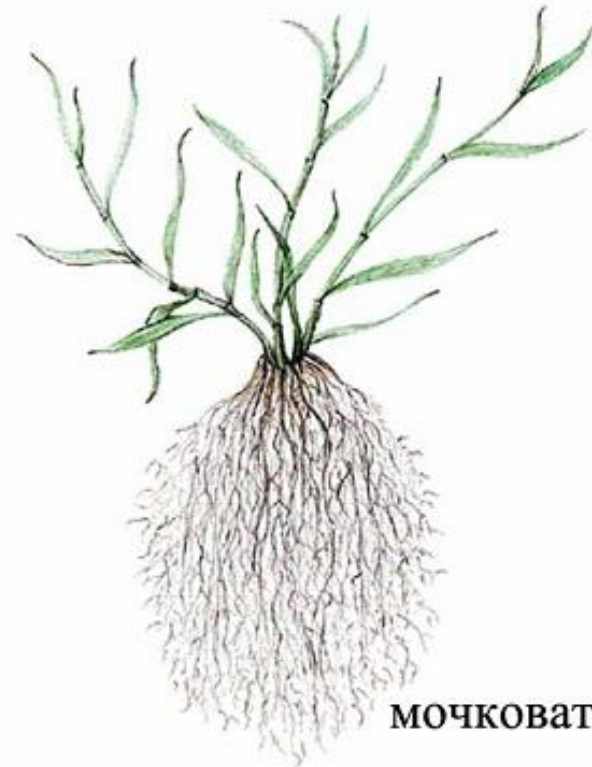
- **Главный корень** развивается из зародышевого корешка семени и играет в растении роль центральной оси подземной части.
- **Придаточные корни** растут от побега.
- **Боковые корни** образуются на главном и придаточных корнях.
- Вся совокупность корней растения называется **корневой системой**.



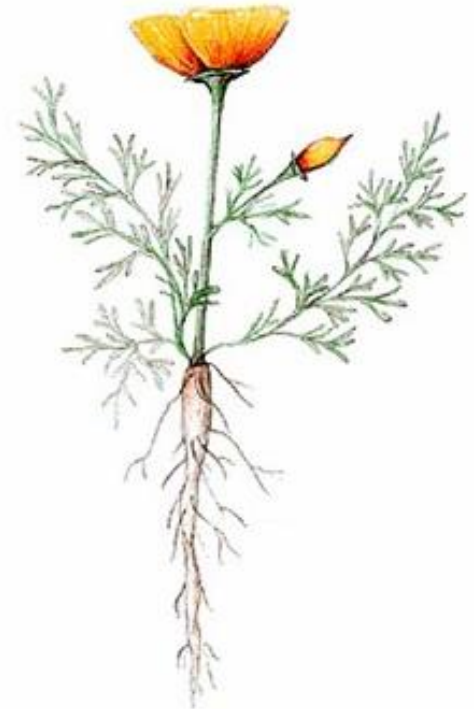
# Корневая система

- 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

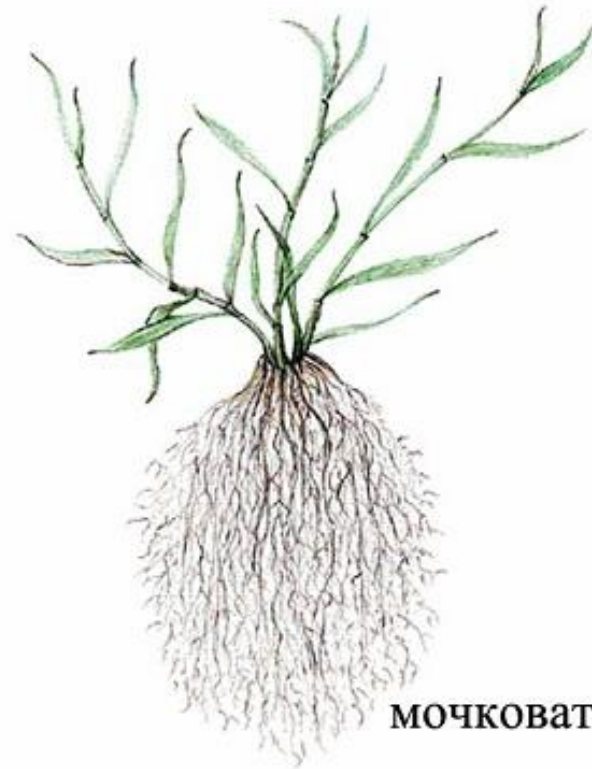


стержневая

# 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



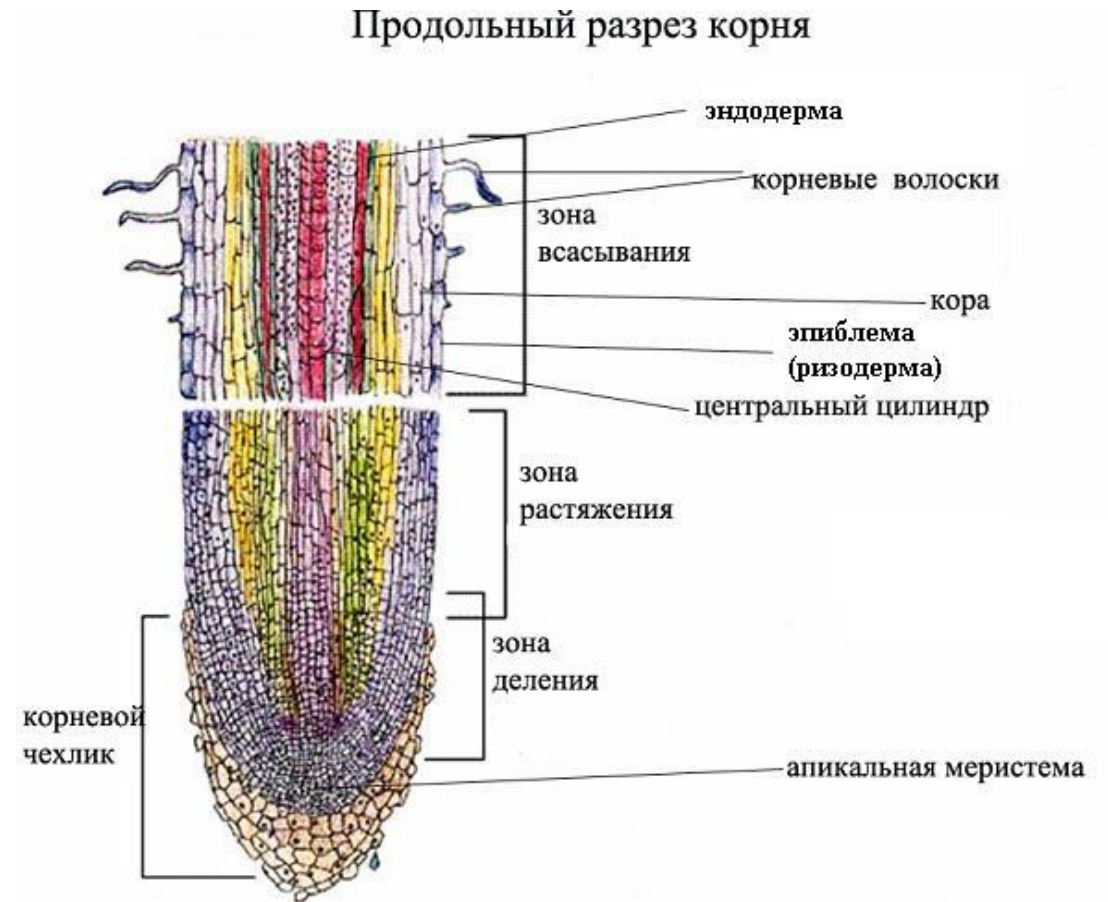
мочковатая



стержневая

# Внутреннее строение корня

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



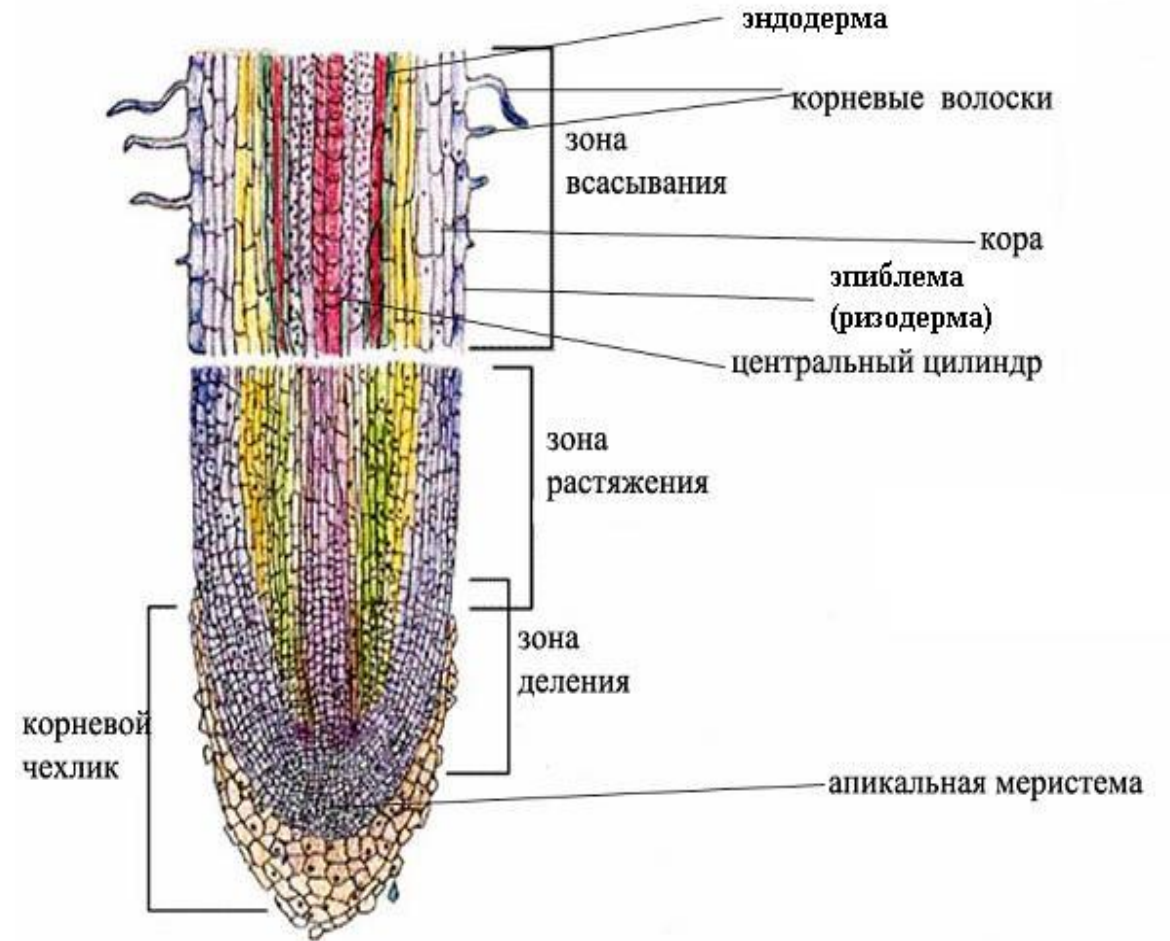
Зоны корня



# Внутреннее строение корня

- **Зона 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 **эпиблемы** (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

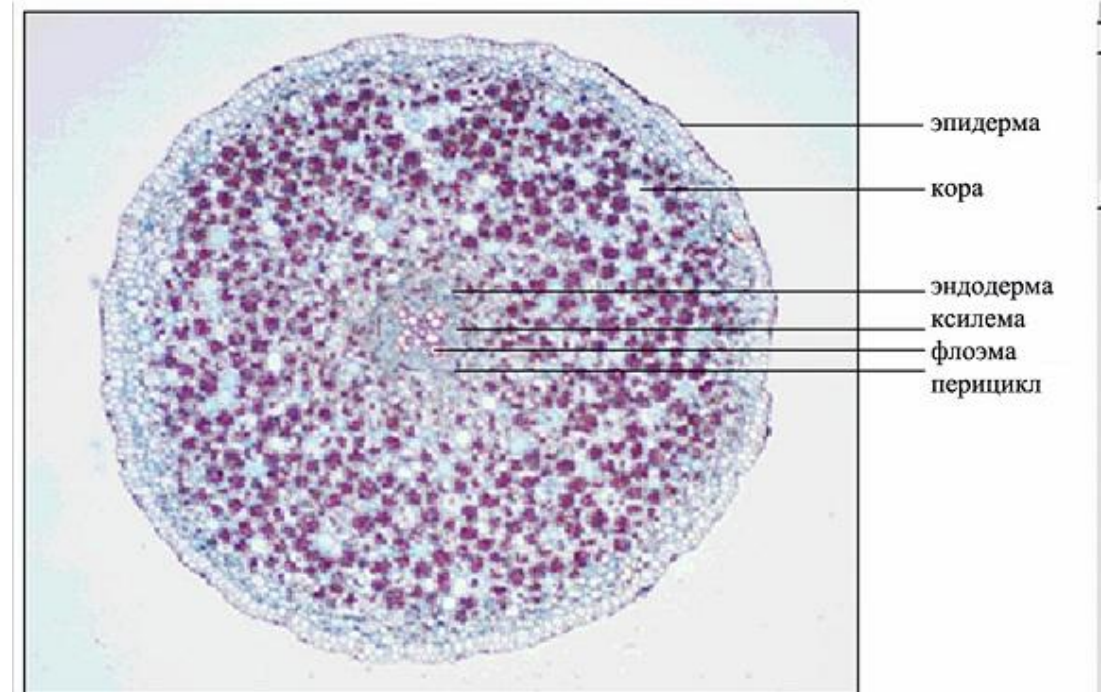




# Внутреннее строение корня

- 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 перициклом**.

Поперечный разрез корня

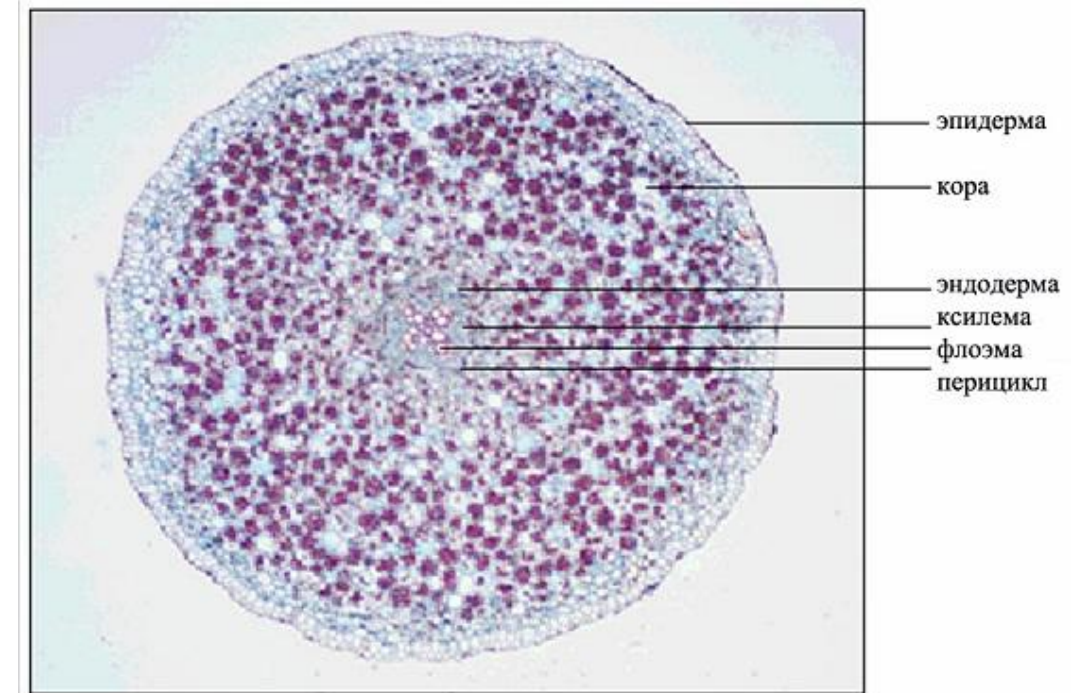


Молодая часть корня (поперечный срез)

# 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.

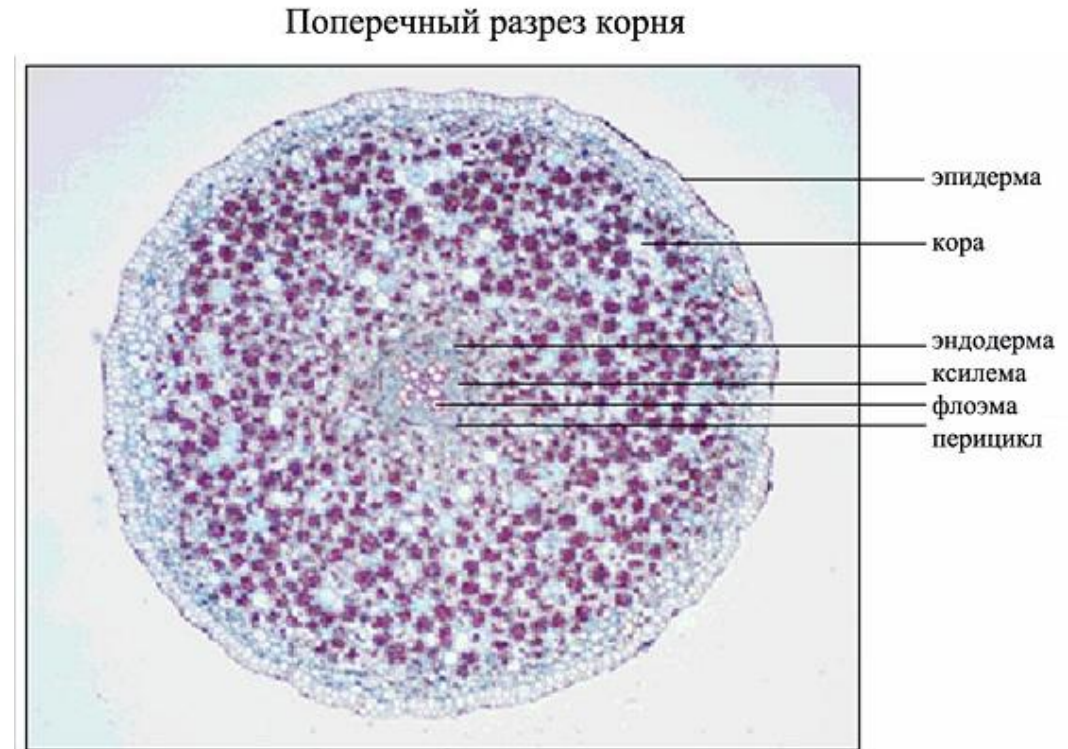
Поперечный разрез корня



Молодая часть корня (поперечный срез)

# Внутреннее строение корня

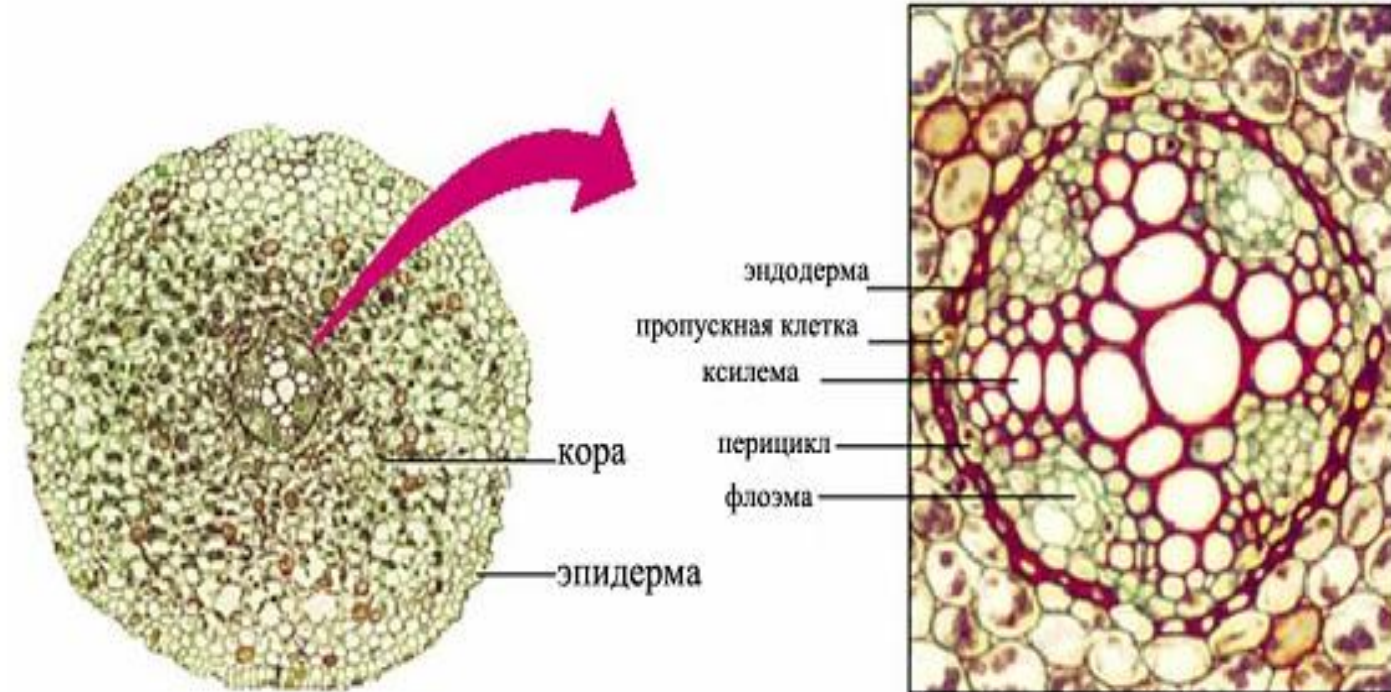
- **Перицикл** — первичная образовательная ткань растений, окружающая проводящие ткани. Формирует осевой цилиндр, наружным слоем которого он является. В нём закладываются придаточные и боковые корни. У двудольных дифференцируется в камбий и **феллоген** в процессе вторичного утолщения корня.
- **Феллоген**,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



Молодая часть корня (поперечный срез)

# Внутреннее строение корня

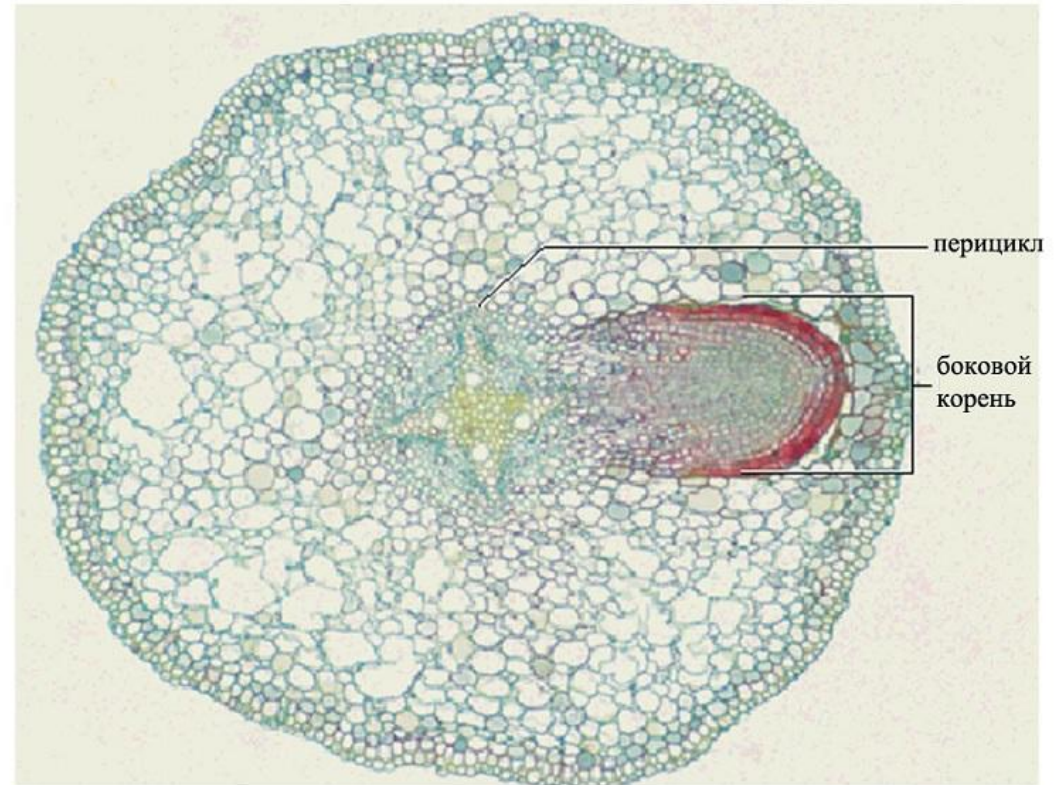
- На более поздних стадиях формируется проводящая система корня
- Проводящая система имеет на срезе форму круга, поэтому её часто называют **проводящим цилиндром**. Ксилема располагается в центре и образует структуру звезды с лучами, достигающими до края проводящего цилиндра.
- Флоэма располагается в 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

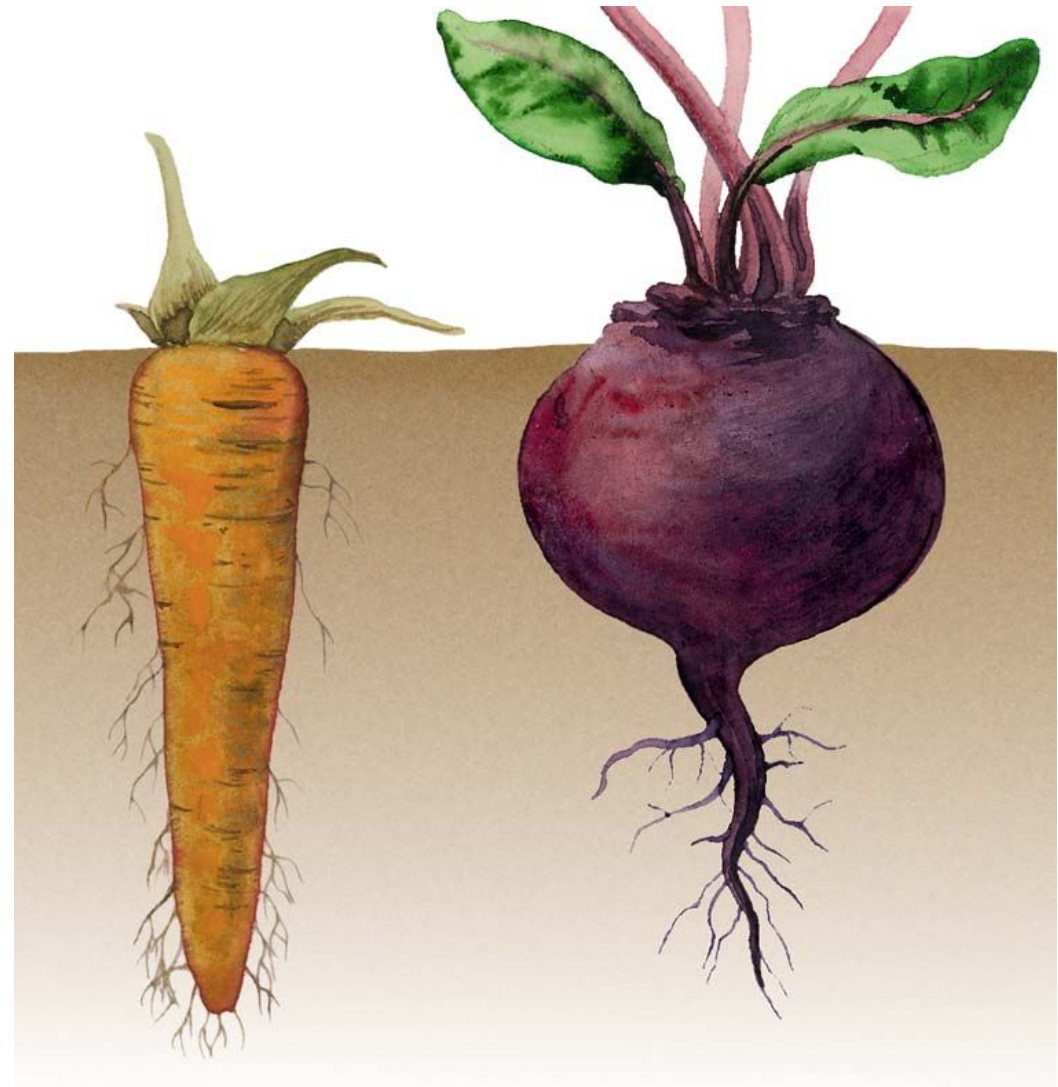
# Функции корня

- 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

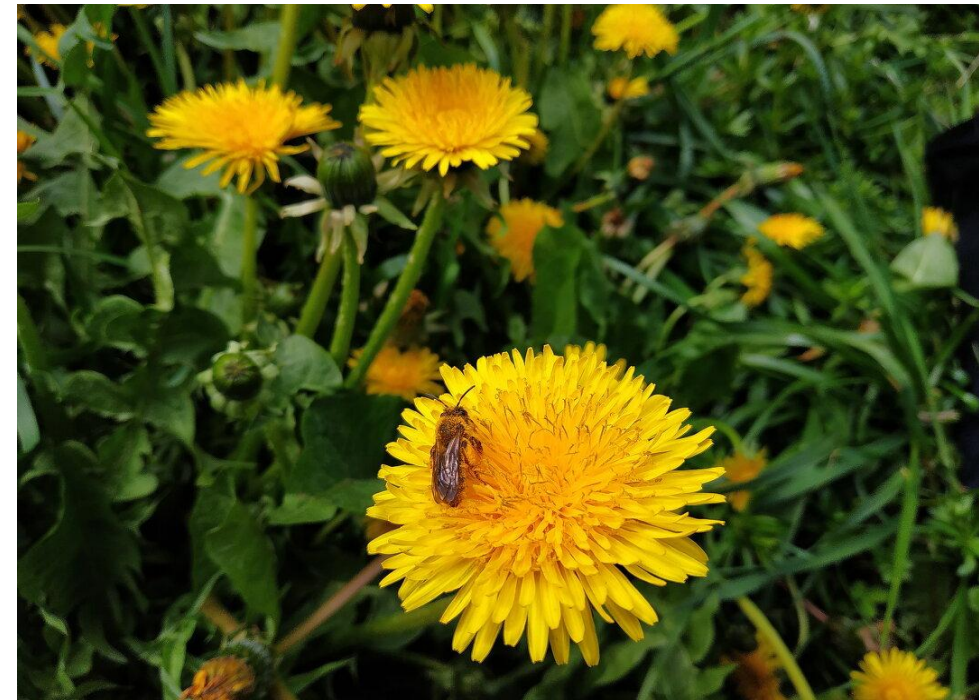
- Корни могут осуществлять симбиоз с грибами и микроорганизмами, обитающими в почве (микориза, клубеньки представителей семейства Бобовые).





# Функции корней

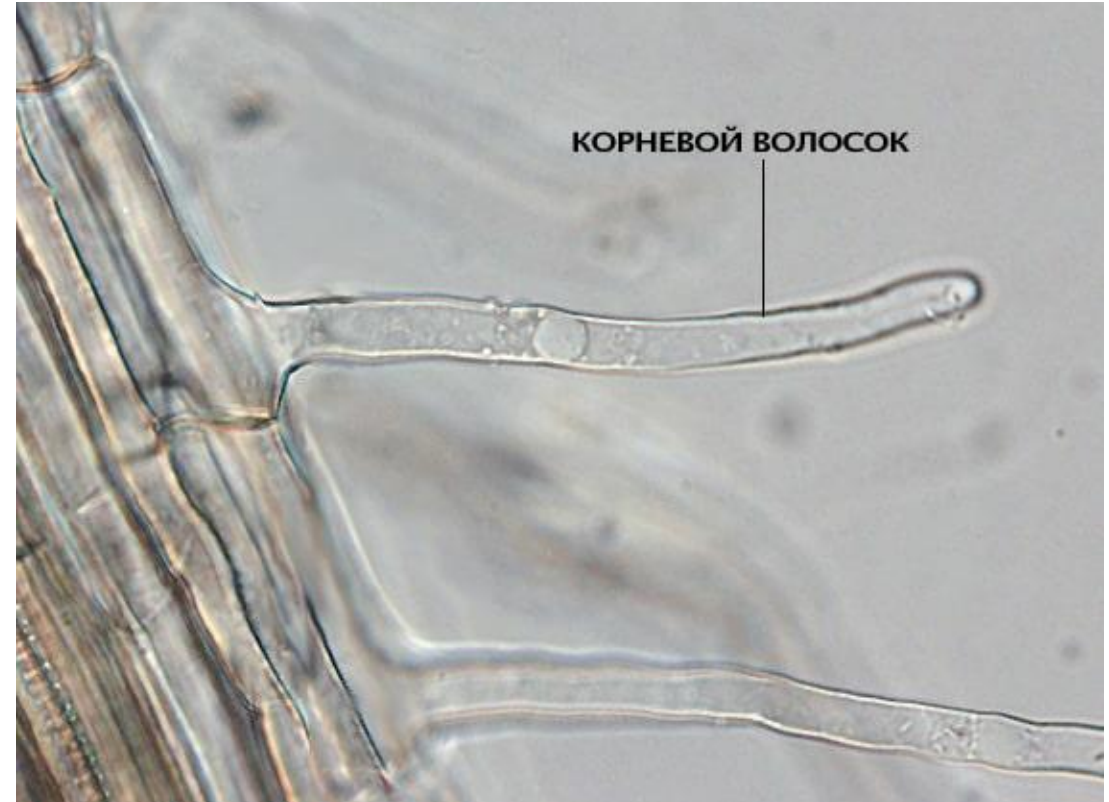
- С помощью корней может осуществляться вегетативное размножение (например, корневыми отпрысками). Корневыми отпрысками размножаются такие растения, как одуванчик, слива, малина, сирень.



# Функции корня

## Поглощение воды и минеральных веществ корне

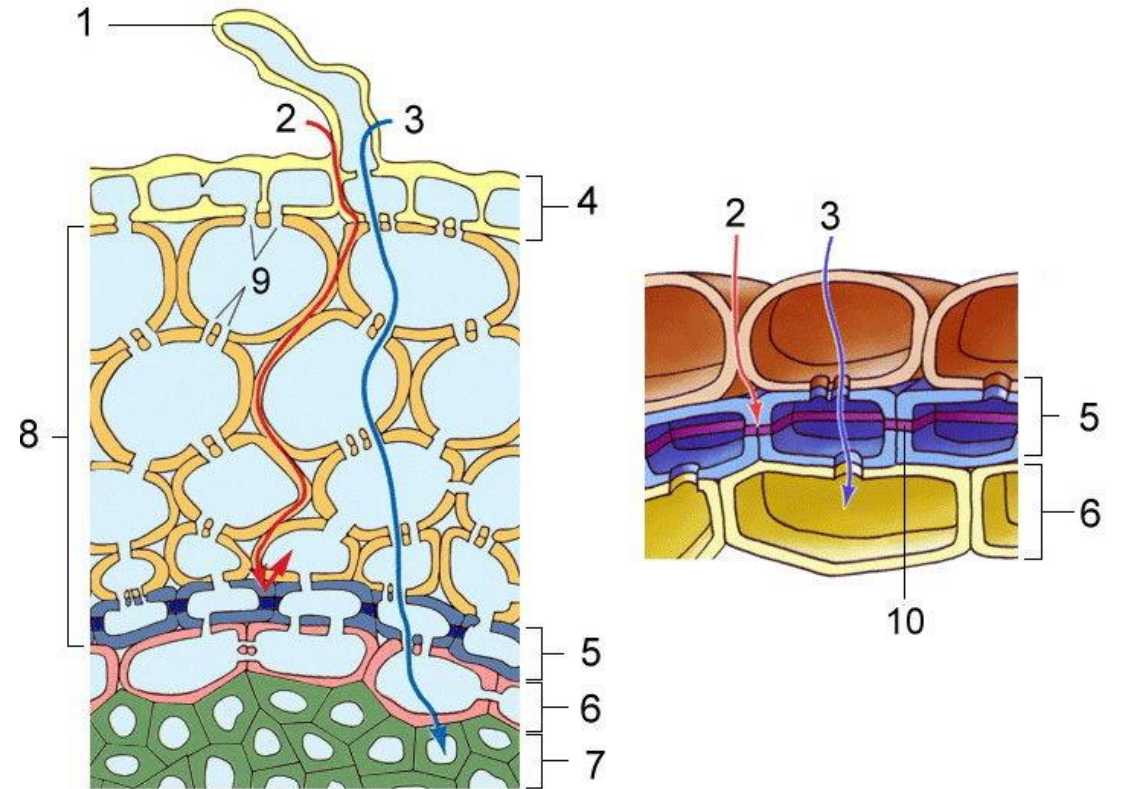
- Поглощение воды и минеральных веществ растением происходит независимо друг от друга, так как эти процессы основаны на различных механизмах действия. Вода проходит в клетки корня пассивно, а минеральные вещества поступают в клетки корня в основном в результате активного транспорта, идущего с затратами 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.

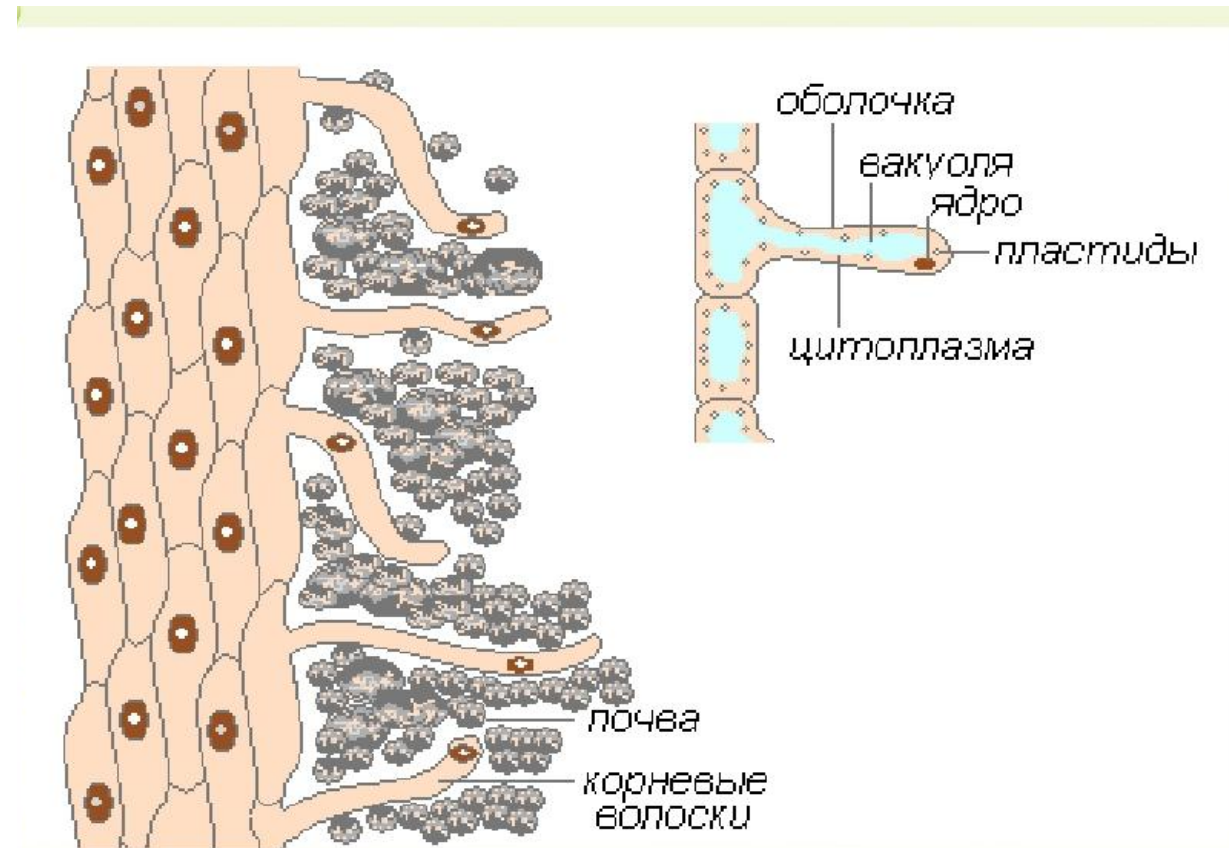


Горизонтальный транспорт воды:

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

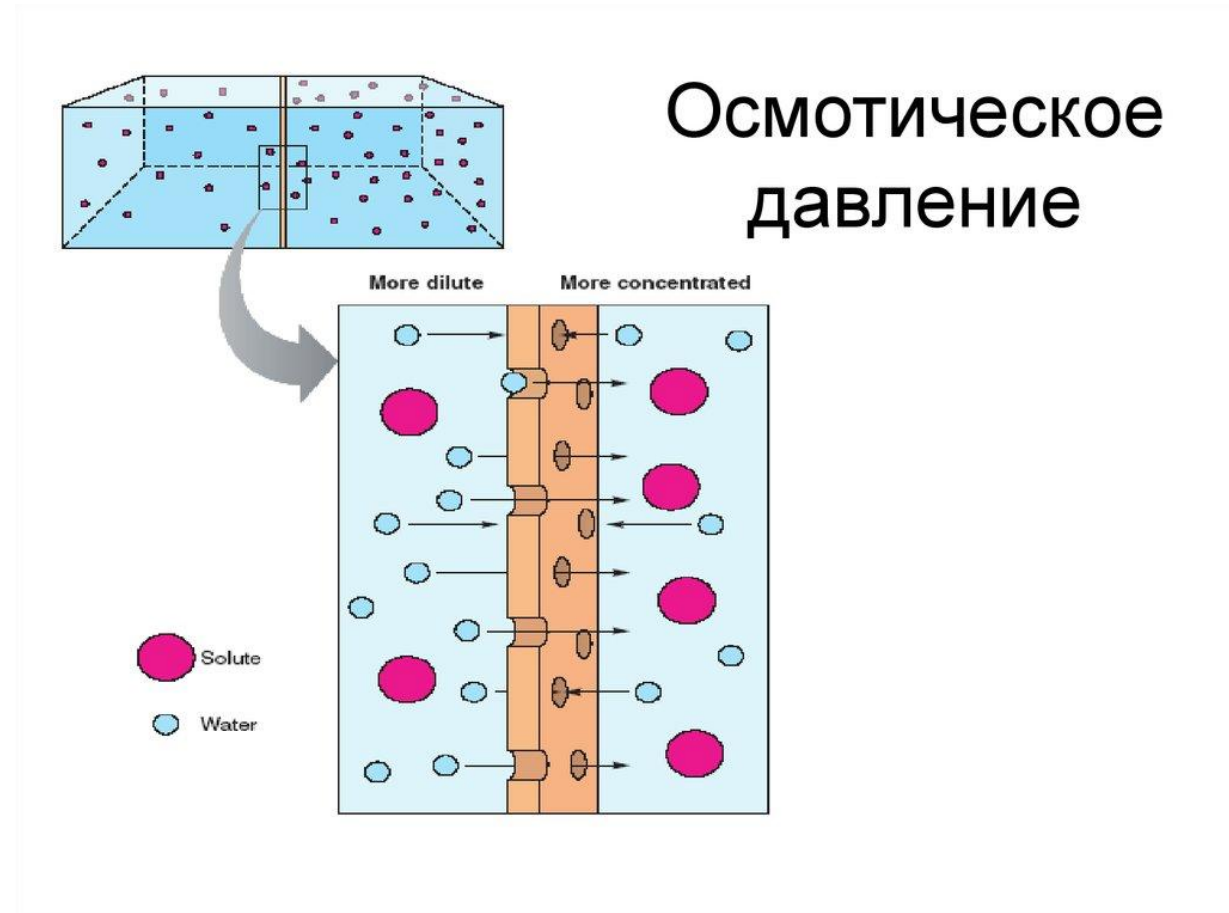
# Функции корня

- 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).



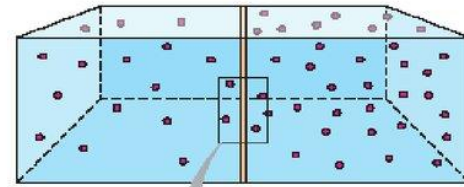
# Функции корня

- 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.

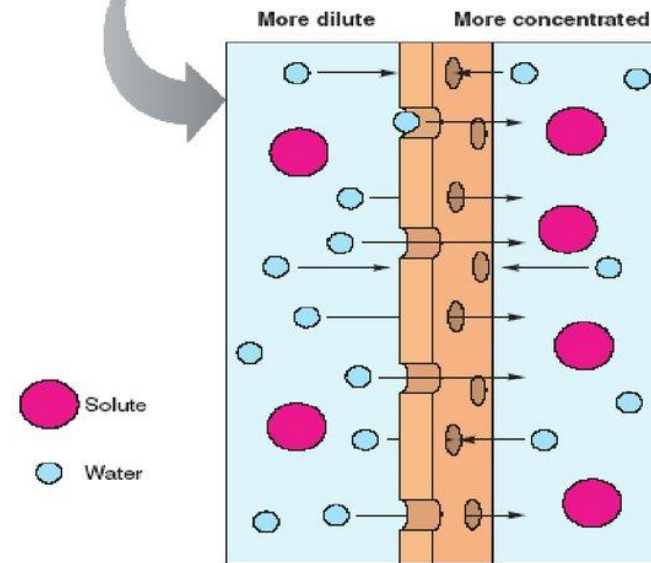


# Функции корня

- 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.

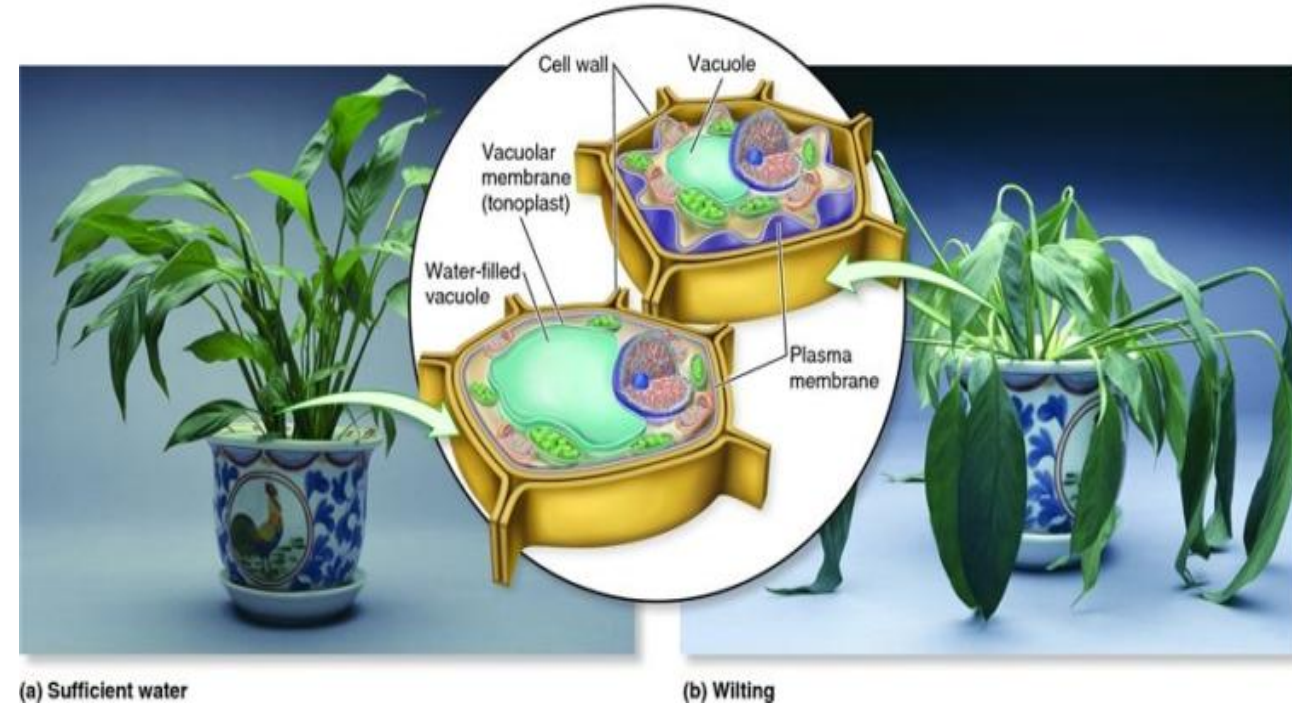


Осмотическое  
давление



# 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.

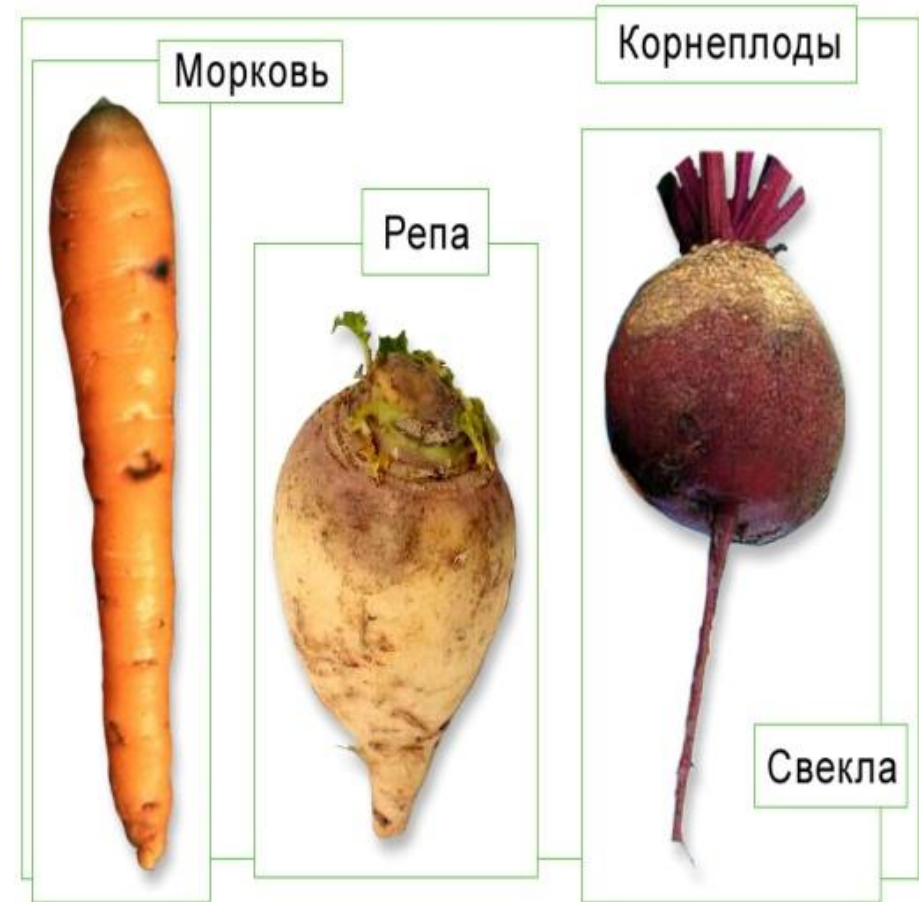


(a) Sufficient water

(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 получать 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

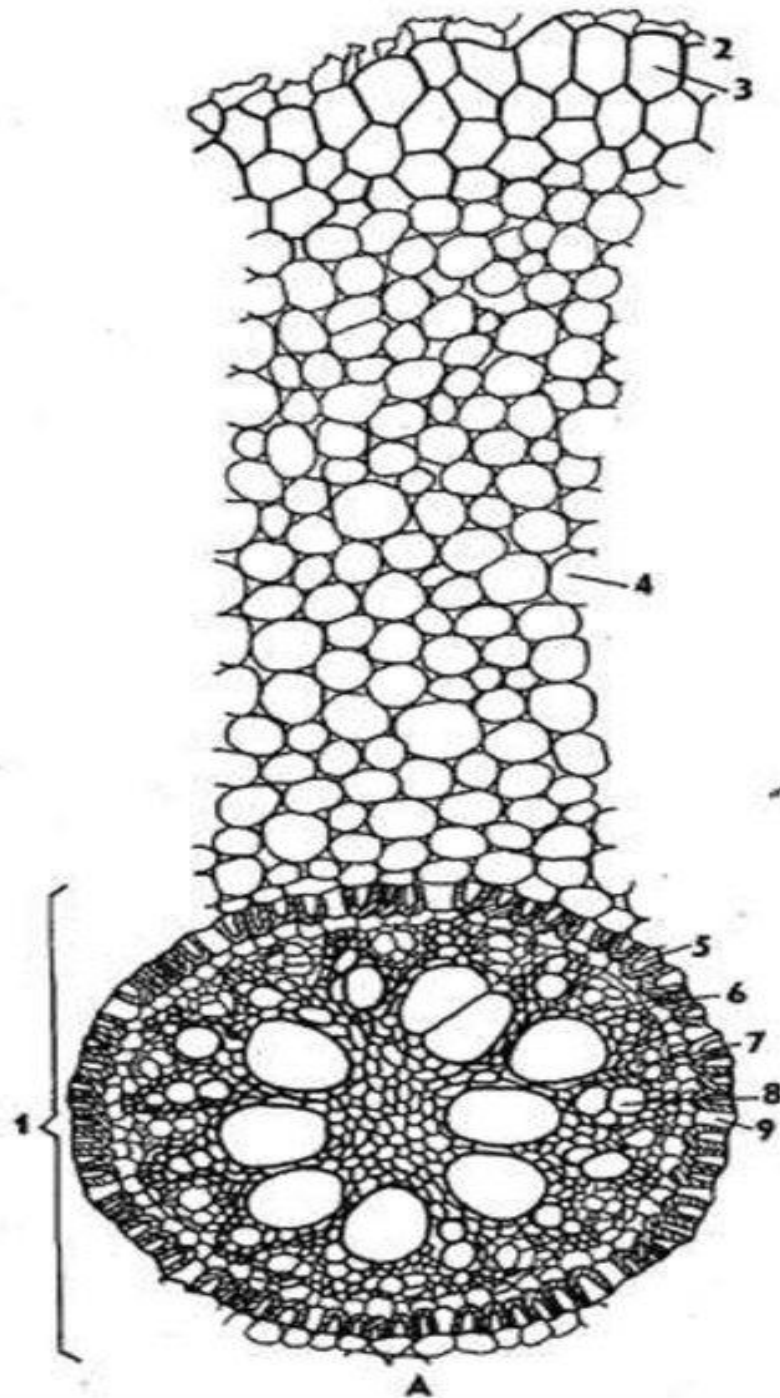
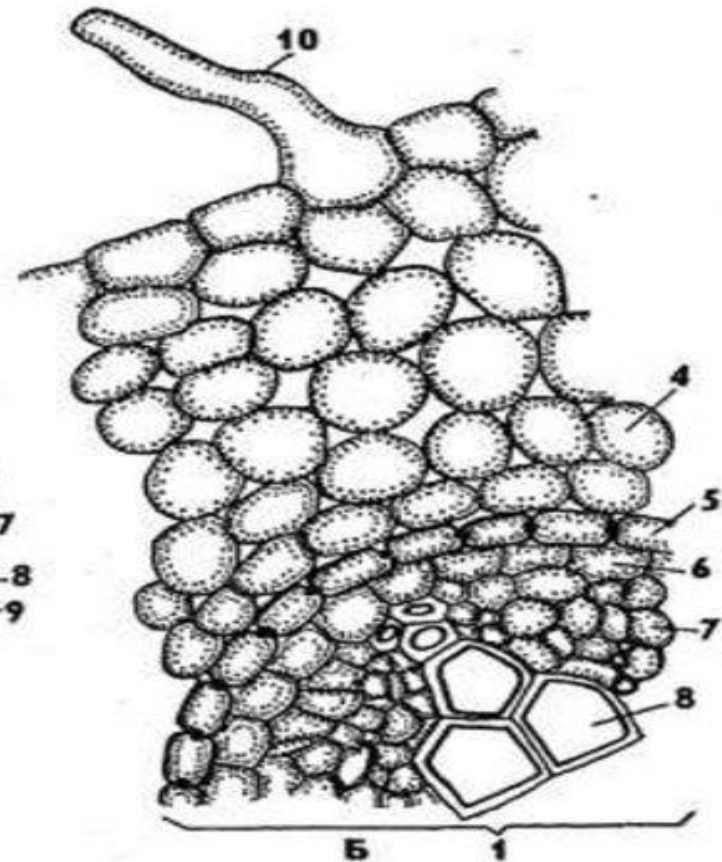
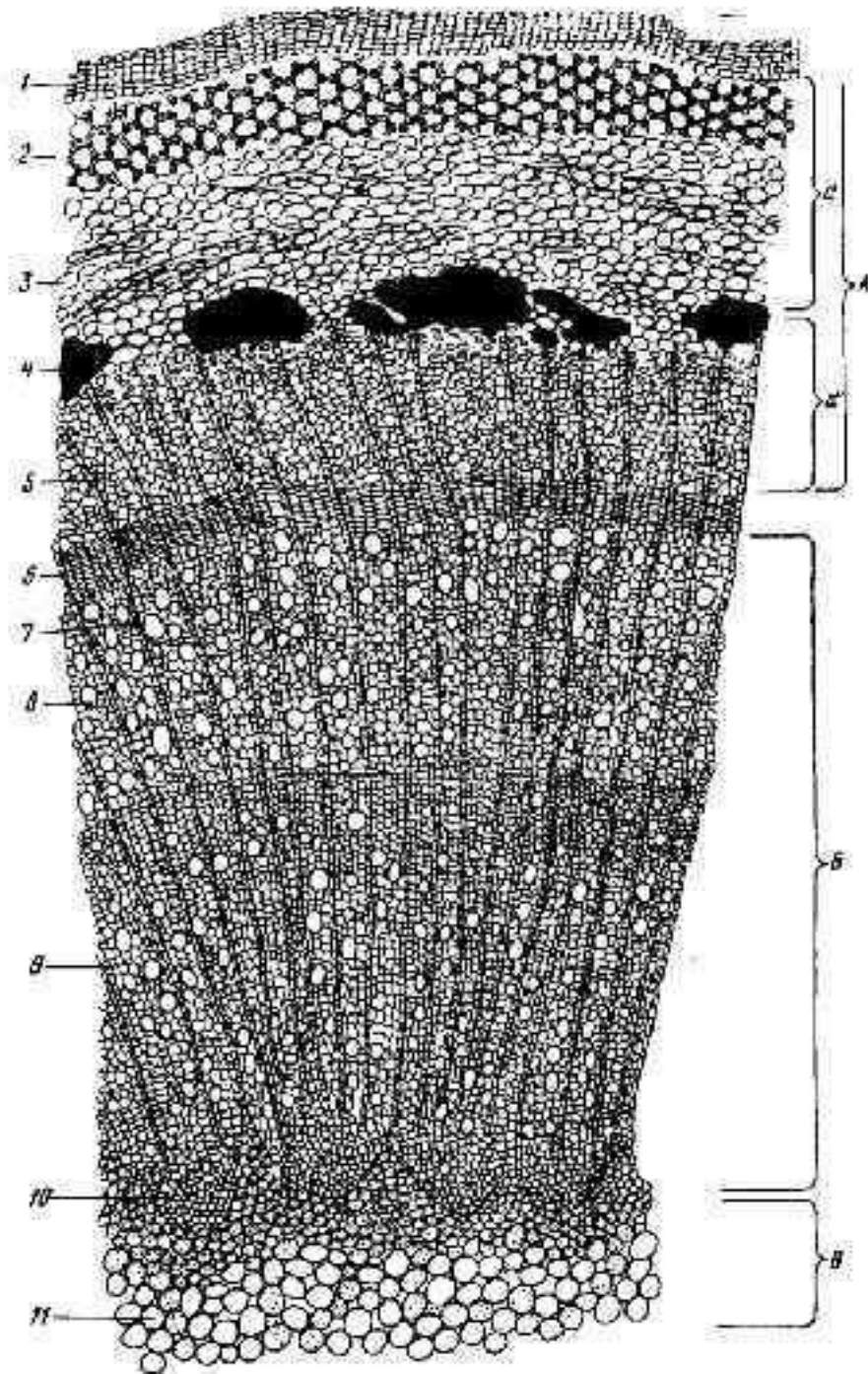


Рис. 67 Поперечный срез корня (А — однодольного, Б — двудольного растения):  
1 — центральный (осевой) цилиндр, 2 — остатки эпилемы, 3 — экзодерма, 4 — мезодерма, 5 — эндодерма, 6 — перицикл, 7 — первичная флоэма, 8 — сосуды первичной ксилемы, 9 — пропускные клетки эндодермы, 10 — корневой волосок



# 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