

КОРЕНЬ И КОРНЕВЫЕ СИСТЕМЫ

- 1. Функции и эволюционное возникновение корня.**
- 2. Первичное строение корня.**
- 3. Вторичные изменения корня.**
- 4. Образование боковых и придаточных корней. Корневые системы.**
- 5. Специализация и видоизменения корней.**

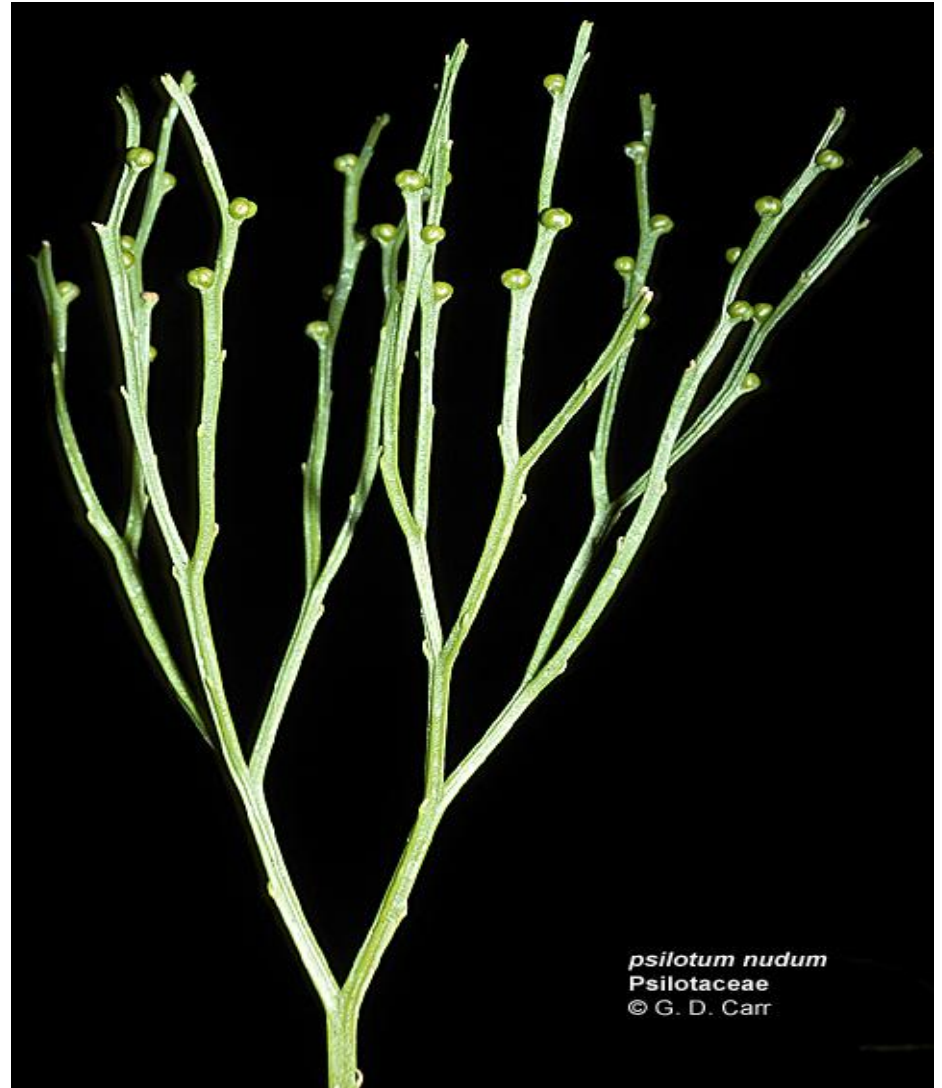
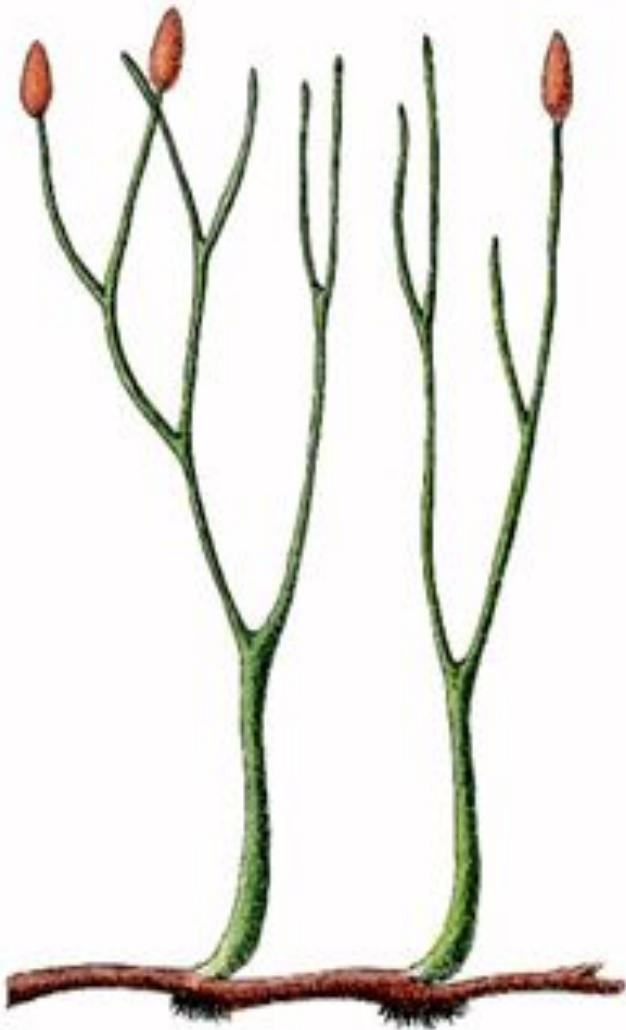
Корень – осевой орган, обладающий радиальной симметрией и неопределенно долго нарастающий в длину благодаря деятельности апикальной меристемы. На корне никогда не возникают листья, а апикальная меристема всегда прикрыта чехликом.

Главная функция корня – поглощение воды и минеральных веществ, т.е. обеспечение почвенного питания растения.

Помимо названной главной функции корни выполняют и другие функции:

- **укрепляют растение в почве, делают возможным вертикальный рост и вынесение побегов вверх;**
- **в корнях происходит вторичный синтез различных веществ (аминокислот, алкалоидов, фитогормонов и др.);**
- **в корнях могут откладываться запасные вещества;**
- **корни взаимодействуют с корнями других растений, почвенными микроорганизмами и грибами.**

Корни возникли из теломов риниофитов, распростертых по поверхности почвы. В ходе эволюции некоторые ответвления этих теломов стали углубляться в почву и дали начало корням.



Корни приспособлены к более совершенному почвенному питанию.

Возникновение корней сопровождалось глубокой перестройкой всей их структуры. В них возникли специализированные ткани.

Функцию поглощения веществ из почвы стали выполнять **молодые окончания корней. Они сохраняют на поверхности живые клетки. Эти клетки образовали важнейшую в функциональном отношении ткань корня - **ризодерму**.**

Функцию поглощения веществ из почвы стали выполнять молодые окончания корней. Они сохраняют на поверхности живые клетки. Эти клетки образовали важнейшую в функциональном отношении ткань корня - *ризодерму*.

Далее в процессе эволюции происходило увеличение поглощающей поверхности корня благодаря трем факторам:

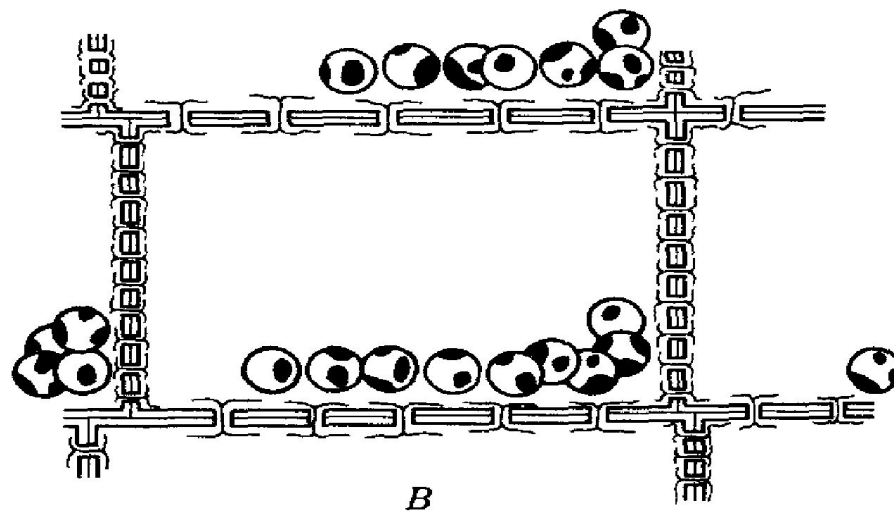
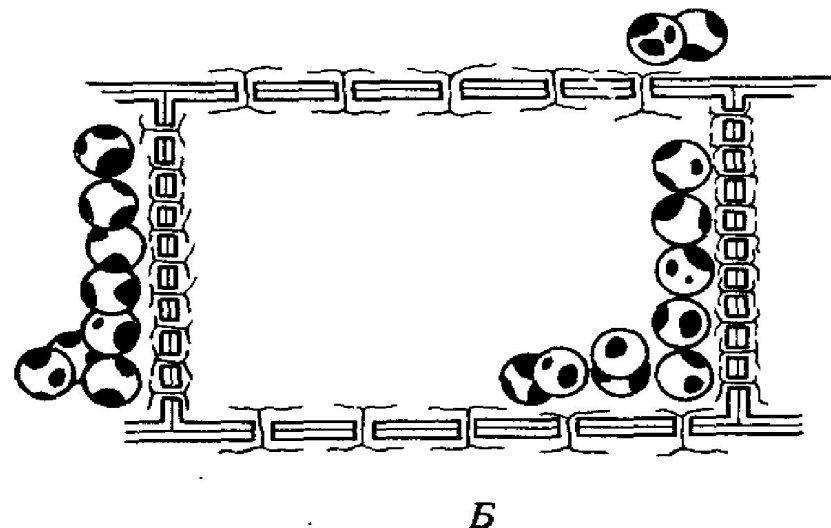
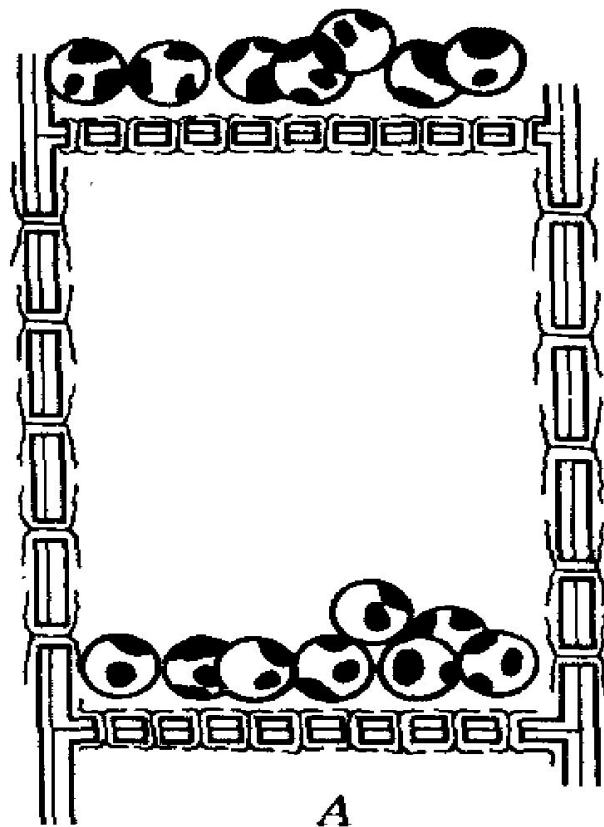
- 1) обильному ветвлению и образованию большого числа всасывающих окончаний;**
- 2) постоянному нарастанию корней и передвижению всасывающих окончаний в новые участки почвы;**
- 3) образованию корневых волосков.**

Поскольку нарастание корня происходит в плотной почве, верхушечная меристема его должна быть защищена. **Защиту апикальной меристемы от повреждений обеспечило появление *корневого чехлика*.**

Появление корней было вызвано нарастанием сухости климата. Наступление более засушливого климата вызвало у наземных растений необходимость прикрепления к субстрату и поглощения из него воды и питательных веществ. Однако в ходе эволюции структура корня у разных видов растений изменилась меньше, чем у стебля. Это обусловлено тем, что в почвенной среде условия более стабильны, чем в воздушной. Поэтому корень считается более «консервативным» органом, хотя он появился гораздо позже побега.

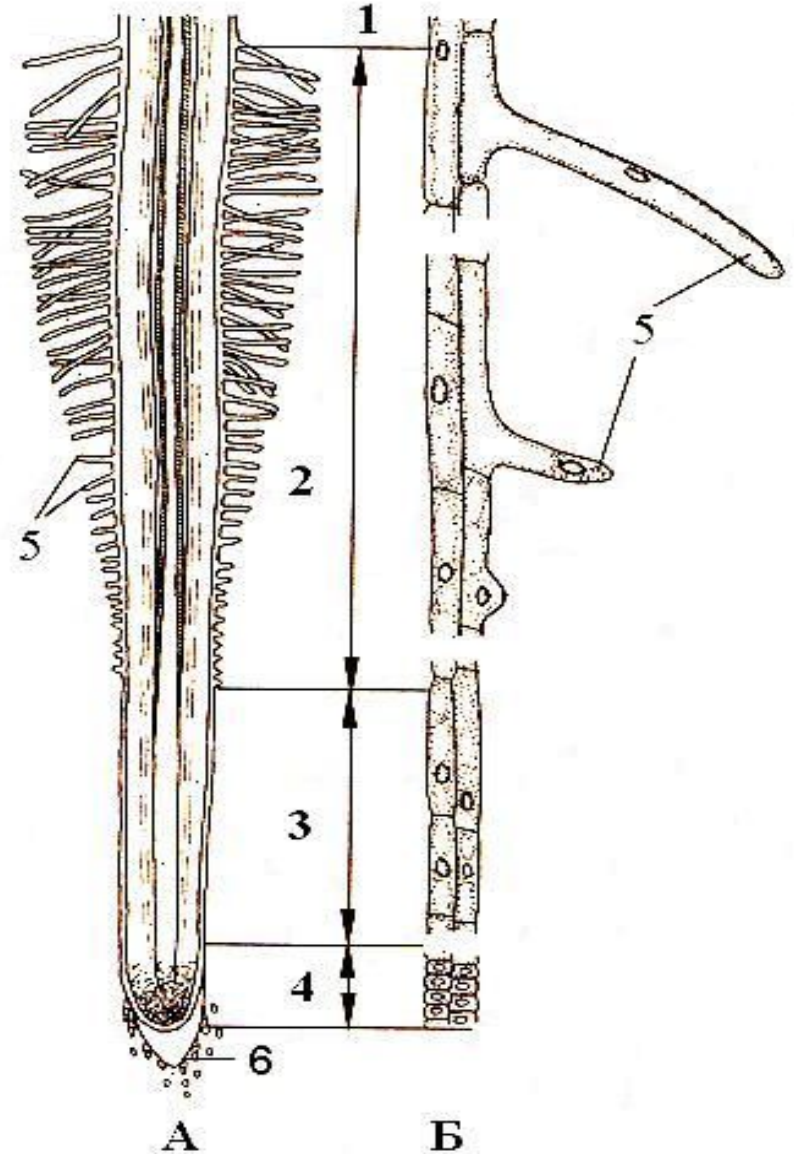
Образование корней – важный ароморфоз растений. Благодаря ему растения смогли освоить более сухие почвы и формировать крупные, поднимающиеся вверх побеги.

Реакция амилопластов корневого чехлика на гравитацию. Перемещение статолитов играет важную роль в создании градиентов фитогормонов, обеспечивающих вертикальный рост корня

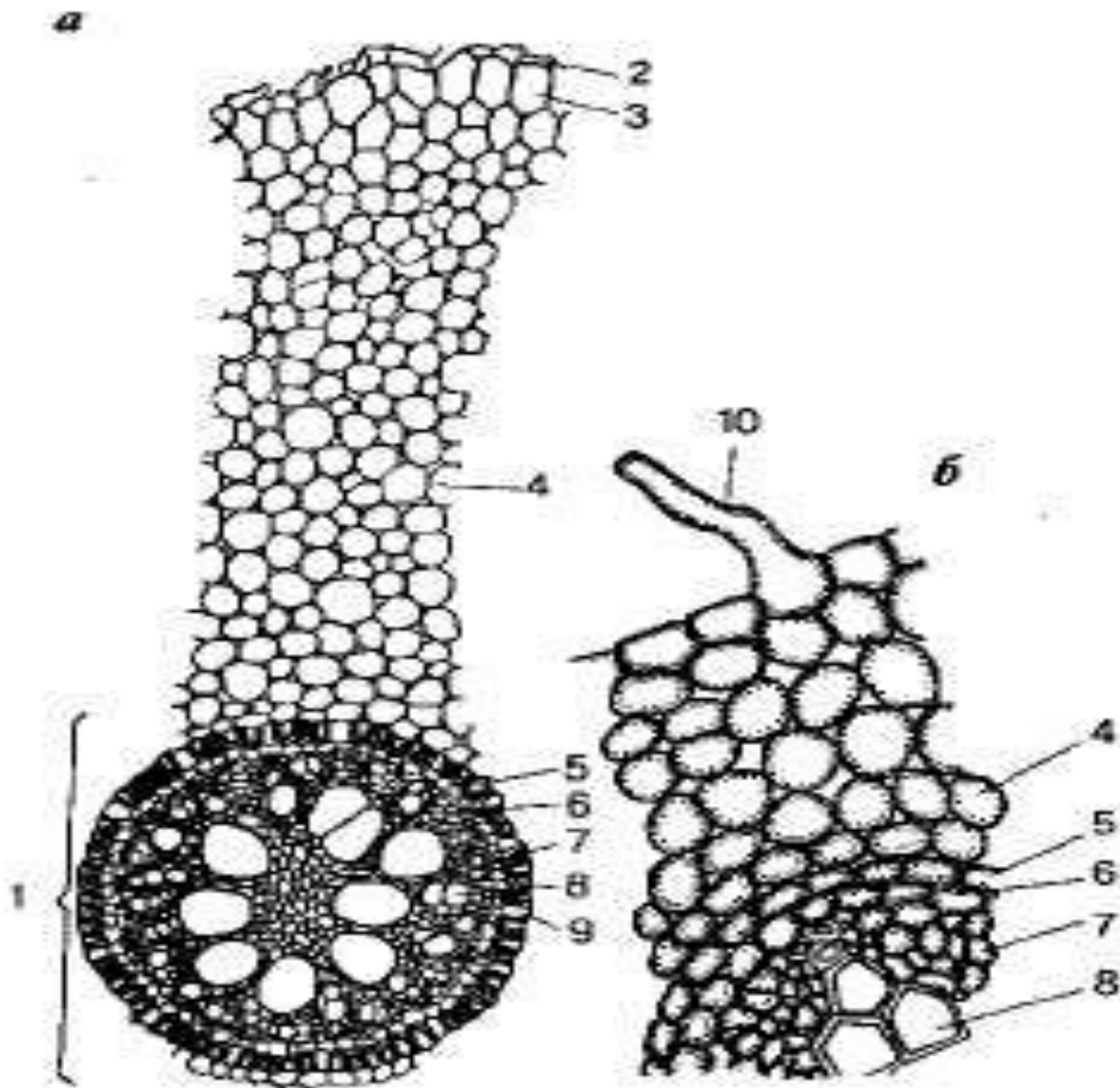


**Строение корня проростка пшеницы (*Triticum aestivum*):
А - схема строения корня; Б - дифференциация клеток
ризодермы и экзодермы.**

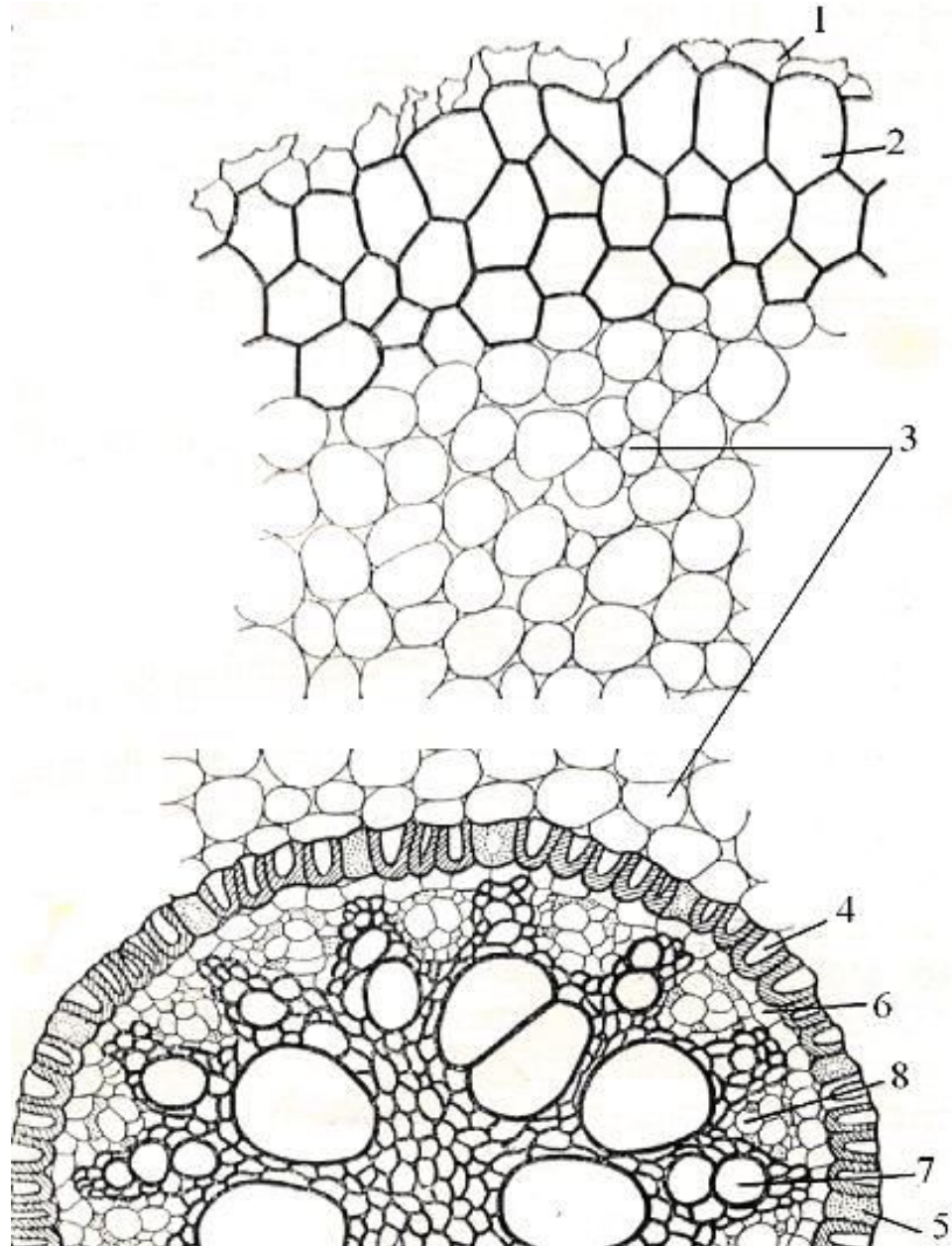
- 1 - зона проведения,
- 2 - зона всасывания,
- 3 - зона растяжения,
- 4 - зона деления,
- 5 – корневой волосок,
- 6 - корневой чехлик.



Поперечный срез корня (а - однодольного, б - двудольного растения)



Поперечный срез корня ириса (*Iris germanica*)



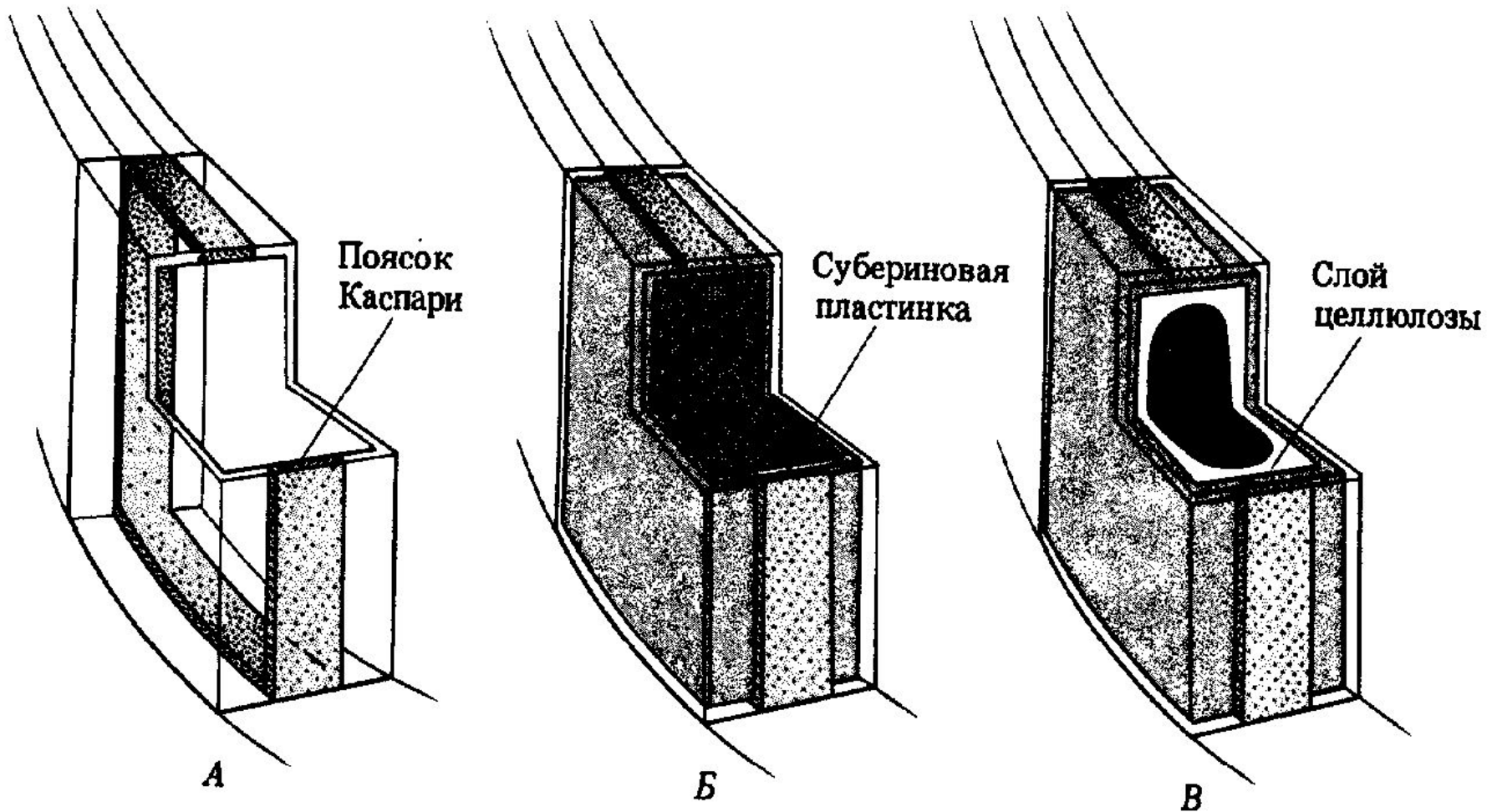
Первичная кора возникает из периблемы.

Основную её массу составляют живые паренхимные клетки с тонкими оболочками. Между ними образуется система межклетников, вытянутых вдоль оси корня. По межклетникам циркулируют газы (СО₂). Газы необходимы для поддержания интенсивного обмена веществ в клетках коры и ризодермы. Энергичный обмен веществ в клетках коры необходим для выполнения ряда важных функций:

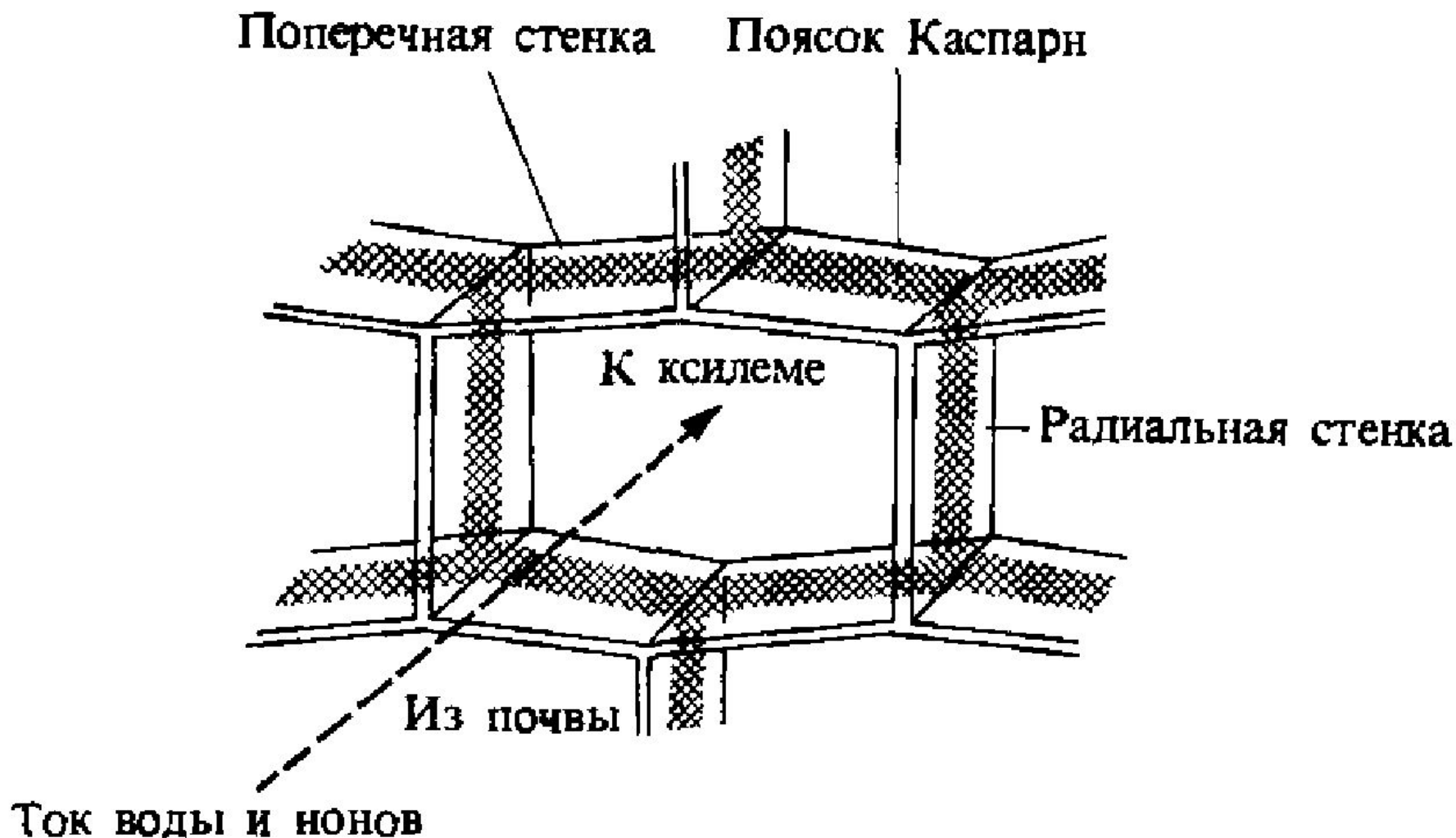
- 1) клетки коры снабжают ризодерму пластическими веществами и сами участвуют в поглощении и проведении веществ;**
- 2) в коре синтезируются различные вещества, передающиеся затем в другие ткани;**
- 3) в клетках коры накапливаются запасные вещества;**
- 4) в коре часто находятся гифы грибов, образующих микоризу.**

Клетки эндодермы проходят **три стадии развития**. В зоне всасывания эндодерма находится **в первой стадии**. Посредине радиальных стенок её клеток образуются **пояски Каспари**. Пояски Каспари перекрывают передвижение веществ через клеточные оболочки, т.е по апопласту. **Вторую стадию** можно наблюдать в зоне боковых корней. При этом с внутренней стороны клеточной оболочки появляется тонкая **субериновая пластинка**. Однако эндодерма ещё свободна пропускать растворы, так как в ней остаются отдельные **пропускные клетки** с тонкими стенками. **Третью стадию** развития эндодермы можно наблюдать в зоне проведения корней однодольных. Внутренние и радиальные стенки её клеток сильно утолщаются. На поперечных срезах такие клетки имеют подковообразную форму. Пропускных клеток нет. Толстостенная эндодерма защищает проводящие ткани и повышает прочность корня.

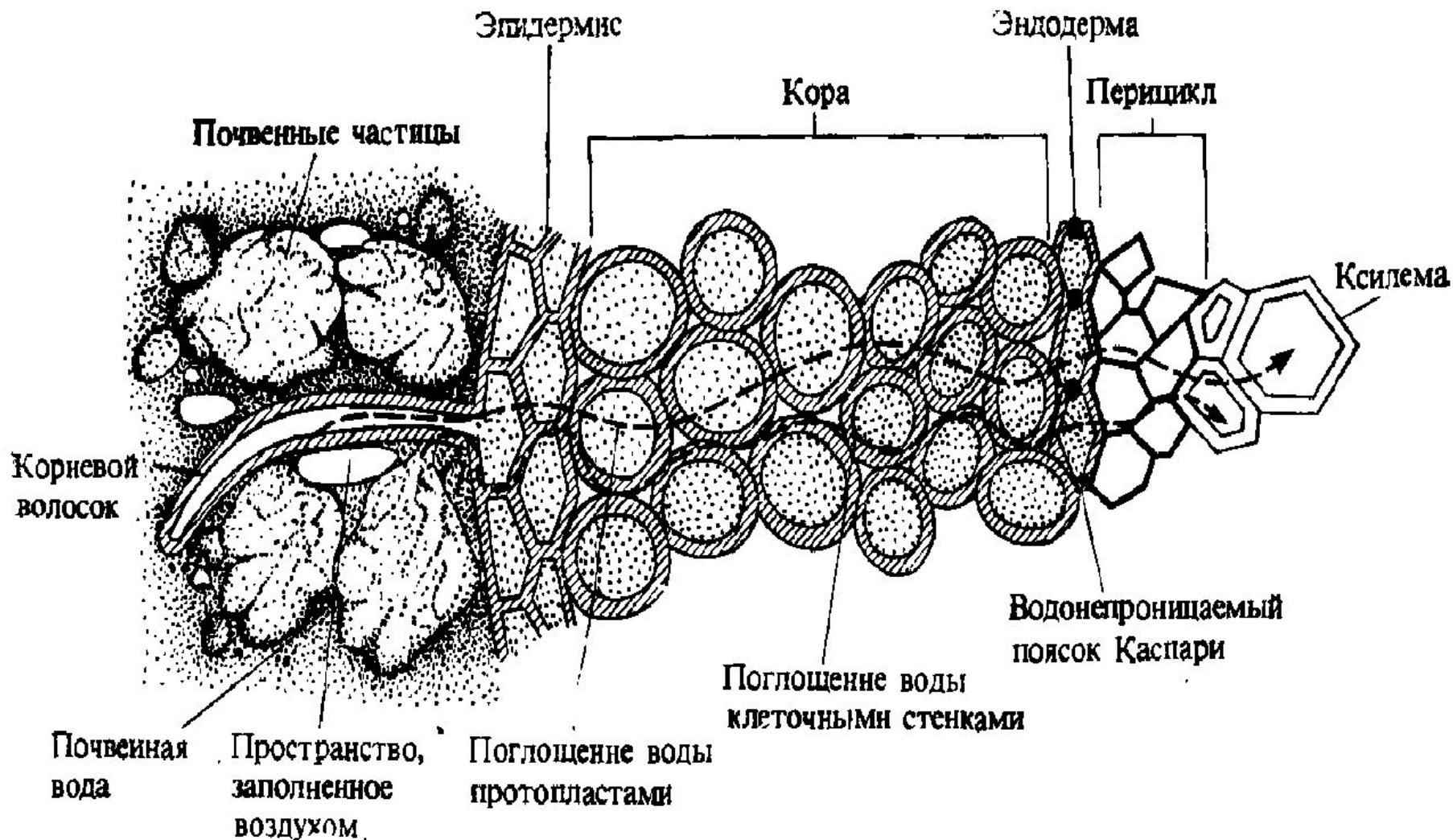
Трёхмерная схема, показывающая три стадии развития клеток эндодермы



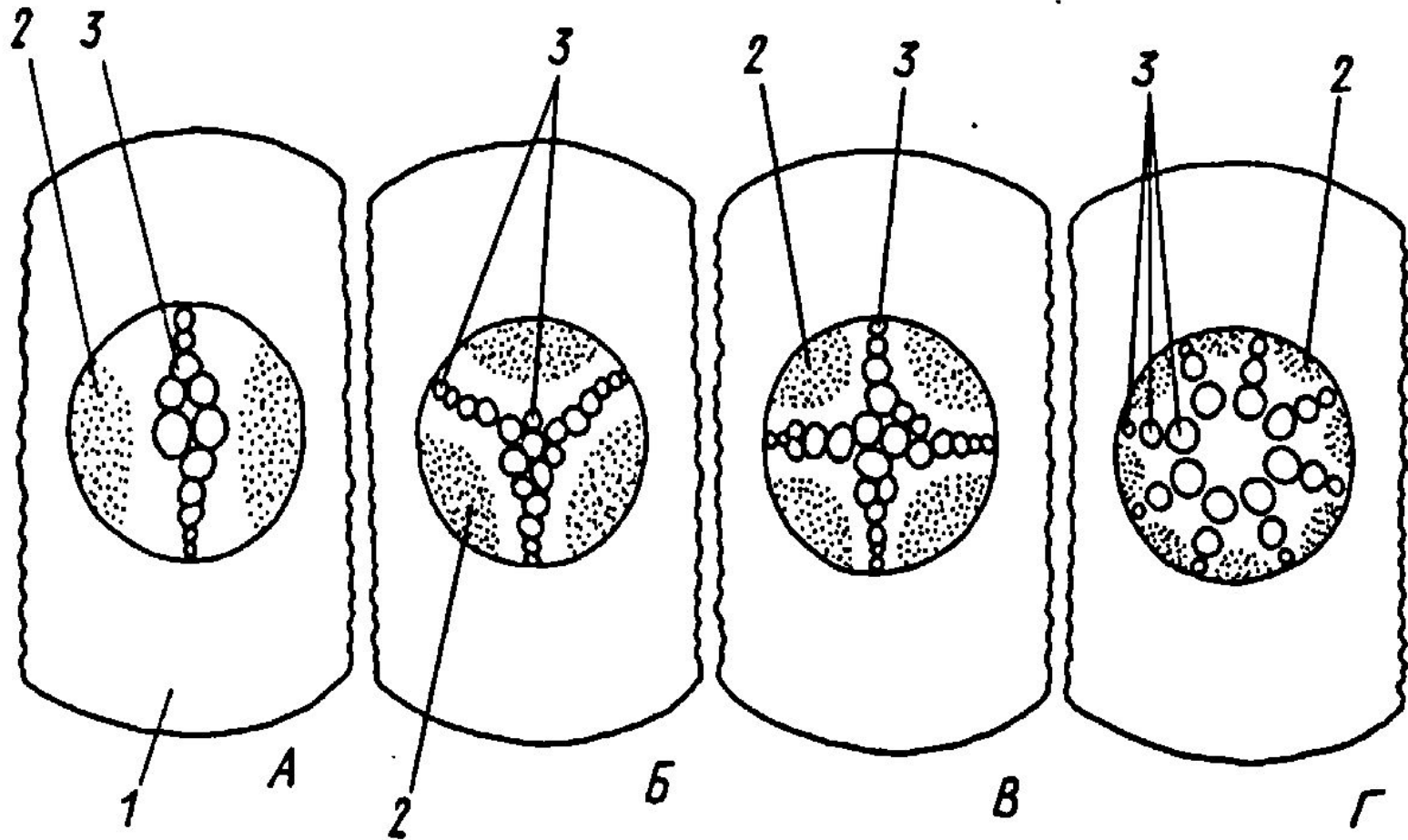
Поясок Каспари – водонепроницаемый барьер, заставляющий воду покинуть апопласт и устремиться через мембраны клеток эндодермы в симпласт



Поступление воды из почвы в корень: вода может передвигаться по апопласту и симпласту, пока не достигнет эндодермы. Дальнейшее передвижение по апопласту невозможно.



Различные типы строения центрального цилиндра корня (первичное строение): А-диархный, Б-триархный, В-тетрархный, Г-полиархный. Типы А-В характерны для двудольных, Г – у многих однодольных.
1 - участок первичной коры, 2 - первичная флоэма, 3 - первичная ксилема.



Можно выделить 4 этапа перехода корня от первичного строения ко вторичному:

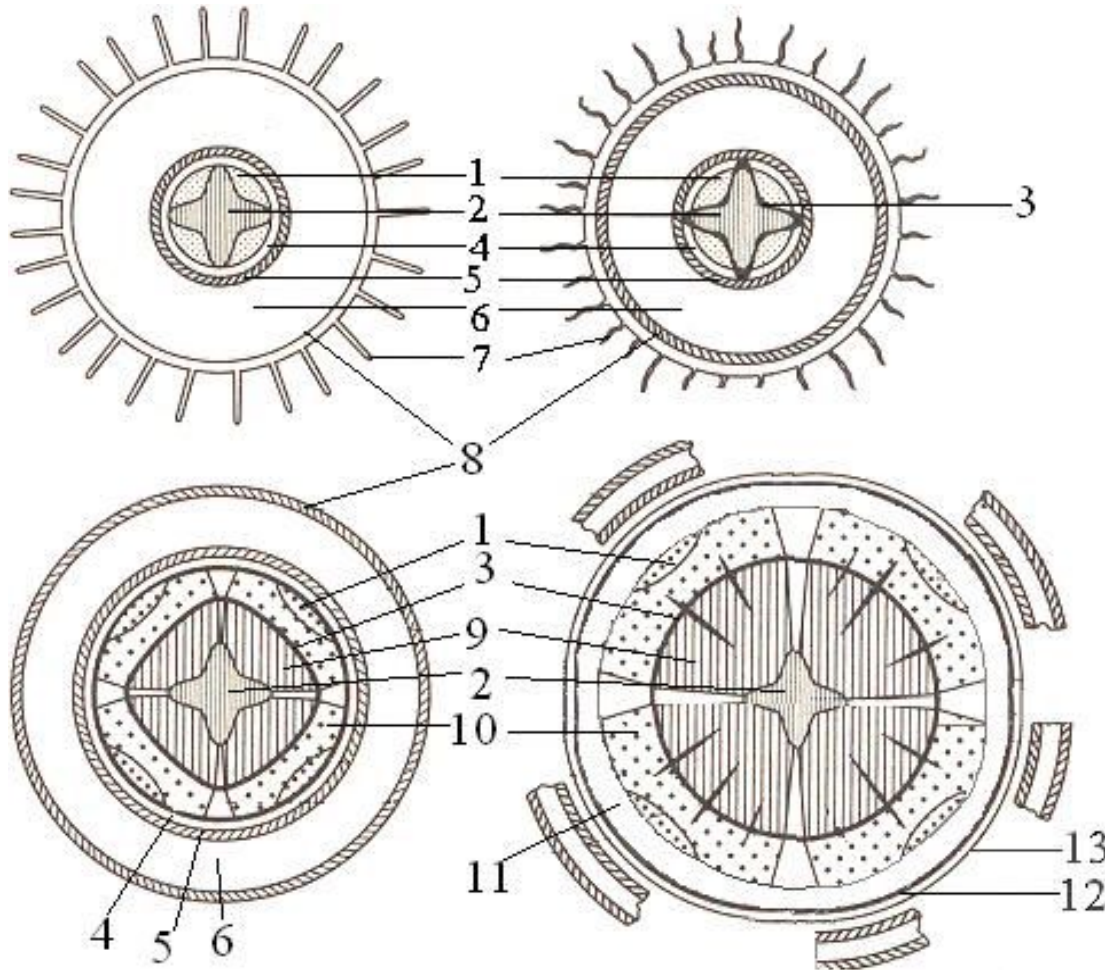
1) появление камбия между участками первичной флоэмы и ксилемы;

2) образования феллогена перициклом;

3) сбрасывание первичной коры;

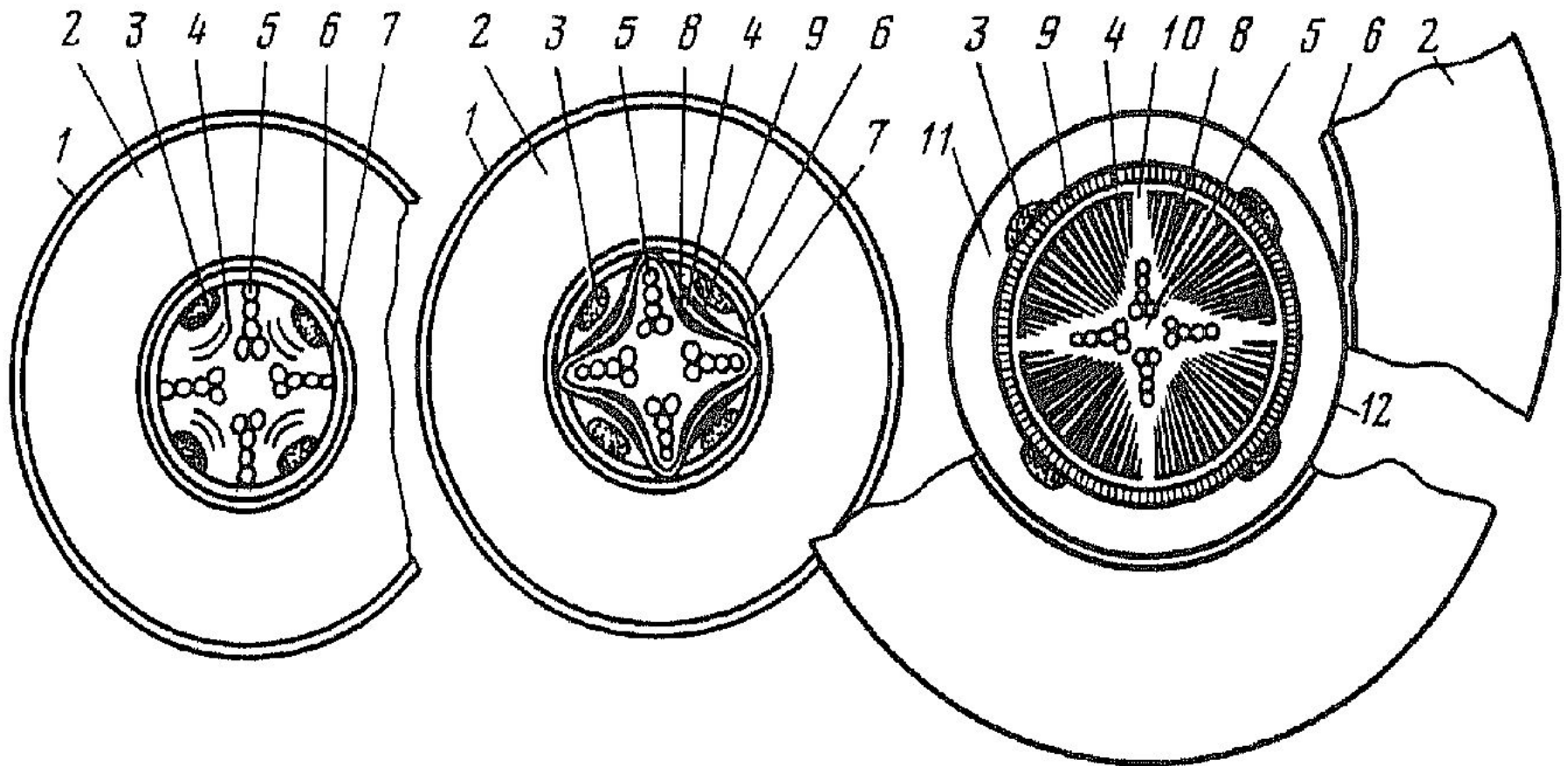
4) смена радиального расположения проводящих тканей коллатеральным.

Переход от первичного строения корня к вторичному



- 1-первичная флоэма,
- 2-первичная ксилема,
- 3 - камбий,
- 4 - перicycle,
- 5 - эндодерма,
- 6 - мезодерма,
- 7 - ризодерма,
- 8 - экзодерма,
- 9-вторичная ксилема,
- 10 - вторичная флоэма,
- 11- вторичная кора,
- 12 - феллоген,
- 13 - феллема.

Переход от первичного строения корня к вторичному



Вторичное строение корня тыквы (*Cucurbita pepo*)

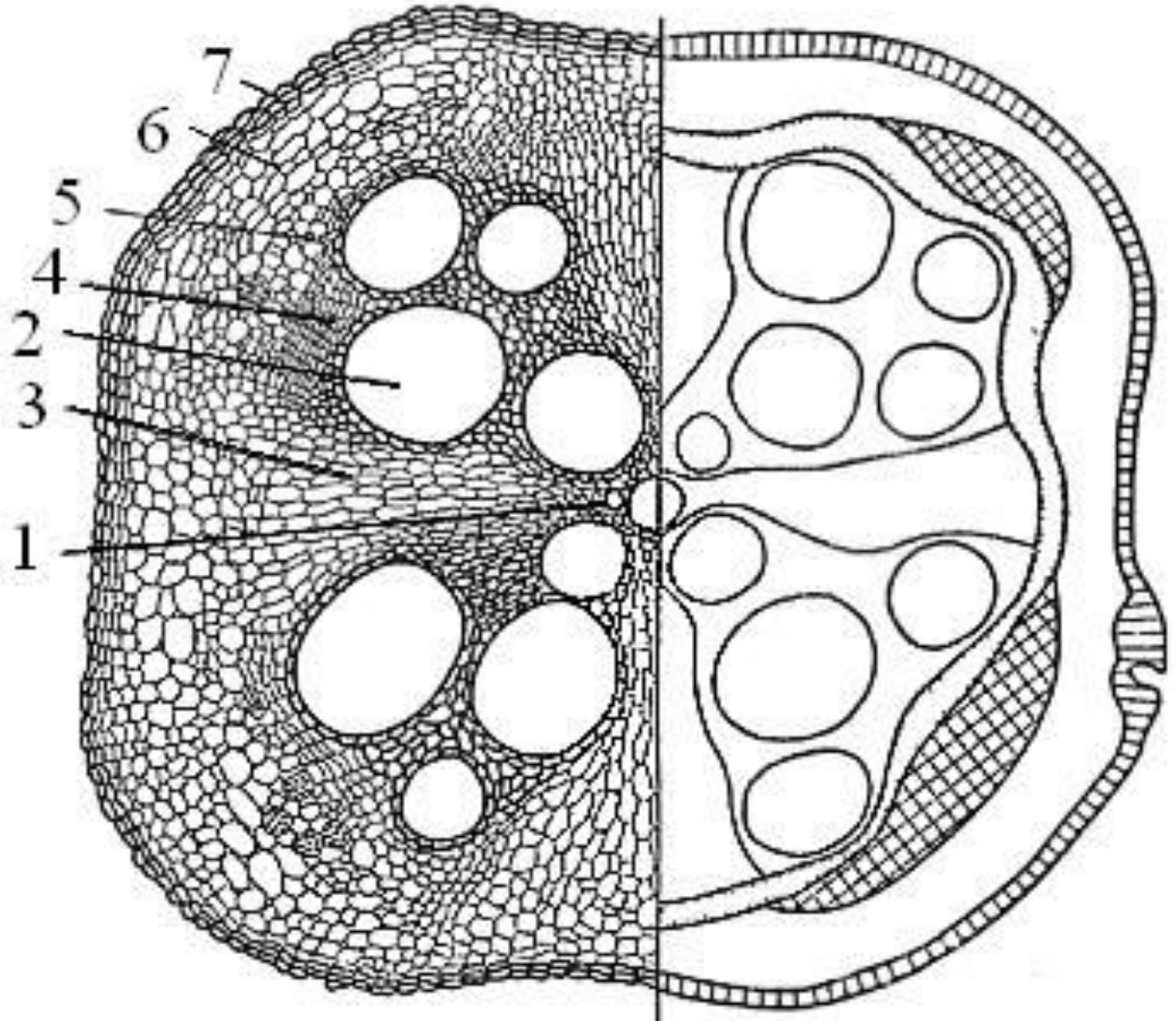
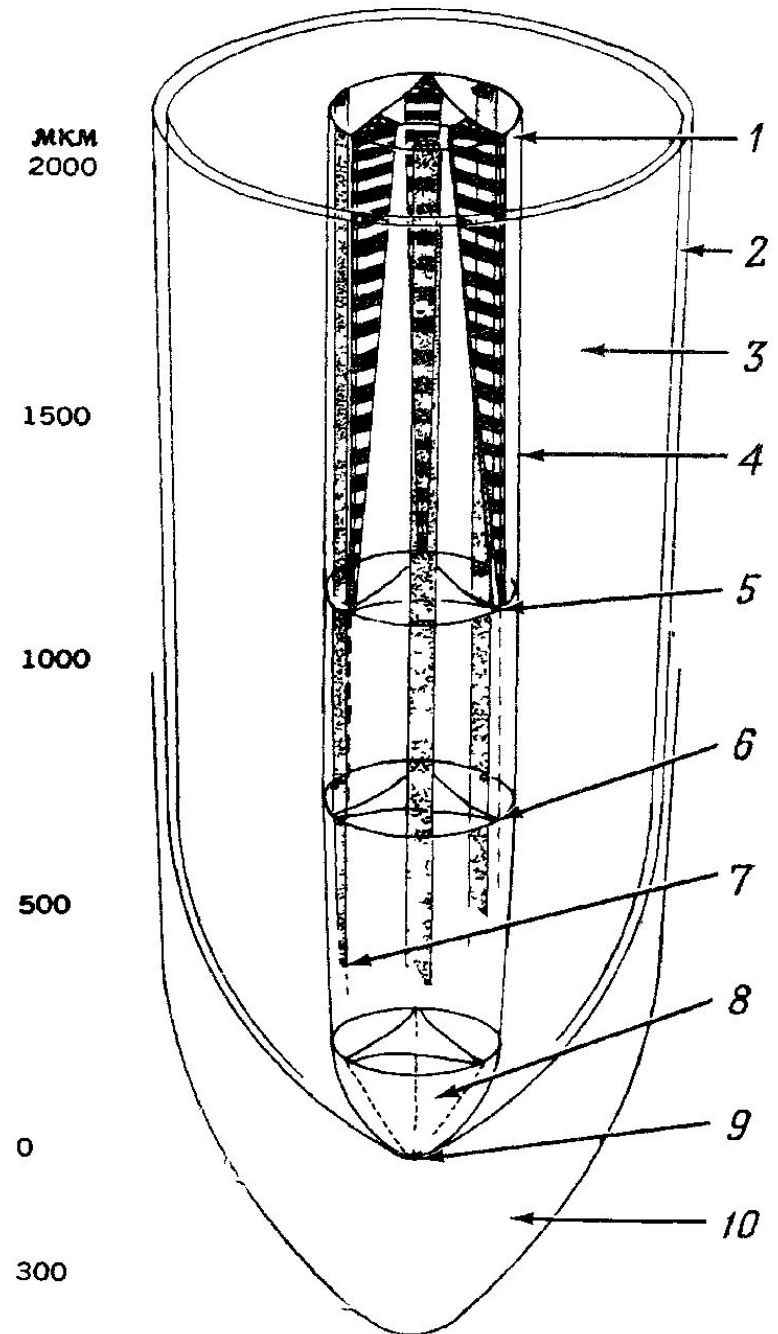


Схема первичной дифференциации проводящих тканей в корне гороха

- 1-центростремительная дифференциация ксилемы,
- 2-эпидерма,
- 3-первичная кора,
- 4-эндодерма,
- 5-первые дифференцированные элементы ксилемы,
- 6-недифференцированные элементы ксилемы,
- 7-первые дифференцированные элементы флоэмы,
- 9-апикальная меристема,
- 10-корневой чехлик.



Вторичные изменения корня однодольных.

подавляющее большинство однодольных растений первичное строение корня сохраняет до конца жизни. Однако при этом многие элементы корня подвергаются одревеснению. У древесных однодольных (пальмы, драцены, юкки) в коре корня из клеток паренхимы или из перицикла возникает слой меристемы. Из него формируются ряды закрытых проводящих пучков. Вслед за этим рядом проводящих пучков в периферической части паренхимы первичной коры появляется новый слой образовательной ткани. Этот слой меристемы дает начало новому ряду проводящих пучков. Таким образом происходит утолщение корня.

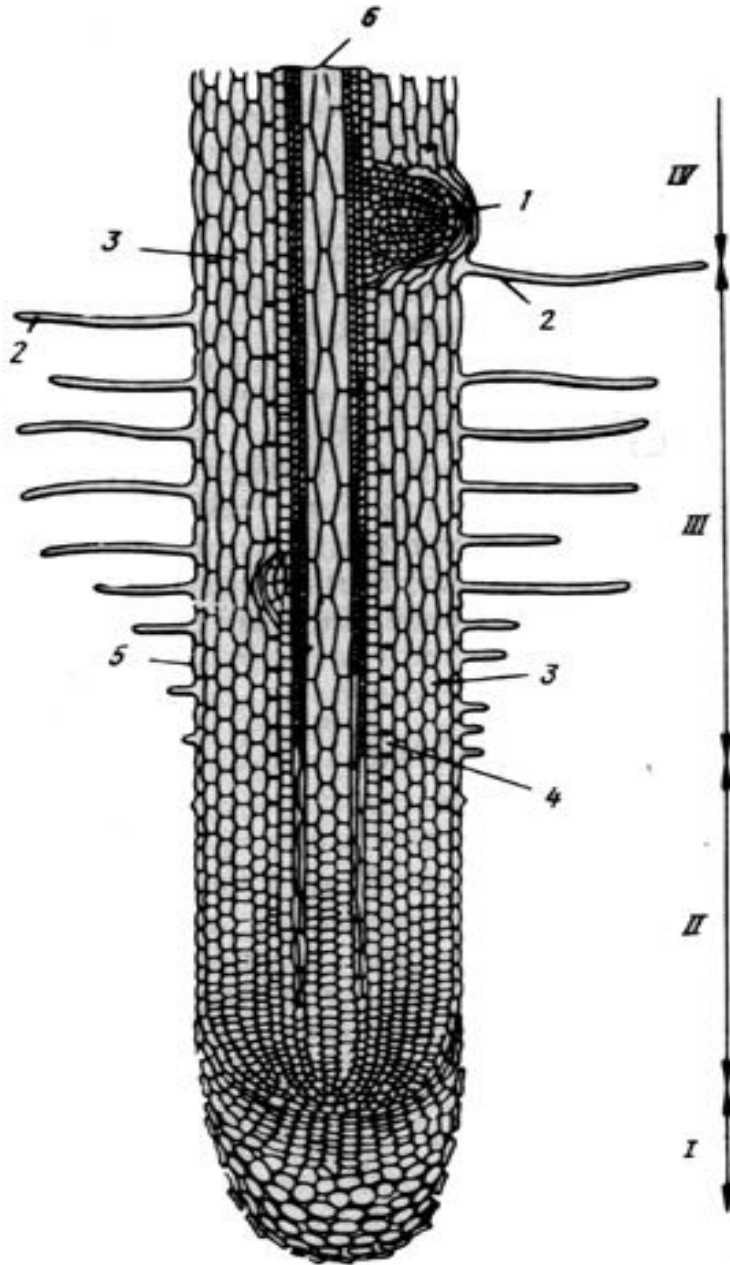
Придаточные корни возникают на различных органах растений – на стеблях, листьях и корнях.

Придаточные корни, возникшие на стебле, называются ***стеблеродные***, возникшие на корне – ***корнеродные***.

Боковые и придаточные корни имеют ***эндогенное*** происхождение, т.е. закладываются во внутренних тканях.

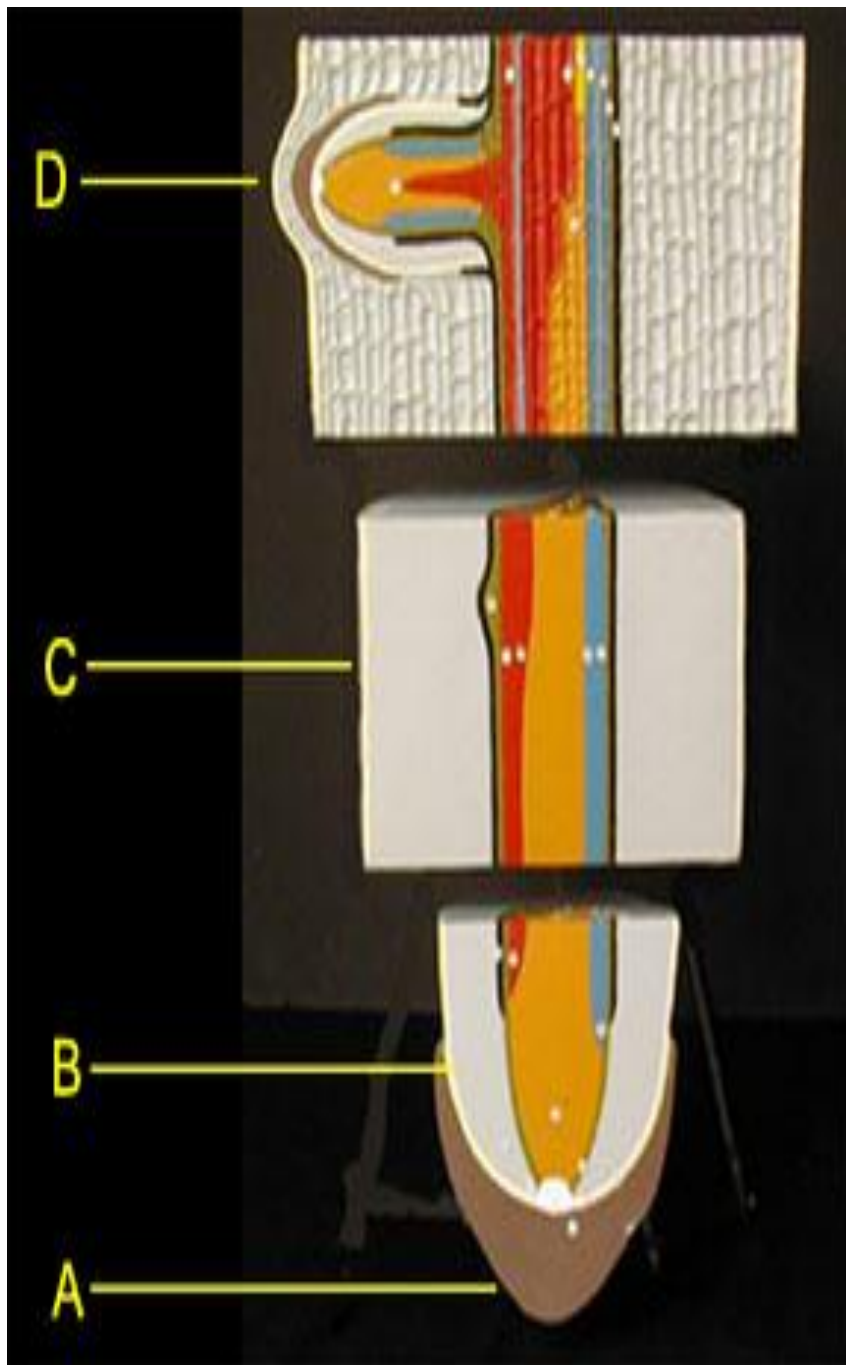
Заложение бокового корня начинается с деления клеток перицикла. При этом на поверхности стелы образуется меристематический бугорок. После ряда делений клеток меристематического бугорка возникает боковой корешок. Он имеет собственную апикальную меристему и чехлик. Зачаток бокового корня растет, прорывает первичную кору материнского корня и выдвигается наружу. Обычно ***боковые корни возникают против элементов ксилемы.*** Поэтому они располагаются правильными ***продольными рядами*** вдоль корня. Возникают они в зоне поглощения или несколько выше. Заложение боковых корней происходит ***акропетально***, т.е. от основания корня к его верхушке.

Заложение боковых корней



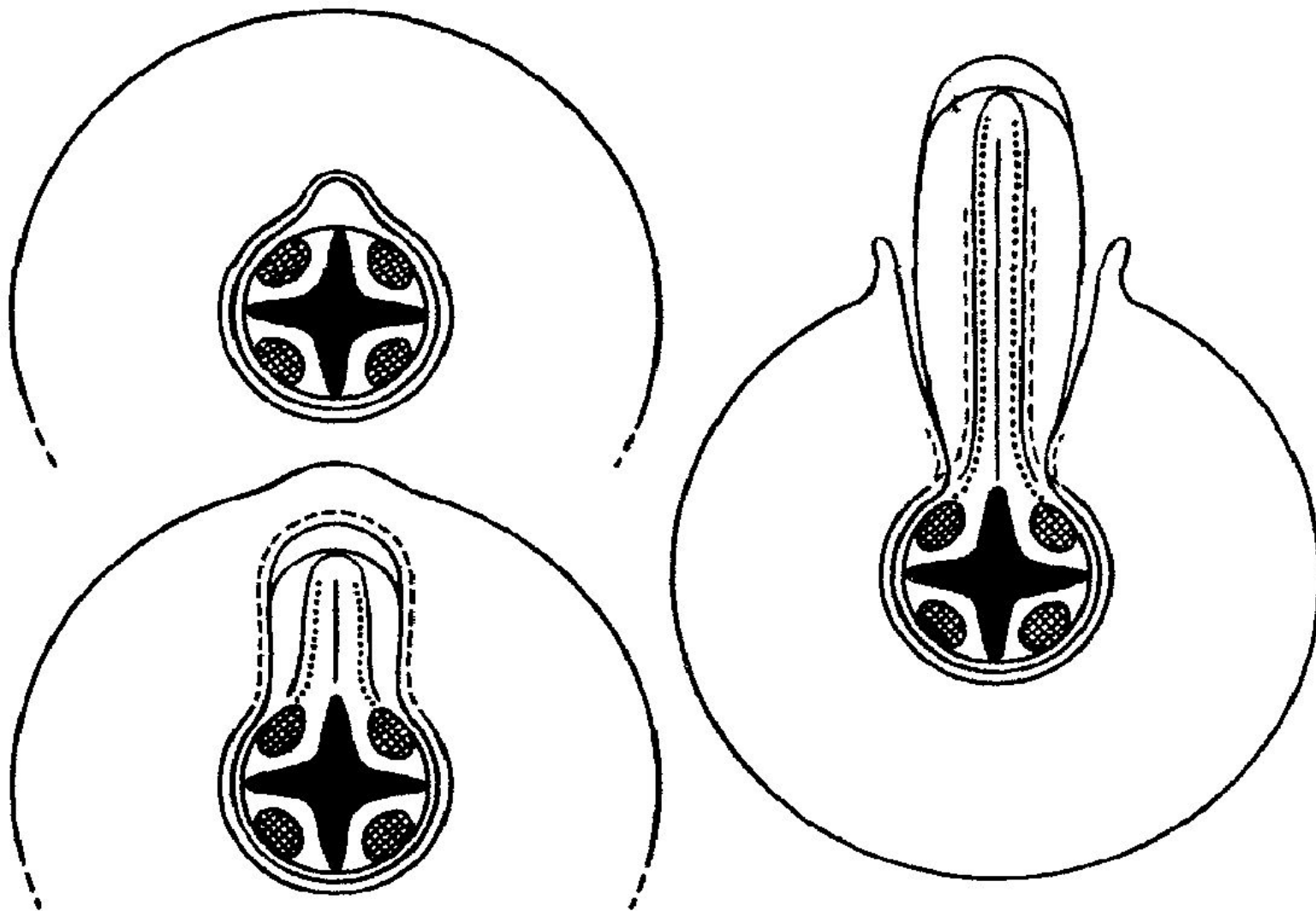
*I - корневой чехлик,
II - зона роста, III - зона
всасывания, IV - начало
зоны проведения;*

*1 - зачаток бокового
корня, 2 - корневые
волоски, 3 - первичная
кора, 4 - эндодерма, 5 -
эпibleма, 6 - осевой
цилиндр*



Стадии
заложения
бокового
корня

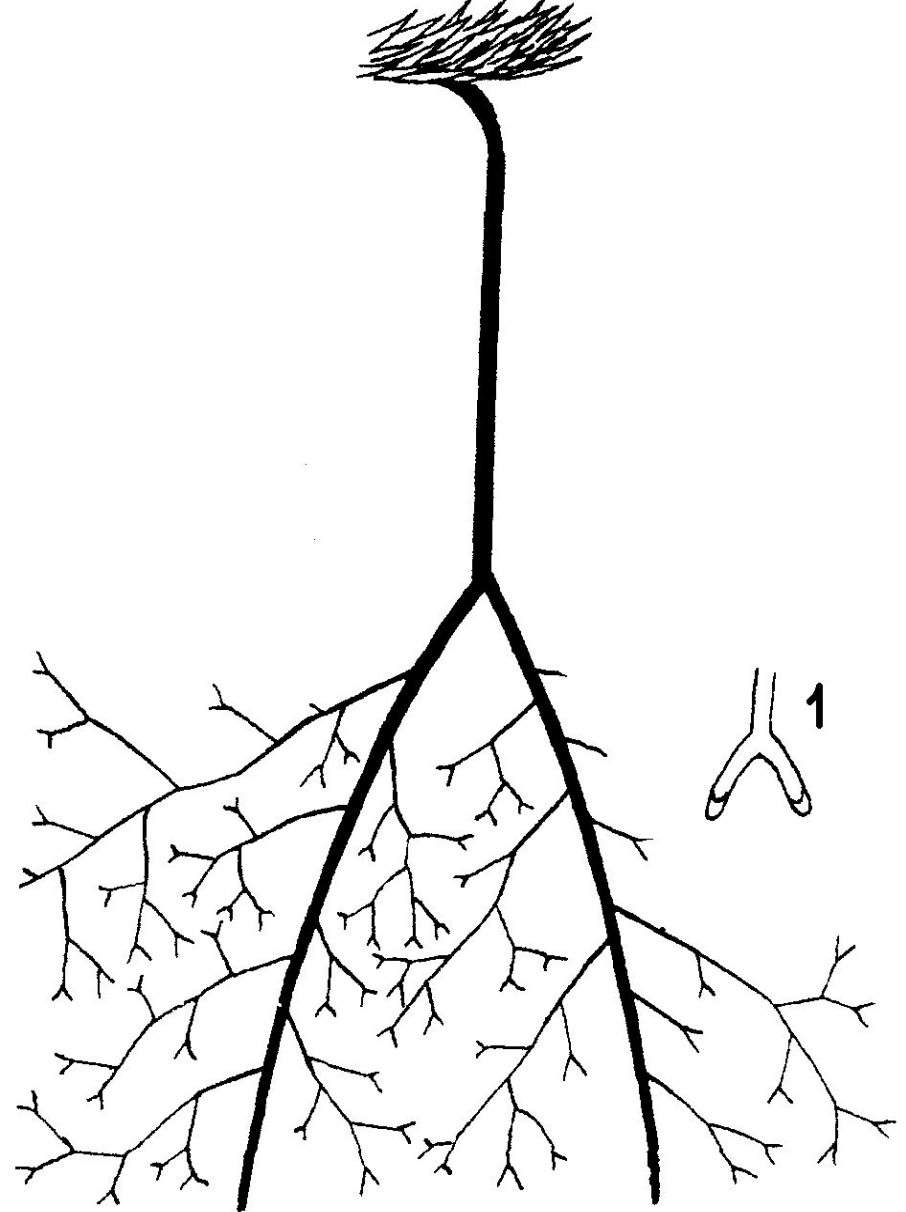
Схема роста бокового корня и его выдвигения из материнского корня.



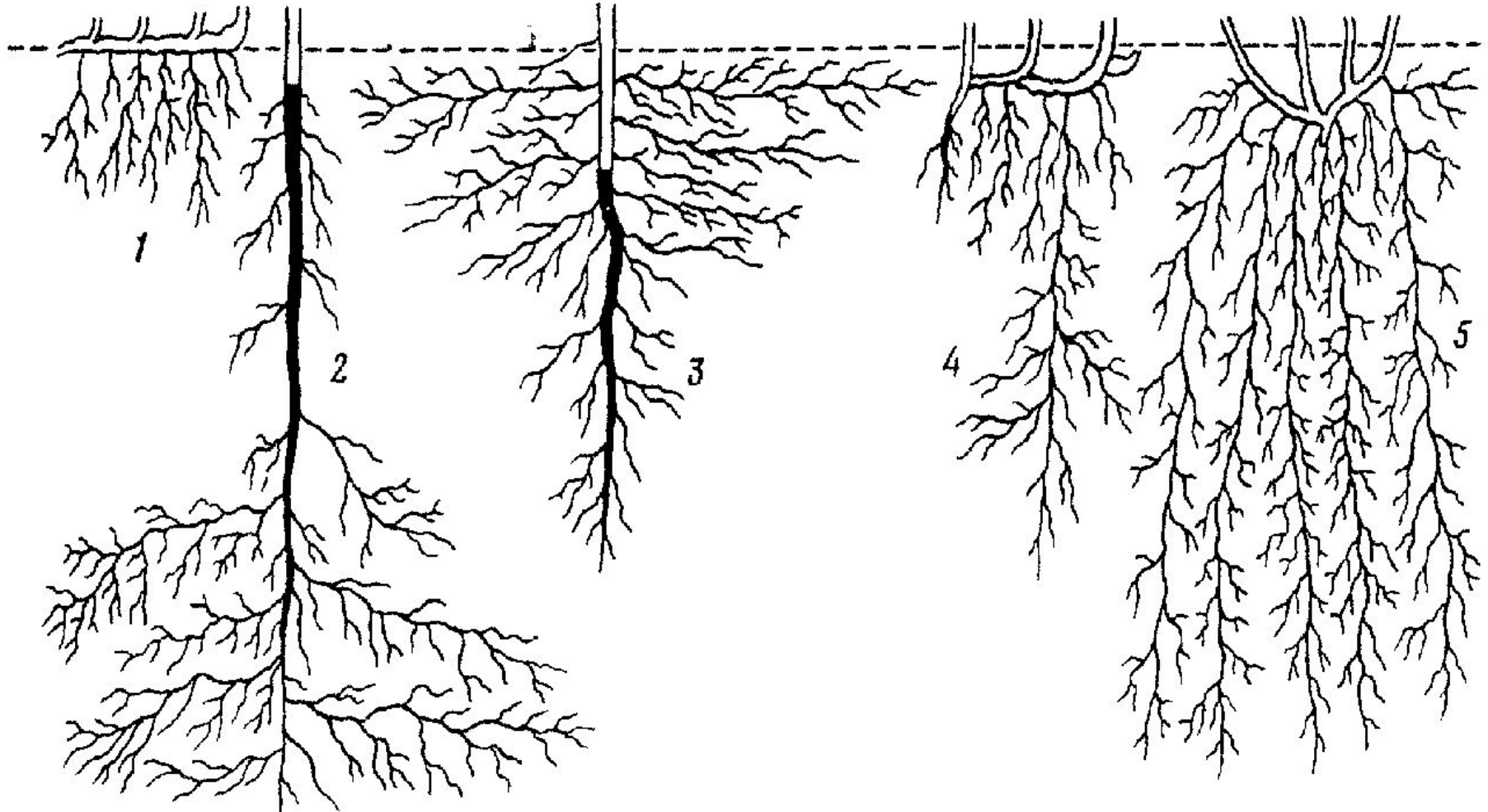
Придаточные корни обычно закладываются в тканях, способных к меристематической активности: в перицикле, камбии, феллогене. Эндогенное образование боковых (и придаточных) корней имеет приспособительное значение. Если бы ветвление происходило в апексе, то продвижение корня в почве было затруднено.

Дихотомическое ветвление в корневой системе плауна булавовидного (*Lycopodium clavatum*)

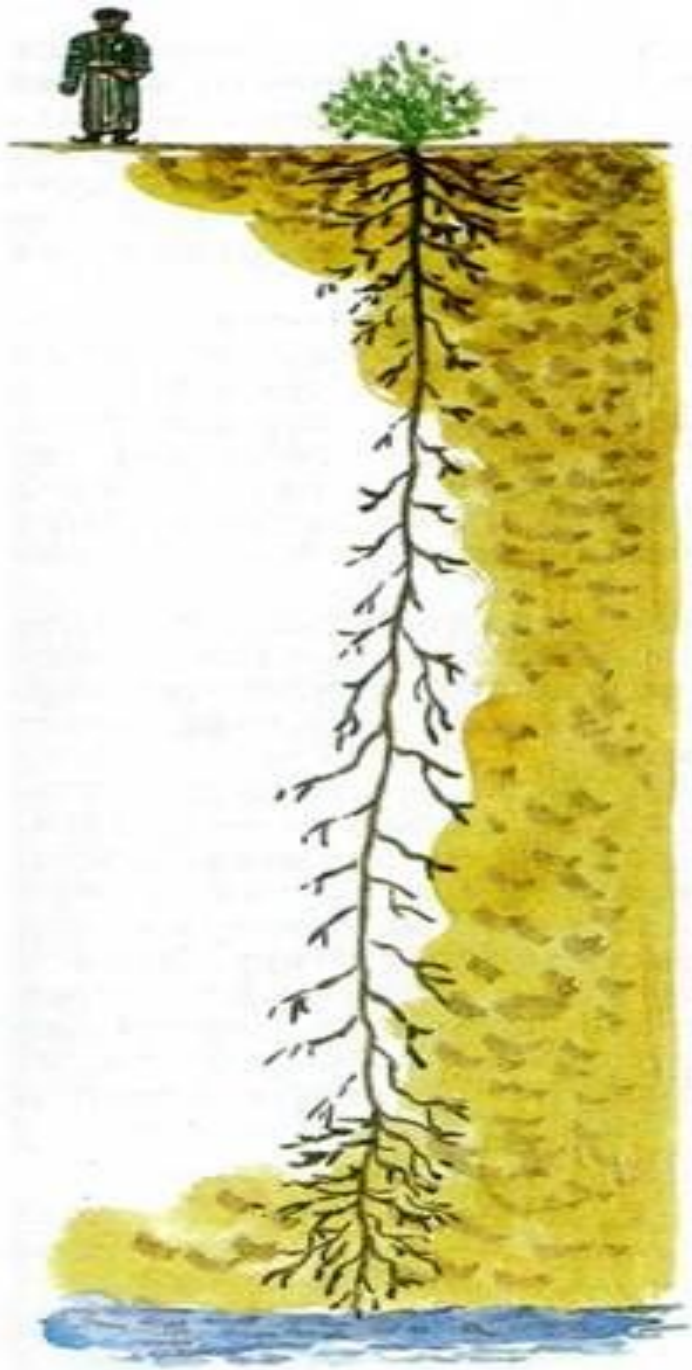
**1 – изотомное
дихотомическое
ветвление самых
тонких корешков**



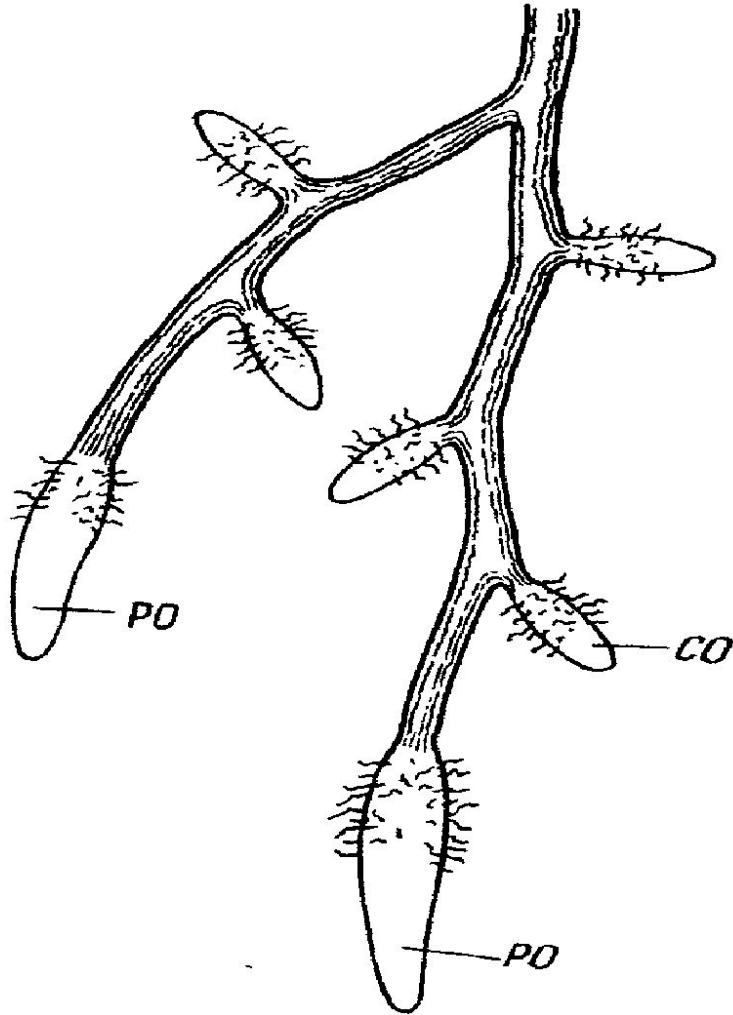
Корневые системы: 1 - первично гоморизная, 2- 4 - аллоризные, 5 - вторично гоморизная, 1,3 - поверхностные, 2 - глубинная, 5 - универсальная.



**Корень верблюжьей
колючки порой уходит в
глубину на 15 м.**



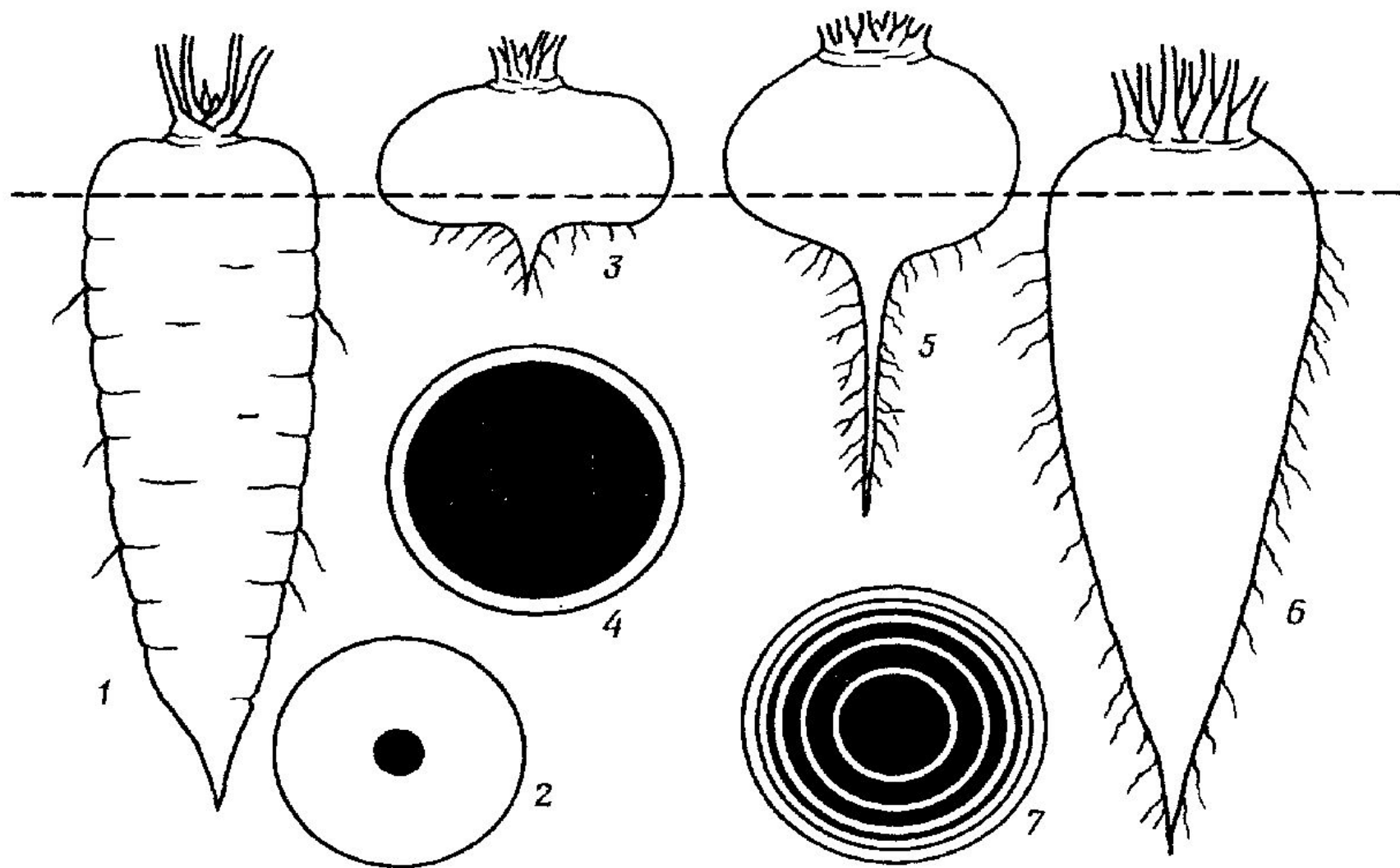
Корневая мочка



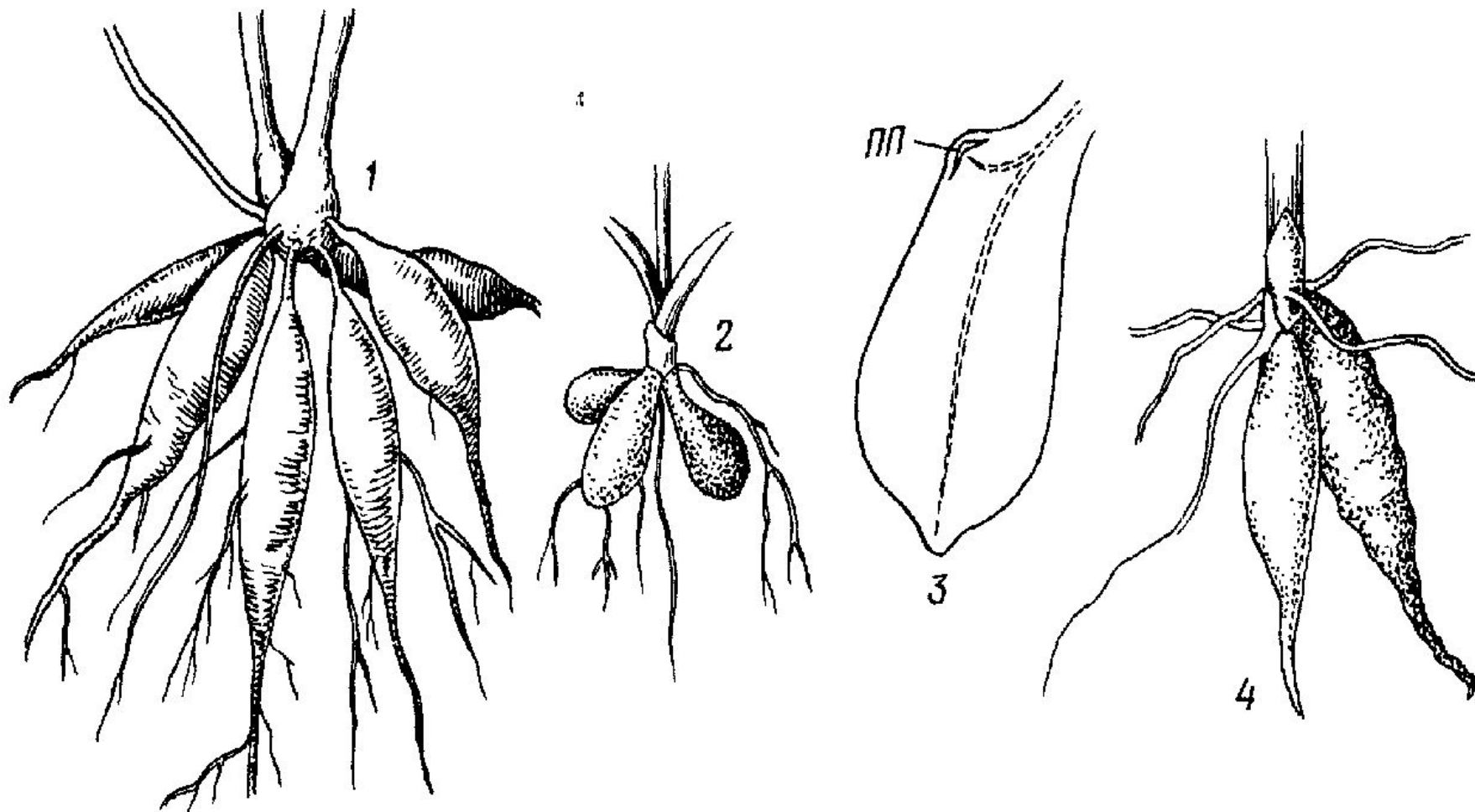
PO – ростовое
окончание,
CO – сосудце
окончание

Корнеплоды: моркови (1,2), репы (3,4), свеклы (5,6,7).

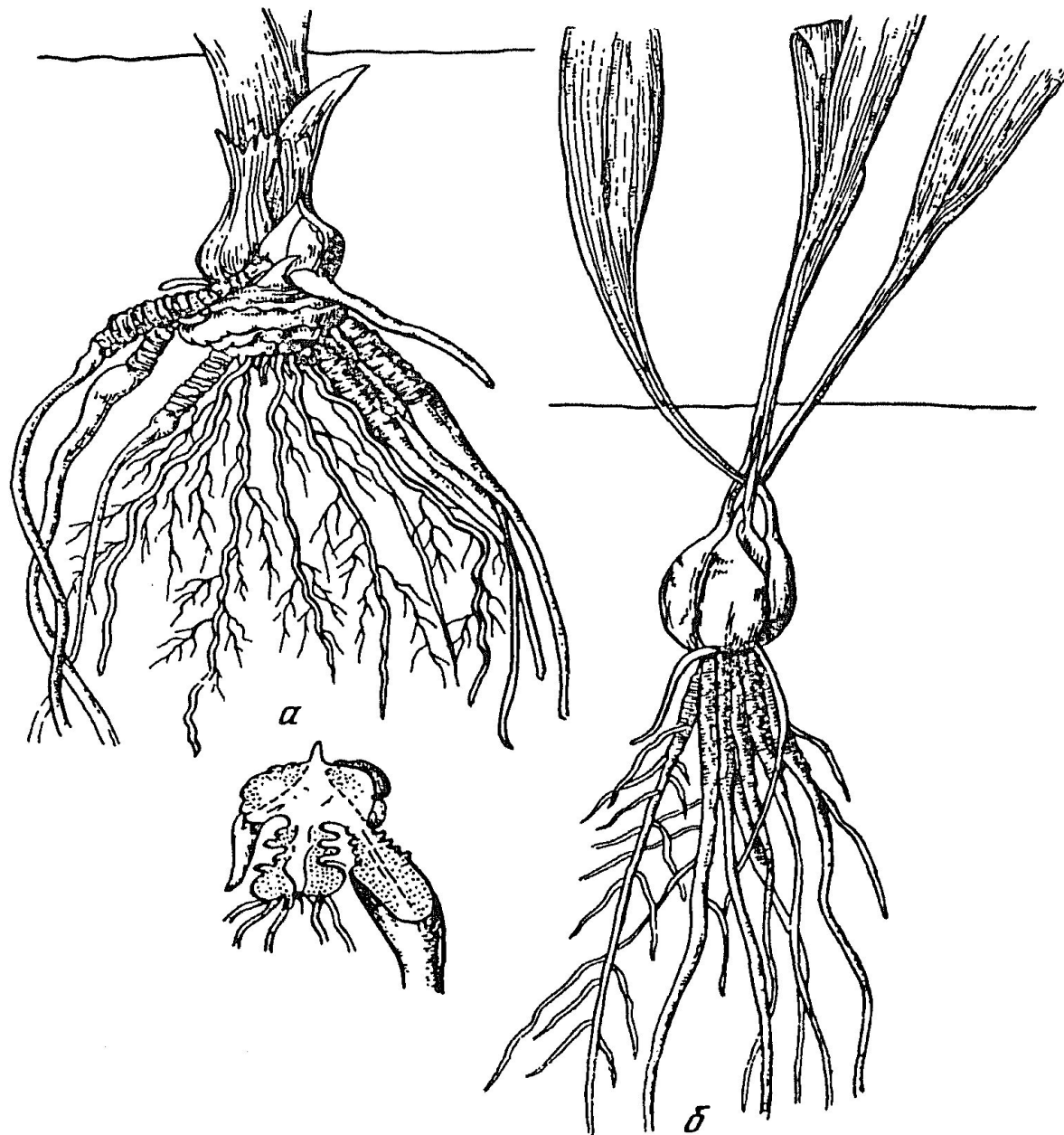
Пунктиром показана граница стебля и корня. На поперечных разрезах ксилема – черная.



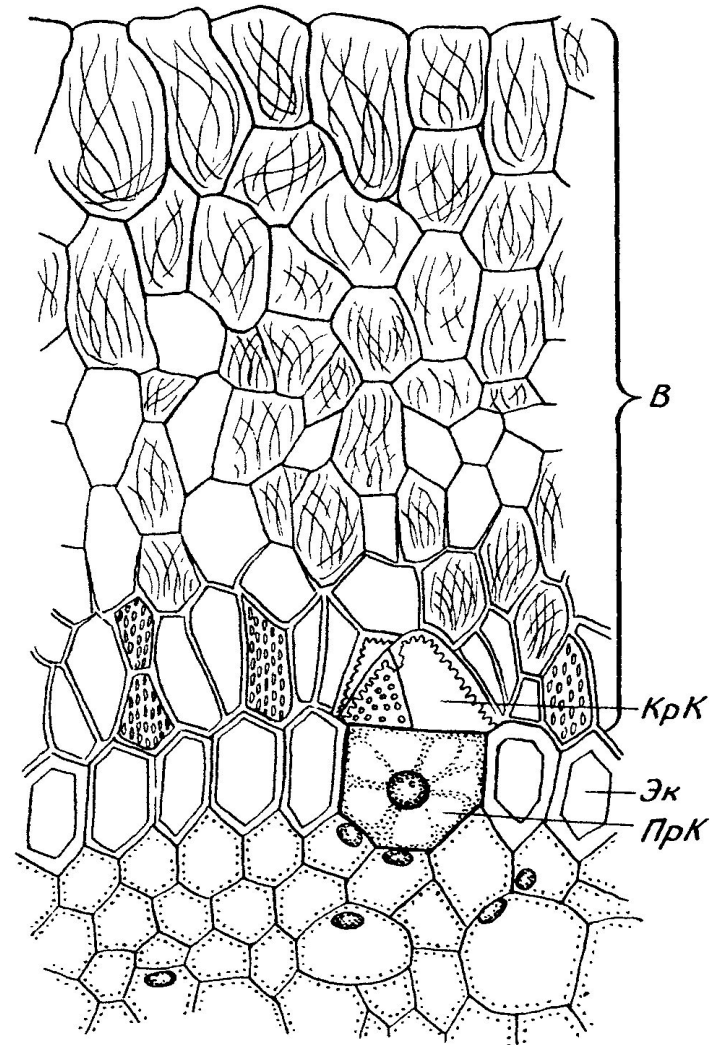
Корневые шишки: 1 - георгина (*Dahlia variabilis*), 2,3 - чистяка (*Ficaria verna*), 4 – любки (*Platanthera bifolia*)



Контрактильные корни: а – у гладиолуса, б – у лилии



Воздушные корни эпифитной орхидеи *Oncidium*. Справа – часть поперечного среза через воздушный корень



Микоризы: А – эктотрофная микориза дуба,
Б,В – эндотрофная микоризу ятрышника.
Клубеньки на корнях люпина

