

# ***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.**

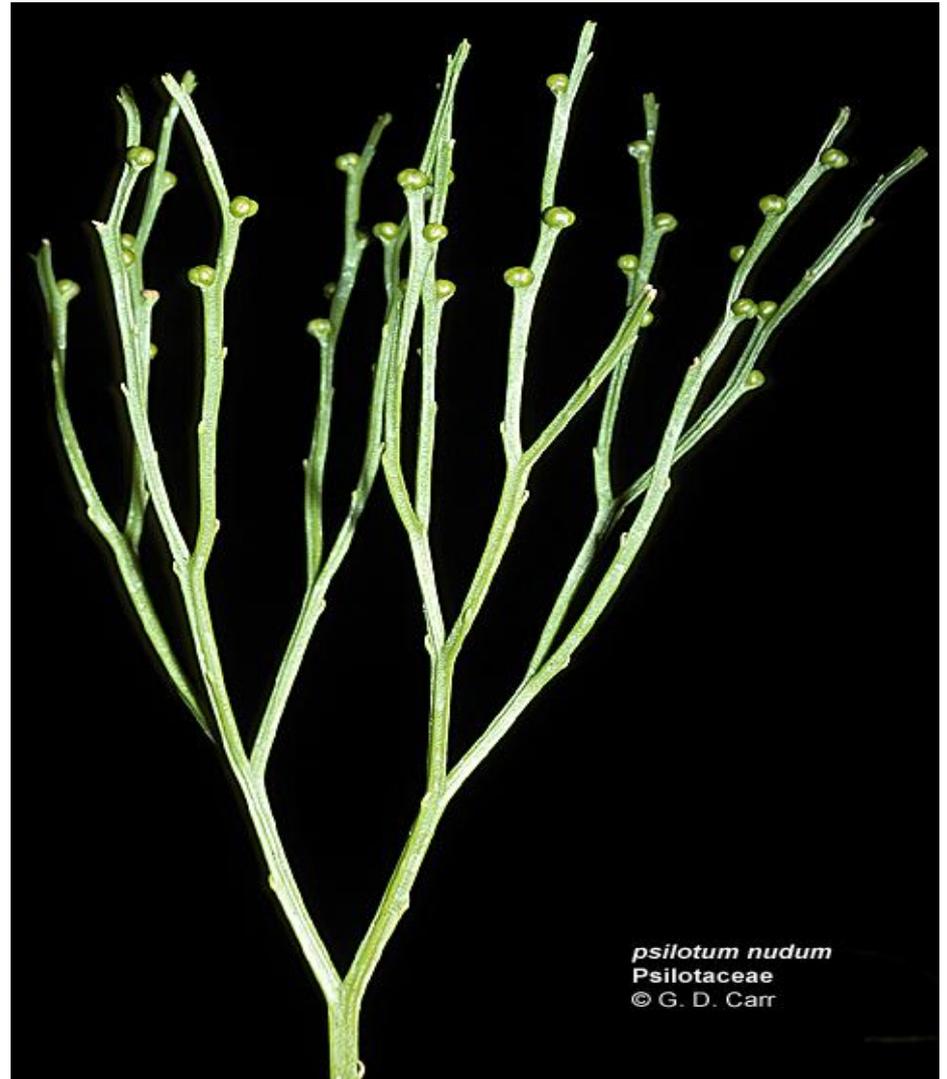
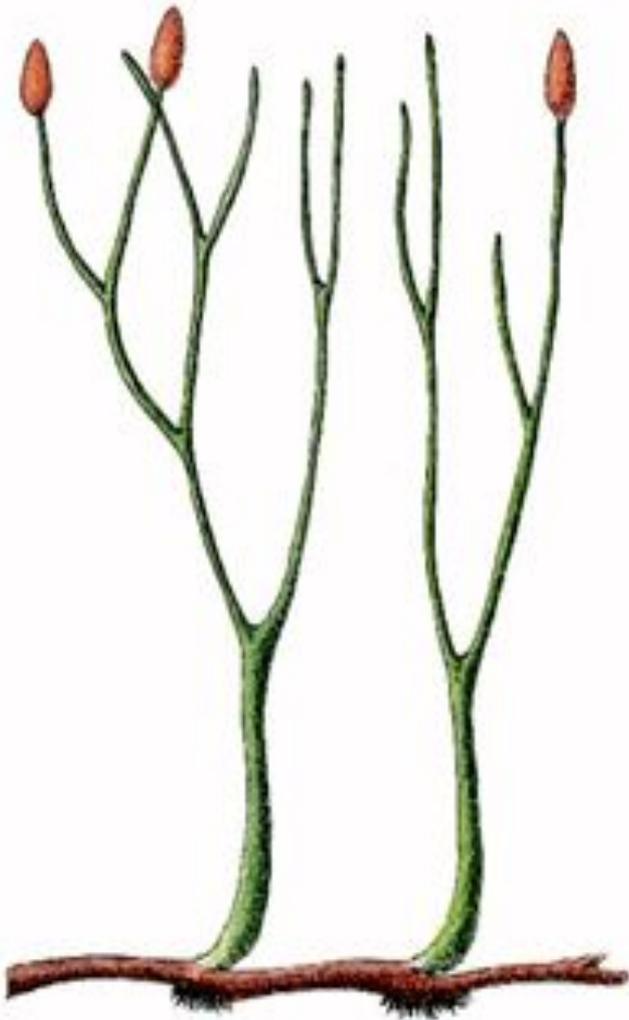
***Корень – осевой орган, обладающий радиальной симметрией и неопределенно долго нарастающий в длину благодаря деятельности апикальной меристемы. На корне никогда не возникают листья, а апикальная меристема всегда прикрыта чехликом.***

**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:**

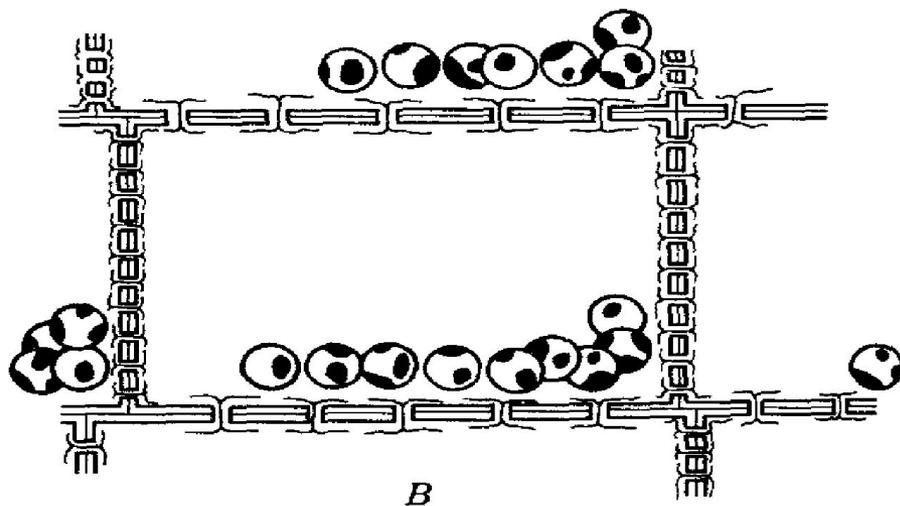
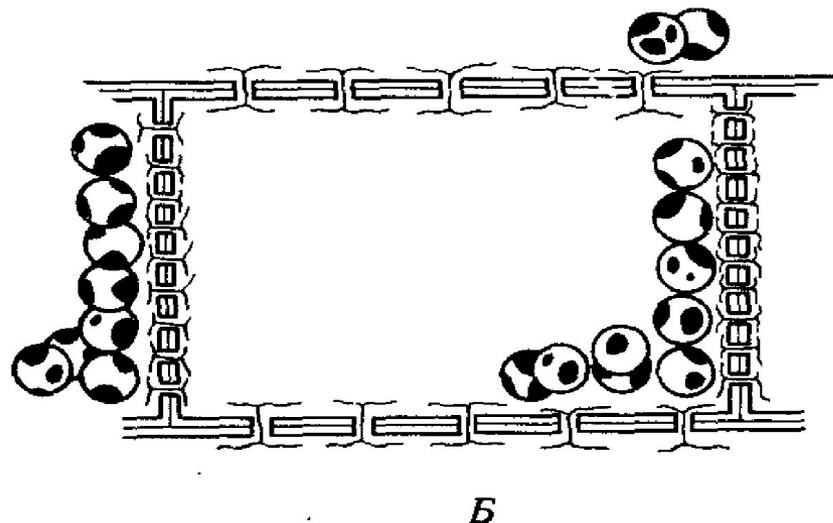
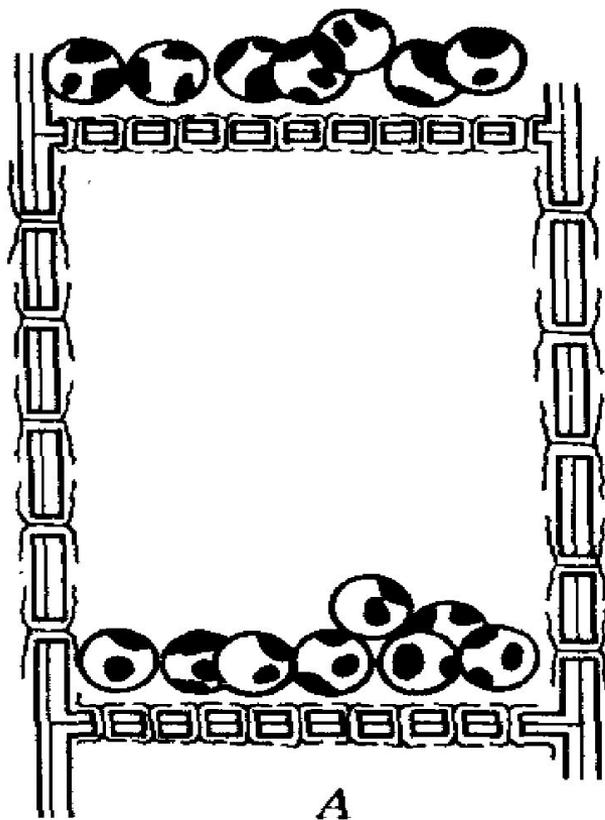
- 1) обильному ветвлению и образованию большого числа всасывающих окончаний;**
- 2) постоянному нарастанию корней и передвижению всасывающих окончаний в новые участки почвы;**
- 3) образованию корневых волосков.**

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.

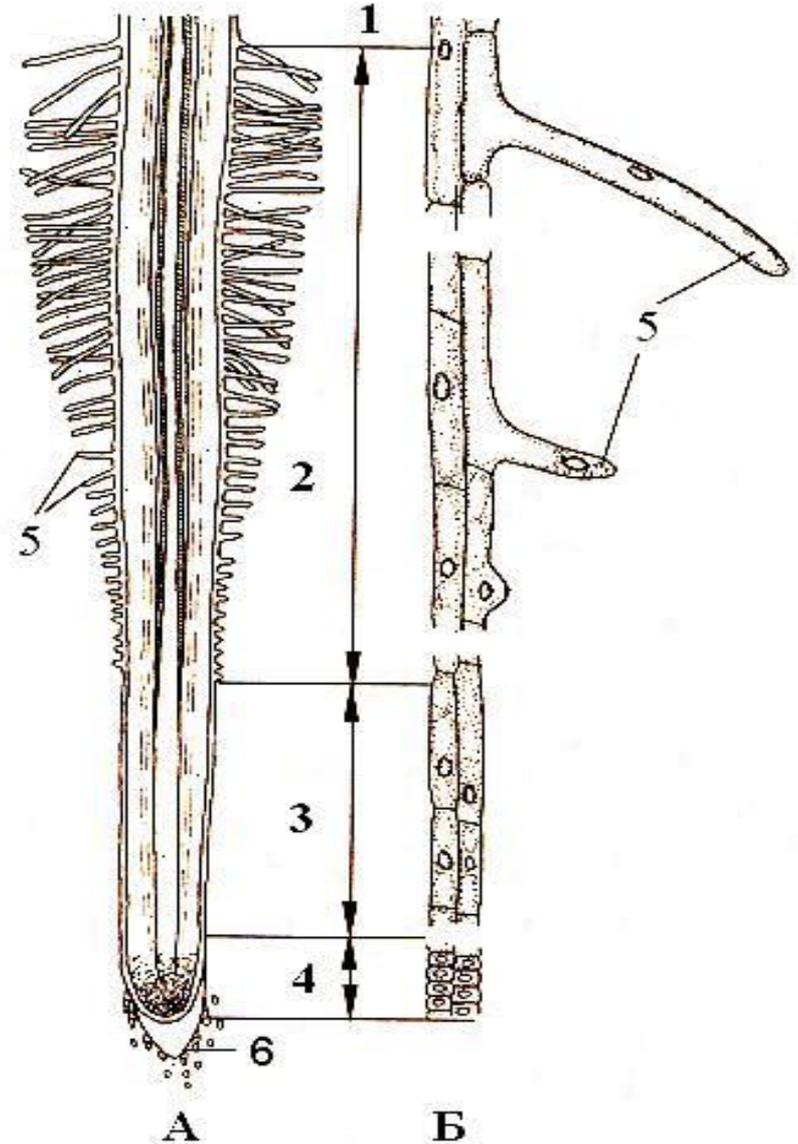
Образование корней – важный ароморфоз растений. Благодаря ему растения смогли освоить более сухие почвы и формировать крупные, поднимающиеся вверх побеги.

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

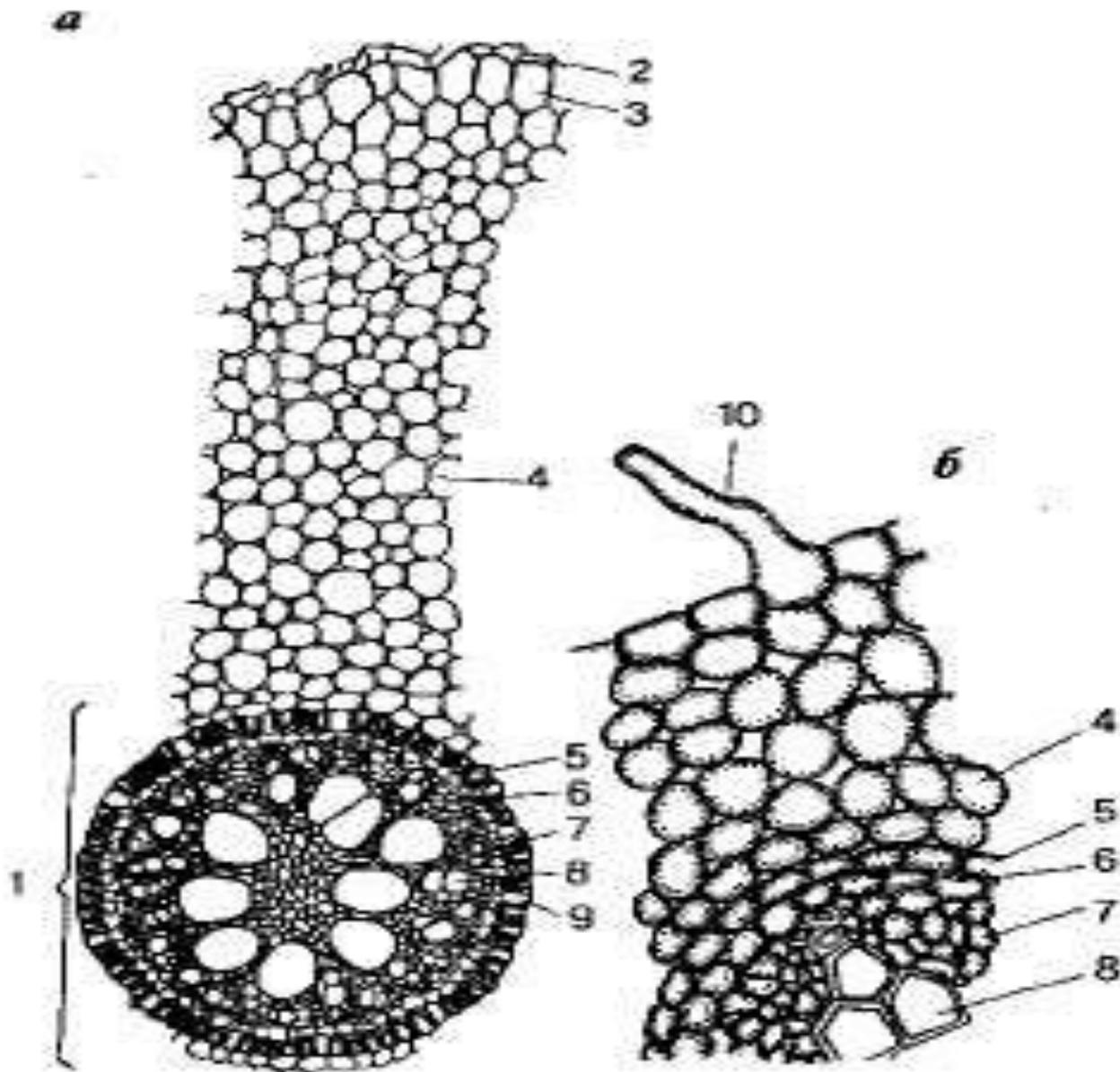


**Строение корня проростка пшеницы (*Triticum aestivum*):  
А - схема строения корня; Б - дифференциация клеток  
ризодермы и экзодермы.**

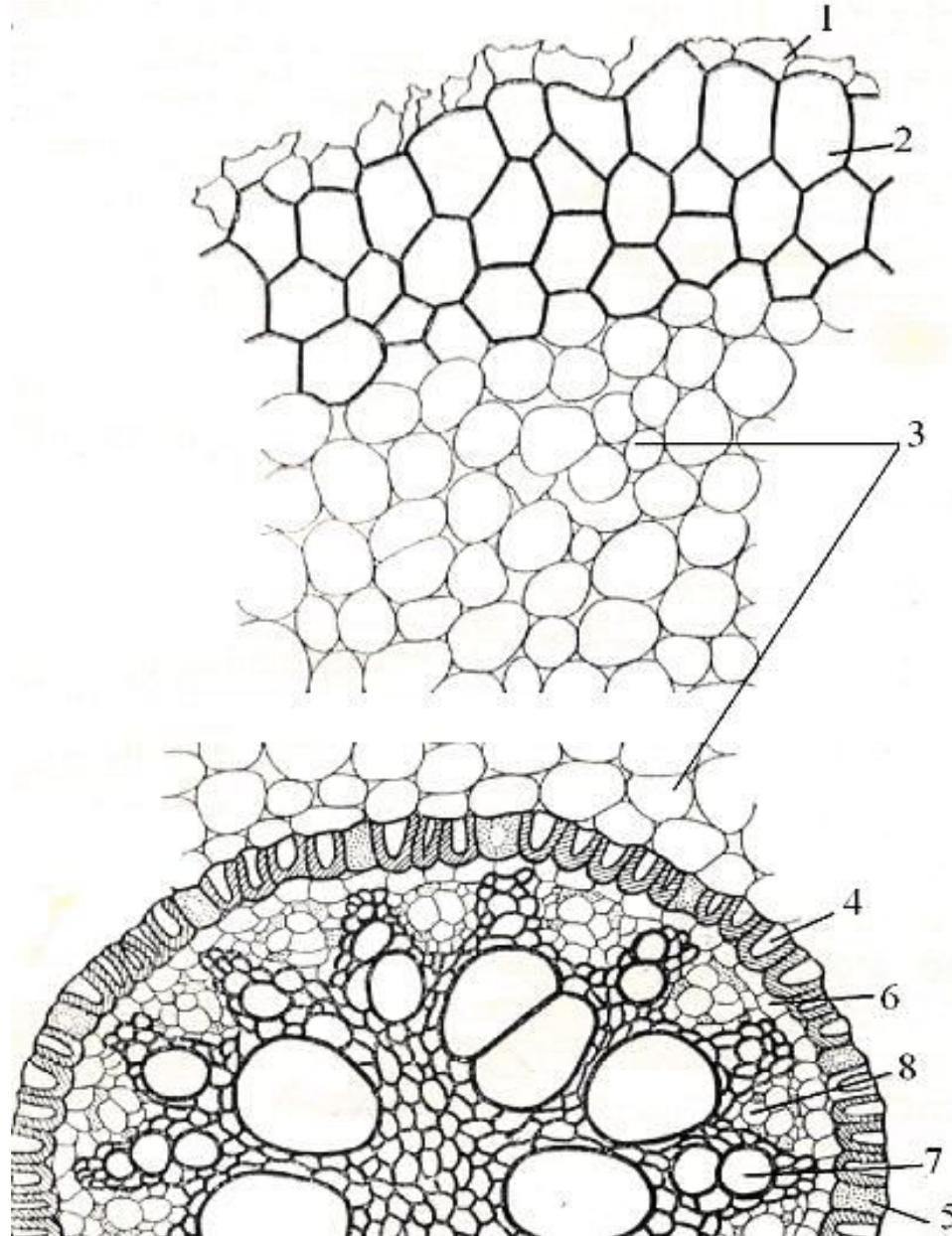
- 1 - зона проведения,
- 2 - зона всасывания,
- 3 - зона растяжения,
- 4 - зона деления,
- 5 – корневой волосок,
- 6 - корневой чехлик.



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



# Поперечный срез корня ириса (*Iris germanica*)



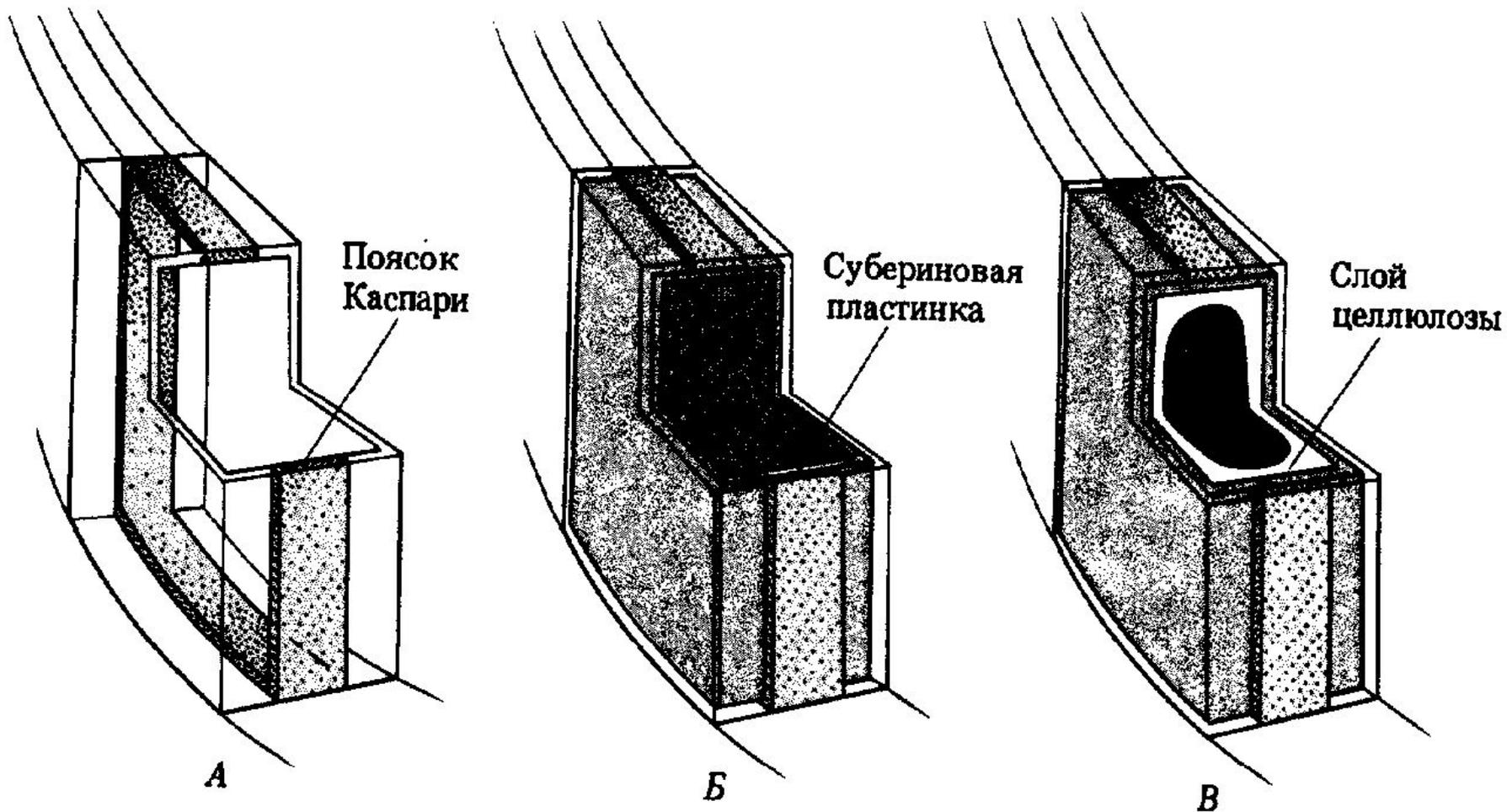
***Первичная кора*** возникает из периблемы.

Основную её массу составляют живые паренхимные клетки с тонкими оболочками. Между ними образуется система межклетников, вытянутых вдоль оси корня. По межклетникам циркулируют газы (СО<sub>2</sub>). Газы необходимы для поддержания интенсивного обмена веществ в клетках коры и ризодермы. Энергичный обмен веществ в клетках коры необходим для выполнения ряда важных функций:

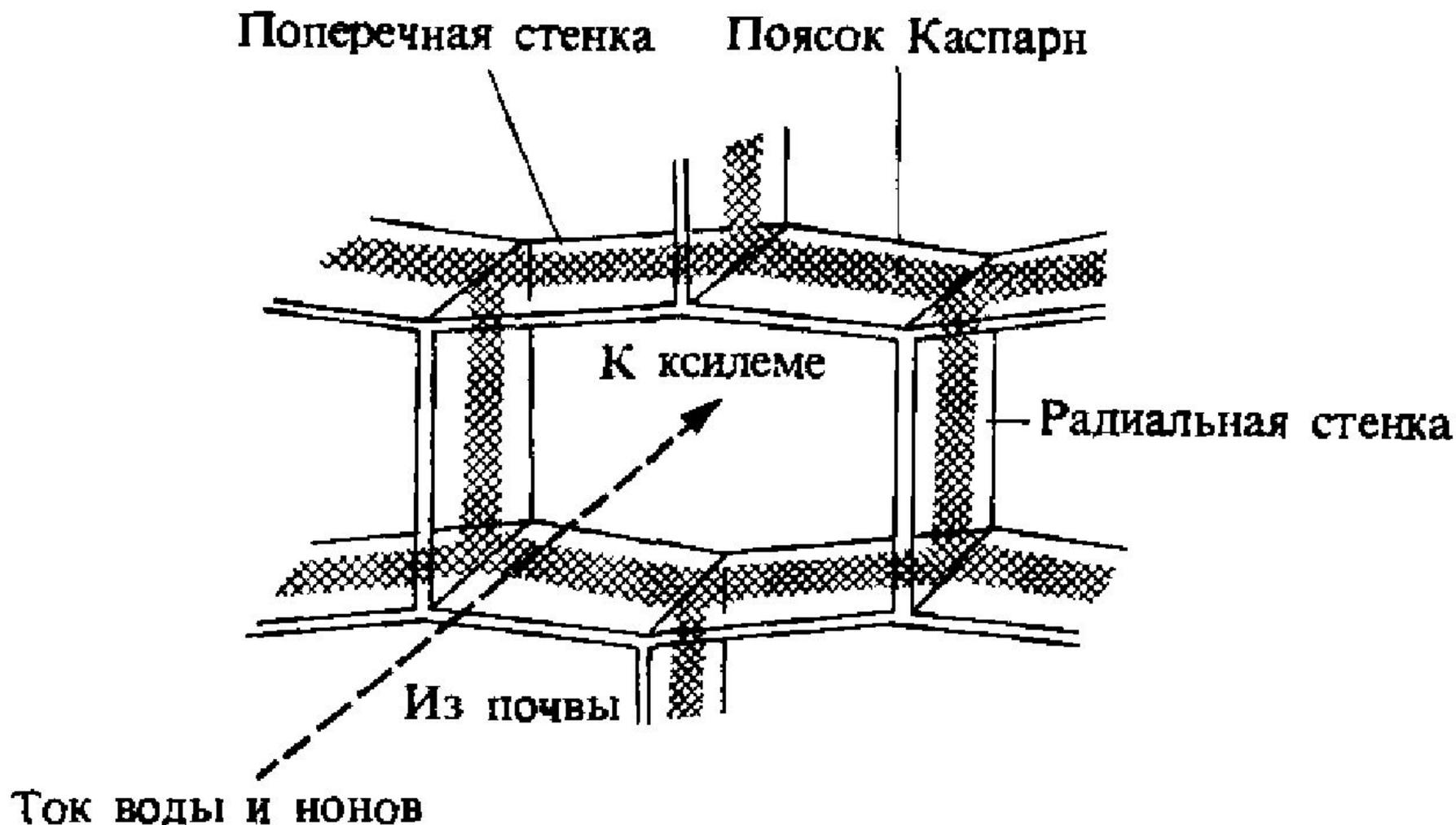
- 1) клетки коры снабжают ризодерму пластическими веществами и сами участвуют в поглощении и проведении веществ;
- 2) в коре синтезируются различные вещества, передающиеся затем в другие ткани;
- 3) в клетках коры накапливаются запасные вещества;
- 4) в коре часто находятся гифы грибов, образующих микоризу.

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.

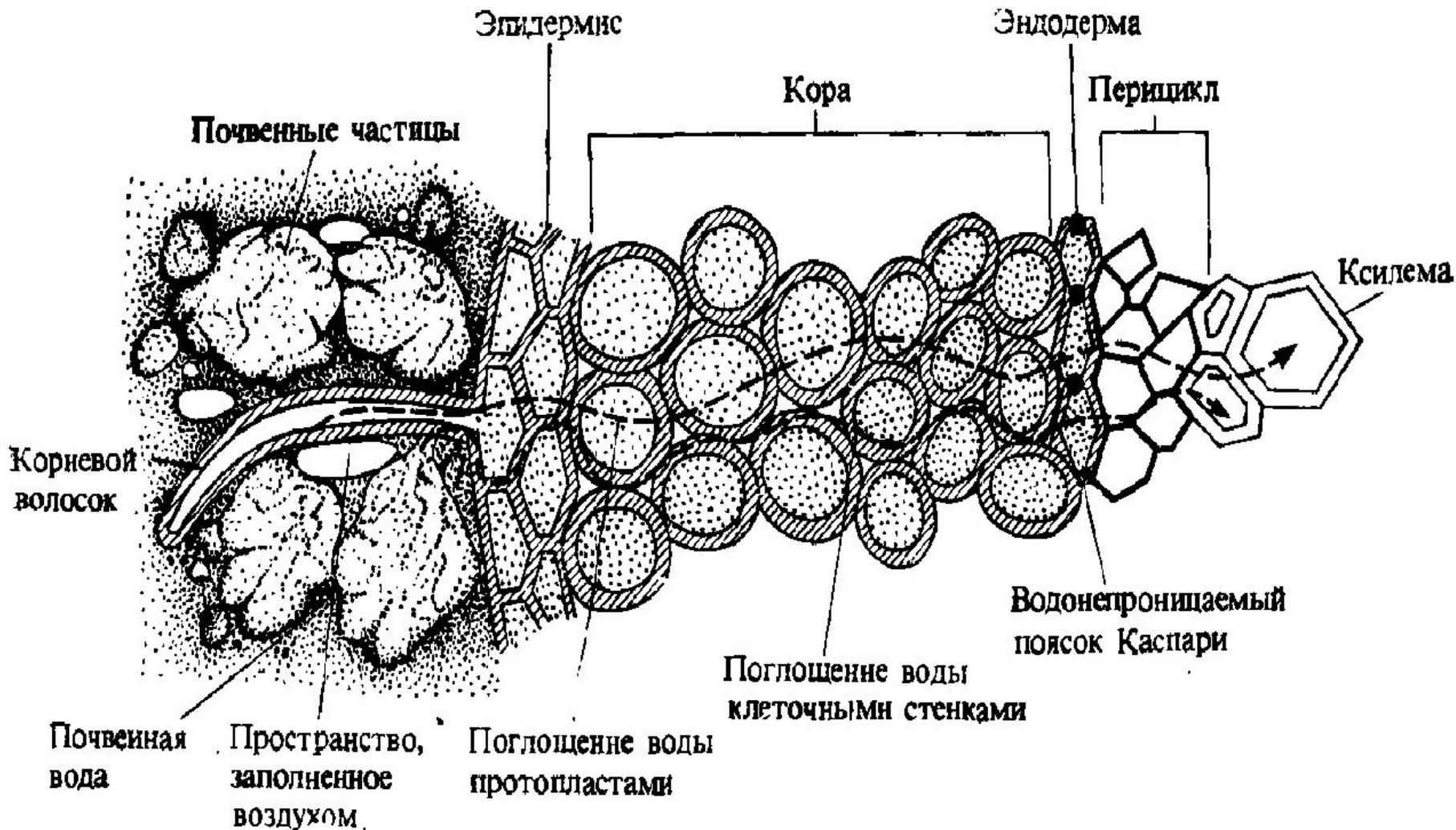
# Трёхмерная схема, показывающая три стадии развития клеток эндодермы



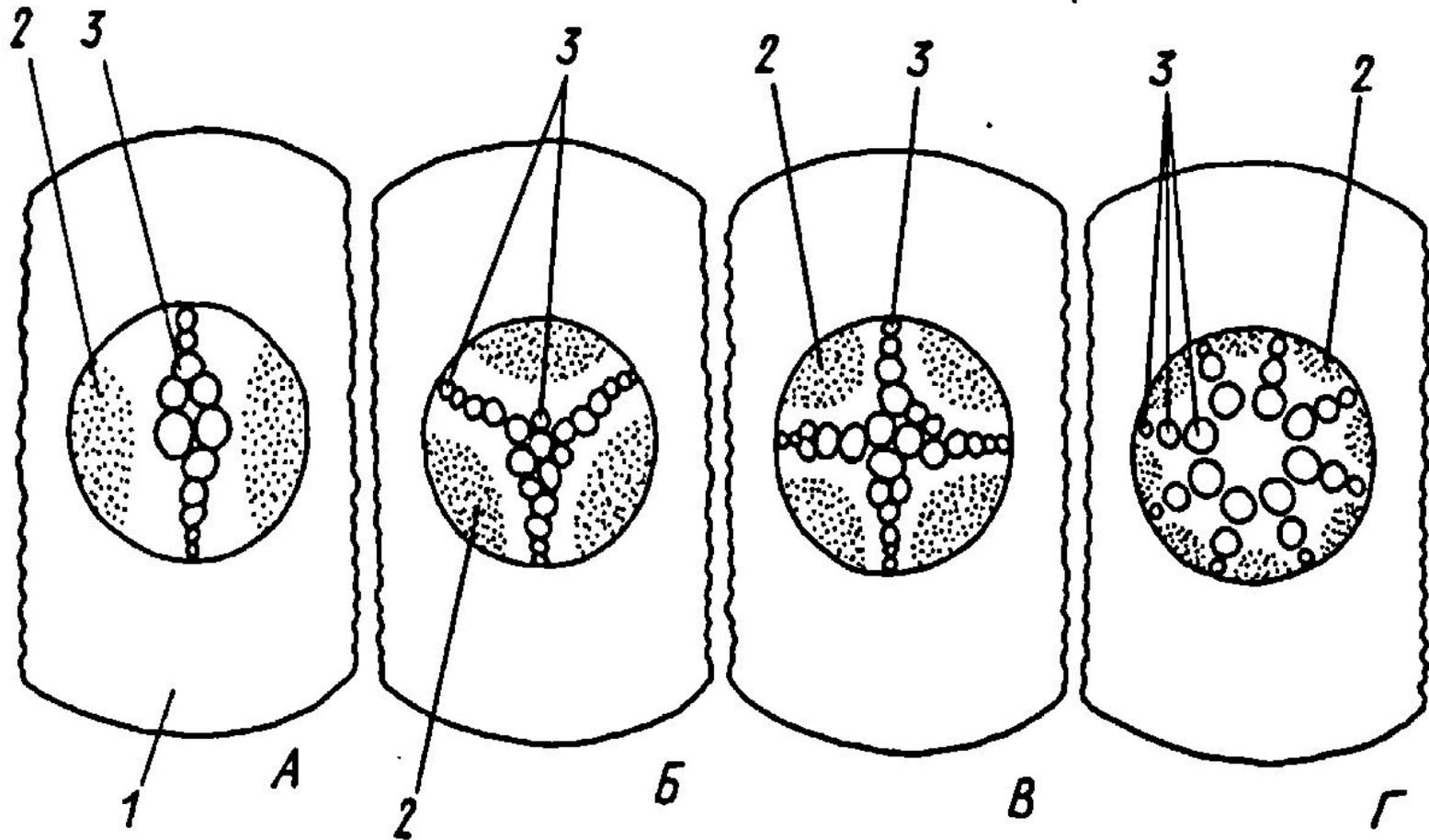
Поясок Каспари – водонепроницаемый барьер, заставляющий воду покинуть апопласт и устремиться через мембраны клеток эндодермы в симпласт



**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:**

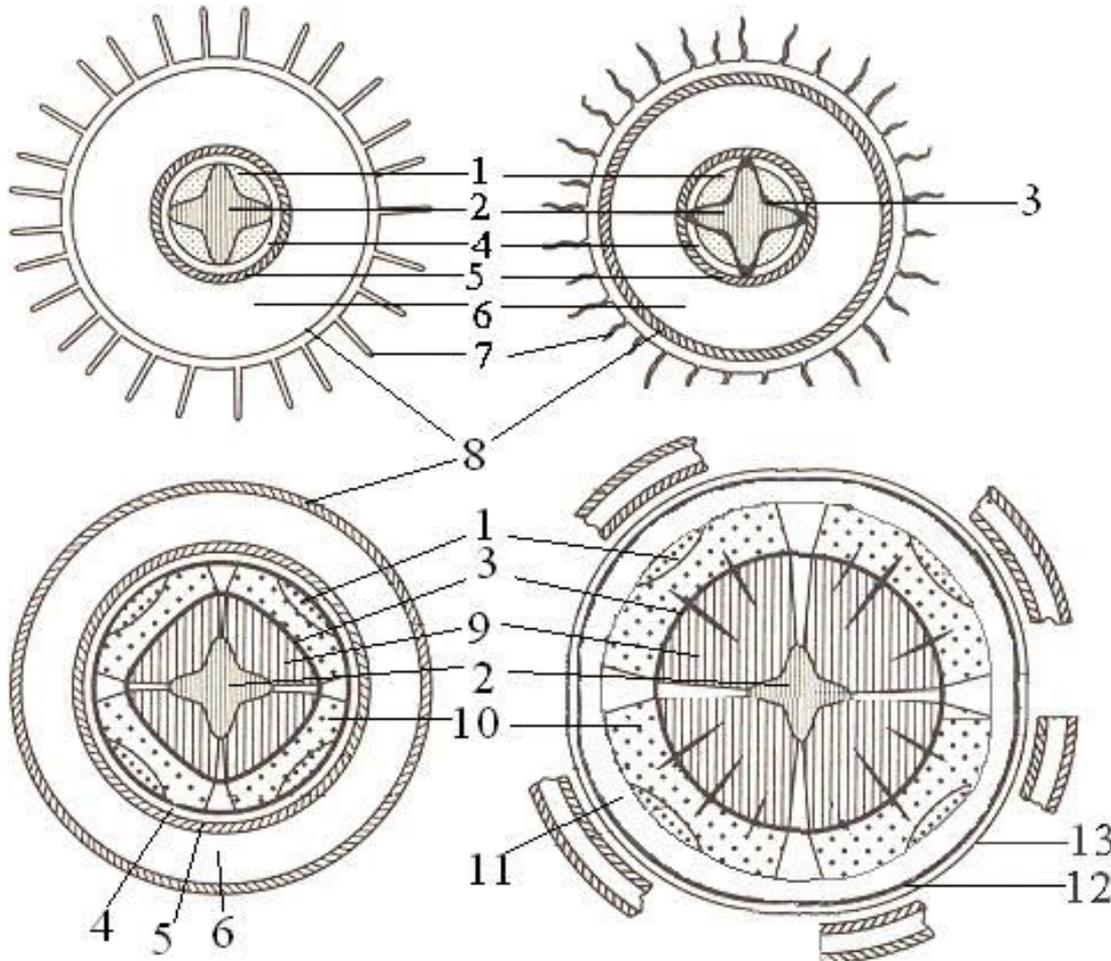
**1) появление камбия между участками первичной флоэмы и ксилемы;**

**2) образования феллогена перициклом;**

**3) сбрасывание первичной коры;**

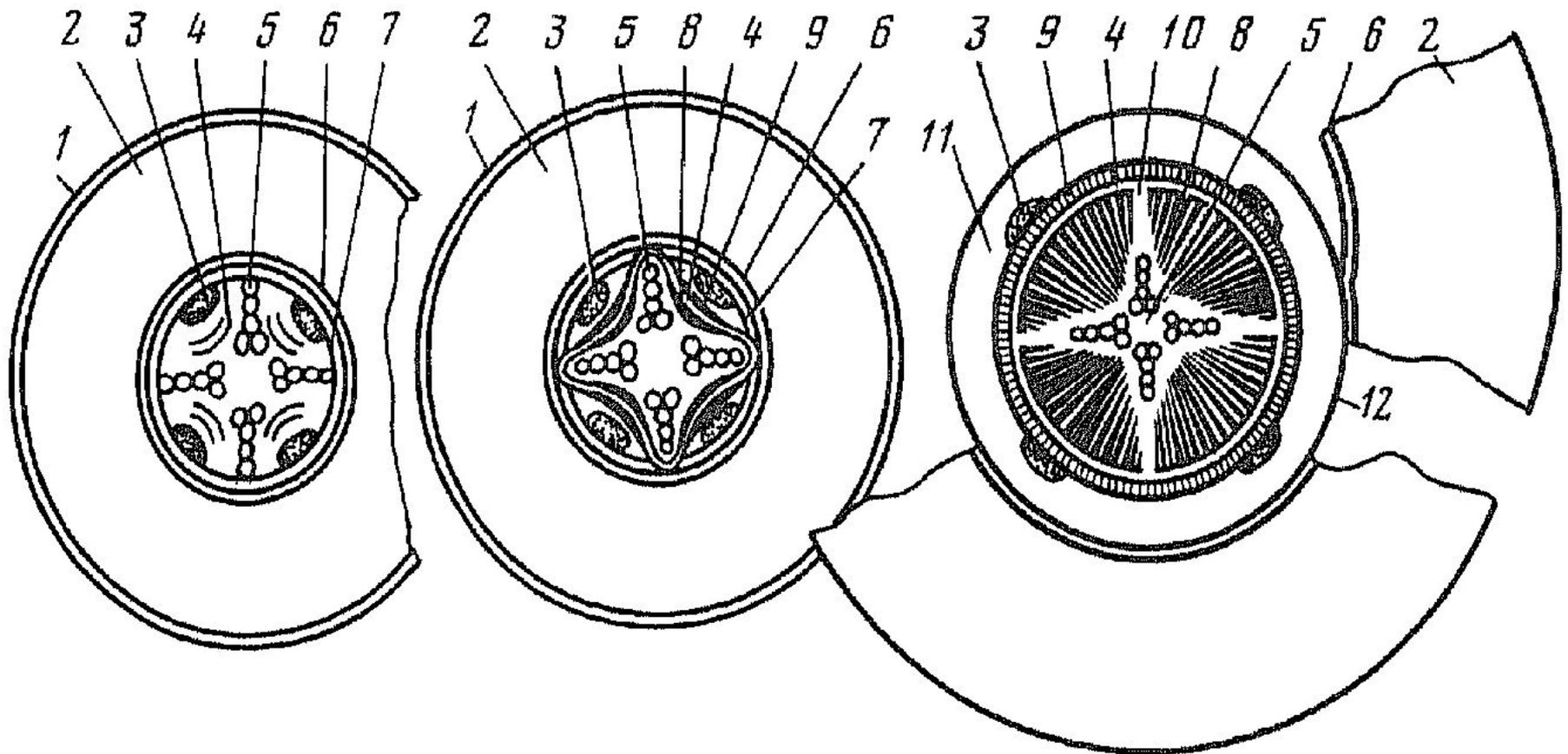
**4) смена радиального расположения проводящих тканей коллатеральным.**

# Переход от первичного строения корня к вторичному

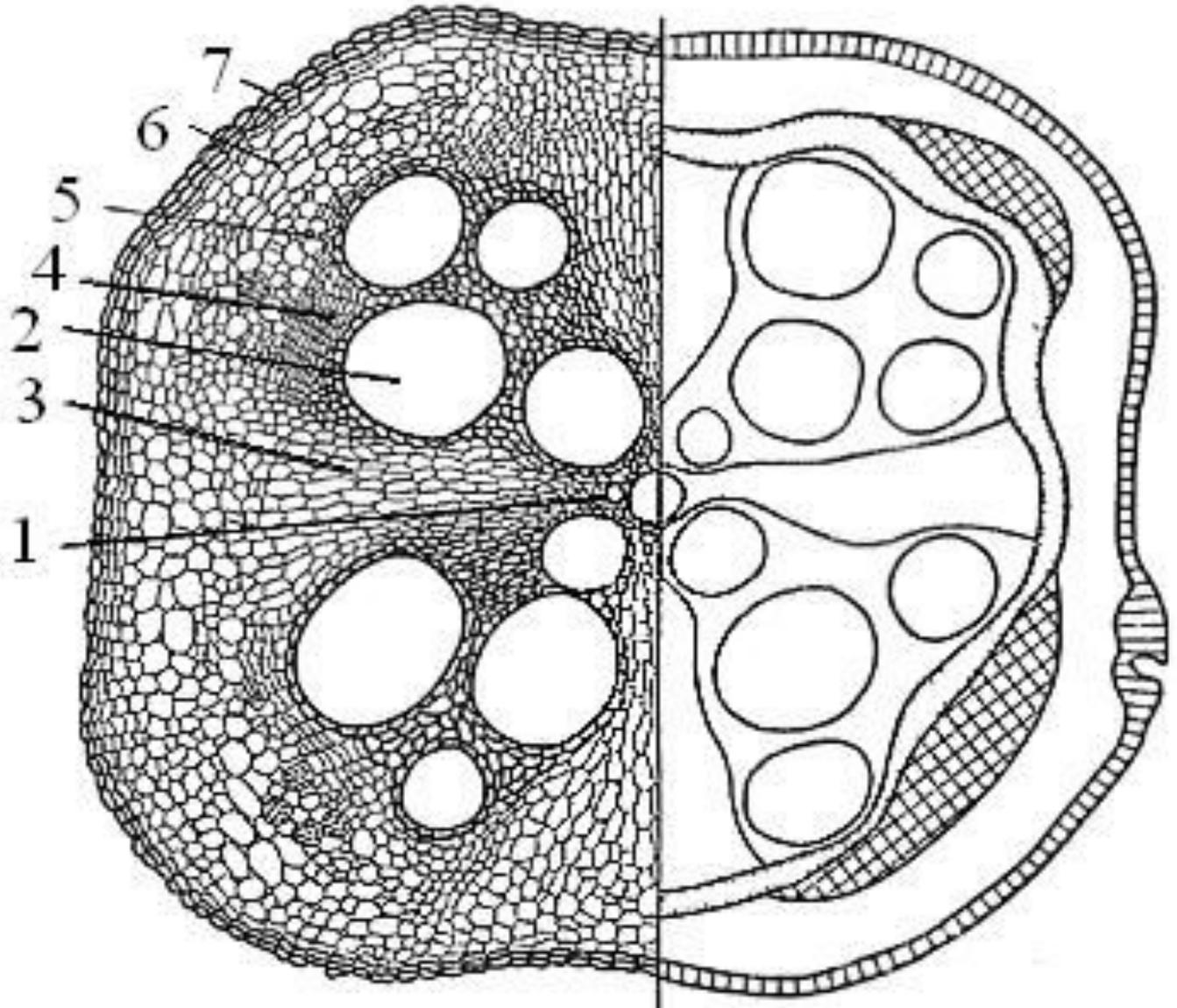


- 1-первичная флоэма,
- 2-первичная ксилема,
- 3 - камбий,
- 4 - перицикл,
- 5 - эндодерма,
- 6 - мезодерма,
- 7 - ризодерма,
- 8 - экзодерма,
- 9-вторичная ксилема,
- 10 - вторичная флоэма,
- 11- вторичная кора,
- 12 - феллоген,
- 13 - феллема.

# Переход от первичного строения корня к вторичному

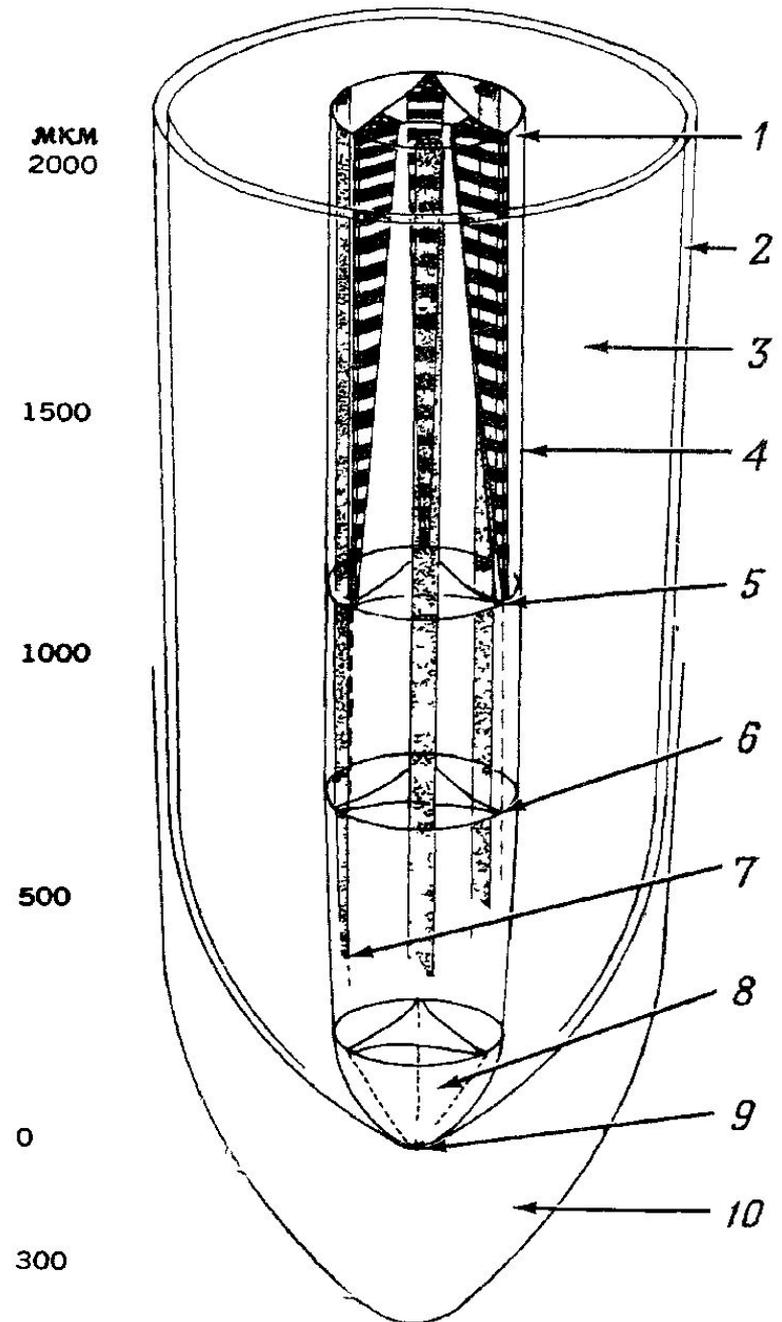


# Вторичное строение корня тыквы (*Cucurbita pepo*)



# 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.**

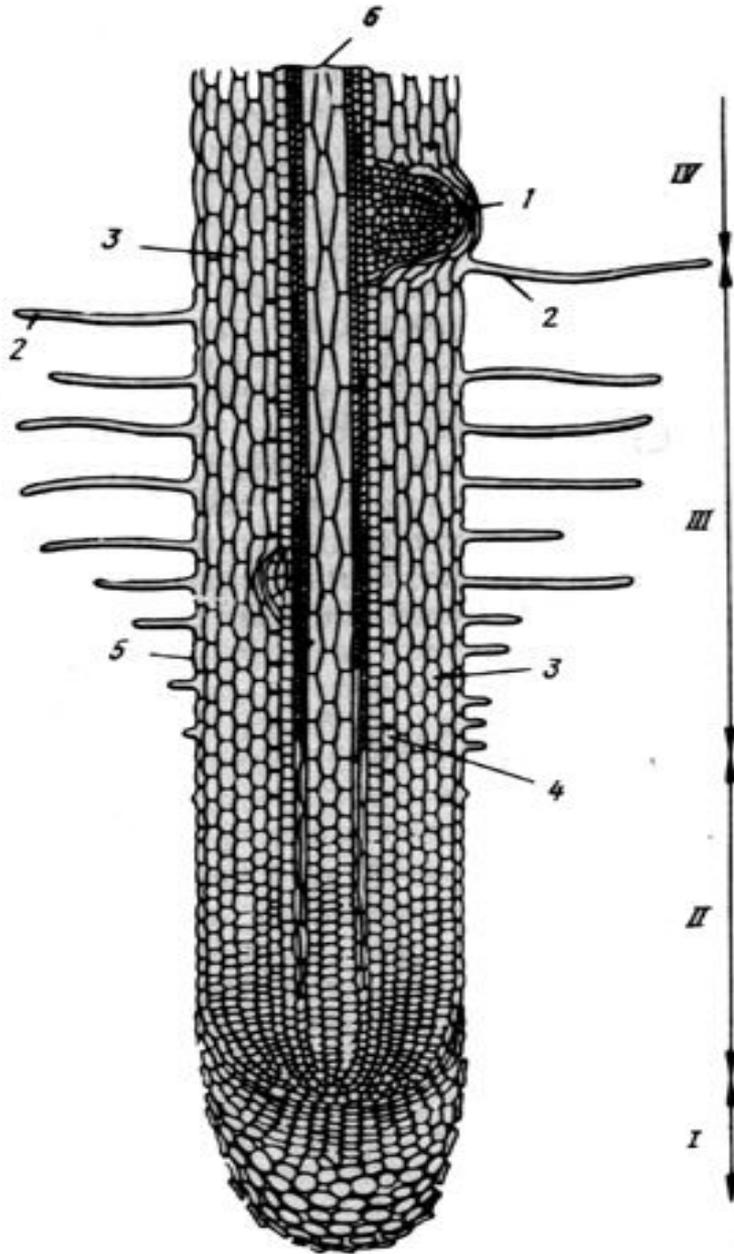
**Придаточные корни** возникают на различных органах растений – на стеблях, листьях и корнях.

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

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

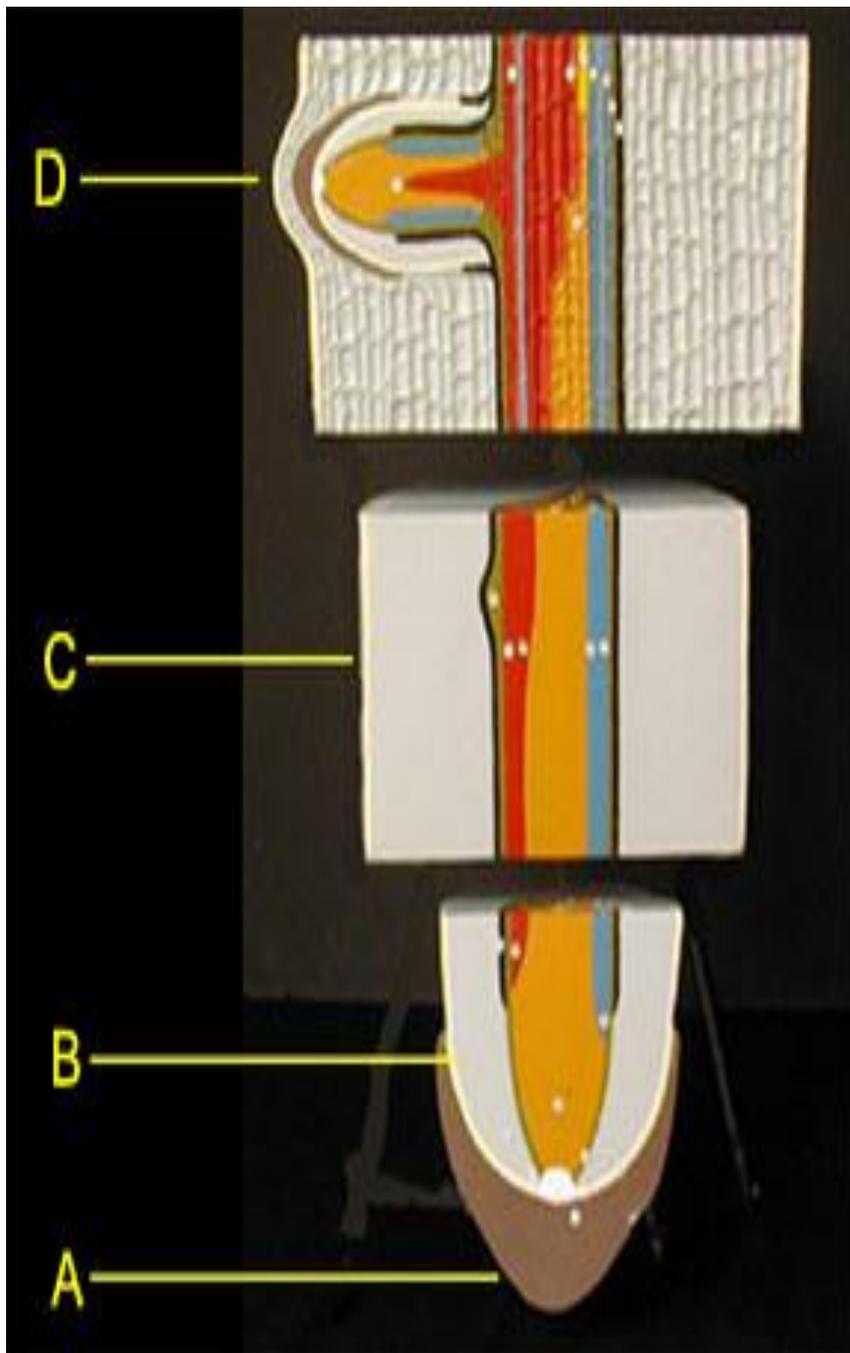
**Заложение бокового корня начинается с деления клеток перицикла. При этом на поверхности стелы образуется меристематический бугорок. После ряда делений клеток меристематического бугорка возникает боковой корешок. Он имеет собственную апикальную меристему и чехлик. Зачаток бокового корня растет, прорывает 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



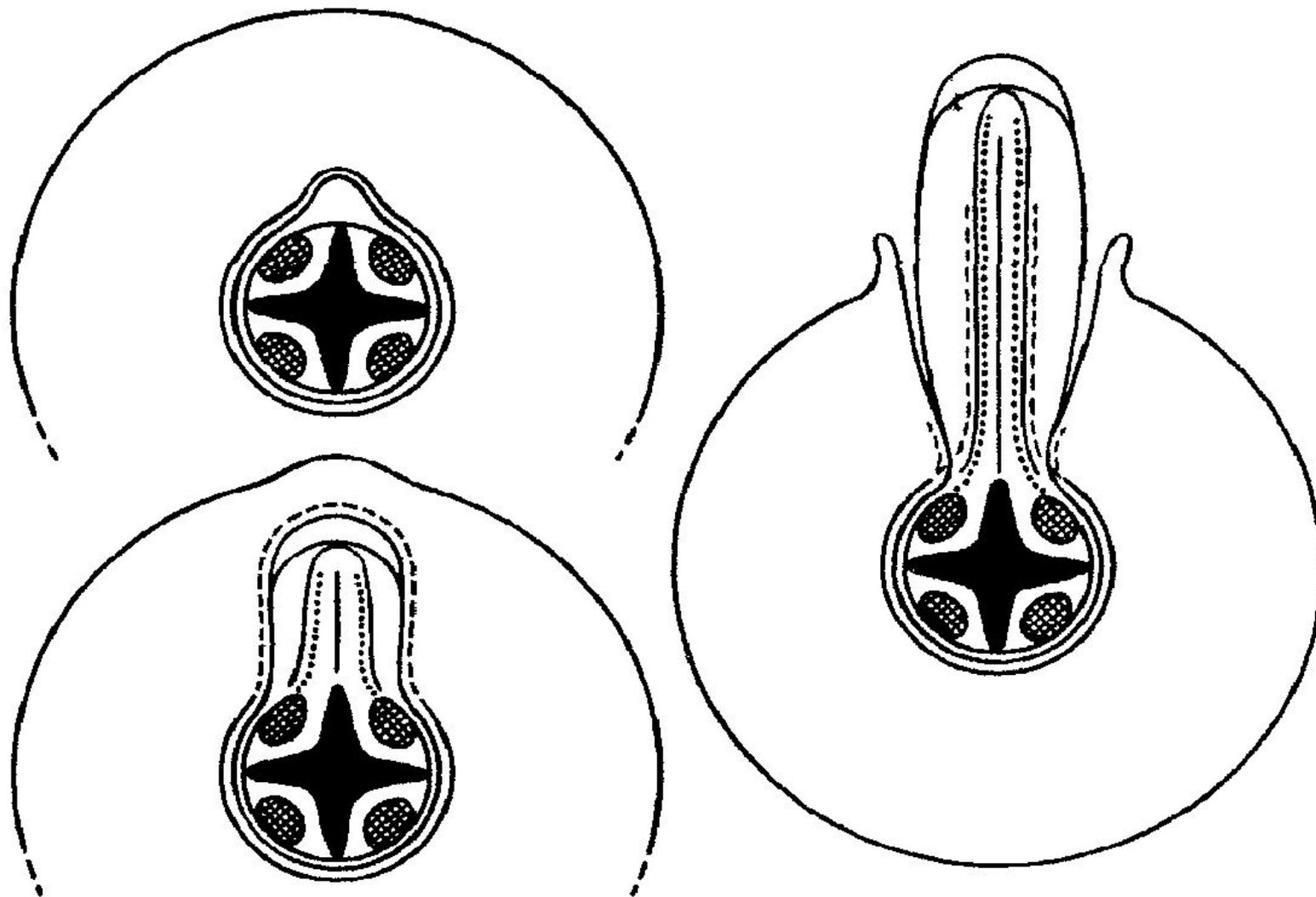
*I - корневой чехлик,  
II - зона роста, III - зона  
всасывания, IV - начало  
зоны проведения;*

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



Стадии  
заложения  
бокового  
корня

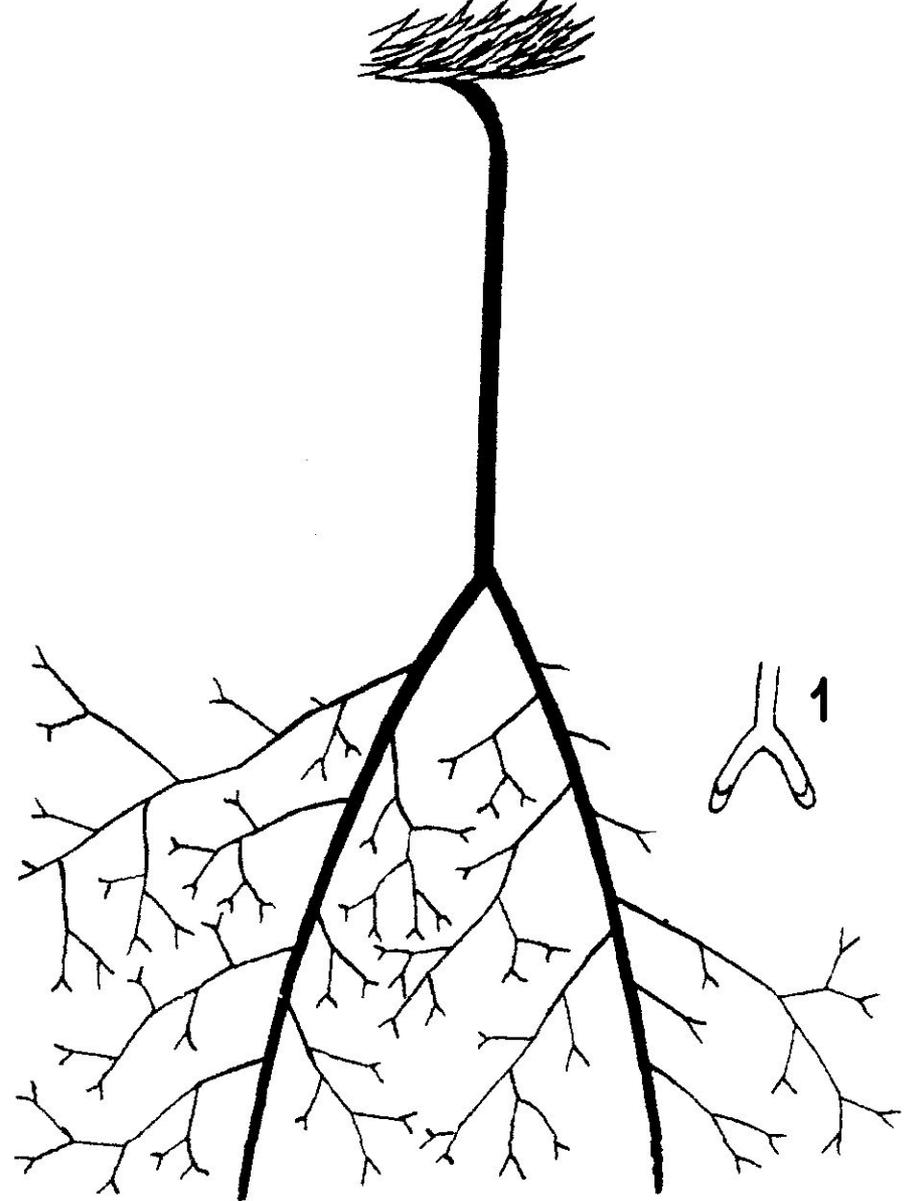
# Схема роста бокового корня и его выдвигения из материнского корня.



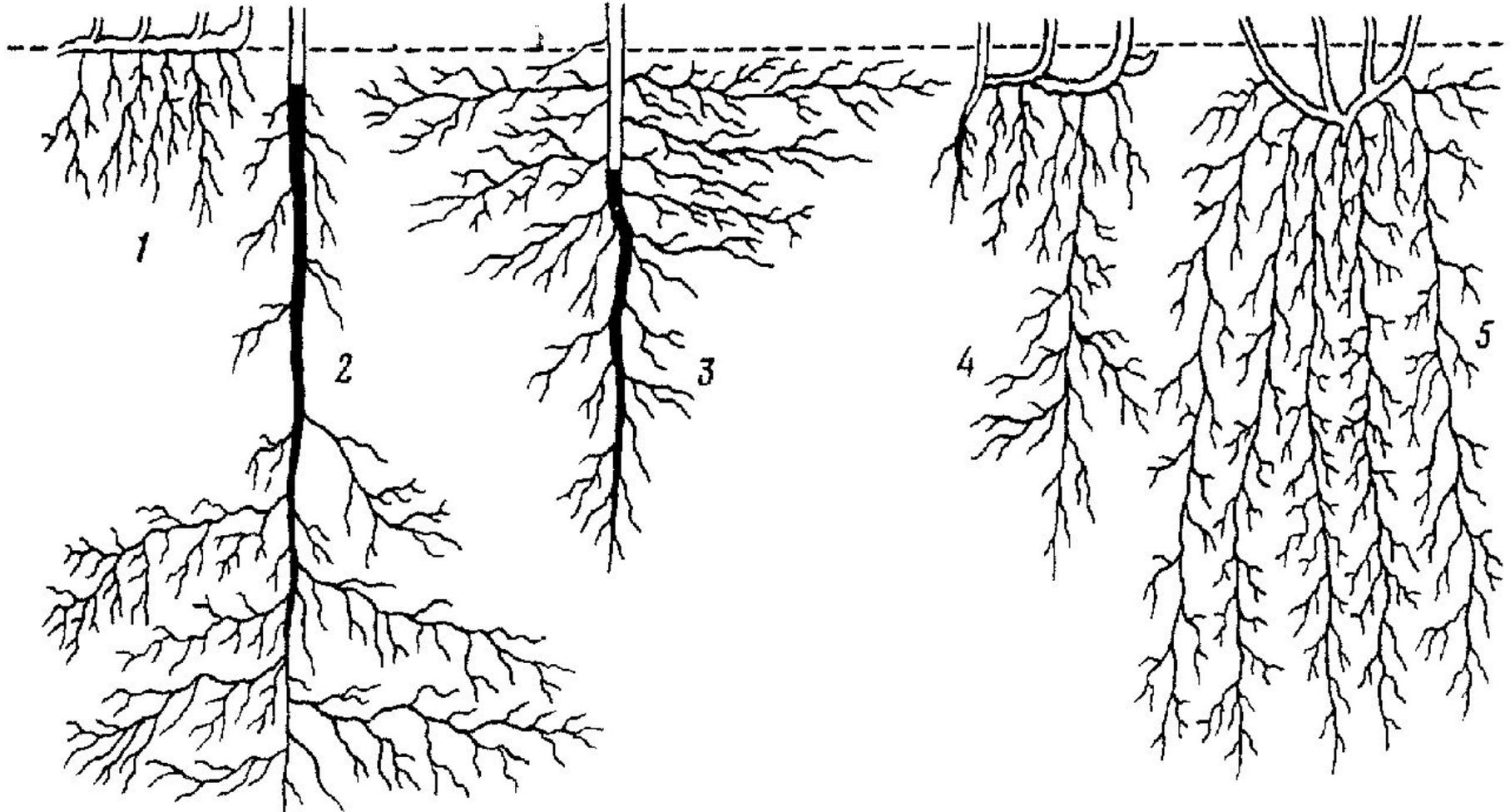
**Придаточные корни обычно закладываются в тканях, способных к меристематической активности: в перицикле, камбии, феллогене. Эндогенное образование боковых (и придаточных) корней имеет приспособительное значение. Если бы ветвление происходило в апексе, то продвижение корня в почве было затруднено.**

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

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



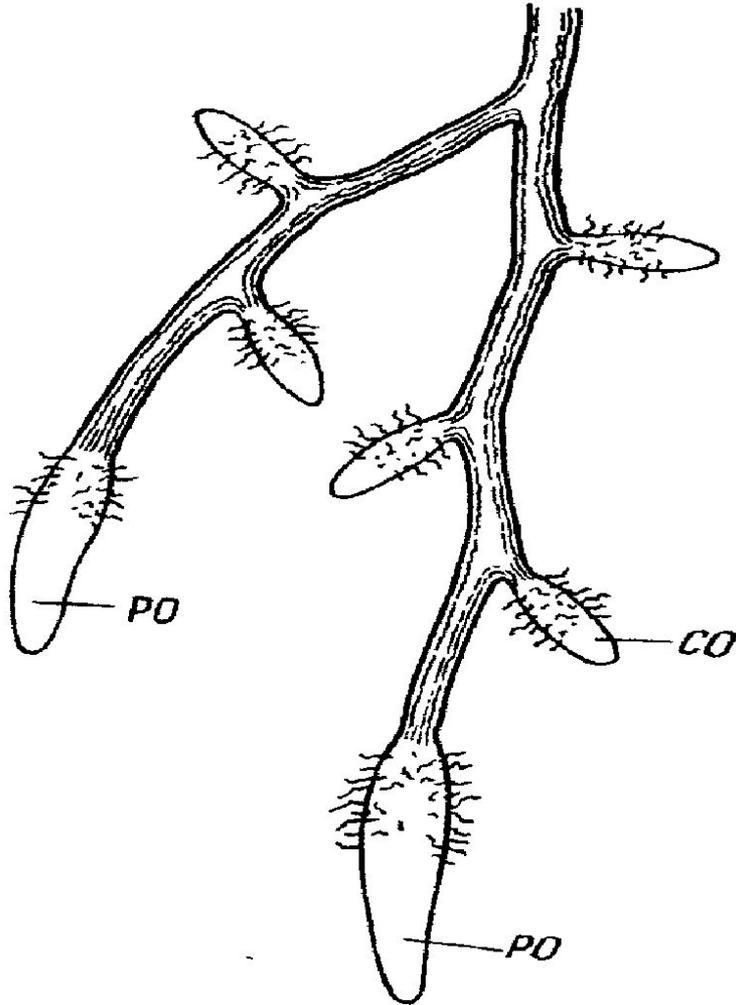
**Корневые системы:** 1 - первично гоморизная, 2- 4 - аллоризные, 5 - вторично гоморизная, 1,3 - поверхностные, 2 - глубинная, 5 - универсальная.



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



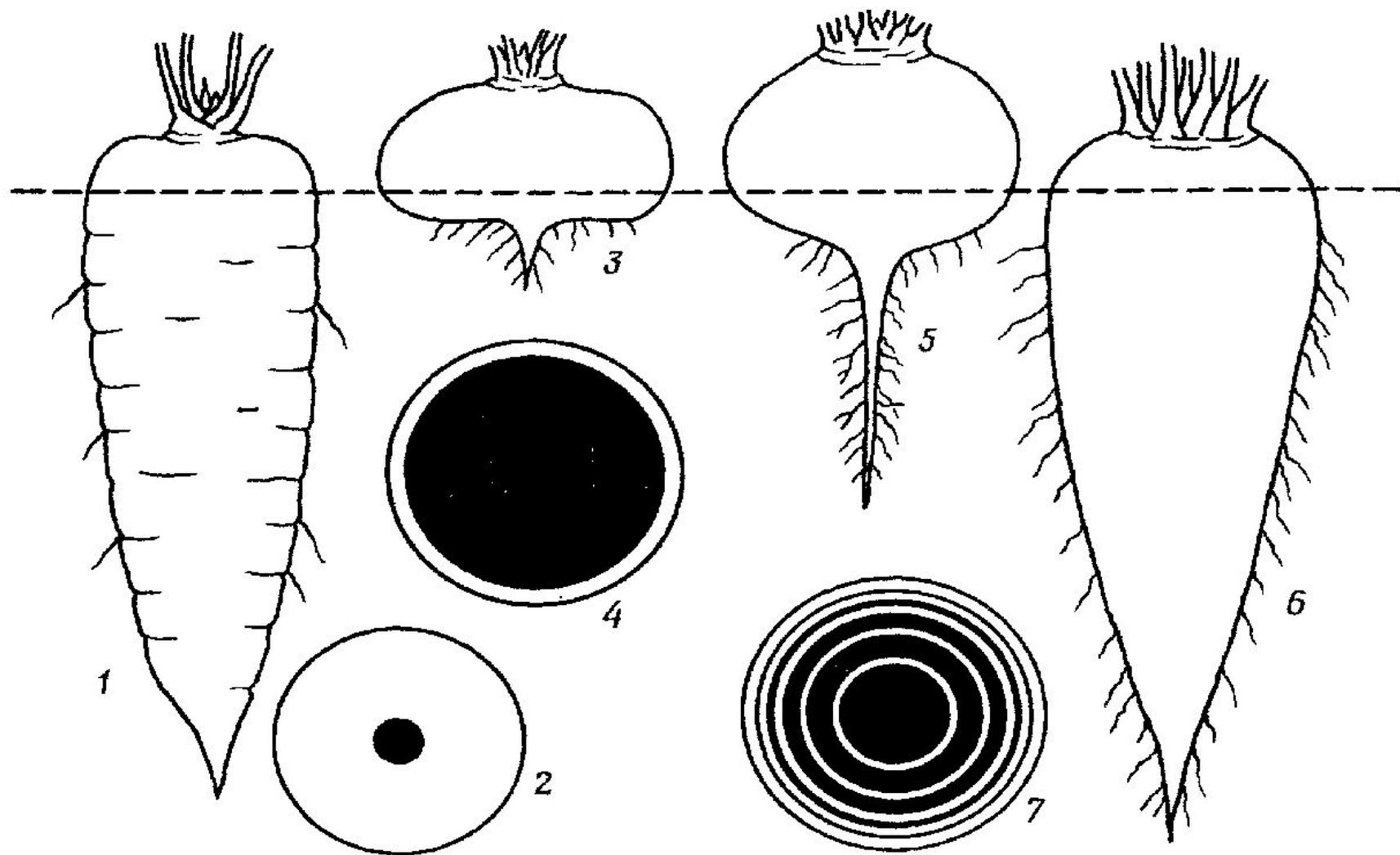
# Корневая мочка



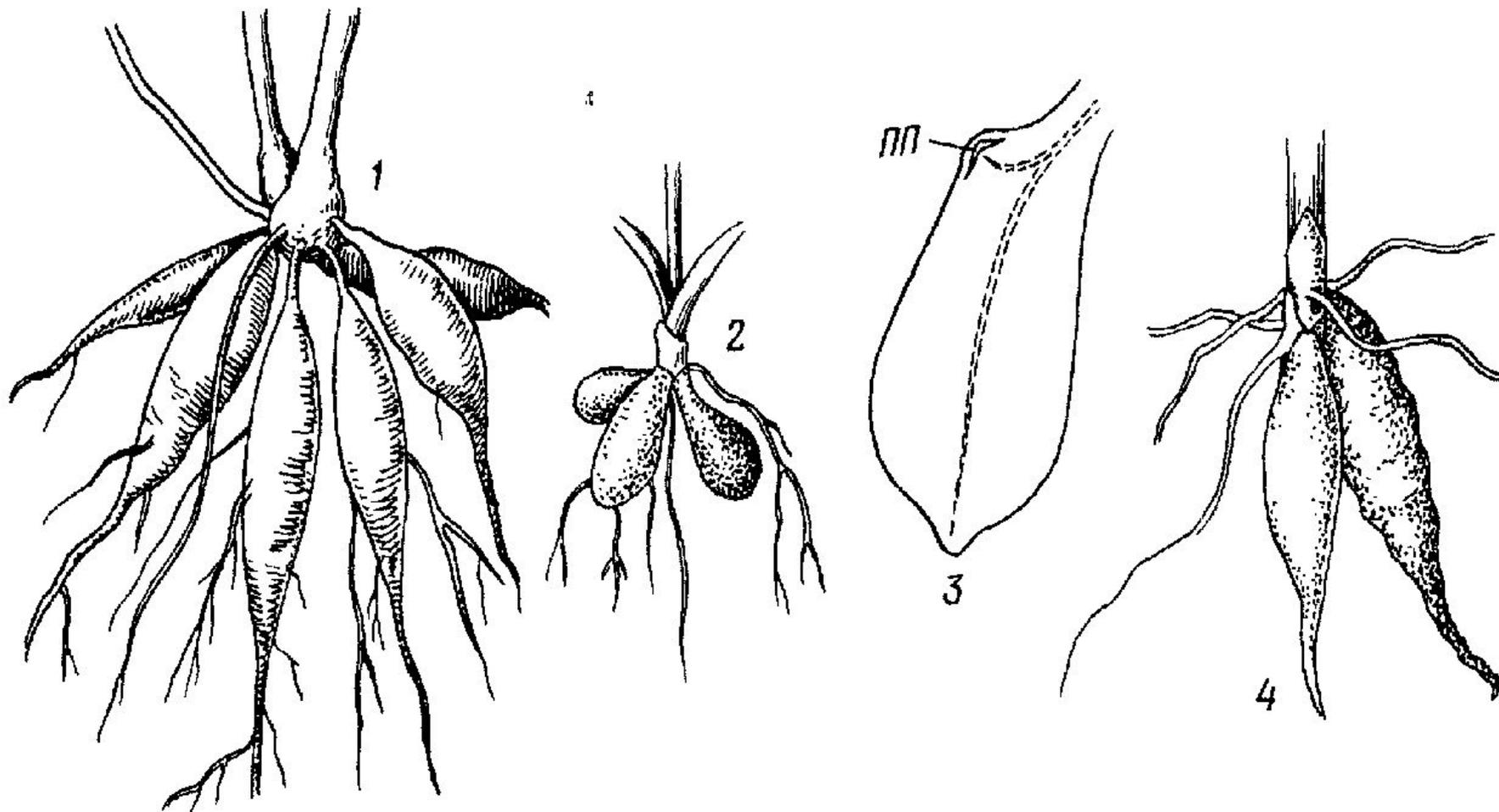
PO – ростовое  
окончание,  
CO – сосудце  
окончание

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

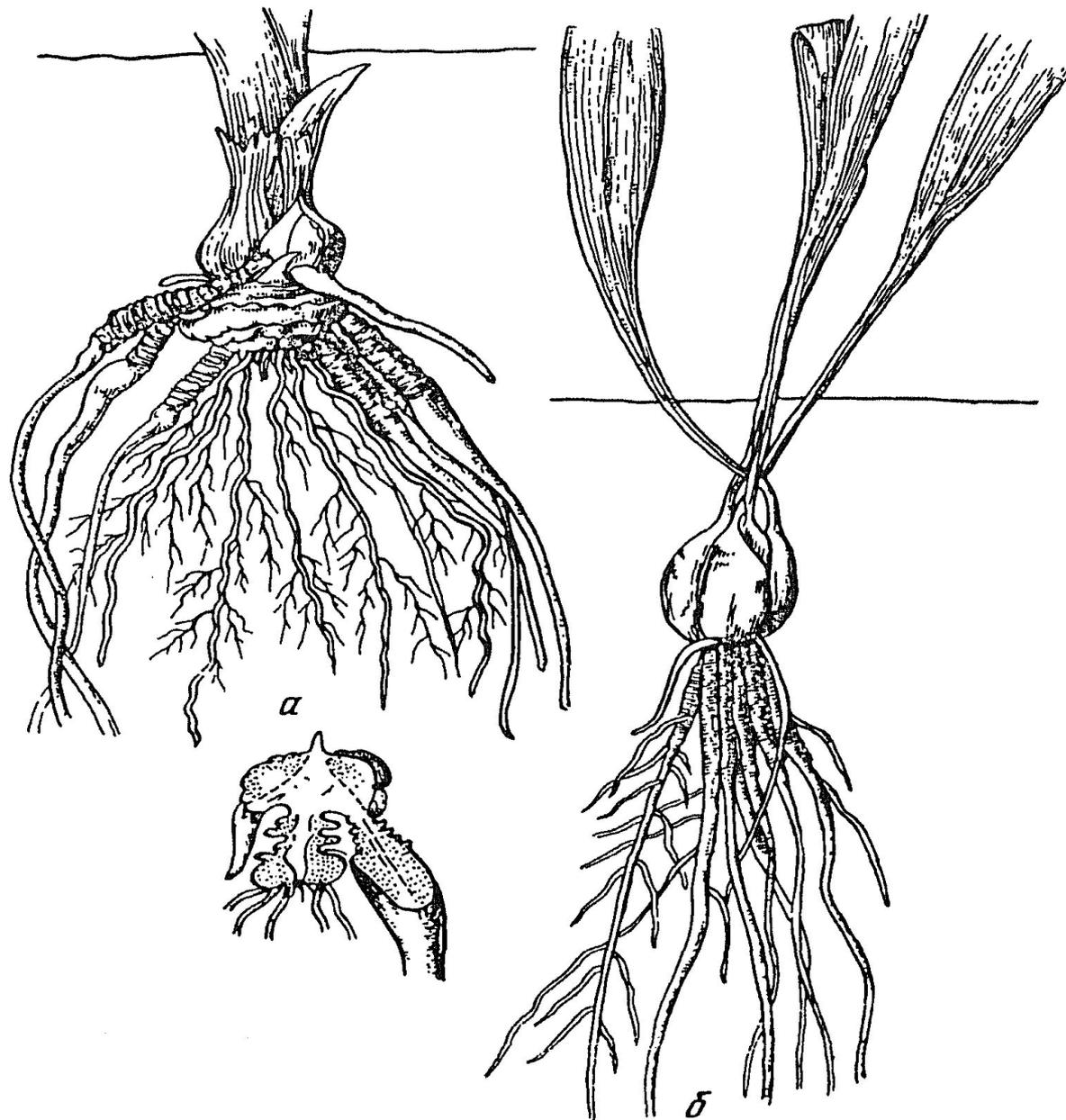
Пунктиром показана граница стебля и корня. На поперечных разрезах ксилема – черная.



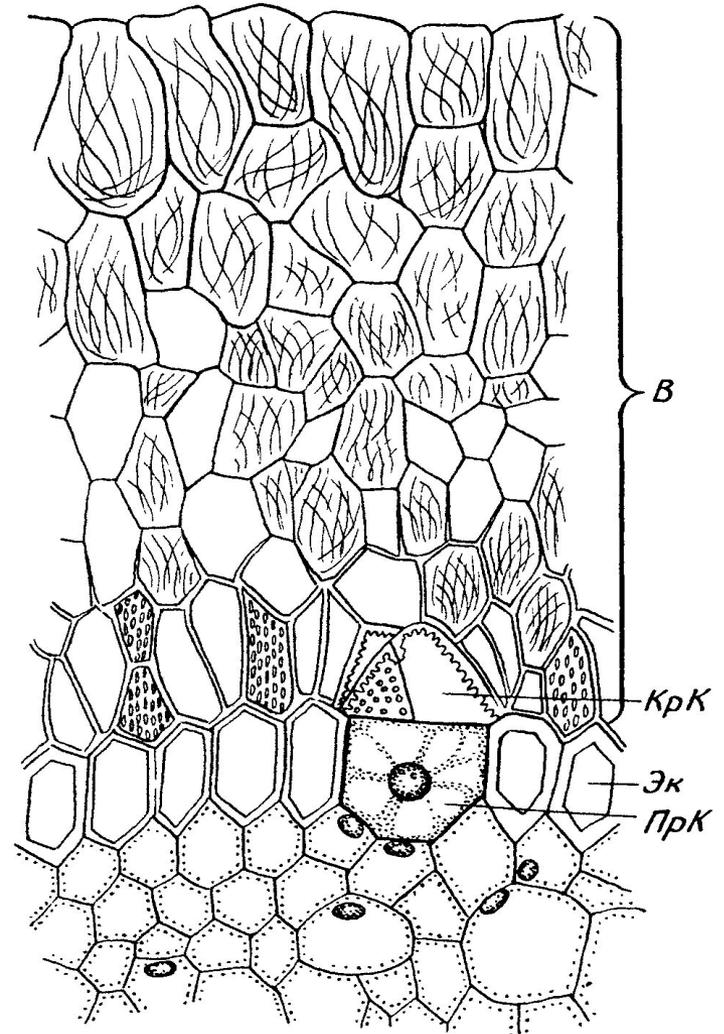
**Корневые шишки:** 1 - георгина (*Dahlia variabilis*), 2,3 - чистяка (*Ficaria verna*), 4 – любки (*Platanthera bifolia*)



# 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

