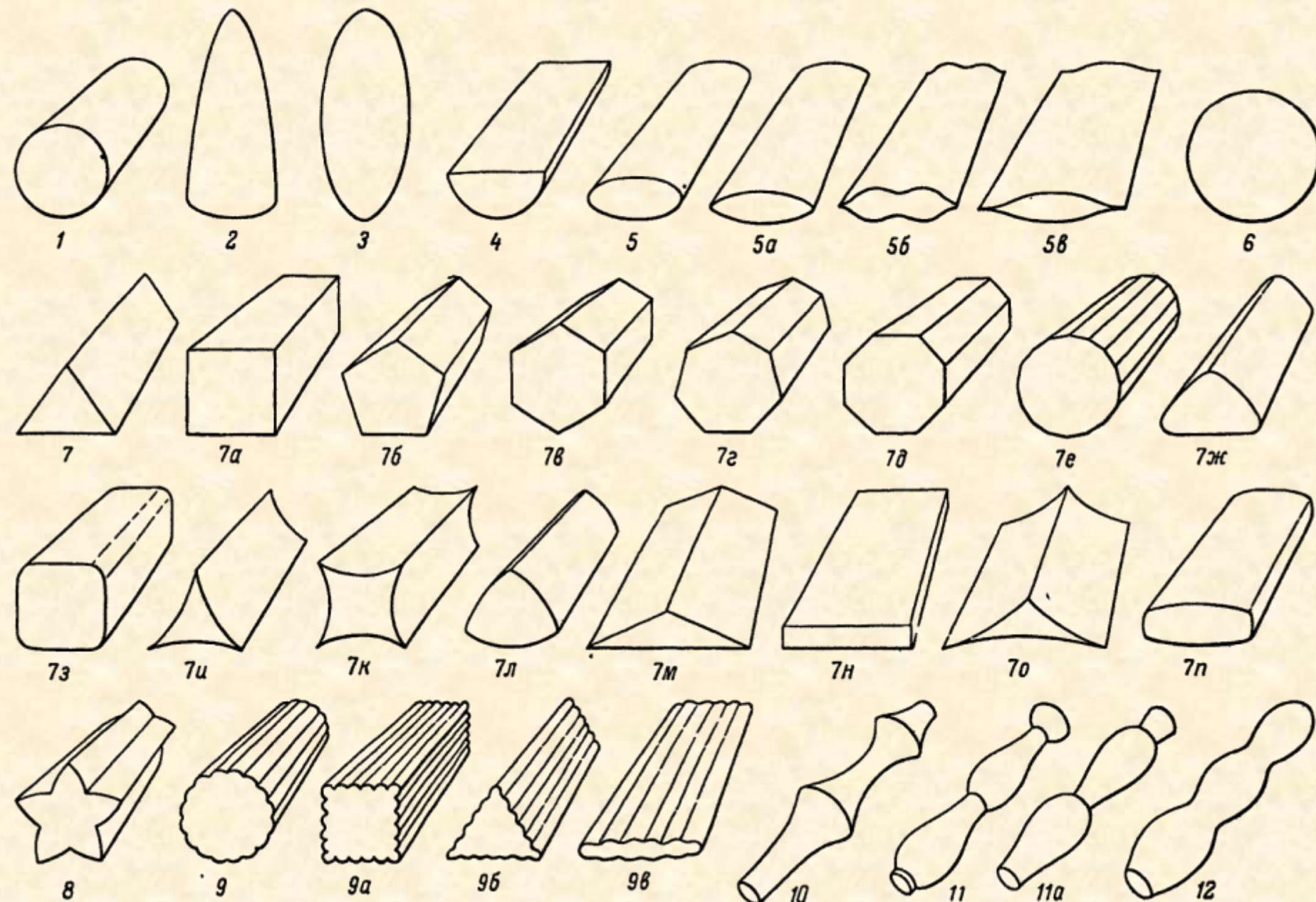
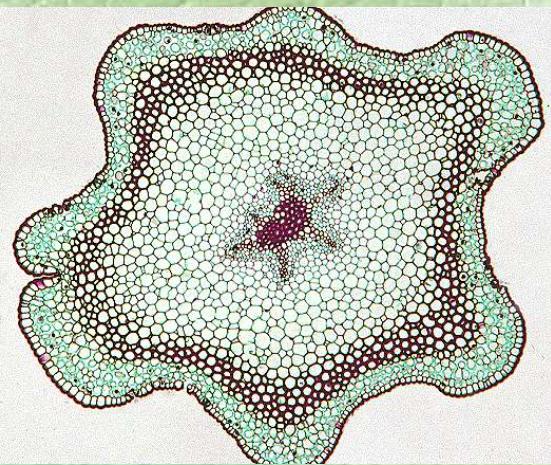


Стебель



Форма стебля

У плауновидных и псилотовых прокамбий закладывается единственным тяжем в центре стебля, по теории J. von Hanstein этот гистоген соответствует плероме.



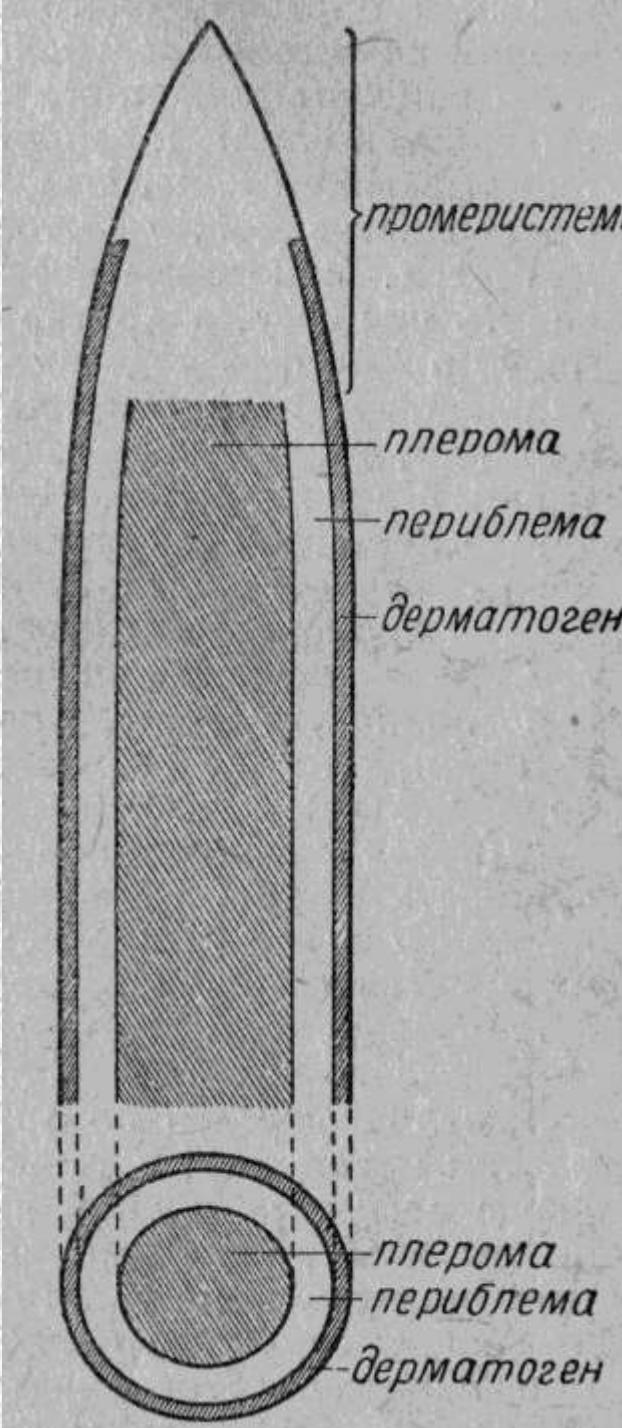
Psilotum nudum



Selaginella exaltata

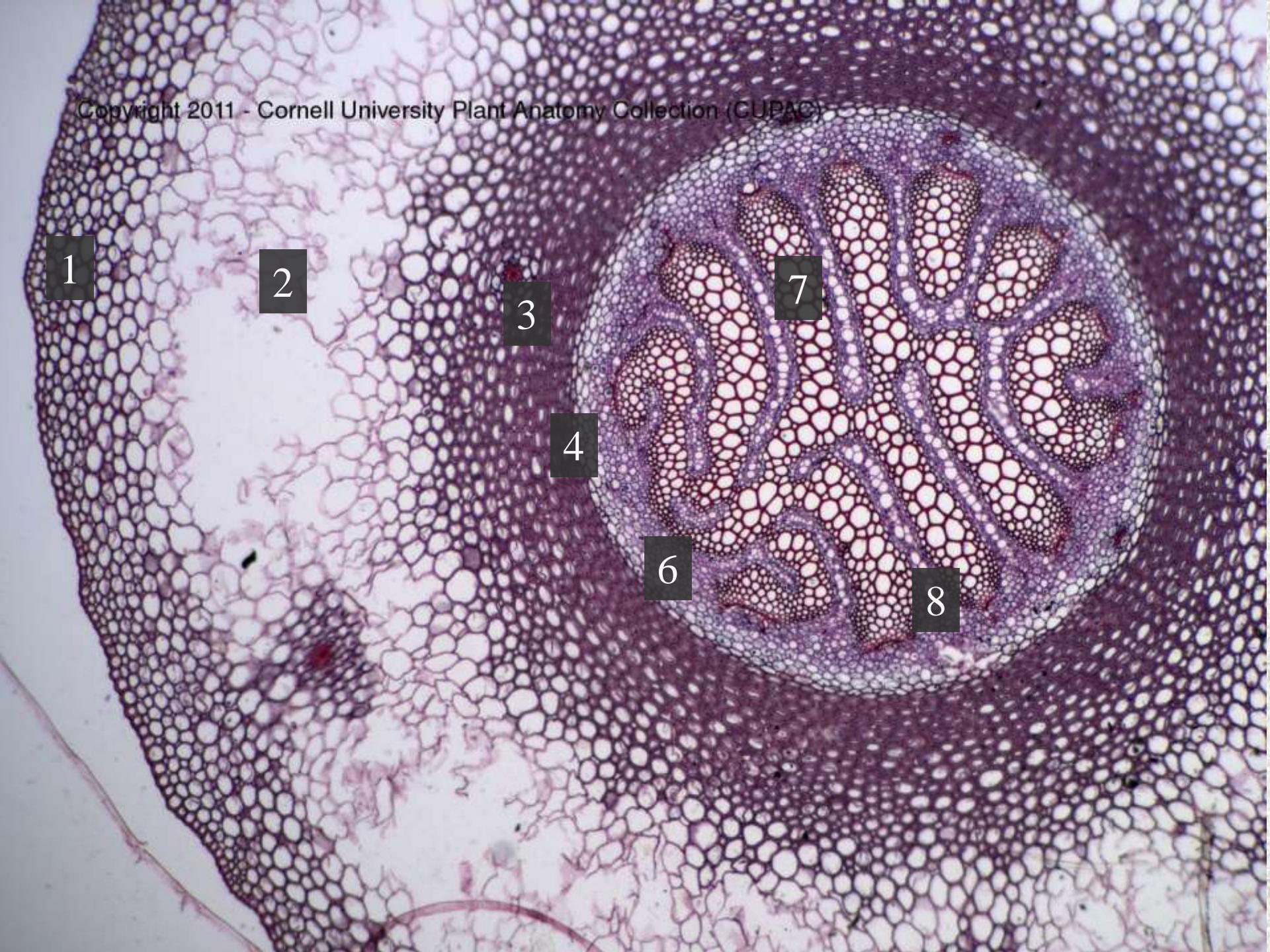
*У плауновидных
первичные
флоэма и ксилема
стебля закладываются
экзархно, как и в корне*

Строение меристемы
побега согласно теории
гистогенов



Стебель

Lycopodium clavatum



Copyright 2011 - Cornell University Plant Anatomy Collection (CUPAC)

1

2

3

7

4

6

8

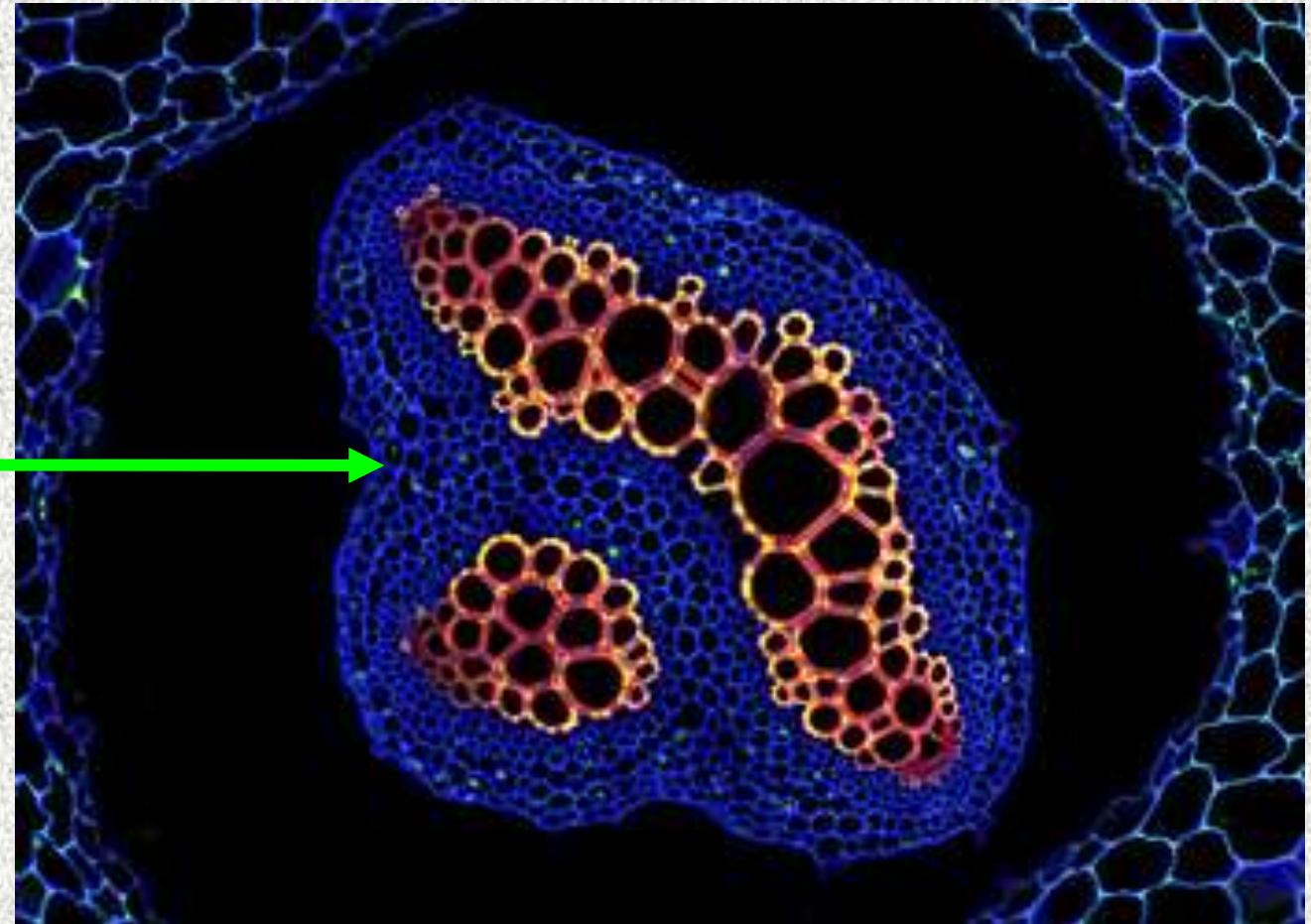
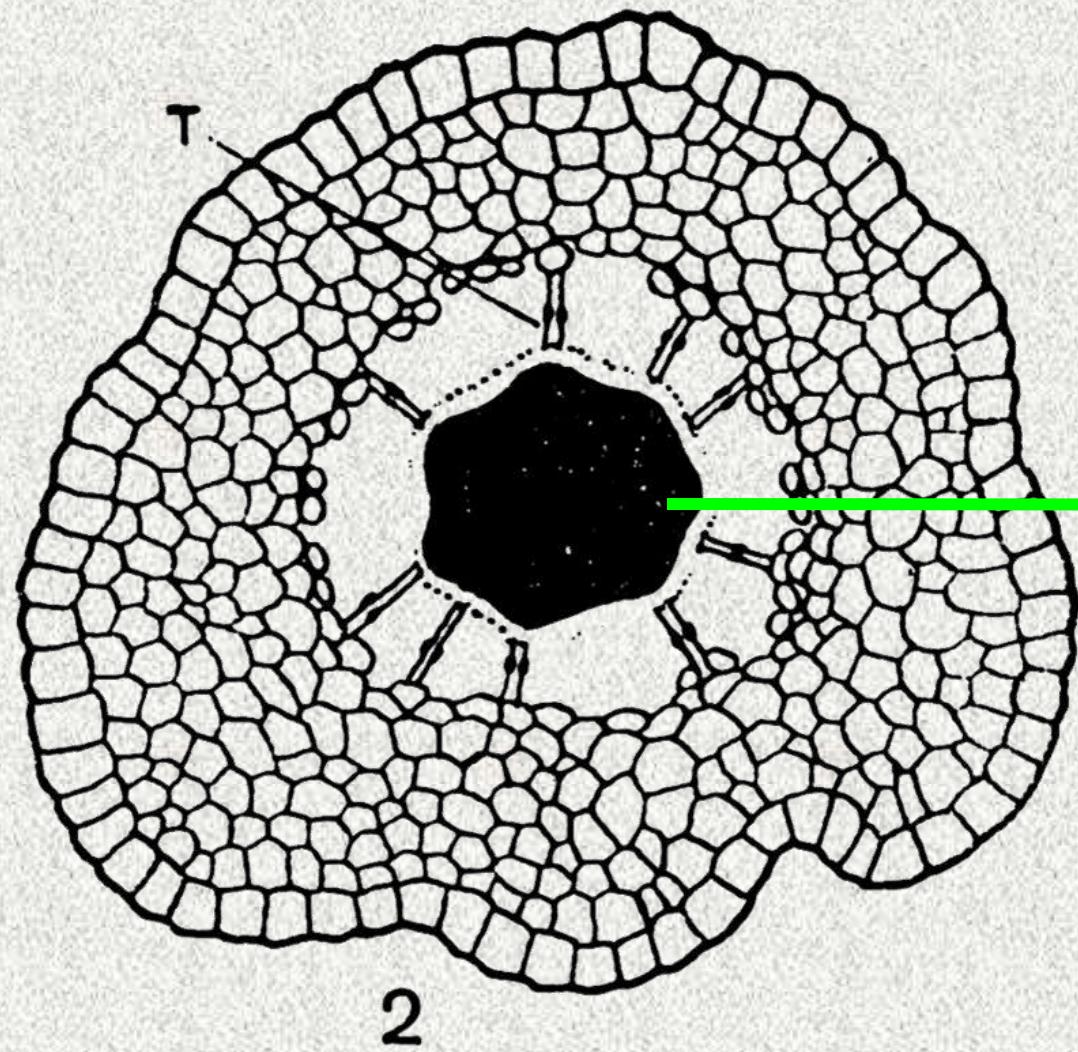
1 – склеренхима
наружной зоны
кортекса

2 – паренхима
средней зоны
кортекса

3 – склеренхима
внутренней зоны
кортекса

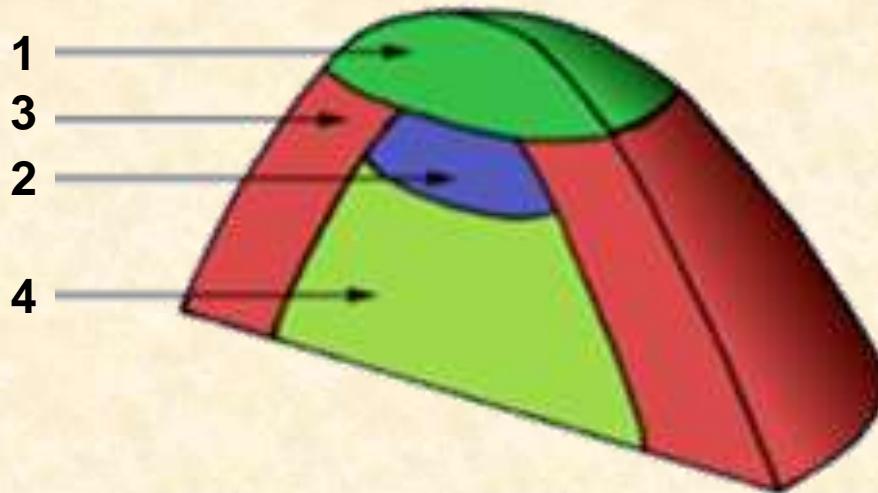
4 – эндодерма с
поясками Каспари
6 – паренхимный
periцикл

7 – экзархная ксилема
8 – флоэма



Стебель *Selaginella sp.*

*У папоротниковых прокамбий
закладывается в виде полого цилиндра,
у семенных – отдельными тяжами.*



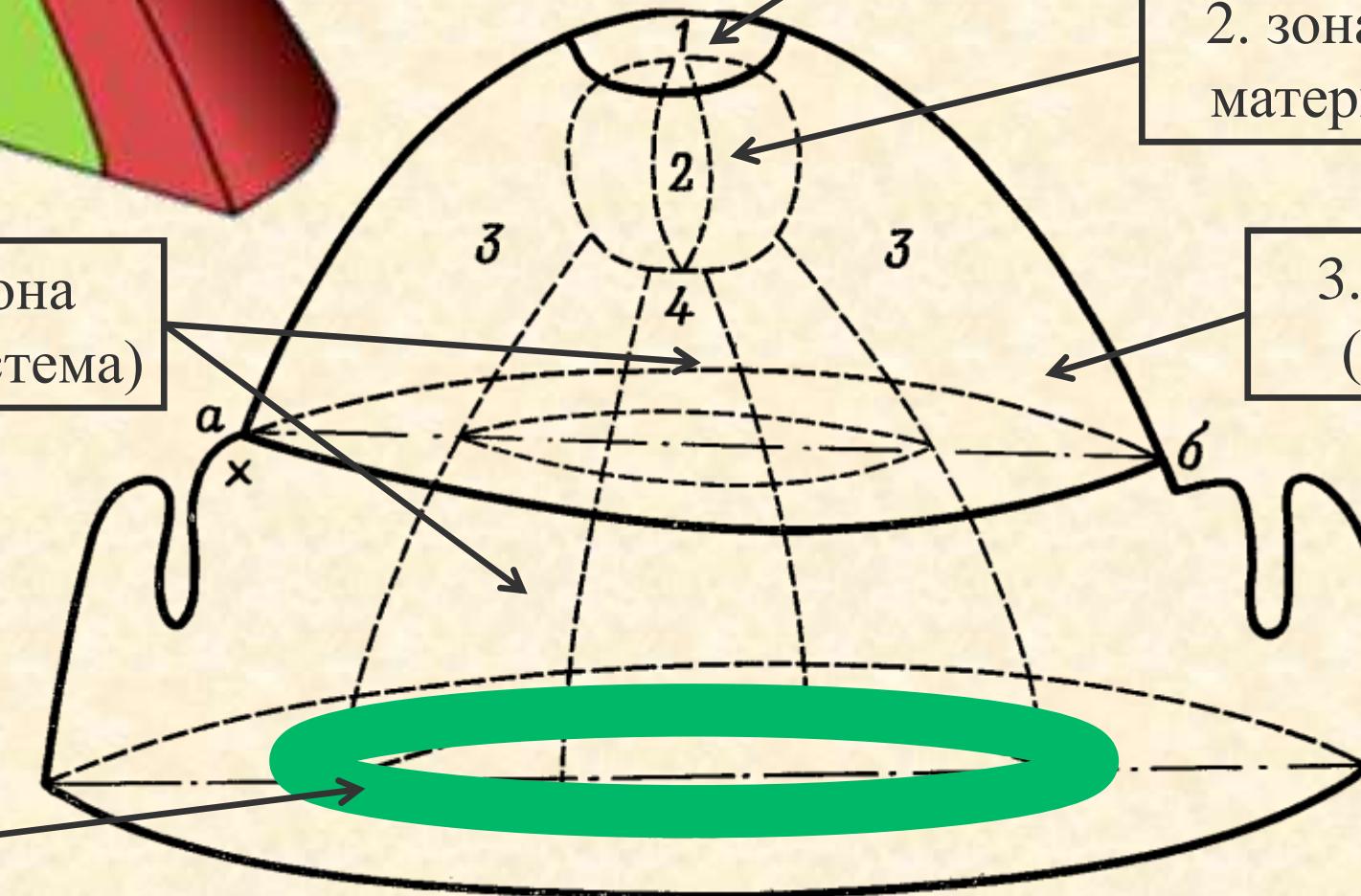
1. апикальные клетки

4. медулярная зона
(стержневая меристема)

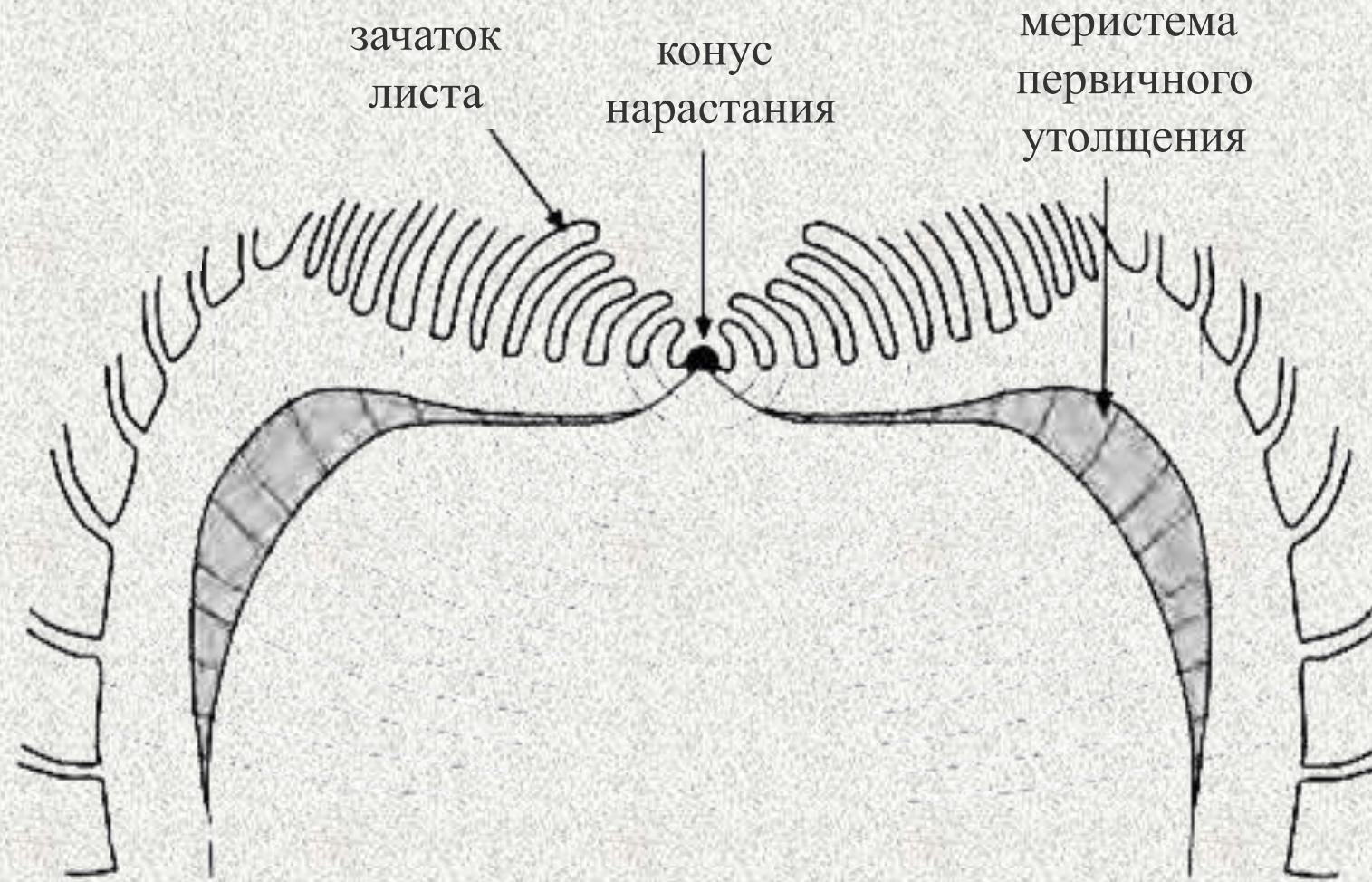
2. зона центральных
материнских клеток

образовательное
кольцо
(остаточная
меристема)

3. периферическая
(фланговая) зона

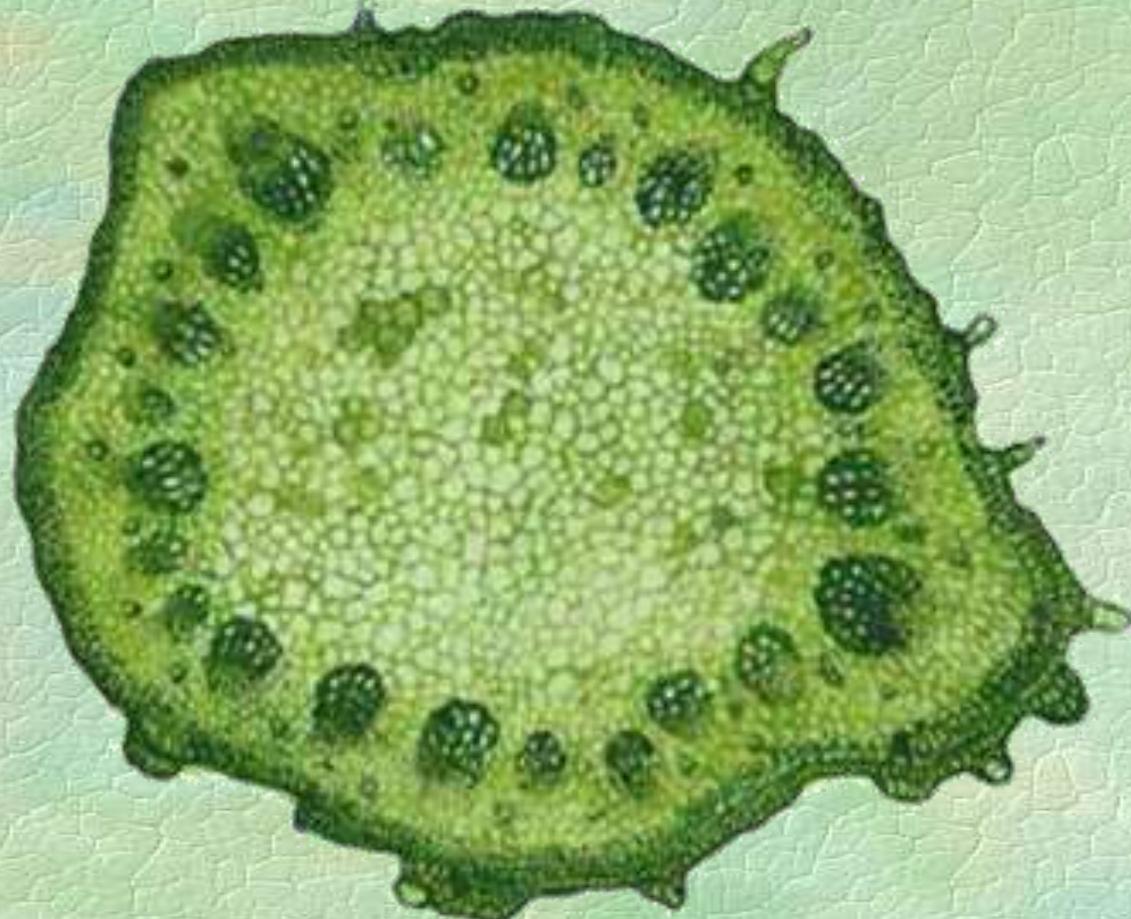
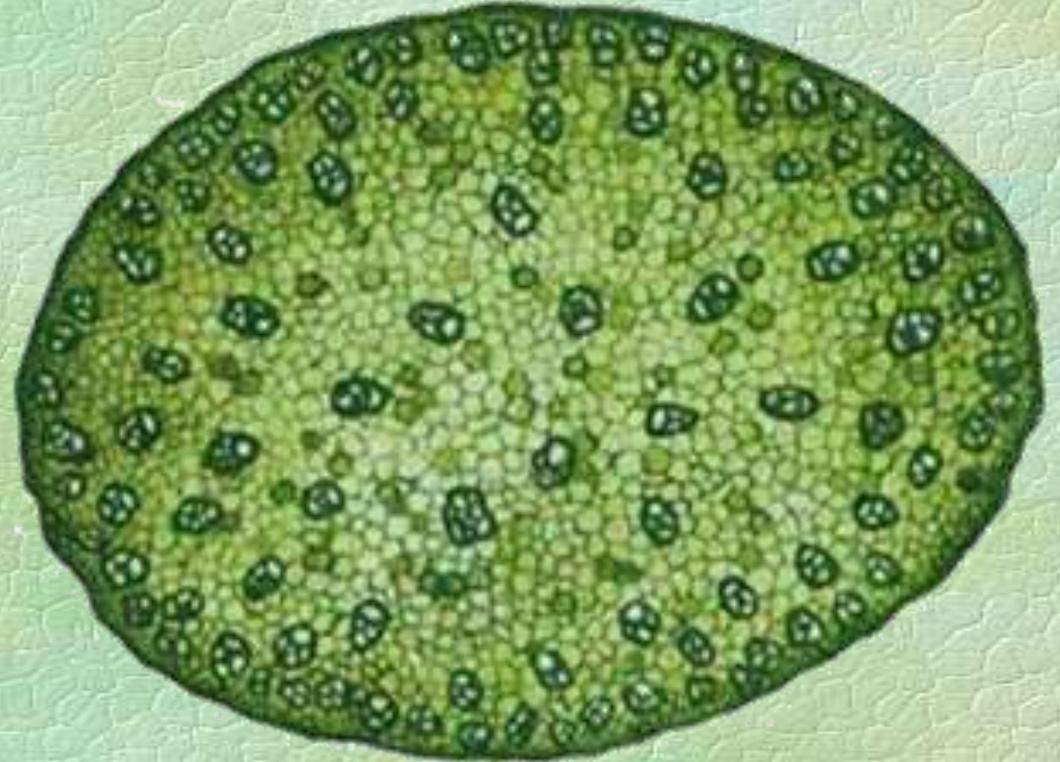


Зональность меристемы апекса побега (по A.S. Foster, 1938)

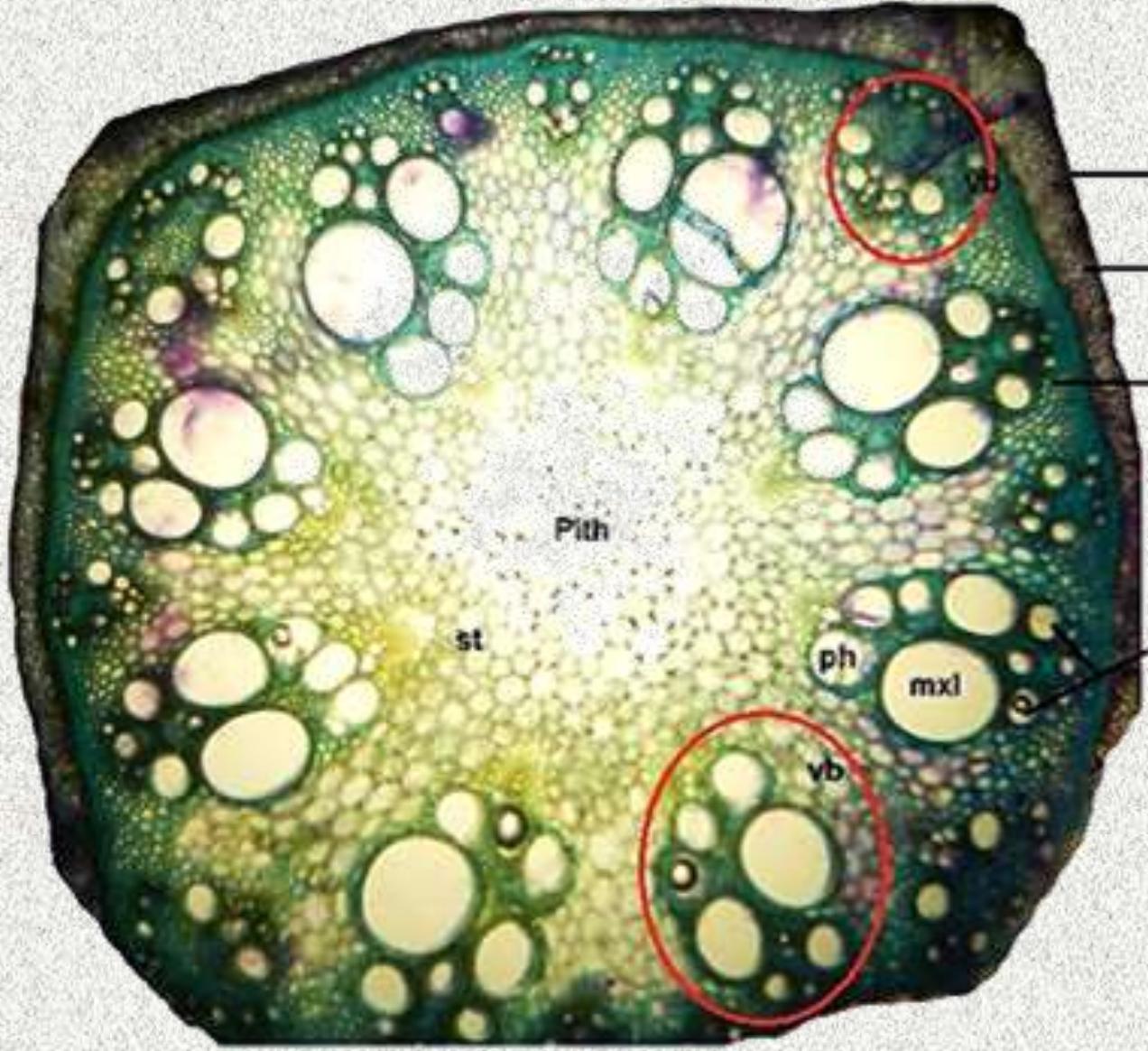


У однодольных растений стержневая меристема часто не выражена. Клетки меристемы первичного утолщения делятся преимущественно периклинально. В результате верхушка побега становится плоской или вогнутой.

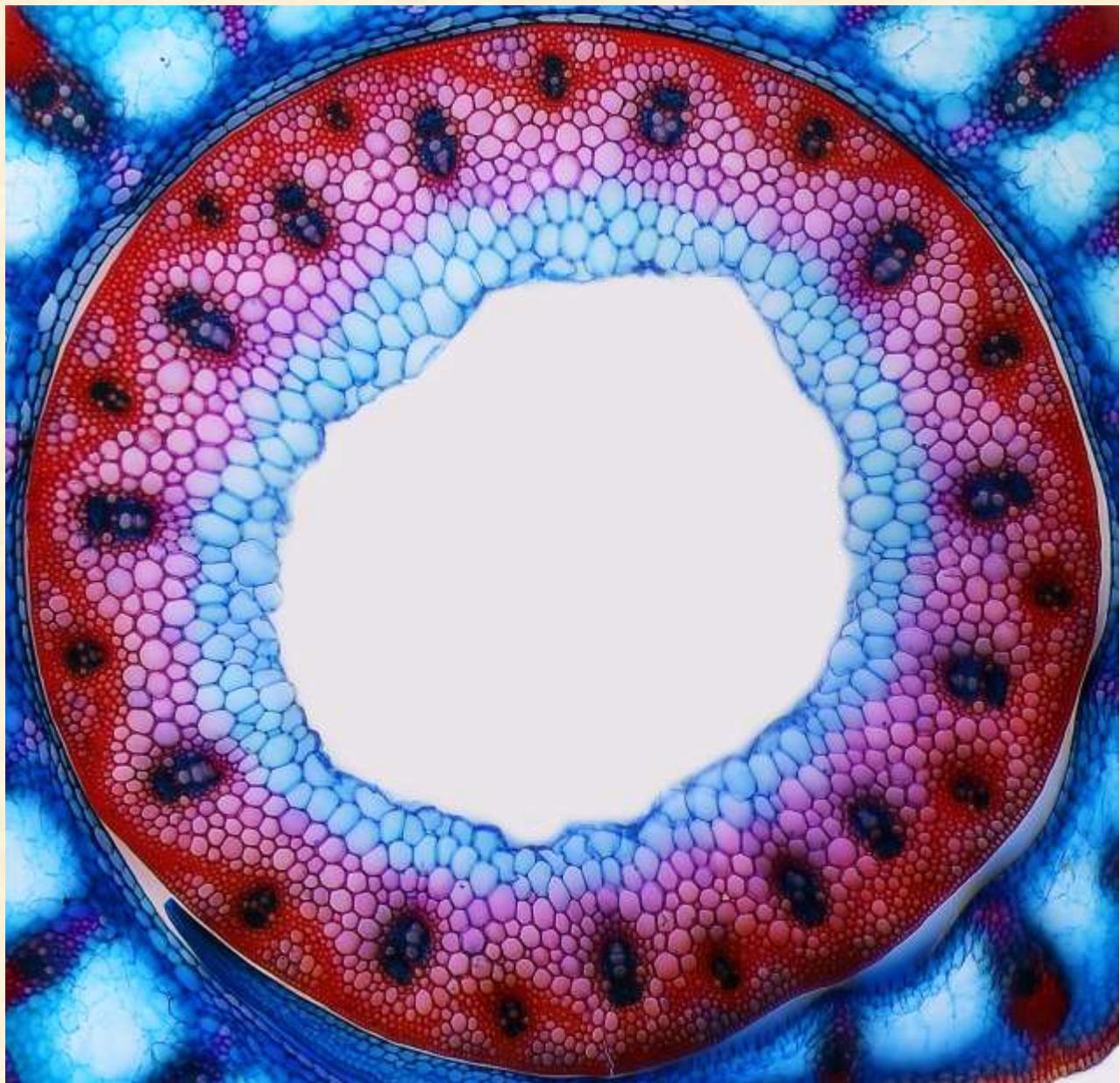
Первичное строение стебля однодольных и двудольных



*У семенных растений
первичная флоэма стебля закладывается в стебле экзархно,
первичная ксилема – эндархно*



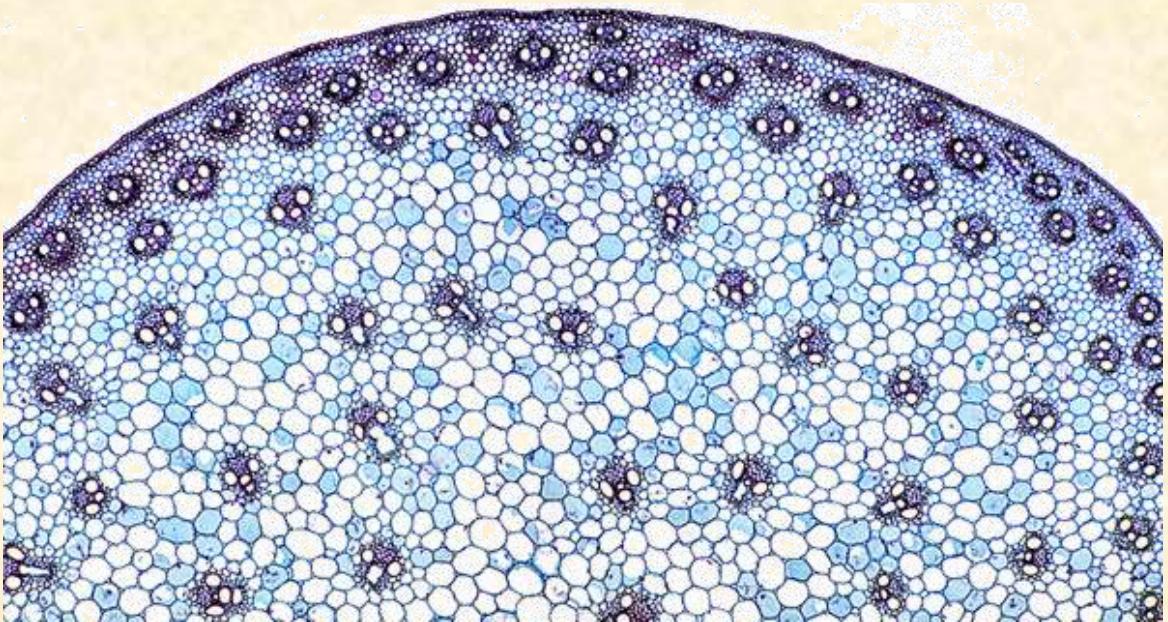
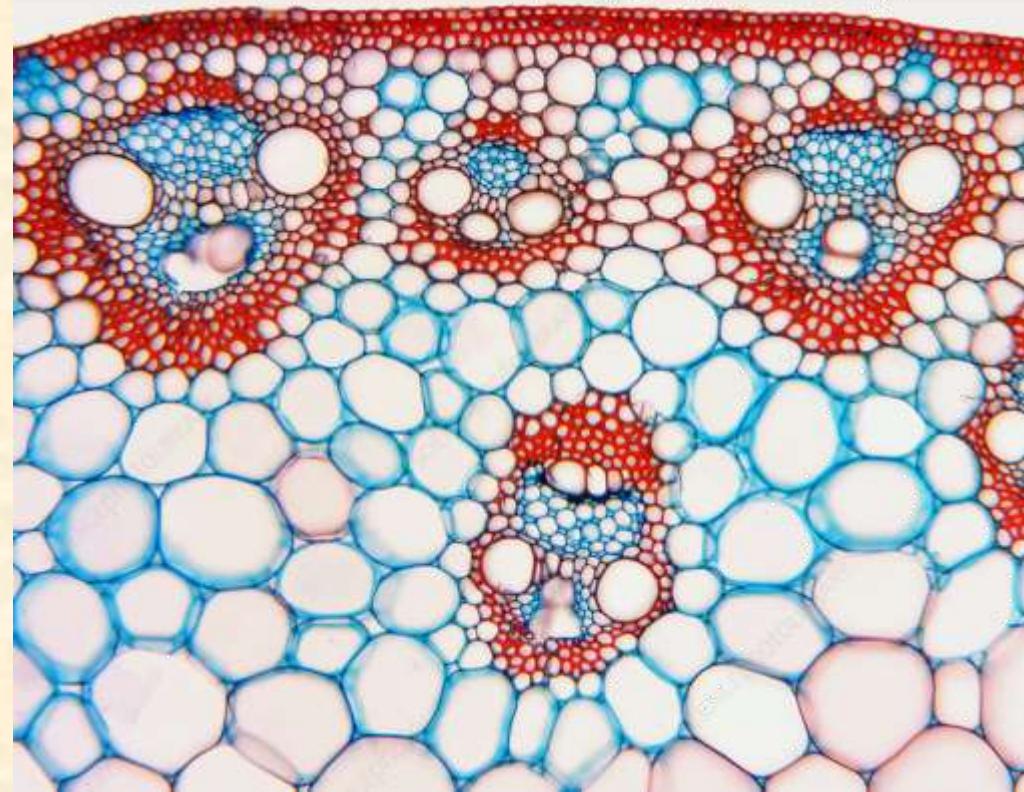
Поперечный срез стебля *Dioscorea alata*
(диоскорейный тип строения)

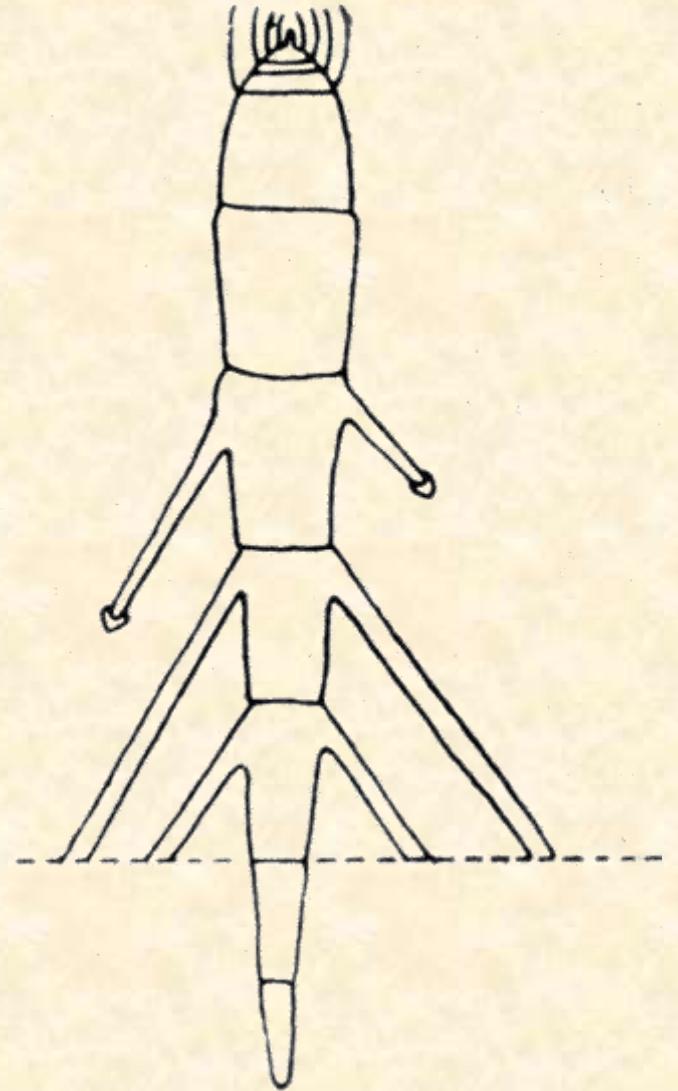


Поперечный срез стебля *Secale cereale*
(коммелиновый тип строения)



Поперечный срез стебля *Zea mays*
(пальмовый тип строения)

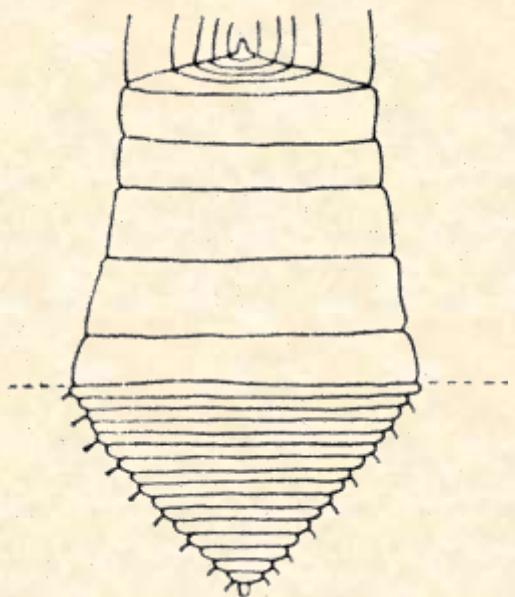




Стабилизирующий рост
Pandanus furcatus



Стабилизирующий рост пальм

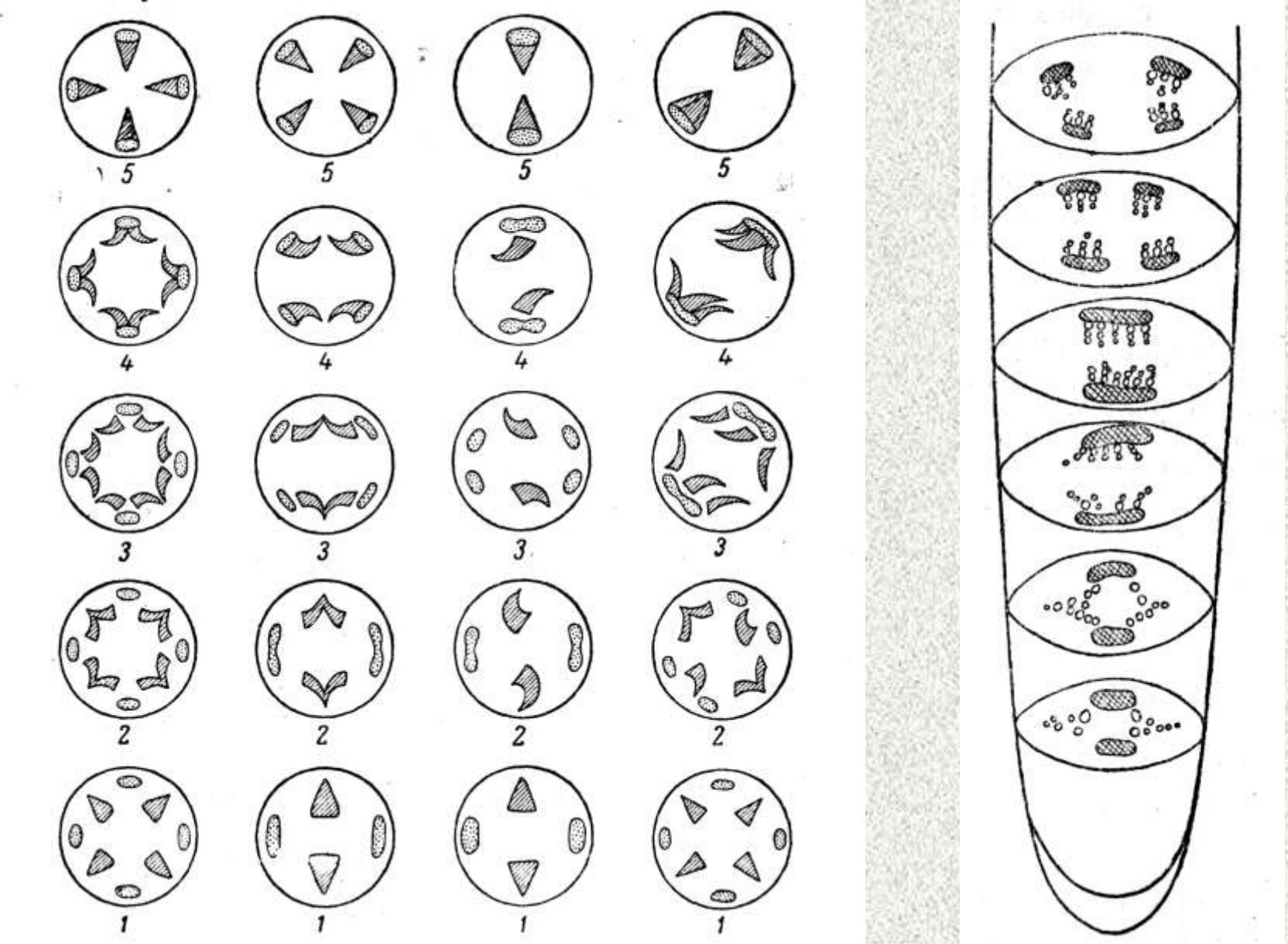


Corypha umbraculifera



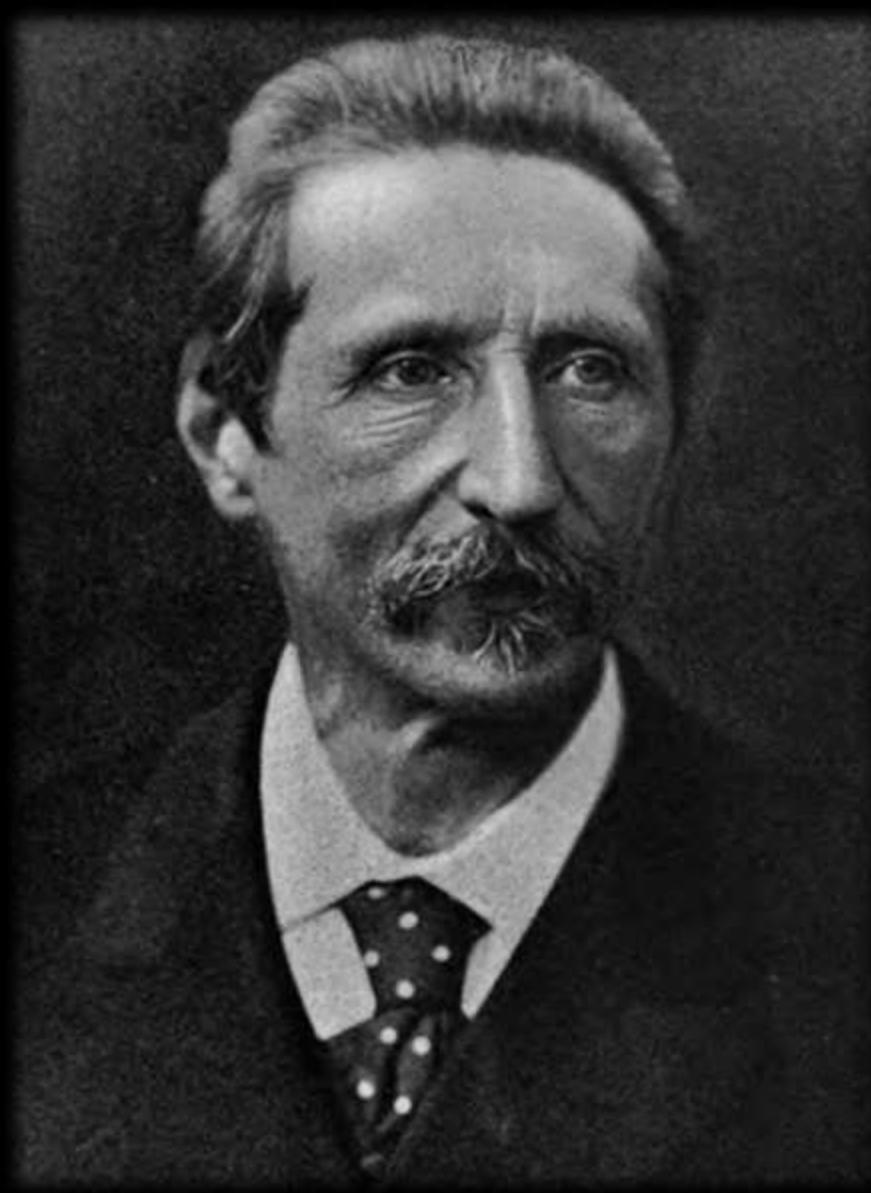
Стабилизирующий рост
Cyathea sp.





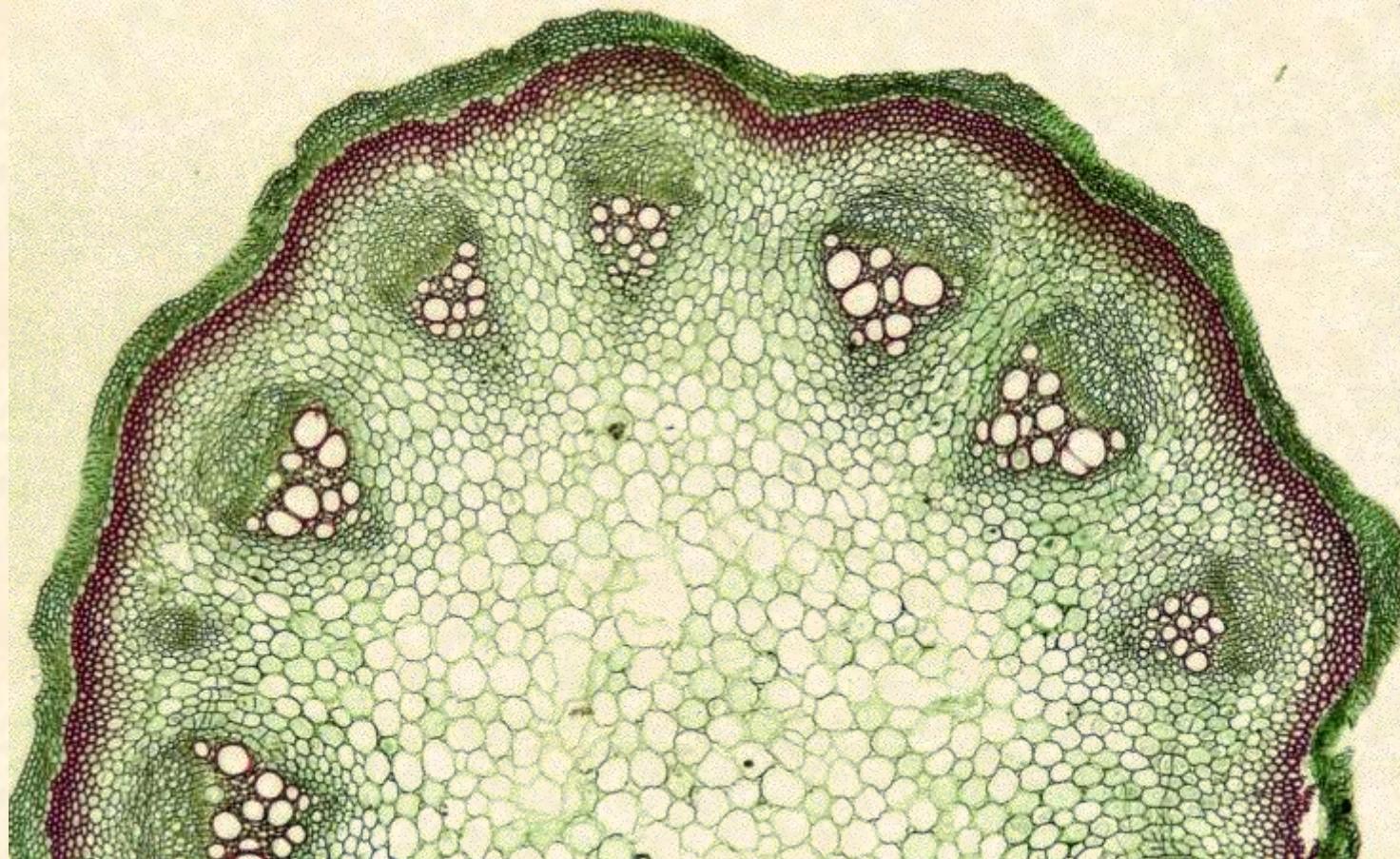
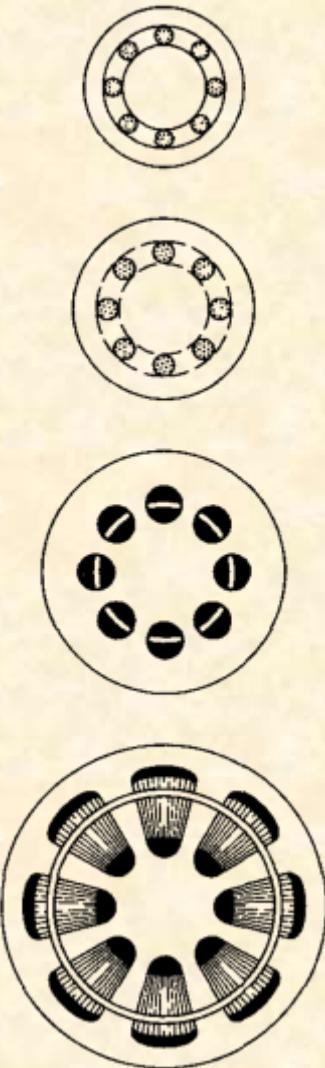
Переход в гипокотиля от структуры корня к структуре стебля

Типы утолщения стебля голосеменных и двудольных цветковых



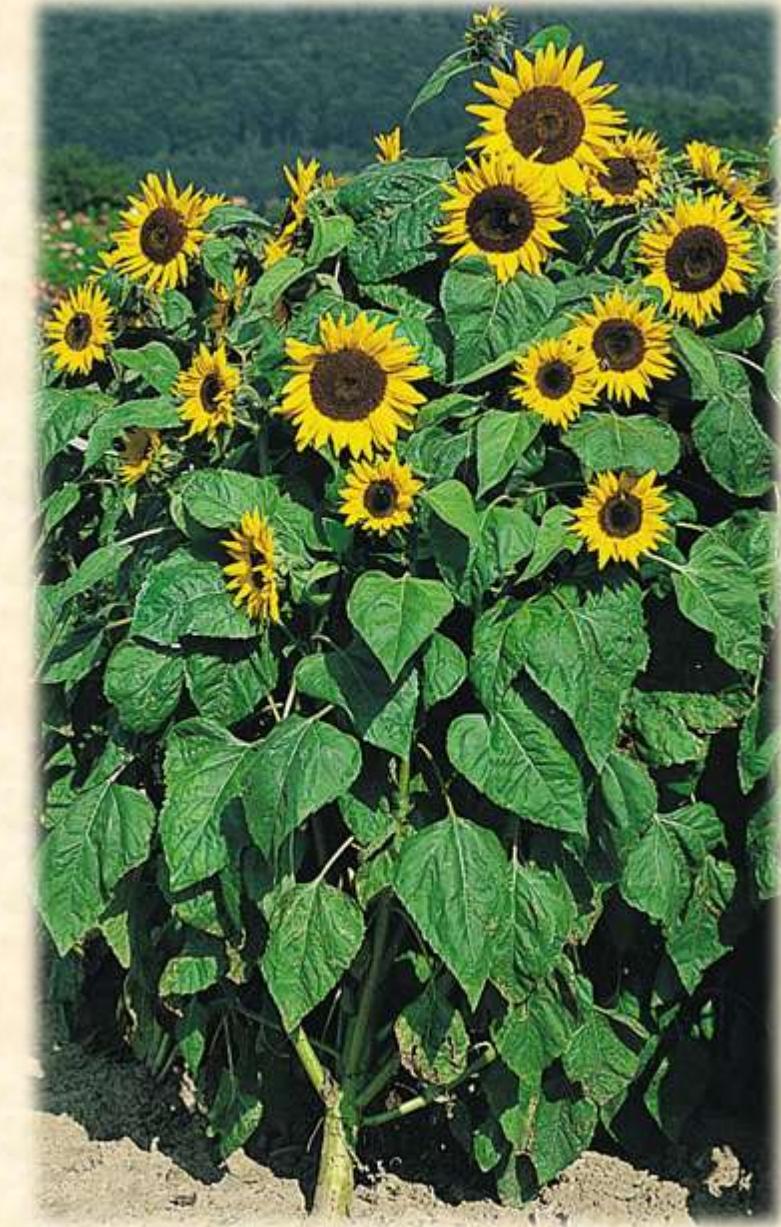
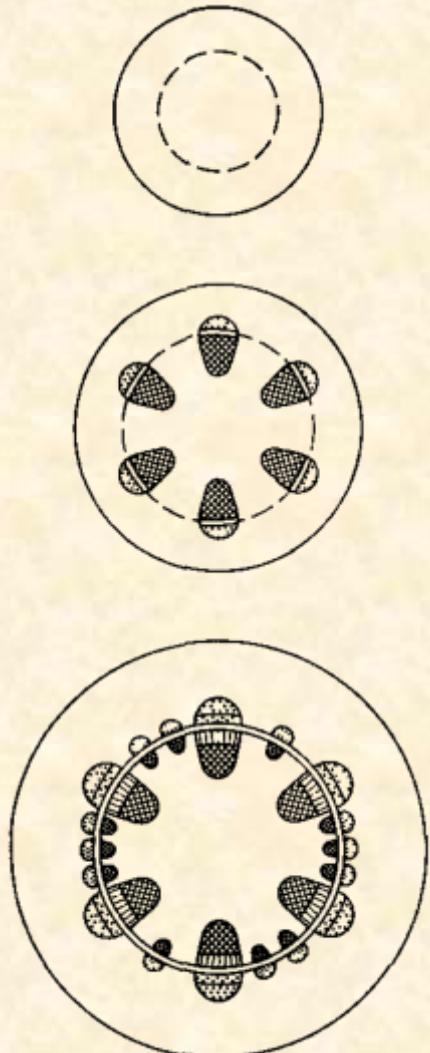
Eduard Adolf Strasburger
(1844-1912)

Aristolochia-тип



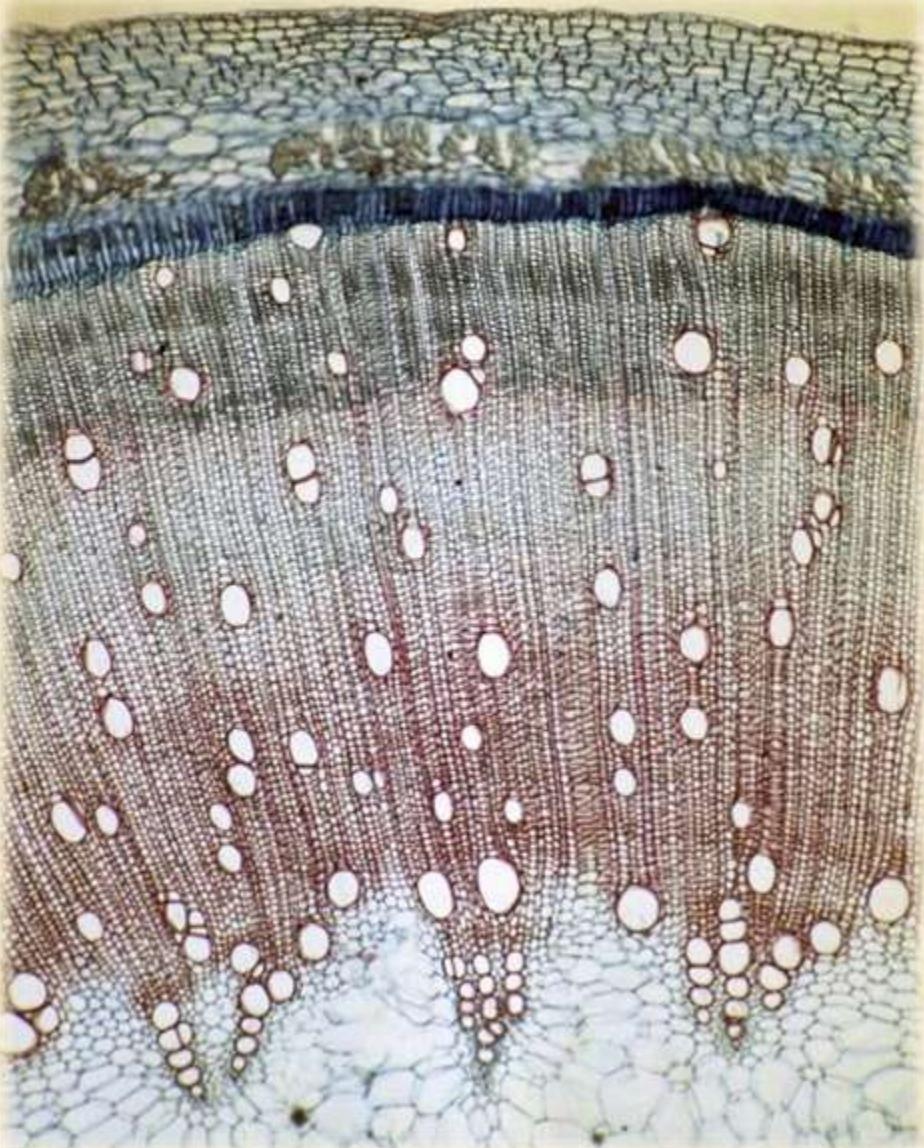
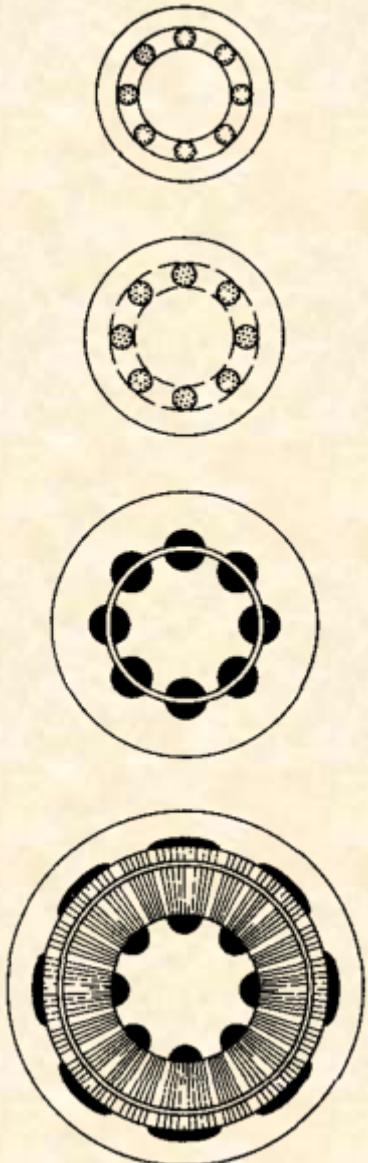
Поперечный срез стебля *Aristolochia clematitis*

Helianthus-тип



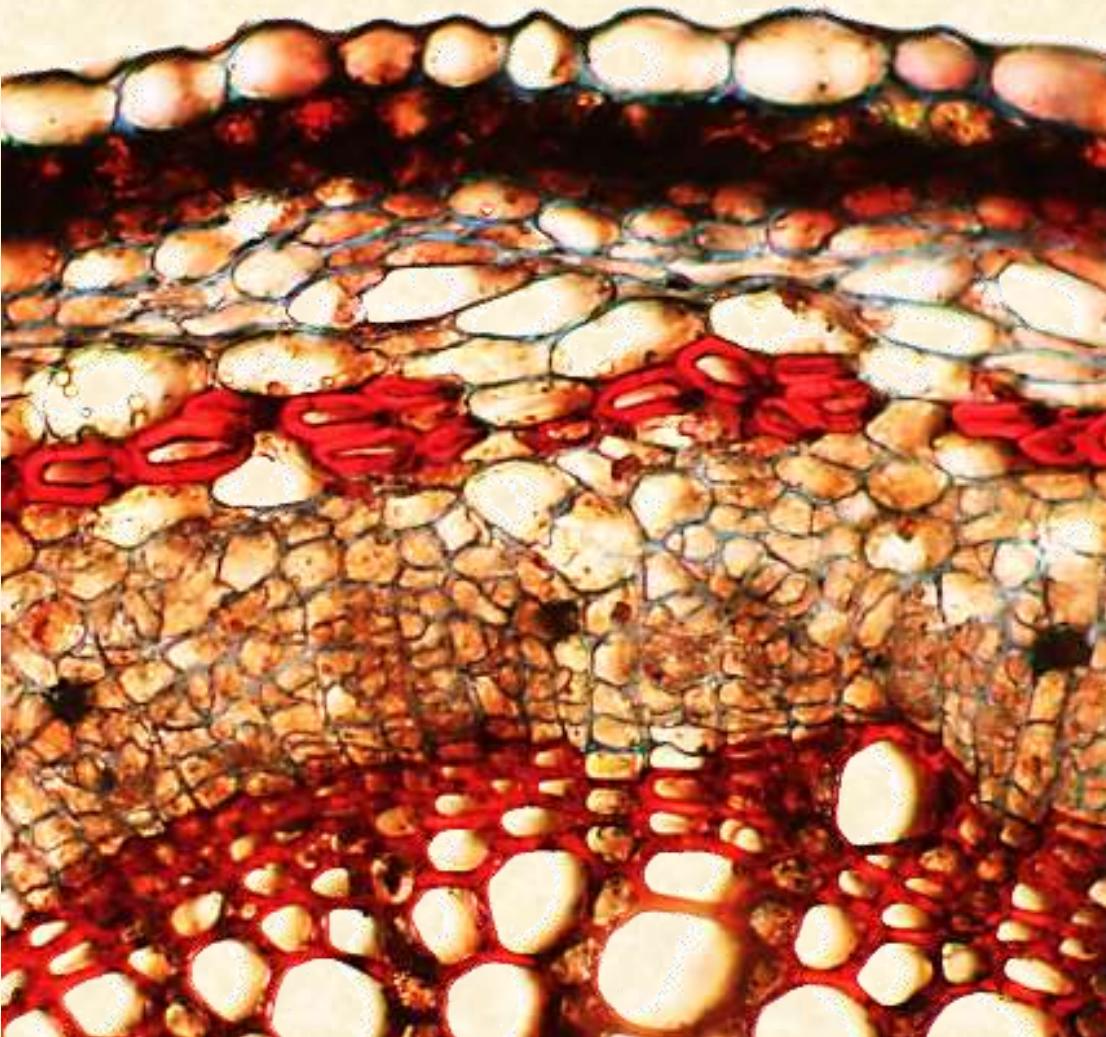
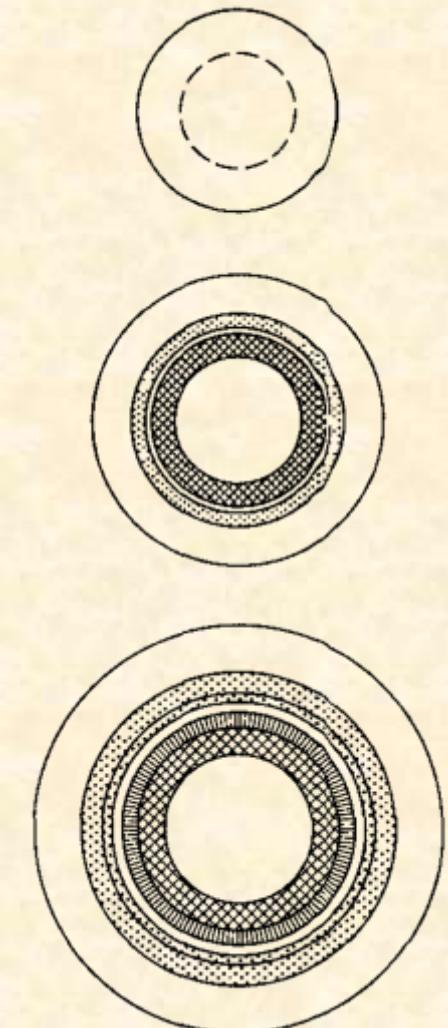
Поперечный срез стебля *Helianthus annuus*

Ricinus-тип



Поперечный срез стебля *Ricinus communis*

Saponaria-тип

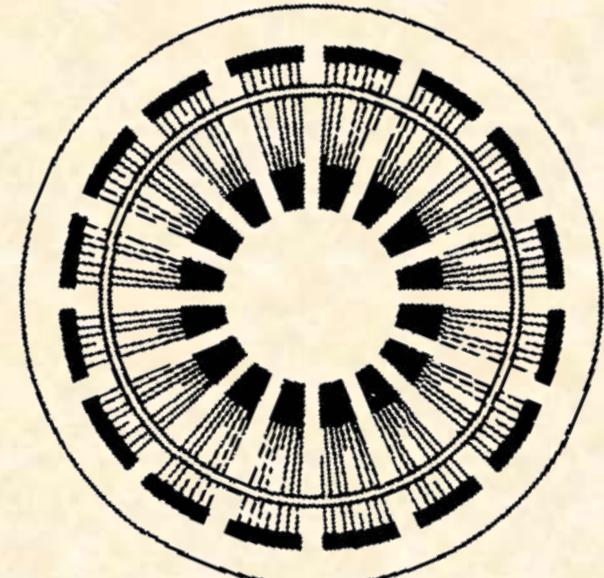
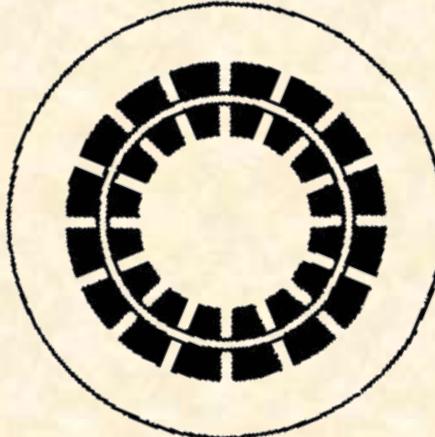
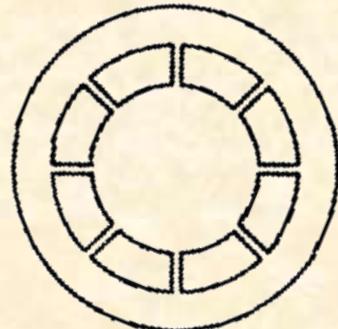
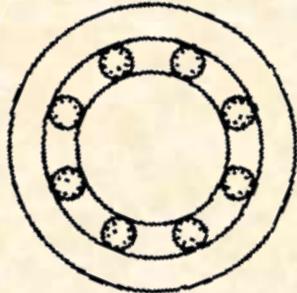


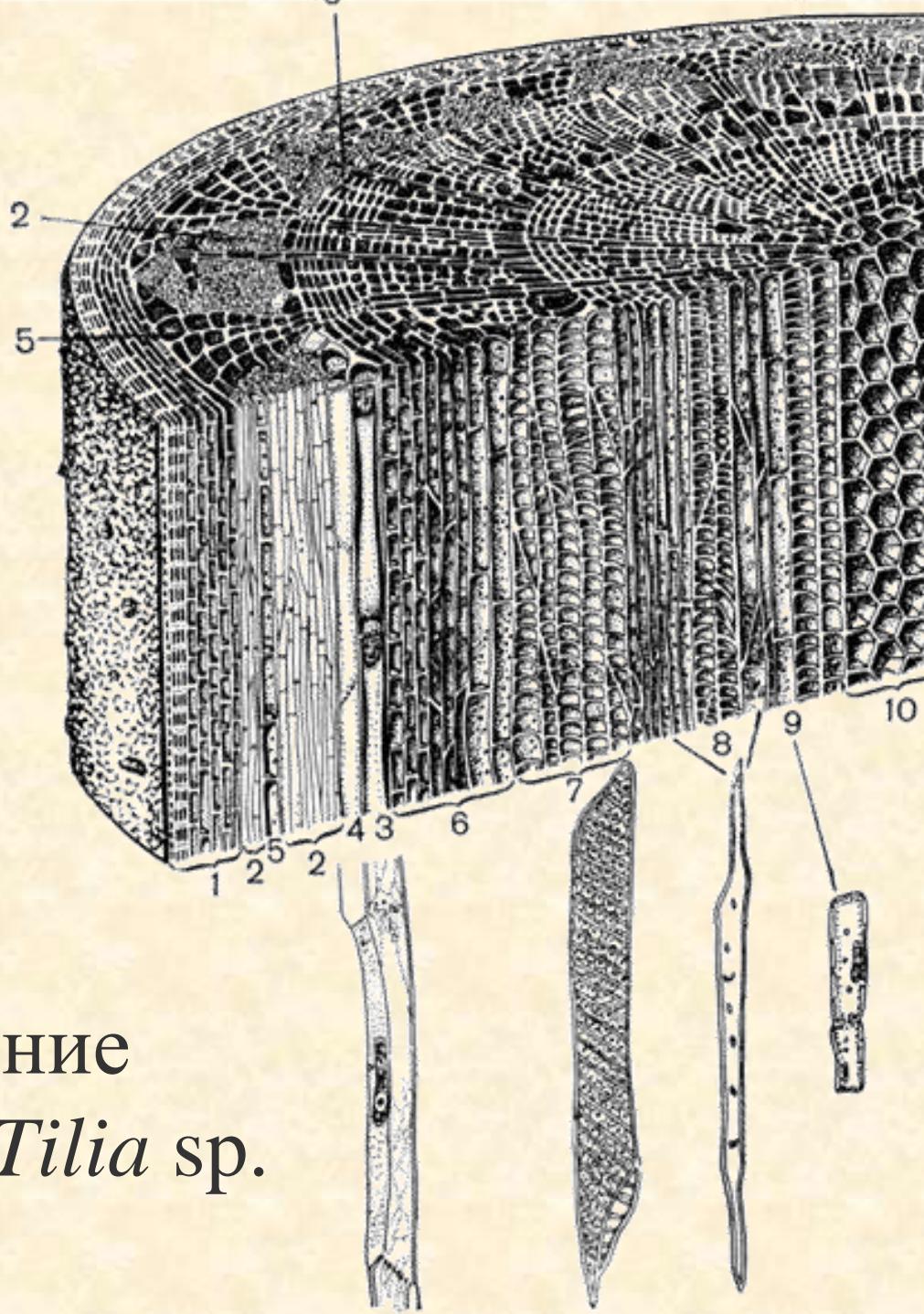
Saponaria officinalis

Tilia-тип



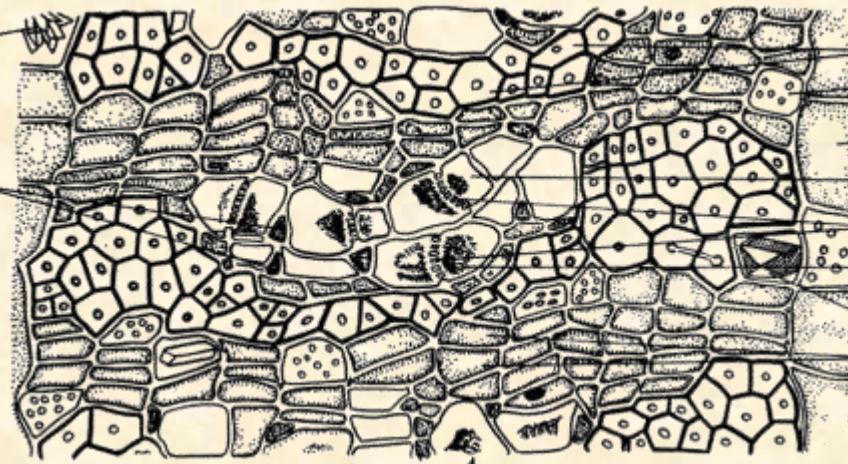
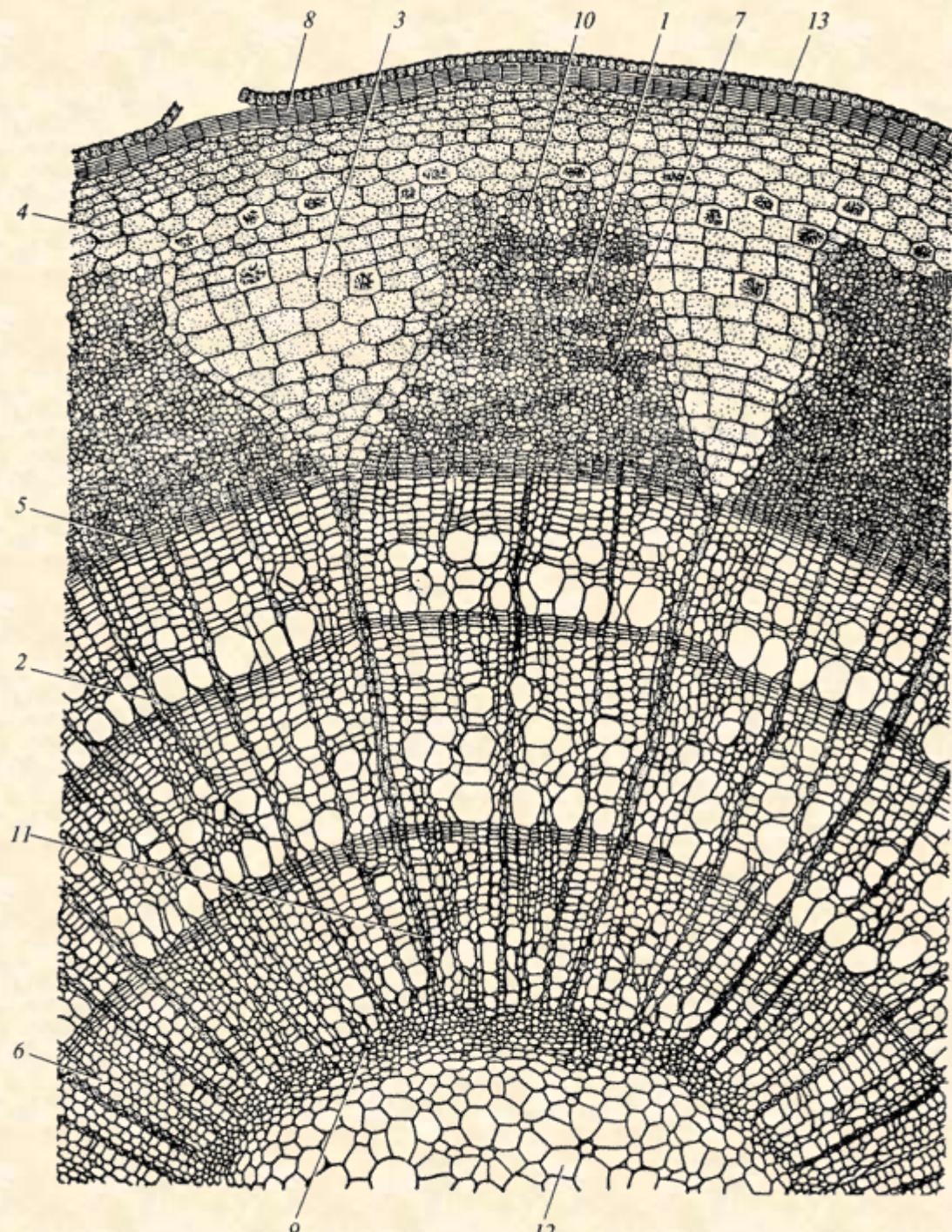
Tilia cordata



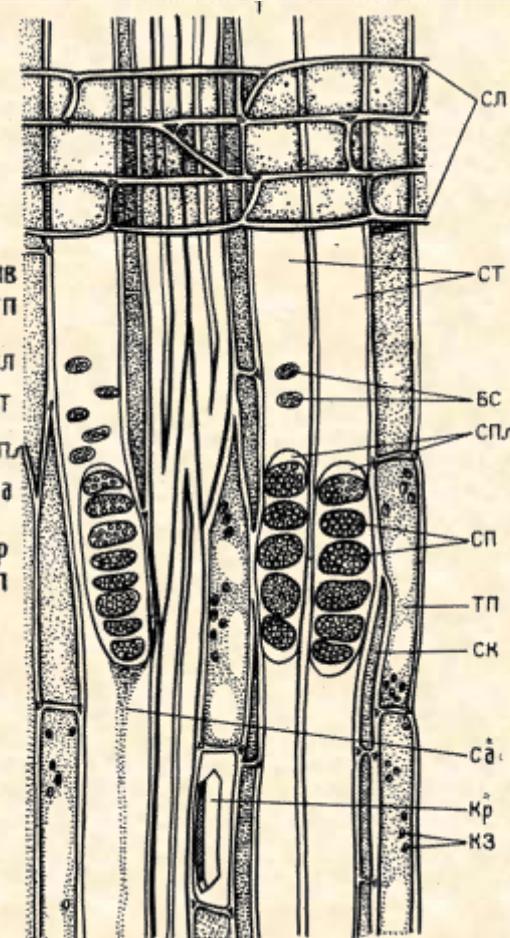


Клеточное строение
однолетнего стебля *Tilia* sp.

Луб *Tilia* sp.

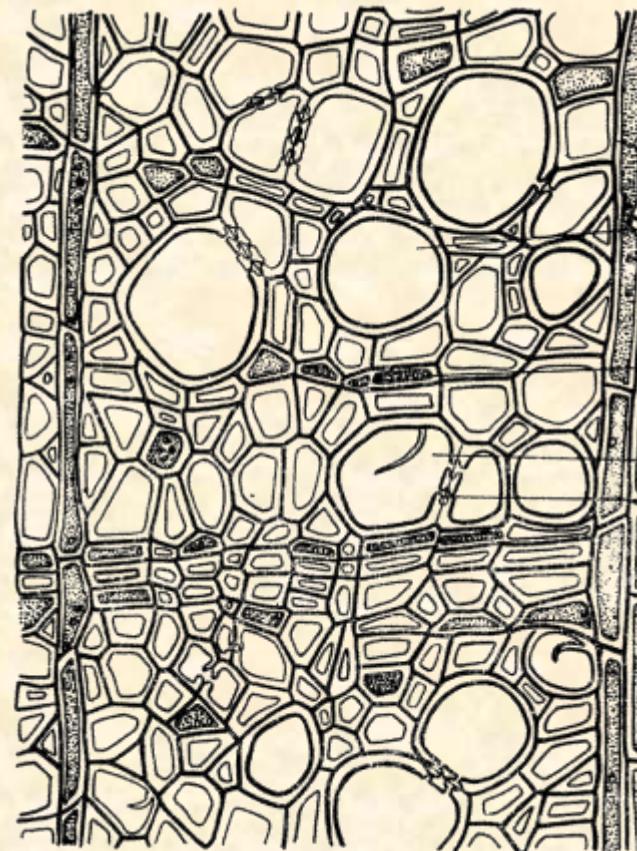
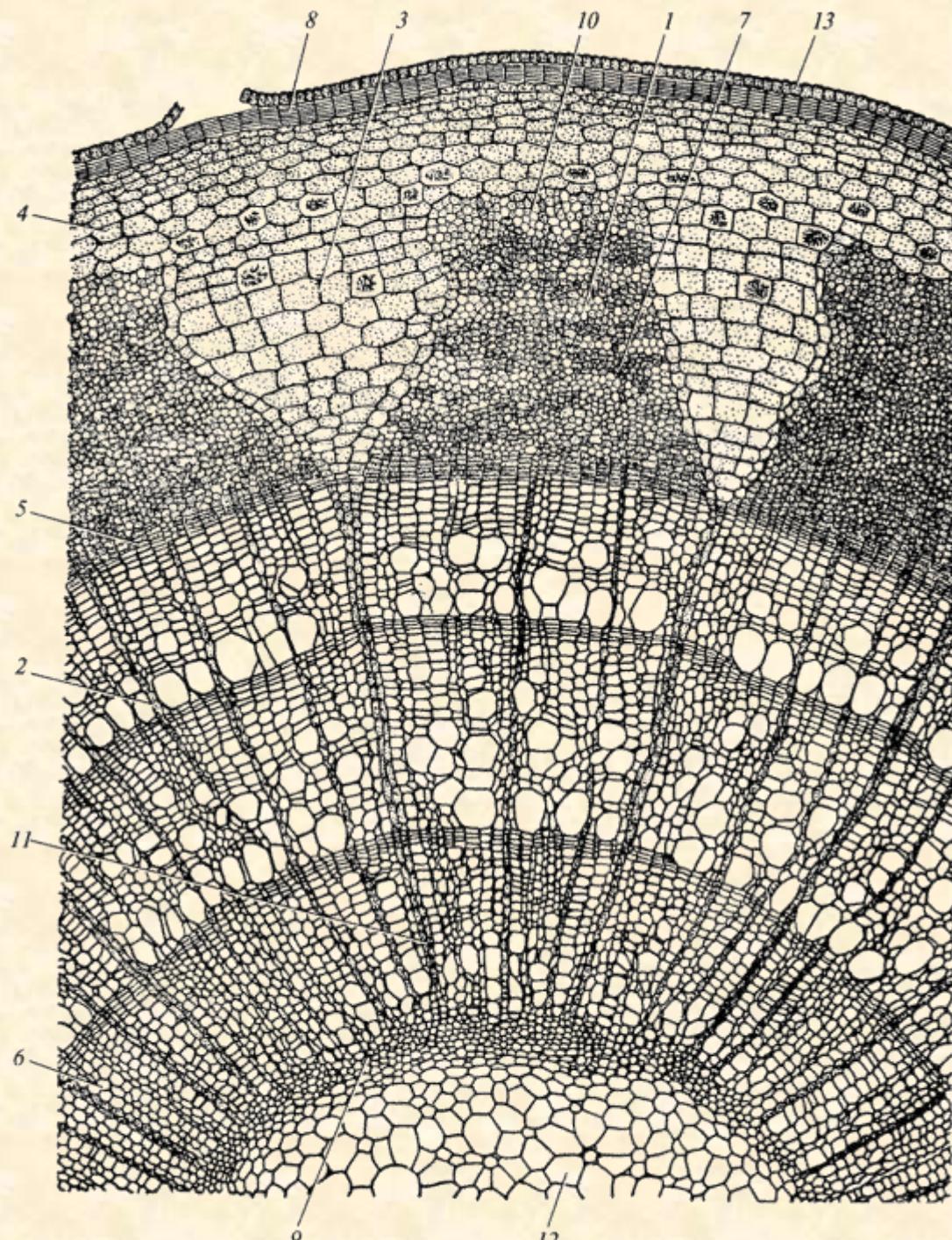


поперечный срез

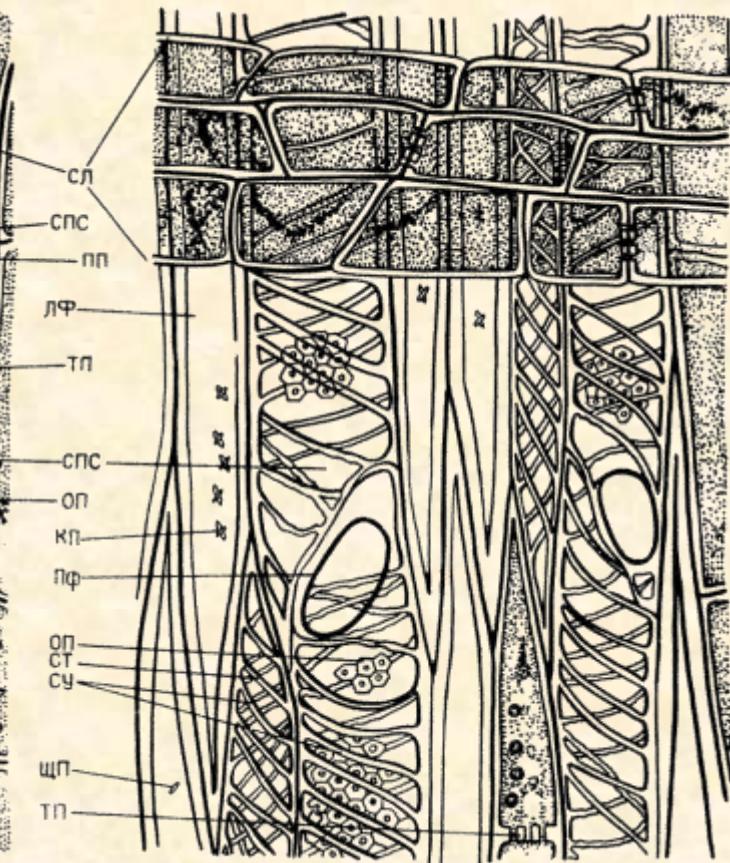


радиальный срез

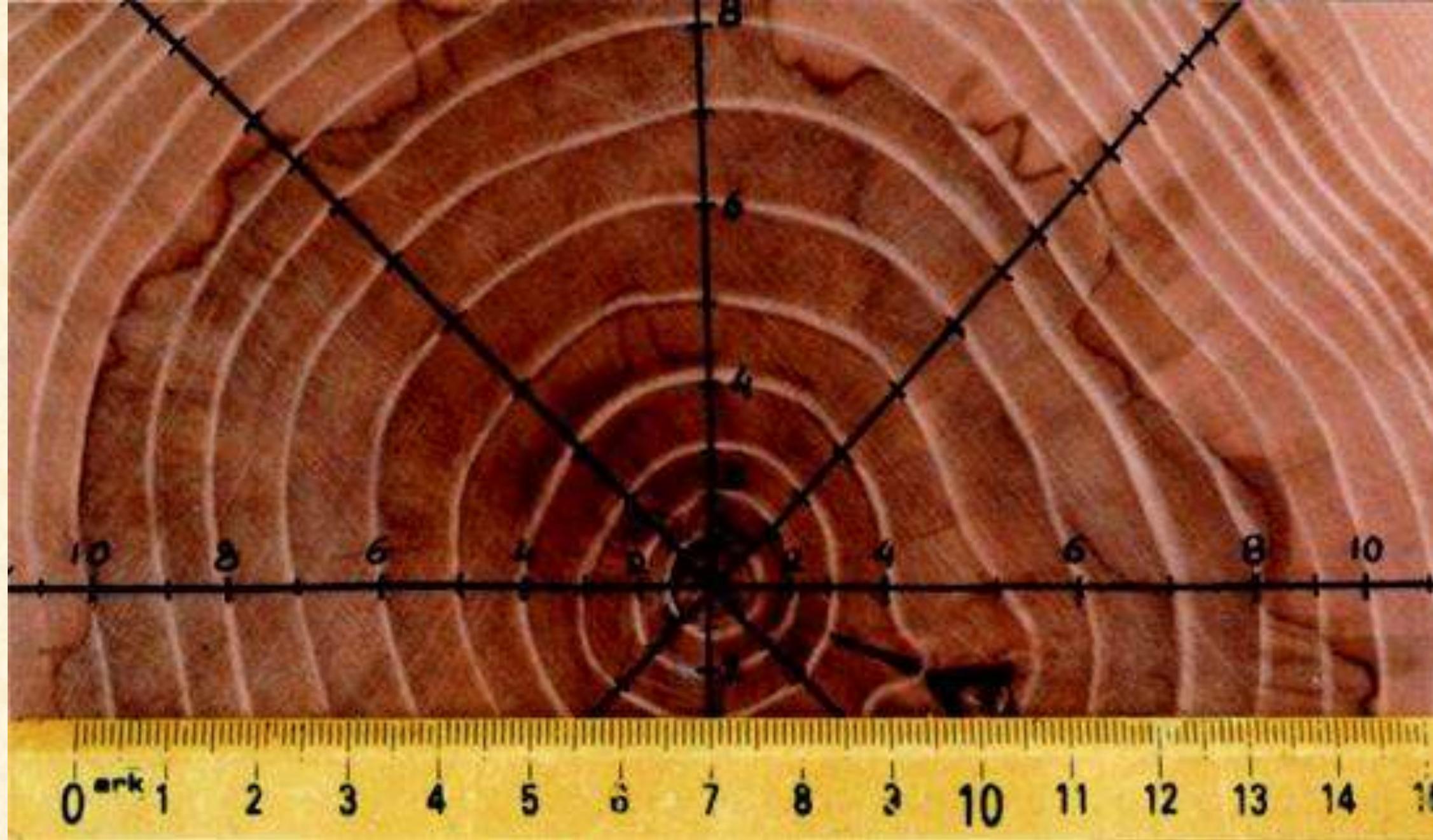
Древесина *Tilia* sp.



поперечный срез



радиальный срез

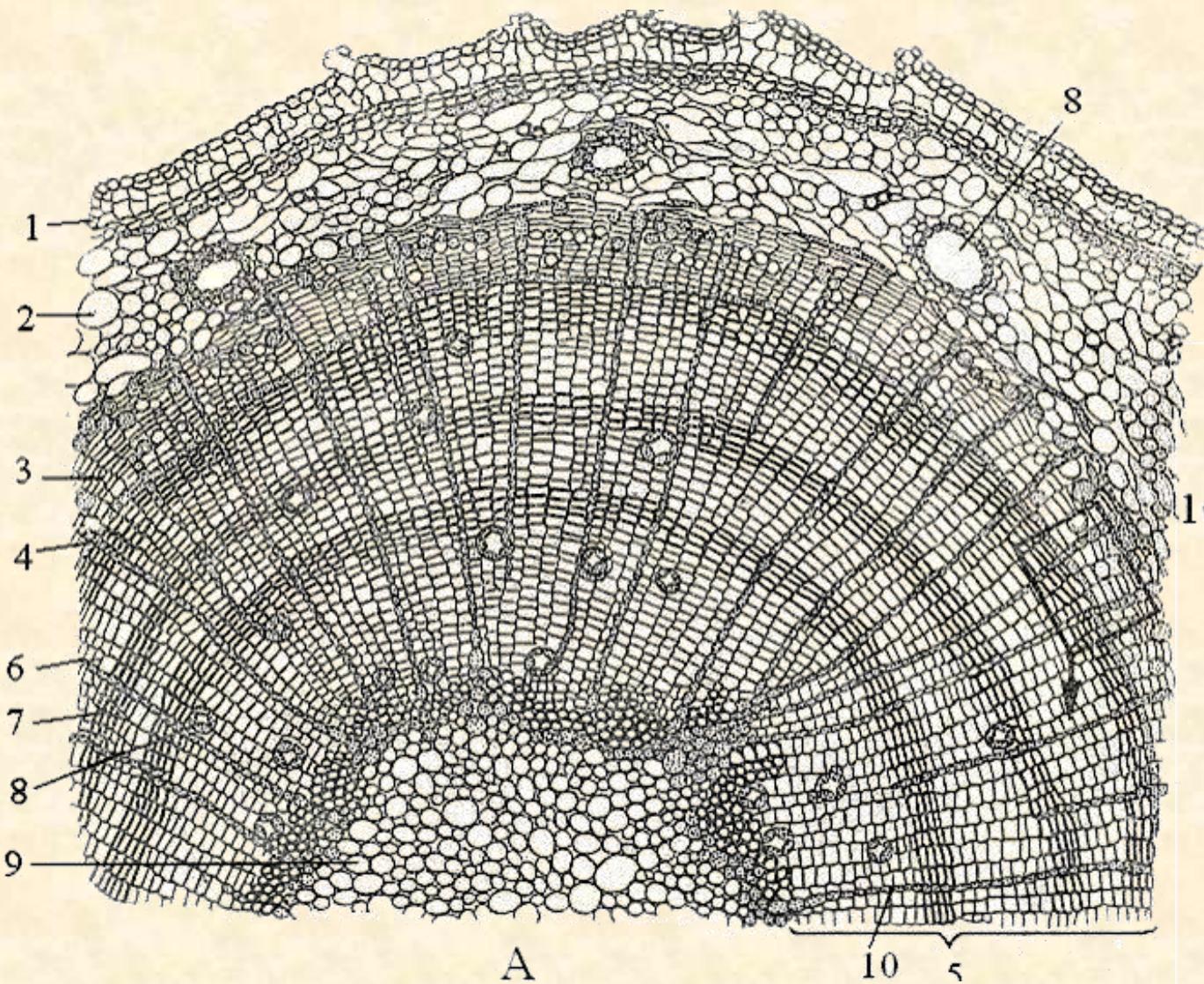


Годичные кольца *Malus sp.*

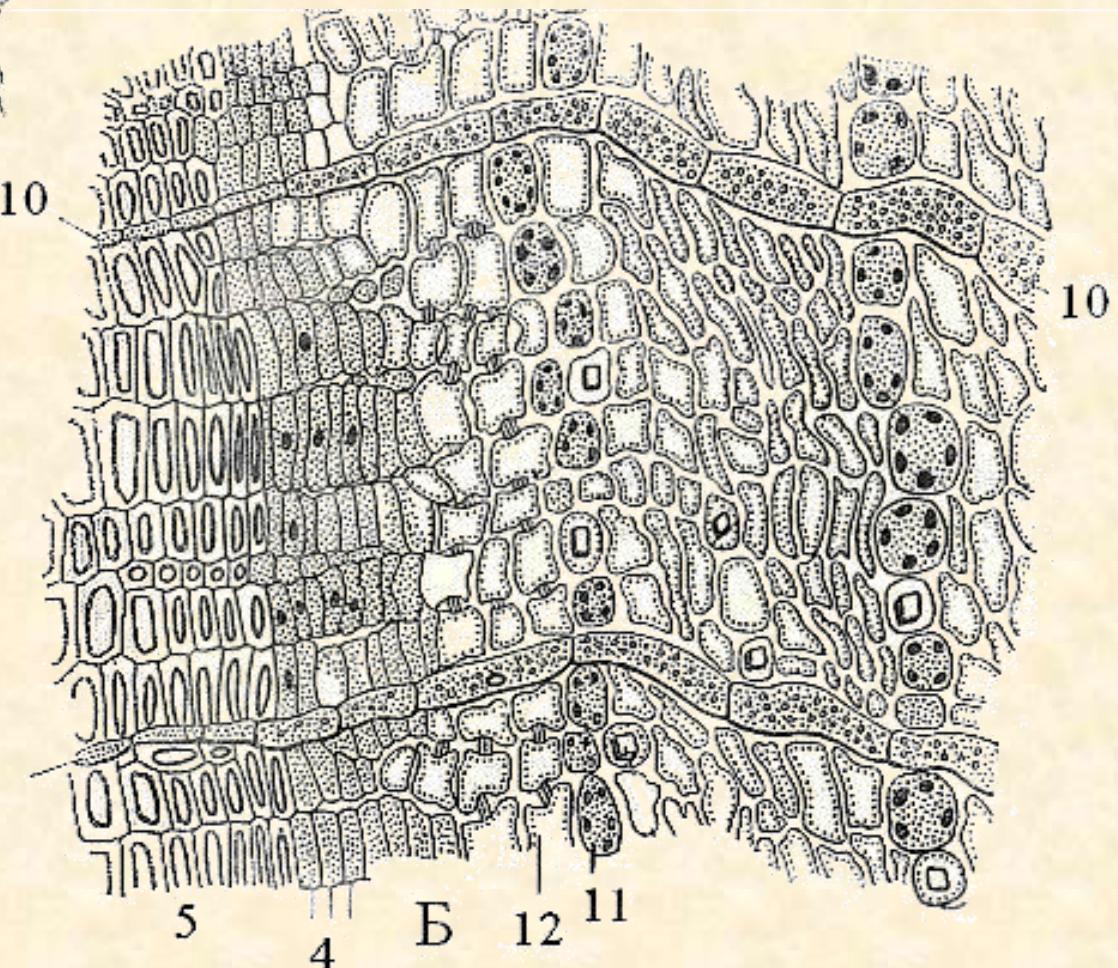


Годичные кольца
Sequoia
dendron
giganteum

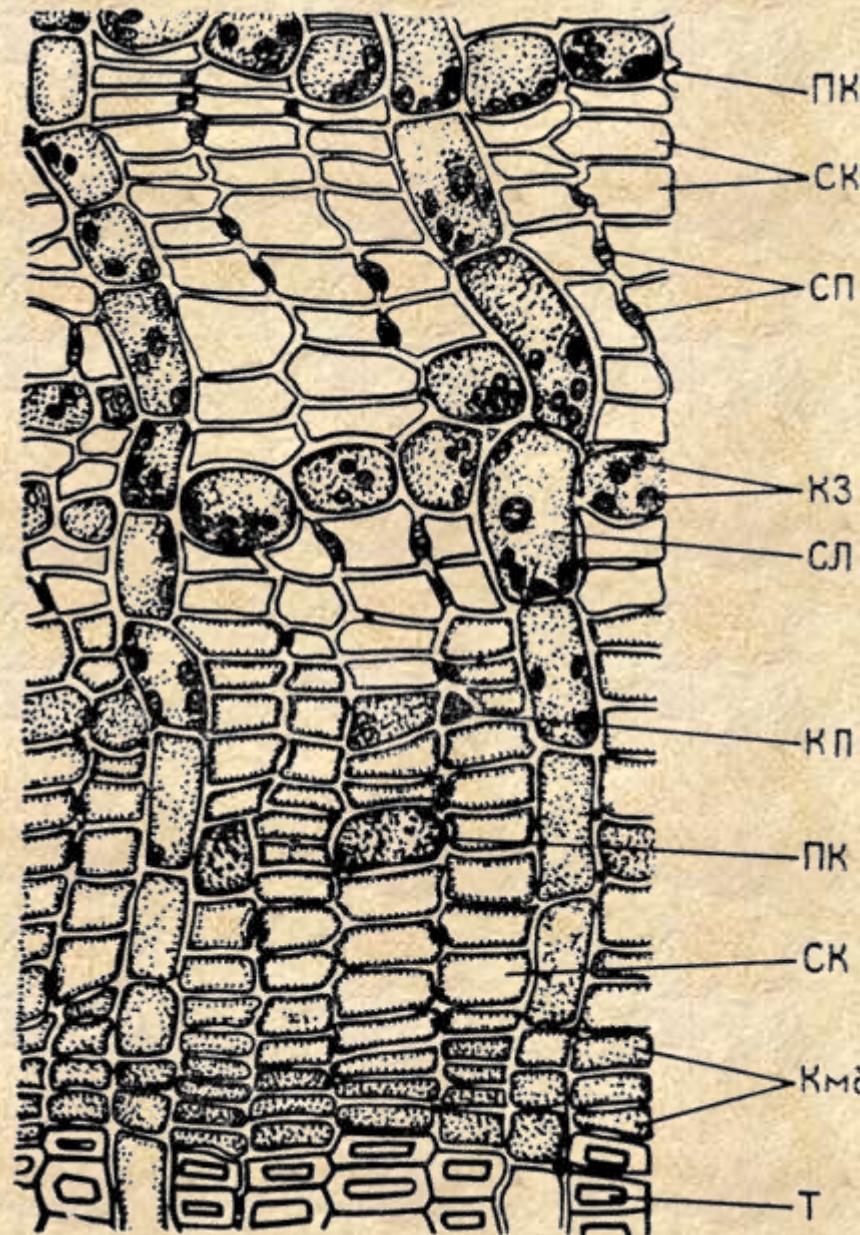




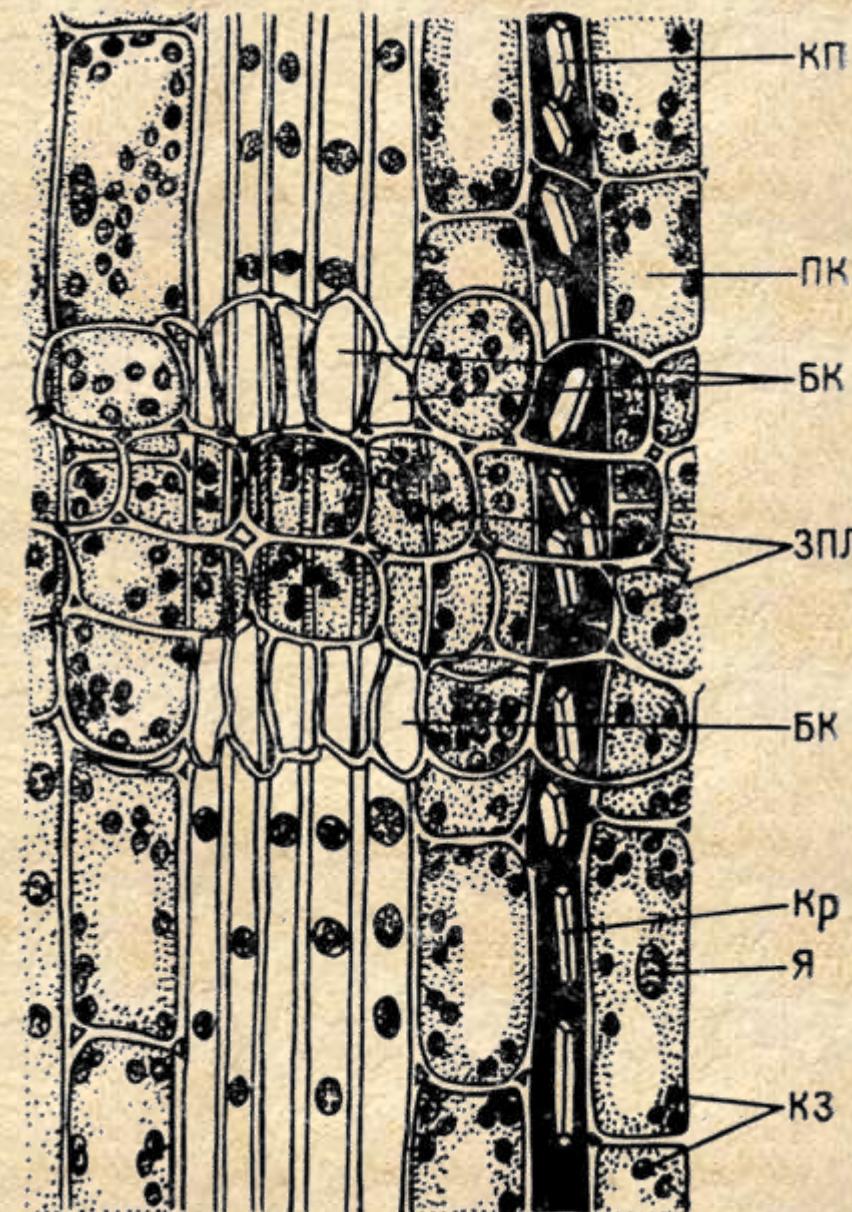
Поперечный срез стебля
Pinus sylvestris



поперечный срез

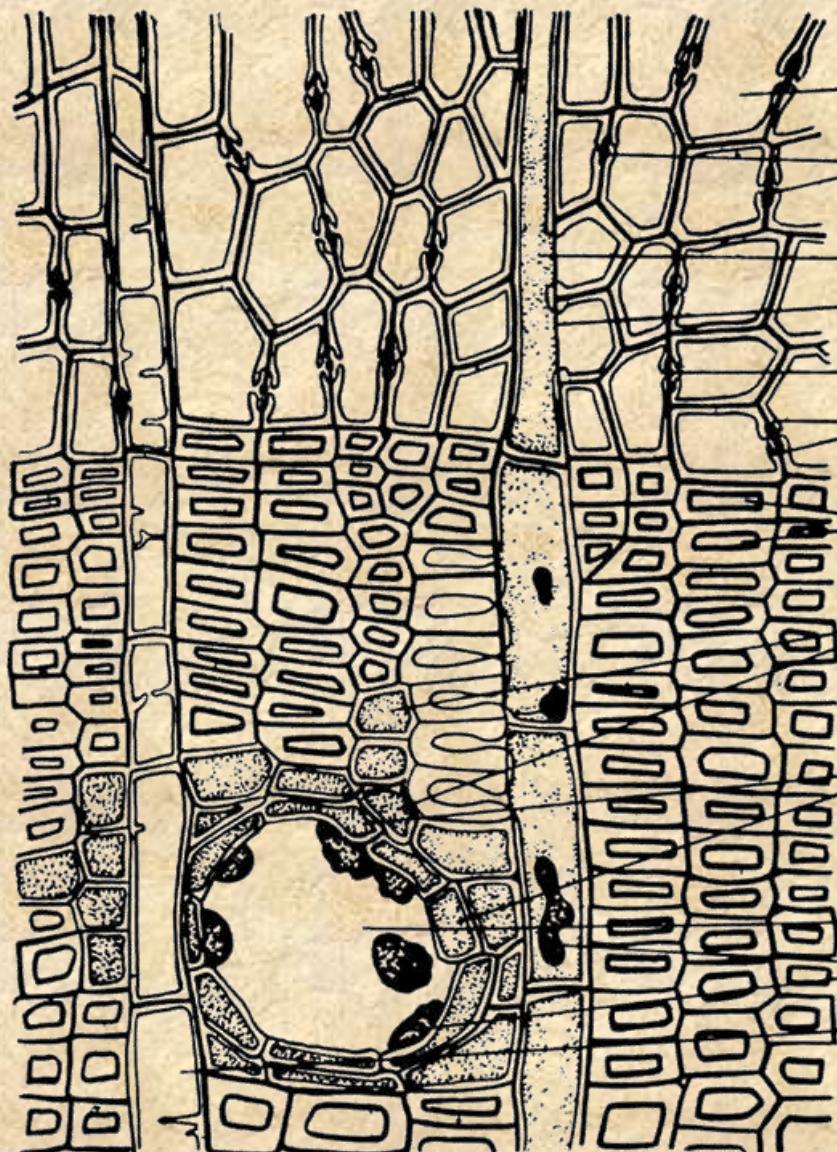


радиальный срез

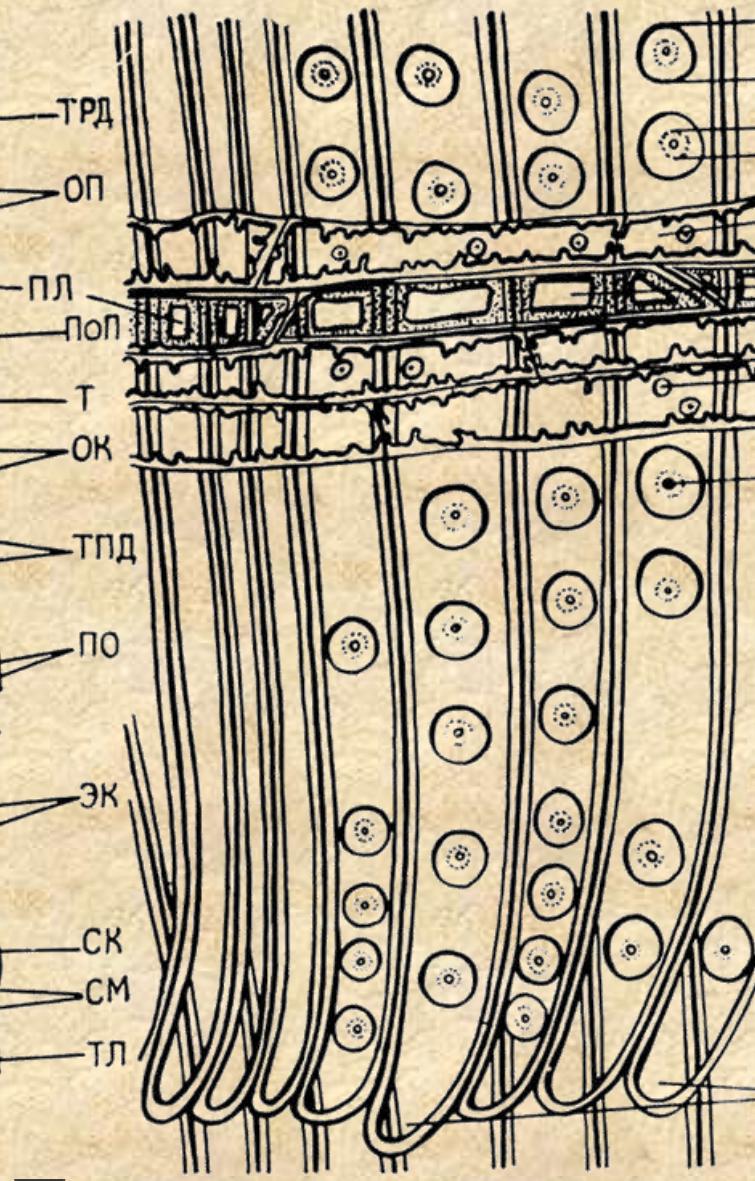


Луб сосны

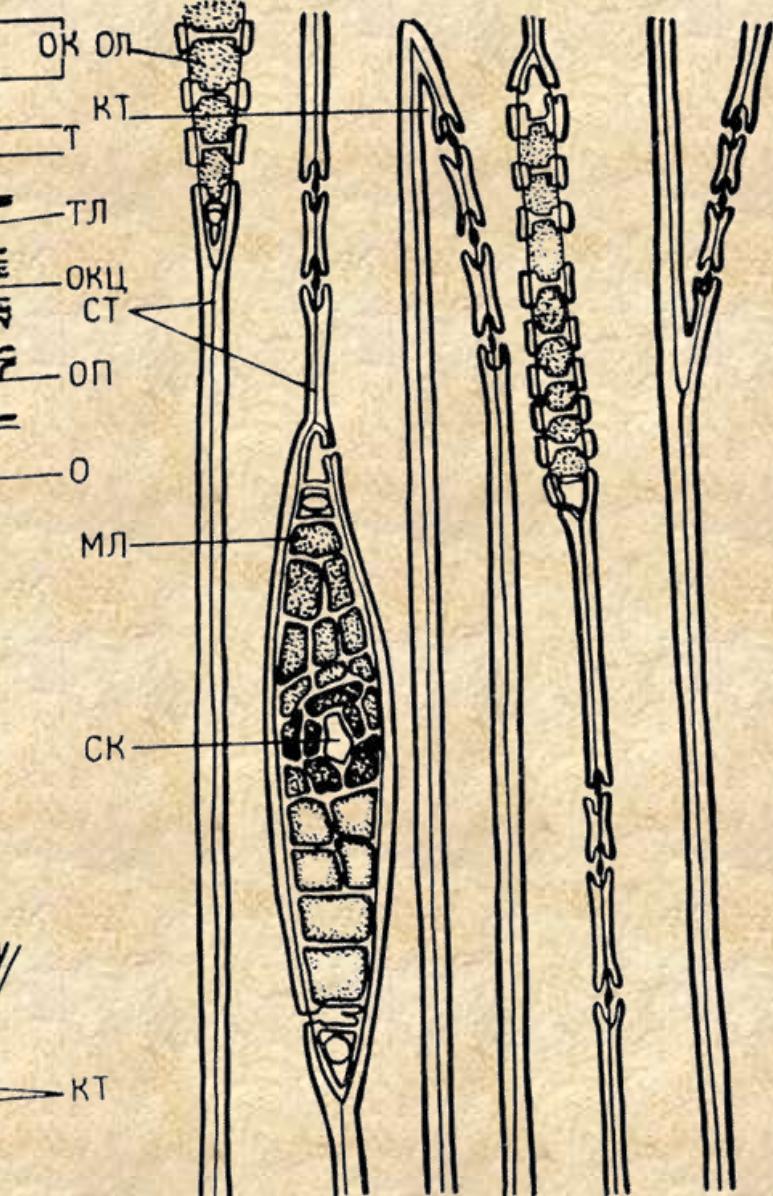
поперечный срез



радиальный срез



тангенциальный срез



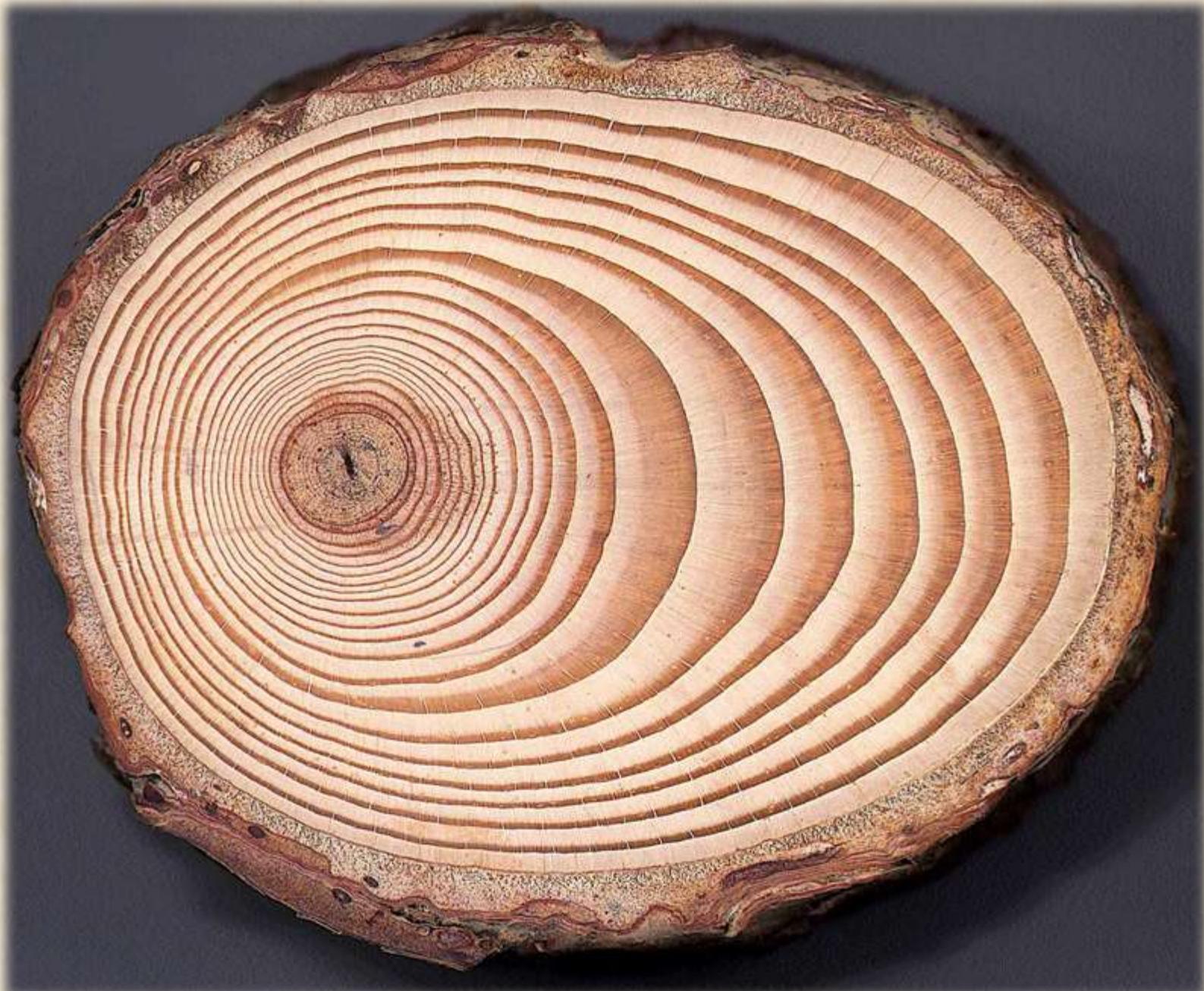
Древесина сосны

трахеиды

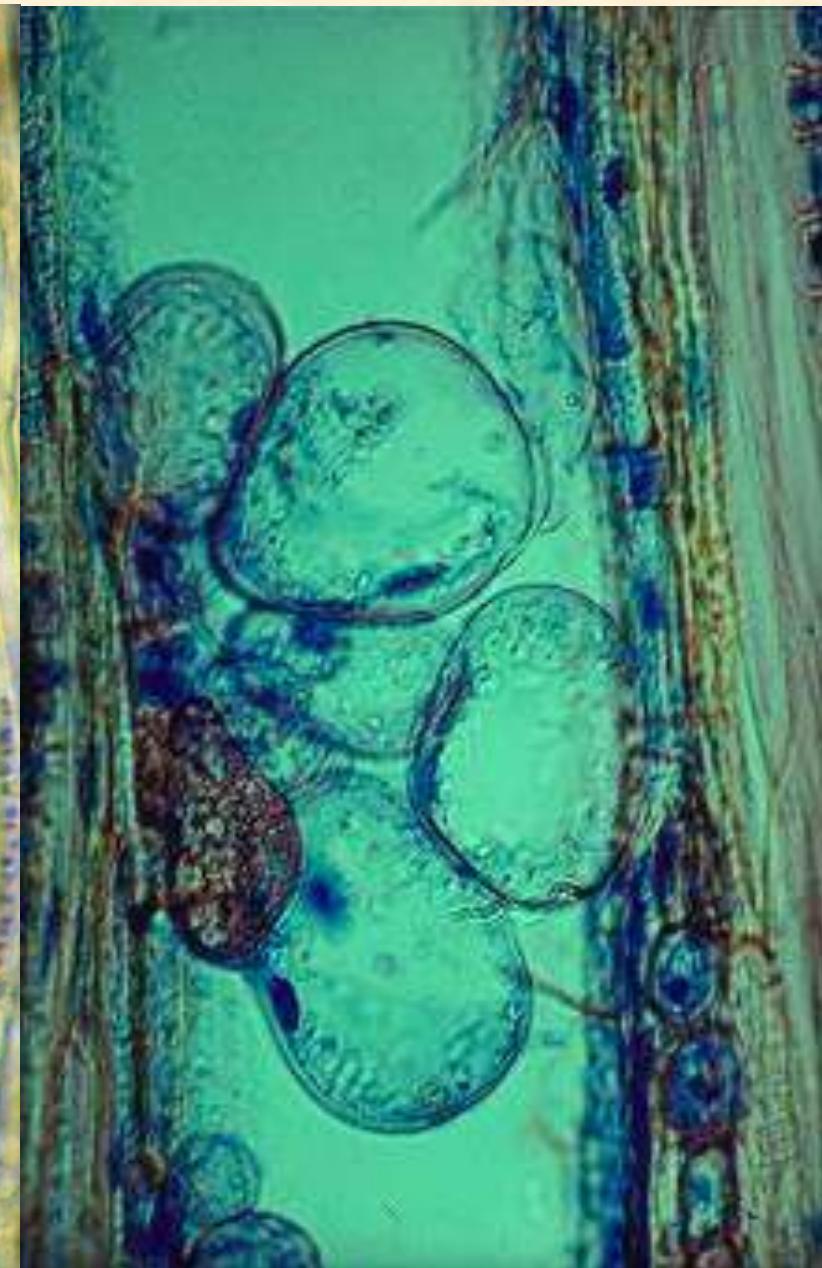
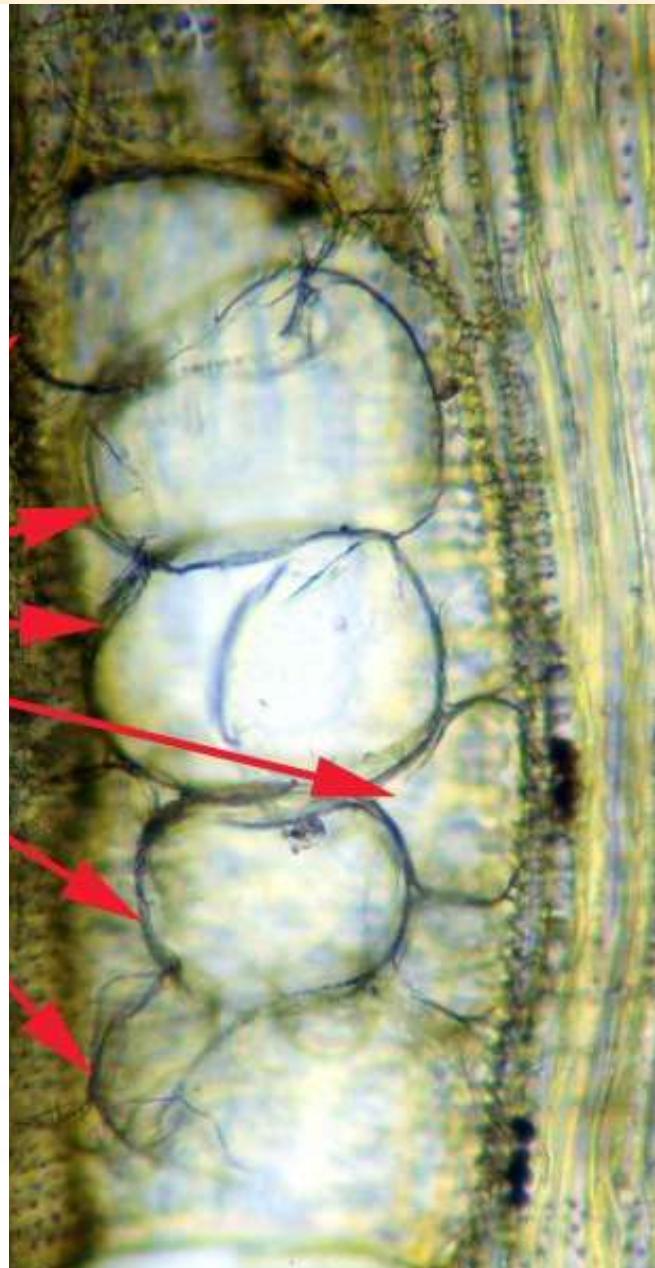
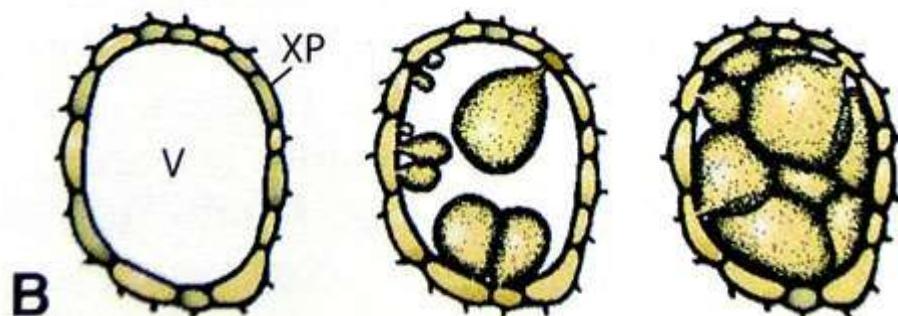
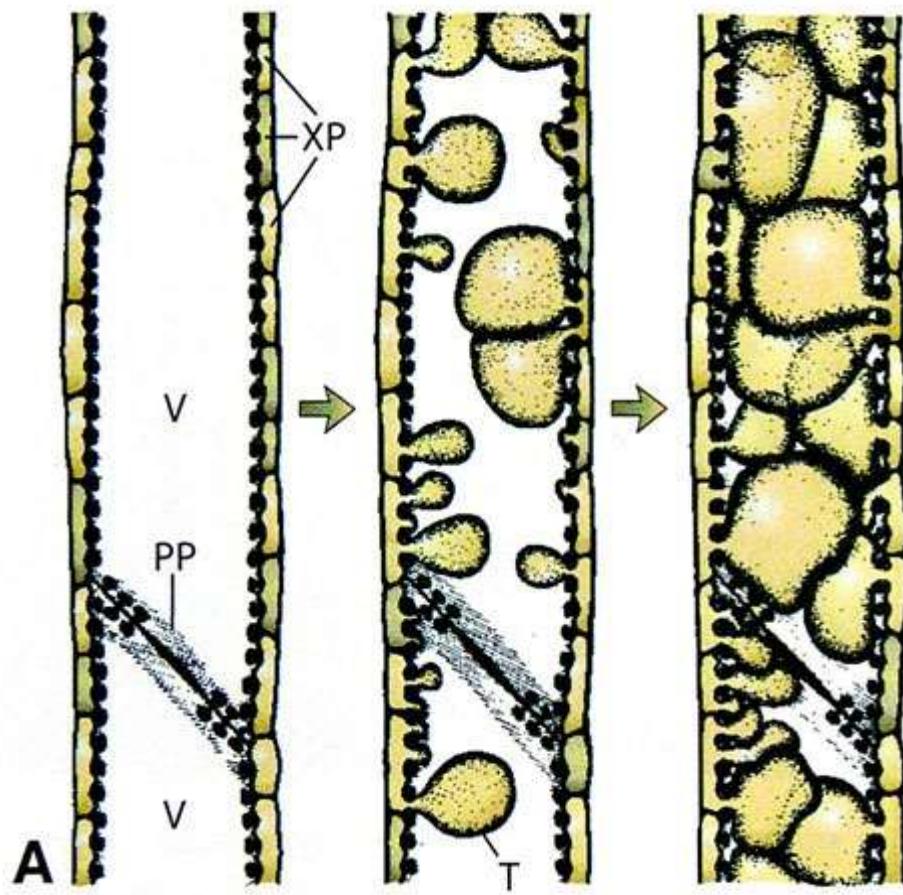
волокнистые трахеиды



Древесина *Pinus sylvestris*



Larix decidua (спелодревесный стебель)



Затиловывание сосуда



Taxus baccata
(ядрово-древесный
стебель)

Diospyros perrieri (Ebenaceae) –
мадагаскарское черное дерево





Diospyros crassifolia (Ebenaceae) –

африканское черное дерево (камерунский эбен)



Jacaranda brasilia (Leguminosae) –
Бразильский палисандр (жакаранда)



Dalbergia melanoxylon
(Leguminosae) –
Гренадил





Dalbergia sissoo (Leguminosae) –
Индийский палисандр
(красное дерево шишам)



Cardwellia sublimis (Leguminosae) – Лайсвуд



Millettia laurentii
(Leguminosae) –
Венге (африканский палисандр)





Microberlinia brazzavillensis
(Leguminosae) – Зебрано



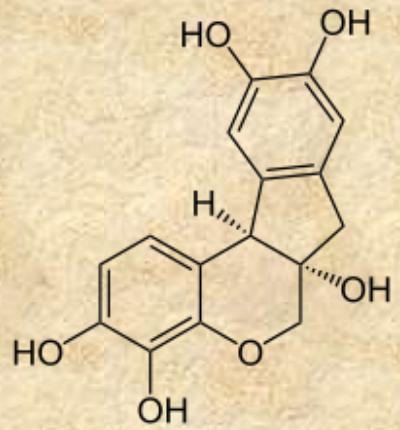


Peltogyne spp. (Leguminosae) –
«Бразильский амарант»





*Haematoxylon
campechianum*
(*Leguminosae*) –
Кампешевое дерево



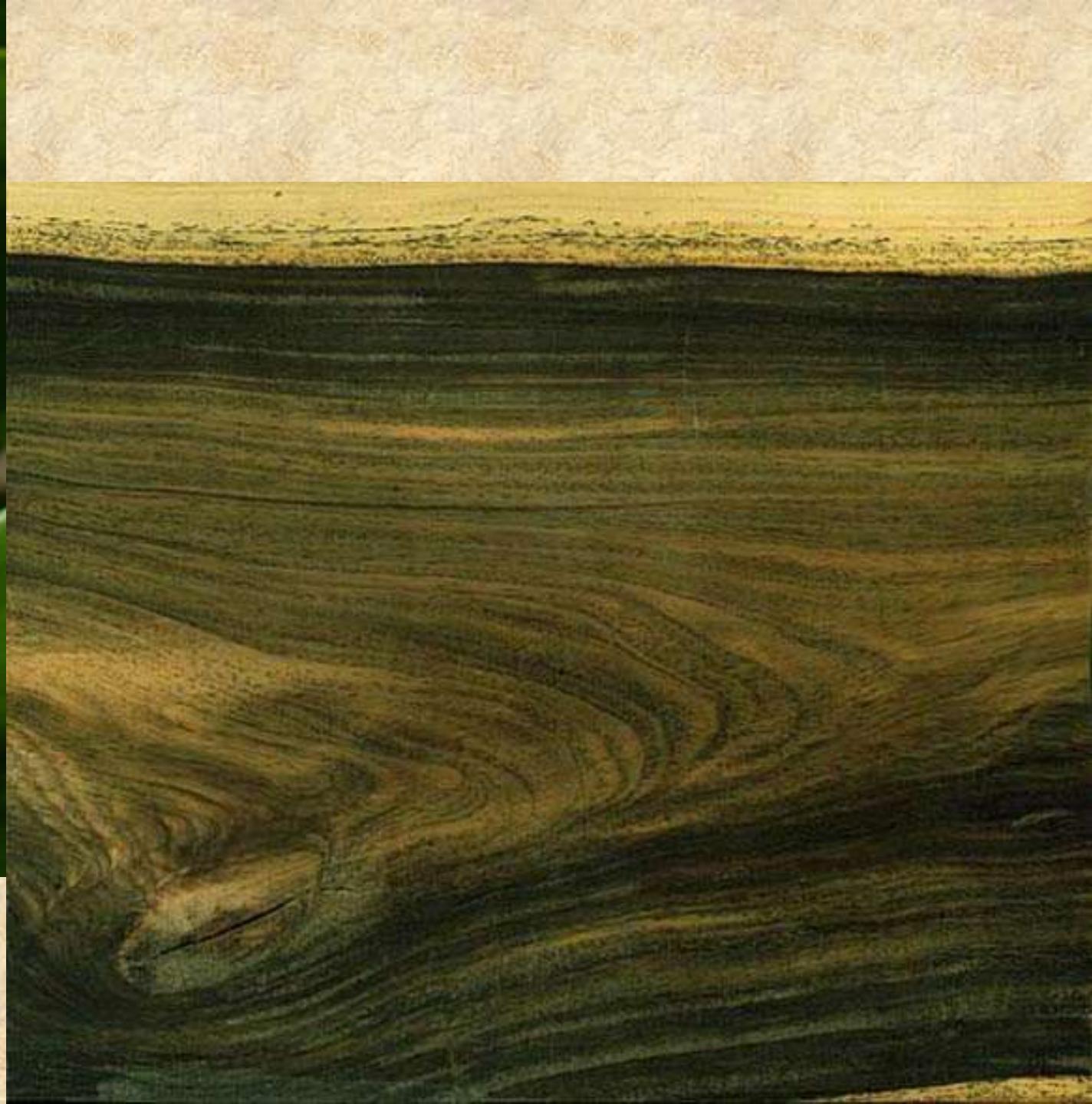


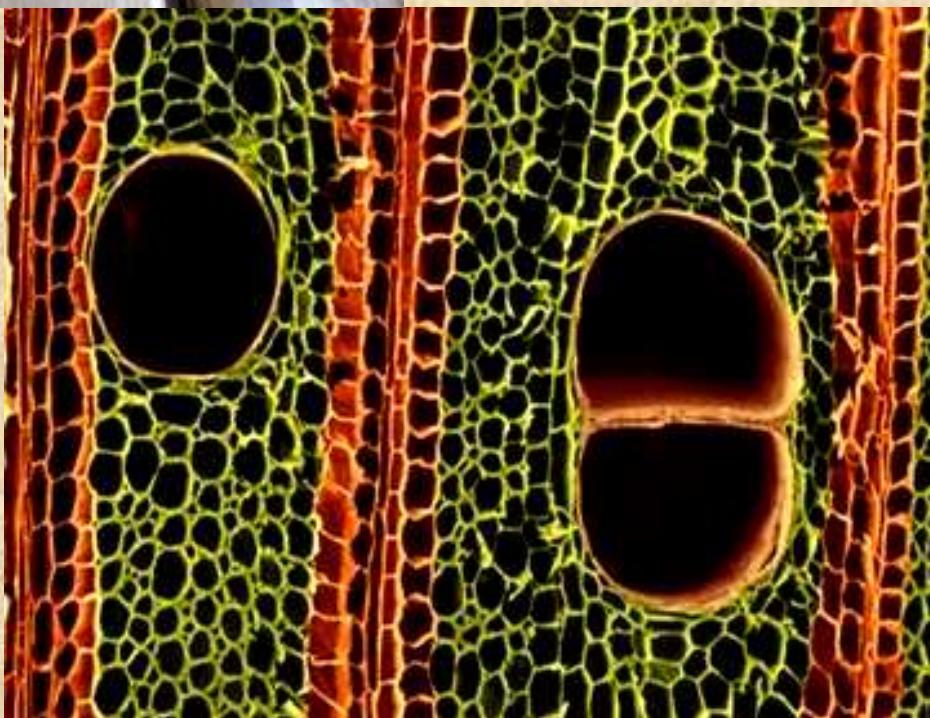
Combretum imberbe
(*Combretaceae*) –
Свинцовое дерево, Монзо





Guajacum officinale
(Zygophyllaceae) – Бакаут





Ochroma pyramidale – Бальса



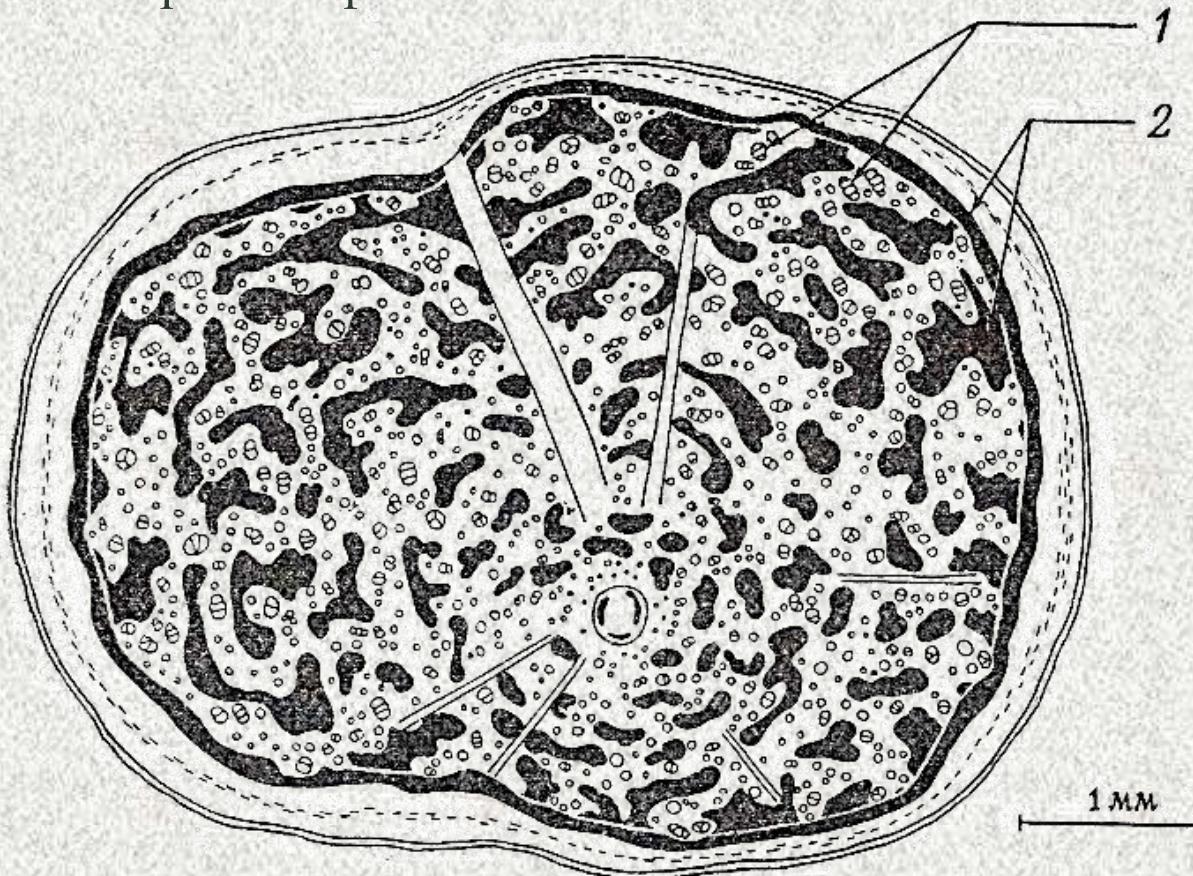
Бальса
Zolosa
Город

F. Horn

*Аномальное
вторичное утолщение стебля*

1 – вторичная ксилема

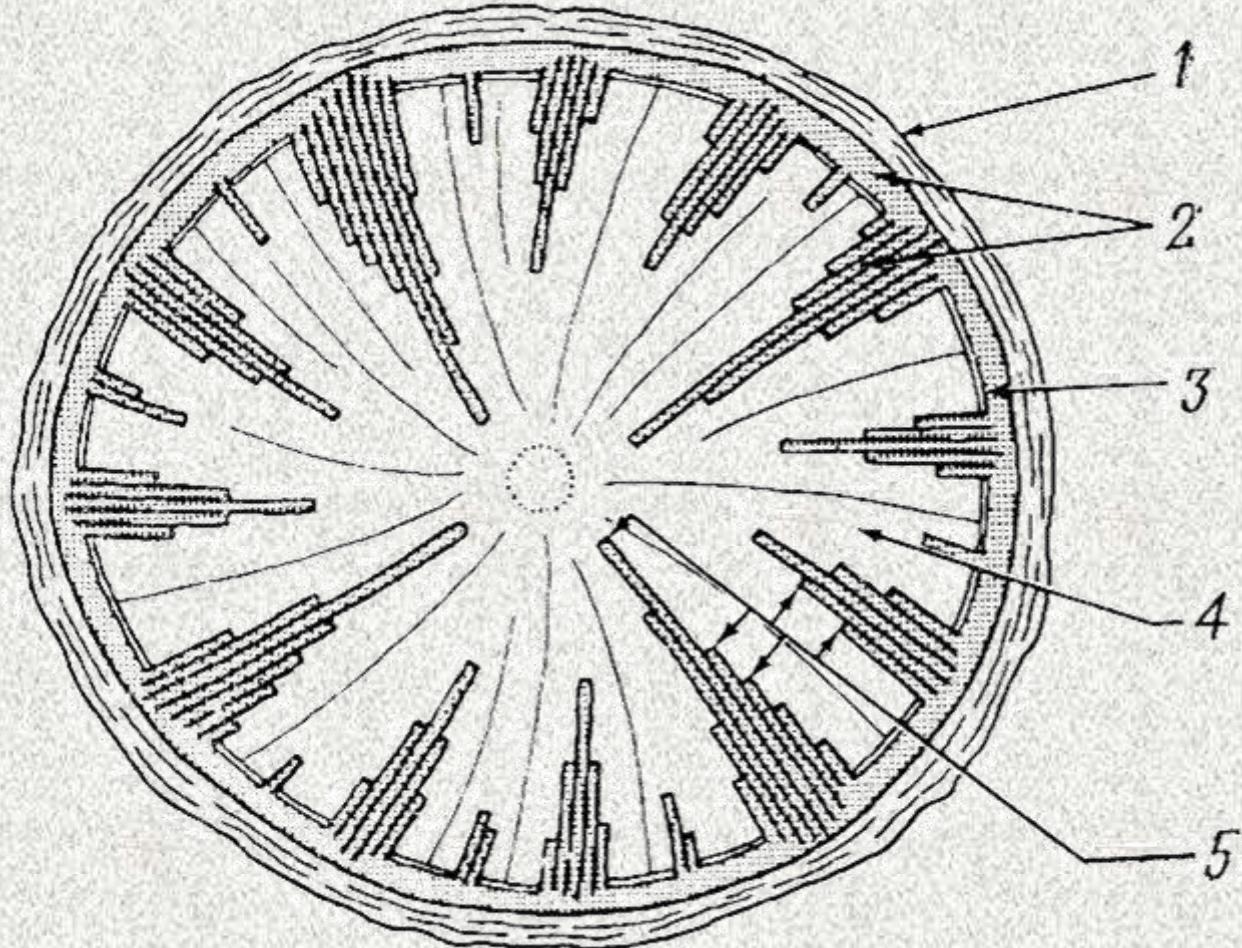
2 – вторичная флоэма



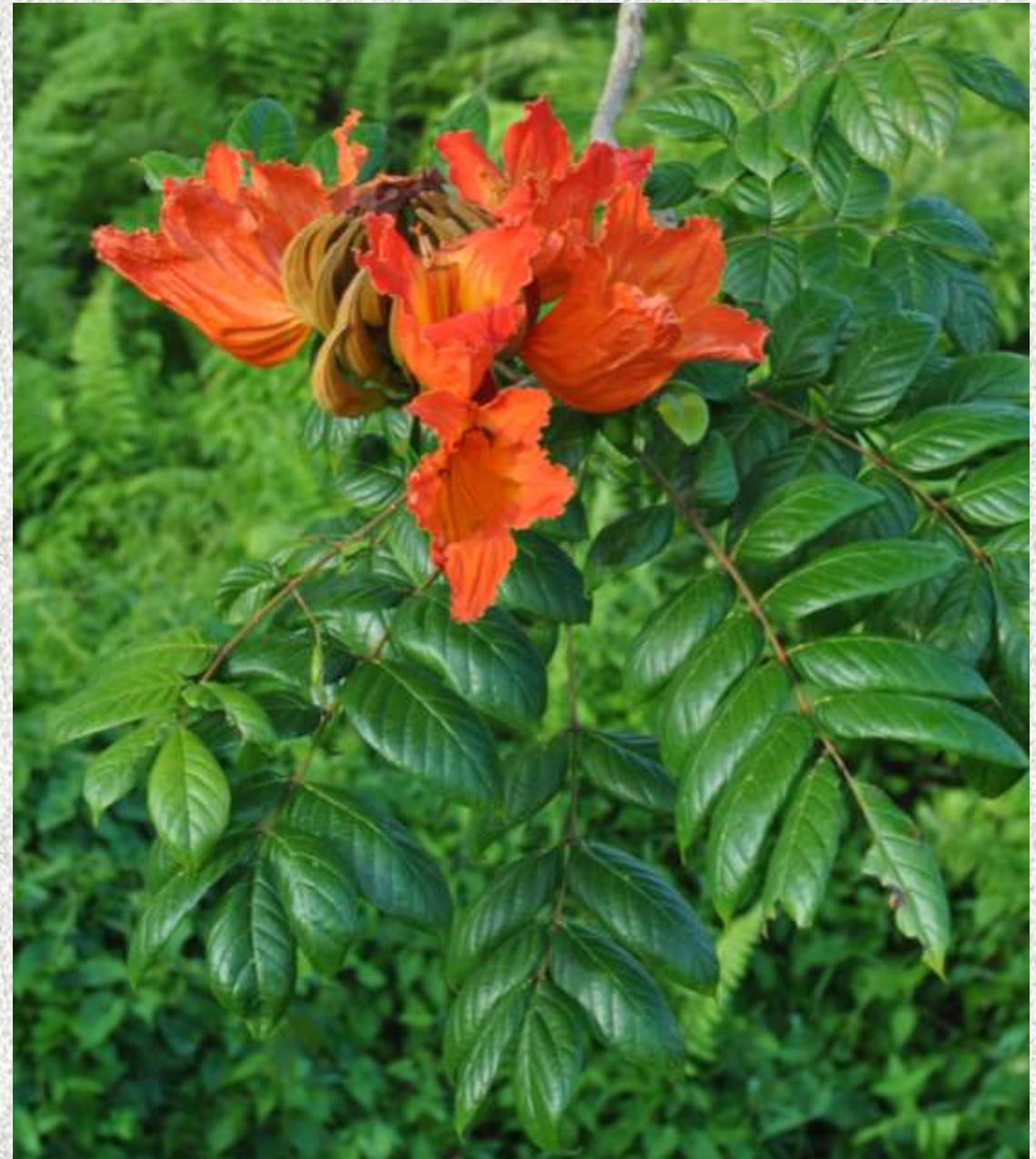
Камбий откладывает флоэму не только
наружу, но эпизодически и внутрь



Leptadenia spartium



- 1 – ритидом
- 2 – вторичная флоэма
- 3 – камбий, откладывающий флоэму и ксилему
- 4 – вторичная ксилема
- 5 – камбий, откладывающий только флоэму



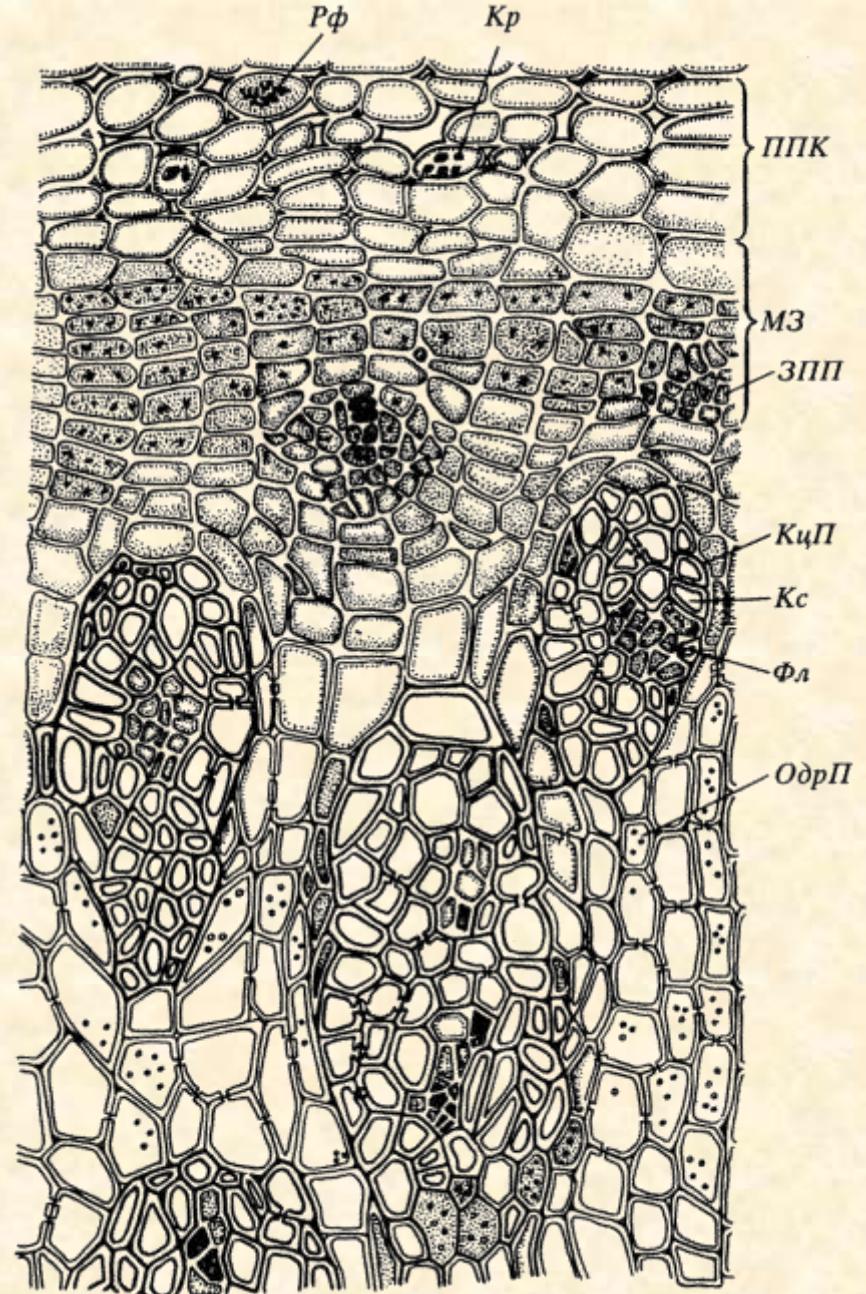
Spathodea nilotica



Betula pendula var. carelica
(*Betulaceae*) –
Карельская береза

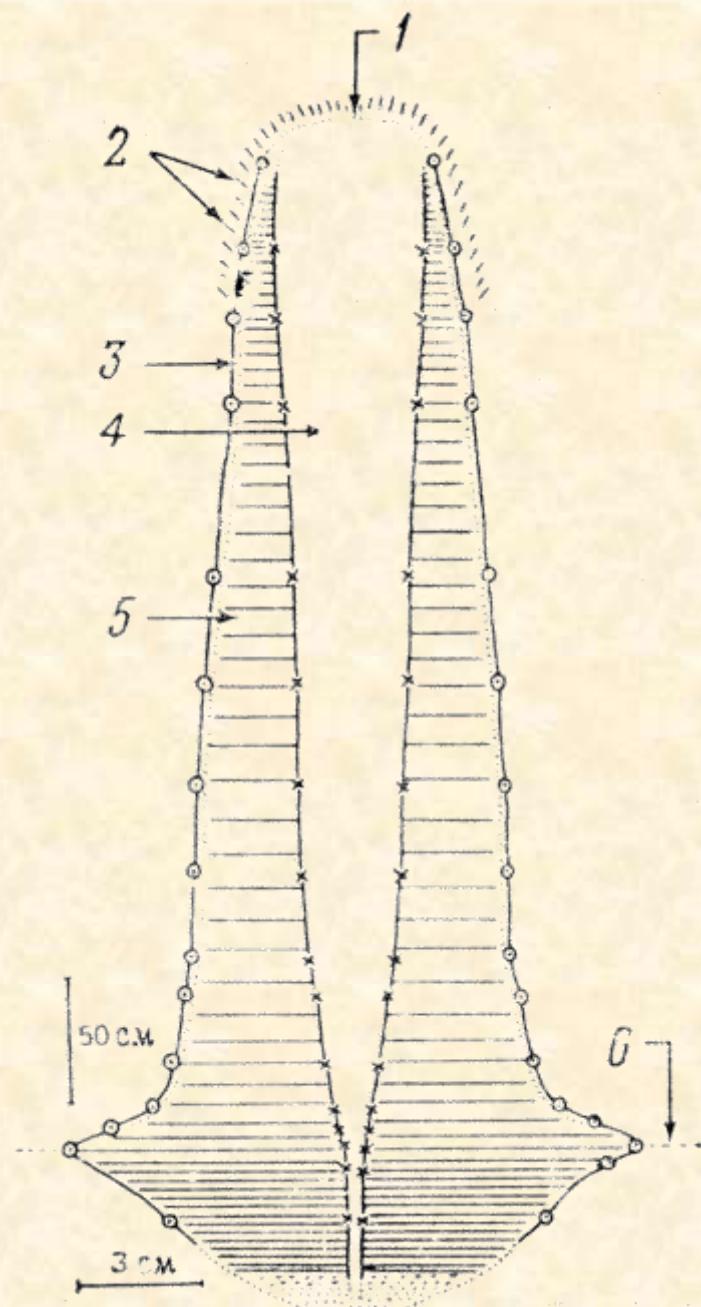


Утолщение стебля однодольных



Dracaena draco

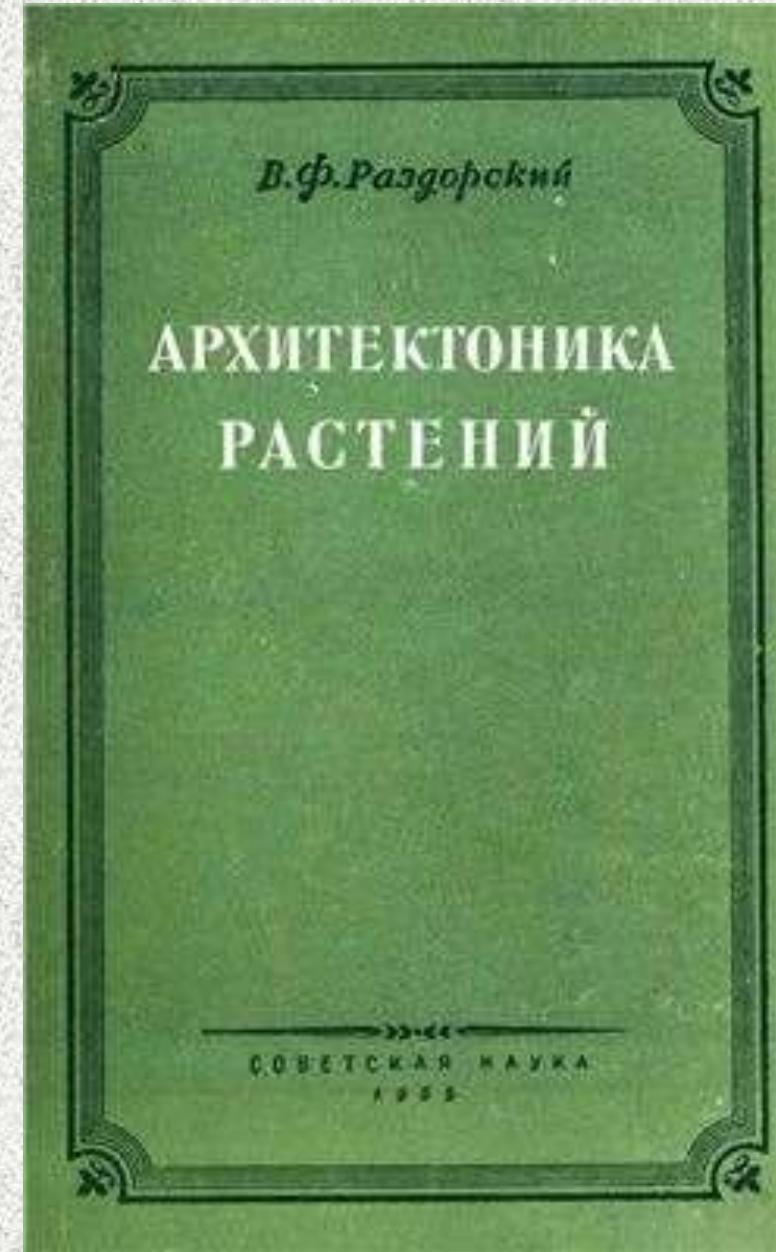
- 1 – апекс побега
- 2 – листья
- 3 – первичная кора
- 4 – первичные ткани
- 5 – вторичные ткани
- 6 – уровень почвы

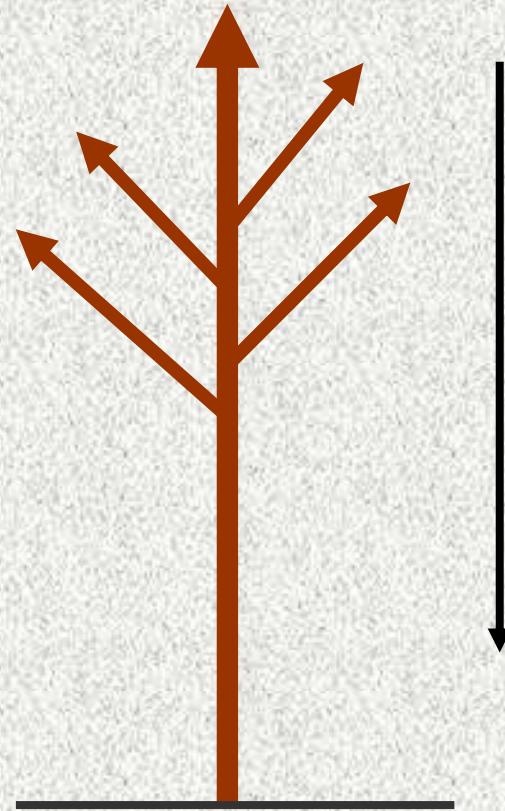


Особенности роста *Cordyline australis*



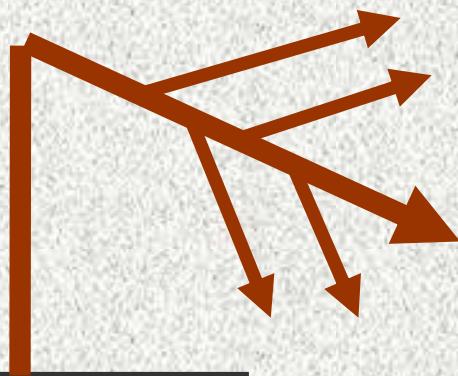
**Владимир Федорович Раздорский
(1883 – 1955)**





Линейное сжатие
(статическая нагрузка)

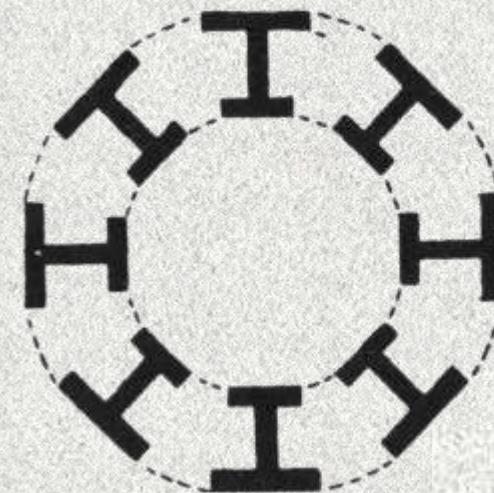
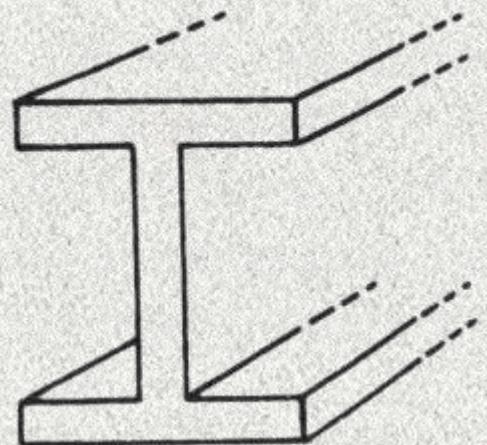
Устойчивость к изгибу
пропорциональна диаметру
стебля и прочности его тканей.



Линейное сжатие
(статическая нагрузка)

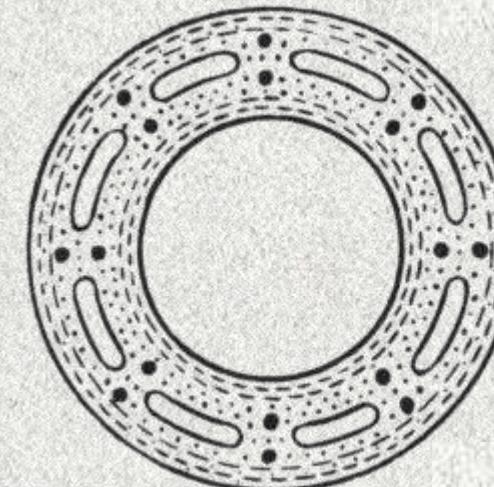
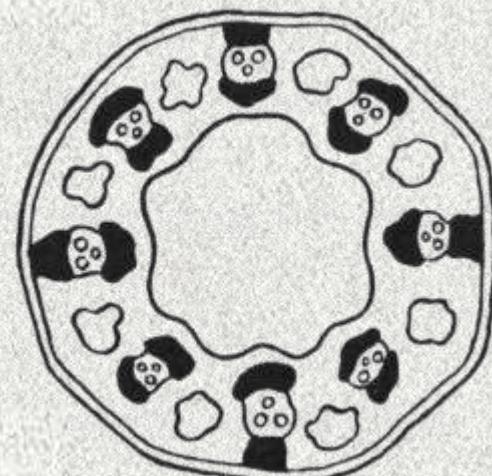
Если напряжение превышает
предел прочности, то происходит
тотальная потеря прочности.

двутавровая
балка



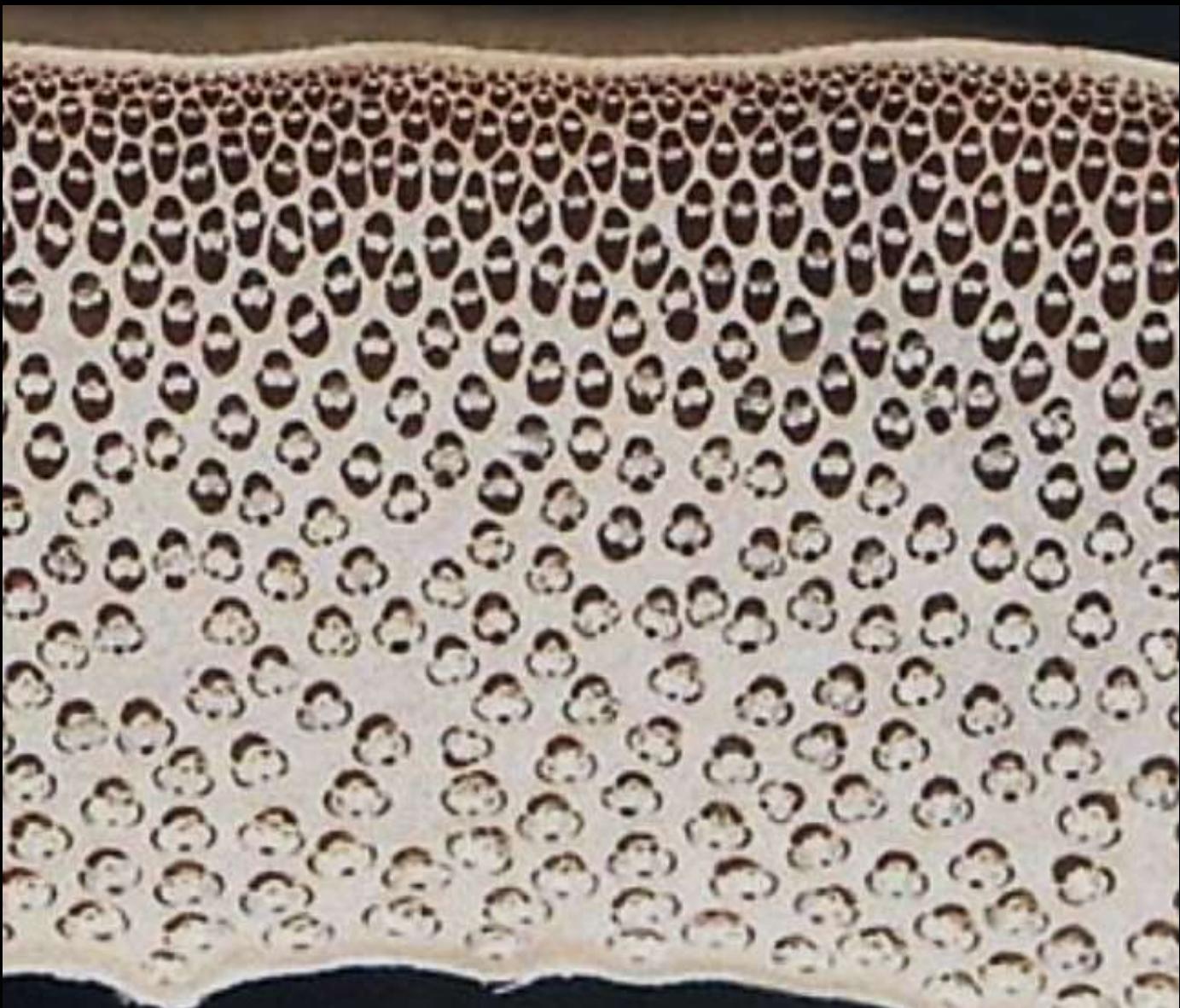
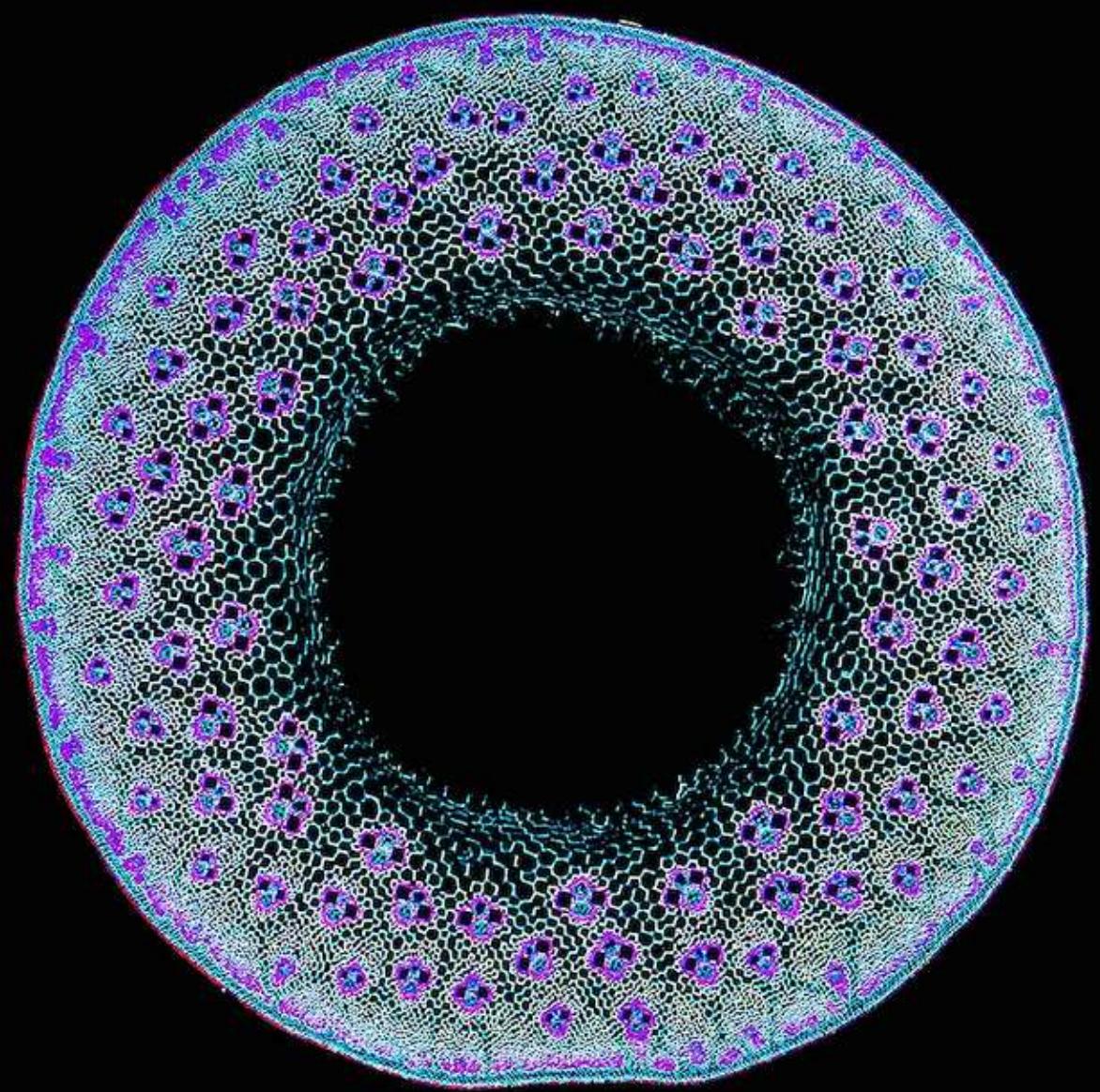
цилиндр, как система
двутавровых балок

стебель
Eriophorum sp.



фабричная
труба

Механические конструкции



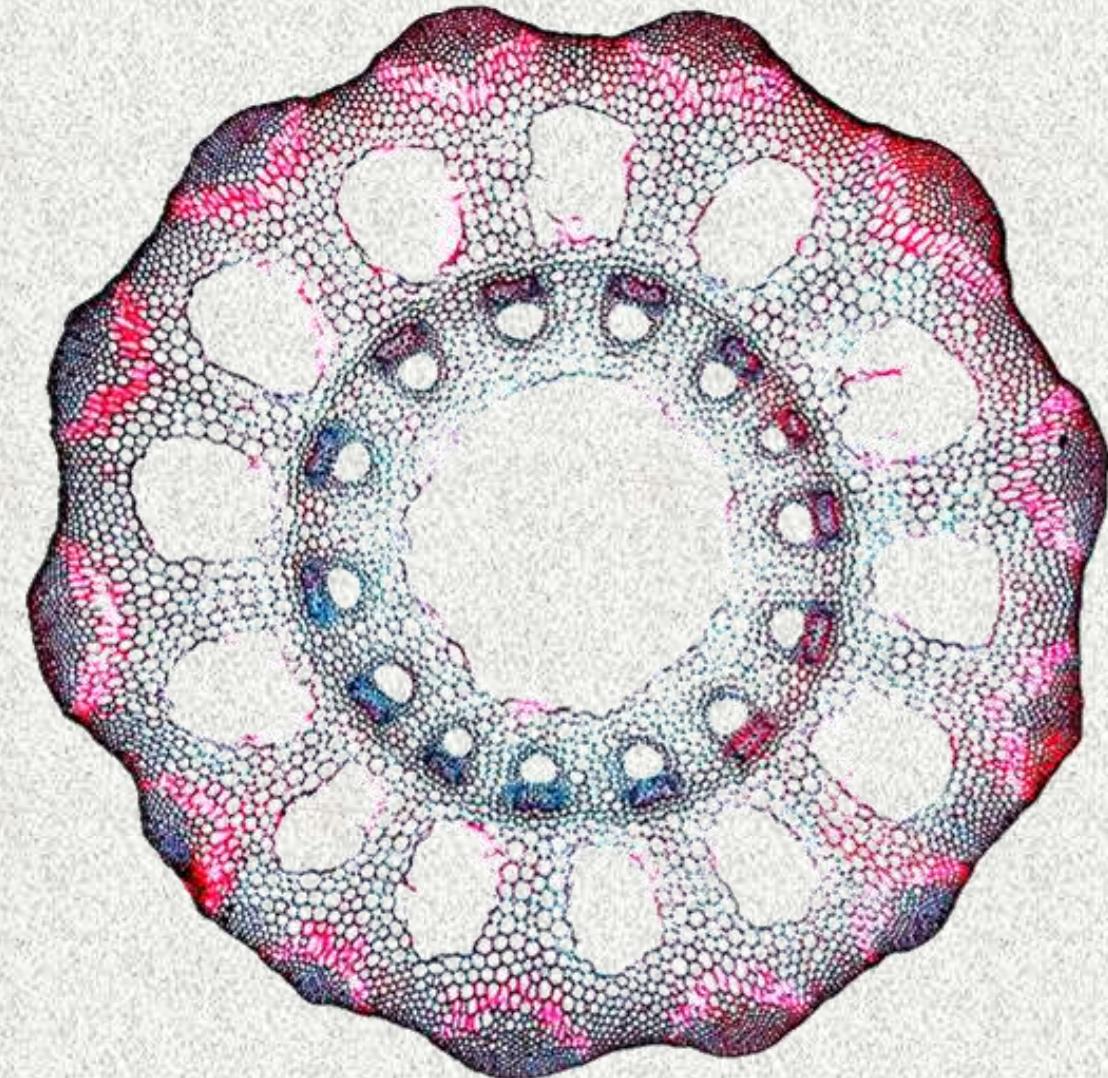
Стебель *Bamusa* sp.

При неоднородном напряжении происходит **локальная потеря устойчивости** (сплющивание).

Для противодействия этому в стебле образуются рёбра жесткости (продольные тяжи и септы-распорки)

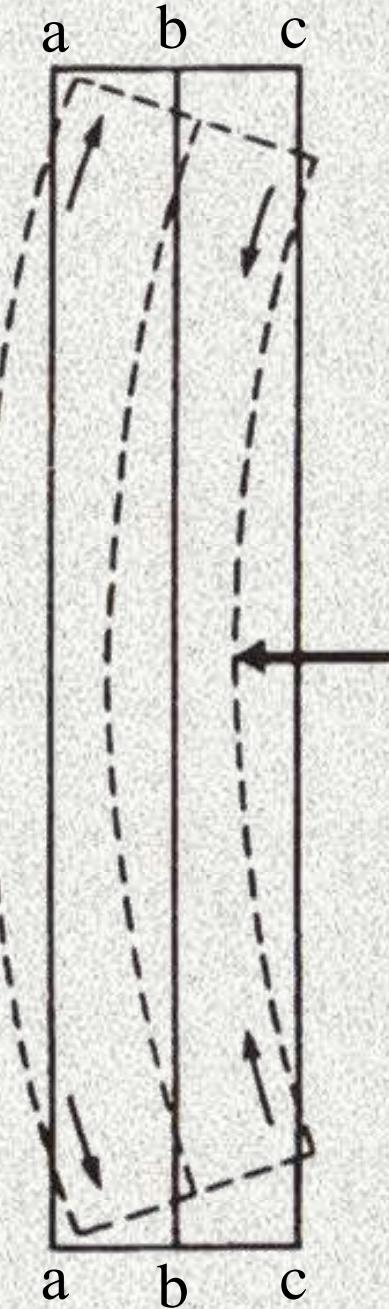


Juncus articulatus



Рёбра жёсткости в стебле *Equisetum spp.*

Динамические нагрузки
хаотичны

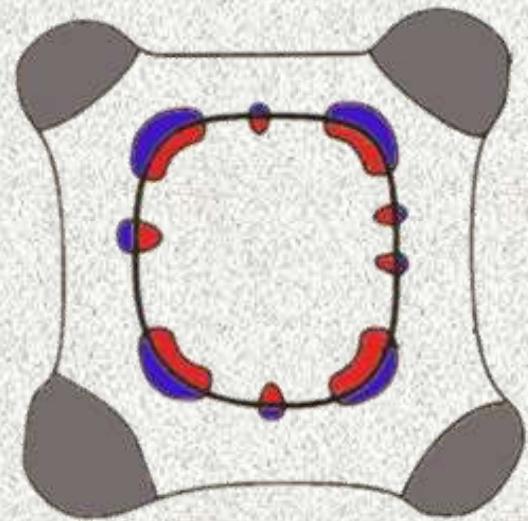


Устойчивость к
динамической
нагрузке обеспечивает
упругое изгижение.

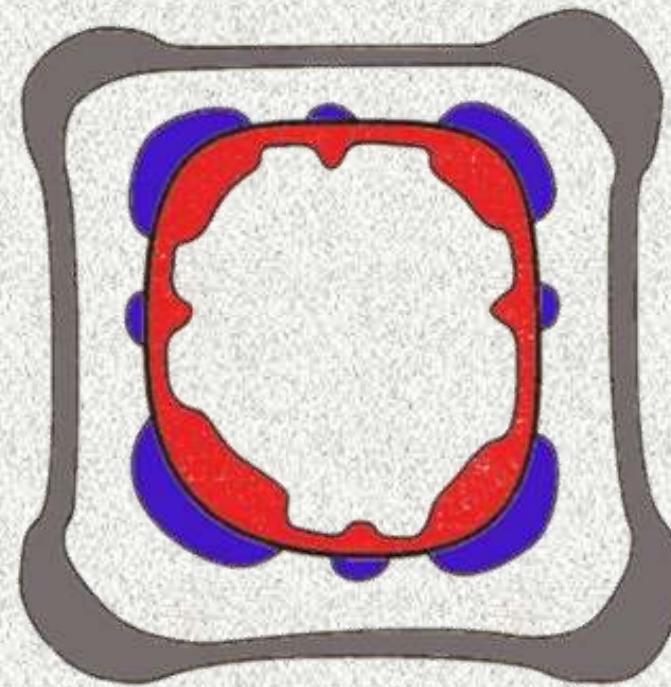
Стебель – адаптивная компромиссная конструкция (компромисс между толстым стеблем с периферическим стереомом и тонким стеблем со стереомом в виде центрального тяжа).



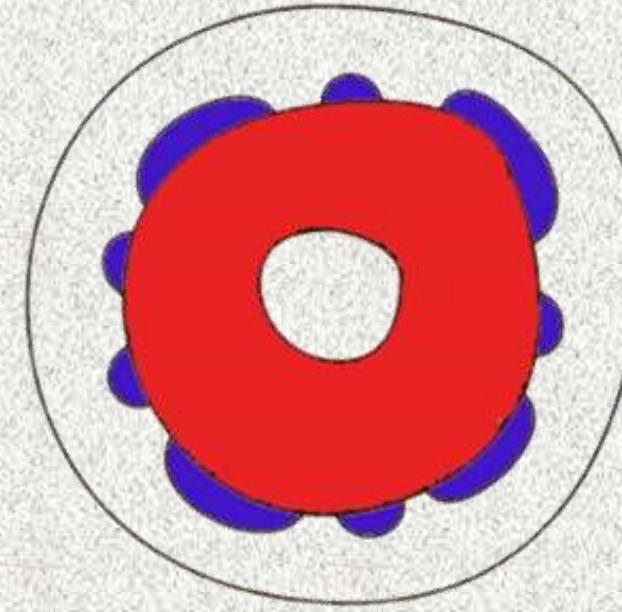
Lamium album



А

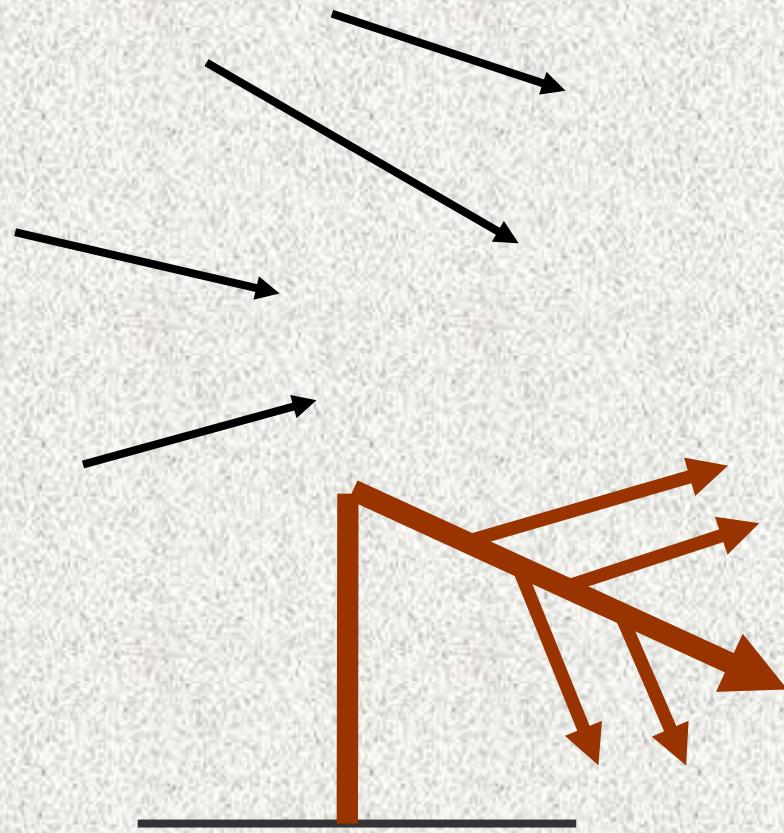


Б



В

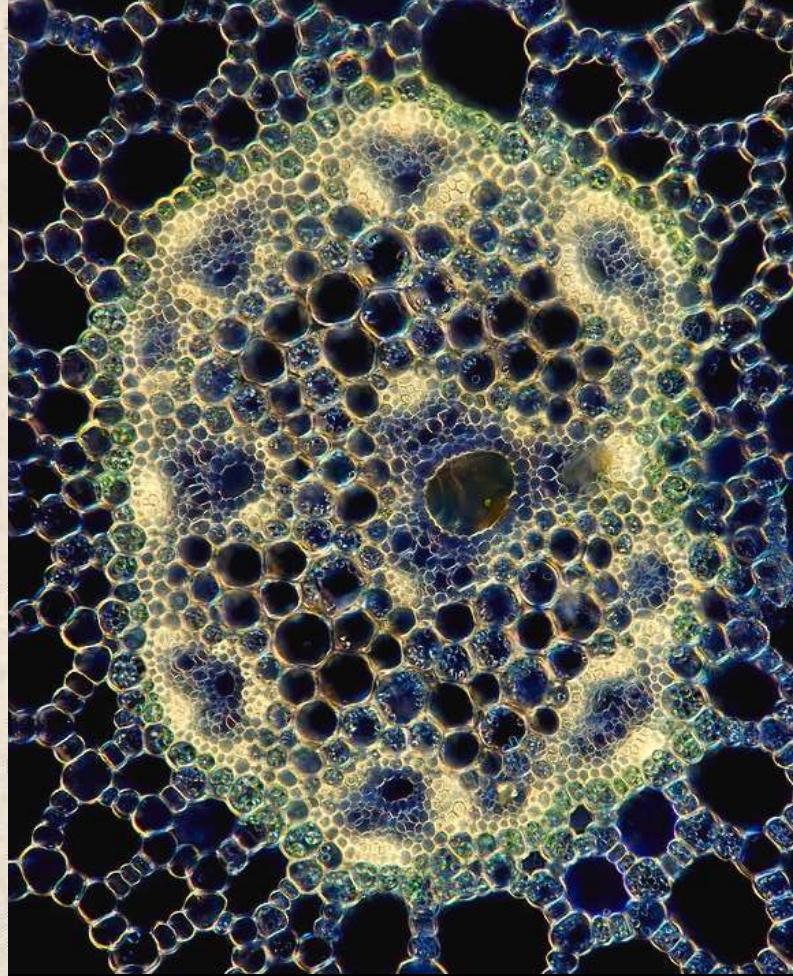
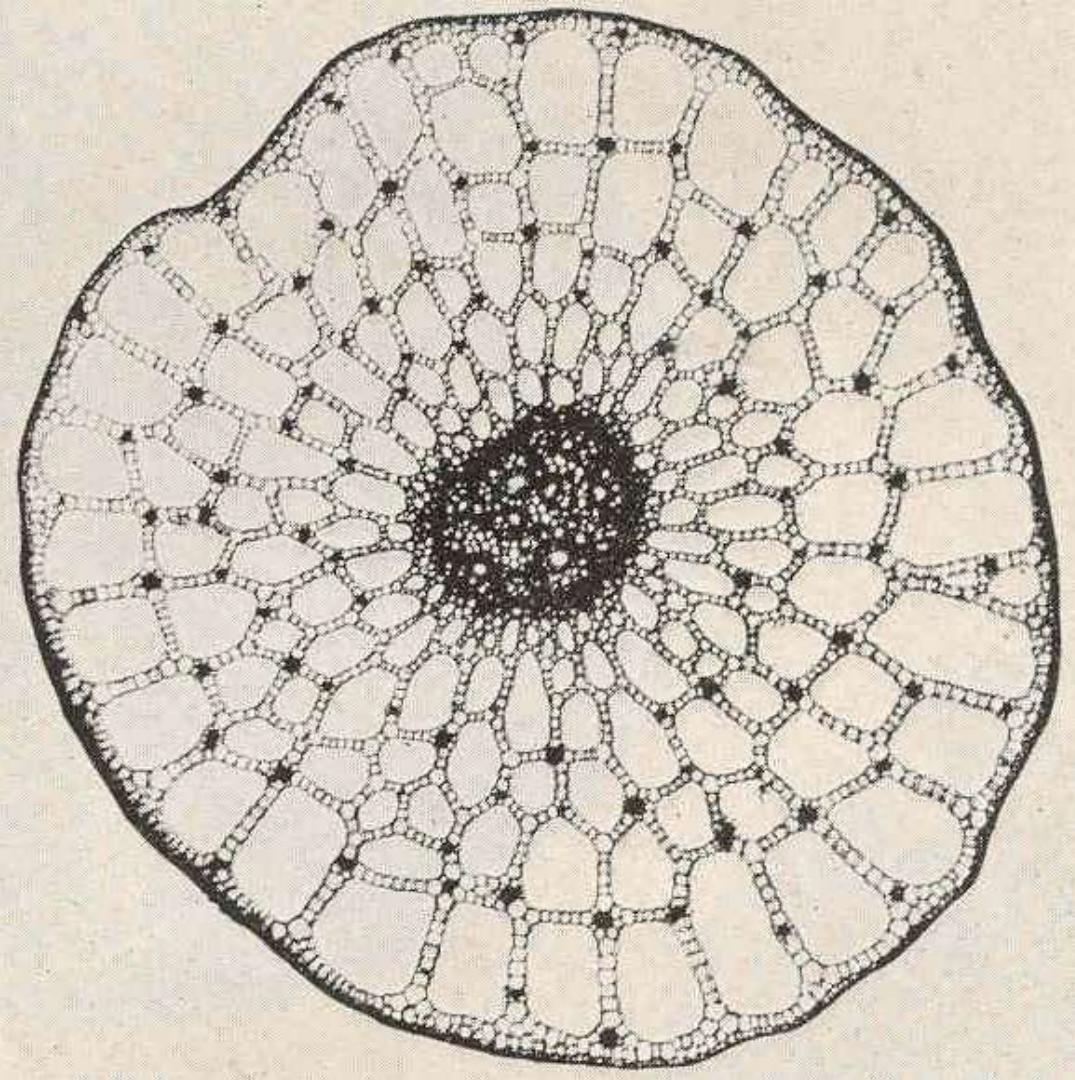
Динамические нагрузки



Если напряжение превышает предел прочности, то происходит та^тальная потеря прочности.



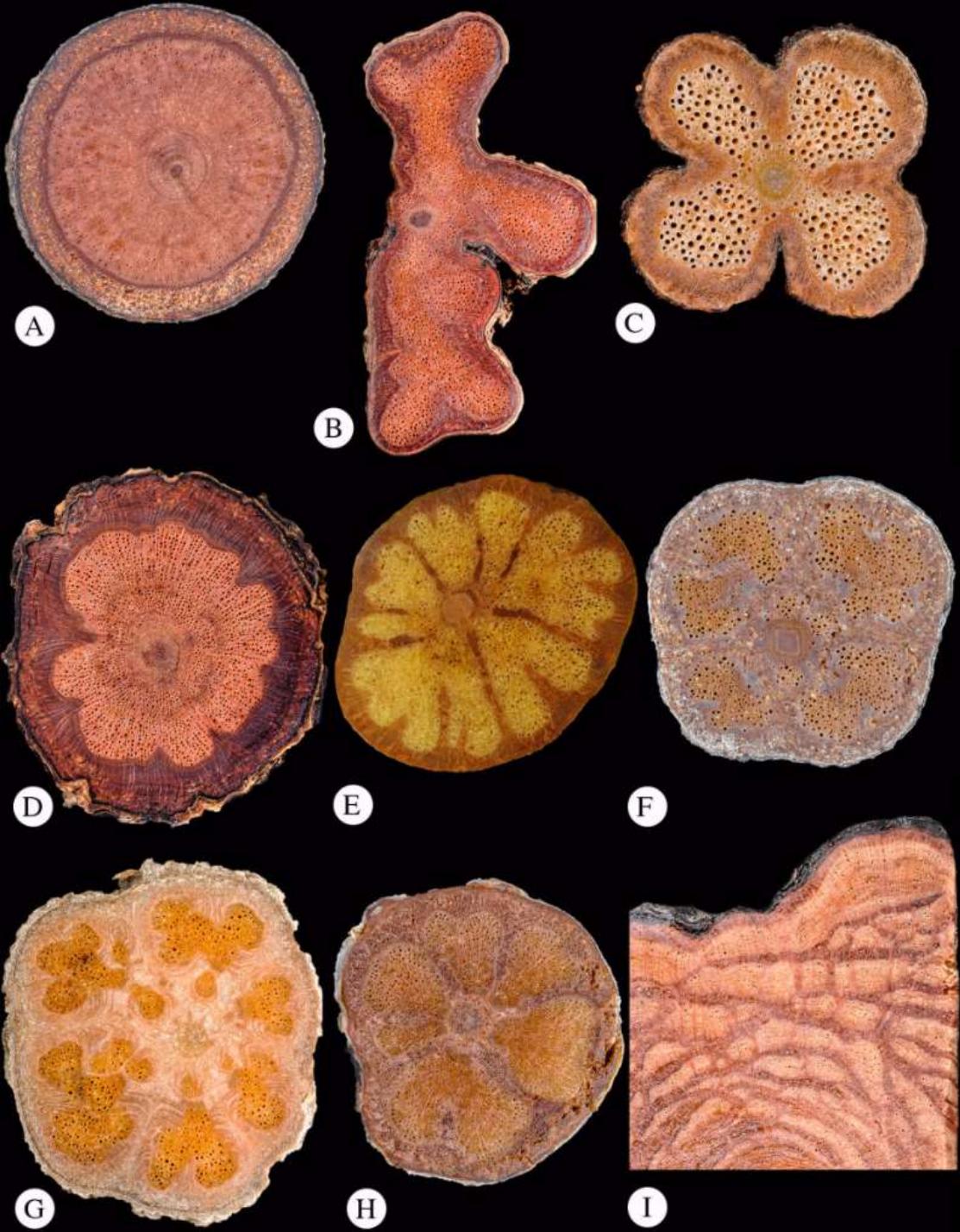
Консольная система бокового побега *Juglans cinerea*



Potamogeton lucens



У водных растений стебель функционирует
как натянутый канат и имеет высокую
прочность на разрыв.

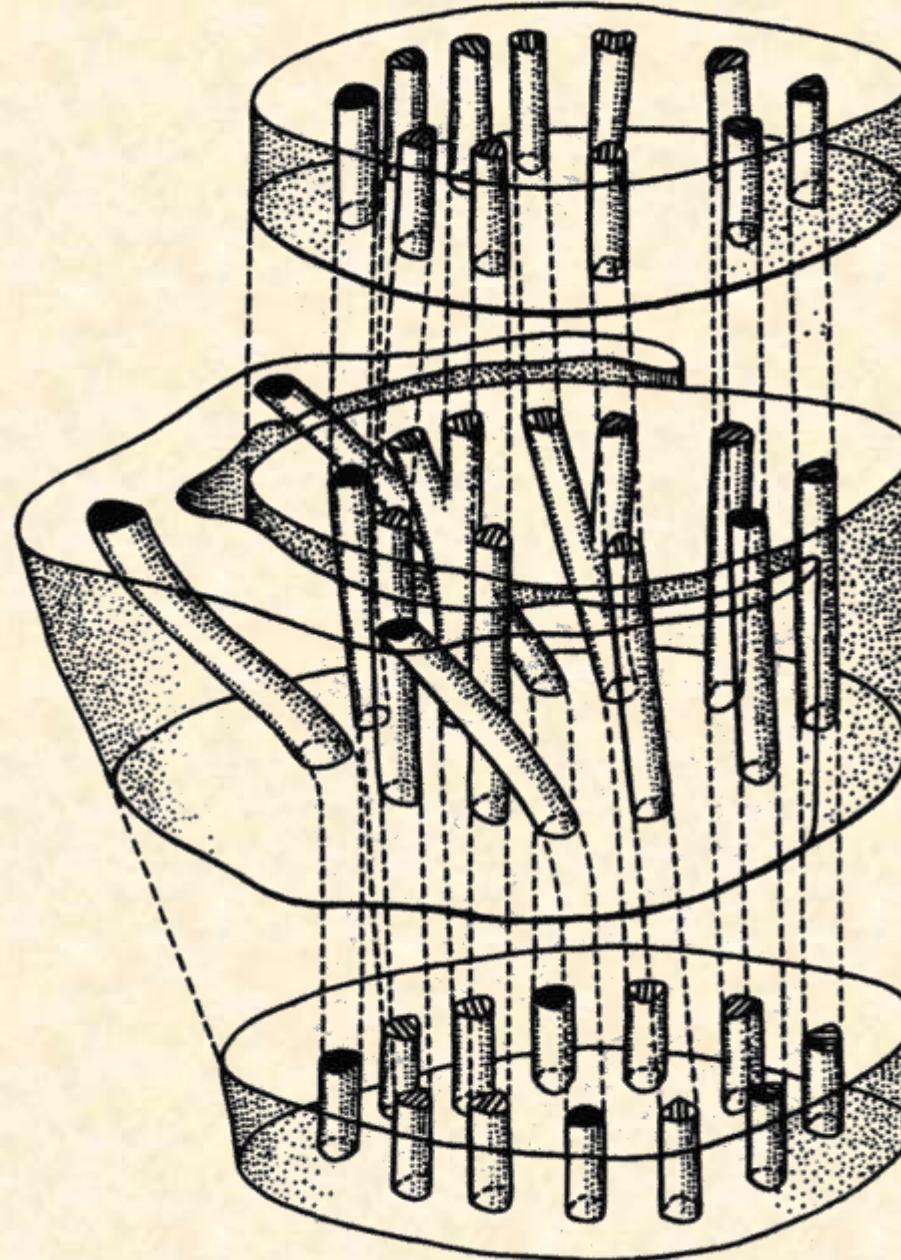


Bauhinia spp.

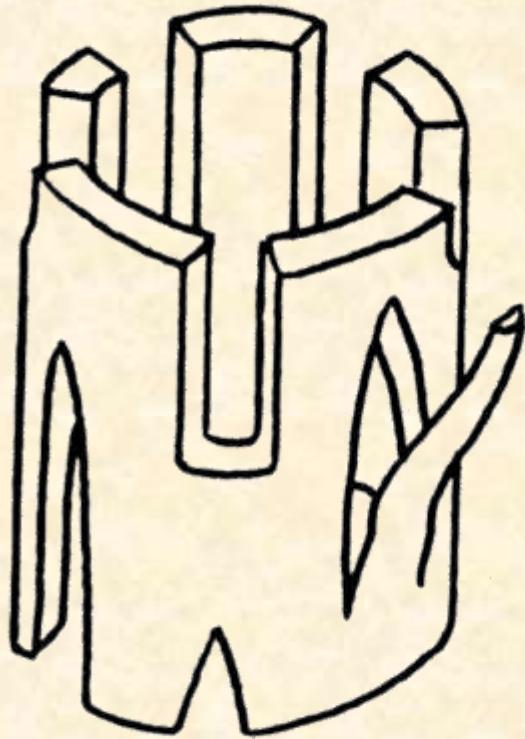


У лиан стебель так же функционирует как гибкий канат.

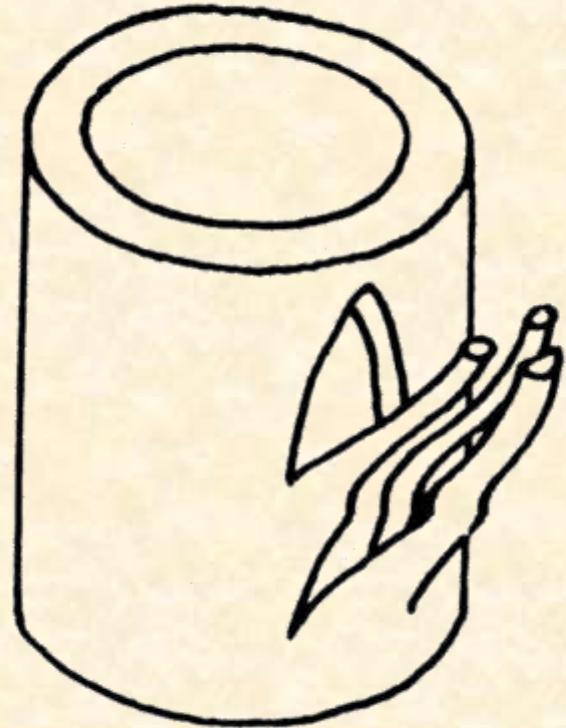
Нодальная анатомия



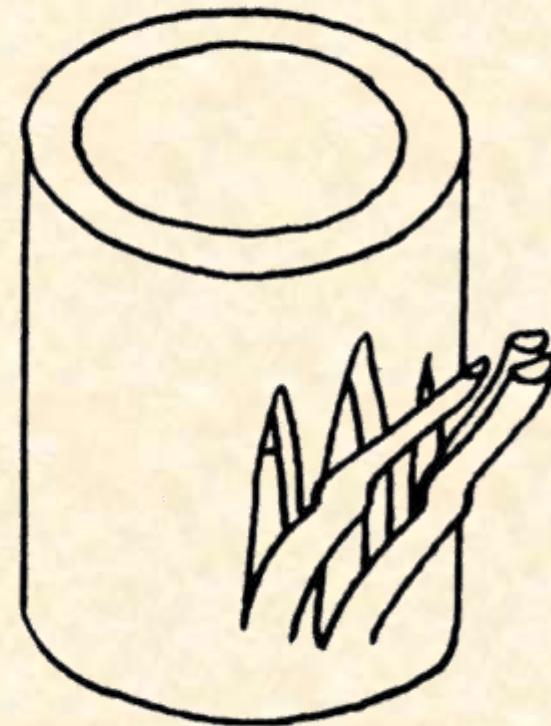
Ход пучков в стебле *Geum urbanum*



однолакунный
однопучковый



однолакунный
трёхпучковый



трёхлакунный
трёхпучковый

Типы узлов двудольных

- 1— пучок средних размеров
- 2— листовой след
- 3— мелкий пучок
- 4— крупный пучок
- 5— крупный листовой след
- 6— мелкий листовой след
- 7— основание листа
- 8— почка
- 9— вертикальные пучки
- 10— точки расхождения
- 11— анастомозы пучков

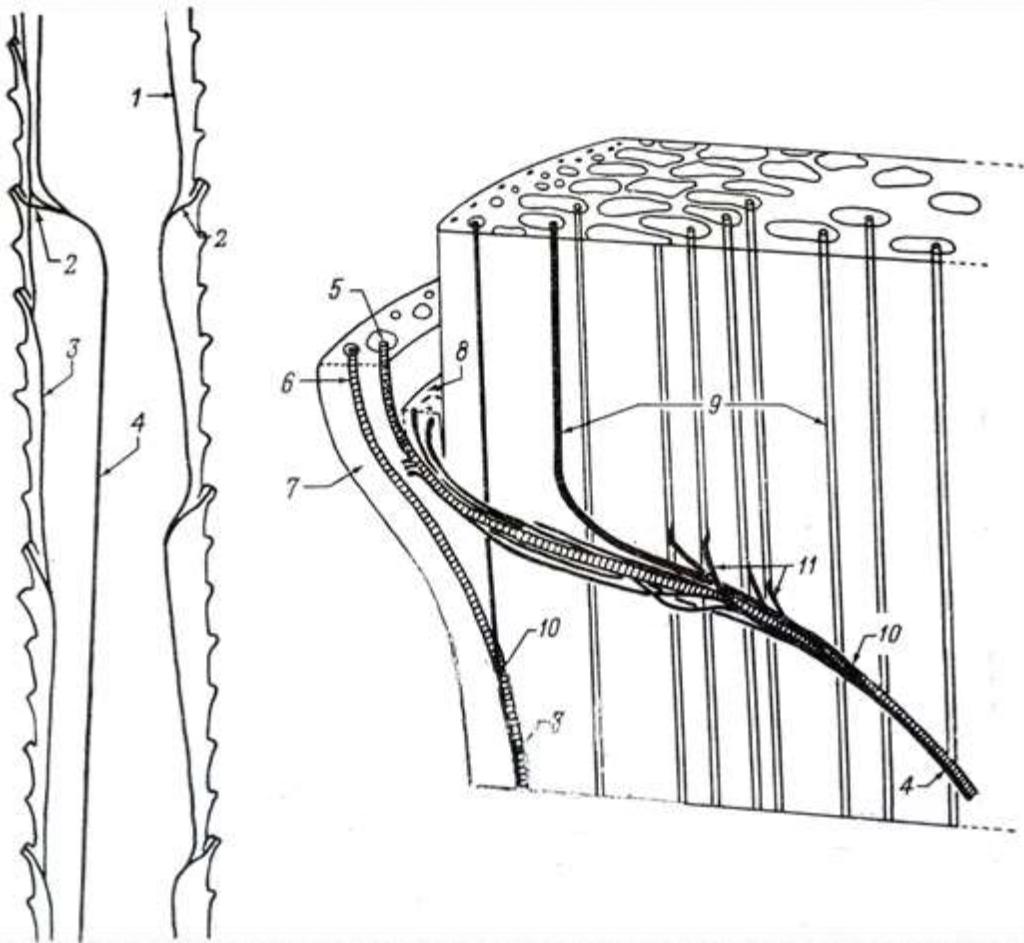
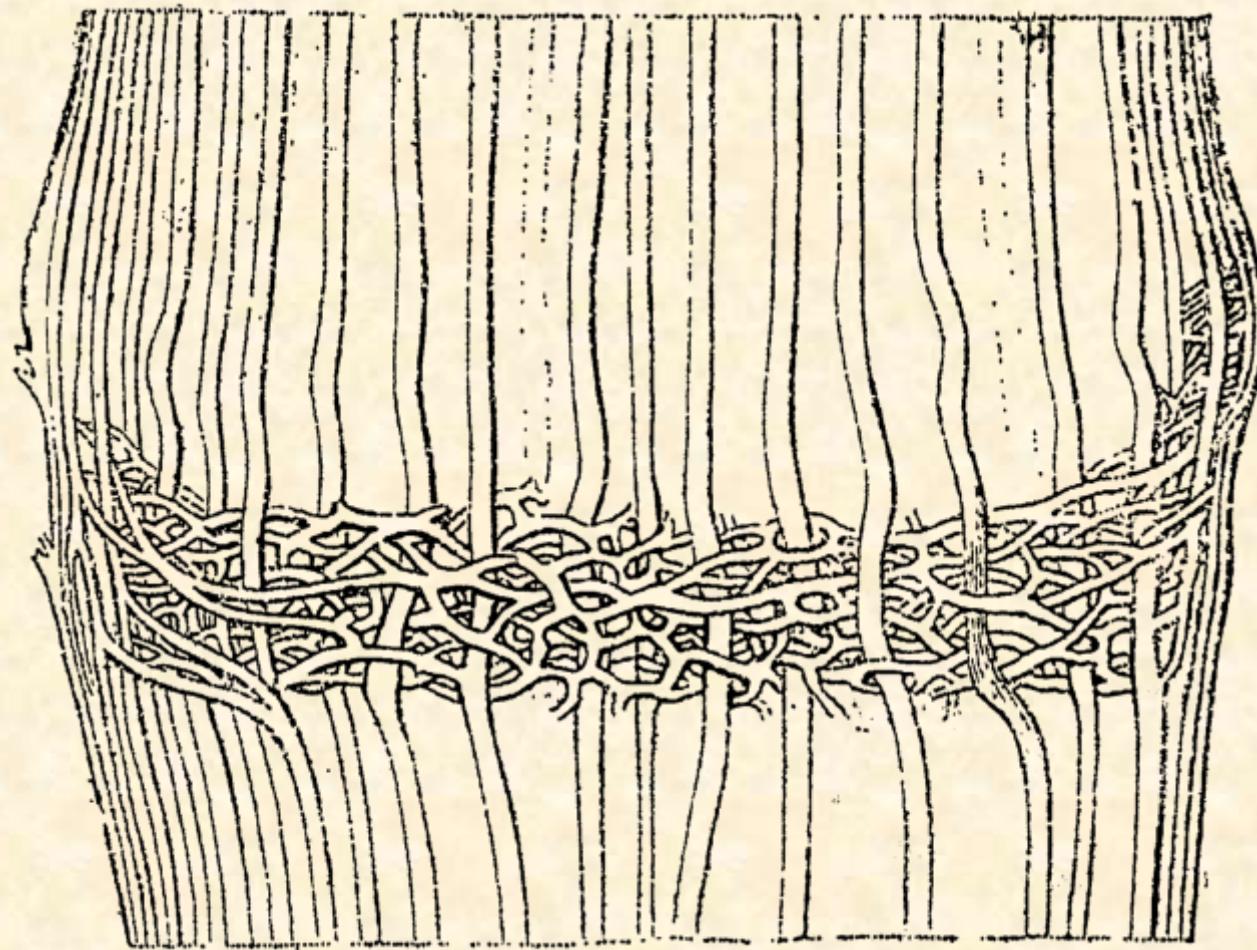
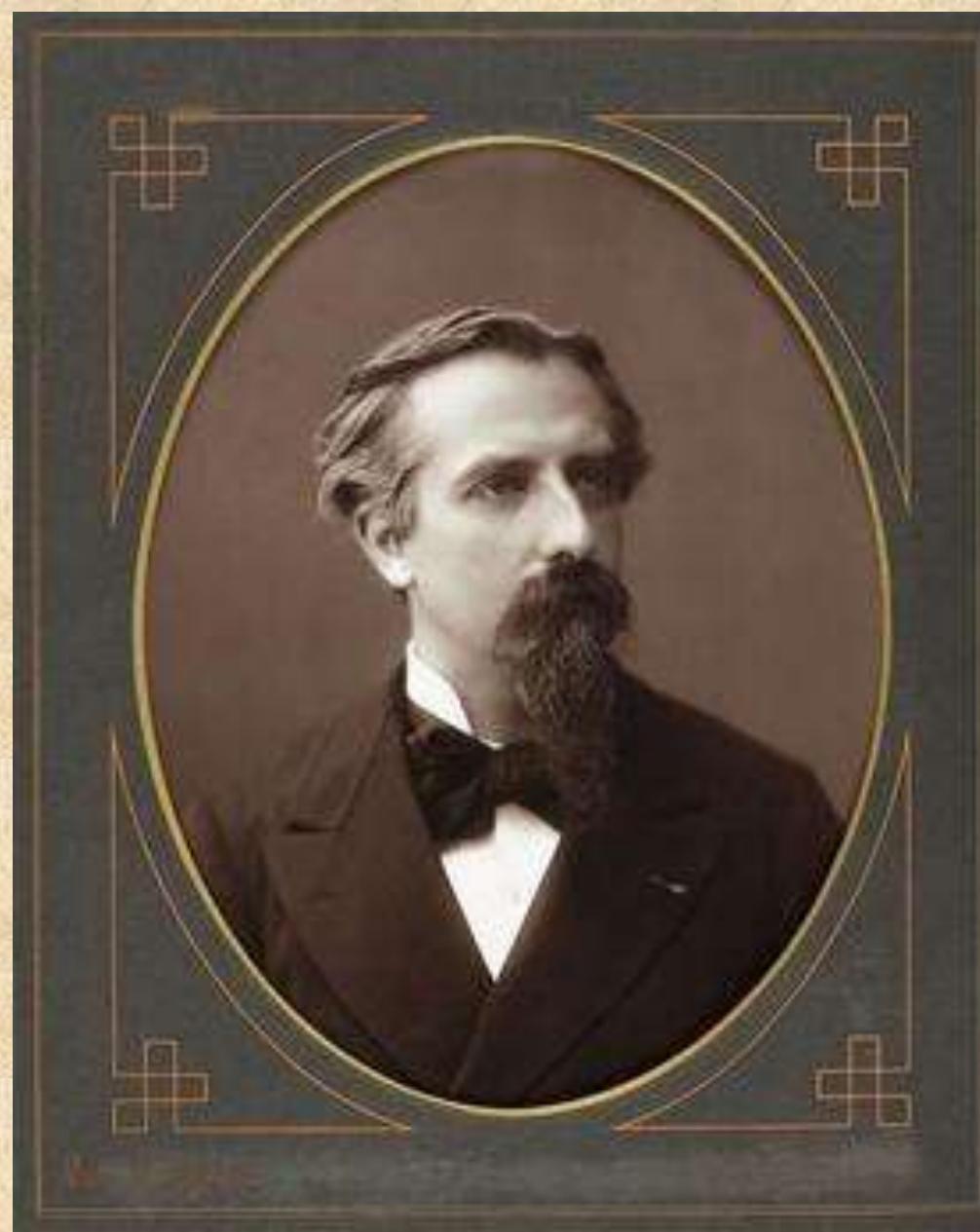


Схема проводящей системы *Rhipis excelsa*



Анастомозы пучков в узле *Zea mays*

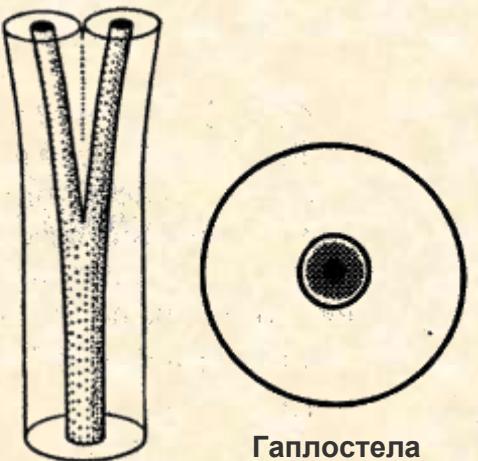
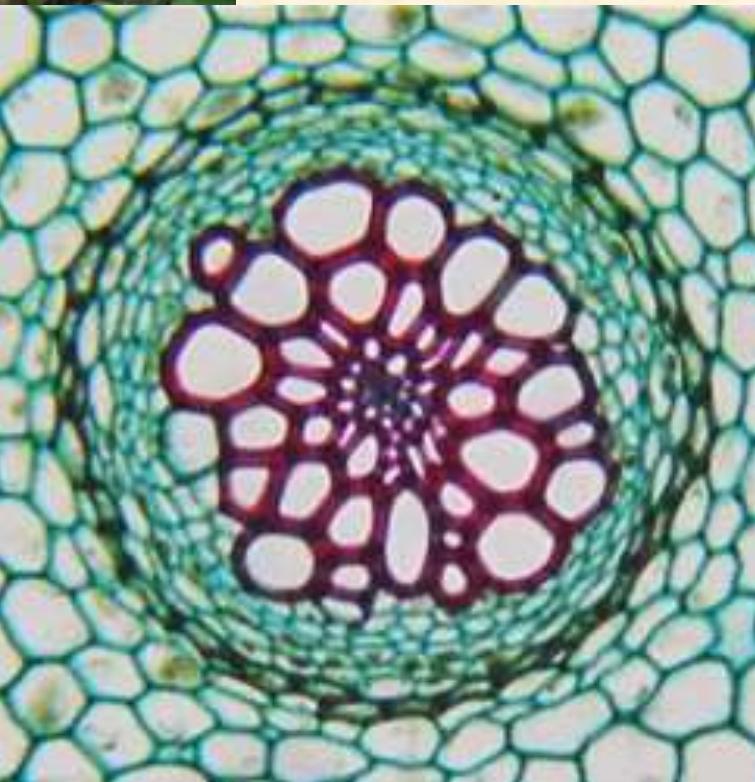
Стеклянная теория



Philippe Édouard Léon van Tieghem
19 IV 1839 – 28 IV 1914



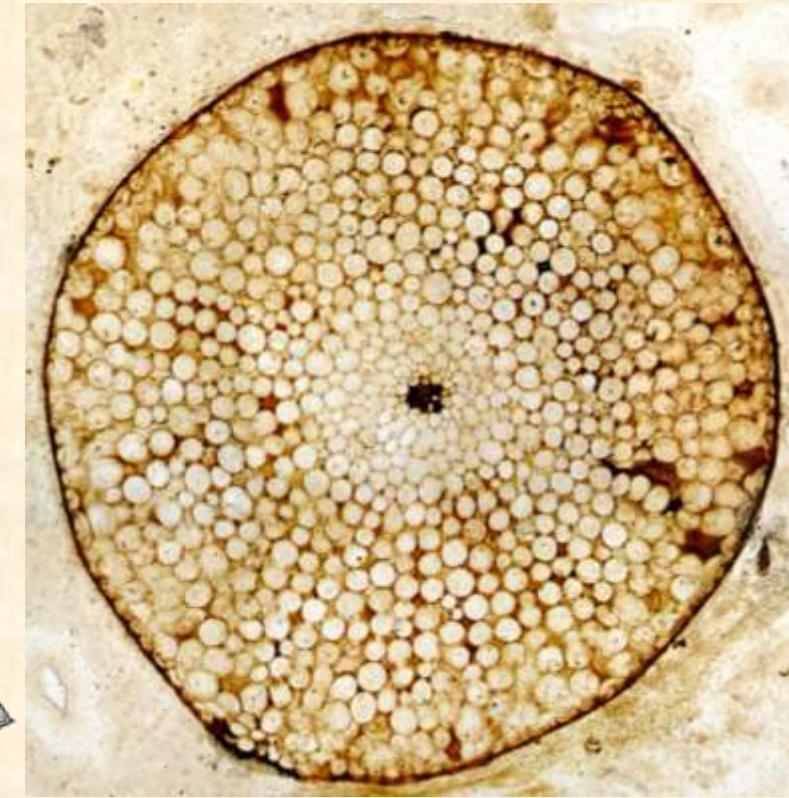
Lygodium sp.



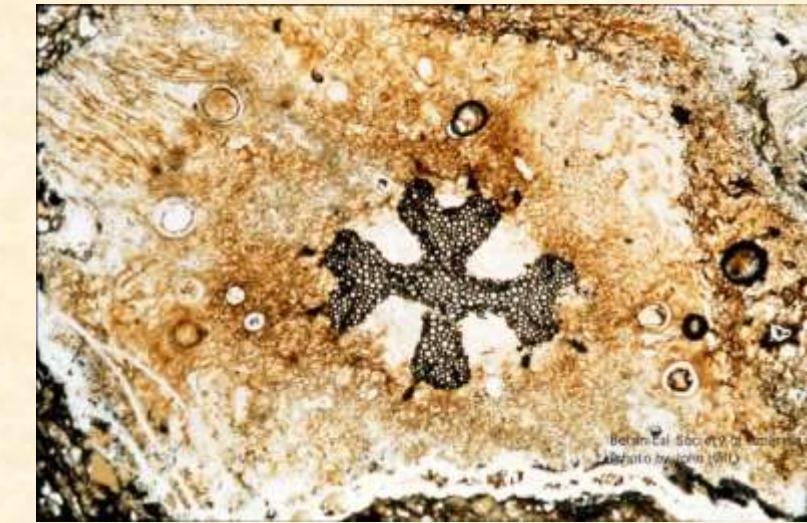
Гаплостела



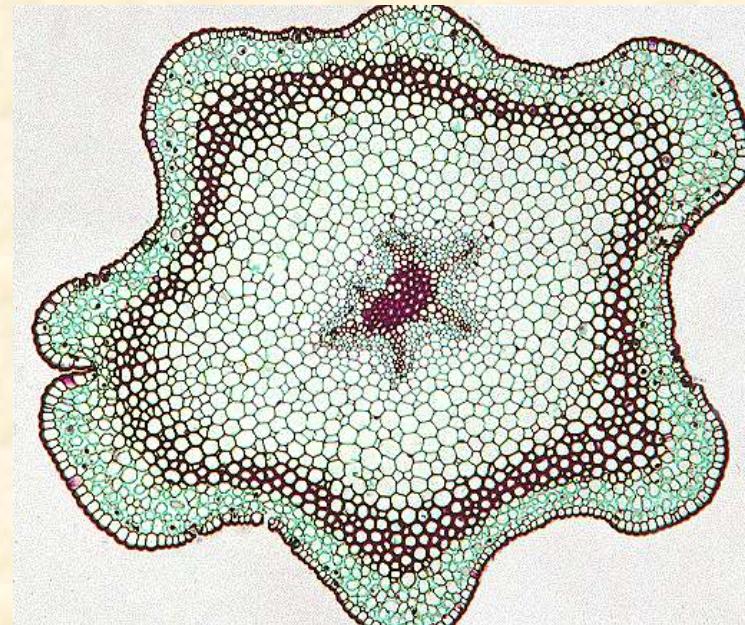
Rhynia gwynne-vaughanii



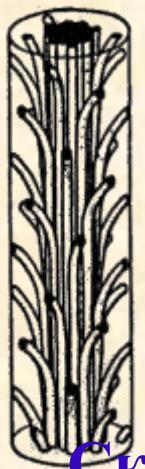
Витализация



Asteroxylon sp.



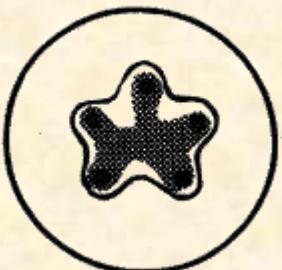
Psilotum nudum



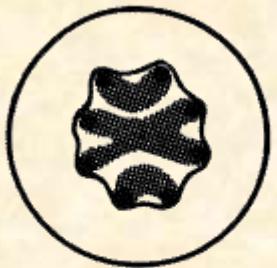
Скульптурирование



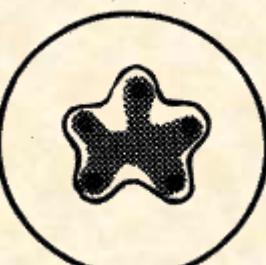
Гаплостела



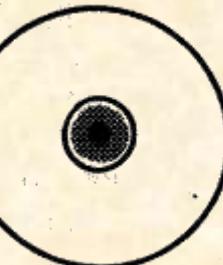
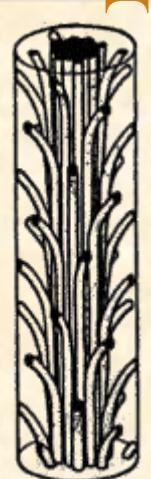
Витализация



Дезинтеграция



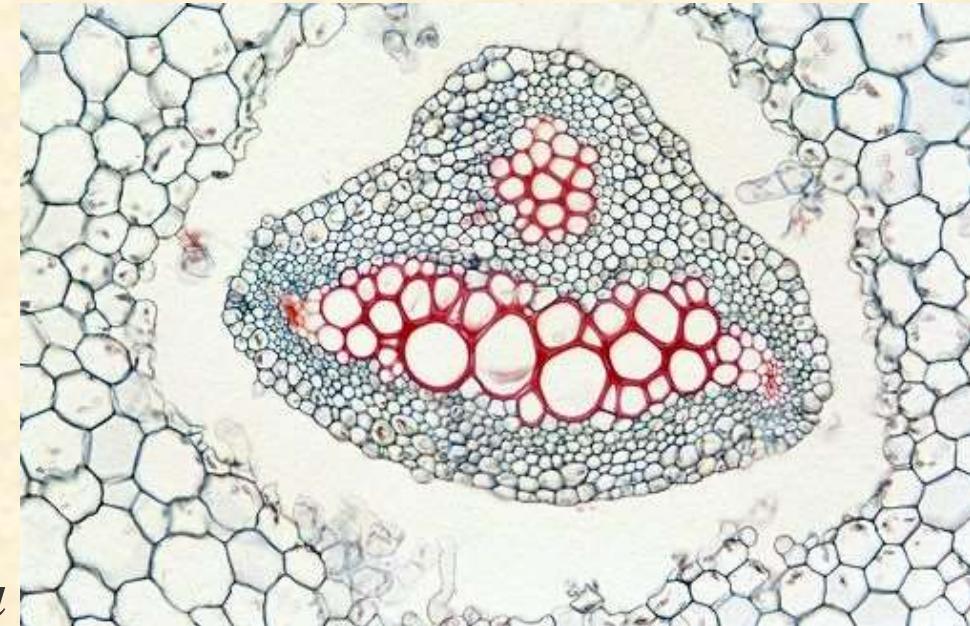
Актиностела



Гаплостела

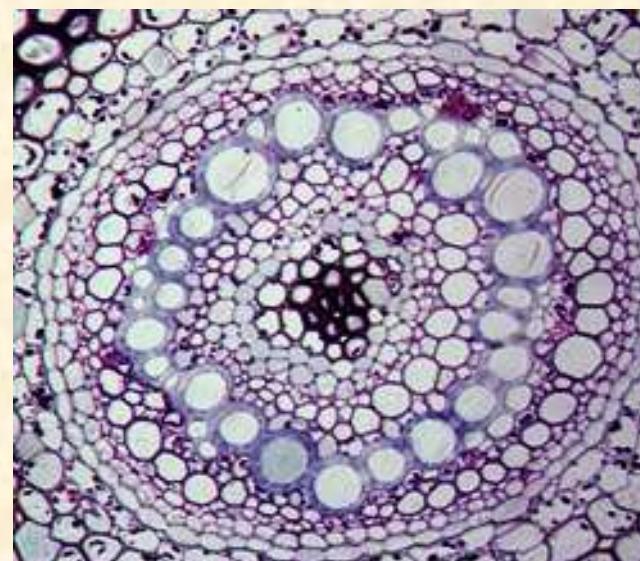
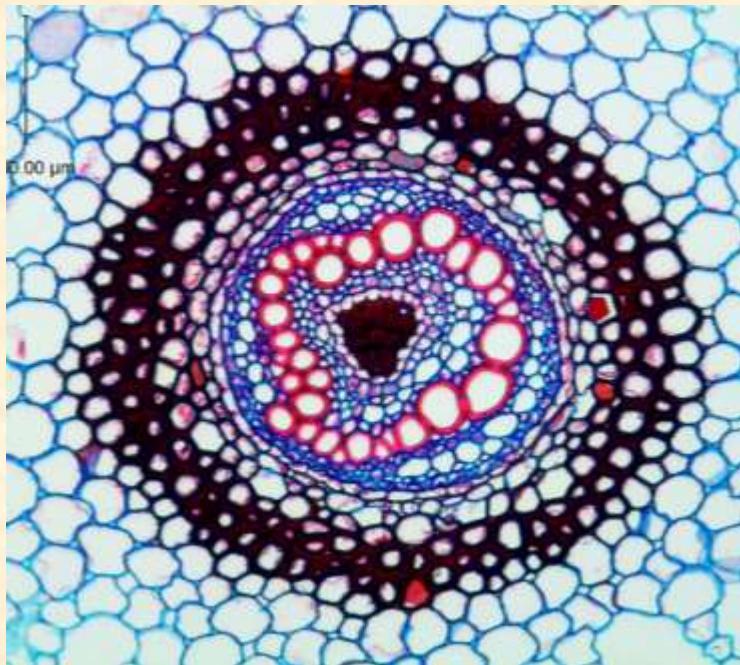
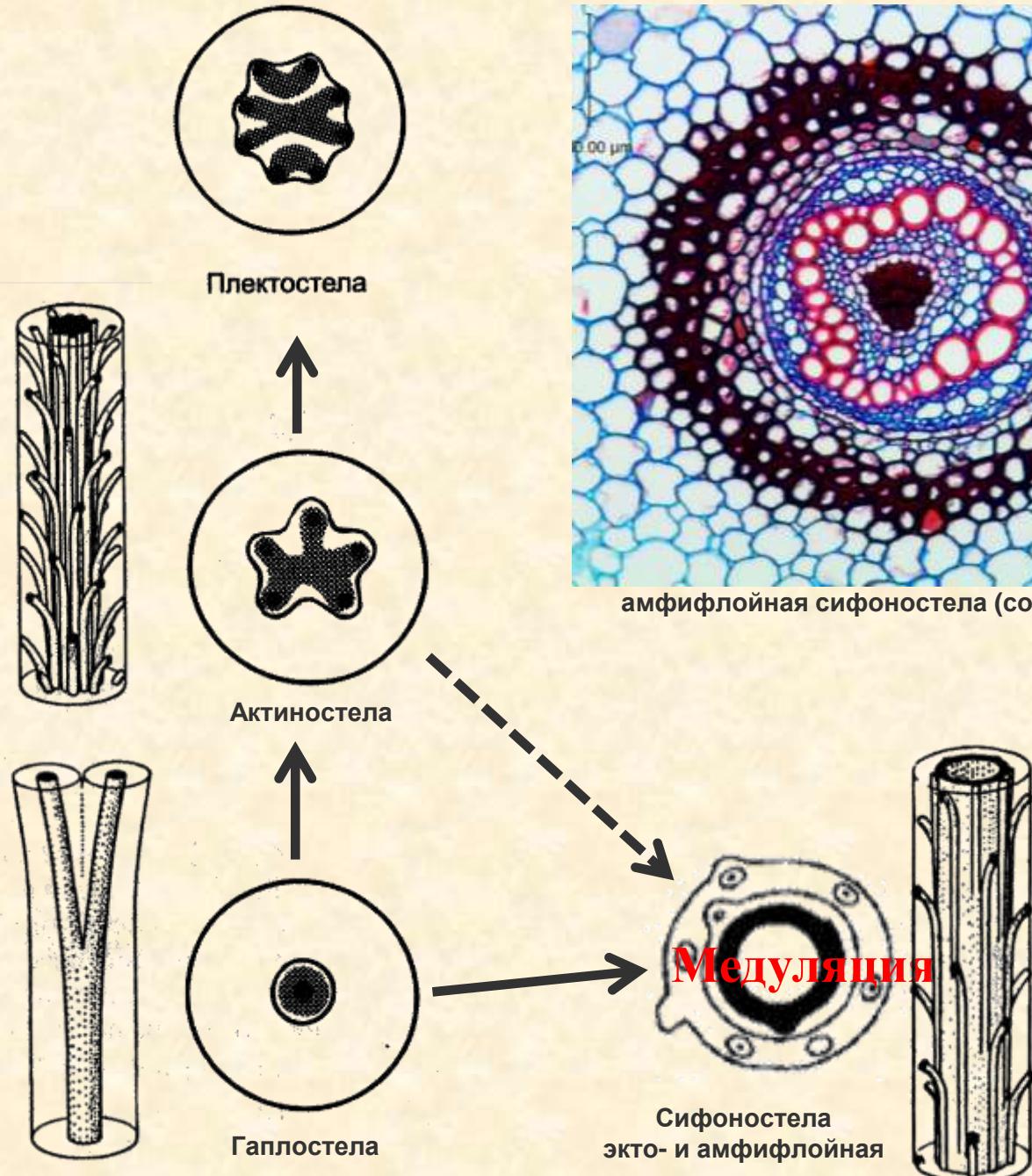


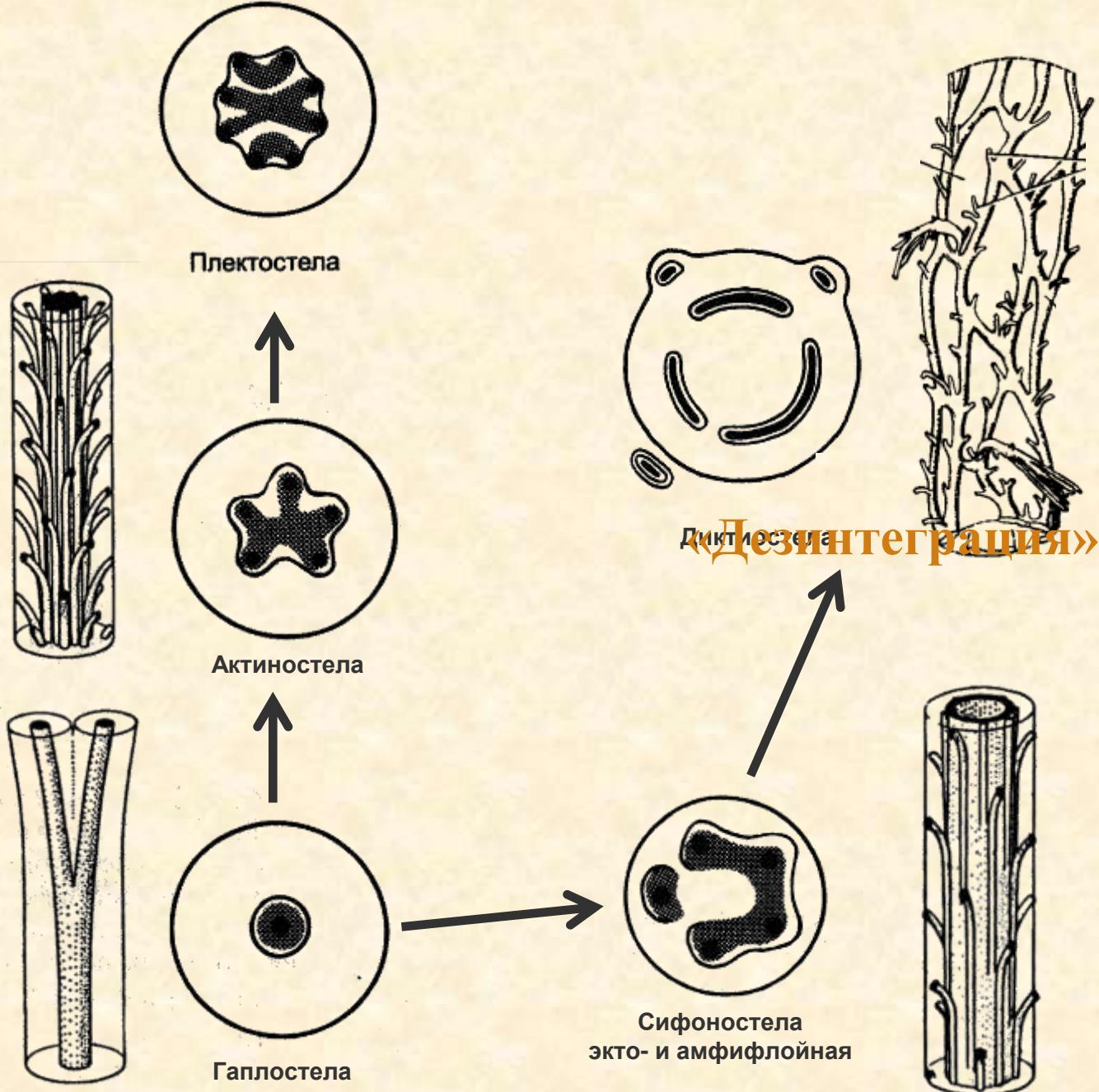
Selaginella lepidophylla

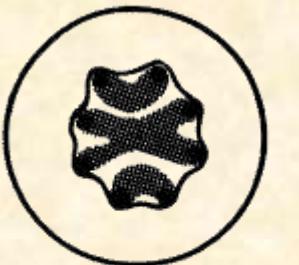
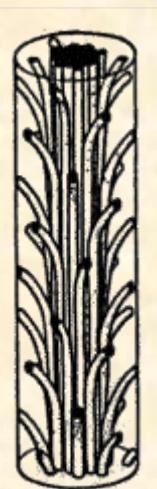


Lycopodium clavatum

Витализация



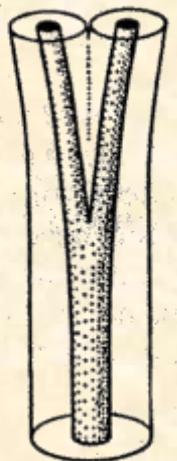




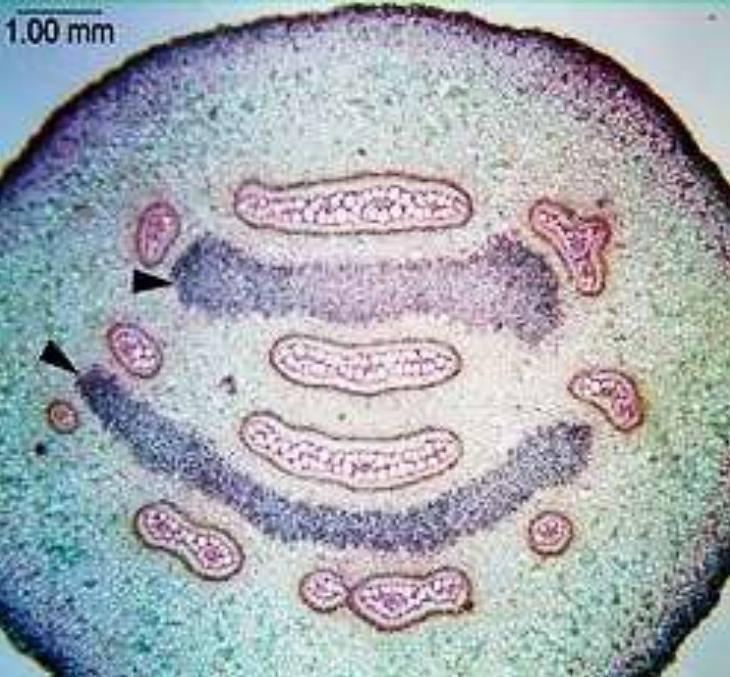
Плектостела



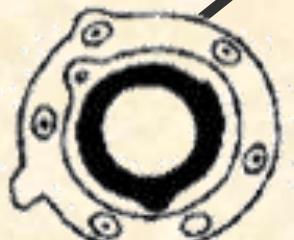
Актиностела



Гаплостела



Pteridium aquilinum



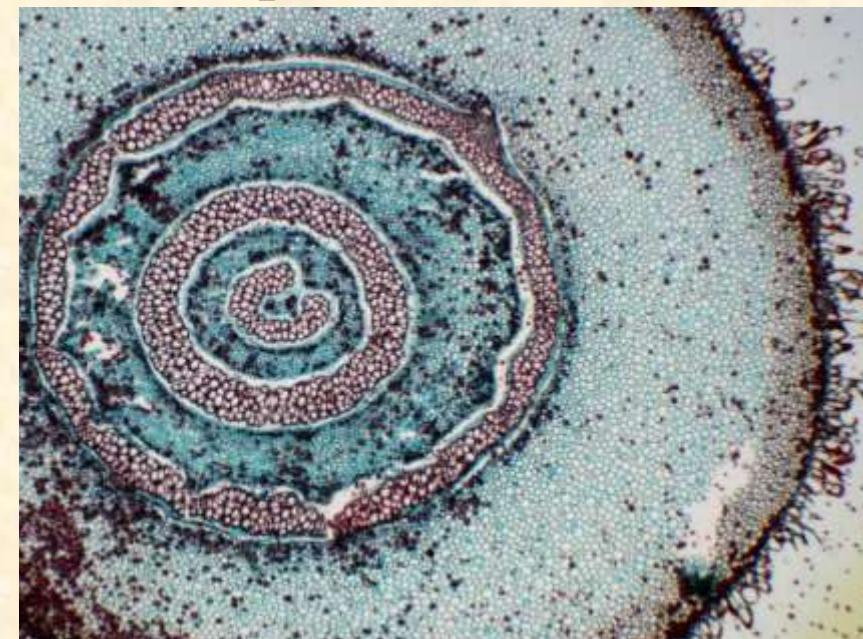
Сифоностела

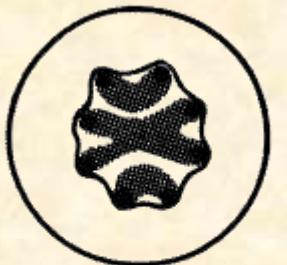
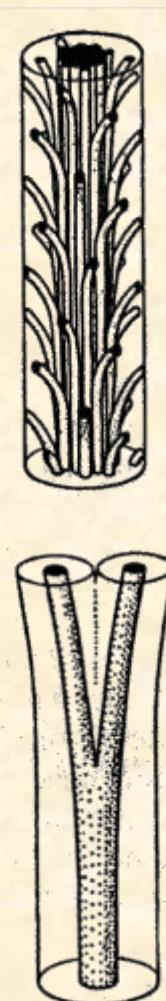


Полициклическая стела

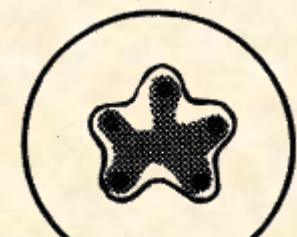


Matonia pectinata

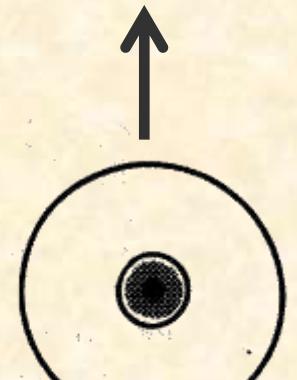




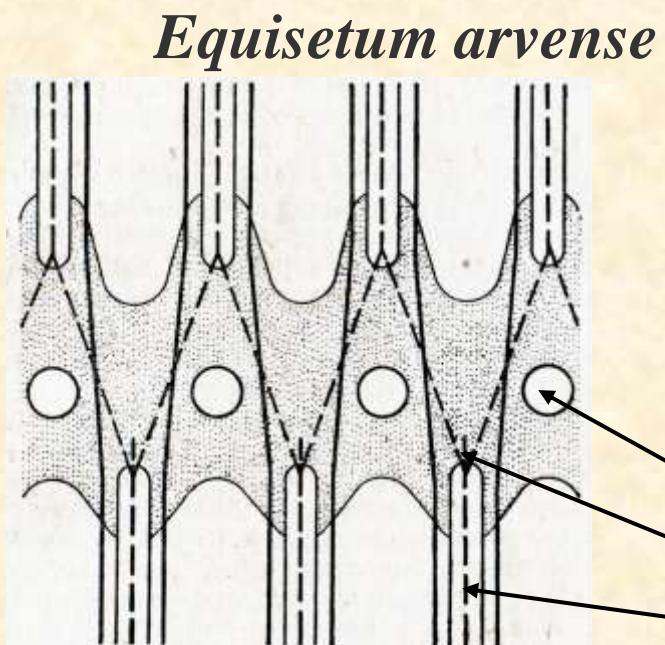
Плектостела



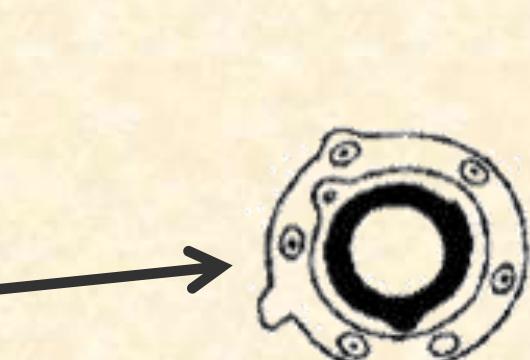
Актиностела



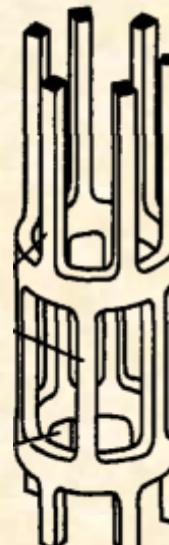
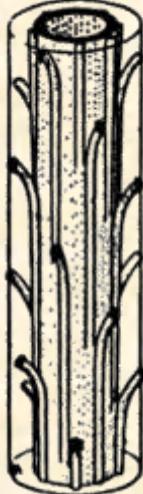
Гаплостела



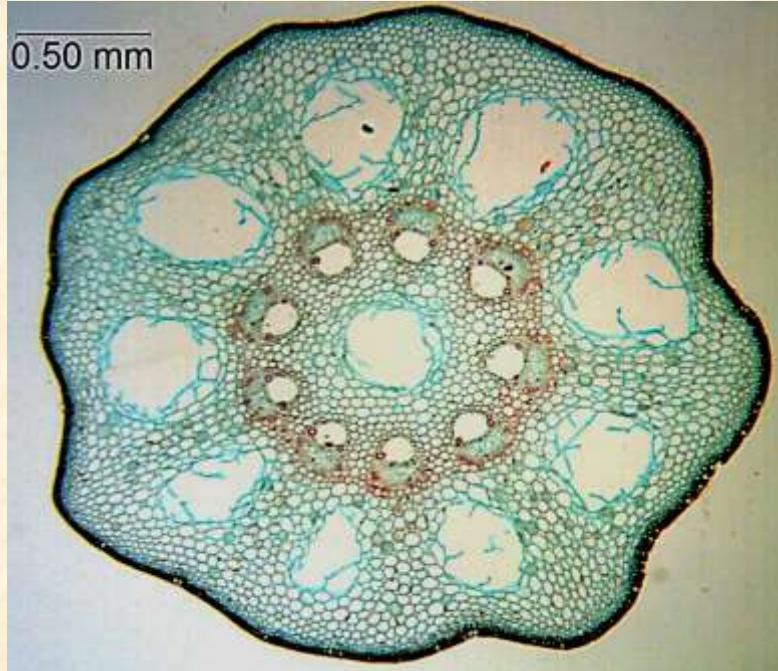
Equisetum arvense



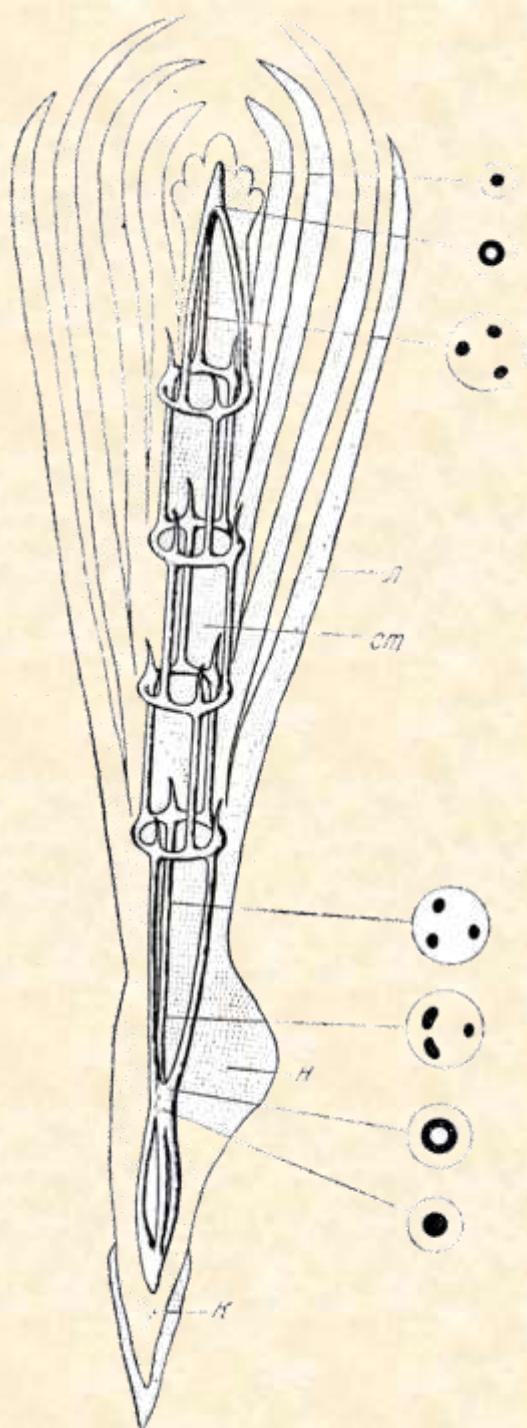
Сифоностела

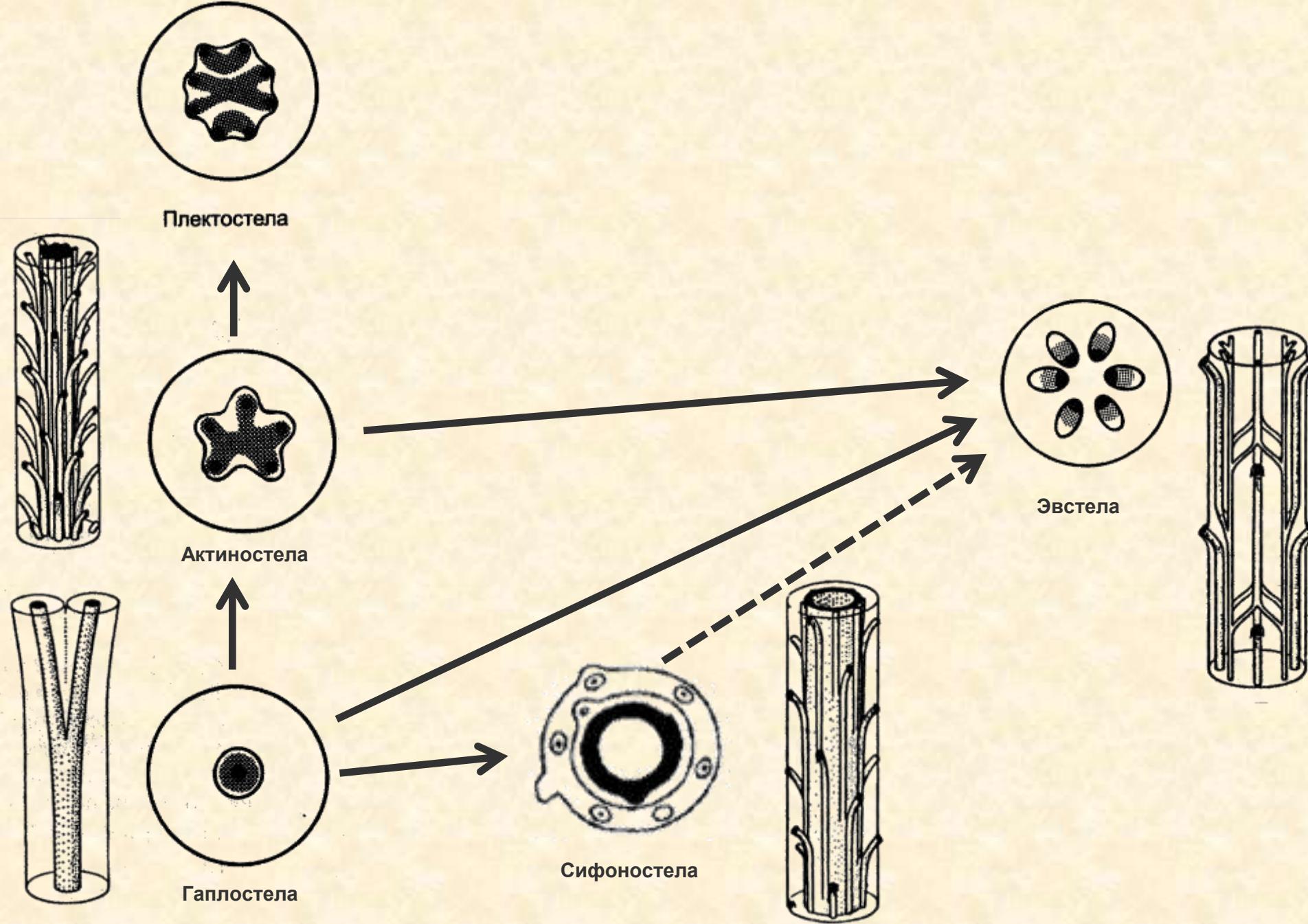


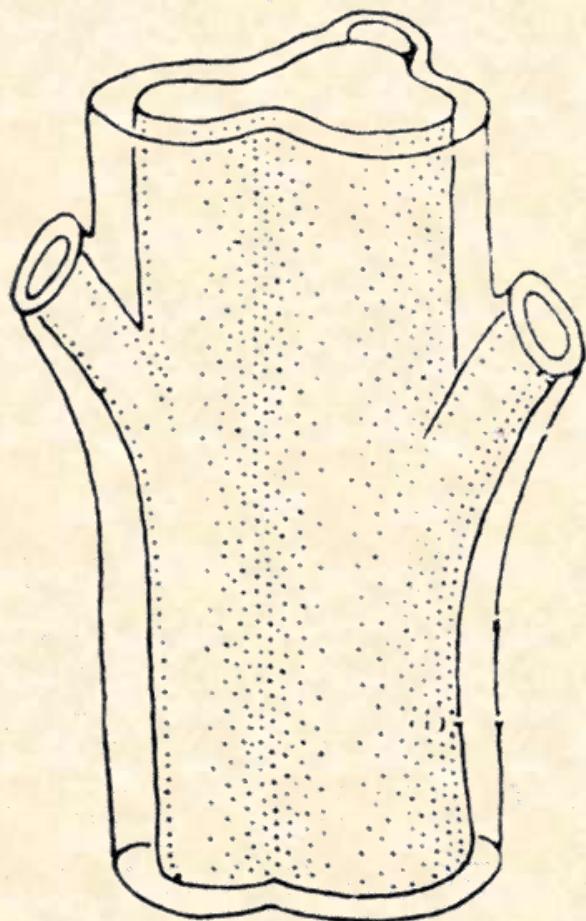
Артростела



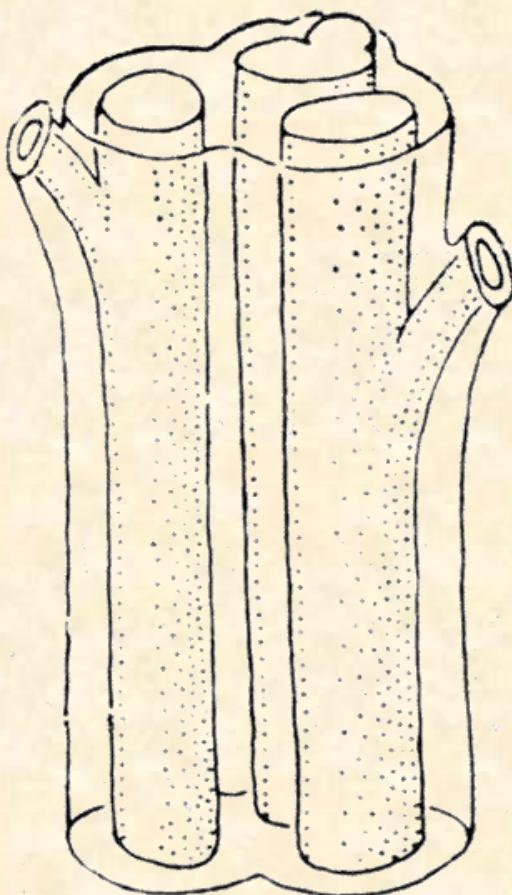
веточный след
листовой след
протоксилема



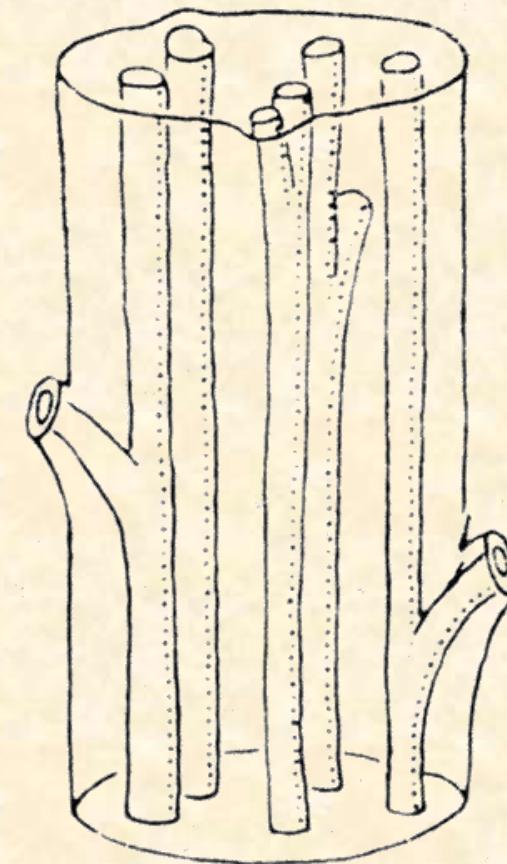




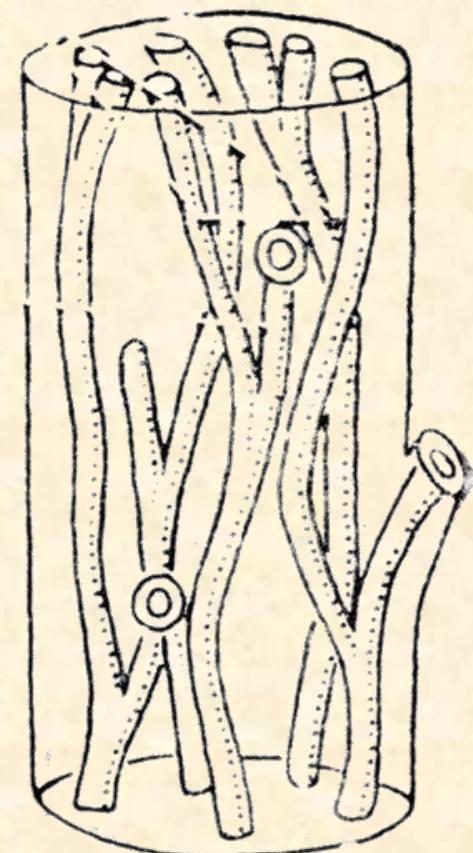
Aneurophuton



Stenomyelon



Archeopteris



Pinus

Предполагаемое возникновение эвстелии у голосеменных
(на основании палеонтологических реконструкций)

