

Морфология и анатомия древесных растений

Морфология

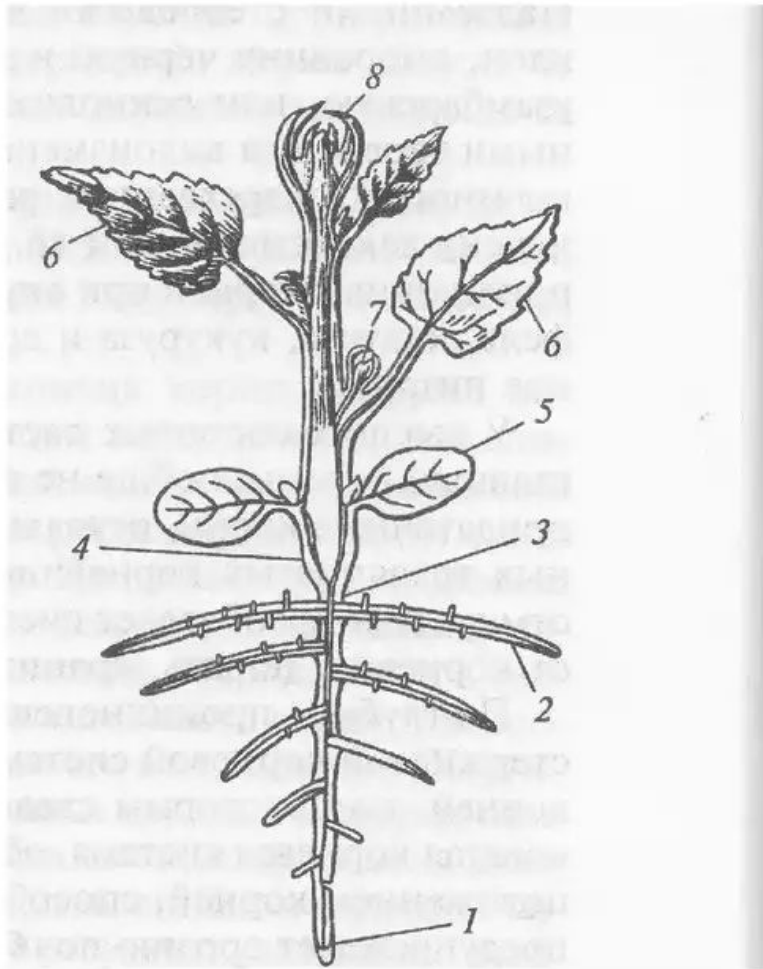
Морфологически растения, казалось бы, довольно просто организованы. Они имеют три органа: корень, стебель, лист – это с одной стороны. С другой – растения состоят (не всегда) из вегетативной и репродуктивной частей. Репродуктивные части, в строгом смысле слова, нельзя называть органами, так как на начальных стадиях онтогенеза они отсутствуют.

Органом называется лишь та совокупность тканей и клеток, которая имеет устойчивое положение в пределах организма и чьё развитие прослеживается в пределах онтогенеза (органогенез).

У живородящих животных на первых постэмбриональных стадиях новорождённый организм уже имеет все, в той или иной степени развитые органы, включая репродуктивные (половые). У растений в семени и у проростка есть только корень, стебель, лист (в семени они ещё недоразвиты). У некоторых древесных растений репродуктивные части начинают формироваться спустя много лет после прорастания семени. Например, у *Pinus sylvestris* в сомкнутых древостоях - лишь в 80-100 лет, до этого растение, способное к этому времени достигнуть высоты более 20 метров, состоит только из вегетативной части.

Тем не менее, во многих, включая весьма авторитетные, изданиях цветки и стробилы называют половыми органами. Будем и мы считать это допустимым.

Схема строения двудольного растения



- 1 - верхушка главного корня;
- 2 - боковой корень;
- 3 - корневая шейка;
- 4 - подсемядольное колено;
- 5 - семядоли;
- 6 - листья;
- 7 - пазушная почка;
- 8 - верхушечная почка и конус нарастания

Ткани растений



- Ксилема и флоэма относятся к так называемым комплексным тканям, которые в свою очередь могут включать паренхиму, склеренхиму, проводящие элементы. В состав этих тканей входят и «мёртвые» клетки, начинающие выполнять свои основные функции только после утраты протопласта.

Ткани делят на простые и сложные (комплексные). Простыми называют ткани, состоящие из клеток более или менее одинаковых по форме и функциям. Сложные ткани состоят из клеток, разных по форме и функциям, но тесно взаимосвязанных в своих жизненных отправлениях. Пример первых — столбчатая хлоренхима, губчатая хлоренхима, колленхима, вторых — ксилема, флоэма.

Ткани делятся также на образовательные (меристема) и постоянные.

Образовательными называются специализированные ткани, клетки которых сохраняют длительную способность к делению, обеспечивая рост растения и отдельных его органов. С учетом положения в теле растения их делят на апикальные (или верхушечные, находятся на апексах корня и побега), интеркалярные (или вставочные, свойственны побегу — стеблю и листьям, находятся в междоузлиях и черешках) и боковые (или латеральные, представлены главным образом в осевых органах — в корне и стебле голосеменных и двудольных покрытосемянных).

Постоянными называют ткани, клетки которых утратили способность к делению (полностью или сохраняют её потенциально) и специализируются на выполнении других функций: защитной, запасующей, механической, проводящей и т. д. С учетом происхождения, преобладающей функции и положения в теле растения постоянные ткани, в свою очередь, делят на покровные, проводящие и основные, начало которым при первичном росте дают соответственно протодерма, прокамбий и основная меристема.

ТКАНИ РАСТЕНИЙ

Название	Образовательные	Покровные	Основные	Проводящие	Механические
Функции	Рост, образование всех остальных тканей	Защита, связь растения с внешней средой	Образование и накопление питательных веществ	Транспорт воды, минеральных и органических веществ	Опора
Особенности строения	Клетки живые, мелкие, тонкостенные, с крупным ядром, вакуоли мелкие или отсутствуют	Клетки живые или мертвые, плотно прилегают друг к другу	Клетки живые, крупные, неправильной формы, расположены рыхло, вакуоли есть	Сосуды — мертвые клетки вытянутой формы, с утолщенными оболочками; ситовидные трубки — живые клетки вытянутой формы, без ядра, вакуолей и пластид	Клетки живые и мертвые, с утолщенными и одревесневшими оболочками; каменные клетки
Место-расположение	На верхушке побега, в почках, около кончика корня; камбий	Кожица (с устьицами), пробка (с чечевичками)	Мякоть листьев, стеблей и корней	Древесина (сосуды), луб (ситовидные трубки и клетки-спутницы)	Механические волокна сопровождают проводящую ткань; тяжи вдоль стебля и корня

Прока́мбий (лат. procambium) — первичная васкулярная ((т. е. дающая начало проводящим тканям, васкулярный (vascularis; лат. vasculum уменьшит, от vas сосуд) сосудистый; относящийся к сосудам)) меристема. Состоит из однородных прозенхимных тонкостенных слабовакуолизированных клеток, которые далее дифференцируются в элементы первичных проводящих тканей — первичных флоэмы и ксилемы.

Клетки прокамбия интенсивно растут в длину, делятся в разных направлениях.

У голосеменных и двудольных покрытосеменных ещё до конца дифференциации прокамбия в первичные проводящие ткани из среднего слоя его клеток, делящихся периклинально (т. е. параллельно поверхности органа), вычленяются клетки камбия. У однодольных же камбия нет, и прокамбий расходуется целиком на образование закрытых проводящих пучков. В корне из прокамбия также образуется перицикл.

В стебле прокамбий закладывается в виде меристематических тяжей в конусе нарастания побега при заложении на нём листовых зачатков (примордиев). В корне сплошного цилиндра (или кольца) в конусе нарастания корня среди основной меристемы.

Меристемы

Первичные (зародышевые)

закладаются: в зародыше семени



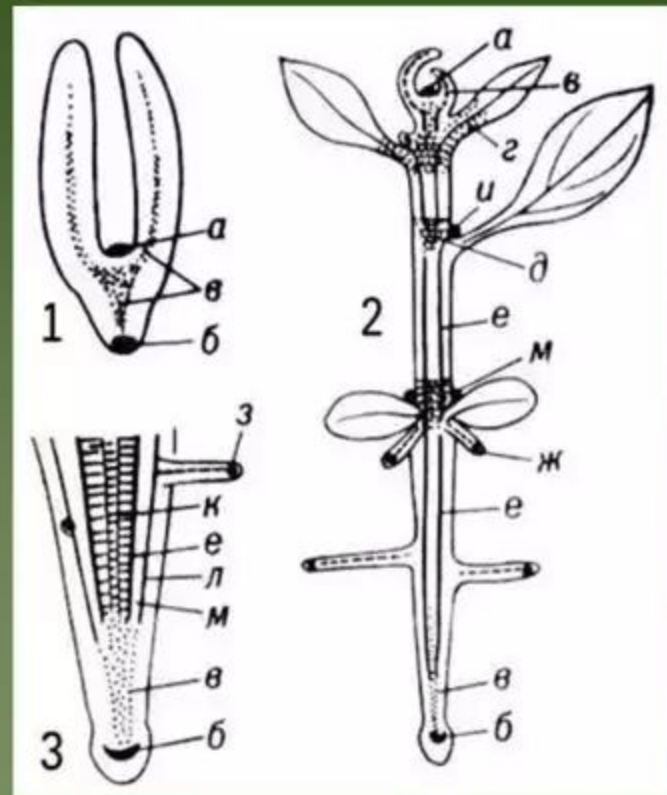
Вторичные

в сформированных тканях

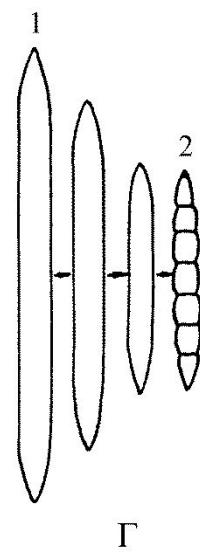
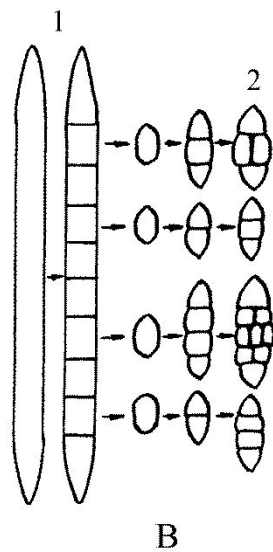
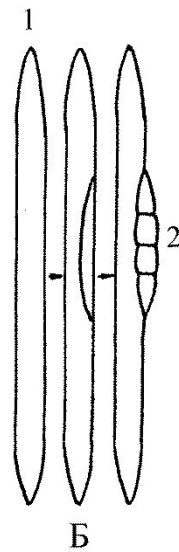
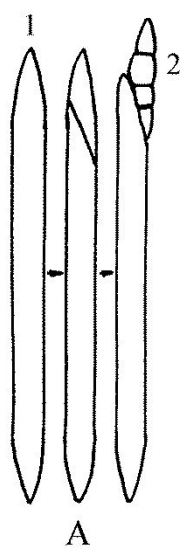
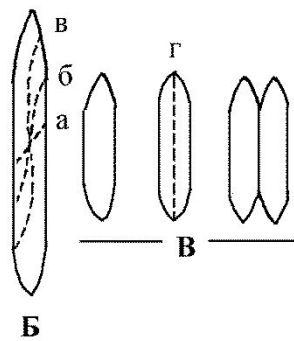
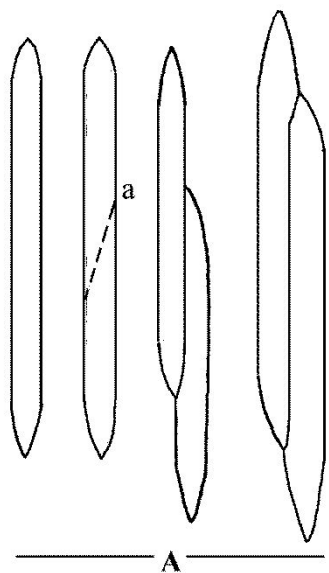
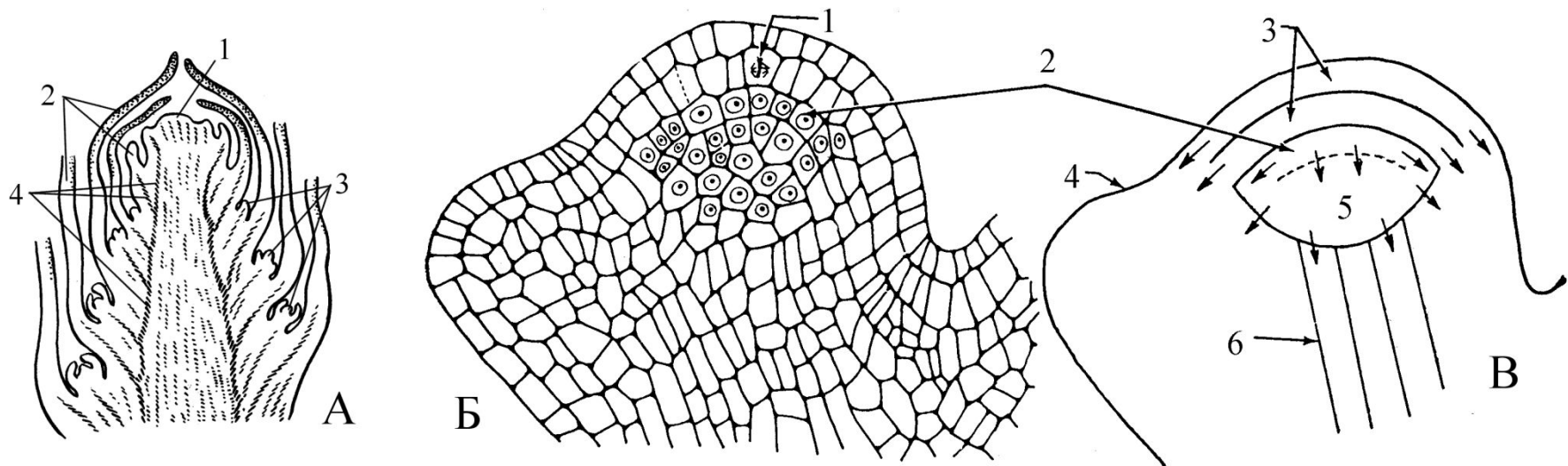


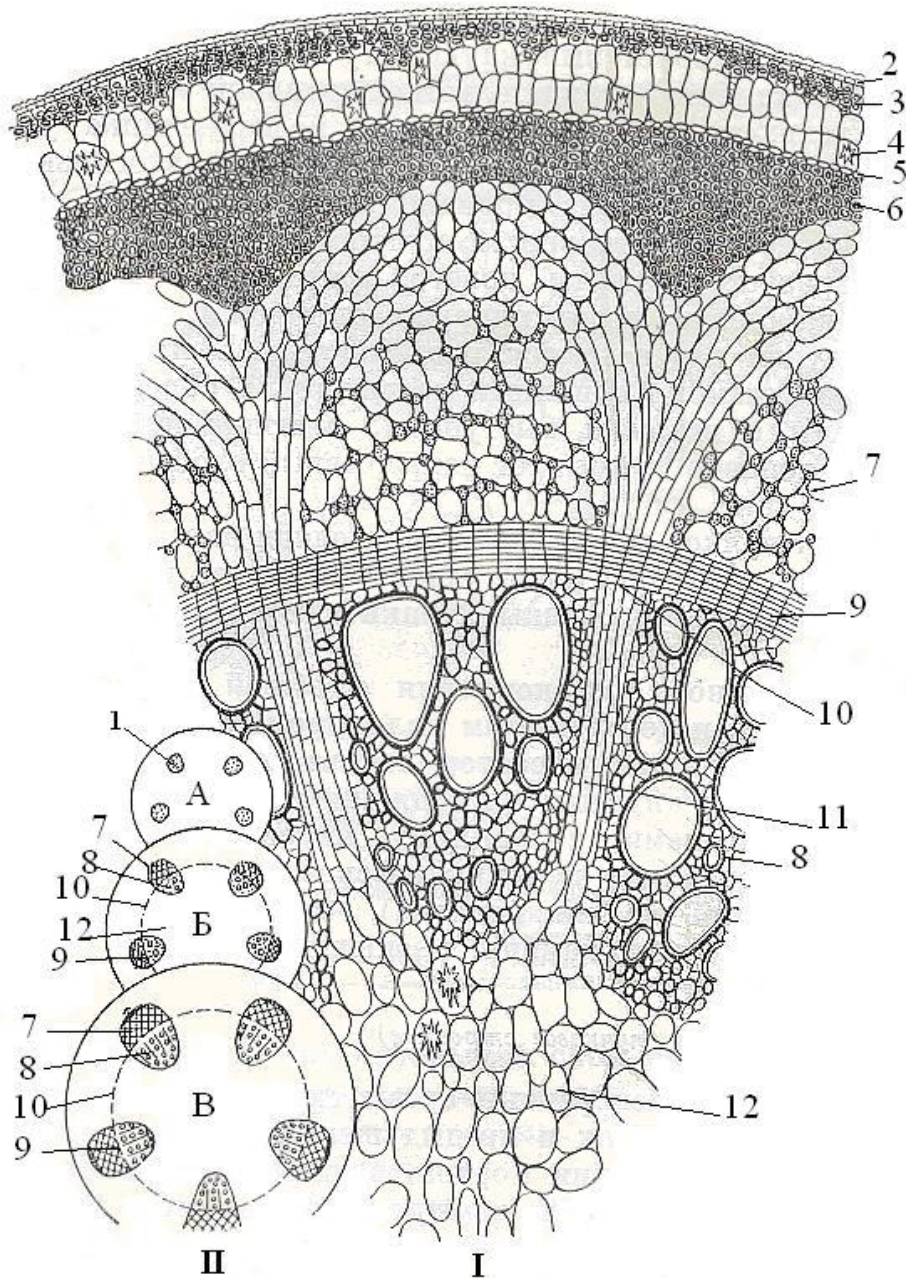
Местонахождение

Меристематические ткани: 1 — в зародыше семени, 2 — в проростке растения, 3 — в кончике корня; а — апикальная меристема побега, б — апикальная меристема корня, в — прокамбий, г — интеркалярная меристема листа, д — интеркалярная меристема побега, е — камбий, ж — апикальная меристема придаточного корня, з — апикальная меристема бокового корня, и — апикальная меристема пазушной почки, к — ксилема, л — перицикл, м — флоэма.





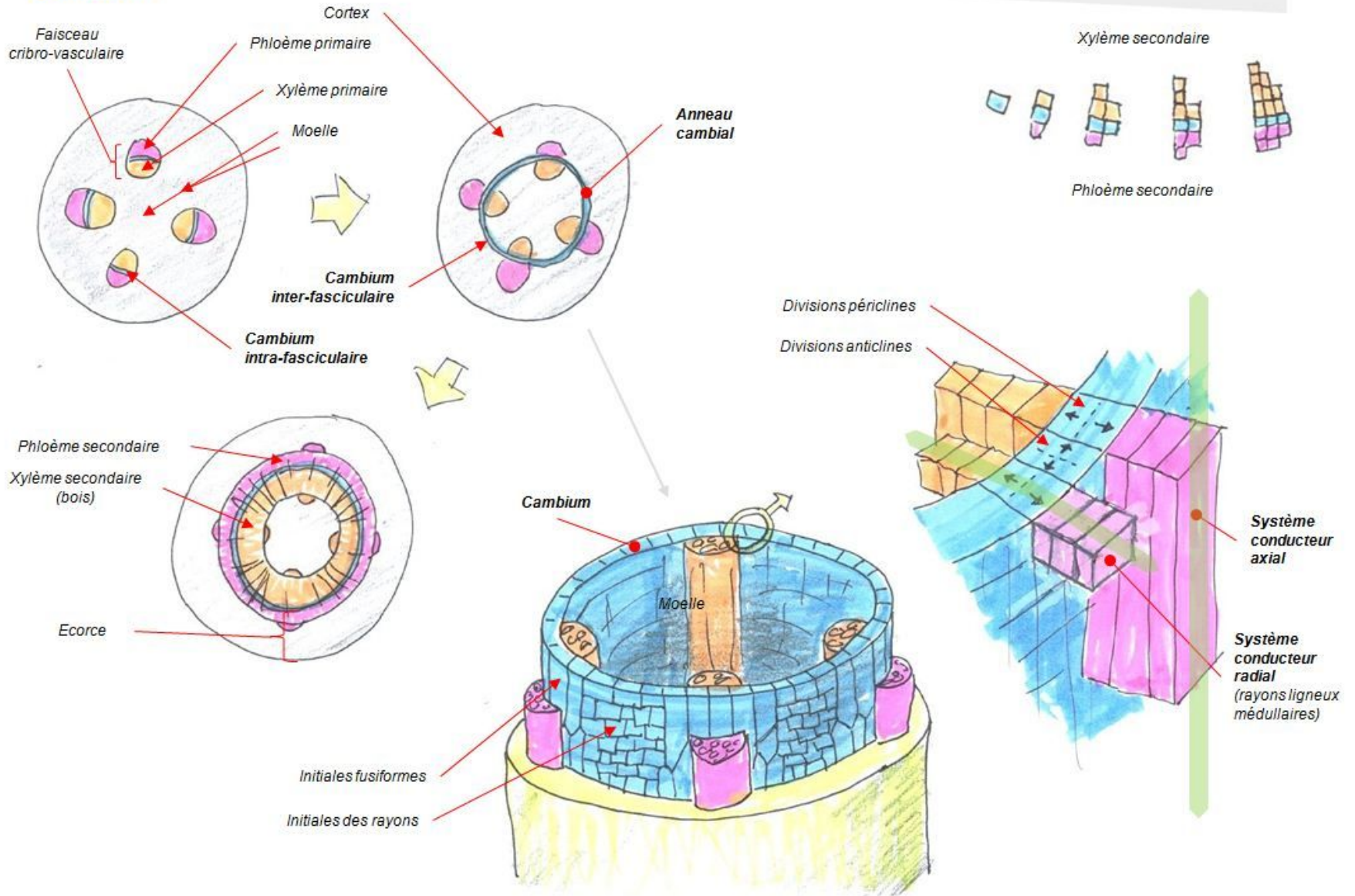




1- прокамбий; 2- эпидерма; 3- колленхима; 4 – паренхима коры; 5 – эндодерма (3-5 – первичная кора); 6 – склеренхима перицикла; 7- флоэма; 8 – ксилема; 9 – пучковый камбий (7-9 – открытый коллатеральный пучок); 10 – межпучковый камбий; 11- первичный сердцевинный луч; 12 – паренхима сердцевины (6-11 – центральный цилиндр).

Данный рисунок сделан с поперечного среза стебля на уровне первого междоузлия (см. [рис. на слайде 3](#)). Здесь присутствуют преимущественно первичные ткани.

Cambium



Наряду с анатомо-физиологической существует и онтогенетическая классификация тканей, основанная на их происхождении и времени появления в процессе морфогенеза органа. По этой классификации ткани делят на первичные и вторичные.

Первичные меристемы ведут своё начало от первой клетки нового организма — зиготы, которым свойственна способность к делению. Они первыми формируются при заложении нового организма и обеспечивают его первичный рост. Это — верхушечные и вставочные меристемы. Те постоянные ткани, клетки которых дифференцируются из производных клеток первичной меристемы, называют первичными. К ним относят ткани: первичные покровные, первично проводящие и основные.

Камбий (от лат. *cambium* — обмен, смена) — образовательная ткань в стеблях и корнях преимущественно двудольных и голосеменных растений, дающая начало вторичным проводящим тканям и обеспечивающая их прирост в толщину. Сезонные изменения активности камбия обуславливают образование годичных колец древесины.

Камбий представляет собой образовательный слой деятельных клеток, залегающий на границе между древесиной и лубом. Камбий происходит из прокамбия — родоначальной ткани сосудистых пучков, в свою очередь возникающей из клеток первичной образовательной ткани, первичной меристемы (слайд 12).

Сначала полоса камбия имеется только в сосудистых пучках (пучках открытых — они одни только имеют камбий). Это — камбий пучковый. Затем образуются прослойки камбия между пучками, в сердцевинных лучах (камбий межпучковый, или лучевой). Прослойки эти соединяют камбиальные полосы пучков друг с другом. Таким образом получается целое сплошное камбиальное кольцо, идущее параллельно окружности. Камбий межпучковый образует новые сосудистые пучки в промежутках между старыми, или же все кольцо однообразно функционирует, порождая ежегодно новые массы древесины и луба. В морозные зимы деятельность камбия полностью прекращается, а с нею и прирост дерева в толщину.

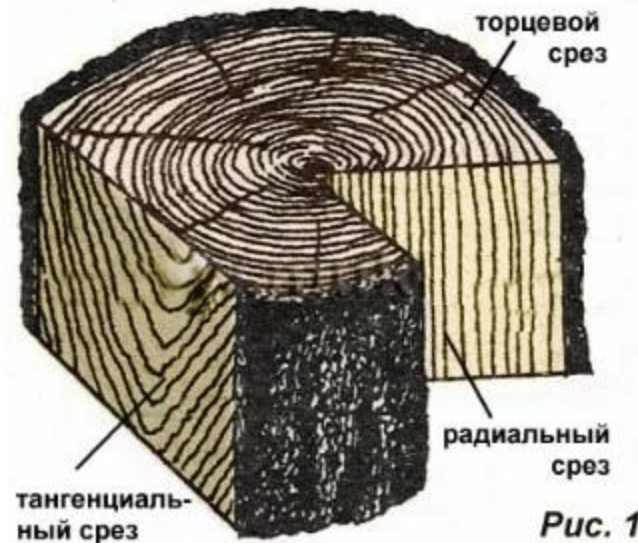
Камбиальные клетки обыкновенно вытянуты по длине, имеют вид прямоугольных 4-гранных призм с радиальным поперечником меньшим, нежели тангентальный, и с концами, скошенными наподобие одно— или двускатной крыши. Внутри клетки находится густозернистая плазма и явственное веретенообразное ядро, вытянутое по направлению продольной оси клетки; иногда также хлорофилл, а зимою мелкие зёрна крахмала. Оболочка клеток неодеревеневшая, нежная и тонкая, только на зиму утолщающая свои радиальные стенки. Клетки с только что описанными свойствами образуют несколько концентрических слоев, прилегающих друг к другу. За настоящий камбий принимают, однако, только один из этих слоев, остальные считают самыми молодыми древесиной и лубом. Таким образом, в каждом радиальном ряду камбиальной зоны находится только одна настоящая камбиальная клетка, это так называемая инициальная клетка.

Она делится продольно пополам тангентальной перегородкой на две клетки, из которых одна сохраняет свойства производшей её (материнской) клетки и прежде всего способность снова делиться — она становится новой инициальной клеткой, другая клетка делится еще раз (опять в тангентальной плоскости), превращаясь в пару клеток «постоянных», притом — лубяных, если они лежат снаружи от инициальной клетки, древесинных, если — внутри. Результатом повторных делений инициальной клетки является правильный радиальный ряд клеток древесины и луба. Клетки древесины отлагаются по направлению к центру стебля, клетки луба — к периферии. В древесине и в лубе наиболее молодые части лежат всего ближе к камбию; стало быть, у древесины самая молодая часть наружная, а у луба наоборот — внутренняя. Расширение самого камбиального кольца происходит благодаря делению клеток камбия радиальными перегородками. (Слайд 13)

Макростроение древесины

Рассматривается в 3-х направлениях:

- ✓ торцевом;
- ✓ радиальном;
- ✓ тангентальном.



- Эти срезы определяют декоративные свойства древесины.

ОСНОВНЫЕ РАЗРЕЗЫ СТВОЛА

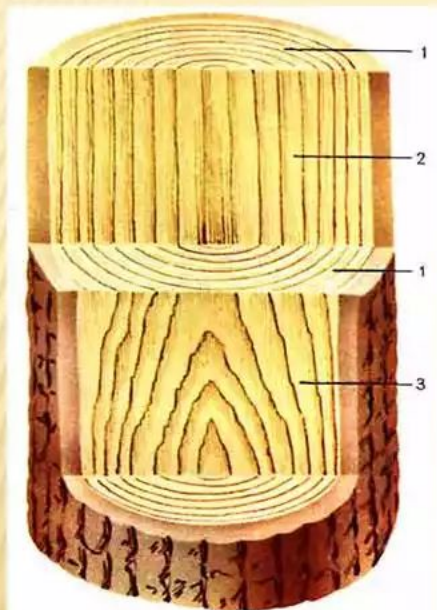
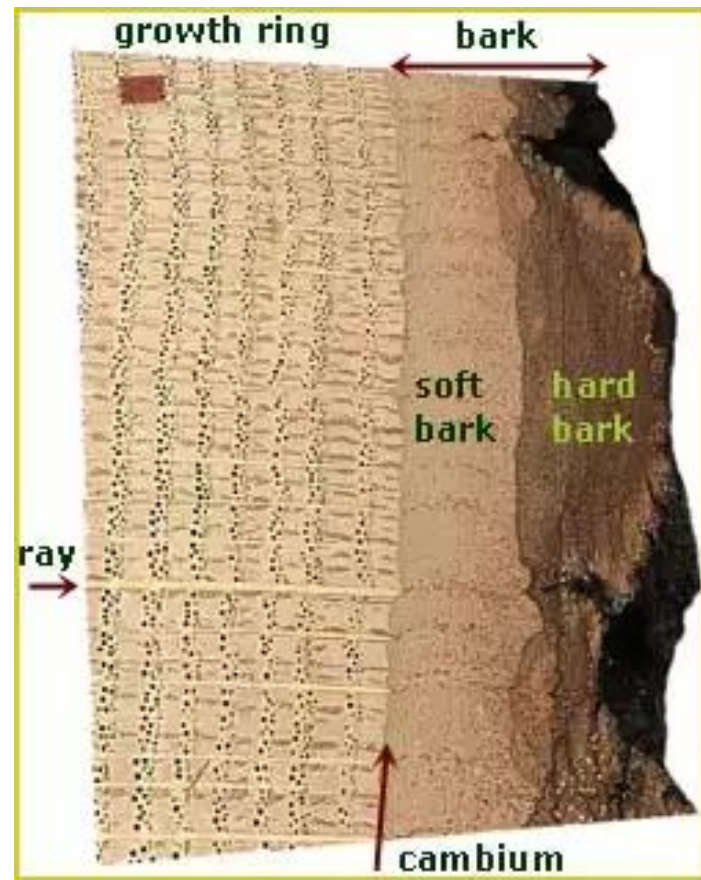
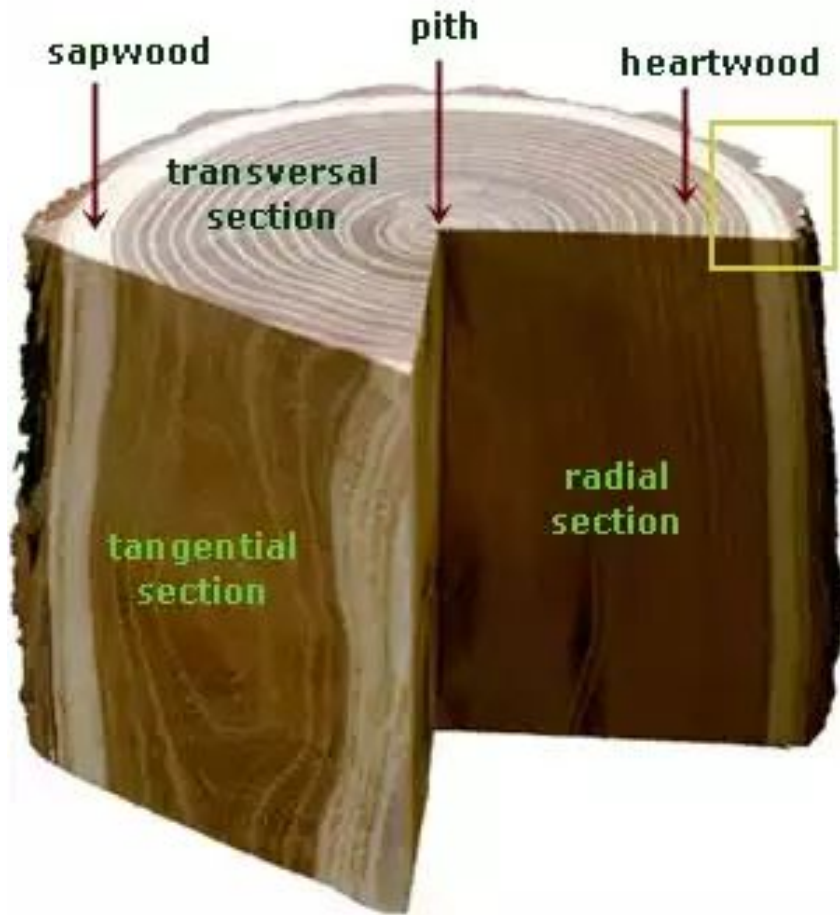


Рис. 2. Главные разрезы ствола дерева:
1 — поперечный (торцовый), 2 — радиальный, 3 — тангентальный

- ✘ 1- поперечный (торцевой),
- ✘ 2 - радиальный,
- ✘ 3 - тангентальный

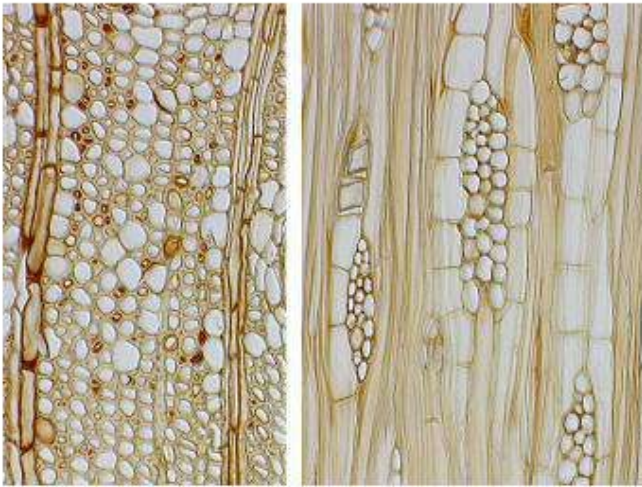


Ткани растений

кончик побега



кожица листа

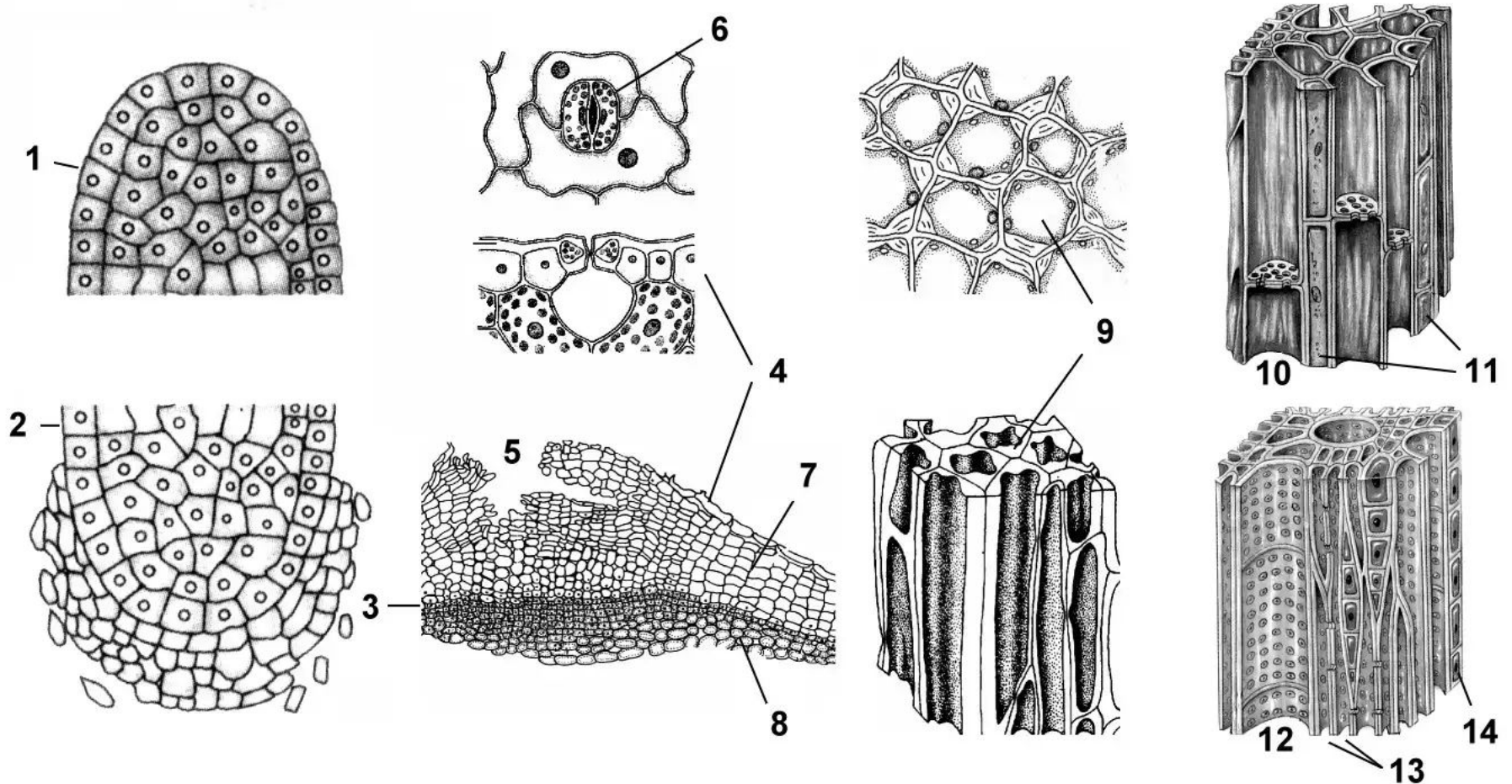


древесина



клетки корня

Примеры образовательных, покровных, механических и проводящих тканей



Образовательные ткани растений

У покрытосеменных растений насчитывается около 80 различных типов клеток.

- Образовательные ткани располагаются в точках роста – апикальные меристемы

Боковые (латеральные: лат. *lateralis* - боковой) меристемы

Первичная образовательная ткань:

- **Прокамбий** – образует вторичную образовательную ткань - **камбий** и первичную проводящую систему.
- **Перицикл** – образует пробковый камбий – **феллоген**, а в корнях – боковые корни.

Вторичная образовательная ткань:

- **Камбий** – расположен под коркой и образует вовнутрь – древесину, снаружи – луб (мало, очень нежные и недолговечные и часто сминаются (облитерируются)).
- **Феллоген** – располагается над лубом и образует снаружи – пробку (мертвые клетки), а вовнутрь – феллодерму (живые клетки, осуществляют связь с камбием). Получается слоеный пирог:

Пробка

Феллоген

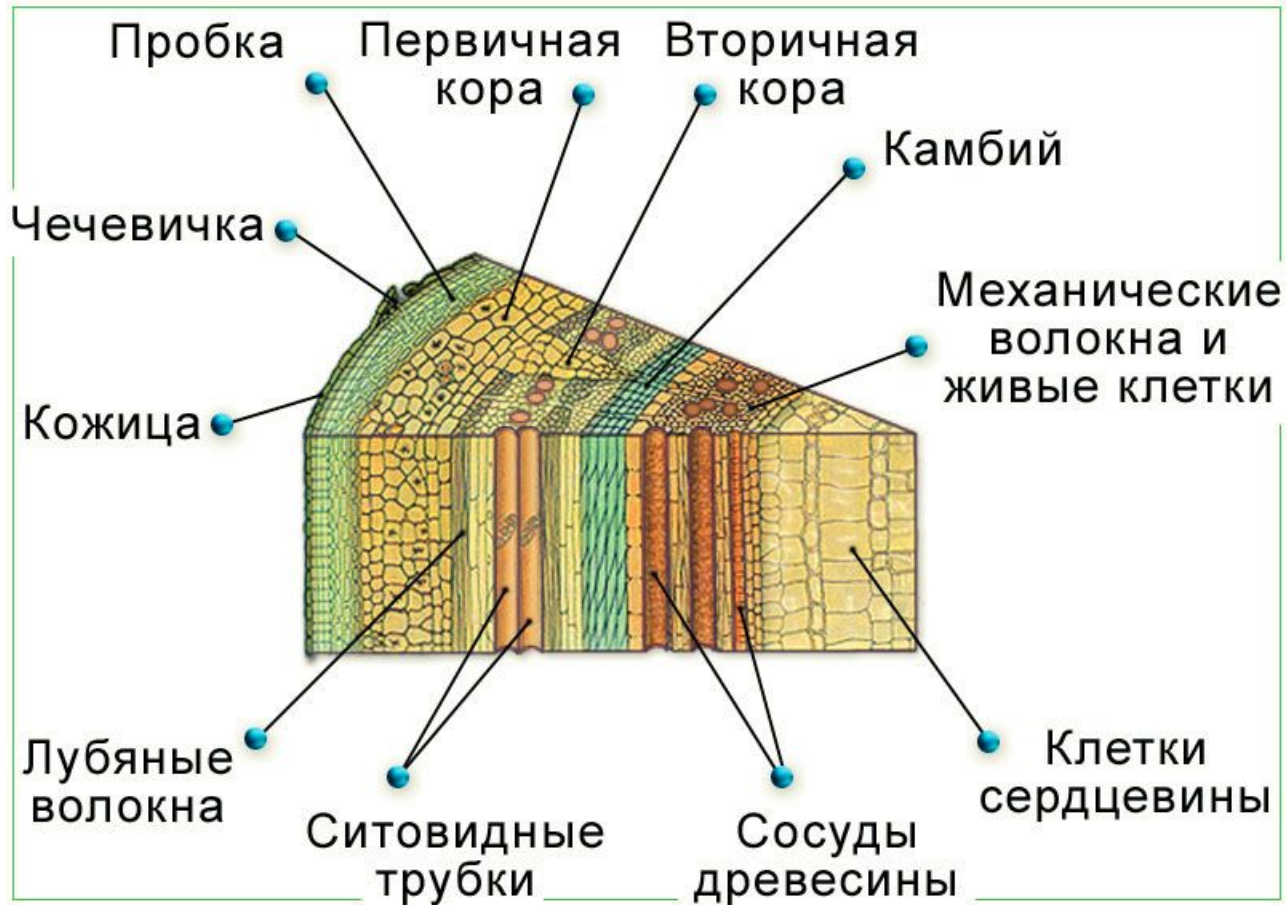
Феллодерма

Луб

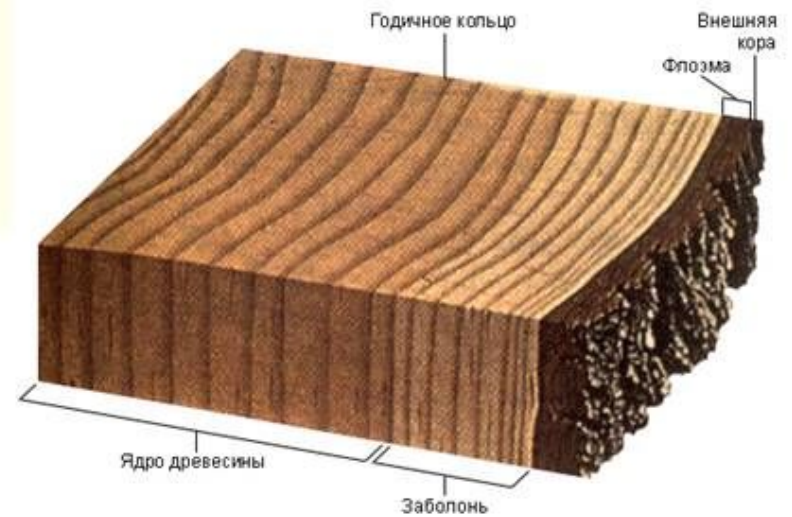
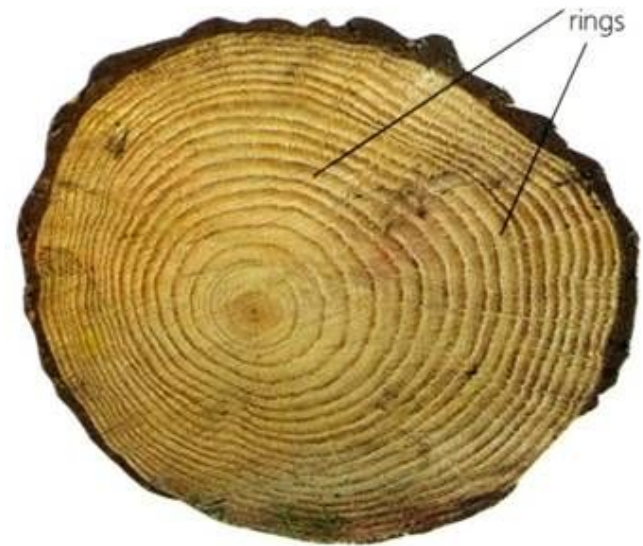
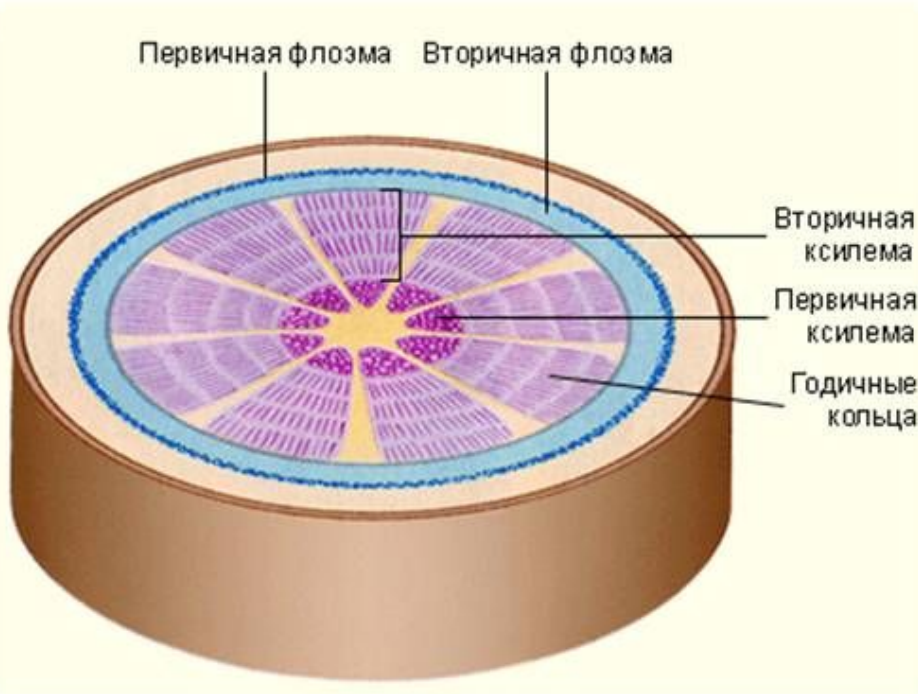
Камбий

Древесина

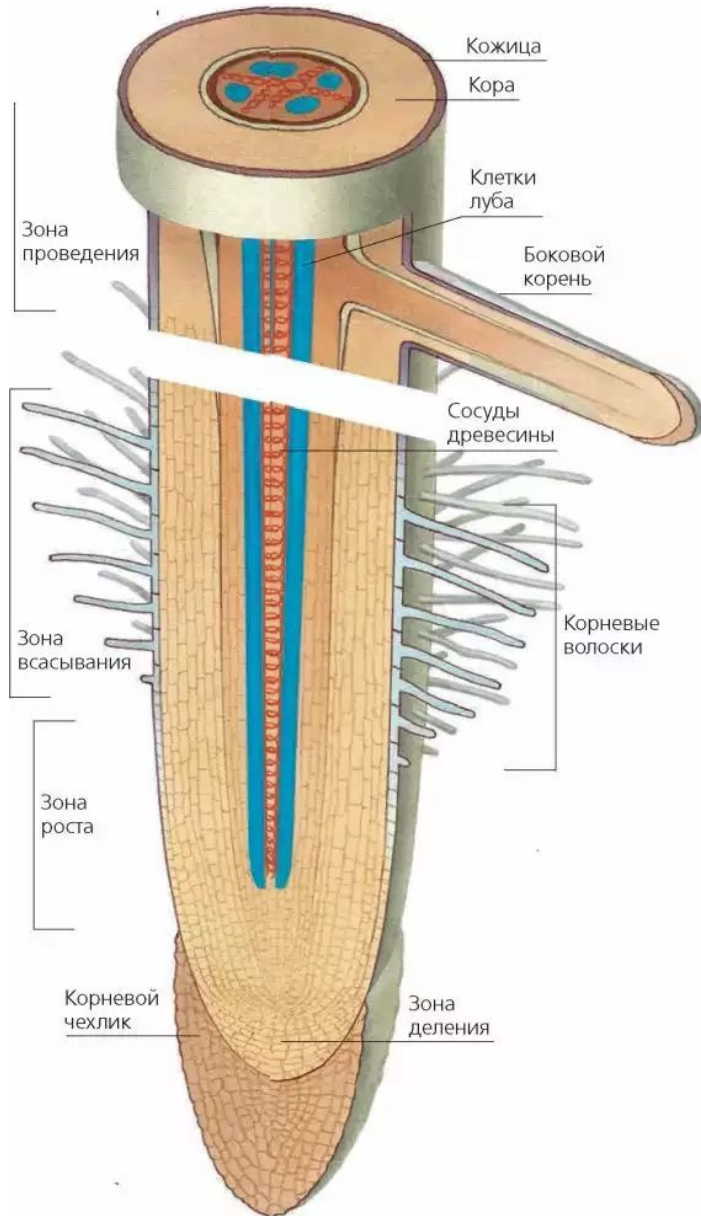
Строение однолетнего стебля древесного растения



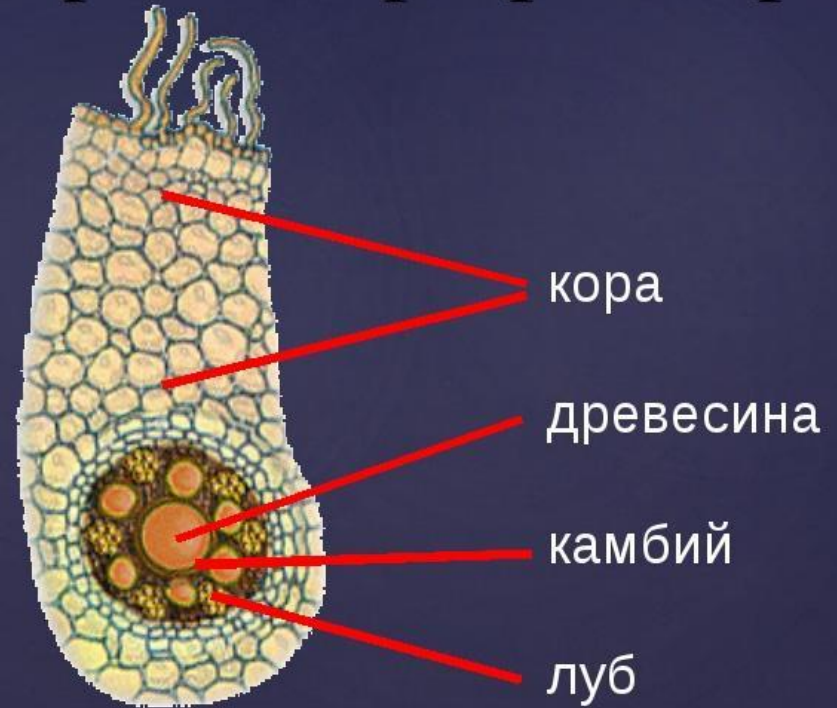
Анатомия стебля древесного растения

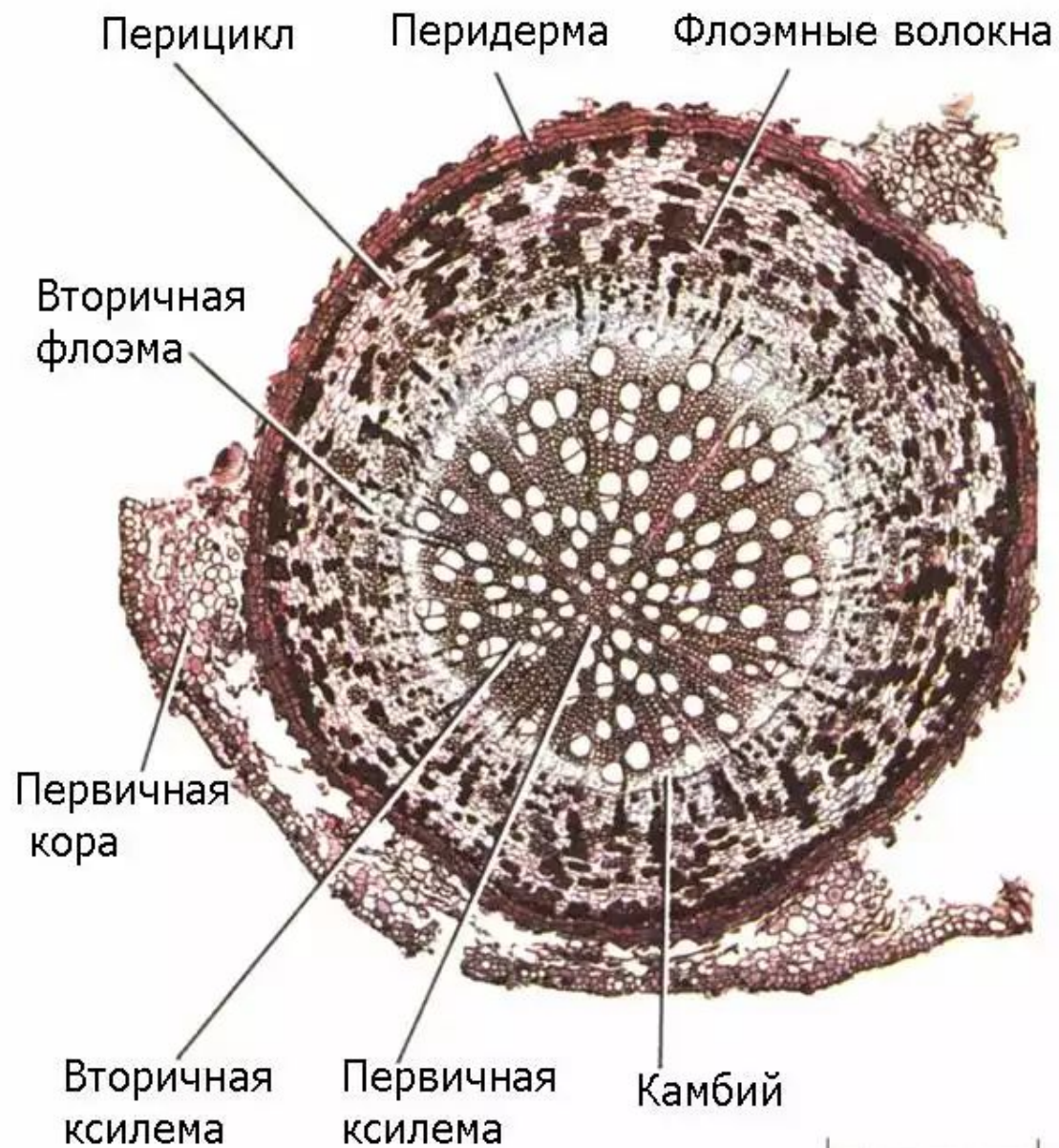


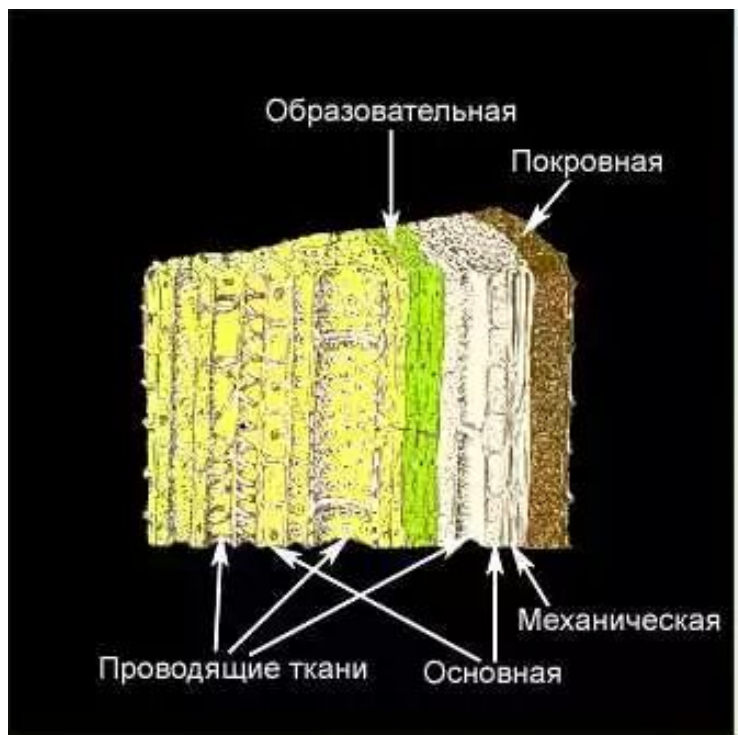
Корень



Поперечный разрез корня







Покровные ткани



КОЖИЦА



ПРОБКА

Образовательные ткани



КАМБИЙ



КОНУС
НАРАСТАНИЯ

Проводящие ткани



СИТОВИДНЫЕ ТРУБКИ



СОСУДЫ

Механические ткани

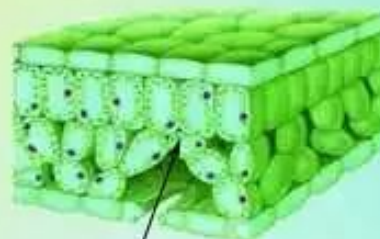


МЕХАНИЧЕСКАЯ ТКАНЬ



ЛУБЯНЫЕ ВОЛОКНА

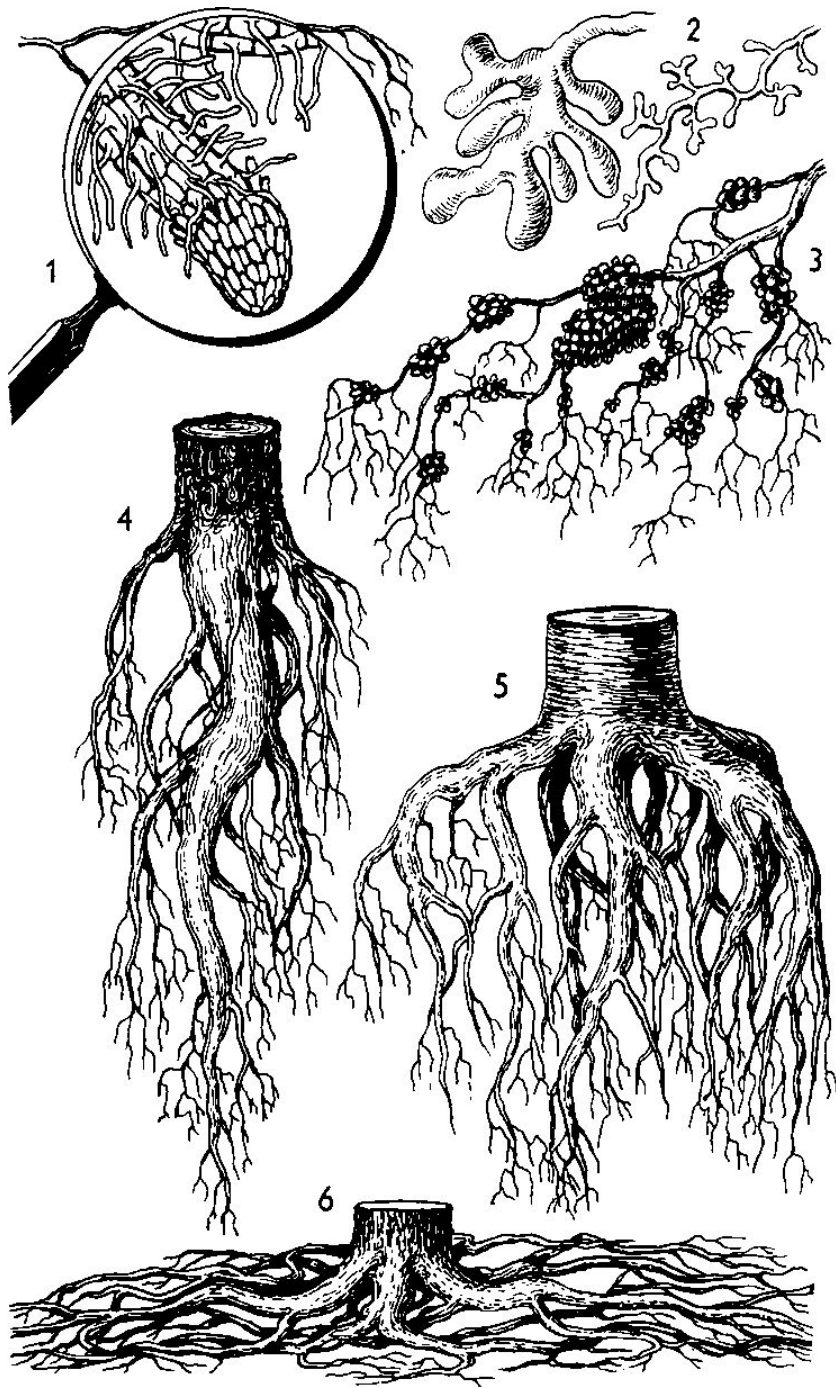
Основные ткани



ФОТОСИНТЕЗИРУЮЩАЯ
ТКАНЬ



ВСАСЫВАЮЩИЕ ВОЛОСКИ
КОРНЯ



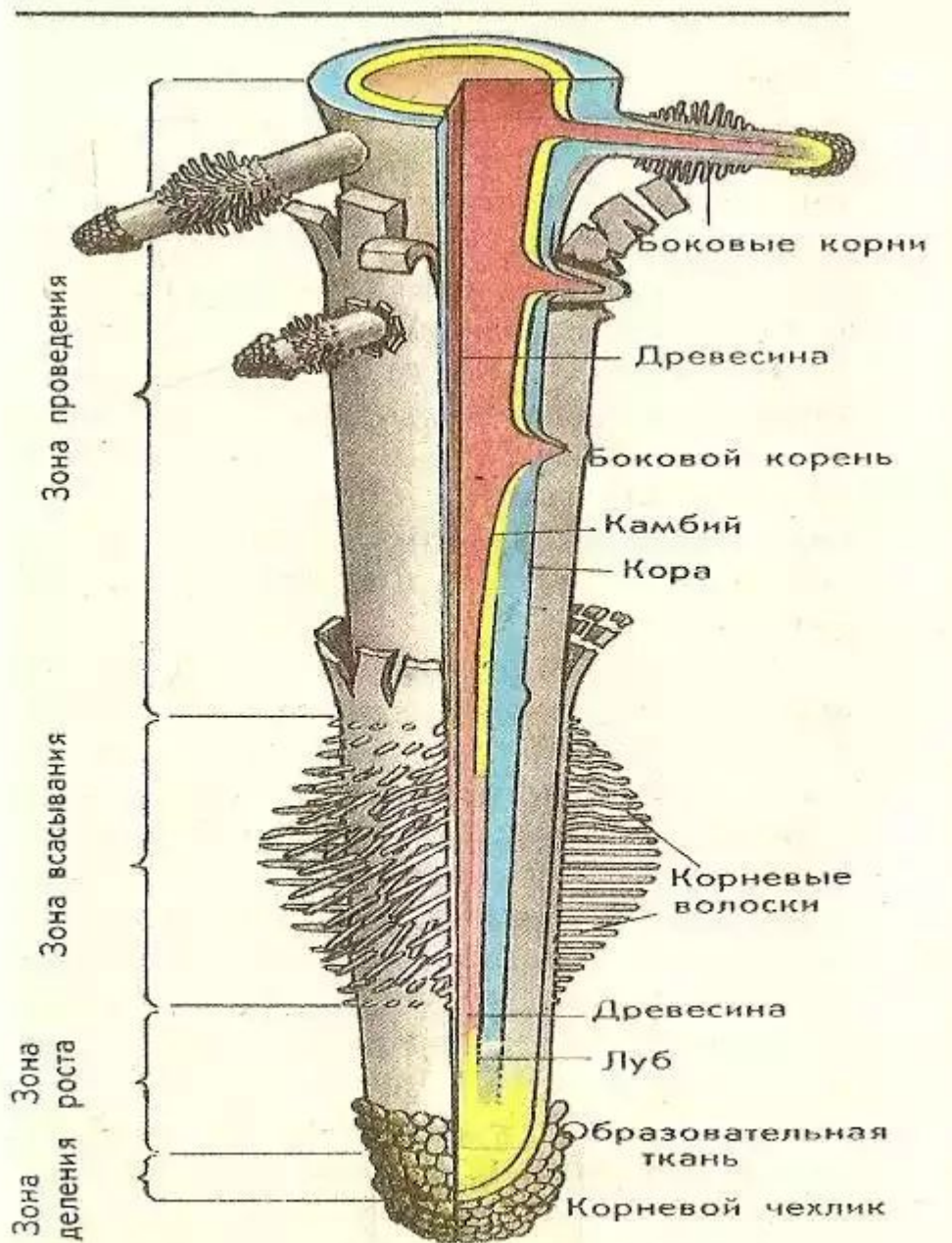
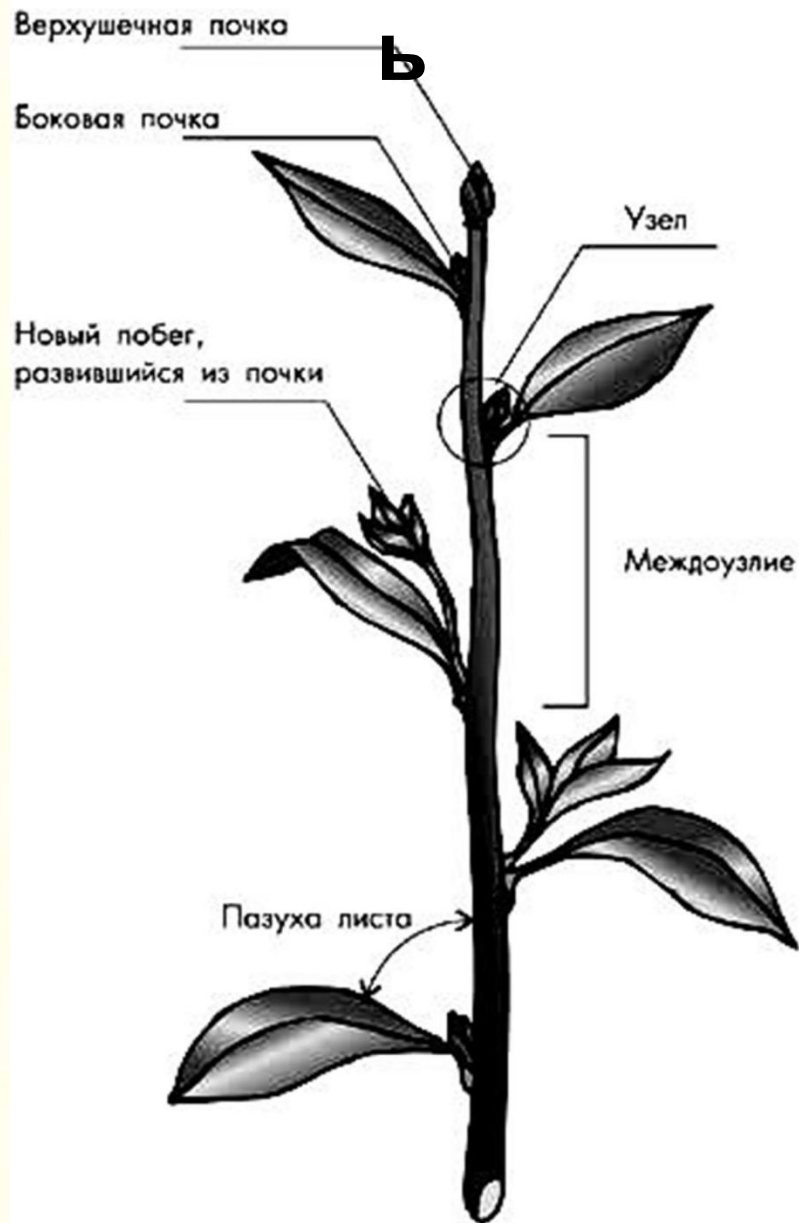


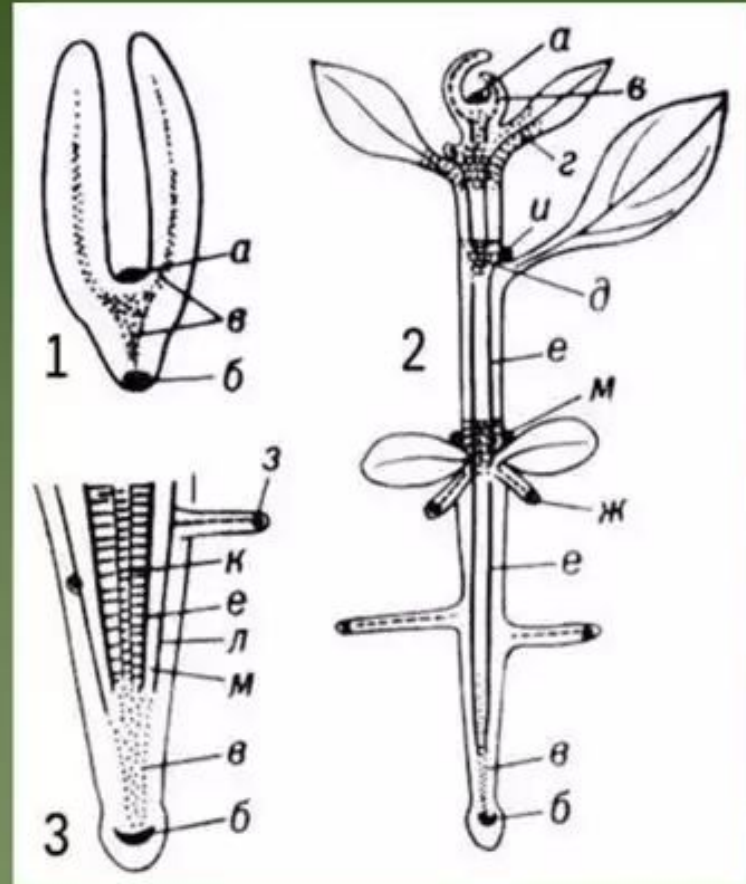
Рис. 25. Зоны корня. Образование и рост боковых корней (схема)

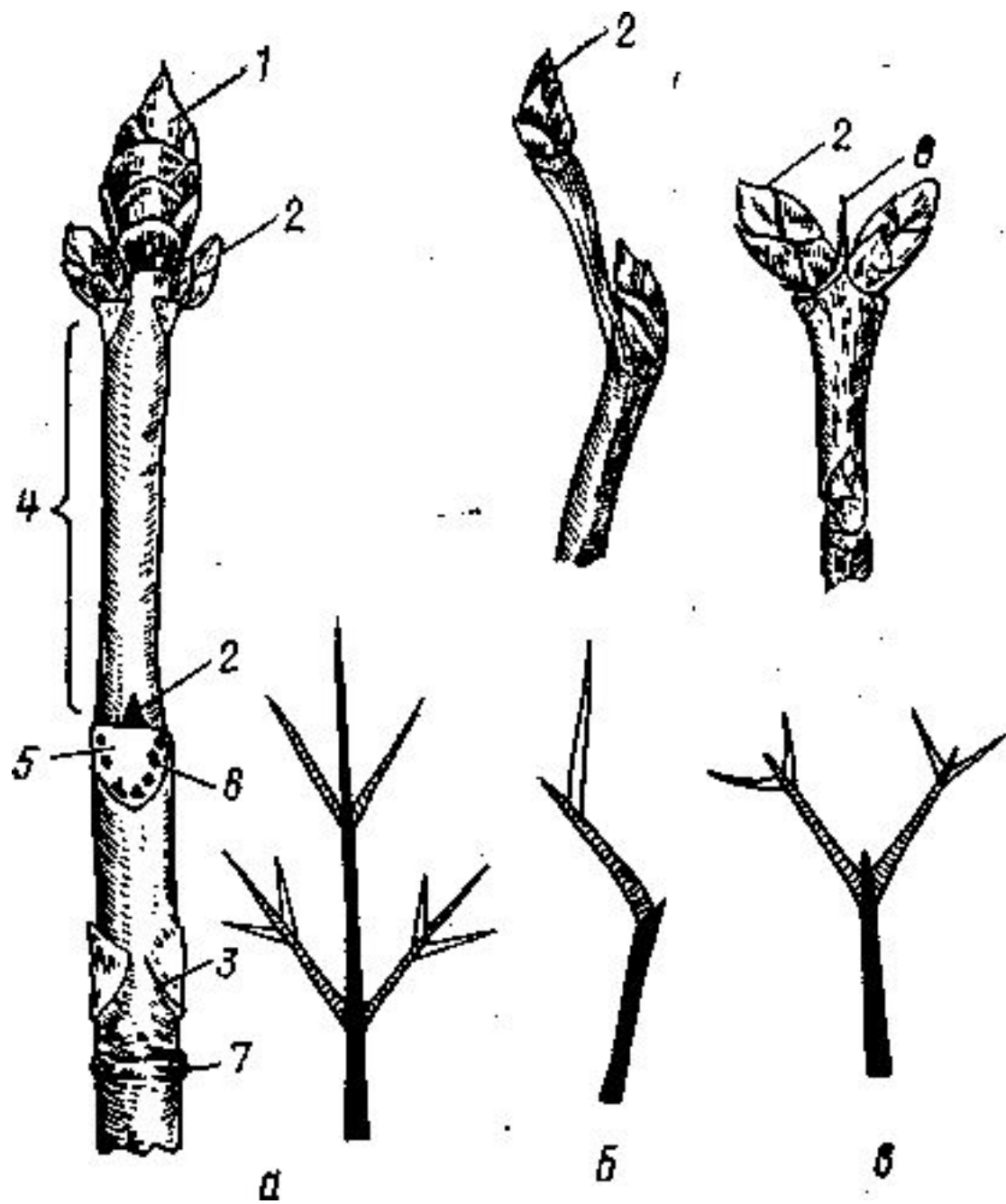
Стебель



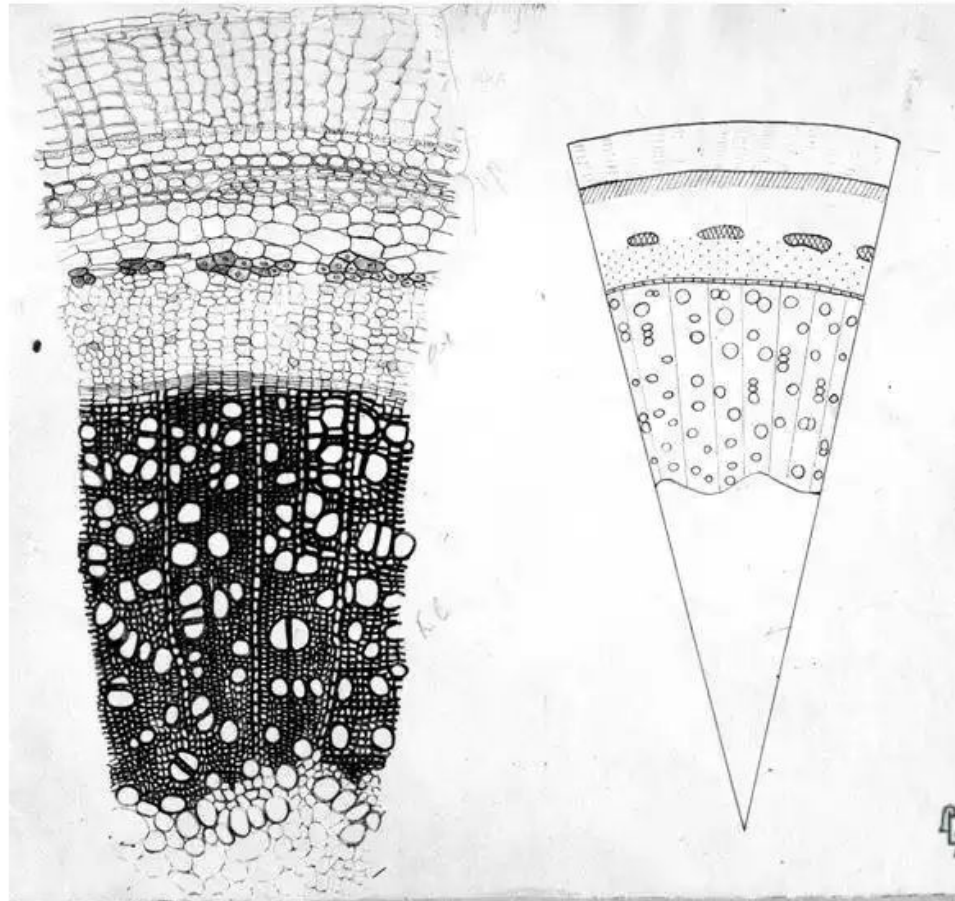
Местонахождение

Меристематические ткани: 1 — в зародыше семени, 2 — в проростке растения, 3 — в кончике корня; а — апикальная меристема побега, б — апикальная меристема корня, в — прокамбий, г — интеркалярная меристема листа, д — интеркалярная меристема побега, е — камбий, ж — апикальная меристема придаточного корня, з — апикальная меристема бокового корня, и — апикальная меристема пазушной почки, к — ксилема, л — перицикл, м — флоэма.





Строение стебля древесного растения в 1-й год жизни

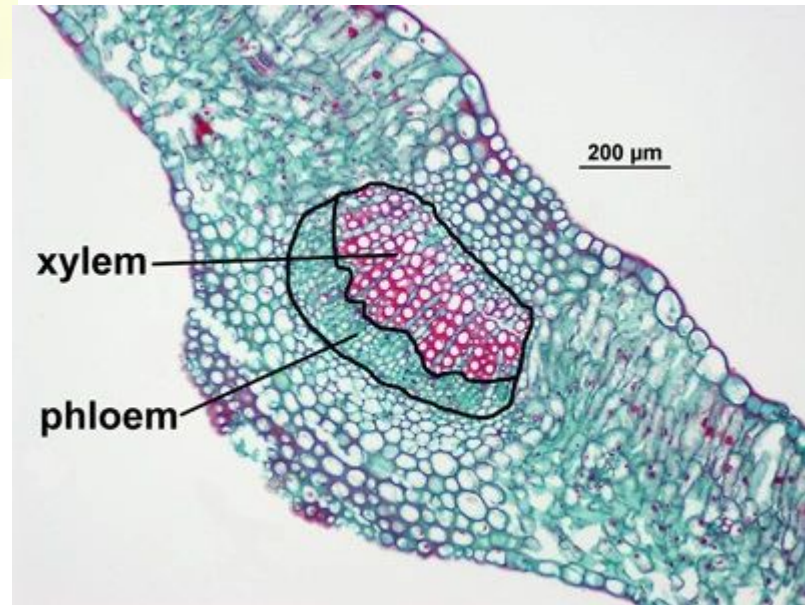


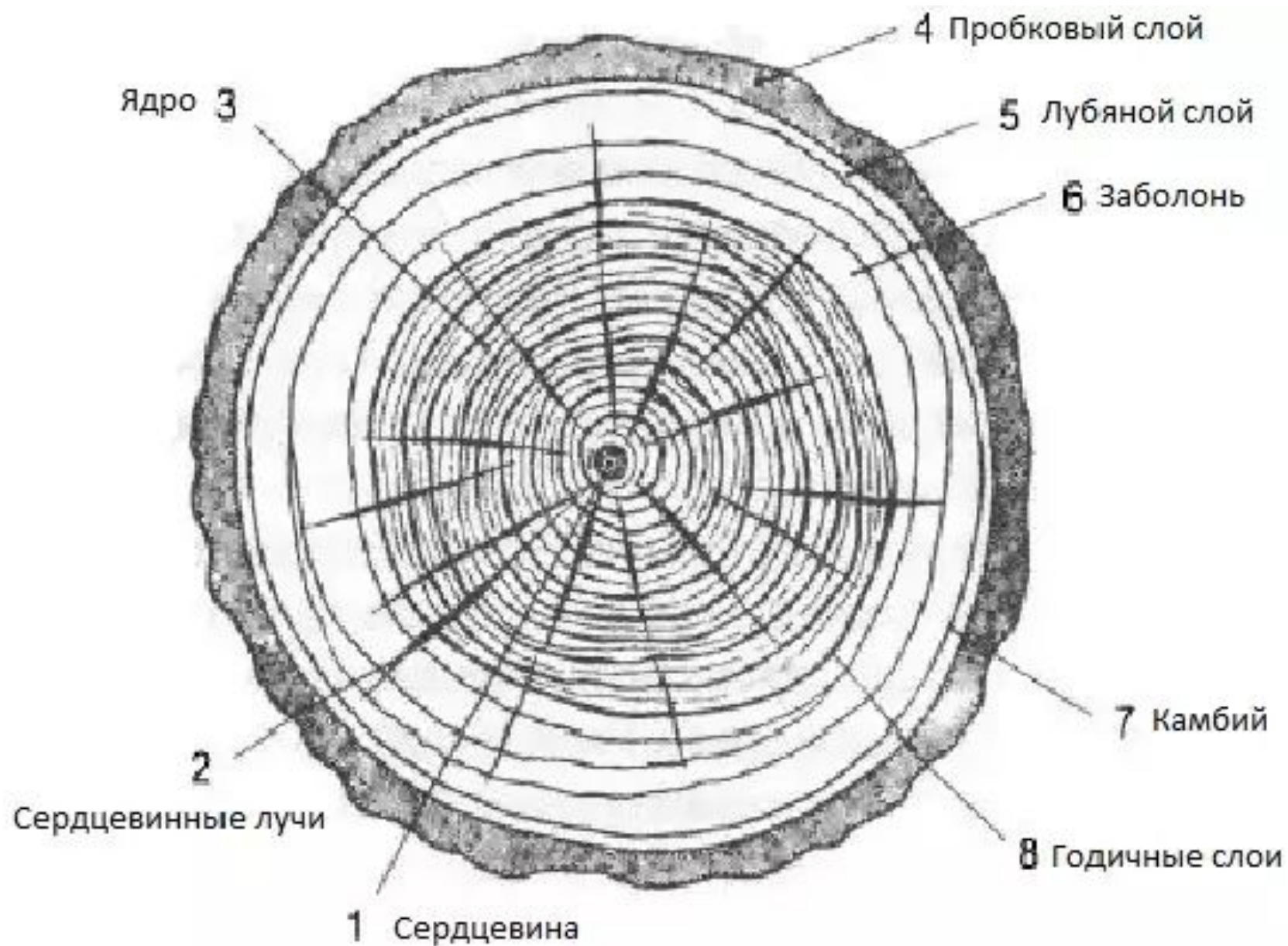


Древесина
с годовыми кольцами
(европейская древесина)

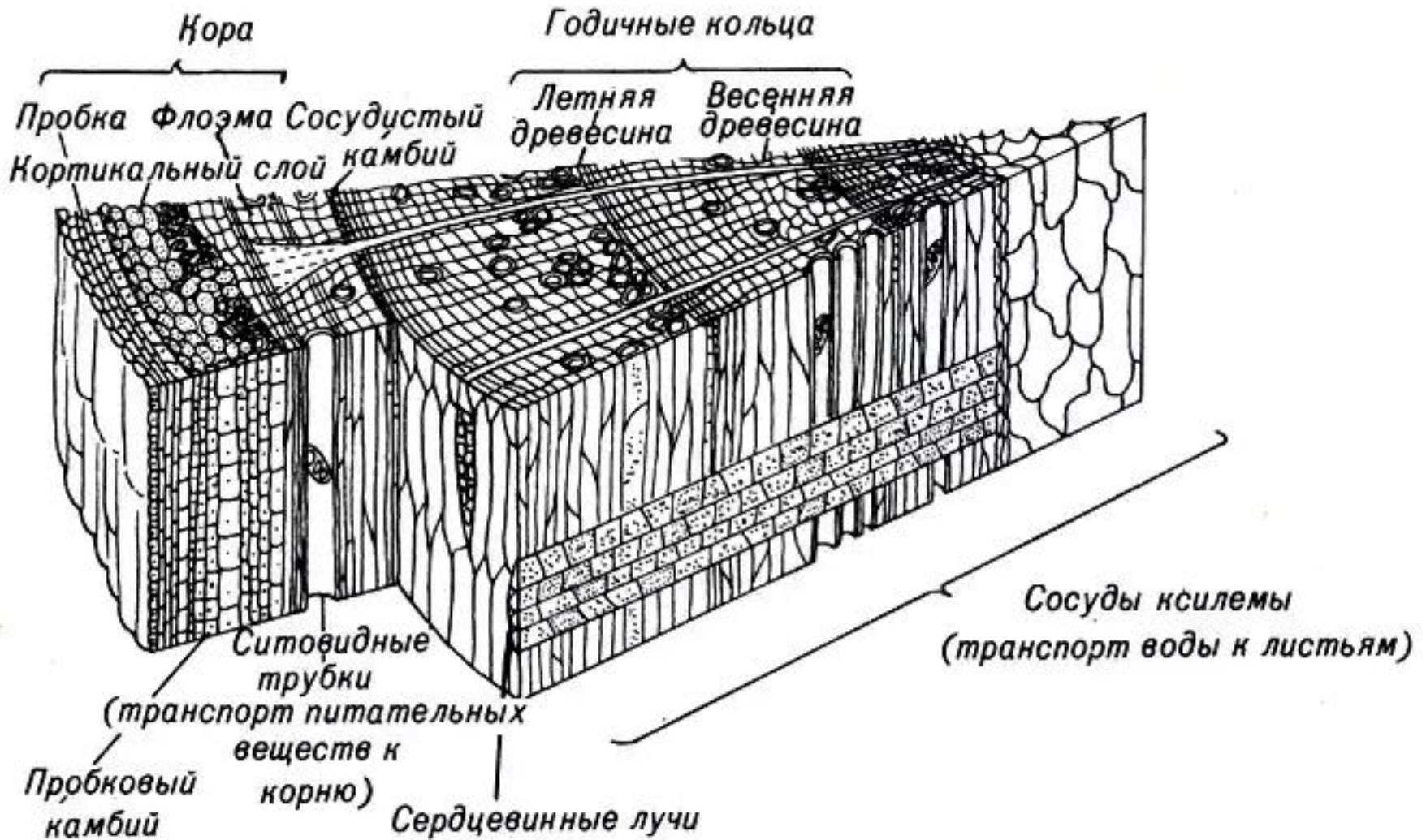


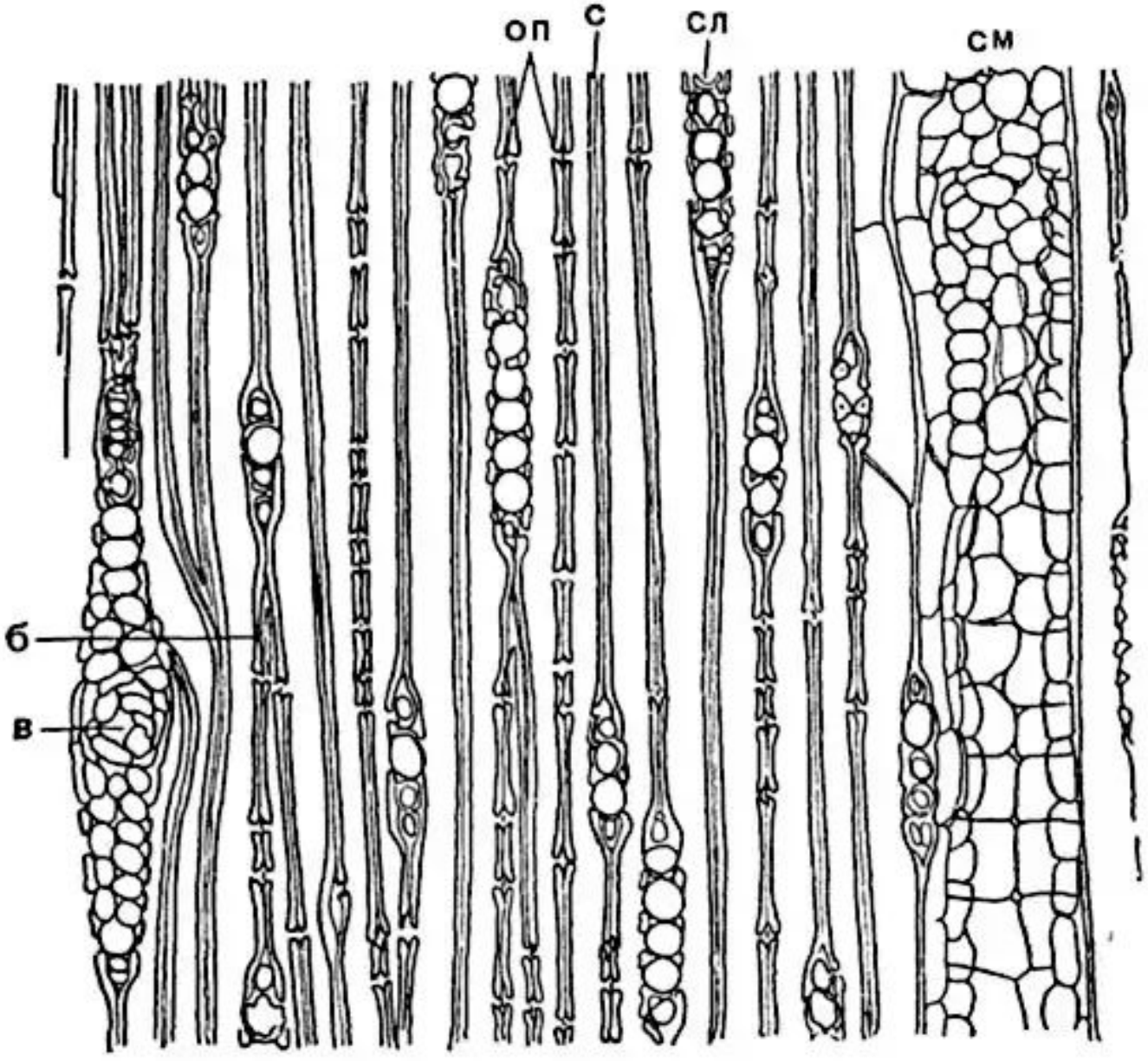
Древесина
без годовых колец
(тропическая древесина)





Анатомия стебля





ДРЕВЕСИНА.

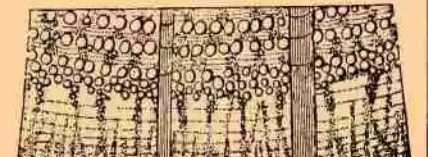
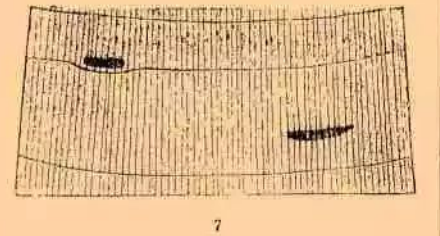
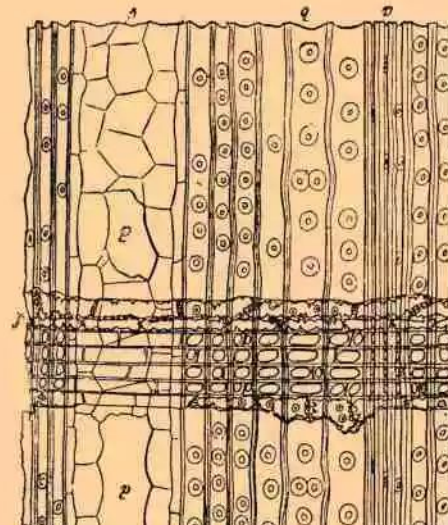
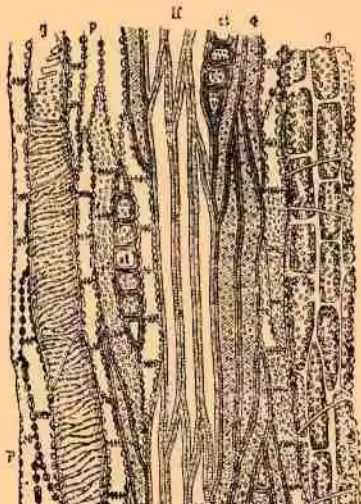
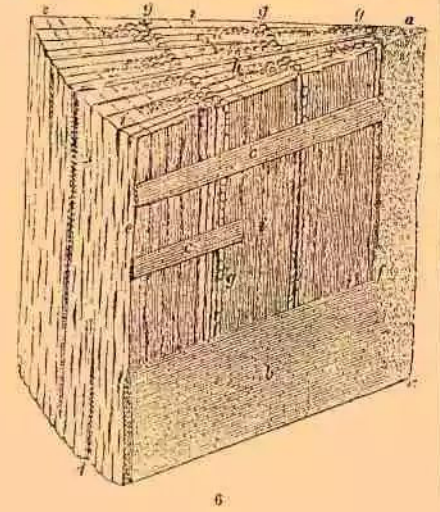
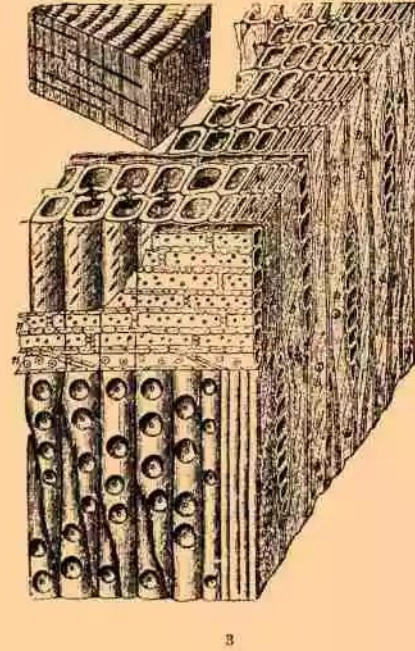
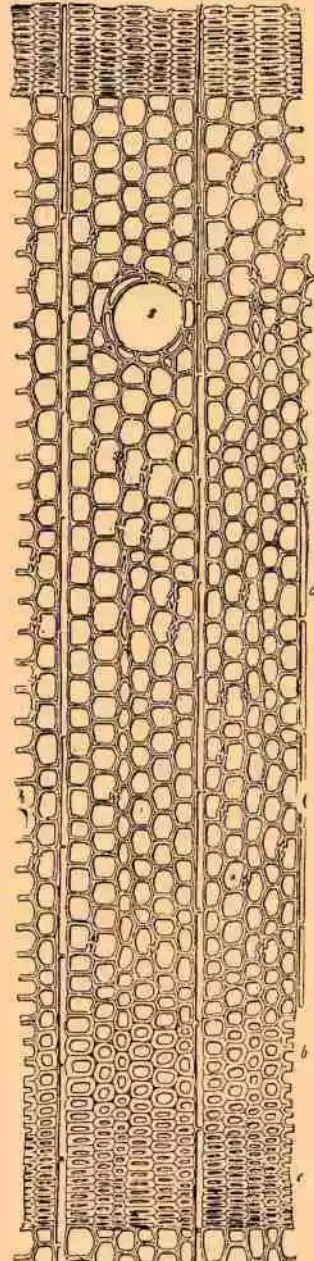
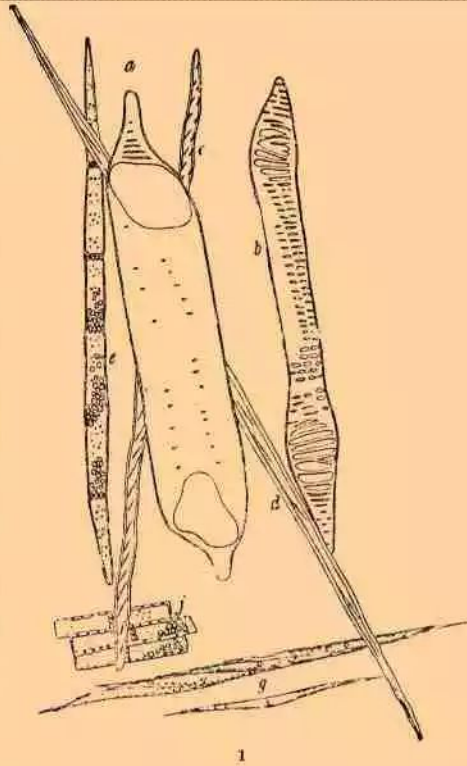
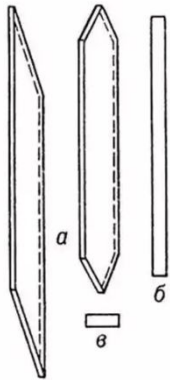
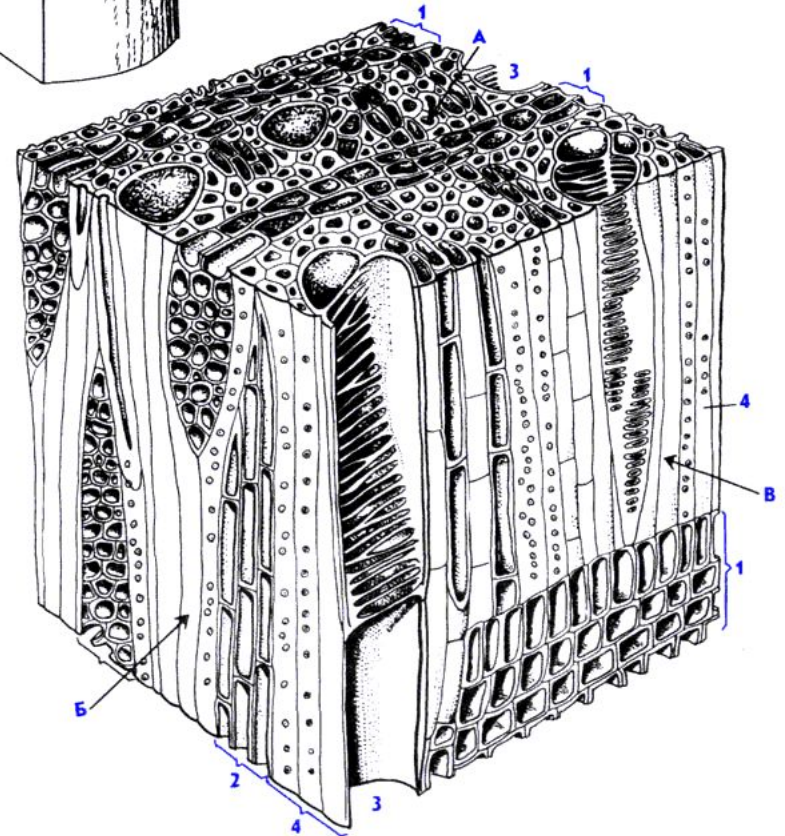
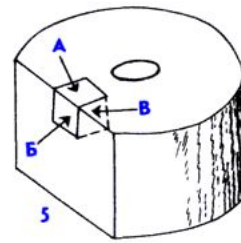




Схема прозенхимной клетки камбия:



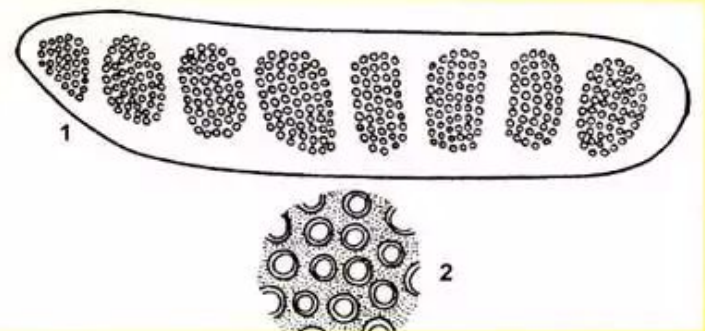
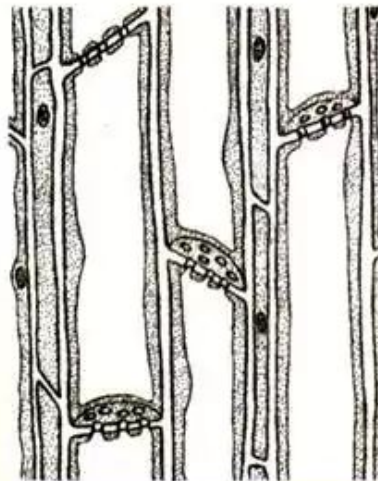
- а — продольный тангентальный разрез;
- б — продольный радиальный разрез;
- в — поперечный разрез.



4. Проводящие ткани

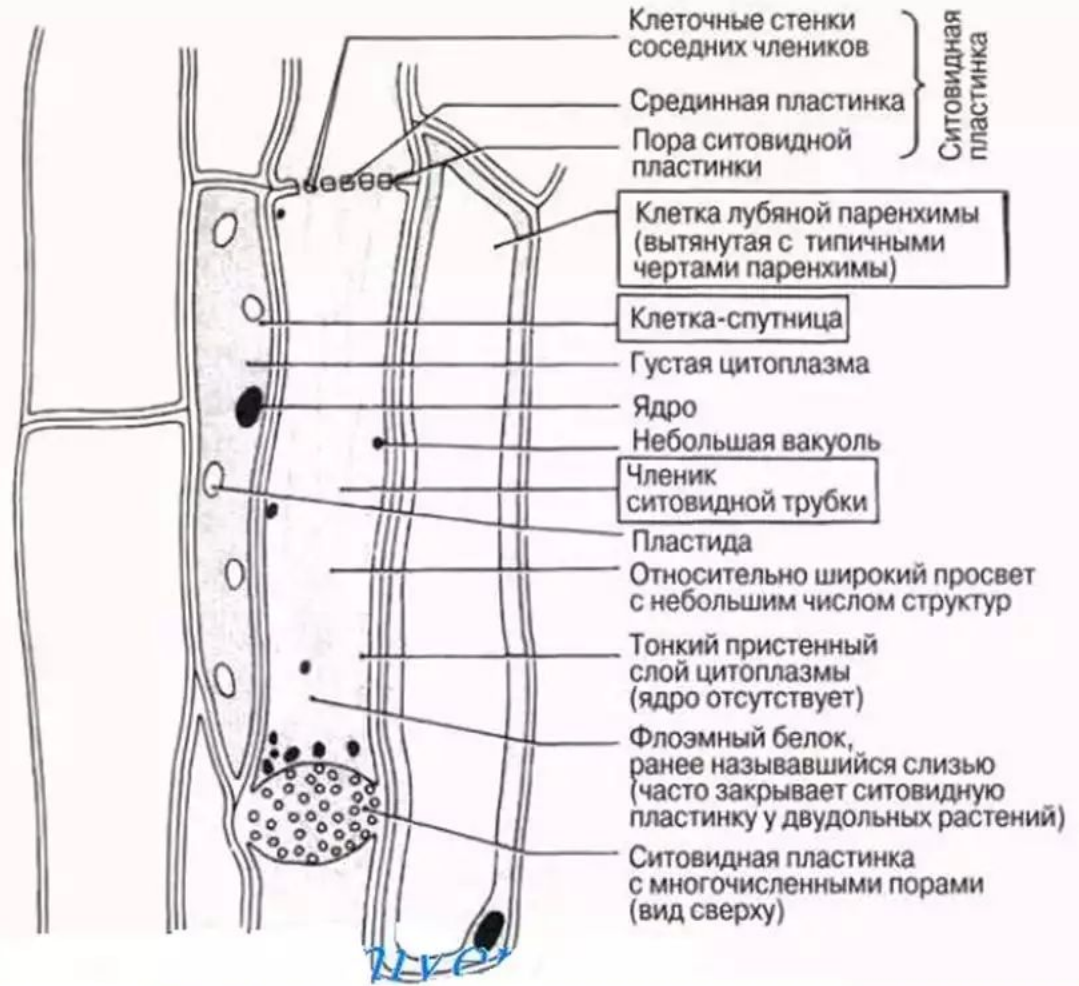
Ситовидные клетки. Характерны для высших споровых и голосеменных растений. Ситовидные поля рассеяны по боковым стенкам. В зрелых клетках сохраняется ядро. Ситовидные клетки лишены сопровождающих клеток.

Ситовидные трубки. Характерны для покрытосеменных растений. Перфорации образуют ситовидные пластинки, которые располагаются на торцевых концах клеток. В зрелых члениках ситовидных трубок ядро отсутствует, однако клетка остается живой. Рядом с каждым члеником располагаются **клетки-спутницы**.



ЛУБ (ФЛОЭМА)

- Проводящие элементы – это ситовидные трубки. Это живые клетки, не содержащие центральной вакуоли и ядер. Около них находятся клетки-спутницы, обеспечивающие питание проводящих элементов.
- Механические элементы – это лубяные волокна.
- Лубяная паренхима – образует вертикальные и горизонтальные (лубяные лучи) тяжи. Вертикальные тяжи выполняют функцию запаса веществ, горизонтальные – транспорта веществ в этом направлении.



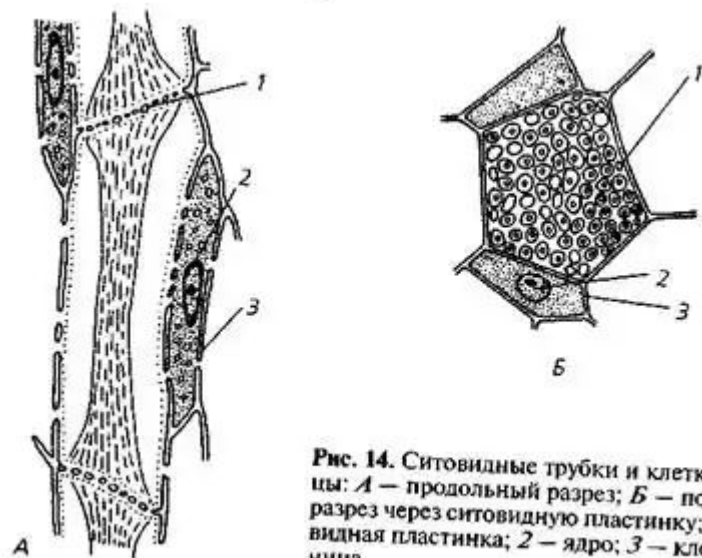
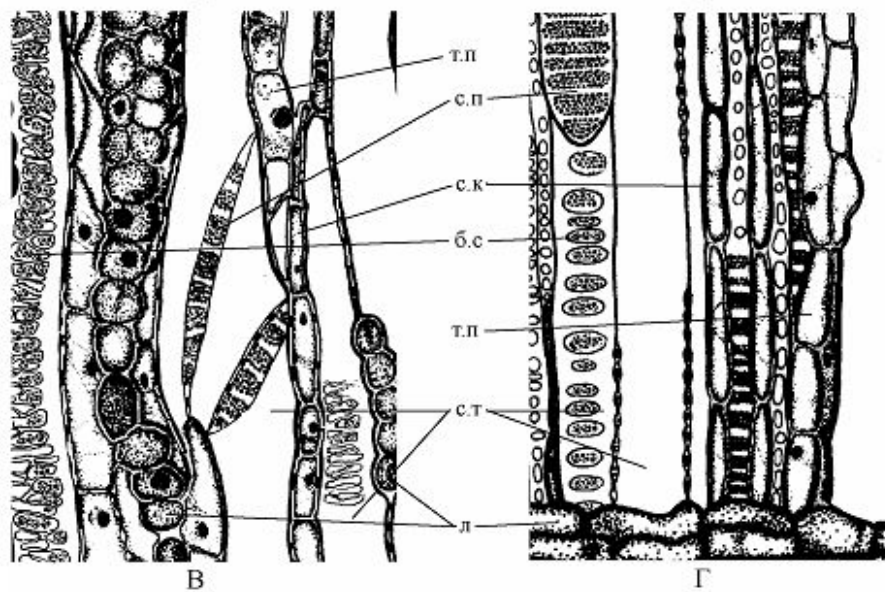
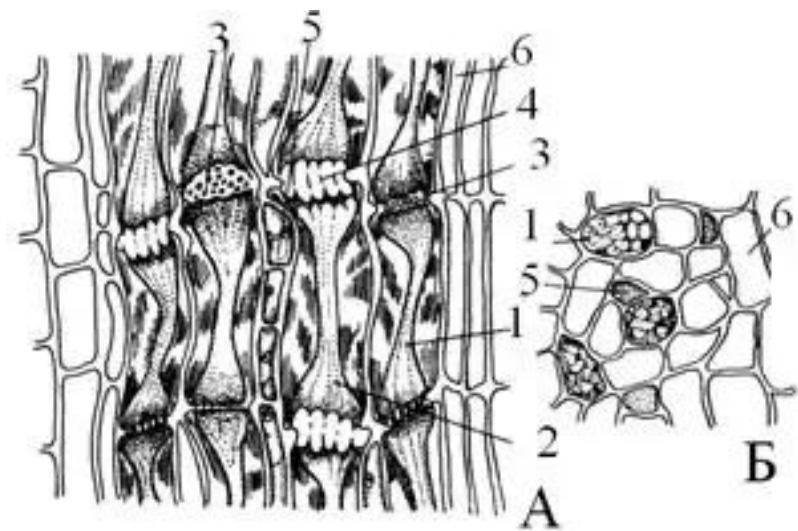
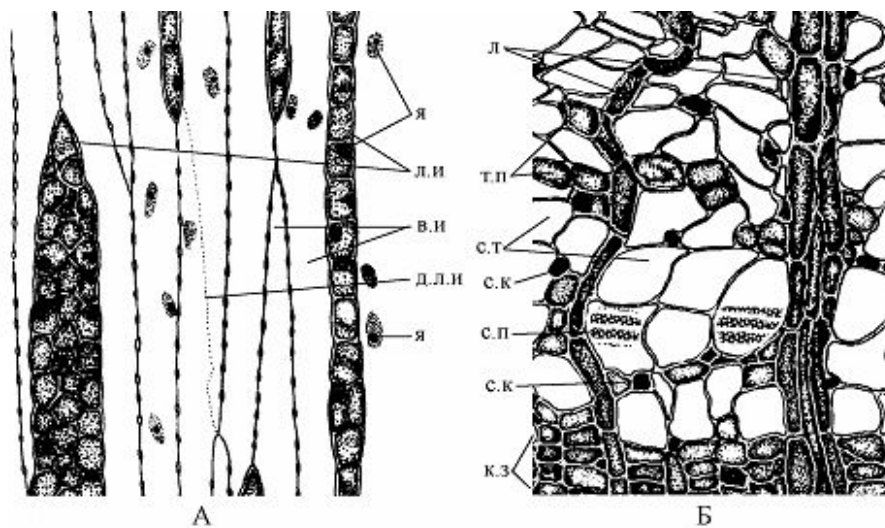
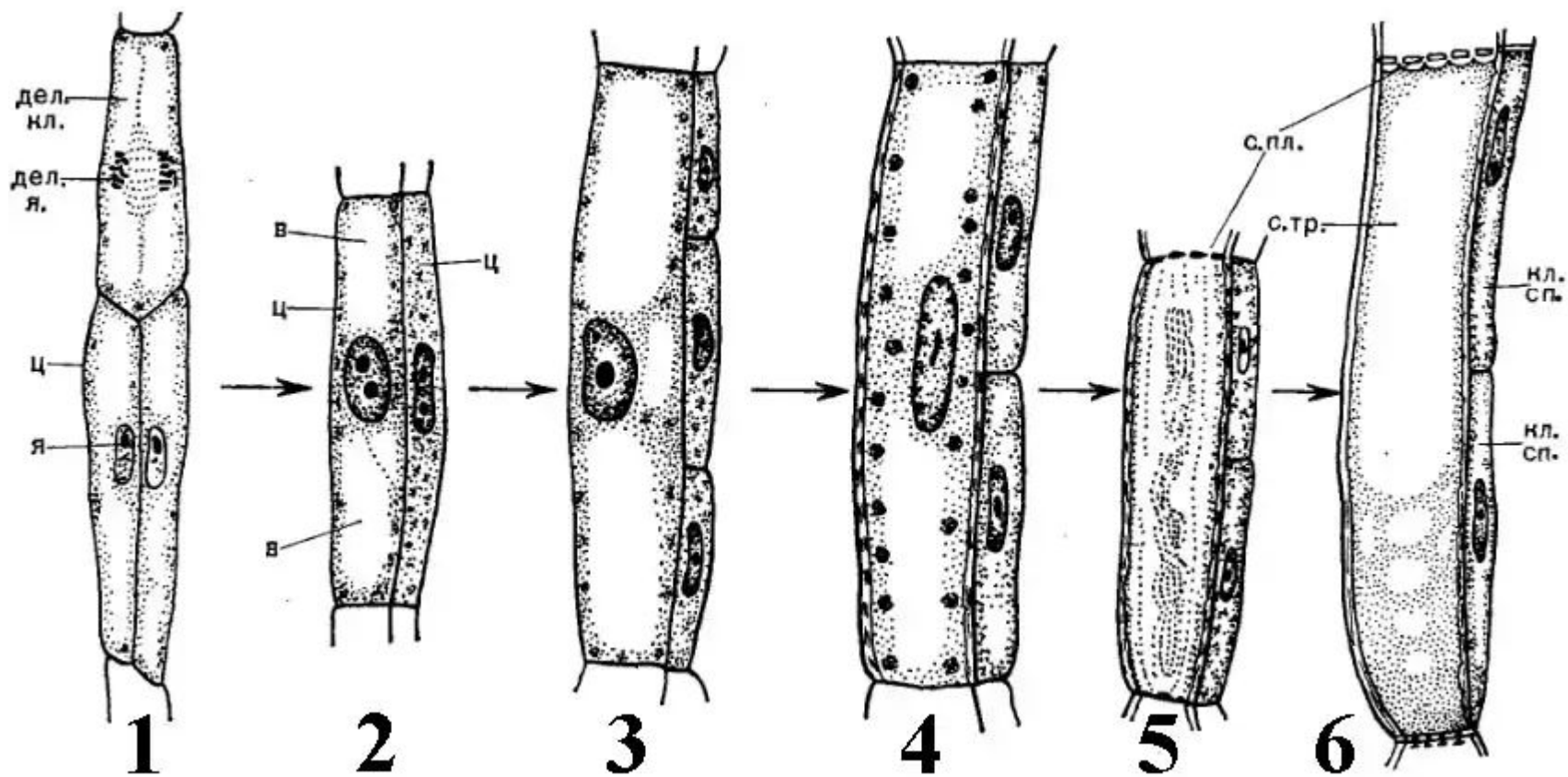
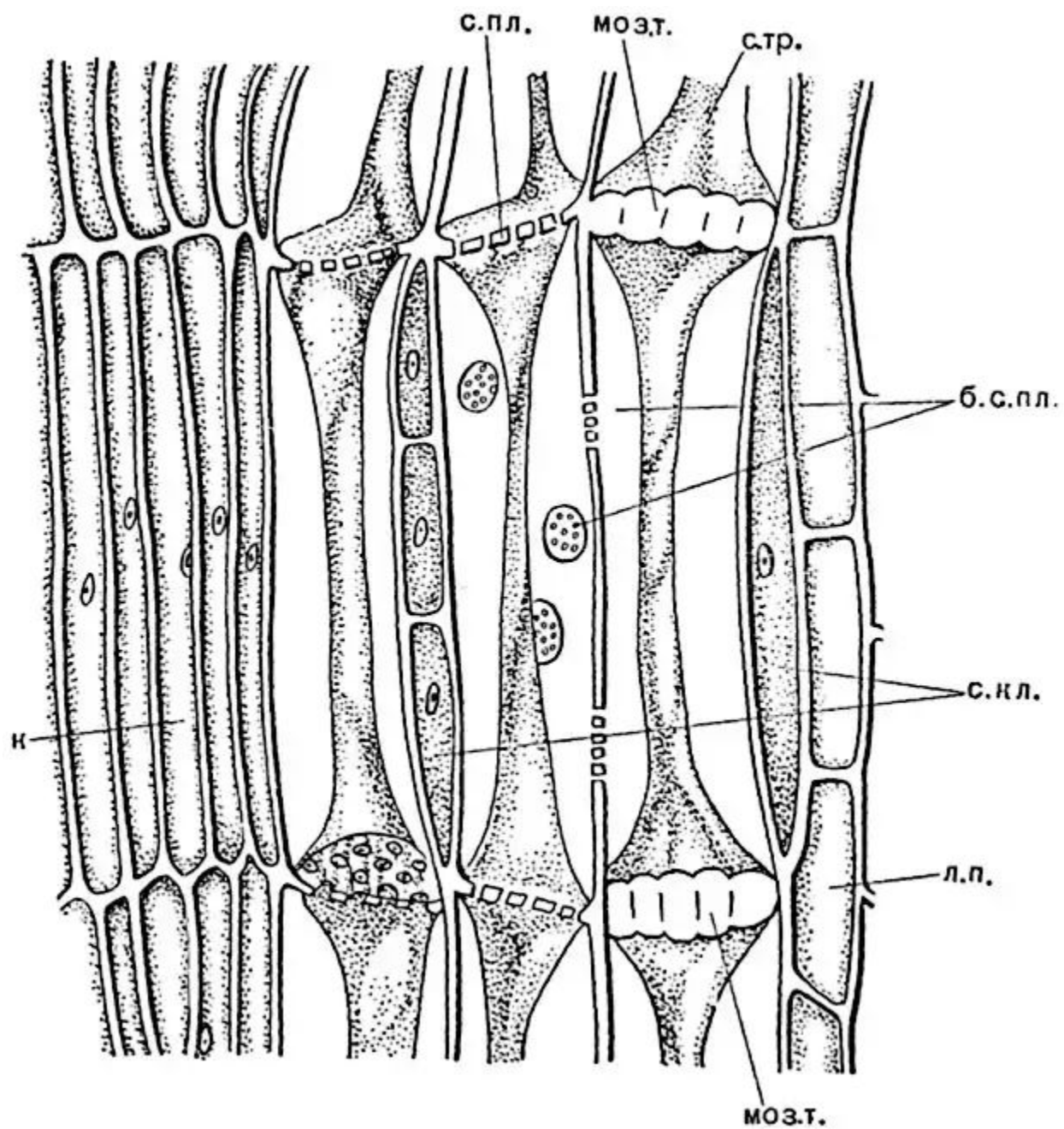


Рис. 14. Ситовидные трубки и клетки-спутницы: А — продольный разрез; Б — поперечный разрез через ситовидную пластинку; 1 — ситовидная пластинка; 2 — ядро; 3 — клетка-спутница





Митохондрия

Гладкая эндоплазматическая сеть

Цитоплазма

Клеточная стенка

Крахмальное зерно

Пластида

Флоэмный белок

Ситовидная пора

Плазматическая мембрана

Целлюлозная клеточная стенка

Элемент ситовидной трубки

Клеточная стенка

Небольшая вакуоль

Аппарат Гольджи

Рибосомы

Гранулярная эндоплазматическая сеть

Плазмодесма

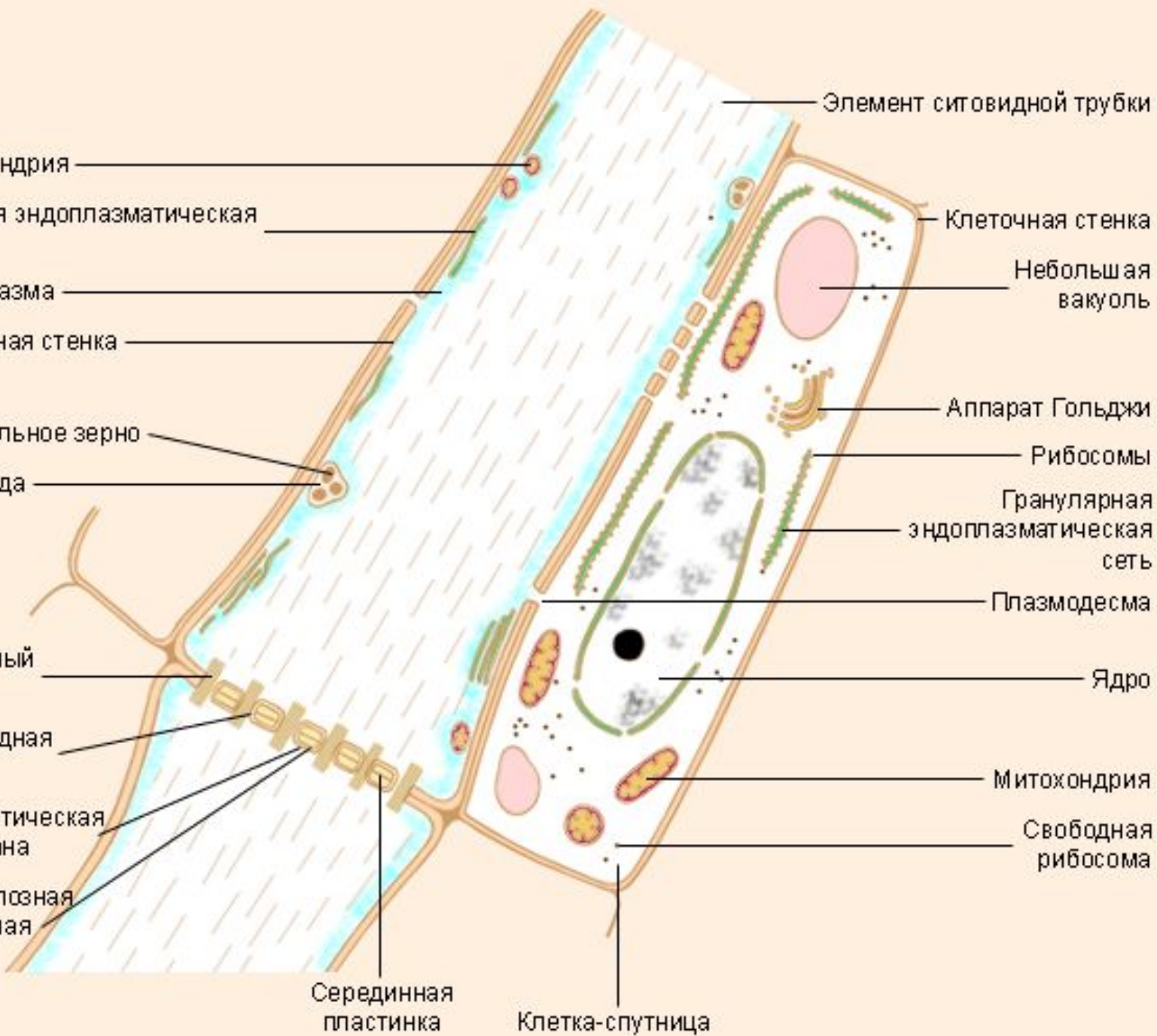
Ядро

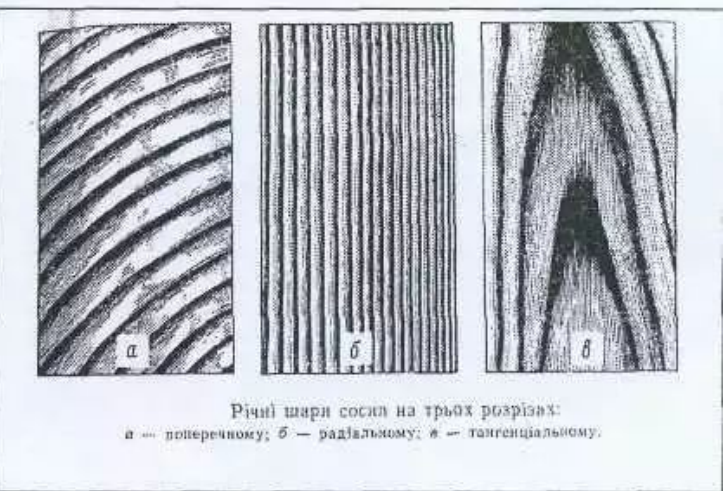
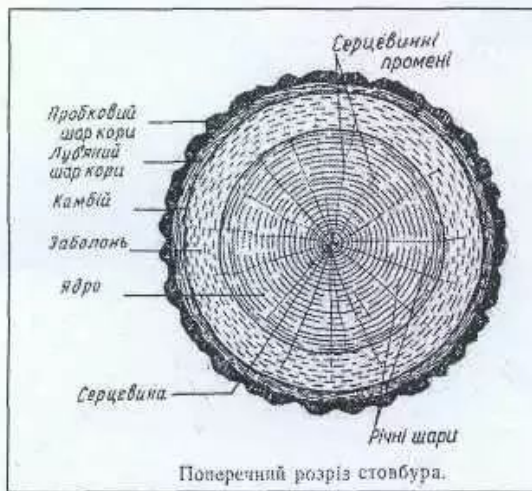
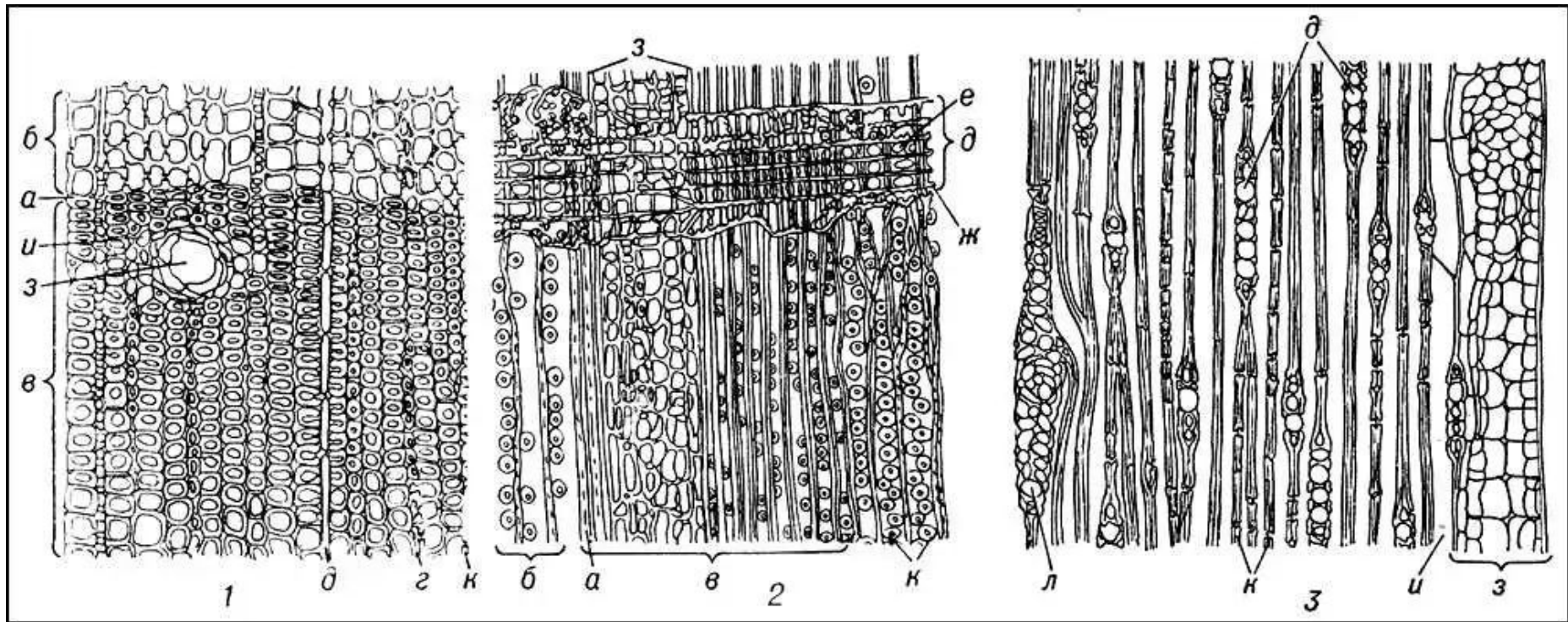
Митохондрия

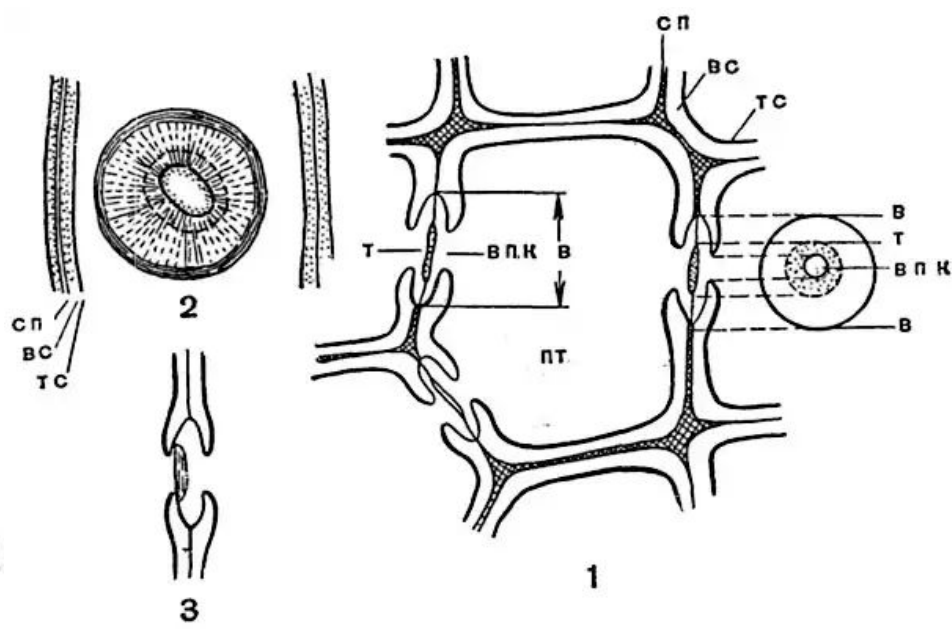
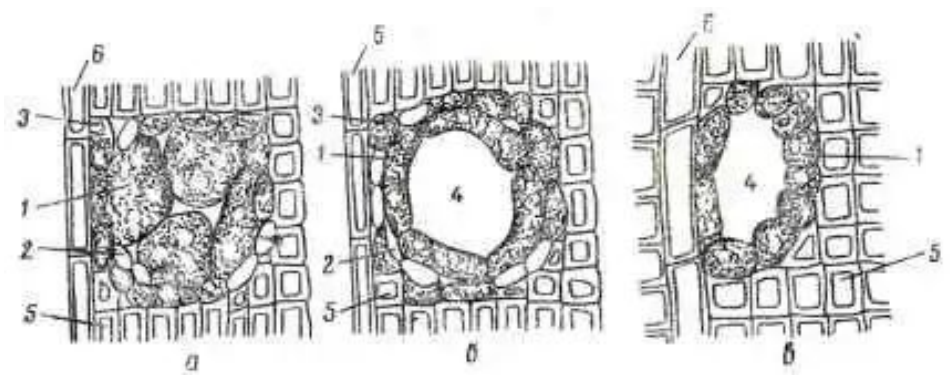
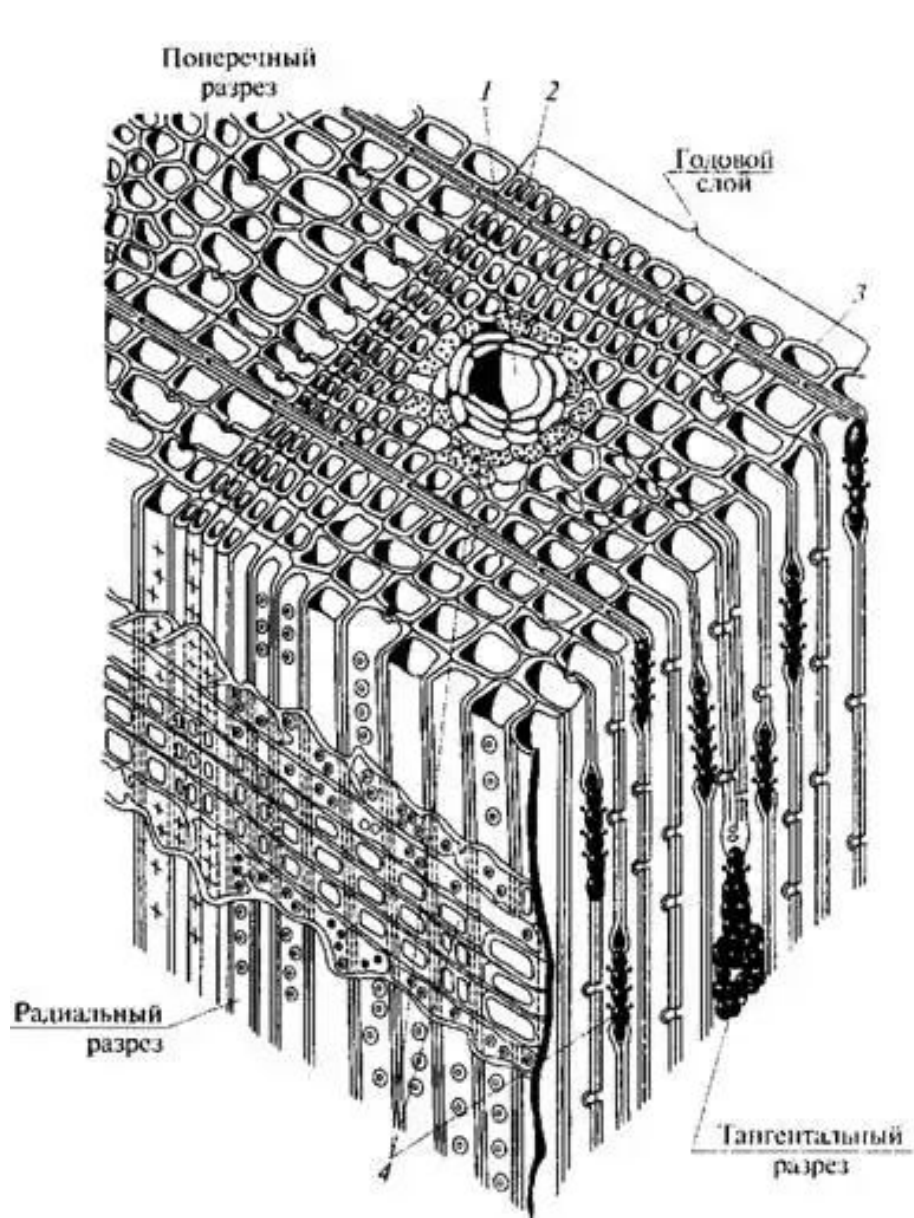
Свободная рибосома

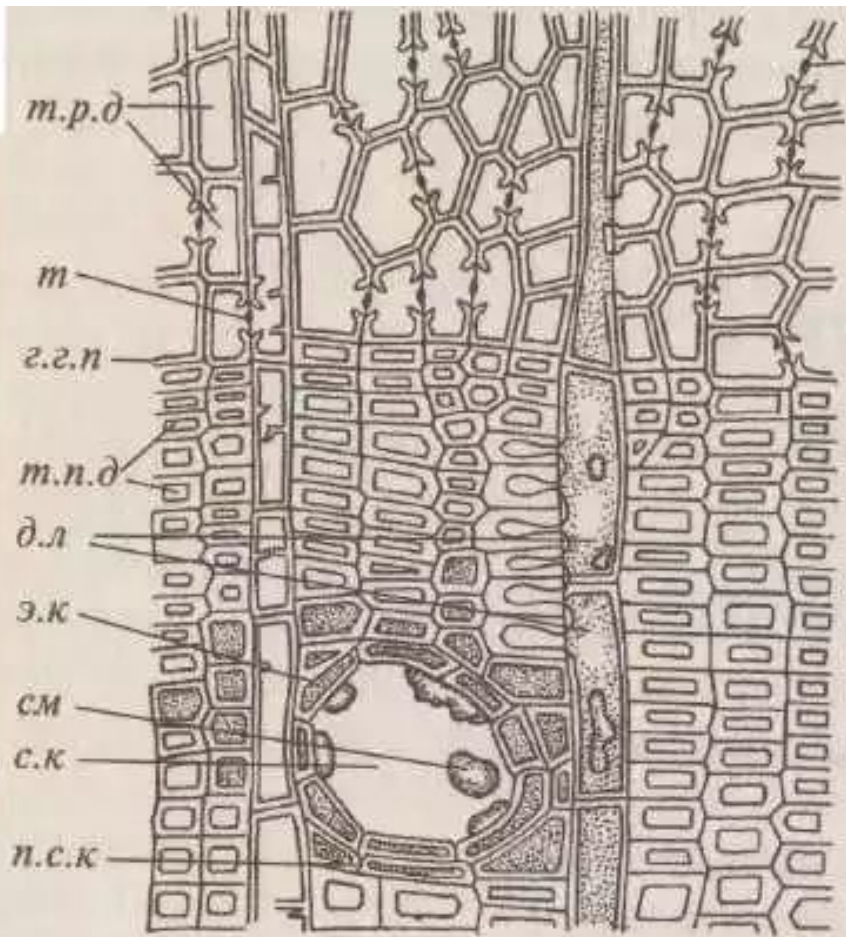
Серединная пластинка

Клетка-спутница

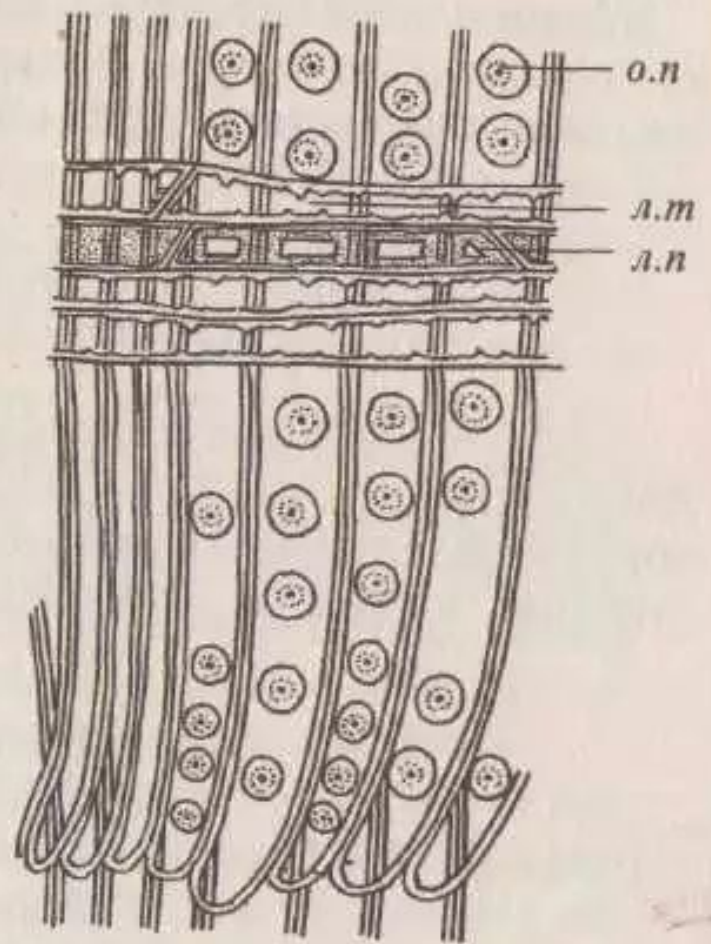




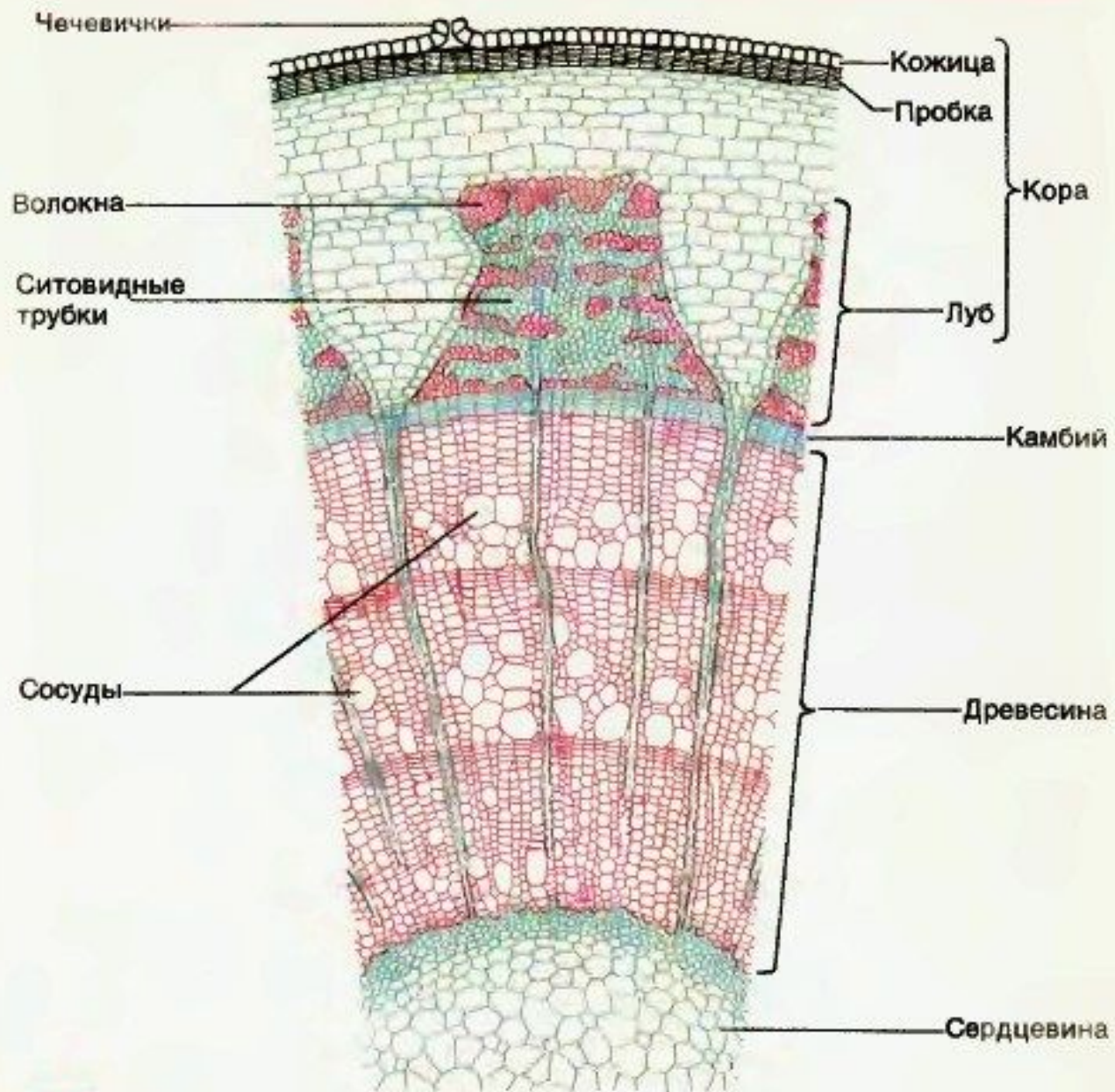


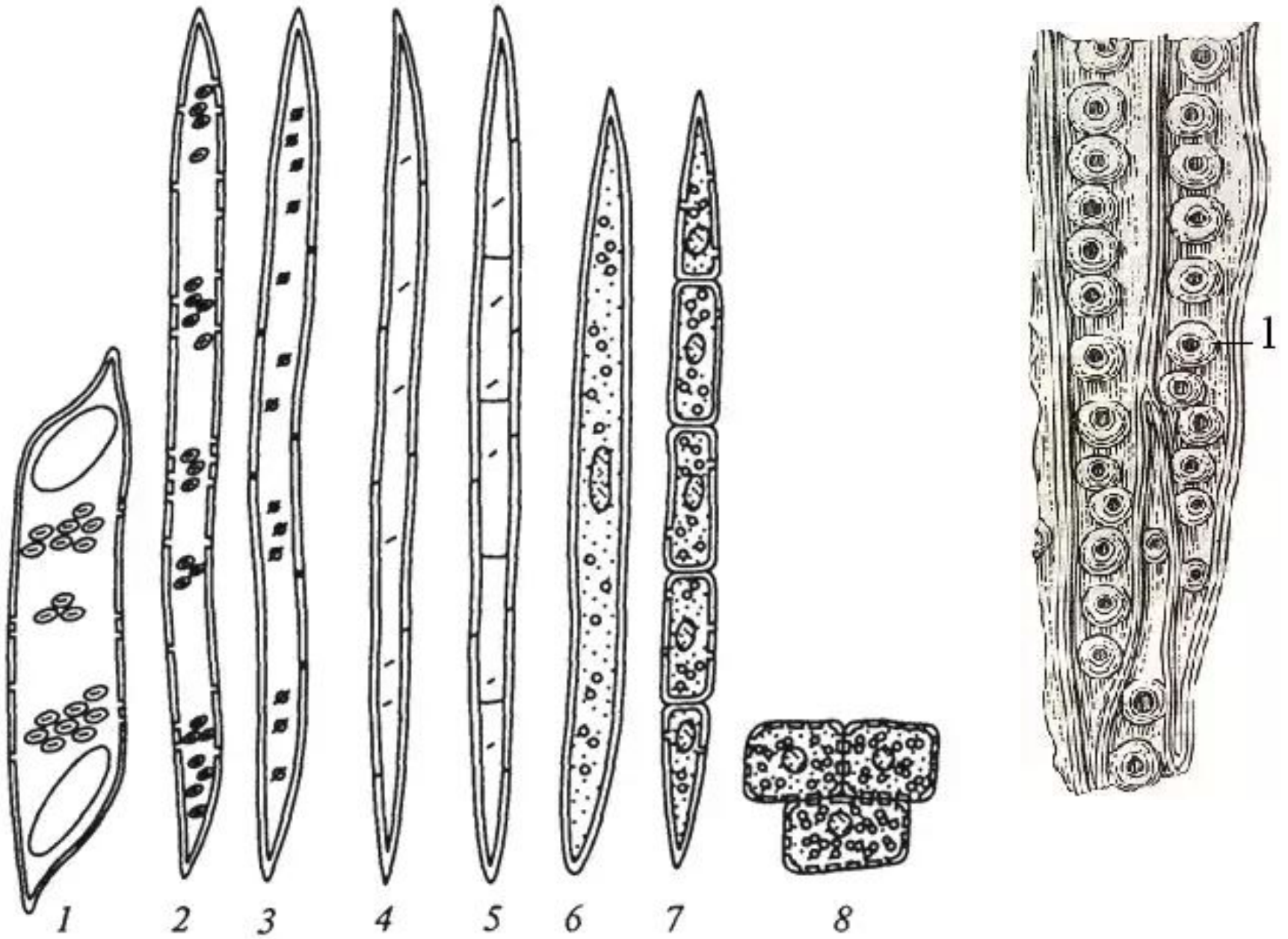


A



Б





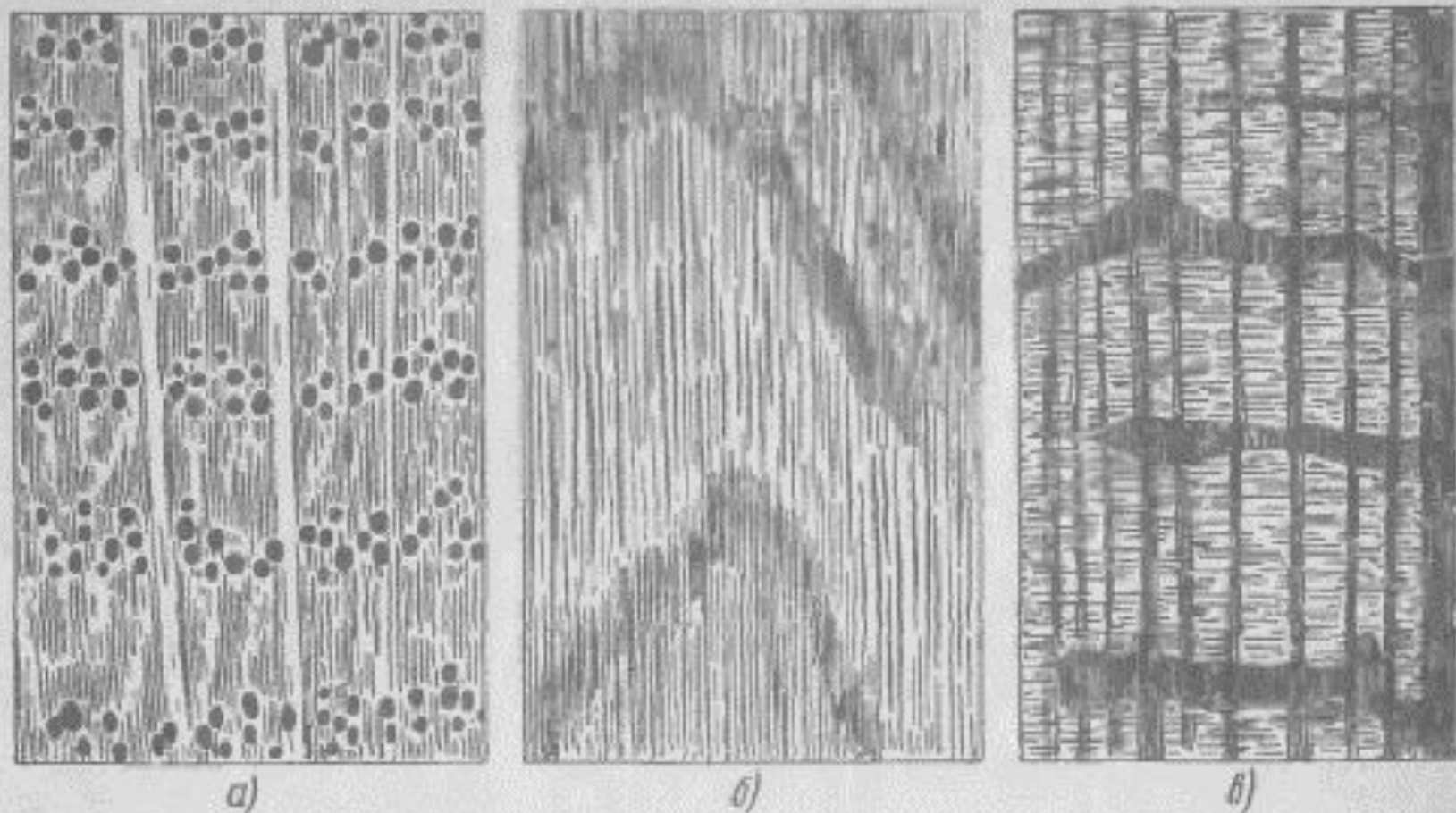
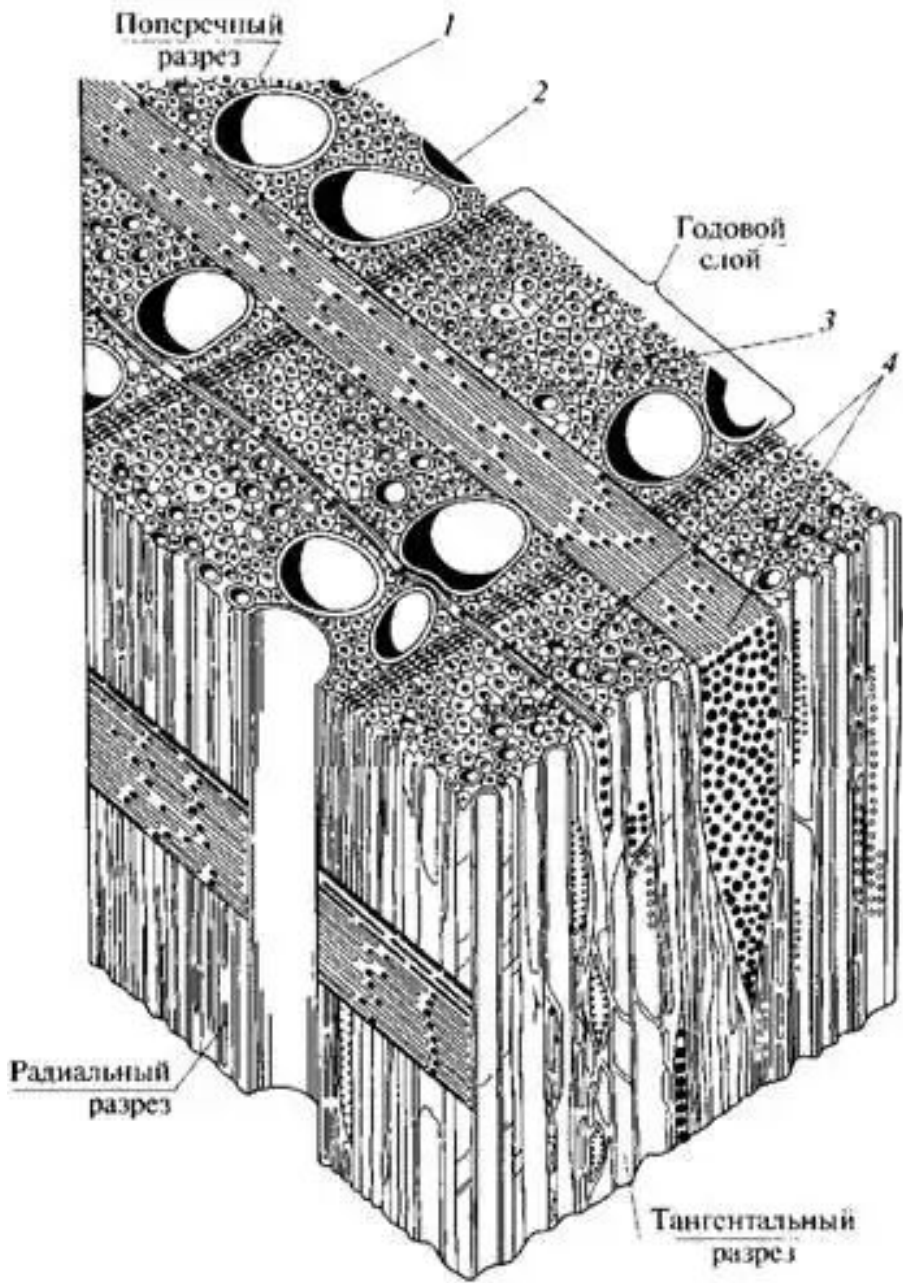
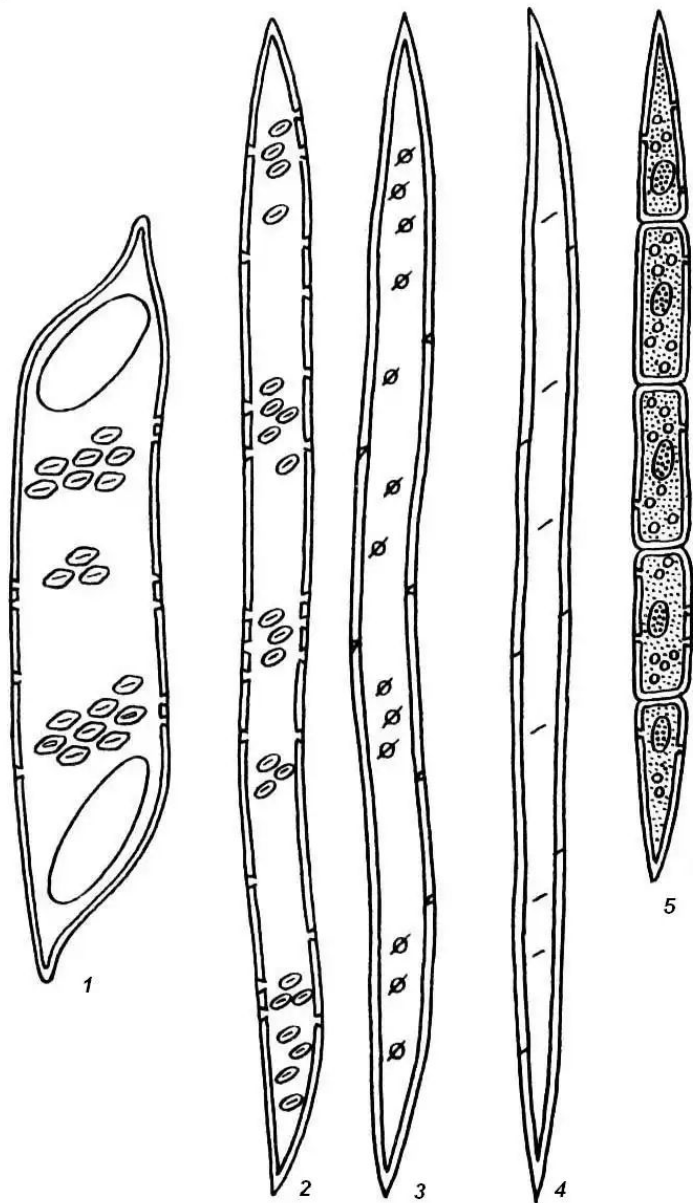
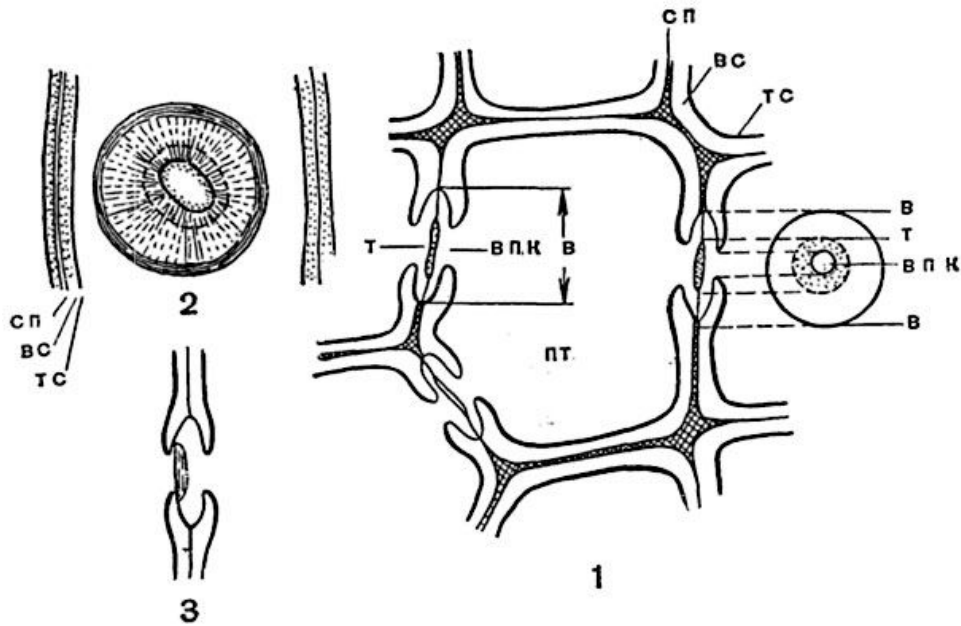
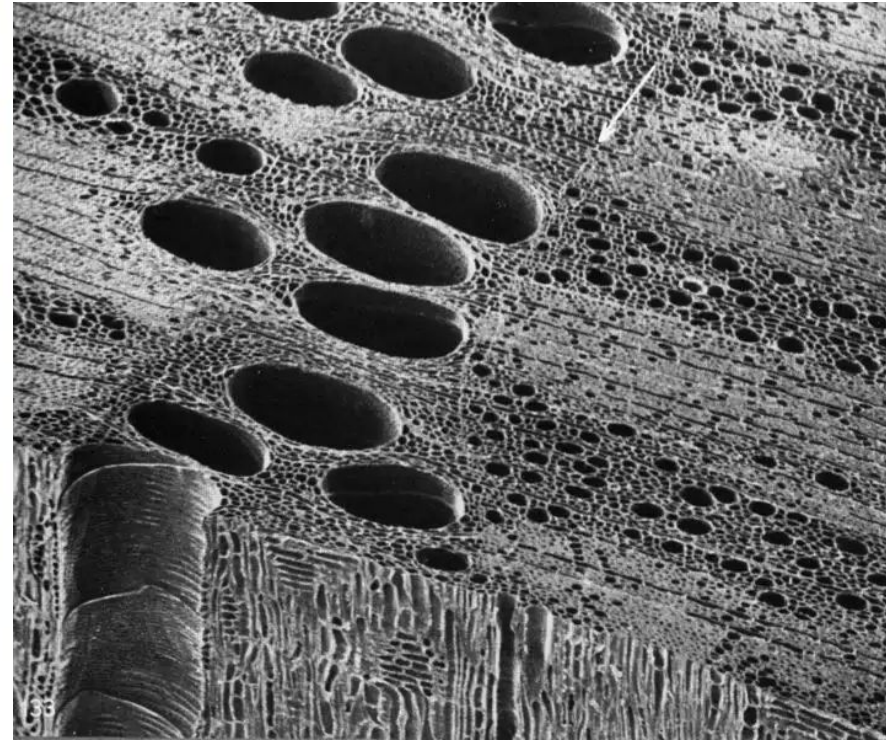
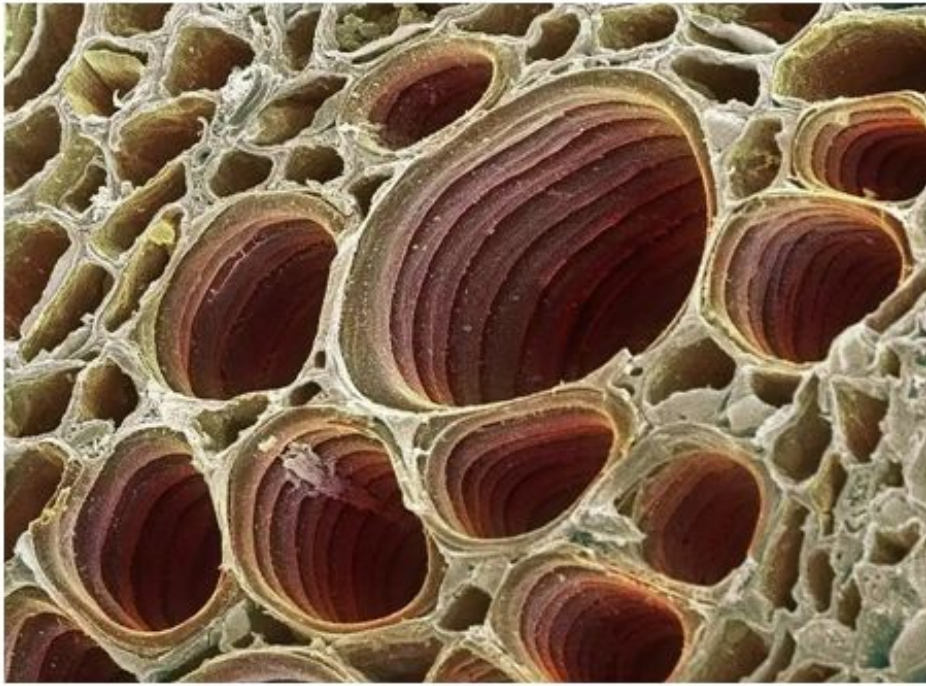


Рис. 5. Вид сердцевинных лучей на поперечном (а), тангентальном (б), радиальном (в) разрезах древесины





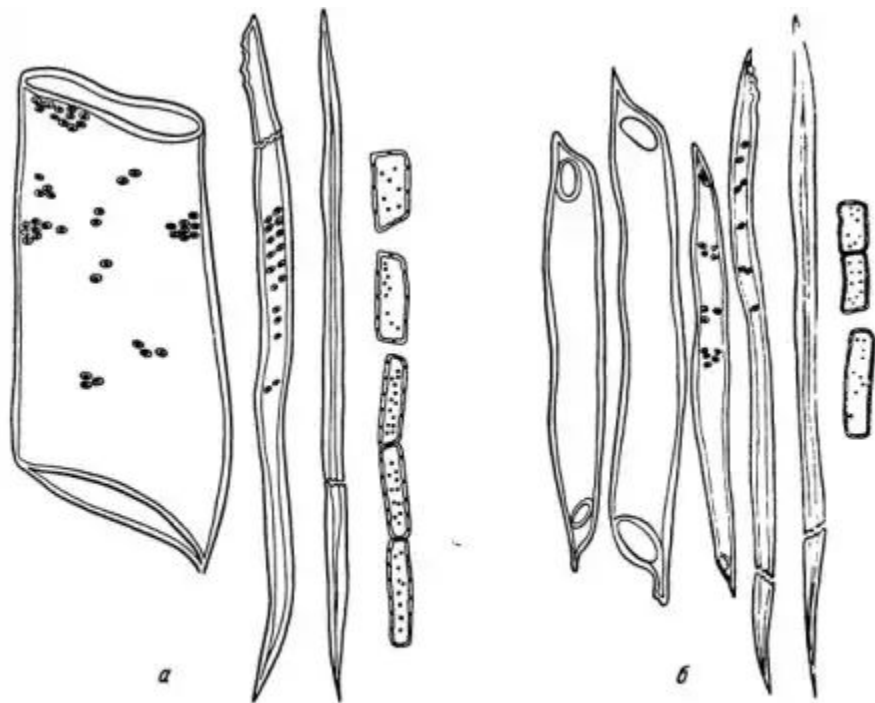
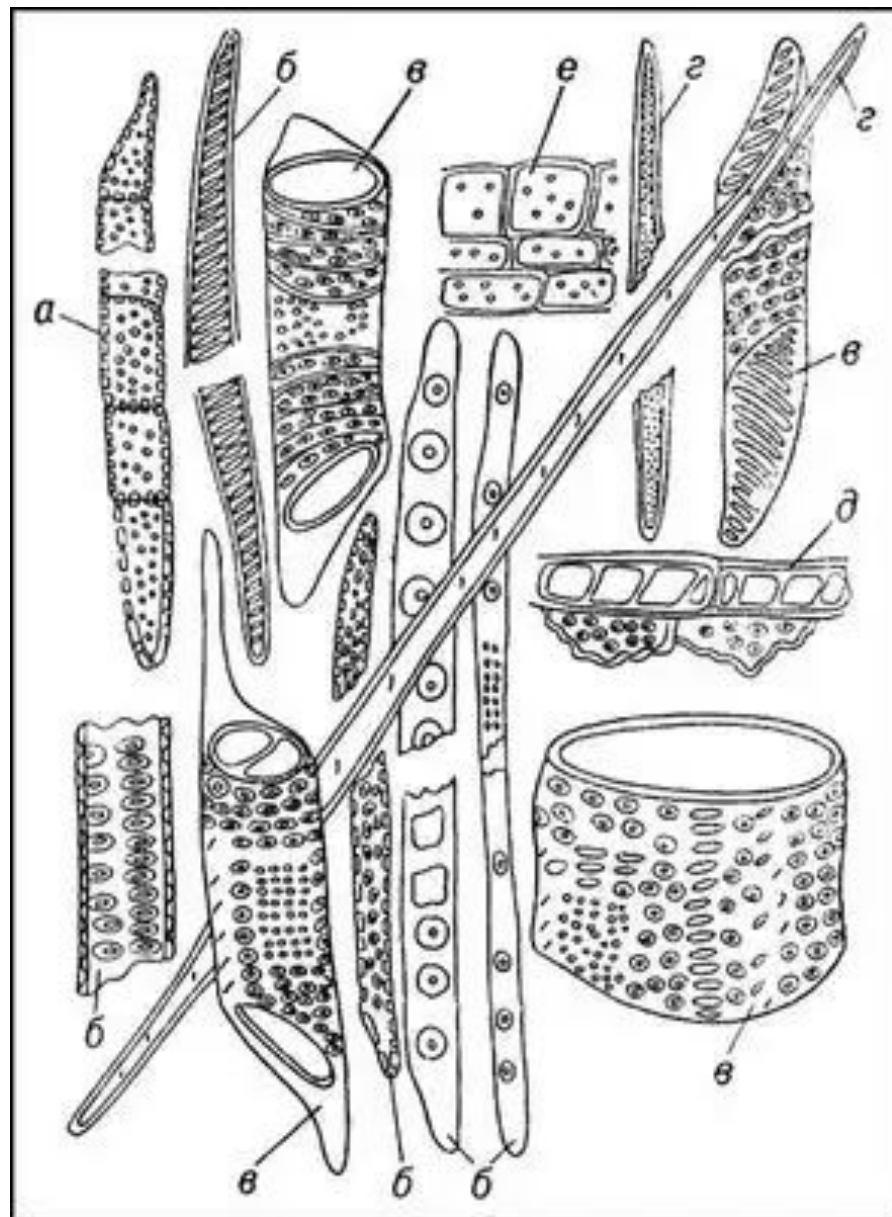
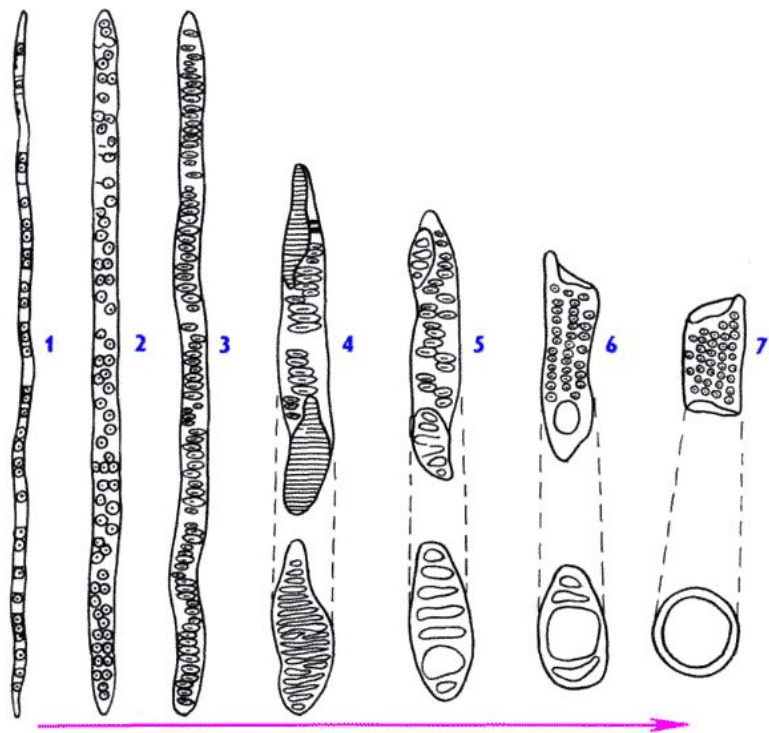
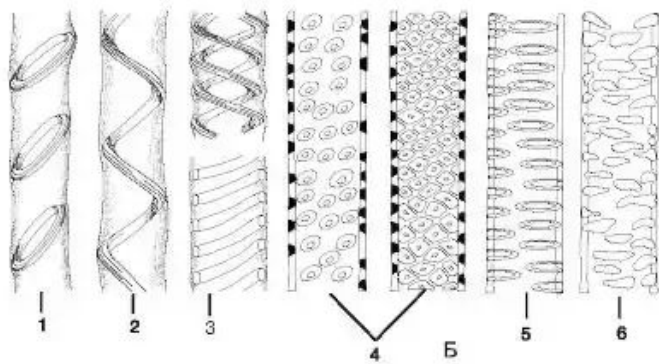
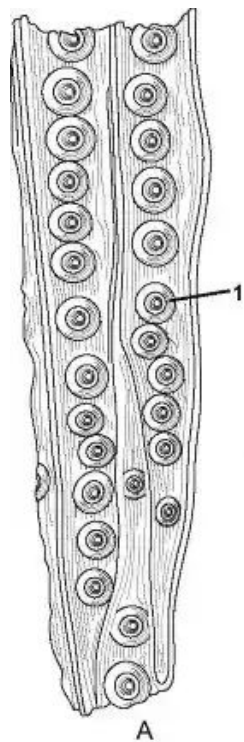
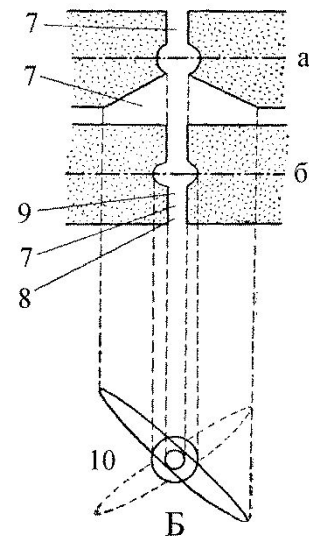
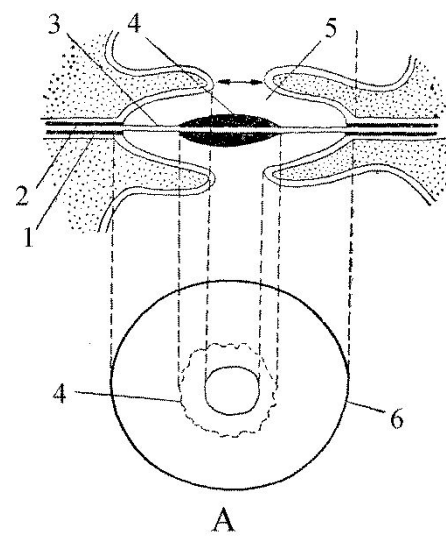
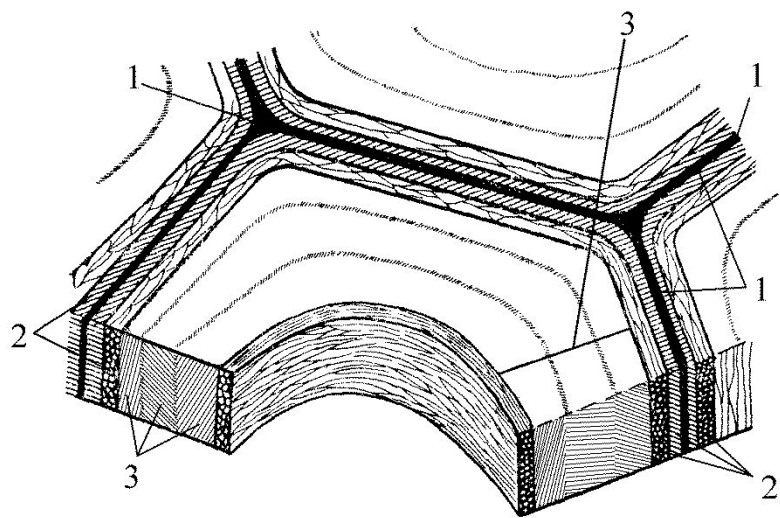
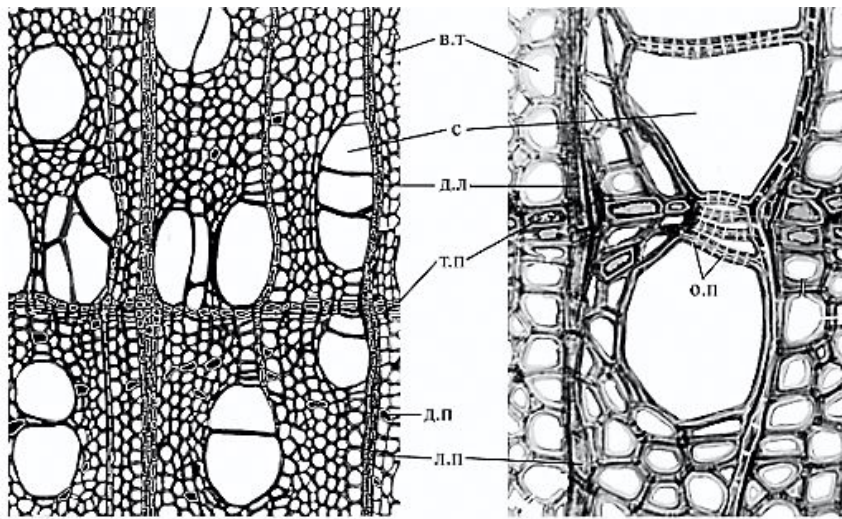


Рис. 35. Схематический рисунок анатомических элементов, составляющих древесину дуба:

а — ранняя зона годичного слоя; б — поздняя зона годичного слоя. Ув. 200

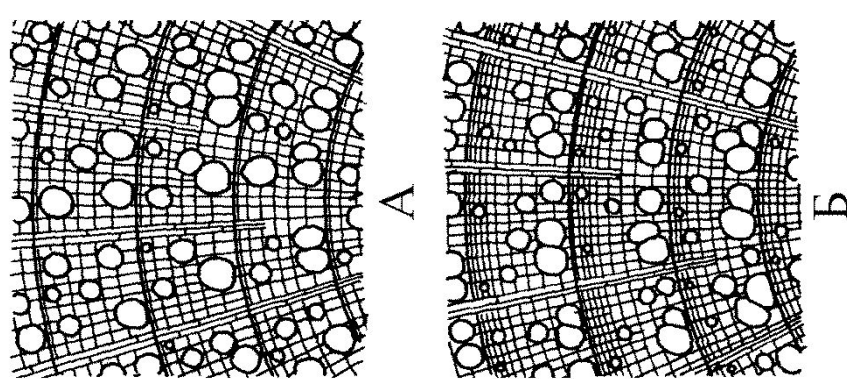






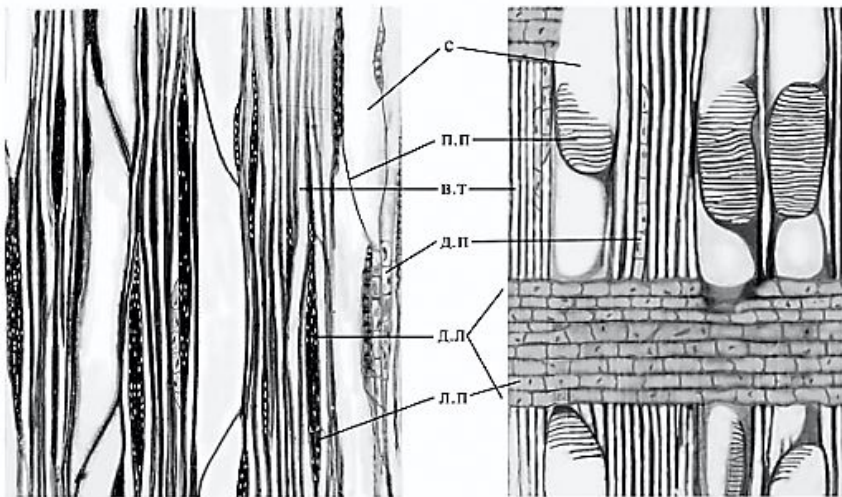
А

Б



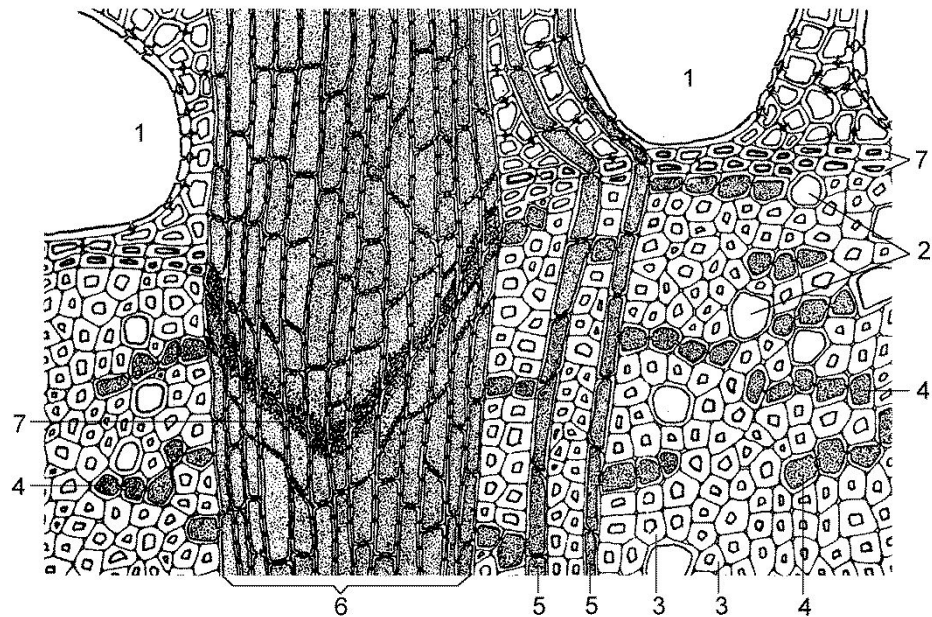
А

Б



В

Г



6

5

5

3

3

4

2

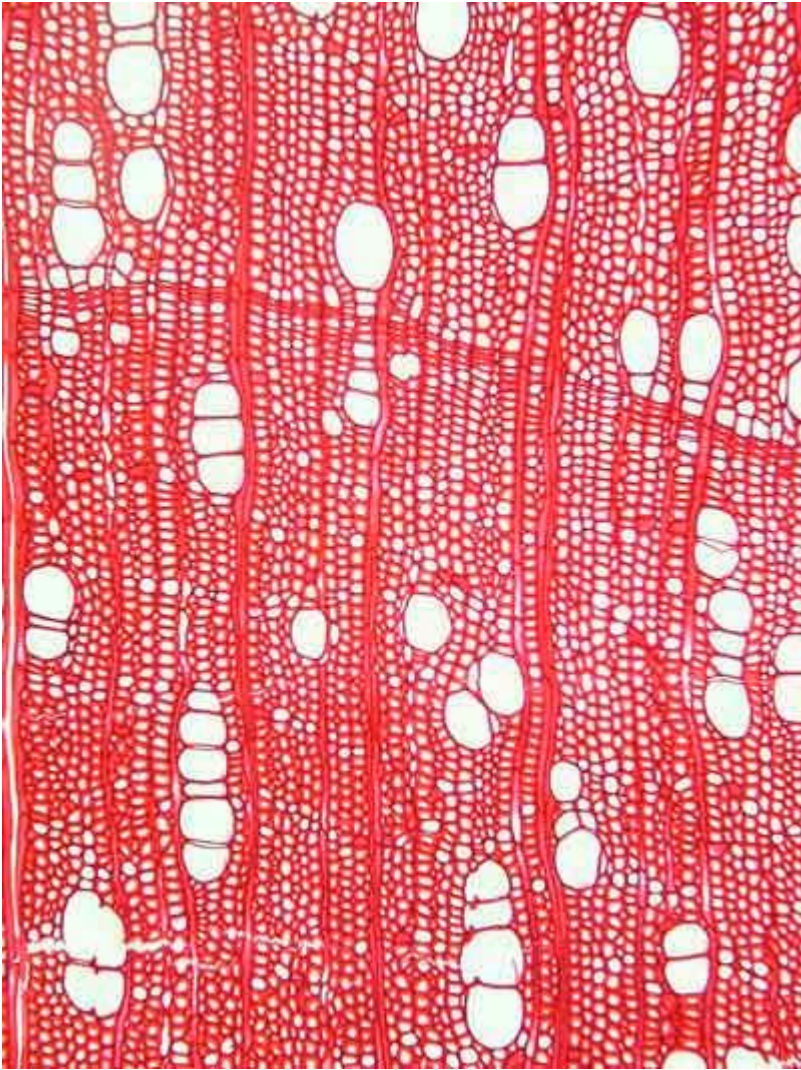
4

7

1

1

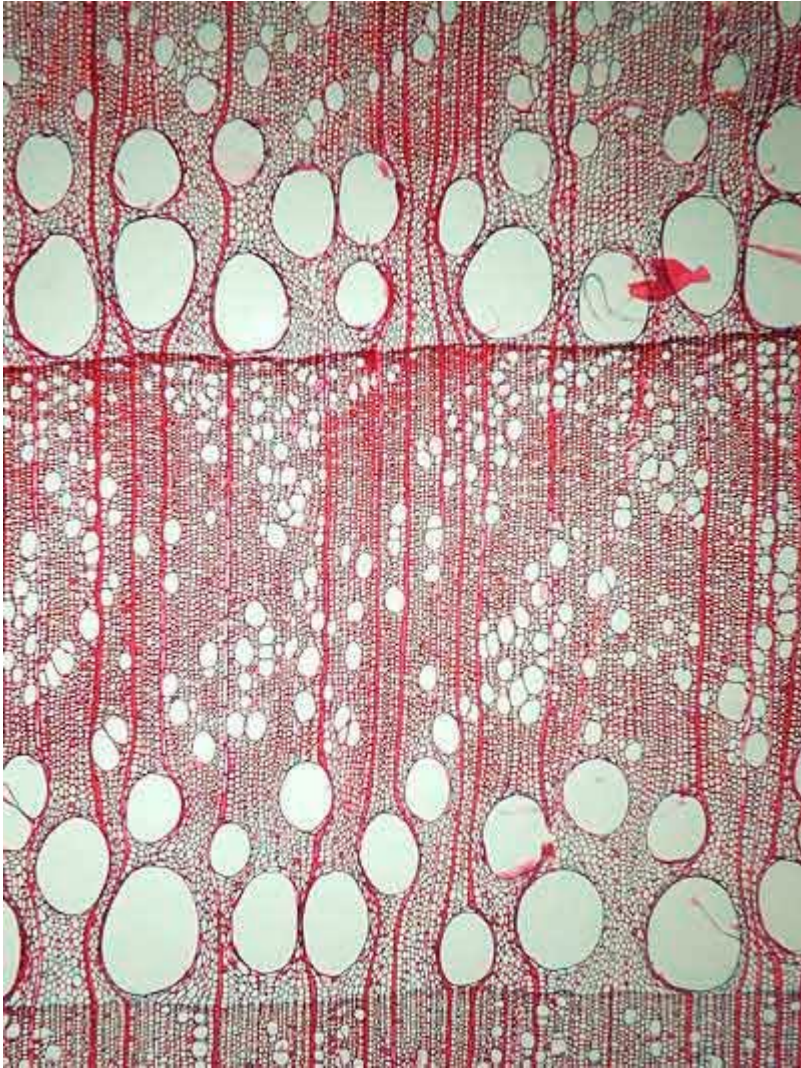
7



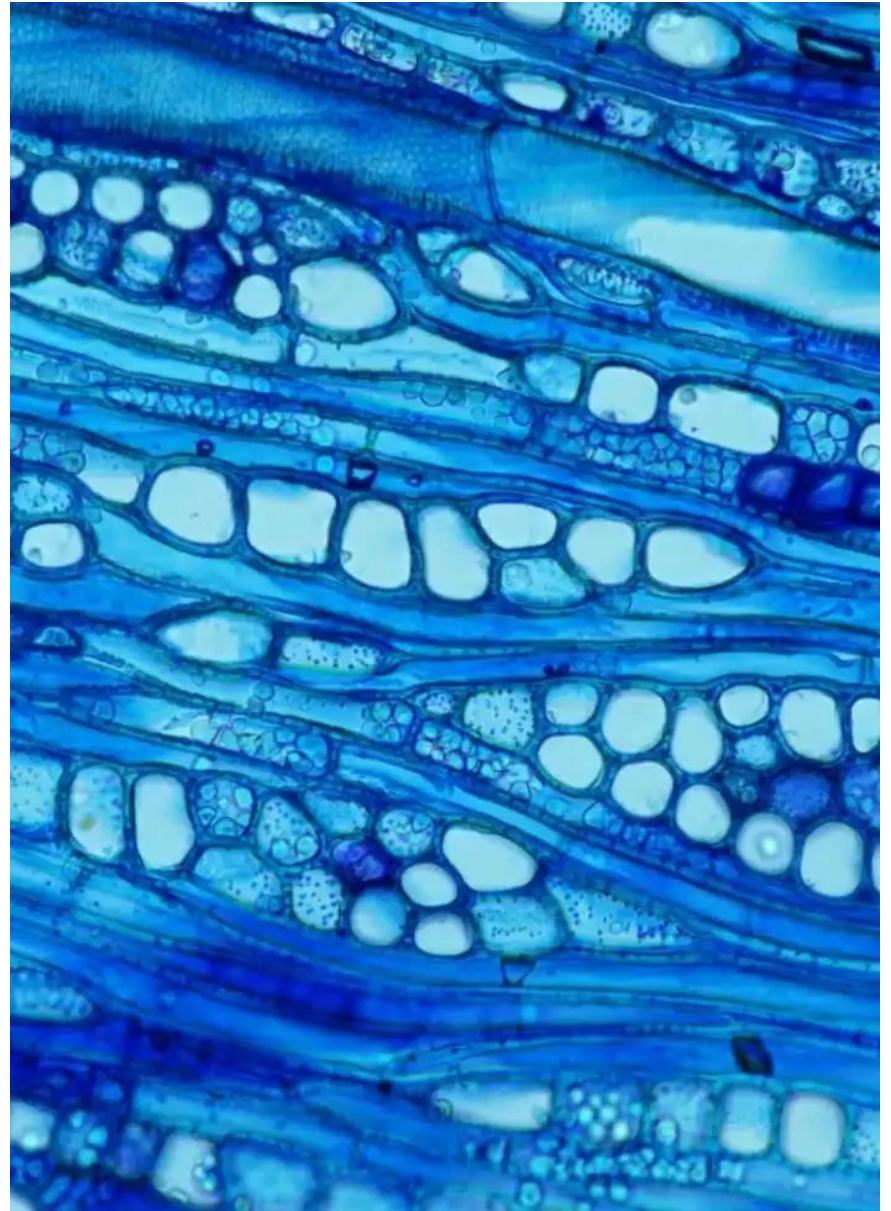
Carpinus betulus

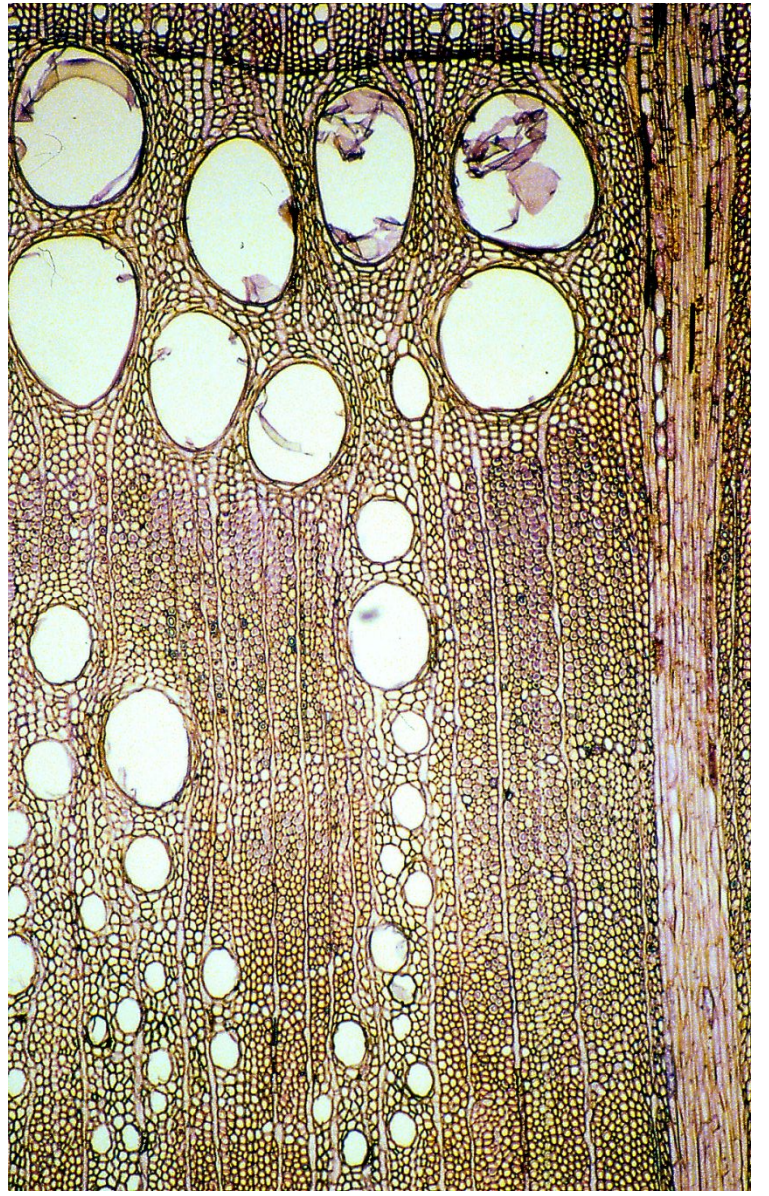
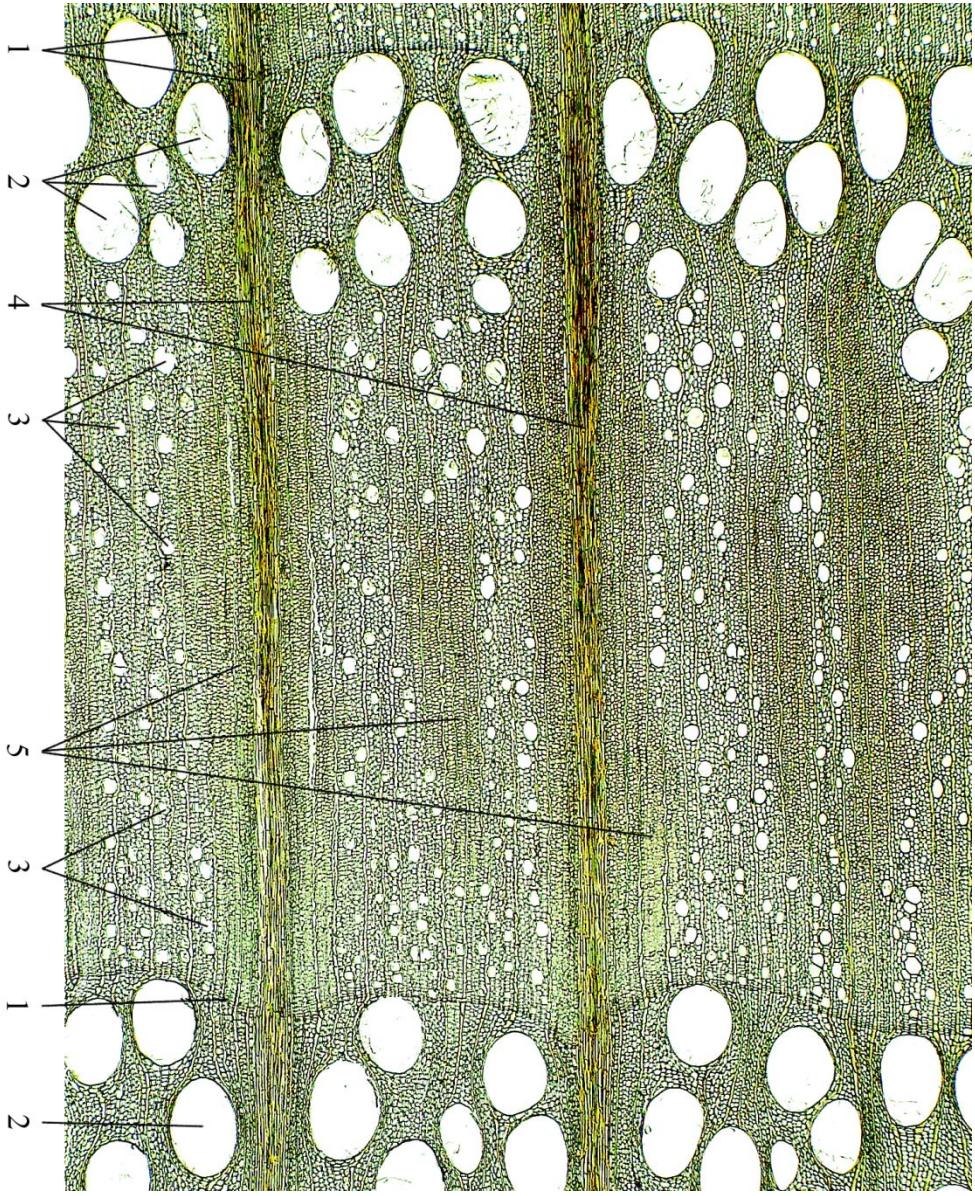


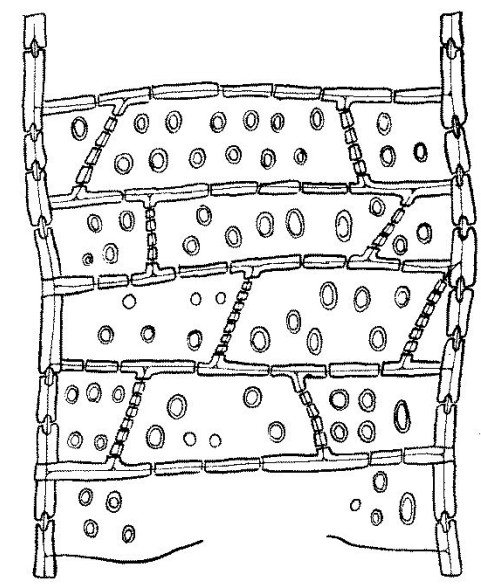
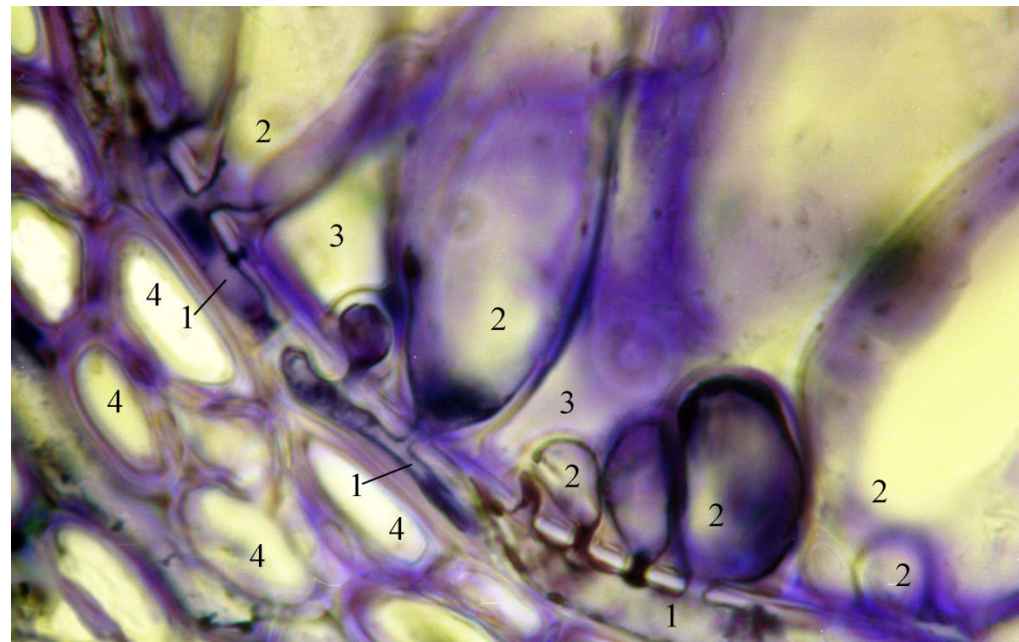
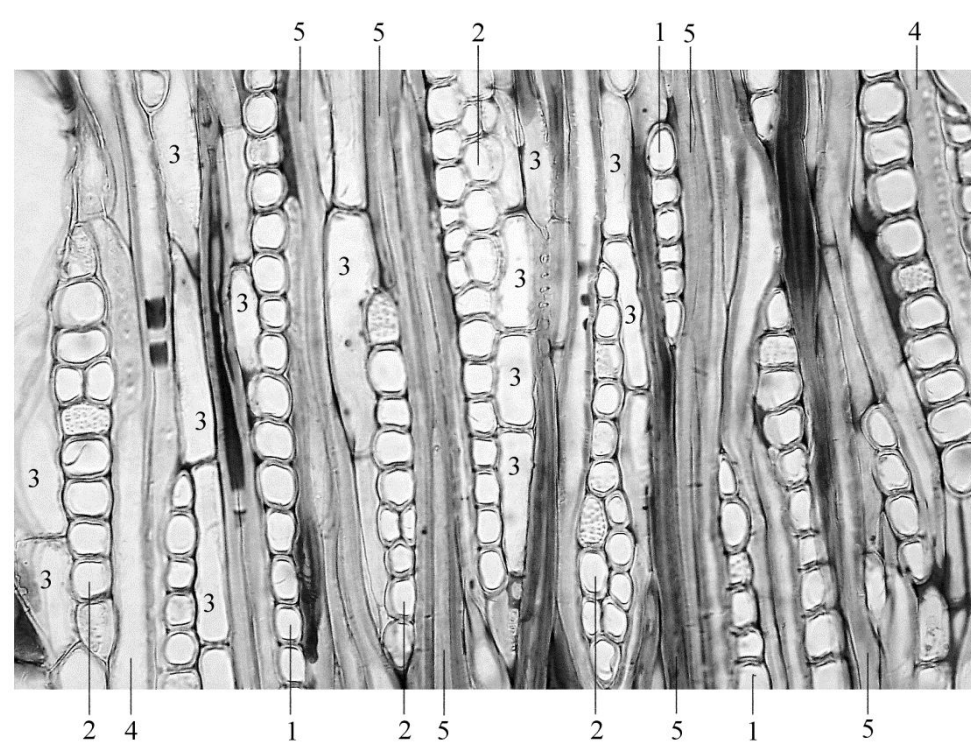
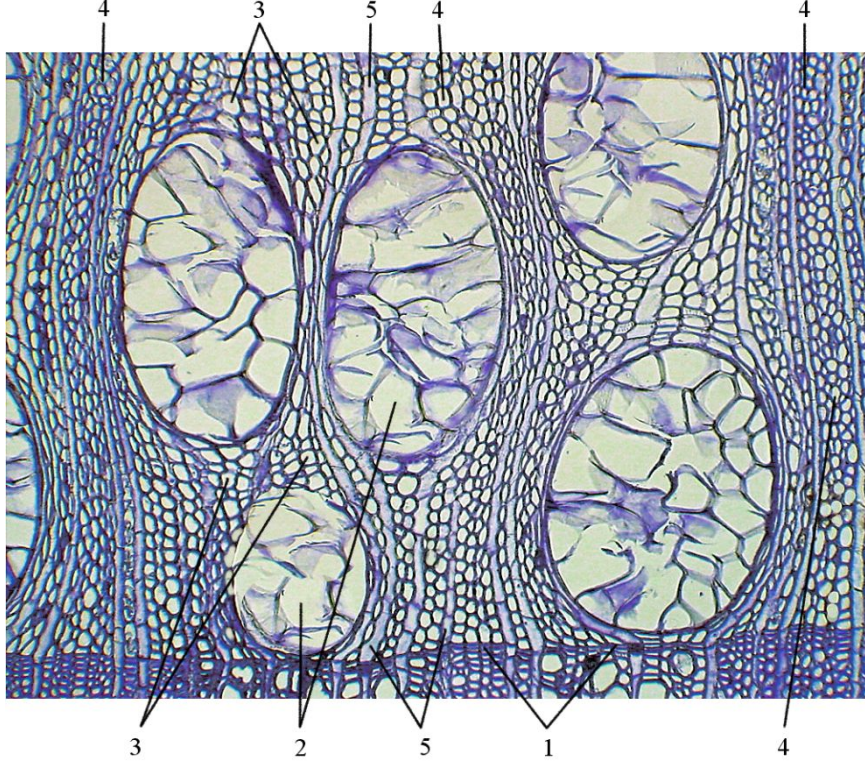
Acer pseudoplatanus



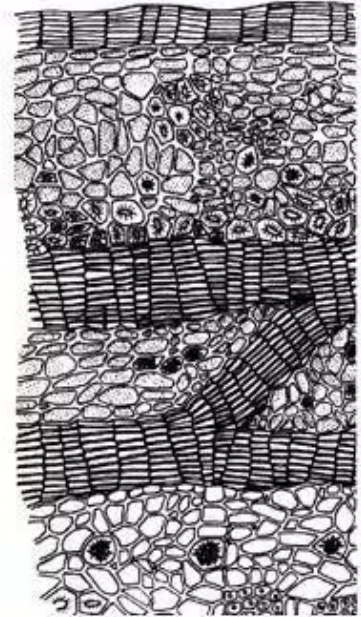
Castanea sativa





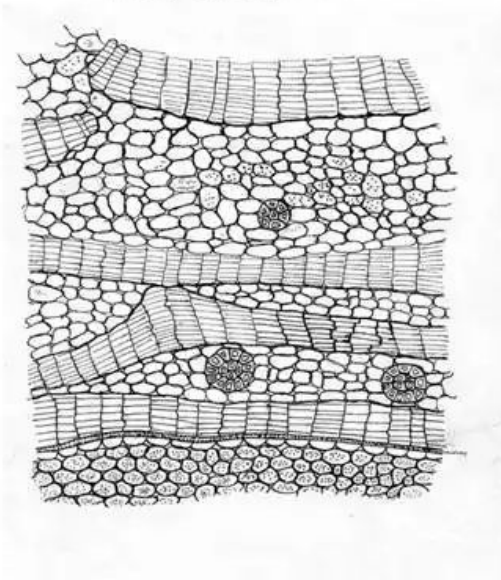
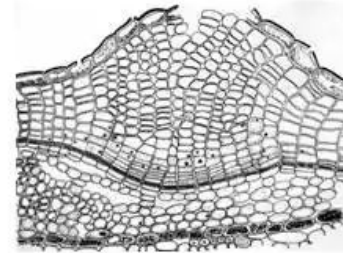
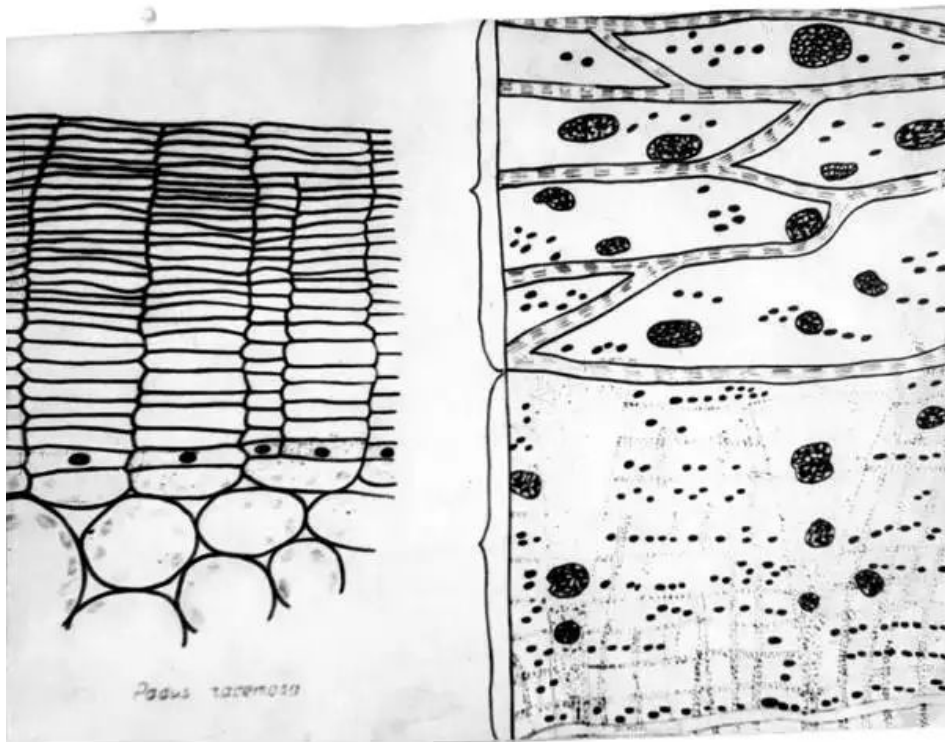


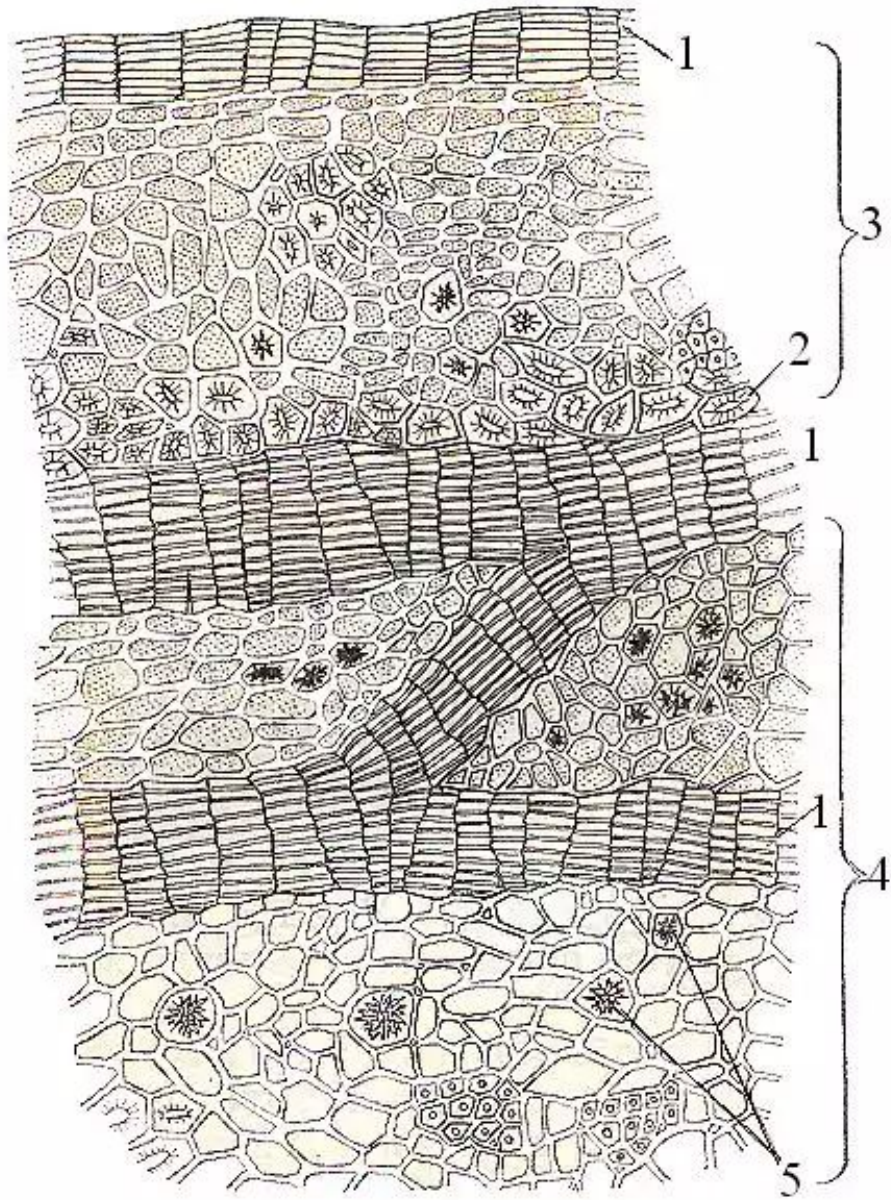
Ткани растений

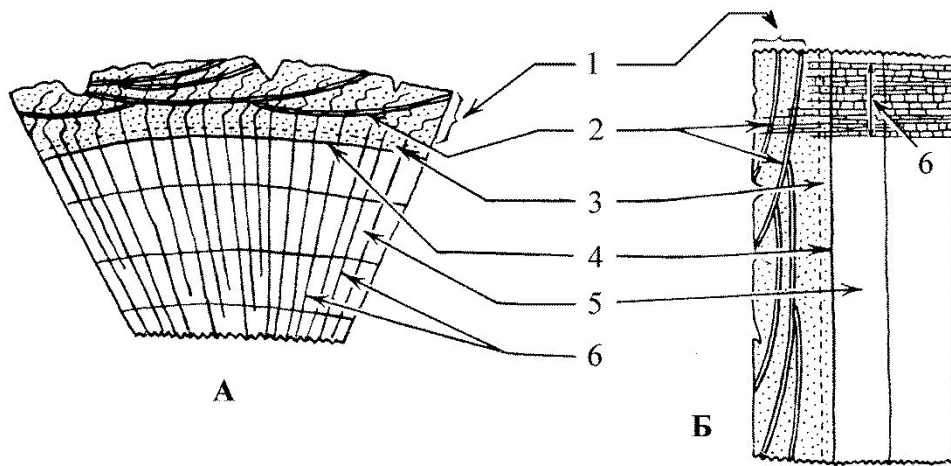


Третичная покровная ткань, ритидом, или корка. У большинства древесных растений пробка заменяется коркой. При образовании корки новый слой феллогена и перидермы закладывается в основной ткани, лежащей глубже первой наружной перидермы. Вновь образовавшиеся слои пробки отчленяют к периферии органа не только перидерму, но и часть лежащей под ней паренхимы коры. Так возникает толстое многоклеточное и мертвое образование. Так как корка не может растягиваться, при утолщении ствола она лопаются, и образуются трещины.

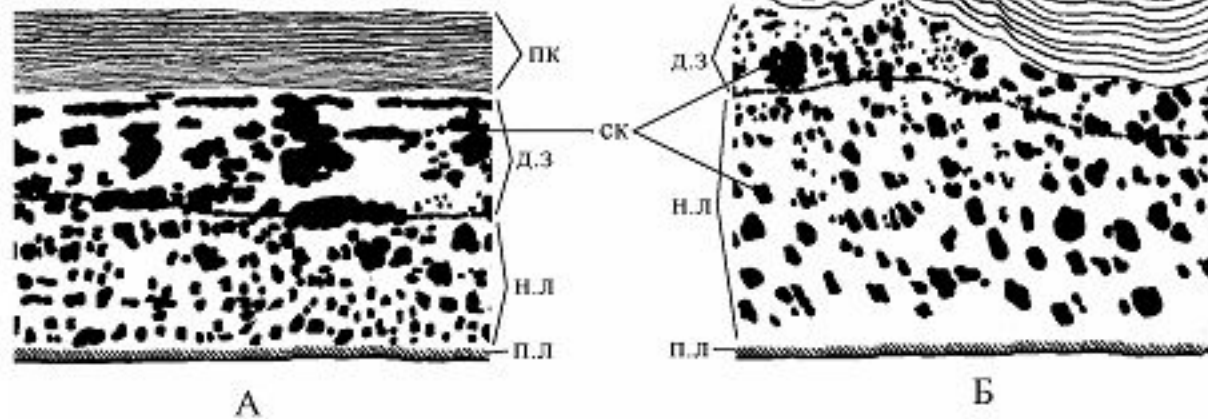
Строение покровных тканей стебля древесного растения

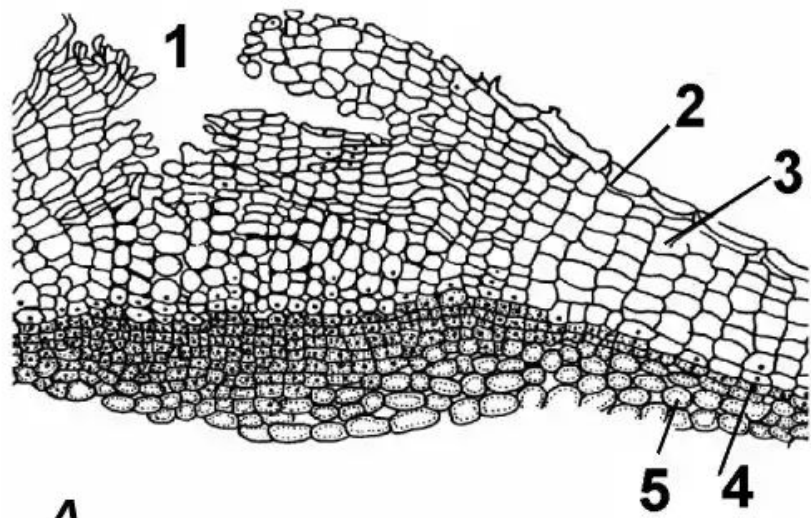




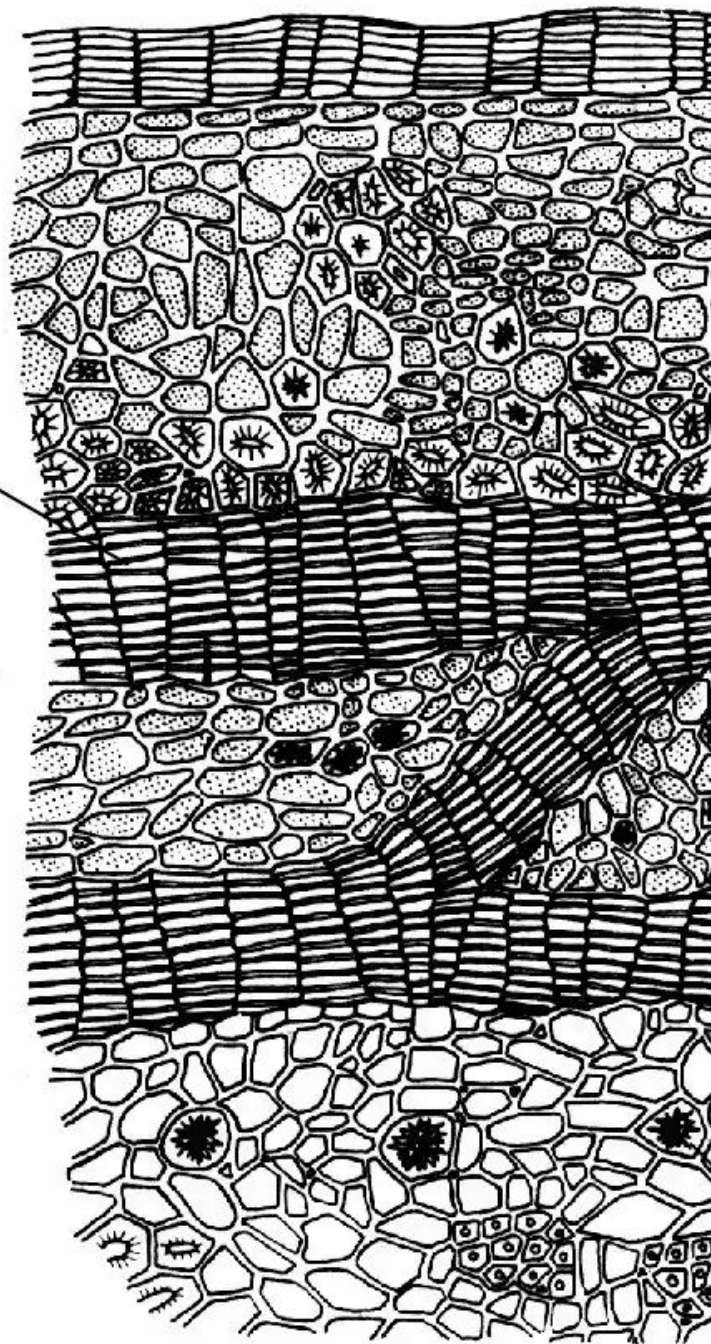


Перидерм а





A



Б