

## Лекция 4.

### ТЕМА: ПРОВОДЯЩИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ. СОСУДИСТО-ВОЛОКНИСТЫЕ ПУЧКИ

#### *План лекции:*

#### *1.Проводящие ткани*

#### *2.Механические ткани*

### 1.ПРОВОДЯЩИЕ ТКАНИ

Вода и питательные вещества, поступающие через корни, передвигаются к другим органам и клеткам, образуя **восходящий ток**, который идет по трахеидам и сосудам (трахеям).

Продукты ассимиляции от листьев (стеблей) передвигаются к корням и другим органам и клеткам, образуют **нисходящий ток**, движутся по ситовидным трубкам с клетками-спутницами.

Часть органа (стебля, корня, черешка), где размещены сосуды или трахеиды, называется **ксилемой**; ситовидные трубки с клетками-спутницами — **флоэмой**.

В состав ксилемы и флоэмы входят и другие ткани — механические, основные, но наиболее характерными анатомическими элементами их являются проводящие ткани.

**Сосуды** — трубки различной толщины, которые состоят из члеников (клеток) (рис. 33).

Поперечные стенки у широких сосудов более или менее горизонтальны. В узких сосудах они скошенные, часто под острым углом. Диаметр сосудов — от 0,1–0,2 мм до 0,3–0,7 мм (лианы). Длина их от нескольких сантиметров до нескольких метров (лианы, некоторые деревья). Сосуды редко расположены в одиночку. Обычно они образуют целый пучок. Во время формирования сосудов на их внутренней поверхности образуются целлюлозные утолщения — кольчатые и спиральные, которые не препятствуют удлинению сосудов. Позже возникают (в более широких

сосудах) лестничные и сетчатые утолщения.

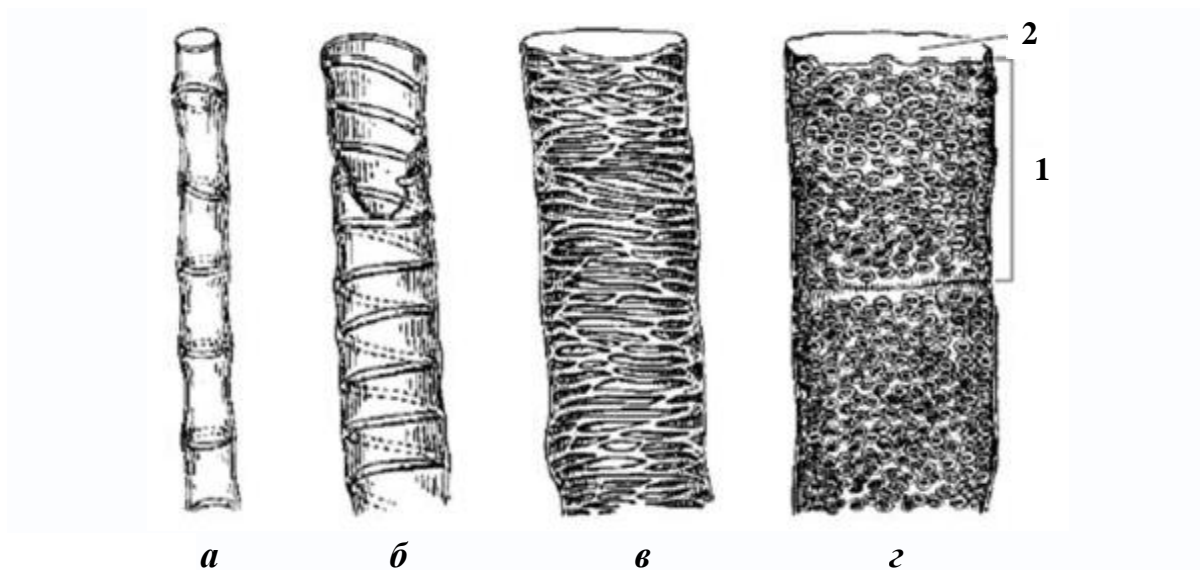


Рис. 33. Сосуды:

*a* — кольчатый; *б* — спиральный; *в* — сетчатый; *г* — пористый: 1 — членик сосуда; 2 — простая перфорационная пластинка

Они занимают большую часть поверхности стенок. Наибольшая площадь утолщения у точечных, или пористых, сосудов. Здесь не утолщены лишь поры. Сосуды свойственны высокоразвитым покрытосеменным растениям и относятся к высшей ступени эволюции

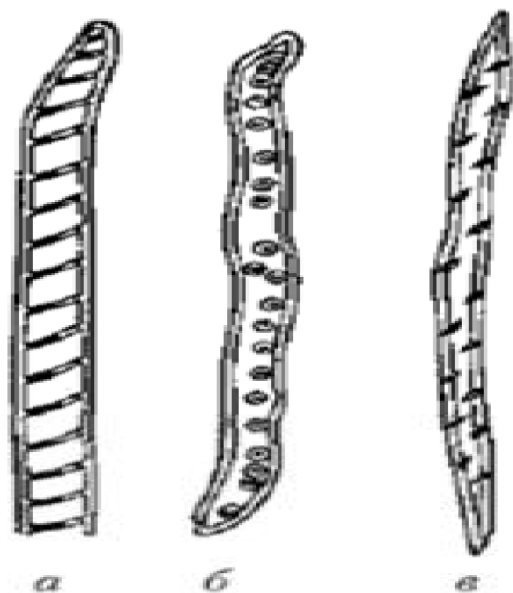


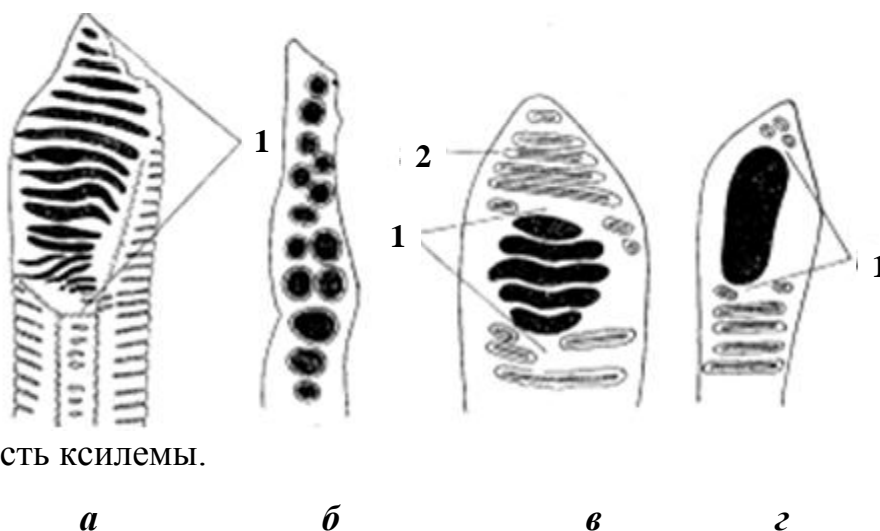
Рис. 34. Трахеиды:

*a* — со спиральным утолщением стенок; *б* — с округлыми окаймленными порами; *в* — волокнистая трахеида со щелевидными окаймленными порами

До возникновения сосудов функции проведения выполняли трахеиды, свойственные высшим споровым и голосеменным растениям. Они сохранились и у большинства покрытосеменных растений в мелких жилках листа.

**Трахеиды** — отдельные прозенхимные клетки со скошенными концами, которыми они и причленяются друг к другу, образуя проводящую сеть (рис. 34). Между соседними трахеидами нет сплошных отверстий, как у сосудов. Сообщаются они посредством округлых окаймленных пор. Трахеидам свойственны такие же утолщения стенок (рис. 35). В сформировавшихся трахеидах протопласт отмирает, и они, как и сосуды, относятся к мертвым тканям.

В стадии формирования трахеиды и сосуды состоят из чистой целлюлозы, затем идет одревеснение. Сначала пропитываются лигнином утолщения, а затем и вся оболочка клеток, что увеличивает



прочность ксилемы.

Рис. 35. Типы перфораций на стенках трахеи:

а — лестн

1 — перфорационная пластинка; 2 — поры

Сосуды и трахеиды всегда соприкасаются с паренхимной тканью. Клетки паренхимы посредством плазмодесм через поры могут врастать в сосуды. Иногда плазмодесмы разрастаются там, образуя тиллы. С возрастом все большая масса сосудов древесных растений заполняется тиллами и они превращаются в механическую ткань. Ксилема приобретает большую

прочность, т. к. тиллы древеснеют и заполняются дубильными и смолистыми веществами.

**Ситовидные трубки** флоэмы состоят из живых клеток (рис. 36). Ситовидными они называются, потому что перегородки между клетками пронизаны большим количеством сквозных отверстий (сито), через которые проходят плазмодесмы, соединяющие протопласты соседних клеток. В их протопласте могут содержаться хлоропласты, лейкопласты, крахмал. В клеточном соке растворены белки и углеводы, ядро дегенерирует. Стенки их состоят из чистой целлюлозы и лишь к концу вегетации растений у некоторых трубок древеснеют.

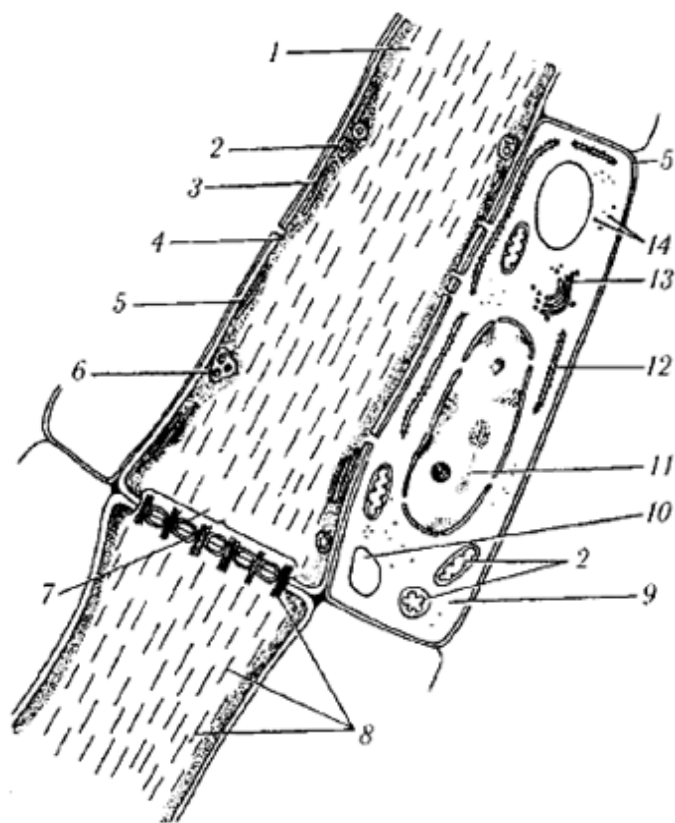


Рис. 36. Строение ситовидной трубки и клетки-спутницы:

1 — членик ситовидной трубки; 2 — митохондрии; 3 — гладкий эндоплазматический ретикулум (ЭПР); 4 — периферический слой цитоплазмы; 5 — клеточная стенка; 6 — лейкопласт с крахмальными зёрнами; 7 — ситовидная пластинка; 8 — флоэмный белок; 9 — клетка-спутница; 10 — вакуоль; 11 — ядро; 12 — шероховатый ЭПР; 13 — аппарат Гольджи; 14 — рибосомы

Размещаются ситовидные трубки в одиночку или пучками. В

последнем случае в местах их соприкосновения образуются ситовидные отверстия. Длина клеток ситовидных трубок до 2 мм, толщина несколько десятков микрометров.

Клетки-спутницы сопутствуют ситовидным трубкам. Они тоньше и короче, слабо вакуолизированы, сохранили ядро. Сообщаются с ситовидными трубками через ситовидные отверстия. Они имеются не у всех высших растений. Их нет у хвойных и некоторых покрытосеменных (картофель).

Таким образом, проводящие ткани представлены живыми и мертвыми клетками (элементами). Из этого следует, что функцию проведения они выполняют при помощи различных сил. Если по сосудам и трахеидам вода и растворенные в ней вещества передвигаются под действием осмотических сил, корневого давления и сил сцепления, то по живым ситовидным трубкам — с участием клеток-спутниц путем обменных процессов (биологических сил). В результате скорость движения продуктов ассимиляции (сахаров) в сотни раз больше, чем воды в сосудах.

## 2.МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ

Прочность растений определяется всей совокупностью тканей, их взаимным расположением. Однако основную роль здесь играют механические ткани. Общим свойством всех механических тканей является утолщенность клеточных оболочек. Утолщение может быть равномерным и неравномерным.

Все механические ткани делятся на три типа: колленхима, склеренхима и склереиды (каменистые клетки). Склеренхима и склереиды при окончательном формировании ткани представлены мертвыми клетками, колленхима — живыми.

**Колленхима** расположена обычно в периферической части растущих молодых стеблей, черешков, плодоножек, листовых жилок и др. Клетки вакуолизированы. Их живой протопласт содержит ядро и хлоропласты.

Оболочка клеток не древеснеет и на анатомическом срезе выделяется красивым серебристым блеском.

Стенки клетки утолщены неравномерно. В одних случаях утолщены тангентальные стенки, что на поперечном срезе придает им вид выемчатых пластинок, и ткань получила название **пластинчатой** колленхимы. В других случаях четырехугольные клетки утолщены в углах — **уголковая**. Колленхима имеет межклетники, и если стенки, окружающие их, утолщены — **рыхлая** (рис. 37).

В большинстве случаев клетки колленхимы имеют паренхимную форму и только в отдельных случаях они прозенхимные. Колленхима залегает или в виде сплошного цилиндра, или отдельными изолированными тяжами (при ребристой поверхности стебля или черешка). Характерна, в основном, для двудольных растений.

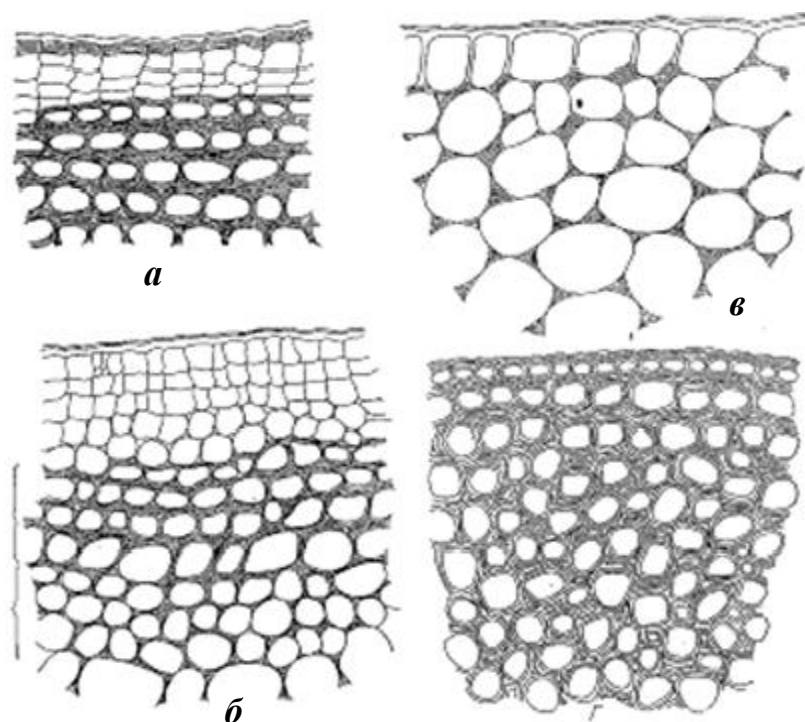


Рис. 37. Типы колленхимы:

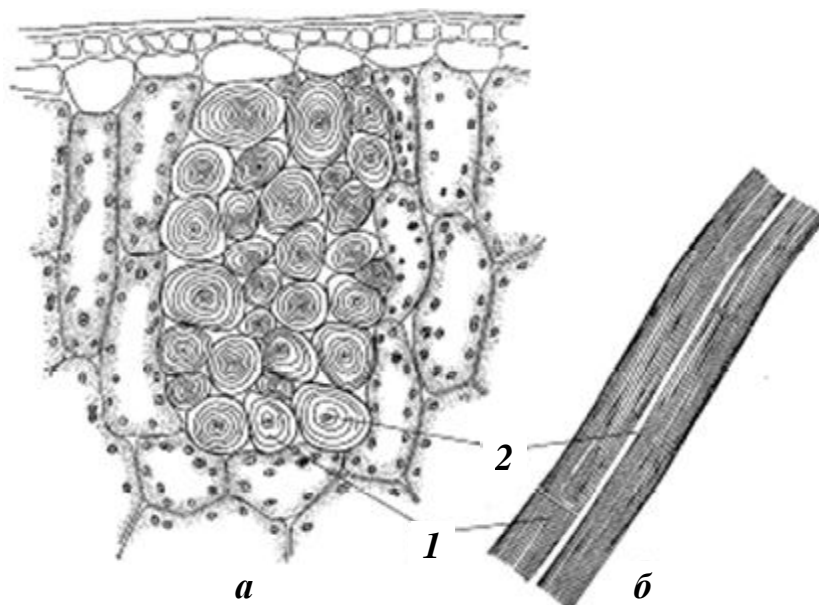
*а* — пластинчатая колленхима в однолетнем побеге дуба черешчатого (*Quercus robur*) под формирующейся пробковой тканью; *б* — пластинчатая и уголковая колленхима в стебле баклажана (*Solanum melongena*); *в* — уголковая колленхима в

черешке листа бегонии (*Begonia rex*); 2 — рыхлая колленхима в черешке листа лопуха большого (*Arctium lappa*)

**Склеренхима** состоит из прозенхимных, вначале живых, а во взрослом состоянии мертвых клеток с равномерно утолщенными, чаще одревесневшими оболочками, пронизанными поровыми каналами. В зависимости от происхождения склеренхима бывает первичная (из прокамбия, перицикла, основной ткани первичной коры) и вторичная (из камбия). По расположению: коровая, периваскулярная (перициклическая), лубяные волокна, древесные волокна.

**Лубяные волокна** — наиболее прозенхимные элементы растений (рис. 38). Толщина их не превышает несколько сотых миллиметра, а длина лубяных волокон, например, у льна — 60 мм, крапивы — 80 мм, у рами — 250 мм. Молодые клетки лубяных волокон живые, имеют протопласт с многочисленными ядрами. Затем стенки утолщаются, одревеснеют, протопласт отмирает. Но у некоторых растений (лен, рами) они остаются чисто целлюлозными, что определяет их высокие текстильные качества. Лубяные волокна объединены в пучки, прочность которых определяется тем, что концы одних вклиниваются между концами других, смежных волокон, а также тончайшим строением фибрилл, расположенных спирально.

**Древесные волокна** гораздо короче, не более 2 мм (рис. 39). Стенки клеток их всегда одревеснены. Особенно сильно развиты в стеблях древесных растений — составляют основную массу древесины. Древесные

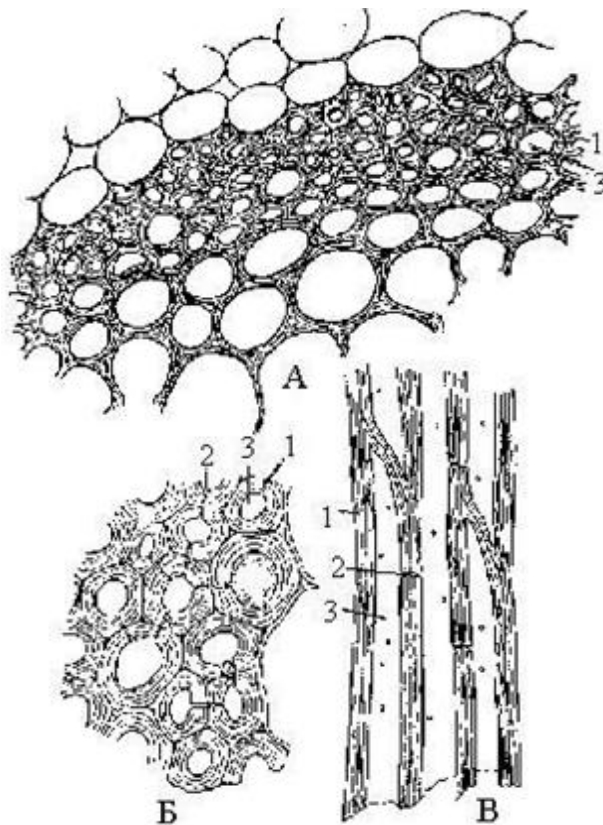


волокна во вторичной древесине — **либриформ**.

*Рис. 38.* Лубяные волокна в листьях пальмы веерной:

*a* — поперечный срез; *б* — продольный срез;

*1* — оболочка волокна; *2* — полость волокна



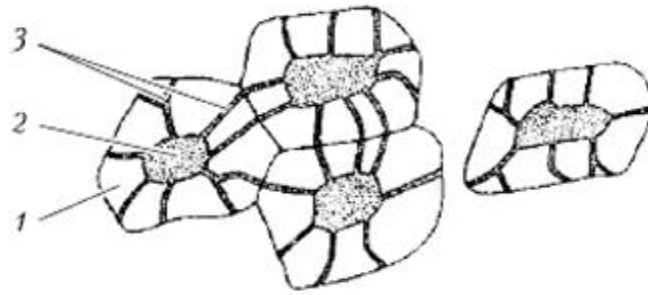
*Рис. 39.* Древесинные волокна стебля герани (*Geranium pratense*):

*A, Б* — поперечный разрез; *В* — продольный разрез;

*1* — оболочка клетки; *2* — простая пора; *3* — полость клетки

**Склериды** встречаются в различных органах — стеблях, листьях, корнях, плодах, имеют обычно изодиаметрическую форму, встречаются склериды ветвистые (астросклериды), округлые (брахисклериды) и вытянутые (остеосклериды) (рис. 40).





*Рис. 40.* Склерейды плода груши:

1 — одревесневшая клеточная стенка; 2 — протопласт; 3 — поровые каналы

Стенки клеток сильно пропитаны лигнином и минеральными солями, что придает им большую прочность (отсюда каменистые клетки) — незрелые плоды груши, айвы, косточки сливы, абрикоса, персика. Они обычно разбросаны среди мякоти плода, листа или стебля, что придает им повышенную прочность. В начале формирования каменистые клетки живые, но затем они отмирают и выполняют лишь механическую функцию, а в ряде случаев защитную роль.

**Сосудисто-волокнистые пучки.** Элементы ксилемы и флоэмы в органах растения сочетаются в пучки. К проводящим элементам ксилемы и флоэмы обычно присоединены механические элементы — склеренхима, отсюда сосудисто-волокнистые пучки.

Тонкие разветвления пучков, например, в листьях, постепенно утрачивают механические элементы и выполняют проводящую функцию. Такие пучки называют проводящими. Состав: основная, проводящая, механическая, образовательная ткани.

Пучки, не содержащие образовательной ткани, называются **закрытыми**. Пучки с действующей образовательной тканью — **открытые**.

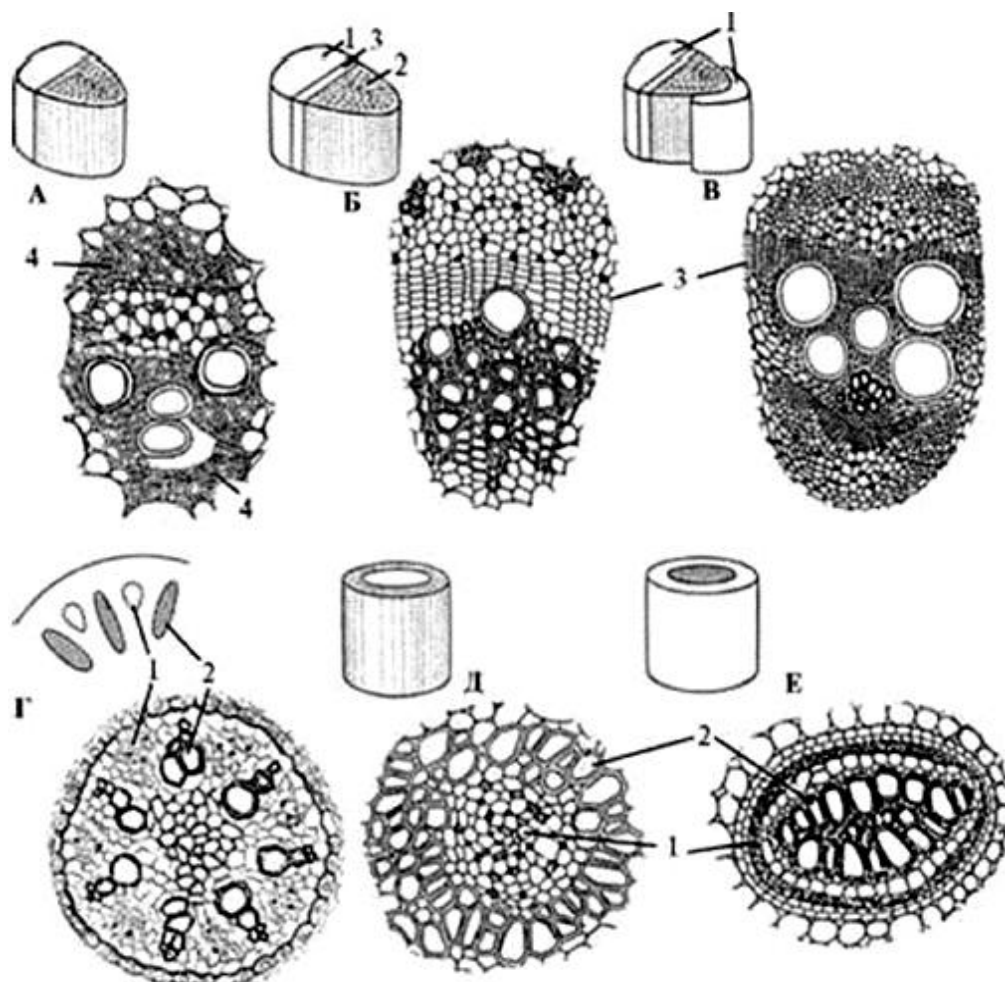
В зависимости от расположения флоэмы относительно ксилемы различают пучки (рис. 41):

1. **Коллатеральные** — ксилема прилегает к флоэме с одной стороны. Встречаются в листьях и стеблях двудольных (открытые) и однодольных (закрытые).

2. **Биколлатеральные** — в органах радиального строения (стебель,

корень) некоторых растений (пасленовые, тыквенные). Флоэма расположена с двух сторон относительно ксилемы.

**3. Радиальные пучки.** Участки ксилемы располагаются по радиусам, а между ними в периферической части корня — флоэма (корни однодольных и двудольных растений в зоне всасывания).



*Рис. 41.* Типы проводящих пучков:

*A* — коллатеральный закрытый; *B* — коллатеральный открытый; *B* — биколлатеральный; *Г* — радиальный; *Д* — центрофлоэмный; *Е* — центроксилемный;

*1* — флоэма; *2* — ксилема; *3* — камбий; *4* — склеренхима

**4. Пучки концентрического строения.** В одних случаях в центре ксилема, а вокруг нее флоэма (центрофлоэмные — в корневищах однодольных), в других наоборот (центроксилемные — в корневищах папоротника). Сосудисто-волокнистые пучки густой сетью пронизывают

все тело растения. Густота такой сети напоминает мочалку из люффы (семейство Тыквенные). Это не что иное, как сеть сосудисто-волокнистых пучков плода люффы, освобожденная от мягких тканей.

**Заключение.** Все виды тканей в растении специализированы для выполнения определенных функций и при рациональном взаимном расположении обеспечивают анатоμο-морфологическую и функциональную целостность растительного организма.

### **Контрольные вопросы**

1. *Колленхима пластинчатая, уголковая и рыхлая (рис. 37).*
2. *Пучки концентрического строения*
3. *Радиальные пучки*
4. *Сосудисто-волокнистые пучки*
5. *Лубяные волокна*
6. *Проводящие ткани*
7. *Механические ткани*

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Ботаника с основами фитоценологии. Анатомия и морфология растений. Серебрякова Т.И. — М: Академкнига, 2006. — 543 с.
2. Ботаника: в 4 т. Т. 1. Клеточная биология. Анатомия. Морфология. Зитте П., Вайлер Э.В., Кадерайт Й.В. и др. / под ред. А.К. Тимонина, В.В. Чуб — М: Академия, 2008. — 368 с.
3. Ботаника: в 4 т. Т. 3: Высшие растения. Тимонин А.К. — М: Академия, 2007. — 352 с.
4. Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. — М.: Эдиториал УРСС, 2000. — 528 с.
5. Яковлев Г.П., Челомбитько В.А. Ботаника. — СПб: СпецЛит, Изд-во СПХФА, 2001. — 680 с.
6. Практикум по анатомии и морфологии растений Викторов В.П., Гуленкова М.А., Дорохина Л.Н. и др. Под ред. Л.Н. Дорохиной — М: Академия, 2004. — 176 с.

7. Иллюстрированное руководство для ботанических практик и экскурсий в Средней России. В.Э. Скворцов. — М: Т-во науч. изд. КМК, 2004. — 506 с.