

## Лекция. Механические, проводящие и выделительные ткани растений.

### План лекции.

1. Механические ткани. Строение и функции.
2. Проводящие ткани. Строение и функции.
3. Выделительные ткани: локализация, классификация, биологическая роль.
4. Основная паренхима.

### 1. Механические ткани. Строение и функции.

Освоение растениями суши было связано с образованием у них специализированных механических тканей. Прочность этих тканей обусловлена либо повышенным тургорным давлением (гидроскелетом), либо прочностью стенок их клеток. Механические ткани обеспечивают необходимую прочность органам растения, позволяя им занимать необходимое положение в пространстве и противостоять действию факторов внешней среды: ветру, снегу, вытаптыванию животными и т.д. Подвергаясь постоянным меняющимся нагрузкам, органы растений благодаря механическим тканям действуют подобно пружинам, возвращающимся в исходное состояние после снятия нагрузки.

Механические ткани обычно выполняют свои функции только в сочетании с остальными тканями растения, образуя среди них жесткий каркас, или арматуру. Поэтому эти ткани называют арматурными. В корне и побеге механические ткани располагаются по-разному. У корня, испытывающего в основном нагрузки на разрыв, они сконцентрированы в центре; у стебля побега, подвергающегося нагрузкам на излом и изгиб, — по периферии. Характерная особенность клеток механических тканей — сильно утолщенная клеточная стенка, которая сохраняет опорную функцию и после отмирания протопласта.

У высших растений в ходе эволюции сформировались два типа механических тканей: *колленхима* и *склеренхима*.

**Колленхима.** *Колленхима* — первичная ткань, развивающаяся в побегах двудольных растений (у однодольных — редко). Обычно она располагается в виде сплошного тонкостенного цилиндра по периферии стебля или отдельными тяжами вдоль его ребер. Колленхима состоит из живых удлинённых клеток. Основной их объем занимает центральная вакуоль, в постенной цитоплазме много хлоропластов, благодаря чему колленхима фотосинтезирует, но менее активно, чем хлоренхима. Прочность колленхимы обусловлена главным образом тургором ее клеток. При дефиците воды колленхима не эффективна, в результате растение временно завядает (например, обвисающие листья огурцов в жаркий день). После наполнения клеток водой функции колленхимы восстанавливаются.

Дополнительную прочность ей придают неравномерно утолщенные стенки клеток. В утолщенных участках стенок слои целлюлозы чередуются с сильнообводненными слоями, богатыми гемицеллюлозой и пектинами. Долго растущие, с целлюлозными стенками, клетки колленхимы не только придают необходимую прочность молодым органам растения, но и, что особенно важно, не сдерживают их дальнейшего роста.

В зависимости от характера утолщения стенок и особенностей их соединения различают *уголковую*, *пластинчатую* и *рыхлую* колленхиму.

*Уголковая колленхима* имеет стенки, утолщенные в углах клеток. Утолщения трех, четырех или пяти соседних клеток сливаются, образуя трех-, четырех- и пятиугольники. Этот вид колленхимы обычно встречается под эпидермой над главной жилкой листа, по ребрам травянистых стеблей (стебли георгины и тыквы, черешки листьев свеклы и др.).

*Пластинчатая колленхима* отличается утолщением стенок, параллельных поверхности органа, и чаще встречается в виде сплошного тонкостенного цилиндра по периферии стебля (баклажан, клевер, подсолнечник и др.).

*Рыхлая колленхима* — ткань с крупными межклетниками. Утолщаются лишь те части стенок ее клеток, которые к ним прилегают. Рыхлая колленхима образуется в черешке листьев баклажана и лопуха большого, в стебле ваточника. Она более типична для побегов болотных и водных растений.

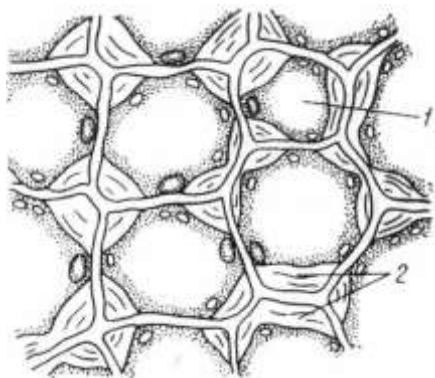


Рис. Колленхима черешка листа свеклы при большом увеличении  
(*Beta vulgaris*): 1 - полость клетки; 2 - утолщенная стенка

**Склеренхима.** *Склеренхима* отличается от колленхимы тем, что состоит из клеток с равномерно утолщенными, обычно одревесневшими стенками и рано отмирающим протопластом. Таким образом, склеренхима выполняет свои механические функции, будучи уже мертвой тканью. Механические ее свойства полностью обусловлены прочностью клеточных стенок, толщина которых может занимать до 90% площади поперечного сечения клетки.

*Склеренхима* — первичная или вторичная ткань, свойственная большинству семенных и высших споровых растений. Выделяют два типа клеток склеренхимы:

- *волокна* — длинные веретеновидные клетки с очень толстыми стенками и небольшой полостью;
- *склерейды* — клетки паренхимной формы (округлые, удлинённые, ветвистые) с мощными оболочками.

*Склеренхимные волокна* обеспечивают сохранение целостности органов растений при воздействии на них нагрузок на разрыв, сжатие, изгиб. Прочность волокон близка к прочности стали и обусловлена тем, что фибриллы целлюлозы располагаются в их стенках, винтообразно закручиваясь. Концы волокон могут быть заостренными (лен), тупыми (крапива), ветвистыми (конопля). Склеренхимные волокна могут располагаться в растении в виде отдельных клеток (элементарное волокно) или, соединяясь друг с другом (по 10-50), образовывать пучок волокон (техническое волокно). Для получения волокна используют стебли рами с длиной волокон до 40 см, льна (4 – 6 см), кендыря (5 см), конопли (до 4 см), кенафа (12 мм). Волокна из побегов растений выделяют с помощью вымачивания («мочки») или механическим путем. Лучшие результаты дает вымачивание, при котором окружающие волокна паренхимные ткани разрушаются бактериями. Получаемые из двудольных растений волокна используют обычно для изготовления тканей. Из листовых волокон однодольных растений (абака, новозеландский лен, сизаль) делают канаты, веревки, маты.

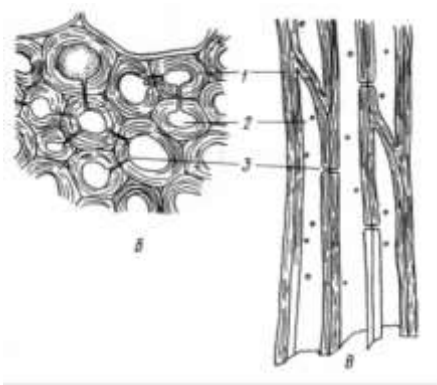


Рис. Склеренхима стебля герани (*Geranium pratense*):  
 Б - на поперечном разрезе; В - на продольном разрезе:  
 1 - стенка клетки; 2 - полость клетки; 3 - простая пора

*Склерейды* могут располагаться в растении плотными группами или поодиночке. Это мертвые клетки с очень толстыми одревесневшими клеточными стенками. Стенки настолько утолщены, что соседние поровые каналы могут сливаться друг с другом, образуя ветвистые поровые каналы.

Склерейды могут быть представлены каменистыми клетками и ветвистыми клетками. *Каменистые клетки* — располагающиеся группами изодиаметрические клетки. Из них состоят косточки абрикоса, вишни, сливы, околоплодник ореха лещины. Встречаются они и в мякоти сочных плодов айвы, груши, рябины, среди тонкостенных клеток корней хрена. При созревании плодов у некоторых сортов груш можно наблюдать раздревеснение клеточной стенки каменистых клеток.

*Ветвистые клетки* отличаются многолучевой звездообразной формой. Как правило, они встречаются поодиночке среди клеток других тканей (как идиобласты) в листьях камелии, маслины, чая, в стеблях побегов водных растений, где выполняют опорную функцию.

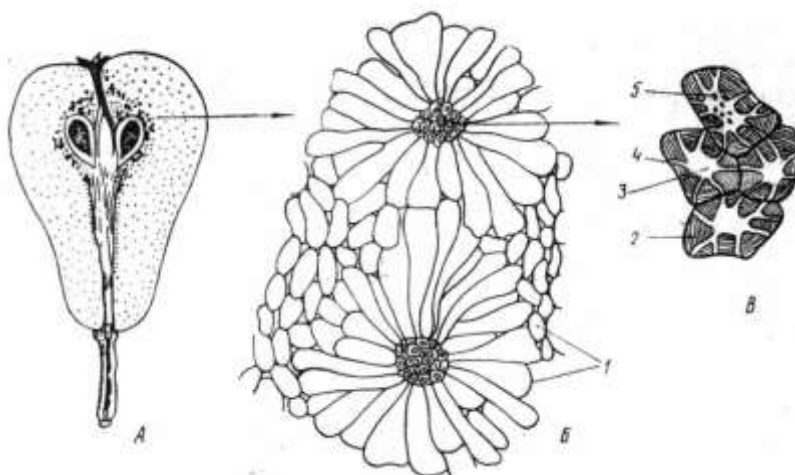


Рис. Склерейды плода груши (*Pyrus communis*):  
 А – плод груши (продольный разрез); Б – группы склерейд среди клеток мякоти плода;  
 В – склерейды: 1 – паренхимные клетки мякоти; 2 – стенка клетки;  
 3 – полость клетки;  
 4 – простая пора на разрезе; 5 – простая пора в плане

## 2. Проводящие ткани. Строение и функции.

Проводящие ткани относятся к *сложным* тканям, так как состоят из по-разному дифференцированных клеток. Они обеспечивают передвижение веществ по телу растения. Возникли они вследствие приспособления растений к жизни на суше, когда у них четко обособились два полюса питания: почвенный и воздушный. В связи с этим появилась необходимость обеспечивать транспорт веществ в двух противоположных направлениях. От корней к побеговой системе растениям нужно проводить воду с растворенными в ней минеральными солями. Из побегов к корням, обеспечивая их рост, необходимо транспортировать органические вещества, образованные листьями в процессе фотосинтеза. Ткани, обеспечивающие движение веществ от корней к побеговой системе, представлены *трахеальными* элементами, а движение из побегов к корням — *ситовидными* элементами.

**Трахеальные элементы.** К трахеальным элементам относятся *трахеиды* и *трахеи* (сосуды).

*Трахеиды* представляют клетки с заостренными или округлыми концами, одревесневшими стенками и быстро отмирающим протопластом. Вода переходит из трахеиды в трахеиду только через окаймленные поры, сосредоточенные на их концах. Трахеиды встречаются у всех высших растений, но у большинства плаунов, хвощей, папоротников и голосеменных растений вода проводится только ими, т.е. они являются у этих растений единственной водопроводящей тканью.

*Трахеи (сосуды)* — многоклеточные трахеальные элементы. Они образованы вертикальным рядом клеток, каждая из которых представляет собой членик сосуда. Обычная длина сосуда — около 10 см. В соприкасающихся поперечных стенках члеников сосуда имеются сквозные отверстия — перфорации, через которые вода переходит из одного членика в другой. По сосудам передвижение воды идет значительно легче и быстрее, чем по трахеидам. Сосуды сформировались в процессе эволюции из трахеид в результате уменьшения их длины, увеличения диаметра, замены пор на поперечных стенках перфорациями.

Сосуды типичны для покрытосеменных растений. В виде исключения они встречаются у некоторых плаунов, хвощей и папоротников, а также голосеменных растений (класс Гнетовые).

По трахеальным элементам растворы могут перемешаться и в горизонтальном направлении — через окаймленные поры, имеющиеся в их боковых стенках, и через неутолщенные участки стенок. Так они попадают из одного трахеального элемента в другой или в живые клетки соседних тканей. Вторичные стенки трахеальных элементов неравномерно утолщены, что придает им прочность.

Трахеальные элементы могут функционировать достаточно долго, но не бесконечно. Рано или поздно их полости закупориваются различными веществами. У трахеид хвойных они заполняются живицей (раствором смол в эфирных маслах), у лиственных пород — минеральными или органическими веществами. У ряда лиственных деревьев (например, робинии, или белой акации) в полость трахеальных элементов через поры врастают расположенные рядом клетки паренхимы, перекрывая таким образом ток веществ. После того как сосуды перестают проводить воду, они выполняют только опорные функции.

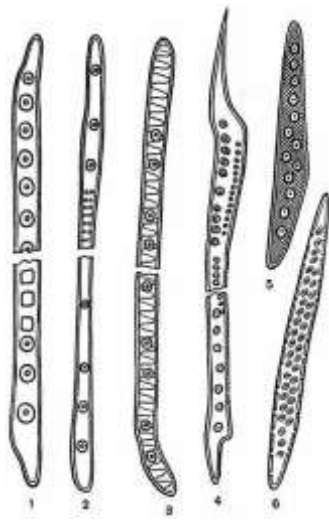


Рис. 35. Различные формы трахеид:  
1 – сосны (*Pinus*); 2 – ели (*Picea*); 3 – тиса (*Taxus*);  
4 – дуба (*Quercus*);  
5 – клена (*Acer*);  
6 – лещины (*Corylus*)

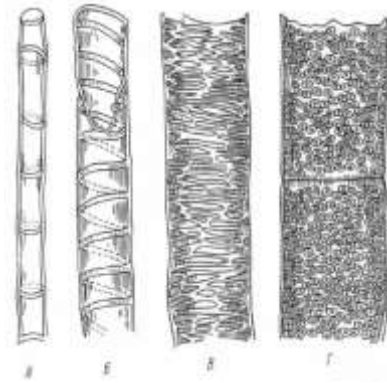


Рис. 36. Сосуды стебля тыквы  
А – кольчатый; Б – спиральный;  
В – сетчатый; Г – пористый

**Ксилема, или древесина.** В проведении воды с растворенными в ней минеральными веществами участвуют не только проводящие ткани, представленные трахеидами и трахеями, но и другие ткани растения. Весь комплекс тканей, обеспечивающий ток веществ от корней к побеговой системе, называется *ксилемой*, или *древесиной*. В ксилеме находятся живые клетки древесинной паренхимы и древесинные волокна, которые выполняют в ней механические функции. По окружающей трахеальные элементы паренхиме идет радиальный транспорт веществ, в ее клетках накапливаются запасные вещества. Весной эти вещества, превращаясь в сахара, поступают в сосуды и по ним поднимаются к пробуждающимся почкам. Таким образом, весной сосуды, отступая от правил, проводят не воду, а растворы органических веществ — так называемую пасоку (например, всем известный березовый сок). Исходя из особенностей строения, ксилему называют либо проводящим комплексом тканей, либо *сложной* тканью.

По происхождению ксилема может быть первичной и вторичной. Первичную ксилему образует *прокамбий*, вторичную — *камбий*. Несмотря на то, что транспорт воды обеспечивают неживые трахеиды и сосуды, ксилема выполняет свою водопроводящую функцию только до тех пор, пока в ней содержатся живые клетки.

**Ситовидные элементы.** Ситовидные элементы представлены в теле растения *ситовидными клетками* и *ситовидными трубками*. В отличие от трахеальных элементов они представлены живыми клетками, по протопластам которых осуществляется транспорт органических веществ от фотосинтезирующих листьев к корню. Ситовидными их называют потому, что в их стенках имеются группы мелких сквозных отверстий (перфораций), похожих на сито. Участок стенки с группой перфораций обычно бывает окружен утолщением в виде валика и называется *ситовидным полем*. *Ситовидные клетки* сильно вытянуты в длину, с ситовидными полями, располагающимися по боковым стенкам. Это наиболее примитивные ситовидные элементы, характерные для высших споровых и голосеменных растений.

*Ситовидная трубка* — многоклеточная структура, представляющая собой вертикальный ряд удлиненных клеток — ее члеников. Ситовидные трубки значительно короче сосудов (150-300 мкм). Поперечные стенки члеников ситовидной трубки преобразованы в ситовидные пластинки с несколькими (реже одним) ситовидными полями с более широкими перфорациями. Если на ситовидной пластинке имеется несколько ситовидных полей, ее называют *сложной*, если только одно — *простой*.

Ситовидные трубки как функционально наиболее совершенный тип проводящей ткани типичны только для покрытосеменных растений.



Рис. Строение ситовидной клетки:  
1 - поперечное; 2 - продольное

**Флоэма, или луб.** Ситовидные элементы обычно не располагаются в теле растения сами по себе, а входят в состав проводящего комплекса тканей — *флоэмы*, или *луба*. По составу тканей флоэма близка к ксилеме: кроме проводящих тканей в ней представлены *лубяная паренхима* и *лубяные волокна*. Тонкостенные клетки паренхимы участвуют в ближайшем транспорте веществ или выполняют запасающие функции. Лубяные волокна имеют опорное значение. Однако по набору гистологических элементов флоэма все же отличается от ксилемы наличием *клеток-спутниц*, сопутствующих каждому члену ситовидной трубки и выполняющих вспомогательную роль в транспорте органических веществ. Как и ксилему, флоэму можно рассматривать как сложную проводящую ткань. Как и ксилема, флоэма может быть первичной или вторичной по происхождению, образуясь соответственно из прокамбия или камбия. Понятия «флоэма» и «луб» — равнозначны, также как понятия «ксилема» и «древесина». Но термины «луб» и «древесина» принято применять по отношению к древесным растениям.

Совокупность тонкостенных неодревесневших элементов флоэмы называют *мягким лубом*, а совокупность ее толстостенных одревесневших элементов — *твердым лубом*. Важно подчеркнуть, что в эволюции высших растений возникновение и развитие трахеальных элементов ксилемы и ситовидных элементов флоэмы шло параллельно. Одноклеточные трахеиды и ситовидные клетки преобразовались в многоклеточные проводящие структуры — сосуды и ситовидные трубки.

**Проводящие пучки.** В теле растения ксилема и флоэма, как правило, располагаются рядом, образуя так называемые *проводящие пучки*. Образуются они из прокамбия, закладывающегося в конусе нарастания корня и побега. В зависимости от

строения различают несколько типов проводящих пучков, которые характерны для определенных групп растений. Пучки бывают *открытыми* и *закрытыми*.

*Закрытые пучки* не содержат камбия, поэтому не способны к вторичному утолщению. Закрытые пучки типичны для большинства споровых растений и для всех однодольных цветковых растений, встречаются они и в органах двудольных покрытосеменных (например, в листьях).

*Открытые пучки* имеют камбий между флоэмой и ксилемой. Деление клеток камбия обеспечивает вторичное утолщение пучков и всего стебля. Открытые пучки встречаются в осевых органах двудольных и голосеменных растений.

Основные типы сосудисто-волокнистых пучков (по взаимному расположению ксилемы и флоэмы):

*Коллатеральные* (открытые и закрытые) – флоэма лежит по одну сторону от ксилемы (наиболее часто встречается).

*Биколлатеральный открытый* (камбий между наружной флоэмой и ксилемой) – флоэма лежит по обе стороны от ксилемы. Открытые биколлатеральные пучки, типичны для растений семейств Вьюнковые, Пасленовые, Тыквенные.

*Концентрические* (*амфиазальный* – ксилема окружает флоэму: стебли и корневища однодольных (Лилейные, Осоковые) и некоторых двудольных (Гречишные, Бегониевые); *амфикрибральный пучок* - флоэма окружает ксилему: корневища папоротников).

*Радиальный закрытый* (ксилема расходится лучами от центра, а флоэма располагается между лучами). Число лучей от одного до пяти и более. Характерно для первичного строения молодых корней голосеменных и покрытосеменных.

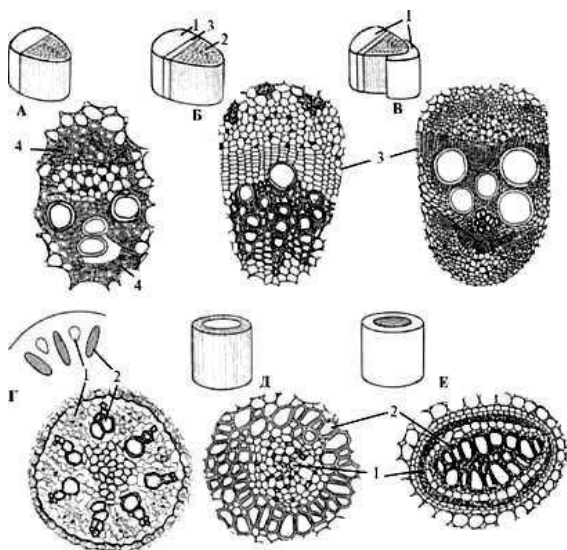


Рис. Схемы строения проводящих пучков:

А – коллатеральный закрытый; Б – коллатеральный открытый;

В – биколлатеральный открытый; Г – радиальный закрытый;

Д – концентрический амфиазальный; Е – концентрический амфикрибральный.

1 – флоэма; 2 – ксилема; 3 – камбий; 4 – склеренхима

### 3. Выделительные ткани: локализация, классификация, биологическая роль.

*Выделительными* называют ткани, которые выделяют вещества, исключаясь из дальнейшего обмена веществ, проходящего в растительном организме. Обычно это конечные или побочные продукты метаболизма, подлежащие либо выделению во внешнюю среду, либо изоляции внутри тела растения. Выделительные ткани сильно различаются по строению и местоположению в растениях. Химическая природа выделяемых ими веществ очень разнообразна, а о значении многих из них в жизни растений можно только догадываться. Какие-либо общие цитологические особенности этих тканей назвать трудно. Обычно это клетки с тонкими стенками. Набор их органелл определяется спецификой выделяемых веществ. Например, в клетках, где идет синтез смол, каучука, эфирных масел, хорошо развит ЭР, а где синтезируются слизи — много диктиосом.

Выделяемые растениями вещества представлены эфирными маслами, смолами, бальзамами и даже каучуком. Назначение эфирных масел заключается в привлечении насекомых-опылителей, отпугивании травоядных животных, уменьшении прозрачности и теплопроводности воздуха с целью защиты растений от перегрева и излишней транспирации. Смолы и бальзамы могут предотвращать загнивание тканей растения. Роль каучука в жизни растений до настоящего времени не ясна. Растения могут выделять воду, соли, сахара (например, в составе нектара). Образующие в процессе метаболизма ядовитые вещества (например, оксалат кальция, алкалоиды, гликозиды) изолируются во внутренних структурах. Процесс отделения выделяемых веществ от протопласта называют секрецией, а сами эти вещества — секретами.

Различают *наружные* и *внутренние* выделительные ткани, в зависимости от того, выделяют ли они секретируемые вещества во внешнюю среду или оставляют их в своем теле.

*Наружные выделительные структуры.* Эти структуры представлены *железистыми волосками, желёзками, нектарниками, осмофорами, гидатодами и переваривающими желёзками.* Все они эволюционно связаны с покровными тканями.

*Железистые волоски и желёзки* представляют собой многоклеточные трихомы (волоски) эпидермы. Они состоят из живых клеток, образующих их длинную одно- или многоклеточную ножку и такую же по строению округлую головку. Клетки головки выделяют секрет под покрывающую ее кутикулу. При повреждении кутикулы вещества вытекают наружу. После образования новой кутикулы процесс повторяется. Железистые волоски обычно выделяют эфирные масла (пеларгония, душистый табак и др.). Сидячие волоски с одноклеточной головкой, образующие мучнистый налет на листьях мари и лебеды, выделяют воду и соли.

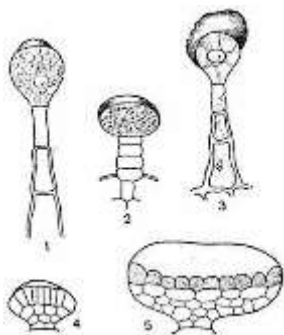


Рис. Железистые волоски:  
1-3 – черешка пеларгонии;  
4-5 – черной смородины



*Желёзки* отличаются от волосков очень короткой ножкой, образованной несекретирующими клетками, и многоклеточной головкой (имеют вид щитка на ножке). Желёзки типичны для лаванды, мяты, полыни, черной смородины. Когда в формировании желёзок участвует не только эпидерма, но и клетки более глубоко лежащих тканей, такие желёзки называют *эмергенцами* (например, жгучие волоски крапивы).

*Нектарники*. Эти выделительные структуры очень разнообразны по форме (представлены дисками, чашами, головками, нитями и т.д.). Обычно они образованы клетками эпидермы и покрыты кутикулой. Нектарники состоят из живых клеток с густой цитоплазмой и высокой интенсивностью обмена веществ. Вырабатываемый ими нектар — водный раствор сахаров (глюкозы, фруктозы и сахарозы), содержание которых сильно варьируется, с небольшой примесью белков, спиртов и ароматических веществ. К нектарникам могут подходить проводящие пучки. Обычно нектарники образуются в цветках, но у ряда растений их можно обнаружить на цветоножках, осях соцветия, прилистниках и даже листьях (растения из семейства Яснотковые). У одних растений нектарники располагаются в цветке открыто и доступны для большинства насекомых (у сельдерейных), у других глубоко спрятаны и «обслуживают» только избранных (клевер). Нектароносные растения, охотно посещаемые пчелами, называют медоносами (гречиха, донник, иван-чай, липа и др.).

*Осмофоры* представляют собой или специализированные клетки эпидермы, или особые желёзки, в которых синтезируются ароматические вещества. Эти вещества состоят из смеси сложных органических соединений, основу которой составляют эфирные масла, и придают цветкам растений разных видов их неповторимый индивидуальный аромат.

*Гидатоды*, или *водяные устьица*, в отличие от обычных устьиц выделяют капельно-жидкую воду с растворенными в ней солями. Если в теле растения накапливаются избытки воды, через гидатоды осуществляется выделение воды из внутренних тканей растения на его поверхность. Вода к гидатодам поступает по трахеидам, находящимся на концах проводящих пучков. Обычно гидатоды представлены устьицами, утратившими способность регулировать ширину устьичной щели (настурция, розь). Более сложное строение можно наблюдать, например, у гидатод, находящихся между зубцами края листа земляники и камнеломки. Здесь под гидатодой образуется многоклеточная ткань — эпитема, через которую проходит вода по пути из трахеиды к самому водяному устьицу. Эпитема играет очень важную роль — она предохраняет растение от проникновения в него патогенных микроорганизмов.

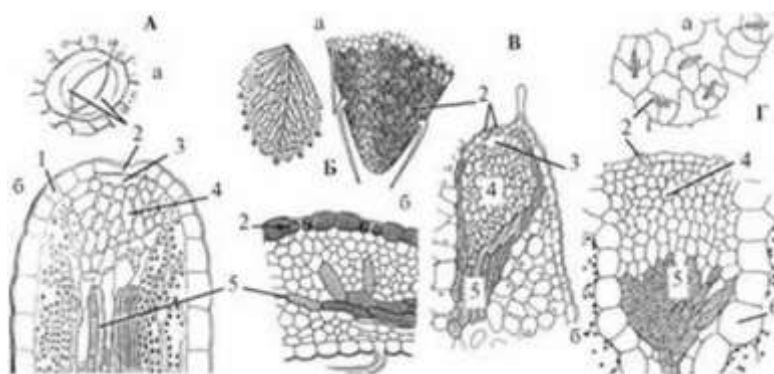


Рис. Гидатоды:

А - примулы; Б - лапчатки;

В - камнеломки; Г - толстянки;

1 - эпидерма; 2 - замыкающие клетки водяного устьица; 3 - водонакапливающая полость; 4 - эпитема; 5 - трахеиды; 6 - паренхимная обкладка (а - вид сверху; б - вид на срезе)

*Переваривающие желёзки* типичны для листьев насекомоядных растений (венериной мухоловки, непентеса, росянки и др.). В выделяемой ими жидкости содержатся пищеварительные ферменты и кислоты, способные расщеплять белки и другие органические вещества жертвы. Расщепление белков позволяет растениям получить столь необходимый для их нормальной жизнедеятельности азот.



Рис. Ловчие аппараты с переваривающими ферментами хищных растений:

- а - пузырчатки обыкновенной;
- б - венериной мухоловки;
- в - непентеса гибридного;
- г - росянки

*Внутренние выделительные структуры.* Внутренние выделительные ткани или отдельные секреторные клетки, находящиеся среди клеток других тканей (идиобласты), накапливают синтезированные вещества, не выделяя их за пределы растения. Эти вещества очень разные по химической природе. Особенно часто встречается оксалат кальция. В тканях хвойных накапливаются смолы и бальзамы, у растений из семейства Бобовые — слизи, камеди и смолы. Внутренние выделительные структуры очень разнообразны по строению, наиболее часто они представлены *секреторными вместилищами* и *млечниками*.

Выделяют два типа секреторных вместилищ: *схизогенные* и *лизигенные*.

*Схизогенные вместилища* возникают вследствие расхождения клеток и формирования большого межклетника, выстланного живыми эпителиальными клетками и заполненного выделяемыми ими веществами. К ним относятся смоляные ходы хвойных растений, а среди покрытосеменных растений — у представителей семейств Аралиевые, Астровые, Сельдерейные.

*Лизигенные вместилища* образуются на месте группы клеток, растворившихся после накопления продуктов секреции. Лизигенные вместилища с эфирными маслами типичны для околоплодника плода цитрусовых — гесперидия, или померанца (апельсин, грейпфрут, лимон, мандарин).

*Млечники (млечные трубки)* могут быть нечленистыми и членистыми.

*Нечленистый млечник* представляет собой одну гигантскую живую клетку, которая, возникнув в зародыше, непрерывно растет, удлиняясь и ветвясь (молочайные, тутовые и др.).

*Членистые млечники* формируются из многих клеток, у которых растворяются смежные стенки, а протопласты и вакуоли сливаются (астровые, колокольчиковые, маковые). В сформированном млечнике протопласт занимает постенное положение, а полость млечника заполнена млечным соком — *латексом*.

*Латекс* — эмульсия молочно-белого или (реже) оранжевого цвета. Его основу составляет клеточный сок, в котором находятся в растворенном или взвешенном состоянии углеводы (у астровых — сахара, у молочайных — крахмальные зерна), жиры,

танины, слизи, каучук, эфирные масла. Среди каучуконосных растений (их более 12 тыс. видов) практическое значение имеет растущая в тропиках гевея — представитель семейства Молочайные. В ее латексе содержится до 50% каучука.

Одноклеточные внутренние выделительные структуры представлены также идиобластами или небольшой их группой в эпидерме, основной паренхиме, паренхиме флоэмы. *Масляные клетки* типичны для представителей семейств Кирказоновые, Лавровые, Перечные. После накопления большого количества масла их протопласт отмирает и разрушается, а клеточная стенка нередко опробковевает.

*Слизевые клетки* заполнены слизью, образующейся в процессе химической трансформации всего протопласта; они характерны для кактусовых, липовых, мальвовых и др. *Мирозиновые клетки* заполнены ферментом мирозином они встречаются в вегетативных органах капустных, перечных. Фермент мирозин участвует в образовании горчичного масла. *Кристаллоносные клетки* обычны для вегетативных органов многих растений. Обычно они содержат кристаллы щавелевокислого кальция (оксалата кальция). Углекислый кальций откладывается в клетках в виде гроздевидных *цистолитов*. Цистолиты разной формы встречаются у растений семейств Бурачниковые, Крапивные, Тыквенные.

#### **4. Основная паренхима.**

В теле растения большой объем занимает ткань, функции которой определить невозможно. Обычно она состоит из клеток с тонкой неодревесневшей стенкой, хорошо выраженной вакуолью и постенной цитоплазмой с обычным набором органелл. Из пластид здесь наиболее часто представлены лейкопласты. У некоторых органов растения стенки клеток этой ткани могут утолщаться и одревесневать, выполняя, очевидно, механические функции (например, в стебле клевера). Такую ткань с невыраженной морфолого-функциональной спецификой принято называть *основной паренхимой*.

#### ***Контрольные вопросы и задания***

*1. Как используются человеком волокна склеренхимы? 2. Какие гистологические элементы входят в состав флоэмы и ксилемы? 3. Как ксилема и флоэма используются человеком? 4. Что такое проводящие пучки? Назовите их типы. 5. Каковы функции выделительных тканей? 6. Какими способами могут образовываться вместилища выделяемых веществ? 7. Что такое млечники? На какие типы они подразделяются?*

#### ***Литература***

- 1. Билич Г.Л. Биология. Полный курс. В 3-х т. Том 2. Ботаника/Г.Л. Билич, В.А. Крыжановский.-М.: ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004.-544 с.*
- 2. Коровкин О.А. Ботаника - М.: КНОРУС, 2016.- 434 с.*
- 3. Лотова Л. И. Морфология и анатомия высших растений. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. — 528 с.*