

Лекция 2. ТКАНИ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

Вопросы:

1. Понятие о тканях. Образовательные ткани.
2. Покровные ткани.
3. Основные ткани.
4. Механические ткани.
5. Проводящие ткани и комплексы. Проводящие пучки.
6. Выделительные ткани.

1. Понятие о тканях. Образовательные ткани.

Совокупность однородных по происхождению, одинаковых по форме и функции клеток называется тканями.

Различают шесть типов тканей:

1) образовательные, или меристемы; 2) покровные; 3) основные; 4) механические; 5) проводящие; 6) выделительная система.

Одни ткани состоят из паренхимных клеток, другие – из прозенхимных. Бывают ткани плотные, клетки которых сомкнуты, не имеют межклетников, но бывают и рыхлые, между клетками которых имеются межклетники.

Ткани различаются также по характеру оболочек клеток. Одни ткани имеют клетки с тонкими оболочками, другие – с толстыми. У одних клеток стенки целлюлозные, у других – одревесневшие или опробковевшие. Поры в оболочках тоже могут быть неодинаковы.

Образовательные ткани, или меристемы

Характерное свойство образовательных тканей – их способность к делению, а следовательно, к образованию новых клеток. Обычно образовательные ткани состоят из мелких, большей частью изодиаметрических, тонкостенных клеток, заполненных цитоплазмой, с очень мелкими вакуолями и крупным ядром. Весь зародыш растения на первых этапах своего развития состоит из подобных плотно сомкнутых клеток, составляющих *первичную меристему*. Но по мере его роста первичная меристема сохраняется лишь в кончиках корня и в верхушках стебля, а у злаков также у основания междоузлий (вставочные, или интеркалярные, меристемы). Они обеспечивают удлинение междоузлий, их изгибы.

В *верхушечной меристеме корня* выделяют три слоя: *дерматоген*, из которого будут образовываться клетки первичной покровной ткани – эпиблемы; *периблему*, состоящую из нескольких рядов кле-

ток, которые, дифференцируясь, дадут первичную кору корня, и *плерому* – группу инициальных (исходных) клеток, из которых возникнет центральный цилиндр корня.

В *верхушечной меристеме стебля* также выделяют три меристемы: *протодерму*, *основную меристему* и *прокамбий*. Все они называются первичными, и возникающие из них постоянные ткани также будут первичными.

Протодерма характеризуется плотно сомкнутыми клетками, которые делятся перпендикулярно к поверхности (антиклинно), т. е. дают только поверхностный рост. Из протодермы в дальнейшем образуется первичная покровная ткань – *кожица*. Клетки *основной меристемы* соединены друг с другом более рыхло и делятся во всех направлениях. Из основной меристемы в дальнейшем образуются первичные основные ткани.

Прокамбий образует в основной меристеме тяжи или цилиндры клеток, которые делятся в основном продольно в разных направлениях, вследствие чего образуются ряды вытянутых клеток. Из прокамбия формируются главным образом первичные проводящие и механические ткани, но могут образоваться и тяжи паренхимных клеток.

У взрослых растений прокамбий имеется лишь в конусе нарастания стебля. Затем он или полностью превращается в клетки постоянных тканей, или некоторые клетки его остаются и начинают делиться только тангентально (параллельно поверхности). Наблюдаются и радиальные деления, но значительно реже. Делящаяся таким образом меристема, образовавшаяся из прокамбия, называется камбием.

Камбий – вторичная эмбриональная ткань, и из него дифференцируются вторичные постоянные ткани (проводящие, механические, основные). За счет камбия происходит рост стеблей и корней в толщину.

К *вторичным образовательным тканям* относятся также те, которые возникают путем деления паренхимных клеток постоянных тканей, например раневые меристемы. Они появляются в местах механического повреждения растений. Клетки, расположенные возле раны, начинают делиться и становятся клетками вторичной меристемы. Образуется нарост беловатого или желтоватого цвета, называемый каллусом. Образование его связывают с выделением поврежденными клетками и клетками, расположенными возле них, «ране-

вых гормонов». Возникновение каллуса играет большую роль при прививках, вегетативном размножении.

Роль вторичной образовательной ткани может периодически выполнять *перицикл* – особый слой клеток, имеющийся в корне и стебле, где он является постоянной тканью с определенными функциями. В нем закладываются боковые корни, придаточные почки, иногда феллоген. Таким образом, в разные фазы развития растения перицикл может иметь делящиеся или неделящиеся клетки.

Меристемы различают по положению и по происхождению.

По положению меристемы могут быть: 1) верхушечными (апикальными); 2) боковыми (латеральными) и 3) интеркалярными (вставочными), 4) раневыми.

Верхушечные меристемы находятся в верхушках побегов и кончиках корней. *Боковые* (прокамбий, камбий, феллоген, перицикл) расположены по окружности органа. *Интеркалярные* обычно локализованы в основаниях междоузлий и листовых влагалищ многих однодольных (особенно у злаков).

По происхождению меристемы бывают: 1) первичными и 2) вторичными.

Первичные меристемы находятся в зародыше (на ранних этапах его развития), в основании междоузлий у злаков, а также в верхушках (апексах) стебля и корня (инициальные клетки, протодерма, основная меристема, прокамбий).

Вторичные меристемы (вторичные образовательные ткани) образуются из первичных меристем или из постоянных первичных тканей и могут находиться в различных местах органа. К ним относятся камбий, феллоген.

У большинства однодольных и некоторых низших сосудистых растений развиваются только первичные ткани. У голосеменных и двудольных растений молодые корни и стебли состоят в основном из первичных тканей, а более взрослые – главным образом из вторичных тканей. Листья всех растений имеют первичные ткани (иногда с очень небольшим количеством вторичных тканей).

2. Покровные ткани.

Функция покровных тканей – защита растений от неблагоприятного влияния внешних условий. Различают три разновидности покровных тканей в растениях: 1) *кожицу* (в корне она называется эпи-

блемой, в остальных органах – эпидермой); 2) *перидерму (пробку)*; 3) *корку*.

Кожица – первичная покровная ткань. В корне главная ее функция – всасывание воды и минеральных веществ. В стебле и листьях кожица играет в основном защитную роль.

Функции эпидермы – защищать органы растения от испарения, охлаждения, проникновения в растение гиф грибов и повреждения насекомыми. Вместе с тем эпидерма не должна препятствовать поступлению в растение углекислого газа, необходимого для фотосинтеза, и кислорода воздуха, требующегося для дыхания.

В связи с многообразием функций эпидерма отличается более сложным строением, чем эпидерма. Она состоит из живых клеток, содержащих ядро, цитоплазму, нередко лейкопласты, вакуолю. Оболочки клеток ее плотно сомкнуты между собой. Наружная стенка клеток эпидермы обычно утолщена, особенно у растений, произрастающих в сухом и жарком климате. Защитную роль от испарения и других влияний внешней среды выполняет кутикула – пленка кутина – жироподобного вещества, вырабатываемого цитоплазмой и выделяемого на наружной поверхности эпидермы.

Многие листья (злаков, эвкалипта) и плоды (сливы, винограда терна) покрыты голубовато-сизоватым легко стирающимся восковым налетом.

Для газообмена в эпидерме имеются *устьица* – специальные отверстия, окаймленные двумя полулунными клетками. Эти клетки называются *замыкающими*, а отверстие, образованное им, – *устыичной щелью*. В замыкающих клетках имеются хлоропласты, которые в других клетках эпидермы большей частью отсутствуют. Стенки замыкающих клеток неравномерно утолщены. Те из них, которые прилегают к клеткам эпидермы, – тонкие; стенки, обращенные к устыичной щели, – толстые.

Под устыицей имеется полость, называемая *воздухоносной* (дыхательной). Благодаря хлоропластам в замыкающих клетках происходит фотосинтез, в результате которого образуется глюкоза, всасывается вода и повышается тургор клетки. Возросшее давление вызывает растяжение тонкой стенки, вследствие чего замыкающая клетка несколько сместится и устыичная щель увеличится. При переходе глюкозы в крахмал тургор в замыкающих клетках будет падать, и замыкающие клетки займут свое первоначальное положение. Такое

изменение величины устьичных щелей регулирует газообмен и транспирацию в растении.

У вертикально стоящих листьев количество устьиц на обеих сторонах листа более или менее одинаково. Плавающие на поверхности воды листья (кувшинки, кубышки) имеют устьица на верхней стороне.

У многих растений имеются волоски, которые образуются в результате разрастания некоторых клеток эпидермы. Они могут быть одноклеточными и многоклеточными, линейными, чешуйчатыми (или звездчатыми) и ветвистыми, живыми и мертвыми, простыми и железистыми.

Обычно клетки волоска живые, содержат цитоплазму, ядро, вакуоль, иногда хлоропласты. Но нередко с возрастом содержимое волоска отмирает, и он заполняется воздухом. Мертвые волоски имеют белый или желтоватый цвет. Они также играют защитную роль от лучей солнца, иссушающего действия ветра. Мертвые волоски, покрывающие семена хлопчатника, используют для изготовления тканей, ваты и др. Они длинные (55 мм), имеют целлюлозную оболочку, покрытую кутикулой.

Если волоски не обладают секреторными свойствами, т. е. не выделяют каких-либо веществ, то считаются *простыми*. Если же весь волосок или некоторые его клетки выделяют эфирные масла или другие соединения, то их называют *железистыми*.

Иногда волоски играют защитную роль против поедания растений животными, например жгучие волоски крапивы.

Перидерма (пробка) – вторичная покровная ткань, возникающая у растений вместо кожицы. Нежная однослойная кожица не может достаточно хорошо защитить многолетние стебли от неблагоприятных воздействий внешней среды и прежде всего от потери воды в процессе транспирации.

В условиях умеренного климата обычно в июне, когда наблюдается максимальный дефицит влажности, максимум температуры и инсоляции, в растении формируется вторичная образовательная ткань – *феллоген*.

Феллоген может образоваться в результате деления клеток эпидермы из слоя, находящегося непосредственно под эпидермой.

Феллоген, или пробковый камбий, состоит из одного ряда клеток таблитчатой формы, густо заполненных цитоплазмой. Делятся они в основном параллельно поверхности. Откладываемые феллоге-

ном кнаружи дочерние клетки располагаются одна над другой правильными столбиками. Они тесно соприкасаются, не образуя межклетников. Оболочки их пропитываются суберином и становятся почти непроницаемыми для газа и воды. Поэтому они постепенно отмирают. Внешне вторичная покровная ткань выглядит серой или бурой.

Сформировавшаяся пробковая ткань состоит из мертвых клеток, так как их содержимое или разрушается – и тогда они становятся пустыми, или они заполняются различными веществами, например у березы белым веществом бетулином. Нередко в клетках пробковой ткани содержатся дубильные вещества, смолы. Пробковые клетки хорошо защищают растение от испарения летом и зимой, от повреждения грибами и бактериями.

Основная деятельность феллогена сводится к образованию новых клеток, которые откладываются кнаружи. Но в небольшой степени он отделяет клетки и внутрь стебля. Эти клетки остаются живыми, имеют целлюлозные стенки. Нередко они бывают ассимилирующими благодаря хлорофилловым зернам. Слой таких клеток называется *феллодермой*. У большинства растений феллодерма состоит из 1–2 рядов клеток.

Комплекс клеток, состоящий из пробки, феллогена и феллодермы, называется *перидермой*. Перидерма образуется не только на стеблях, но и на корнях, на клубнях и на некоторых плодах.

Корка – третичная покровная ткань. У бука, осины, лещины и некоторых других деревьев феллоген функционирует до конца жизни дерева. Но у большинства многолетних растений деятельность его через некоторое время прекращается. Тогда в более глубоких живых тканях возникает второй феллоген, который также образует пробку и феллодерму. Деятельность его вскоре останавливается, и еще глубже в стебле появляются третий и последующие слои феллогена, которые будут функционировать аналогично. Ткани, образовавшиеся между первой и последующими перидермами, отмирают, так как к ним не поступают вода и питательные вещества.

Таким образом, снаружи образуется третичная покровная ткань – *корка*, состоящая из слоев перидермы с чередующимися слоями других отмерших тканей.

Для газообмена в пробковой ткани имеются особые приспособления – *чечевички*. У растений, в которых феллоген возникает в эпидермисе или ближайших к нему слоях, чечевички находятся под

устыцами. Паренхимные клетки под устьицами начинают делиться, принимают округлую форму, хлорофилл в них исчезает. Вскоре протопласт их разрушается, и они становятся выполняющими клетками чечевички. Эти клетки рыхло соединены между собой, и воздух по межклетникам может проникать и внешней среды внутрь растения.

Выполняющие клетки образуются за счет феллогена, расположенного под чечевичкой. Под давлением большого числа возникающих клеток эпидермис приподнимается, и отверстие чечевички увеличивается.

3. Основные ткани.

В молодых растениях основные ткани занимают наибольший объем. Они состоят из живых паренхимных клеток с межклетными пространствами. Оболочка клеток большей частью тонкая, целлюлозная, но иногда утолщенная и одревесневшая. Форма клеток округлая или многогранная. Обычно основные ткани выполняют функции питания. Они делятся на четыре разновидности: 1) поглощающая паренхима; 2) ассимиляционная паренхима; 3) запасующая паренхима; 4) воздухоносная паренхима. Все названные ткани большей частью первичные.

Поглощающая паренхима находится в молодых корнях в зоне «корневых волосков (первичная кора). Она состоит из живых клеток с целлюлозными стенками.

Ассимиляционная паренхима характеризуется значительным количеством хлоропластов (ее называют также хлоренхимой). В ее клетках протекает фотосинтез. Эта ткань располагается обычно в наружных частях растения, доступных для солнечных лучей: листьях, стеблях, а в редких случаях и в корнях (например, эпифитов, у которых корни развиваются в воздушной среде).

В игольчатых листьях голосеменных растений встречается хлорофиллоносная ткань с клеточными стенками, имеющими выступы в полость клетки, что создает большую поверхность, на которой размещены хлоропласты. Такая хлоренхима называется *складчатой паренхимой*.

Запасующая паренхима служит для накопления запасов питательных веществ – крахмала, инулина, сахара, жирных масел, белков. В тонкостенных клетках запасующей паренхимы могут скопиться также алкалоиды, гликозиды, дубильные вещества, каучук в

смеси со смолами и т.д. Поэтому она служит источником различного сырья как для растения, так и для человека.

Растения с сочными стеблями или листьями (суккуленты) имеют запасающую паренхиму, накапливающую воду. Алоэ, кактусы запасают в своих клетках воду в период дождей, а затем медленно ее расходуют в засушливый период.

Воздухоносная паренхима, или *аэренхима*, характеризуется большим числом крупных межклетников, которые образуют в растении резервуар, заполненный воздухом. Аэренхима обычно развита у болотных и водных растений, которые частично или целиком погружены в воду (кувшинки, рдест, частуха, камыш и др.).

4. Механические ткани.

Механические ткани придают растениям прочность. Растению приходится оказывать сопротивление ветру, ливням, граду. Растения успешно противостоят подобным бедствиям благодаря развитию в них механических и других тканей.

Клетки механических тканей имеют сильно утолщенные клеточные стенки, которые даже после отмирания протопласта продолжают выполнять опорную функцию.

У проростков, в молодых участках органов механических тканей нет, необходимую упругость они имеют благодаря тургору. По мере развития органа в нем появляются специализированные механические ткани — колленхима и склеренхима

Колленхима состоит из живых клеток паренхимного типа (на продольном разрезе несколько вытянутых). Иногда она содержит хлорофилловые зерна. Оболочки колленхимы целлюлозные, неравномерно утолщенные, с простыми порами.

Если наслоение целлюлозы в основном происходит по углам клетки, то колленхима называется *уголковой*. Если утолщаются тангентальные стенки, то образуется *пластинчатая* колленхима. В растениях встречается *уголково-пластинчатая* колленхима, сочетающая особенности предыдущих. Реже можно обнаружить рыхлую колленхиму, для которой характерны более крупные межклетники и утолщенные оболочки клеток, примыкающих к ним. Она может иметь и относительно равномерно утолщенные стенки.

Уголковая колленхима хорошо развита в черешках свеклы, картофеля, бегонии, в стеблях тыквы, пластинчатая — в стеблях бузины. Уголково-пластинчатая колленхима имеется у подсолнечника.

Колленхимные клетки достигают в длину 2 мм. Как правило, колленхима встречается в периферийной части органов, чаще всего непосредственно под эпидермой. Она не препятствует росту растений.

Склеренхима состоит из прозенхимных клеток с равномерно утолщенными стенками. Поры небольшие, щелевидные, косые. Межклетники отсутствуют.

Склеренхима – наиболее часто встречающаяся в растениях механическая ткань. По происхождению она бывает *первичной*, если образовалась из прокамбия или из перицикла, и *вторичной*, если образовалась из камбия.

Склеренхима, находящаяся в коровой части стебля или корня, называется *лубяными волокнами*. Обычно лубяные волокна расположены в растении группами, которые называются *техническим волокном*. Волокно имеет толстую слоистую оболочку с простыми порами. Длина лубяных волокон варьирует от 2 до 500 мм, но большей частью бывает равна 4–50 мм.

У большинства растений стенки лубяных волокон и межклетное вещество одревесневают. Растения, имеющие лубяные волокна с целлюлозными оболочками, представляют большую ценность как сырье для текстильной промышленности. Наибольшее практическое значение имеют лен, конопля, кенаф, канатник, джут, рами.

Волокна, входящие в состав древесной (ксилемной) части органов растения, называются *либриформом*. Клетки либриформа короткие, не больше 2 мм, имеют одревесневшие стенки.

Они придают твердость древесине. В них часто откладывается крахмал, масло.

Склерейды – клетки, чаще всего имеющие паренхимную форму. Они могут располагаться в растении плотными группами или в виде одиночных клеток. Окончательно сформировавшиеся склерейды – это мертвые клетки с толстыми одревесневшими стенками, пронизанными поровыми каналами, нередко ветвистыми. Поры простые.

Склерейды имеют первичное происхождение. К ним относят *каменистые* (брахисклерейды) и *ветвистые* (астеросклерейды) клетки.

Каменистые клетки придают твердость косточкам плодовых культур (вишни, сливы, абрикоса и др.), околоплодникам орехов,

создают опору для тонкостенных клеток плодов груши, айвы, встречаются в семенах, стеблях.

Они имеют паренхимную форму. Оболочки их сильно утолщенные, слоистые, с ветвящимися поровыми каналами. У сформировавшихся каменистых клеток оболочки одревесневшие. Протопласт (живое содержимое) в них отмирает.

Ветвистые клетки имеют причудливую форму, играют роль опорных в листьях чая, камелии, маслины, в стеблях водных растений.

5. Проводящие ткани.

Роль проводящих тканей – снабжать органы растения водой растворенными в ней минеральными веществами и органическими соединениями. В процессе эволюции для осуществления этой функции в растениях выработались специальные структуры. Вода минеральными веществами передвигается в основном по *трахеидам* и *трахеям*, или *сосудам*, органические вещества – по *ситовидным трубкам*.

Трахеиды представляют собой прозенхимные клетки с утолщенными и одревесневшими оболочками. По характеру утолщения вторичной оболочки трахеиды бывают спиральные, кольчатые, лестничные и пористые (точечные). Пористые трахеиды имеют окаймленные поры. Сформировавшиеся трахеиды становятся мертвыми клетками. Длина их колеблется от долей миллиметра до 1 см, но чаще всего бывает равна 1–4 мм (при диаметре 0,1 мм).

Трахеиды – наиболее древние водопроводящие элементы. Вода в них передвигается путем осмоса через поры. Для хвойных характерны только трахеиды.

Трахеи (сосуды). У покрытосеменных растений наряду с трахеидами имеются трахеи. Они представляют собой более совершенные водопроводящие элементы, так как формируются из ряда расположенных друг над другом клеток, у которых в поперечных перегородках образуются отверстия (перфорации), или перегородки полностью исчезают и возникает полая трубка. По ней вода проходит значительно быстрее, чем через трахеиды.

При формировании сосудов вторичная оболочка утолщается, одревесневает, протопласты разрушаются и сосуды заполняются водой. Характер утолщений вторичной оболочки у сосудов такой же,

как и у трахеид. Диаметр их колеблется от 0,1 до 0,7 мм, а длина равна нескольким метрам.

Обычно у растений сосуды и трахеиды не разбросаны в беспорядке, а образуют комплекс, называемый *ксилемой* или *древесиной*. В этот комплекс входят также клетки *древесинной паренхимы*, окружающие обычно сосуды, а иногда и *древесинные волокна*, или *либриформ*.

Ситовидные трубки – главные пути передвижения органических веществ. Они образуются из живых клеток с целлюлозными оболочками, расположенных продольно друг над другом. В процессе формирования ситовидной трубки на поперечных и в меньшей степени на продольных стенках возникают перфорационные каналы, в результате чего на перегородке образуется одно или несколько ситечек.

Через отверстия цитоплазма из одного членика трубки передвигается в соседний. В члениках ситовидных трубок имеются многочисленные, но очень мелкие ядра.

У большинства растений ситовидные трубки функционируют один вегетационный период, редко до 4 лет. Обычно осенью поперечные перегородки затягиваются особым аморфным веществом – *каллезой* и трубка перестает действовать. Весной оно может раствориться, и тогда трубка вновь начнет работать, в противном случае она отмирает.

Сопровождающие клетки, или клетки-спутники, узкие с крупным ядром, зернистой цитоплазмой и мелкими вакуолями. Оболочки их целлюлозные. В клетках-спутниках вырабатываются различные ферменты, которые переходят в ситовидные трубки и транспортируются по всему растению.

Возле ситовидных трубок с сопровождающими клетками обычно имеются паренхимные клетки, в которых периодически можно обнаруживать запасные органические вещества (крахмал, масло). Нередко вперемежку с ситовидными трубками располагаются и механические волокна.

Весь комплекс, состоящий из *ситовидных трубок*, *сопровождающих клеток*, *механических волокон* и *паренхимных клеток*, может входить в состав *флоэмы*, или *луба*. Обязательный компонент флоэмы — ситовидные трубки, остальные элементы могут отсутствовать. Входящие в состав флоэмы механические волокна называют-

ся флоэмными или *лубяными волокнами* (твердым лубом), а паренхимные клетки — флоэмной или *лубяной паренхимой*.

Млечники. У некоторых покрытосеменных растений имеются млечники, проводящие млечный сок. По внешнему виду он похож на молоко. Если сорвать стебель молочая или стрелку одуванчика, то на срезе выступят капли белого млечного сока. В растениях млечный сок передвигается по членистым или нечленистым млечникам.

Членистые млечники образуются из многих клеток, поперечные перегородки между которыми чаще всего полностью растворяются. Нечленистые млечники возникают из отдельных клеток зародыша, которые сильно разрастаются, достигая нескольких метров, но остаются изолированными друг от друга.

Членистые млечники одуванчика, козлобородника; нечленистые – у молочая.

Млечники имеют тонкие целлюлозные стенки. Цитоплазма с ядрами в них расположена постенно, а в центре находится клеточный сок, называемый *латексом*. Основной компонент его – вода (50–80%). В ней могут быть растворены сахара, инулин, белки, дубильные вещества, гликозиды, алкалоиды, минеральные соединения и др. В латексе имеются также капли каучука, гутты, жира и бальзамов. В нечленистых млечниках встречаются крахмальные зерна своеобразной формы.

Проводящие пучки

Флоэма и ксилема изолированно друг от друга встречаются редко. Обычно они находятся вместе, образуя *проводящий пучок*. Он начинает формироваться в конусе нарастания в верхушках стебля и корня. Из первичной меристематической ткани – прокамбия, клетки которого делятся в разных направлениях, образуются элементы *первичной ксилемы* (спиральные и кольчатые сосуды и трахеиды) и *первичной флоэмы* – ситовидные трубки и клетки-спутники. В обеих частях пучка могут быть также паренхима и механические волокна.

Прокамбий функционирует в растении недолго. Через некоторое время деление его клеток прекращается, и они или все превращаются в элементы флоэмы и ксилемы, или между флоэмой и ксилемой остается ряд прокамбиальных клеток, которые становятся вторичной меристемой – камбием. Он отличается от прокамбия тем, что его клетки делятся главным образом параллельно поверхности. За счет новообразующихся клеток пучок может расти.

Клетки камбия в одну сторону дифференцируются в клетки вторичной флоэмы, в другую – в клетки вторичной ксилемы.

Пучки, имеющие камбий, называются открытыми, не имеющие камбия – закрытыми. Способность образовывать те или иные пучки – характерная черта растений. Так, однодольным свойственны закрытые проводящие пучки, двудольным – открытые.

Количество, форма проводящих пучков и их расположение у разных классов растений различны. В стеблях однодольных закрытые проводящие пучки имеют яйцевидную форму и расположены как бы в беспорядке. Обычно они многочисленны. В стеблях двудольных открытые проводящие пучки расположены по кругу. Форма их может быть от удлиненной до широкояйцевидной. Число пучков меньше, чем у однодольных.

По расположению флоэмы и ксилемы проводящие пучки делятся на коллатеральные, биколлатеральные, концентрические и радиальные.

Если представить себе проводящий пучок яйцевидной формы на плоскости, то в *коллатеральных* пучках флоэмная часть занимает более широкую его часть и направлена к поверхности стебля. В узкой части, направленной к центру стебля, расположена ксилема. Коллатеральные пучки бывают закрытыми (в стеблях однодольных) и открытыми (в стеблях двудольных).

Биколлатеральные пучки в отличие от коллатеральных имеют наружную и внутреннюю флоэму. Ксилема располагается между ними. Камбий обязательно присутствует между наружной флоэмой и ксилемой. Биколлатеральные пучки всегда открытые. Они характерны для семейств тыквенные и пасленовые.

Концентрические пучки могут быть двух типов. В одних пучках флоэма находится в центре, ее окружает ксилема (*амфивазальный пучок*). Они имеются в корневище ландыша. В других пучках в центре находится ксилема, а флоэма окружает ее (*амфикрибральный пучок*). Такие пучки наблюдаются в корневищах папоротников. Концентрические пучки всегда закрытые.

Радиальный пучок характеризуется расположением участков флоэмы и ксилемы по радиусам. Он встречается только в очень молодых корнях. Если в корне имеются два участка ксилемы и два участка флоэмы, то пучок называется диархным, если соответственно по три участка – триархным, по четыре участка – тетраархным, а если больше участков флоэмы и ксилемы – полиархным.

б. Выделительные ткани.

Жизнь растения, как и любого живого организма, характеризуется постоянным обменом веществ. Одни вещества создаются, другие разрушаются, одни поступают в растения, другие выделяются из растительного организма.

К продуктам выделения растений относят эфирные масла, смолы, алкалоиды, слизи, некоторые минеральные соли и кислоты, дубильные вещества, нектар и др. У некоторых растений они выделяются наружу, но у большинства накапливаются внутри различных органов.

Существуют *внешняя и внутренняя* выделительные системы.

Внешняя выделительная система включает железистые волоски и чешуйки, являющиеся придатками эпидермы стебля и листьев, а также нектарники и гидатоды.

Железистые волоски состоят из более или менее длинной одноклеточной или многоклеточной ножки и головки. Головка также может быть из одной или нескольких клеток. Все клетки волоска живые. Вырабатываемые растением вещества через головку выделяются наружу. Часто они скопляются под кутикулой, которая под их давлением приподнимается, затем лопается, и эти вещества (экскреты) освобождаются. Чаще всего выделяются эфирные масла или смолы, растворенные в эфирных маслах. Железистые волоски развиты у герани, белены, табака.

Железистые чешуйки имеют очень короткую ножку и многоклеточную головку. Их можно видеть у смородины, мяты, хмеля и других растений.

Нектарники находятся обычно в цветках растений. Они выделяют сладковатую жидкость – нектар, содержащую 25–95 % воды, 3–72 % глюкозы и тростникового сахара, а также небольшую примесь других веществ.

Форма нектарников различна: в виде бугорков, ямочек, желобков, подушечек и т. д. Располагаются они на цветоложе, у основания лепестков, на тычиночных нитях, чашелистиках и т. д. Иногда нектарники внешне ничем не отличаются от окружающих тканей, за исключением их способности выделять нектар.

Гидатоды. Листья выделяют капельножидкую воду. Это явление называется *гуттацией*. Оно довольно часто наблюдается у растений влажных тропических районов. В наших широтах гуттация

бывает летом, рано утром, после влажной теплой ночи. Она происходит в результате корневого давления. На зубчиках листьев георгины, манжетки, гороха, как бусинки, висят капли воды, выделяемые через особые приспособления – *гидатоды*.

Внутренняя выделительная система включает железистые клетки, вместилища выделений и выделительные ходы.

Железистые клетки встречаются обычно в паренхимной ткани. Иногда они выделяются своей величиной и своеобразной формой (идиобласты). В них могут содержаться разнообразные вещества (секреты): эфирные масла, кристаллы щавелевокислого кальция, дубильные вещества и т. д.

Вместилища выделений бывают двух типов: *лизигенные* и *схизогенные*. *Лизигенные* вместилища возникают в результате разрушения и растворения клеток, вырабатывающих секрет. Образовавшаяся полость заполняется соответствующим секретом, как это можно наблюдать в плодах мандарина. *Схизогенные* вместилища образуются в результате расхождения клеток и возникновения крупных межклетников. В образовавшуюся таким образом полость поступают секреты, выделяющиеся окружающими клетками. Схизогенные вместилища имеются в стебле плюща.

Выделительные ходы, или каналы, представляют собой длинные вместилища, образующие систему сообщающихся полостей. Полость канала часто окружена живыми тонкостенными эпителиальными ветками, вырабатывающими секрет. Выделительные каналы имеются у сосны, в корневище сныти обыкновенной.

Контрольные вопросы

1. Что такое ткань?
2. Чем характеризуются меристематические ткани и как они подразделяются?
3. Какие органы покрыты эпидермой? В каком возрасте стебли многолетних растений покрываются перидермой, коркой? Как они формируются?
4. Какие функции выполняет основная паренхима и как она подразделяется в связи с этим?
5. Какова роль механических тканей в растении? Где и как используется склеренхима человеком?
6. Какие гистологические элементы входят в состав ксилемы (древесины), флоэмы (луба)? Какую роль они выполняют?

7. Какие функции выполняют выделительные ткани в растениях? Как используются человеком млечный сок, эфирные масла и др.?