

Лекция
для студентов специальности «Биология» профили «Биохимия»,
«Генетика»

РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ
Классификация растительных тканей.

План

- 1. Понятие о растительных тканях**
- 2. Классификация растительных тканей**
- 3. Образовательные ткани. Понятие, функции, особенности строения, классификации**
- 4. Покровные ткани Понятие, функции, особенности строения, классификации**
- 5. Выделительные ткани Понятие, функции, особенности строения, классификации**
- 6. Механические ткани Понятие, функции, особенности строения, классификации**
- 7. Проводящие ткани. Понятие, функции, особенности строения, классификации**

Растительная ткань — это группа клеток, структурно и функционально взаимосвязанных друг с другом и, обычно, сходных по происхождению.

Ткани, состоящие из клеток, все линейные размеры которых приблизительно одинаковы называются паренхимными. Ткани, у клеток которых длина в несколько раз превышает ширину и толщину называются прозенхимными.

Ткани, состоящие из одного типа клеток, называются простыми, из нескольких типов клеток — сложными, или комплексными. Как правило простые ткани выполняют одну определенную функцию, например ассимиляционная паренхима. А сложные ткани – несколько функций и каждый тип клеток отвечает за выполнение своей функции.

Все ткани растения делят по выполняемым функциям на образовательные (меристемы) и постоянные.

Образовательные



Меристемы

Постоянные



Покровные
Проводящие
Механические
Основные

Выделительные (секреторные)

Клетки образовательных клеток постоянно делятся и дифференцируются в клетки других тканей. Постоянные выполняют одну из функций необходимых для поддержания жизнедеятельности растения. Поэтому они имеют название по той функции, которую выполняют.

По происхождению различают первичные и вторичные ткани. Первичные ткани образованы первичными меристемами, вторичные – вторичными меристемами.

Образовательные ткани (меристемы)

Меристема — это специализированная ткань, клетки которой делятся и дают начало новым клеткам, формирующим постоянные ткани. Меристемы обеспечивают рост растения в длину и толщину, формируют новые органы и ткани, обеспечивают ориентацию растения в пространстве, а также заживление ран.

Меристемы – простые ткани. Их клетки, как правило, по форме паренхимные. Они мелкие, плотно сомкнутые, не имеют межклетников. В них находится густая зернистая цитоплазма и крупное ядро. Вакуоли настолько мелкие, что не заметны в световой микроскоп. Пластиды также очень мелкие и представлены пропластидами. Эргастических веществ нет. Основная особенность клеток меристем заключается в том, что эти клетки непрерывно делятся путем митоза. После чего часть клеток продолжает деление, а часть растет и дифференцируется в клетки постоянных тканей.

Митоз (от греч. *mítos* - нить), кариокинез, непрямоe деление клетки, наиболее распространённый способ воспроизведения (репродукции) *клеток*, обеспечивающий тождественное распределение генетического материала между дочерними клетками и преемственность *хромосом* в ряду клеточных поколений. Биологическое значение **Митоза** определяется сочетанием в нём удвоения хромосом путём продольного расщепления их и равномерного распределения между дочерними клетками.

Клеточный цикл - совокупность явлений между двумя последовательными делениями клетки или между ее образованием и гибелью. Клеточный цикл включает собственно митотическое деление и интерфазу - промежуток между делениями.

По происхождению выделяют **первичные** и **вторичные** меристемы. Начало первичным меристемам дают инициальные клетки, заложенные при формировании зародыша растения из оплодотворенной яйцеклетки. Вторичные меристемы образуются из клеток утративших способность к делению (т.е. какой-либо постоянной ткани, и реже — из первичных меристем).

В зависимости от положения в растении меристемы делят на **верхушечные, боковые, вставочные, раневые.**

Наиболее важными меристемами в растении являются **Верхушечные (апикальные) меристемы.** Они образуются при делении оплодотворенной яйцеклетки и сохраняют свою деятельность всю жизнь растения. Эти меристемы представляют собой конусы нарастания стебля и корня. Только верхушечные меристемы содержат инициальные клетки и именно поэтому они никогда не утрачивают способности к делению.

Функциями апикальных меристем являются рост в длину корней и стеблей растения, формирование новых органов, формирование первичных покровных тканей и формирование латеральных и интеркалярных первичных меристем. У растений формирование органов происходит раньше, чем формирование их тканей. Поэтому молодые органы растения состоят из первичных покровных тканей и комплекса различных первичных меристем, из которых в последствии формируется первичная структура органов.

Боковые (латеральные) меристемы располагаются параллельно поверхности осевого органа растения. Латеральные меристемы бывают первичными (**перицикл и прокамбий**) и вторичными (**феллоген и камбий**).

Первичные латеральные меристемы недолговечны, они образуются из апикальных меристем и формируют первичное строение стеблей и корней, обеспечивая на этом этапе рост осевых органов в толщину. В конце своего существования перицикл и прокамбий полностью дифференцируются на клетки постоянных тканей. В молодых осевых органах перицикл располагается в периферийной, а камбий – во внутренней части. Все ткани, образованные этими меристемами, по происхождению первичны.

Перицикл, как правило, образует ткани первичной коры (колленхиму, ассимилирующую паренхиму, эндодерму в стебле, экзодерму, мезодерму и эндодерму в корне) и развивается центростремительно. В стебле перицикл быстро утрачивает способность к делению, и полностью дифференцируется на клетки паренхимы или склеренхимы, образуя замыкающий слой на границе первичной коры и Центрального осевого цилиндра. В корне перицикл дольше сохраняет меристематическую активность, частично участвует в формировании вторичного строения, и из него образуются боковые корни.

Прокамбий формирует первичные ткани центрального осевого цилиндра. Это могут быть паренхима, первичная флоэма и первичная ксилема. Первичная флоэма обычно формируется центробежно, и ее развитие несколько опережает развитие первичной ксилемы. Первичная ксилема развивается центростремительно.

Вместе перицикл и прокамбий формируют первичное строение осевых органов. Таким образом получается что первичная покровная ткань образована за счет деятельности апикальной меристемы, ткани коры – перицикла, а ткани центрального осевого цилиндра – прокамбием.

Вставочные (интеркалярные) меристемы располагаются в основании междоузлий, листьев, их черешков, цветоножек. Они всегда первичны по происхождению. Образуются они из апикальных меристем. Эти меристемы обеспечивают дополнительный рост в длину (вытягивание), и позволяют растению менять положение листьев относительно света. Благодаря этим меристемам осуществляется рост боковых органов (листьев, цветков) и формирование их внутренней структуры. Они сохраняют активность довольно долго, но инициальных клеток не имеют, и в конце своего существования полностью дифференцируются на клетки постоянных тканей. Клетки интеркалярных меристем могут дифференцироваться в клетки любых первичных постоянных тканей, кроме покровных.

При формировании вторичного строения перицикл и прокамбий сменяют **вторичные латеральные меристемы — камбий и феллоген**. Клетки вторичных меристем отличаются от клеток первичных меристем тем, что по форме больше напоминают клетки ткани, давшей им начало. Так клетки камбия и феллогена содержат хлоропласты. Клетки камбия вытянуты в длину вдоль оси органа и по форме близки клеткам флоэмы и ксилемы. Клетки феллогена – парехимны.

Камбий формируется в центральном осевом цилиндре и обеспечивает длительный рост осевых органов растения в толщину, формируя проводящие ткани и ткани сердцевинных лучей.

Феллоген формируется в периферийной части осевых органов и образует вторичные покровные ткани — перидерму и корку. И феллоген, и камбий в течение жизни растения могут закладываться неоднократно. Примером неоднократного заложения камбия может служить строение корнеплода свеклы, где кольца, похожие на годовые образования дополнительными слоями этой ткани, которые формируются в течение одного вегетационного периода. При неоднократном заложении камбия в одном и том же месте формируются годовые кольца в стволах деревьев. Это происходит потому что весной, в период сокодвижения, камбий начинает активно делиться, а ближе к осени его активность постепенно снижается и к зиме прекращается совсем.

В результате многократного заложения феллогена формируется вторичная покровная ткань – корка.

В растении существуют также **раневые меристемы**, которые образуются на месте ранения растения. Раневые меристемы по происхождению всегда вторичны. В результате деятельности этих меристем образуется особая паренхимная ткань — **каллюс**, которая постепенно полностью закрывает рану. Каллюс – это очень необычная ткань. В ней

происходят очень активные процессы и накапливается много гормонов. В результате здесь могут снова сформироваться инициальные клетки и возникнуть апикальная меристема, что может привести к образованию нового организма. Это свойство каллюса используется при вегетативном размножении растений, а также при размножении растений «культурой ткани»

Покровные ткани.

Покровные ткани — это ткани растений, расположенные на границе с внешней средой, и состоящие из плотно сомкнутых клеток.

Функции покровных тканей – это все функции, связанные с взаимодействием растения с окружающей средой:

1. защита от неблагоприятных воздействий окружающей среды: резкой смены температур, высыхания, химических и физических воздействий, поедания животными и т.д.
2. газообмен
3. транспирация
4. поглощение воды и растворенных в ней веществ
5. выделение экскреторных веществ и веществ химической защиты

Кроме того, покровные ткани могут иногда выполнять и другие функции:

6. синтез веществ
7. накопление воды и питательных веществ

Все покровные ткани — сложные. Это связано с большим количеством выполняемых функций. Как правило, покровные ткани имеют несколько групп клеток, приспособленных для выполнения той или иной функции.

Первичные покровные ткани образуются из апикальных меристем, вторичные — в результате деятельности феллогена. Первичные — это эпиблема (ризодерма) и эпидерма, вторичные — перидерма. У ряда древесных пород перидерма впоследствии заменяется коркой.

Эпидерма — это сложная ткань. Она состоит из собственно эпидермальных клеток, клеток устьиц и трихом.

Собственно эпидермальные клетки плотно сомкнуты между собой, наружные тангентальные стенки обычно толще боковых (радиальных) и внутренних, межклетники отсутствуют. Стенки собственно эпидермальных клеток извилистые.

Стенки клеток эпидермы могут подвергаться кутинизации, заключающейся в том, что на наружную стенку клетки протопластом откладывается слой жироподобного вещества — кутина, называемый кутикулой. По характеру поверхности кутикула может быть гладкой и складчатой.

Характерной особенностью эпидермы является наличие устьиц, через которые происходит газообмен и испарение воды.

Устьичный аппарат образован двумя типами клеток: *замыкающими (устьичными) клетками* бобовидной формы, и *околоустьичными* или *побочными клетками*. Замыкающие клетки содержат хлоропласты, ядро, а также несколько вакуолей. Между замыкающими клетками имеется устьичная щель. Под устьичной щелью обычно имеется воздушная полость. Клетки эпидермы, расположенные рядом с замыкающими, и более или менее отличающиеся по форме от прочих клеток эпидермиса, называют околоустьичными или побочными клетками. Выделяют несколько типов устьичного аппарата:

1. **Аномоцитный** — (от греч. аномос — беспорядочный, китос — оболочка, сосуд) или ранункулоидный, при котором околоустьичные клетки не отличаются от остальных клеток эпидермы (Лютиковые, гераниевые).
2. **Анизоцитный** — (от греч. анизос — неравный, китос — оболочка, сосуд) или круцифероидный, при котором отмечается наличие трех околоустьичных клеток, одна из которых заметно крупнее или меньше двух других (каланхое, Крестоцветные).
3. **Парацитный** — (от греч. пара — рядом) или рубиациоидный, для которого характерно наличие двух околоустьичных клеток, расположенных параллельно устьичной щели (Бобовые).
4. **Диацитный** — (от греч. диа — через, поперек) или кариофиллоидный — околоустьичных клеток две, и они перпендикулярны устьичной щели (Яснотковые).
5. **Актиноцитный** — (от греческого актис — луч) или радиально-клеточный — устьице окружено несколькими побочными клетками, длинные оси которых располагаются радиально по отношению к замыкающим клеткам (Папоротники, Однодольные).
6. **Тетрацитный** — устьица окружены четырьмя околоустьичными клетками, две из них расположены полярно, а две латерально, возможно латеральное расположение всех клеток — по две с каждой стороны (Коммелиновые).
7. **Энциклоцитный** — околоустьичных клеток больше шести, и они расположены либо кольцом, либо без определенного порядка (Самшит, Однодольные).

Трихомы представляют собой наружные выросты клеток эпидермы, иногда в их образовании принимают участие субэпидермальные слои. Отличаются они большим разнообразием, и в то же время устойчивостью и типичностью для отдельных видов, родов и семейств. Поэтому внешние признаки строения трихом являются систематическим и диагностическим признаком. Трихомы подразделяются на *железистые* и *простые (кроющие)*.

Железистые трихомы образуют и выделяют эфирные масла. Состоят они из ножки и головки, которые, в свою очередь, могут состоять из разного

количества клеток. В зависимости от этого разделяют волоски и железки. У волосков ножка обычно длинная, а головка состоит из небольшого числа клеток. У железок ножка короткая или отсутствует, а головка многоклеточная. Секреторные клетки головки выделяют секрет на поверхность оболочки под кутикулу.

Кроющие трихомы имеют разное строение, они могут быть одноклеточными, многоклеточными, ветвистыми, неветвистыми, звездчатыми, чешуйчатыми и т. д. Но всегда они имеют базальную клетку и клетки, окружающие ее, которые отличаются по форме и размерам от собственно эпидермальных клеток. Кроющие трихомы в одних случаях длительное время остаются живыми, в других — быстро отмирают и заполняются воздухом. Часто они образуют на растениях густой покров, отражают часть солнечных лучей и уменьшают нагревание листьев, в результате чего снижают транспирацию.

Эпиблема (ризодерма) — первичная покровная ткань корня в зоне всасывания. Ризодерма состоит из одного слоя живых клеток, имеющих тонкую стенку, состоящую из целлюлозы и пектиновых веществ. Протопласт занимает постенное положение, а клеточный сок характеризуется повышенной концентрацией.

Главная функция ризодермы — поглощение воды и минеральных солей из почвы. Поглощающая способность увеличивается за счет корневых волосков, которые представляют собой выросты клеток ризодермы. Вполне развитый волосок имеет длину до 2 мм. Длина всех корневых волосков одного растения в среднем достигает 3-4 км. Благодаря образованию корневых волосков общая поверхность корня увеличивается в десять и более раз.

Корневые волоски, как и вся ризодерма в целом, функционируют в течение немногих дней, и отмирают на расстоянии 2-3 см от кончика корня, хотя у некоторых растений ризодерма может функционировать в течении недель и месяцев. По мере отмирания ризодерма у двудольных растений заменяется перидермой. У однодольных растений защитная функция ризодермы после ее отмирания переходит к экзодерме корня.

Перидерма — это сложная, многослойная ткань, состоящая из трех слоев: *феллемы (пробки)*, выполняющей главные защитные функции, *феллогена (пробкового камбия)* — вторичной меристемы, отвечающей за продолжительное нарастание перидермы в толщину, и *феллодермы*, выполняющей функцию питания феллогена. Стенки клеток пробки пропитаны жироподобным веществом — суберином, который не пропускает газы и воду. Протопласт отмирает. Связь тканей с внешней средой происходит через чечевички. Чечевички — специальные образования, которые служат для газообмена и транспирации. Образуются они чаще всего на месте устьиц. Чечевичка имеет вид небольшого бугорка на поверхности побегов деревьев и кустарников. В месте формирования чечевички феллоген

откладывает вместо феллемы паренхимные клетки. Они живые. Эти клетки давят на эпидерму, и сначала приподнимают ее, а затем разрывают, образуя бугорок. Осенью, при подготовке к зимнему периоду, в чечевичке феллоген откладывает один (замыкающий) слой клеток пробки, который весной снова прорывается клетками паренхимы с возобновлением деятельности феллогена.

Перидерма функционирует обычно десятки лет. На смену пробки приходит корка. Формируется она следующим образом: пробка в результате утолщения ствола растрескивается; новые слои перидермы, образующиеся из феллогена, закладываются в более глубоких слоях первичной, а затем и вторичной коры; формирующаяся пробка изолирует слои, лежащие снаружи от нее, поэтому они отмирают, в результате образуется мертвая ткань, состоящая из чередующихся слоев перидермы и заключенных между ними отмерших тканей коры. Мертвые ткани корки не могут растягиваться, поэтому при утолщении ствола они растрескиваются. Толстая корка надежно защищает стволы деревьев от механических повреждений, резкой смены температур и т. д.

Выделительные (секреторные) ткани

Выделительными тканями или структурами называют ткани (структуры), способные выделять и либо выводить наружу, либо активно изолировать внутри тела растения различные секреты (эфирные масла, смолы, слизи, таниды, латекс, оксалаты кальция и магния, и т.д.)

Выделительные (секреторные) ткани делят на две группы: внутренней и внешней секреции. Внутренние выделительные структуры соответственно изолируют секреты внутри тела растения, наружные – выводят секреты и конечные продукты метаболизма наружу.

Внутренние выделительные структуры.

К внутренним секреторным структурам относят схизогенные и лизигенные вместилища, идиобласты, млечники.

Схизогенные вместилища возникают в результате скопления выделений в межклетниках. С увеличением количества выделений клетки раздвигаются, образуя вместилища. Примером такого вместилища является смоляной ход.

Лизигенные вместилища возникают в результате растворения клеточных стенок рядом расположенных клеток накапливающимися выделениями (например, эфиромасличное вместилище кожуры цитрусовых).

Схизогенные и лизигенные вместилища окружают живые паренхимные клетки. Они способствуют транспортировке выделений. Такие клетки называются эпителиальными и содержат зернистую цитоплазму с крупным ядром.

Млечники располагаются между паренхимными клетками в различных частях растения и образуют сложную переплетенную сеть. В млечниках находится млечный сок (латекс). Его химический состав разнообразен. Он представляет собой эмульсию различных запасных веществ и конечных продуктов обмена. По строению млечники могут быть нечленистыми (образуются из одной клетки) и членистыми (образуются из многих клеток, между которыми разрушаются стенки).

Идиобласты (секреторные клетки) располагаются в тканях рассеянно, и по размерам отличаются от окружающих клеток. Секреторные клетки классифицируют по их содержимому: масляные клетки, мирозиновые клетки, слизевые клетки, кристаллополостные клетки и другие.

Наружные выделительные структуры

Жгучие волоски формируются эпидермой и тканями, лежащими под ней. Например, жгучий волосок крапивы крупно-одноклеточный на многоклеточной подставке. Клетка жгучего волоска крупная, удлинённая, к верхушке сужена, заканчивается булавовидной головкой. Основание клетки расширено и расположено в углублении многоклеточной подставки. В крупных вакуолях клетки содержится муравьиная кислота. При неосторожном прикосновении головка волоска отламывается, острое волоска вонзается в кожу, в образовавшуюся ранку переливается жидкость с кислотой, вызывающей местное раздражение.

Эфирно-масляные железки. По строению близки к трихомам и часто рассматриваются как их вариации. Среди эфирно-масляных железок выделяют простые и пельтатные. Простые железки встречаются у сложноцветных и у губоцветных. Они имеют определенную форму и определенное количество клеток. Пельтатные железки – многоклеточные, причем по мере развития такой железки часть клеток растворяется под воздействием сожержащегося в них секрета, как в лизигенных вместилищах, и определить количество клеток пельтатной железки затруднительно. Такие железки встречаются у смородины.

Водовыводящие структуры включают в себя гидатоды и водные пузырьки.

Гидатоды (водяные устьица) — представляют собой устьице, под которым находится эпитема — группа рыхлых клеток мезофилла листа. К эпитеме подходит маленький проводящий пучок, через который в гидатоду поступает вода. С эпитемой соприкасается ксилемная часть проводящего пучка — в основном трахеиды.

Водные пузырьки формируются в результате растяжения эпидермальных клеток, и наполняются водой. Эта вода используется растением при недостатке влаги.

Солевыводящие структуры включают в себя солевые железки и солевые клетки.

Солевые клетки пузыревидной формы, расположены над эпидермой. Соли образуются в центральной вакуоли. После разрушения стенок трихом соли откладываются на поверхности листа.

Солевыводящие железки — комплекс клеток, из которых одни секреторные, другие собирательные (базальные). Секретируемая соль выходит наружу через поры в поверхностном слое клеток.

Переваривающие железки листьев насекомоядных растений продуцируют мукополисахариды и протеолитические ферменты, благодаря которым насекомые перевариваются. В этих железках наблюдается дифференциация клеток (раздражение, восприятие, выделение).

Нектарники — наиболее сложно устроенные выделительные структуры, выделяющие сахаристую жидкость — нектар. Часто нектарники представляют собой видоизмененные органы (например, лепестки у лютиков, или тычинки у розоцветных).

Механические ткани

Механические (арматурные) ткани — это ткани, обеспечивающие прочность органов растения, способность противостоять нагрузкам. Они выполняют свое назначение только при сочетании с остальными тканями.

Корни растения выполняют функцию закоривания. Они должны противостоять разрыву и выдергиванию растения из почвы. Поэтому в корнях растений механические ткани сосредоточены в их центре. Стебли растения противостоят воздействию ветра и силы тяжести, они должны быть упругими и прочными и противостоять изгибу и излому. Поэтому механические ткани в стеблях сосредоточены на периферии и образуют прочный, легкий и эластичный каркас. В листьях механические ткани укрепляют жилки, составляющие их скелет, и препятствуют их разрыву.

Различают два типа механических тканей: **колленхиму** и **склеренхиму**.

Колленхима — живая ткань, состоящая из паренхимных живых клеток. Их клеточные стенки неравномерно утолщены.

Особенности оболочки объясняются той ролью, которую колленхима играет в растении. Она рано возникает в молодых побегах (но не в корнях) когда еще продолжается растяжение в длину. Если бы в это время возникли жесткие ткани – растяжение было бы невозможным. Колленхима же, с одной стороны обеспечивает прочность молодых органов, с другой стороны сама способна растягиваться по мере растяжения окружающих тканей за счет неравномерного утолщения. Пластичное растяжение возможно лишь при активном участии протопласта. Одна из особенностей колленхимы в том, что она выполняет свои функции только в состоянии тургора. Если листья или молодые стебли теряют воду – тонкие участки оболочек колленхимы складываются гармошкой и растение увядает.

В зависимости от характера утолщения стенок клеток различают **уголковую, пластинчатую и рыхлую колленхиму**. У уголковой колленхимы утолщения находятся в углах клетки. У пластинчатой — утолщения равномерные, или утолщены широкие параллельные друг другу участки клеточной стенки. У рыхлой колленхимы хорошо развиты межклетники, и утолщены части стенок, граничащих с ними. Колленхима может выполнять свое назначение арматурной ткани только в состоянии тургора. Развивается колленхима, как правило, в надземных органах двудольных растений, у однодольных обычно ее нет. Основное назначение колленхимы — поддержание формы и обеспечение опоры молодых растущих органов растения до полного формирования их внутренней структуры и других механических тканей.

Склеренхима — мертвая механическая ткань, состоит из клеток с равномерно утолщенными одревесневшими клеточными стенками. Склеренхима выполняет опорную функцию после отмирания протопластов клеток. Оболочки склеренхимных клеток обладают высокой прочностью, близкой к прочности стали. Они превосходят сталь по способности противостоять динамическим нагрузкам, не испытывая остаточной деформации. Отложение лигнина в оболочках (одревеснение) повышает прочность оболочек и их способность противостоять раздавливанию. Однако это делает их более хрупкими. Потому встречаются редкие исключения, когда элементы склеренхимы остаются неодревесневшими (волокна льна)

Различают два типа склеренхимы: **волокна** и **склереиды**.

Волокна — прозенхимные клетки, заостренные на концах, имеют толстые стенки и очень узкую полость. В зависимости от местоположения волокон различают:

а) древесные волокна (либриформ) — укрепляют проводящие элементы древесины — сосуды,

б) коровые волокна — находятся в первичной коре стеблей растений,

в) периваскулярные (перициклические) волокна — укрепляют центральный осевой цилиндр,

г) лубяные волокна (камбиформ) — защищают живые ткани флоэмы (ситовидные трубки).

Волокна выполняют роль внутреннего скелета растения. Они встречаются во всех частях растения и оберегают растения от механических повреждений.

Склереиды — округлые, вытянутые, ветвистые клетки. Могут быть распределены среди других тканей поодиночке или образовывать сплошные комплексы (скорлупа ореха, косточка сливы, абрикоса и т.д.)

Проводящие ткани.

Проводящие ткани, т.е. ткани по которым происходит передвижение веществ в растении, возникли как следствие приспособления к жизни на

суше. Тело высшего растения оказалось расчленено на две части, обеспечивающие воздушное и почвенное питание. В результате возникли две специализированные ткани, по которым вещества передвигаются в двух направлениях: от корней к листьям и от листьев к корням. Первое направление называется восходящим током веществ. Восходящий ток веществ переносит воду и растворенные в ней минеральные вещества, поглощаемые корнями. Второе направление называется нисходящим током веществ. Этот ток переносит продукты фотосинтеза от листьев ко всем остальным частям растения.

Проводящие ткани — ткани, выполняющие функцию проведения по растению воды и растворенных в ней органических и минеральных веществ. Все проводящие ткани – сложные. Любая проводящая ткань состоит из трех типов элементов: проводящих, механических и основных. Проводящие элементы осуществляют основные функции проводящих тканей. Механические элементы поддерживают целостность проводящих элементов и предохраняют их от смятия и излома. Основные элементы осуществляют передвижение веществ в радиальном направлении.

К проводящим тканям относятся **флоэма** и **ксилема**.

Ксилема и флоэма имеют ряд общих особенностей:

1. они образуют в теле растения непрерывную разветвленную систему, соединяющую все органы растения от тончайших корешков до самых молодых побегов.
2. ксилема и флоэма представляют собой сложные ткани, т.е. в их состав входят разнородные элементы: проводящие, механические, запасающие, выделительные
3. Проводящие элементы как в ксилеме, так и во флоэме вытянуты по направлению тока веществ, иногда очень значительно.
4. Стенки проводящих элементов содержат поры или перфорации (сквозные отверстия), облегчающие прохождение тока веществ.

Ксилема.

Проводящие элементы ксилемы осуществляют "восходящий ток" веществ. К ним относятся **сосуды** и **трахеиды**, представляющие собой мертвые клетки с одревесневшими и часто неравномерно утолщенными стенками. Поэтому они могут выполнять и механическую функцию. **Сосуд (трахея)** — трубка, составленная из цепочки сомкнутых клеток (члеников) с перфорированными общими стенками. **Трахеиды** — одноклеточные образования веретеновидной формы с заостренными концами. Иногда к трахеальным элементам также относят древесинные волокна, потому что между ними и трахеидами нет резкой границы. С точки зрения эволюции сосуды – более молодые и более прогрессивные проводящие элементы, чем трахеиды и лучше выполняют свою функцию.

Трахеида представляет собой сильно вытянутую в длину водопроводящую клетку с ненарушенными первичными стенками.

Проникновение растворов из одной трахеиды в другую происходит путем фильтрации через эти стенки, точнее через окаймленные поры в боковых (косых стенках), соприкасающихся между собой.

Сосуд состоит из многих клеток, называемых члениками сосуда. Членики расположены друг над другом, образуя трубочку. Между соседними члениками одного и того же сосуда путем растворения поперечных стенок возникают сквозные отверстия – перфорации. По сосудам растворы передвигаются значительно легче, чем по трахеидам. В зрелом состоянии трахеальные элементы состоят только из оболочек, так как протопласты их отмирают. Сосуды и трахеиды передают растворы не только в продольном, но и в радиальном направлении в соседние трахеальные элементы и живые клетки. Боковые стенки трахеальных элементов на большей или меньшей площади сохраняются тонкими. В тоже время они обладают различного рода утолщениями, придающим стенкам прочность.

Вторичное утолщение стенок сосудов и трахеид может быть в виде колец, спиралей, лестничных перфораций и равномерным с большим количеством пор. В этих случаях говорят соответственно о кольчатых, спиральных, лестничных и пористых сосудах и трахеидах.

Различные утолщения можно рассматривать как эволюционный ряд, но эта же последовательность возникновения сначала кольчатых и спиральных, а потом остальных наблюдается в гистогенезе одного и того же пучка. Наличие различных элементов в одном пучке объясняется тем, что первые из них формируются до окончания роста в длину растения (кольчатые и спиральные не препятствуют этому росту), когда рост прекращается – возникают сетчатые, лестничные и пористые трахеальные элементы.

Сосудами обладают почти все покрытосеменные. папоротники и голосеменные как правило лишены сосудов и обладают только трахеидами.

Механические элементы ксилемы представлены древесинными волокнами и называются либриформ. Древесинные волокна имеют толстые оболочки и узкие просветы. Как и сосуды они произошли из трахеид. наличие их в древесине делает древесину прочнее. Основные элементы ксилемы представлены древесинной паренхимой.

Флоэма.

Проводящие элементы флоэмы представлены *ситовидными трубками с клетками-спутницами* и *ситовидными клетками*. Они осуществляют "нисходящий ток" веществ. Ситовидными их называют потому, что на их стенках имеются группы мелких сквозных отверстий (перфораций), похожие на ситечки. Эти участки клеточной оболочки окружены утолщенными валиками и называются ситовидными полями. Ситовидные элементы, в отличие от трахеальных – живые клетки.

Ситовидные трубки — образованы вертикальным рядом расположенных друг над другом клеток-члеников, поперечные перегородки между которыми превращены в ситовидные пластинки, с более широкими, чем у ситовидных полей, перфорациями. На продольных стенках

сохраняются ситовидные поля. Это живые клетки, протопласт которых находится под высоким тургорным давлением. Стенки ситовидных трубок целлюлозные, ядра и лейкопласты отсутствуют, имеется постенный слой цитоплазмы, тонопласт исчезает, и все живое содержимое сливается в единую массу (благодаря деятельности слизевых телец). Цитоплазма теряет полупроницаемость и становится вполне проницаемой для растворов органических и неорганических веществ. Членики ситовидных трубок зависимы от соседних с ними клеток-спутниц и имеют с ними общее происхождение. Клетки-спутницы предположительно способствуют передвижению тока ассимилятов. Между ними и члениками ситовидных трубок имеются многочисленные плазматические связи. Функционируют ситовидные трубки чаще всего один год, после чего отверстия в ситовидных пластинках закупориваются особым веществом – каллозой, близкой к целлюлозе.

У голосеменных растений проводящие элементы представлены ситовидными клетками, имеющими ядро и вакуоли, клетки-спутницы отсутствуют. Ситовидные поля у них располагаются на боковых стенках.

Ситовидные клетки более древние и более примитивные проводящие элементы флоэмы, чем ситовидные трубки. По ситовидным трубками токи веществ передвигаются более активно и свободно за счет более жидкой консистенции их протопластов.

Кроме проводящих элементов, в состав флоэмы могут входить механические и основные элементы. Механические элементы представлены склеренхимой (лубяными волокнами). Лубяные волокна сравнительно долго остаются живыми, в отличие от древесинных волокон. Основные элементы представлены лубяной паренхимой.

Проводящие ткани располагаются в осевых органах либо кольцами (кольцевое строение), либо в проводящих пучках. В листьях и цветках проводящие ткани всегда располагаются в пучках.

Проводящий пучок — это совокупность элементов проводящих тканей (сосудов, трахеид, ситовидных клеток с клетками-спутницами), механических тканей, клеток живой паренхимы, меристем. У разных растений встречаются различные типы проводящих пучков, что может являться систематическим и диагностическим признаком.

Типы сосудисто-волокнистых пучков

1. **Закрытый коллатеральный пучок** характерен для однодольных растений. В пучке камбия нет, весь прокамбий дифференцирован на ксилему и флоэму.

2. **Открытый коллатеральный пучок** характерен для двудольных растений. В пучке часть прокамбия не дифференцируется на ксилему и флоэму, а сохраняется как камбий, такой пучок способен расти.
 3. **Биколлатеральный пучок** характеризуется тем, что флоэма обычно располагается по бокам ксилемы. Камбий находится между наружной флоэмой и ксилемой. Такой пучок характерен для двудольных растений.
 4. **Концентрические пучки:**
 - а) **центрофлоэмные пучки** — пучки, в которых ксилема окружает флоэму,
 - б) **центроксилемные** — пучки, в которых флоэма окружает ксилему.
 5. **Радиальный пучок** — ксилема расходится лучами от центра, а флоэма располагается между лучами.
 6. **Неполные пучки** — пучки, содержащие только один тип проводящих тканей: либо флоэму, либо ксилему.
- Концентрические, радиальные и неполные пучки всегда закрытого типа.

Доцент

Землянская И.В.