

**Лекция по ботанике для студентов специальности «Биология» профили
«Биохимия»,
«Генетика»**

**Механические, основные и проводящие ткани. Типы сосудисто-
волокнистых пучков.**

План

Основные ткани

Механические ткани

Колленхима

Склеренхима

Проводящие ткани

Ксилема

Флоэма

Сосудисто-волокнистые пучки

Основные ткани

Основные ткани — это мало специализированные ткани, занимают участки между другими постоянными тканями во всех органах. По происхождению основные ткани могут быть и первичными, и вторичными. По форме они паренхимные, с тонкими стенками, цитоплазма расположена постенно, одревеснения и опробковения стенок обычно не происходит.

Различают четыре вида основных тканей, в зависимости от выполняемой ими функции:

- 1. Ассимиляционная паренхима (хлоренхима)** — живая ткань, содержит хлоропласты, осуществляет фотосинтез. Основная масса этой ткани сосредоточена в листьях, меньшая часть в молодых зеленых стеблях побегов, где залегает непосредственно под прозрачной эпидермой.
- 2. Запасающая паренхима** — ткань, в которой откладываются избыточные в данный период развития растения продукты метаболизма: белки, жиры, углеводы и др. Обычно это живые тонкостенные клетки, но иногда оболочки клеток запасающих тканей могут утолщаться, у них появляется механическая функция.
- 3. Водоносная паренхима** — ткань, запасающая воду. Она тонкостенная, крупноклеточная, в вакуолях клеток есть слизистые вещества, способствующие удерживанию влаги. Содержится в стеблях и листьях суккулентов (кактусы, агавы, алоэ), растений засоленных мест (солерос), листьях злаков.
- 4. Воздухоносная паренхима (аэренхима)** — ткань с сильно развитыми межклетниками. Назначение аэренхимы — снабжение тканей кислородом, в некоторых случаях — снабжение листьев диоксидом углерода (CO_2) и

обеспечение плавучести растений. Она хорошо развита в разных органах водных и болотных растений, но встречается и у сухопутных видов.

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

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

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.

Ксилема — Ксилема, или древесина основная водопроводящая ткань сосудистых растений; один из двух подтипов проводящей ткани растений, наряду с флоэмой лубом

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 сосуда растворы передвигаются значительно легче, чем по трахеидам. В зрелом состоянии трахеальных 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.

Первая ксилема, появляющаяся в растении в процессе его развития, носит название первичной ксилемы; она закладывается у кончика корня и на верхушке побегов. Дифференцированные членики сосудов ксилемы появляются рядами на концах прокамбиальных тяжей. Сосуд возникает, когда соседние членики в данном ряду сливаются в результате разрушения перегородок между ними. Внутри сосуда сохраняются в виде ободков остатки разрушенных торцевых стенок.

Первые по времени образования сосуды — **протоксилема** — закладываются на верхушке осевых органов, непосредственно под верхушечной меристемой, там, где окружающие их клетки еще продолжают вытягиваться. Зрелые сосуды протоксилемы способны растягиваться одновременно с вытягиванием окружающих клеток, поскольку их целлюлозные стенки еще не сплошь одревеснели — лигнин откладывается в них лишь кольцами или по спирали. Эти отложения лигнина позволяют трубкам сохранять достаточную прочность во время роста стебля или корня. С ростом органа появляются новые сосуды ксилемы, которые претерпевают более интенсивную лигнификацию и завершают свое развитие в зрелых частях органа; так формируется **метаксилема**. Тем временем самые первые сосуды протоксилемы растягиваются, а затем разрушаются. Зрелые сосуды

метаксилемы не способны растягиваться и расти. Это мертвые, жесткие, полностью одревесневшие трубки. Если бы их развитие завершалось до того, как закончилось вытягивание окружающих живых клеток, то они бы очень сильно мешали этому процессу.

У сосудов метаксилемы обнаруживаются три главных типа утолщений: лестничные, сетчатые и точечные.

Вторую свою функцию — механическую — ксилема выполняет также благодаря тому, что она состоит из ряда одревесневших трубок. В первичном теле растения ксилема в корнях занимает центральное положение, помогая корню противостоять тянущему усилию надземных частей, изгибающихся под порывами ветра. В стебле проводящие пучки либо образуют по периферии кольцо, как у двудольных, либо располагаются беспорядочно, как у однодольных; в обоих случаях стебель пронизывается отдельными тяжами ксилемы, обеспечивающими ему определенную опору. Особенно важное значение опорная функция ксилемы приобретает там, где имеет место вторичный рост. Во время этого процесса быстро нарастает количество вторичной ксилемы; к ней переходит от колленхимы и склеренхимы роль главной механической ткани, и именно она служит опорой у крупных древесных и кустарниковых пород. Рост стволов в толщину определяется в известной мере нагрузками, которым подвергается растение, так что иногда наблюдается дополнительный рост, смысл которого состоит в усилении структуры и обеспечении ей максимальной опоры.

Основные элементы ксилемы представлены древесинной паренхимой. **Древесинная паренхима ксилемы** содержится как в первичной, так и во вторичной ксилеме, однако в последней ее количество больше и роль важнее. Клетки древесинной паренхимы, подобно любым другим паренхимным клеткам, имеют тонкие целлюлозные стенки и живое содержимое.

Во вторичной **ксилеме** имеются две системы паренхимы. Обе они возникают из меристематических клеток, называемых в одном случае лучевыми инициалами, а вдругом — веретенновидными инициалами (гл. 22). Лучевая паренхима более обильна. Она образует радиальные слои ткани, так называемые сердцевинные лучи, которые, пронизывая сердцевину, служат живой связью между сердцевиной и корой. Здесь запасаются различные питательные вещества, скапливаются танины, кристаллы и т. п., и здесь же осуществляется радиальный транспорт питательных веществ и воды, а также газообмен по межклетникам.

Механические элементы ксилемы представлены древесинными волокнами и называются либриформ. Древесинные волокна имеют толстые оболочки и узкие просветы. Наличие их в древесине делает древесину прочнее. Полагают, что древесинные волокна, так же как и сосуды **ксилемы**, ведут свое происхождение от трахеид. Они короче и уже трахеид, а стенки их гораздо толще, но поры их сходны с порами, имеющимися в трахеидах, и на срезах волокна иногда трудно отличить от трахеид, поскольку между теми и другими есть ряд переходных форм. Древесинные волокна очень напоминают

уже описанные волокна склеренхимы; их торцевые стенки также перекрываются. В отличие от сосудов ксилемы древесинные волокна не проводят воду; поэтому у них могут быть гораздо более толстые стенки и более узкие просветы, а значит, они отличаются и большей прочностью, т. е. придают ксилеме дополнительную механическую прочность.

Флоэма.

Флоэма сходна с ксилемой в том отношении, что и в ней имеются трубчатые структуры, модифицированные в соответствии с их проводящей функцией. Однако эти трубки составлены из живых клеток, имеющих цитоплазму; механической функции они не несут. Во флоэме различают пять типов клеток: членики ситовидных трубок, клетки-спутницы, паренхимные клетки, волокна и склереиды.

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. **Характерной чертой** ситовидных трубок является наличие ситовидных пластинок. Эта их особенность сразу же бросается в глаза при рассматривании в световом микроскопе. Ситовидная пластинка возникает в месте соединения торцевых стенок двух соседних члеников ситовидных трубок. Вначале через клеточные стенки проходят плазмодесмы, но затем их каналы расширяются, превращаясь в поры, так что торцевые стенки приобретают вид сита, через которое раствор перетекает из одного членика в другой. В ситовидной трубке ситовидные пластинки располагаются через определенные промежутки, соответствующие отдельным членикам этой трубки.

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 трубкам токи веществ передвигаются более активно и свободно за счет более жидкой консистенции их протопластов.

Первая возникающая флоэма, называемая протофлоэмой, появляется, так же как и протоксилема, в зоне роста и растяжения корня или стебля. По мере того как растут окружающие ее ткани, протофлоэма растягивается и значительная ее часть отмирает, т. е. перестает функционировать. Одновременно, однако, образуется новая флоэма. Эта флоэма, созревшая уже после того, как закончилось растяжение, называется метафлоэмой.

Вторичная флоэма, развивающаяся, как и вторичная ксилема, из пучкового камбия, по своему строению сходна с первичной флоэмой, отличаясь от нее лишь тем, что в ней видны тяжи одревесневших волокон и сердцевинные лучи паренхимы. Выражена, однако, вторичная флоэма не столь сильно, как вторичная ксилема, и к тому же она постоянно обновляется.

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.

Лубяная паренхима и лубяные волокна имеются только у двудольных, у однодольных они отсутствуют. По своему строению лубяная паренхима сходна с любой другой, но клетки ее обычно вытянуты. Во вторичной флоэме паренхима присутствует в виде сердцевинных лучей и вертикальных рядов, так же как и описанная выше древесинная паренхима. Функции у лубяной и древесинной паренхимы одинаковы.

Лубяные волокна ничем не отличаются от описанных выше волокон склеренхимы. Иногда они обнаруживаются и в первичной флоэме, но чаще их можно встретить во вторичной флоэме двудольных. Здесь эти клетки образуют вертикальные тяжи. Как известно, вторичная флоэма во время роста испытывает растяжение; возможно, что склеренхима помогает ей противостоять этому воздействию.

Склерейды во флоэме, особенно в более старой, встречаются достаточно часто.

Сосудисто-волокнистые пучки

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

Ксилема и флоэма обычно сопровождают друг друга, формируя *Проводящие*, Или *Сосудисто-волокнистые*, пучки.

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.

Проводящие пучки, образованные прокамбием, не имеющие камбия, называются *Закрытыми*, А пучки с камбием — *Открытыми*, Поскольку могут длительно увеличиваться в размерах.

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.