## Содержание

1. МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ 2

2. АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ОСЕВЫХ ОРГАНОВ 6

2.1. Анатомическое строение стебля двудольного растения пучкового строения 6

3. ФОТОСИНТЕЗ 11

4. КОМПЛЕКСЫ ТКАНЕЙ 17

4.1. Понятие о флоэме 17

4.2. Понятие о ксилеме 19

5. ХАРАКТЕРИСТИКА СЕМЕЙСТВ: РОЗОЦВЕТНЫЕ И ЯСНОТКОВЫЕ 22

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ. 23

## 1. МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ

Механические ткани – это опорные ткани, придающие прочность органам растений. Они обеспечивают сопротивление статическим и динамическим нагрузкам.

В самых молодых участках растущих органов механических тканей нет, так как живые клетки в состоянии высокого тургора обусловливают их форму благодаря своим упругим стенкам. По мере увеличения размеров организма и развития органов в них появляются специализированные механические ткани. Сочетаясь с другими тканями, они образуют как бы арматуру органа, поэтому их называют арматурными. Иногда всю систему механических тканей называют стереомом, а составляющие ее клетки – стереидами.

Степень развития механических тканей во многом зависит от условий обитания. Она невелика у растений гидрофитов и значительна у растений засушливых местообитаний – склерофитов.

Механические ткани наиболее развиты в осевой части побега – стебле. Здесь они чаще располагаются по его периферии: либо отдельными участками в гранях стебля, либо сплошными кольцами.

Напротив, в корне, который выдерживает главным образом сопротивление на разрыв, механическая ткань сосредоточена обычно в центре. В листьях механические ткани располагаются в соответствии с принципом устройства двутавровой балки. Механические ткани могут формироваться как из первичных, так и из вторичных меристем.

Наиболее заметная особенность клеток механических тканей – их значительно утолщенные оболочки, которые продолжают выполнять опорную функцию даже после отмирания их живого содержимого. Различают три основных типа механических тканей:

Колленхима – это простая первичная опорная ткань, состоящая из более или менее вытянутых вдоль оси органа клеток с утолщенными слоистыми неодревесневшими первичными оболочками. В зависимости от характера утолщений стенок и соединения клеток между собой различают:

1.1. Уголковую колленхиму – на поперечном срезе утолщенные части оболочек соседних клеток зрительно сливаются между собой, образуя трех-, четырех - или пятиугольники.

1.2 Пластинчатую колленхиму – клеточная оболочка утолщена равномерно.

1.3. Рыхлую колленхиму – имеются видимые межклетники.

Колленхима формируется из основной меристемы и обычно располагается непосредственно под эпидермой либо на расстоянии одного или нескольких слоев клеток от нее. В молодых стеблях она часто образует сплошной цилиндр по периферии. Иногда колленхима встречается в форме продольных тяжей в выступающих ребрах стеблей травянистых и тех частей древесных растений, которые еще не вступили в стадию второго роста. Обычно колленхима в черешках и по обеим сторонам крупных жилок. Корни содержат колленхиму редко. Клетки колленхимы, будучи живыми с неодревесневшими стенками, способны к росту в длину и не препятствуют росту органов, в которых они расположены. Иногда колленхима содержит хлоропласты.

Функции арматурной ткани колленхима может выполнять только в состоянии тургора. Эволюционно колленхима возникла из паренхимы основной ткани и близка к ней.

2. Склеренхима – механическая ткань, состоящая из прозенхимных клеток с одревесневшими, или реже неодревесневающими и равномерно утолщенными оболочками. Оболочки склеренхимных клеток обладают прочностью, близкой к прочности стали. Оболочки их толсты, а полость клетки мала и узка. Отложение лигнина повышает прочность склеренхимы. Поры в оболочках склеренхимы немногочисленные, простые.

По сравнению с колленхимой склеренхимные отличаются большей упругостью, равной 15-20 кг/мм2, тогда как у колленхимы она составляет не более 10-12 кг/мм2. Наличие склеренхимы дает возможность осевым органам растения противостоять нагрузкам на изгиб и удерживать кроны самих растений. Различают:

2.1. Первичную склеренхиму – возникает из клеток основной меристемы, прокамбия или перицикла.

2.2. Вторичную склеренхиму - возникает из клеток камбия.

Сами волокна – сильно вытянутые прозенхимные клетки с заостренными концами, в исключительных случаях достигают нескольких десятков сантиметров длины. Волокна, входящие в состав флоэмы (луба), носят название лубяных. Помимо луба, они встречаются также в листовых черешках и пластинках, в цветоножках, плодоножках, реже в плодах. Волокна ксилемы (древесины) называются древесинными, или волокнами либриформа. Они короче лубяных, и их стенки всегда одревесневают. Эволюционно волокна либриформа образовались из трахеид. У многих растений, обычно у однодольных, волокна составляют механическую обкладку проводящих пучков.

В стеблях двудольных волокна часто располагаются на месте перицикла и в первичной флоэме. В стеблях и листьях однодольных они образуют субэпидермальные тяжи, а в корнях сосредоточены главным образом в центральной части.

3. Склереиды – структурные элементы механической ткани, обычно возникают из клеток основной паренхимы в результате утолщения и лигнификации их оболочек. Склереиды могут встречаться в виде скоплений либо располагаются поодиночке. По происхождению они чаще первичные, т.е. произходят из различных первичных меристем. Клетки типа склереид находятся в стеблях (хинное дерево), плодах (груша), семенах (многие бобовые). Считается, что функция склереид – противостоять сдавливанию, но иногда они защищают части растений от поедания животными.

Промышленное значение имеют главным образом лубяные волокна стеблей двудольных и листовые волокна крупных однодольных. Лубяные волокна некоторых двудольных в технике называются мягкими и используются преимущественно для изготовления различных тканей (волокна льна, рами, кенафа), реже веревочно-канатных изделий (пенька, получаемая из конопли), а твердые волокна однодольных – почти исключительно для изготовления веревок и канатов (новозеландский лен, волокна сизаля и др.).

## 2. АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ОСЕВЫХ ОРГАНОВ

## 2.1 Анатомическое строение стебля двудольного растения пучкового строения

Стебель представляет собой ось побега. Наряду с листом он является основной структурной частью побега. Основные функции – опорная и проводящая. Через стебель осуществляется связь между корнями и листьями и обмен продуктами воздушного и минерального питания. Кроме того, в стебле нередко откладываются запасные питательные вещества.

Стебель, как и весь побег в целом, представляет собой "открытую" систему роста, т.е. он длительное время нарастает, и на нем возникают новые листья.

Стебель как часть побега имеет систему меристем, поддерживающих нарастание тканей в длину и толщину. Рост в длину осуществляется за счет верхушечной и вставочных меристем, а в толщину у двудольных за счет боковых вторичных меристем – камбия и феллогена.

Первичная структура стебля складывается по мере дифференциации клеток верхушечной меристемы побега. Верхушечная меристема побега двудольных довольно рано дифференцируется на несколько групп клеток, различающихся по особенностям деления и степени меристематической активности. Наружные ее слои преобразуются в протодерму, клетки которой позднее формируют первичную покровную ткань – эпидерму.

На уровне оснований первых листовых примордиев клетки верхушечной меристемы, расположенные к периферии и в центре апекса, перестают активно делиться, увеличиваются в размерах и вакуолизируются. Из этих клеток формируются первичная кора и сердцевина.

У многих двудольных в инициальном кольце дифференцируется круг изолированных друг от друга прокамбиальных тяжей. Клетки инициального кольца, расположенные между этими тяжами, дифференцируются позднее в паренхимные элементы. На поперечных срезах эти лучи имеют вид радиальных полос, соединяющих сердцевину с первичной корой.

Прокамбий у ряда двудольных может закладываться также и в виде сплошного кольца. Он может развиваться по всей толще инициального кольца или формироваться из его части. Прокамбий является предшественником первичных проводящих тканей: первичной флоэмы и первичной ксилемы. Флоэма начинает формироваться раньше и закладывается в наружных частях прокамбиальных тяжей или прокамбиального кольца. Флоэма развивается центростремительно, т.е. самые первые элементы занимают наружное положение, а самые поздние – внутреннее. Ксилема закладывается во внутренних участках прокамбия и развивается центробежно. Таким образом, флоэма и ксилема формируются навстречу друг другу. Первые элементы ксилемы – проксилемы, узкие, сравнительно тонкостенные сосуды или трахеиды со спиральными или кольчатыми вторичными утолщениями. Метаксилема образуется несколько позднее протоксилемы и состоит из лестничных и пористых сосудов. Основным фактором, контролирующим дифференцировку как флоэмы, так и ксилемы, является фитогормон ауксин, вырабатываемый листовыми примордиями и перемещающийся по прокамбию от верхушки к основанию. Образовавшиеся из прокамбия первичные флоэма и ксилема составляют основу осевого цилиндра, или стелы.

Стела, занимающая центральную часть стебля, состоит из проводящих тканей, сердцевины, перицикла и тех постоянных тканей, которые из него возникают. К наружи от перецикла располагается первичная кора, которая состоит из из паренхимы, нередко колленхимы и иногда секреторных элементов.

Сердцевина обычно состоит из относительно тонкостенных паренхимных клеток. В сердцевине часто откладываются запасные питательные вещества. Здесь же нередко встречаются идиобласты, т.е. отдельные клетки, заполненные таннидами, кристаллами, слизью и др. Иногда часть сердцевины разрушается и образуется полость. Периферическая часть сердцевины, примыкающая к ксилеме, называется перимедуллярной зоной.

Вторичное утолщение стебля у большинства двудольных возникает довольно рано, что приводит к формированию вторичного тела растения. Эти изменения связаны главным образом с активностью боковой вторичной меристемы – камбия и отчасти другой вторичной меристемы – феллогеном. За счет появления вторичных тканей осуществляется рост растений двудольных в толщину.

Вторичные изменения в центральном цилиндре начинаются с заложения камбия. Камбий возникает из остатков прокамбия, на границе первичных ксилемы и флоэмы.

Клетки камбия сильно вакуолизированы и удлинены в вертикальном или в горизонтальном направлении. Первые – веретеновидные инициали дают проводящие элементы проводящих тканей, вторые – лучевые инициали – образуют горизонтально ориентированные лучевые клетки сердцевинных лучей. Инициальные клетки камбия способны к двум типам деления – периклинальному и антиклинальному. В первом случае клеточная пластинка закладывается параллельно поверхности стебля, во втором – перпендикулярно. В результате возникает непрерывный ряд производных клеток, тянущихся от камбия радиально кнаружи и вовнутрь. Клетки, откладывающиеся в сторону наружной поверхности и стебля, постепенно дифференцируются во вторичную флоэму, в сторону сердцевины – во вторичную ксилему.

Деятельность камбия активизируется фитогормонами гиббериллином и ауксином, поступающими из почек и молодых листьев.

В конечном итоге в структуре стебля однолетнего побега двудольного растения возможно выделить видоизмененный центральный цилиндр, включающий постоянные ткани, возникшие из перицикла, остатки первичной и вторичную флоэму, камбий, вторичную и остатки первичной ксилемы и сердцевину. Видоизмененный центральный цилиндр окружен остатками первичной коры.

## 2.2 Корень вторичного строения

Корень – основной орган высшего растения. Он осуществляет функцию минерального и водного питания. Другая важная функция – закрепление, "заякоривание" растения в почве.

Через корень растения поглощают из почвы воду и растворенные в ней ионы минеральных солей. В корнях осуществляется также биосинтез ряда вторичных метаболитов, в частности алколоидов.

Корень способен к метаморфозам. Наиболее часто он является местом хранения запасных питательных веществ. Иногда выполняет роль дыхательного органа, может служить органом вегетативного размножения.

Образование вторичной структуры корня связано прежде всего с деятельностью камбия, который обеспечивает рост корня в толщину. Камбий вначале возникает из тонкостенных паренхимных клеток в виде разобщенных участков с внутренней стороны тяжей флоэмы между лучами первичной ксилемы. Камбиальную активность вскоре приобретают и некоторые участки перицикла, располагающиеся кнаружи от лучей первичной ксилемы. В результате образуется непрерывный камбиальный слой.

К центру камбий откладывает клетки вторичной ксилемы, а к периферии – клетки вторичной флоэмы.

Клетки камбия, заложившегося в перицикле, образуют широкие радиальные светлые лучи паренхимы, располагающиеся между тяжами вторичной проводящей ткани. Эти лучи, иногда называемые первичными сердцевинными лучами, обеспечивают физиологическую связь центральной части корня с первичной корой. Позднее могут закладываться и вторичные сердцевинные лучи, "связывающие" вторичную ксилему и флоэму.

В результате деятельности камбия первичная флоэма оттесняется кнаружи, а "звезда" первичной ксилемы остается в центре корня. Ее "лучи" сохраняются долго, иногда до конца жизни корня.

Помимо вторичных изменений, происходящих в центральном цилиндре, существенные перемены происходят и в первичной коре. Вследствие быстрого нарастания изнутри вторичных тканей, обусловливающего сильное утолщение корня, первичная кора нередко разрывается. К этому времени клетки перицикла, делясь по всей окружности осевого цилиндра, образуют широкую зону паренхимных клеток, во внешней части которой закладывается феллоген, откладывающий наружи пробку, а внутрь феллодерму. Пробка изолирует первичную кору от проводящих тканей, кора отмирает и сбрасывается. Клетки феллодермы и паренхима, сформированная за счет перицикла, в дальнейшем разрастаются и составляют паренхимную зону, окружающую проводящие ткани. Иногда эту зону называют вторичной корой. Снаружи корни двудольных, имеющие вторичное строение, покрыты перидермой. Корка образуется редко, лишь на старых корнях деревьев.

## 3. ФОТОСИНТЕЗ

Фотосинтез – процесс образования органических веществ при участии энергии света – свойствен лишь клеткам, содержащим специальные фотосинтезирующие пигменты, главнейшими из которых являются хлорофиллы. Это единственный процесс в биосфере, ведущий к запасанию энергии за счет ее внешнего источника.

Ежегодно в результате фотосинтеза на Земле образуется, как полагают, 150 млрд т органического вещества (первичная продукция) и выделяется около 200 млн т свободного кислорода. Круговорот кислорода, углерода и других элементов, вовлекаемых в фотосинтез, поддерживает современный состав атмосферы, необходимый для существования на Земле современных форм жизни. Помимо "подпитки" атмосферы кислородом, фотосинтез препятствует увеличению концентрации CO2, предотвращая перегрев Земли вследствие так называемого парникового эффекта. Фотосинтез – главнейшее звено биохимических циклов на Земле и основа всех цепей питания. Запасенная в продуктах фотосинтеза энергия – основной источник энергии для человечества.

Существуют два принципиально различных типа фотосинтеза:

1. Анаэробный фотосинтез – свойствен немногим фотосинтезирующим бактериям. Фотосинтезирующими пигментами у них будут главным образом бактериохлорофиллы, в основе которых, как и хлорофиллов, лежит порфириновый скелет. Кислород в ходе анаэробного фотосинтеза не выделяется. Это обусловлено отсутствием фотосистемы II и тем, что донором электронов выступает не вода, а сера, сероводород или некоторые другие органические соединения.

2. Аэробный фотосинтез – важнейший для современных условий жизни на Земле. Он характерен для всех оксифотобактерий, фотосинтезирующих протоктист и растений. Происходит он только в клетках, содержащих хлорофиллы. Чисто внешнее проявление этого процесса – выделение кислорода, поскольку донором электронов выступает вода.

Фотосинтез в растениях и фотосинтезирующих протоктистах осуществляется в хлоропластах. У оксифотобактерий хлоропластов нет. Отдельная клетка у этой группы организмов в известной мере соответствует отдельному хлоропласту. В такого рода организмах фотосистемы включены в соответствующие мембраны.

Фотосинтез включает два главнейших этапа, последовательно связанных между собой. Этап поглощения и преобразования энергии (явление, получившее название светового процесса) и этап превращения веществ (темновой процесс).

Световой процесс осуществляется в тилакоидах хлоропластов, темновой – главным образом в их строме.

Пигменты растений, участвующие в фотосинтезе, "упакованы" в тилакоиды хлоропластов в виде функциональных фотосинтетических единиц, называемых фотосистемами. Имеется два типа фотосистем – I и II. Каждая фотосистема содержит 250-400 молекул пигментов. Все пигменты фотосистемы могут поглощать частицы световой энергии, называемые фотонами или квантами света, но только одна молекула хлорофилла данной фотосистемы может использовать поглощенную энергию в фотохимических реакциях. Эта молекула называется реакционным центром фотосистемы, а другие молекулы пигментов называются антенными, поскольку они улавливают энергию света, подобно антеннам, для последующей передачи реакционному центру.

В фотосистеме I реакционный центр образован особой молекулой хлорофилла a, обозначаемой как P700, где 700 – оптимум поглощения в нм. Реакционный центр фотосистемы II также образован молекулой хлорофилла a и обозначается индексом P680, поскольку оптимум поглощения лежит в районе 680 нм.

Фотосистемы I и II работают обычно синхронно и непрерывно, но фотосистема I может функционировать отдельно.

Все молекулы пигментов в фотосистемах способны улавливать энергию солнечного света. В случае антенных пигментов свет, поглощенный молекулами, поднимает их электроны на более высокий энергетический уровень, в конечном итоге высокоэнергетические электроны достигают реакционного центра. В случае фотосистемы II энергия света утилизируется реакционным центром P680. Возбужденные энергизированные электроны центра P680 парами переносятся на молекулу соединения, очевидно, относящегося к классу хинонов и называемого акцептором. От акцептора начинается электронный поток, в котором электроны спускаются по электронотранспортной цепи к фотосистеме I. Компонентами этой цепи являются цитохромы – белки содержащие железо и серу, хиноны и белок пластоцианин, содержащий медь. Электронотранспортная цепь между фотосистемами I и II устроена так, что АТФ может образовываться из АДФ и Ф, причем этот процесс аналогичен окислительному фосфорилированию, происходящему в митохондриях. В хлоропластах он связан с энергией света и поэтому получил название фотофосфорилирование.

Молекула P680, потерявшая свои электроны, заменяет их электронами донора. Как известно, таковым в аэробном фотосинтезе является вода. Когда электроны молекулы воды поступают к P680, молекула диссоциирует на протоны и кислород. Это окислительное расщепление молекул воды осуществляется под влиянием энергии солнечного света – фотолиз. Ферменты, ответственные за фотолиз воды, располагаются на внутренней стороне мембраны тилакоидов. Таким образом, фотолиз воды участвует в создании градиента протонов через мембрану, где высокая концентрация протонов оказывается во внутреннем пространстве тилакоидов. Протонный градиент способствует синтезу АТФ из АДФ и фосфата в ходе фотофосфорилирования.

В фотосистеме I энергия света "уловленная" антенными пигментами фотосистемы, поступает в реакционный центр P700. От P700 электроны передаются на электронный акцептор P430, который представляет белок, содержащий железо и серу. P430 передает свой электроны на другой железосеросодержащий белок – ферредоксин, а последний – на кофермент НАД, который восстанавливается до НАД \*Н2. Молекула P700 в ходе процесса окисляется, но затем восстанавливает потерянные электроны за счет электронов, поступающих по электронотранспортной цепи от фотосистемы II. Таким образом, на свету электроны перемещаются от воды к фотосистемам II и I, а затем к НАД. Этот однонаправленный поток называется нециклическим потоком электронов, а образование АТФ, которое при этом происходит, - нециклическим фотофосфорилированием.

Фотосистема I может работать независимо от фотосистемы II. Этот процесс называют циклическим потоком электронов.

В ходе процесса не происходит фотолиза воды, выделение O2 и образование НАД\*Н2, однако образуется АТФ.

У эукариотических клеток циклическое фотофосфорилирование осуществляется достаточно редко, в тех случаях, когда клетка с избытком снабжается восстановителем в форме НАД\*Н2 извне, из других клеток или из других компартментов клетки.

На второй (темновой) стадии фотосинтеза химическая энергия, запасенная в ходе световой реакции, используется для восстановления углерода. Углерод доступен для фотосинтезирующих клеток в виде диоксида углерода, причем водоросли, багрянки и оксифотобактерии усваивают CO2, растворенный в воде. У растений диоксид углерода поступает к фотосинтезирующим клеткам через устьица.

Восстановление углерода происходит у эукариот в строме хлоропластов в цикле реакций – цикл Кальвина.

Исходное соединение цикла Кальвина – пятиуглеродный сахар, фосфорилированный двумя фосфатными остатками – рибулозо-1,5-биофосфат (РБФ). CO2 входит в цикл и фиксируется на РБФ. Образуемое при этом шестиуглеродное соединение затем расщепляется на две молекулы 3-глицерофосфата, или 3-фосфоглицерата. Каждая молекула 3-глицерофосфата содержит 3 атома углерода, в силу чего другое название цикла Кальвина – C3-путь. Катализирует эти ключевые реакции фермент рибулозобисфосфаткарбоксилаза. Он располагается на поверхности тилакоидов. В течение каждого оборота цикла одна молекула CO2 восстанавливается, а молекула РБФ регенерируется и вновь может участвовать в следующем аналогичном цикле.

Шестиуглеродный сахар глюкоза в конечном итоге образуется в результате шести оборотов цикла, которые ведут к "поглощению" 6 молекул CO2.

Цикл Кальвина - не единственный путь фиксации углерода в темновых реакциях. У некоторых растений первый продукт фиксации CO2 – не трехуглеродная молекула 3-глицерофосфата, а четырехуглеродное соединение – оксалоацетат. Отсюда этот путь фотосинтеза получил название C4-путь. Оксалоацетат затем быстро превращается либо в малат, либо в аспартат, которые переносят CO2 к РБФ цикла Кальвина. У C4-растений начальные этапы фотосинтеза осуществляются по преимуществу в клетках обкладок проводящих пучков, а C3-путь – в клетках мезофилла. C4-растения используют оба пути фотосинтеза, но они в пределах одного растения пространственно разделены. C4-растения более экономно утилизируют CO2, чем C3-растения. C4-растения обладают способностью поглощать CO2 с минимальной потерей воды. Кроме того, у C4-растений практически отсутствует фотодыхание – процесс выделения CO2 и поглощение O2 на свету.

Помимо C3 - и C4-путей, известен еще так называемый метаболизм органических кислот по типу толстянковых (САМ-метаболизм). Растения, фотосинтезирующие по САМ-типу, могут фиксировать CO2 в темноте с помощью фермента фосфоенолпируваткарбоксилазы, образуя яблочную кислоту, которая запасается в вакуолях. В течение последующего светового периода яблочная кислота декарбоксилируется и CO2 присоединяется к РБФ цикла Кальвина в пределах той же клетки. САМ-метаболизм обнаружен у многих суккулентных пустынных растений, у которых устьица открыты в ночное время и закрыты днем.

Каким бы путем ни осуществлялся фотосинтез, в конечном итоге он завершается накоплением энергетически богатых запасных веществ, составляющих основу для поддержания жизнедеятельности клетки, а в итоге – всего многоклеточного организма. Эти вещества являются продуктами первичного метаболизма. Помимо главнейшей своей функции, первичные метаболиты – основа для биосинтеза соединений, которые принято называть продуктами вторичного метаболизма. Следует заметить, что синтез вторичных метаболитов осуществляется за счет энергии, освобождающейся в митохондриях в процессе клеточного дыхания.

## 4. КОМПЛЕКСЫ ТКАНЕЙ

## 4.1 Понятие о флоэме

Термин "флоэма" ввел К.В. Негели в 1858 г. Флоэма – сложная проводящая ткань, по которой осуществляется транспорт продуктов фотосинтеза от листьев к местам их использования или отложения.

Первичная флоэма дифференцируется из прокамбия, вторичная (луб) – производное камбия. В стеблях флоэма располагается обычно снаружи от ксилемы, а в листьях обращена к нижней стороне пластинки. Первичная и вторичная флоэмы, помимо различной мощности ситовидных элементов, отличаются тем, что у первой отсутствуют сердцевинные лучи.

В состав флоэмы входят ситовидные элементы, паренхимные клетки, элементы сердцевинных лучей и механические элементы. Большинство клеток нормально функционирующей флоэмы живые. Отмирает лишь часть механических элементов. Собственно проводящую функцию осуществляют ситовидные элементы. Различают два их типа: ситовидные клетки и ситовидные трубки. Стенки ситовидных элементов содержат многочисленные мелкие сквозные канальцы, собранные группами в так называемые ситовидные поля. У ситовидных клеток, вытянутых в длину и имеющих заостренные концы, ситовидные поля располагаются главным образом на боковых стенках. Ситовидные клетки – основной проводящий элемент флоэмы у всех групп растений, исключая покрытосемянные. Клеток-спутниц у ситовидных клеток нет.

Ситовидные трубки покрытосемянных более совершенны. Они состоят из отдельных клеток – члеников, располагающихся один над другим. Длина отдельных члеников ситовидных трубок колеблется в пределах 150-300 мкм. Поперечник – составляет 20-30 мкм.

Ситовидные поля этих члеников находятся главным образом на их концах. Ситовидные поля двух расположенных один над другим члеников образуют ситовидную пластинку. Ситовидные поля представляют собой участки клеточной стенки, пронизанные многочисленными мелкими отверстиями, через которые с помощью цитоплазматических тяжей сообщаются протопласты соседних ситовидных элементов.

Членики ситовидных трубок формируются из вытянутых клеток прокамбия или камбия. При этом материнская клетка меристемы делится в продольном направлении и производит две клетки. Одна из них превращается в членик, другая – в клетку-спутницу. Наблюдается и поперечное деление клетки-спутницы с последующим образованием двух-трех подобных клеток, расположенных продольно одна над другой рядом с члеником. В клетках-спутницах вырабатываются различные ферменты, которые передаются в ситовидные трубки. При своем формировании членик ситовидной трубки имеет постенную цитоплазму, ядро и вакуоль. С началом функциональной деятельности он заметно вытягивается. На поперечных стенках появляется множество мелких отверстий-перфораций, образующих канальцы диаметром в несколько микрометров, через которые из членика в членик проходят цитоплазматические тяжи. На стенках канальцев откладывается полисахарид – каллоза, сужающий их просвет, но не прерывающий цитоплазматические тяжи.

По мере развития членика ситовидной трубки в протопласте образуются слизевые тельца. Ядро и лейкопласты, как правило, растворяются. Граница между цитоплазмой и вакуолью – тонопласт – исчезает, и все живое содержимое сливается в единую массу. При этом цитоплазма теряет полупроницаемость и становится вполне проницаемой для растворов органических и неорганических веществ. Слизевые тельца также теряют очертания, сливаются, образуя слизевый тяж и скопления около ситовидных пластинок. На этом формирование членика ситовидной трубки завершается. Длительность функционирования ситовидных трубок невелика. У кустарников и деревьев она продолжается не более 3-4 лет. По мере старения ситовидные трубки закупориваются каллозой и затем отмирают.

Основными веществами флоэмного тока являются сахара, главным образом сахароза. Кроме того, обнаружены азотсодержащие вещества (аминокислоты), органические кислоты и фитогормоны.

Скорость передвижения ассимилятов во флоэме относительно невелика – 50-100 см/ч.

Паренхимные элементы флоэмы (лубяная паренхима) состоят из тонкостенных клеток. В них откладываются запасные питательные вещества, и отчасти по ним осуществляется ближний транспорт ассимилятов.

Сердцевинные лучи флоэмы также состоят из тонкостенных паренхимных клеток. Они предназначены для осуществления ближнего транспорта ассимилятов.

## 4.2. Понятие о ксилеме

Термин "ксилема" ввел немецкий ботаник К.В. Негели. По ксилеме от корня к листьям передвигаются вода и растворенные в ней минеральные вещества. Первичная и вторичная ксилемы содержат клетки одних и тех же типов. Однако первичная ксилема не формирует сердцевинных лучей. Первичная ксилема формируется из прокамбия, вторичная – из камбия.

В состав ксилемы входят морфологически различные элементы, осуществляющие функции как проведения, так и хранения запасных веществ, а также чисто опорные функции. Данный транспорт осуществляется по трахеальным элементам ксилемы – трахеидам и сосудам, ближний в основном по паренхимным элементам. Дополнительные – опорную, а иногда и запасающую – функции выполняют трахеальные элементы и волокна механической ткани либриформа, также входящие в состав ксилемы.

Трахеиды в зрелом состоянии – мертвые прозенхимные клетки, суженные на концах и лишенные протопласта. Длина трахеид в среднем 1-4 мм, поперечник же не превышает десятых и даже сотых долей миллиметра. Стенки трахеид одревесневают, утолщаются и несут простые или окаймленные поры, через которые происходит фильтрация растворов. Боковые стенки трахеид в определенной степени водопроницаемы, что способствует осуществлению ближнего транспорта. Большая часть окаймленных пор находится около окончаний клеток, т.е. там, где растворы "просачиваются" из одной трахеиды в другую. Трахеиды есть у спорофитов всех растений, а у большинства хвощевидных, плауновидных, папоротниковидных и голосемянных они являются единственными проводящими элементами ксилемы.

Сосуды – полые трубки, состоящие из отдельных члеников, располагающихся друг над другом.

Между расположенными один над другим члениками одного и того же сосуда имеются разного типа сквозные отверстия – перфорации. Благодаря перфорации вдоль всего сосуда свободно осуществляется ток жидкости. Сосуды могут состоять из весьма значительного числа члеников различной длины и диаметра. Общая же длина сосудов достигает иногда нескольких метров. Диаметр же варьирует от 0,2 мм до 1 мм. Последнее зависит от вида растения, а у деревьев, растущих в сезонном климате, также и от того, в какой части ксилемы – "весенней" или "осенней" - сосуд расположен.

Помимо первичной оболочки, сосуды, как и многие трахеиды, в большинстве случаев имеют вторичные утолщения. В самых ранних трахеальных элементах вторичная оболочка может иметь форму колец, не связанных друг с другом. Затем следуют сосуды и трахеиды с утолщениями, которые могут быть охарактеризованы как спирали, витки которых связаны между собой. В конечном итоге вторичная оболочка сливается в более или менее сплошной цилиндр, формирующийся внутрь от первичной оболочки. Сосуды и трахеиды с относительно небольшими округлыми участками первичной клеточной оболочки, не прикрытыми изнутри вторичной оболочкой, нередко называют пористыми. В тех случаях, когда поры во вторичной оболочке образуют подобие сетки или лестницы, говорят о сетчатых или лестничных трахеальных элементах.

Вторичная, а иногда и первичная оболочки, как правило, лигнифицируется, т.е. пропитываются лигнином, это придает дополнительную прочность, но ограничивает возможность дальнейшего их роста в длину.

Трахеальные элементы, т.е. трахеиды и сосуды, распределяются в ксилеме различным образом. Иногда на поперечном срезе они образуют хорошо выраженные кольца. В других случаях сосуды рассеяны более или менее равномерно по всей массе ксилемы.

Помимо трахеальных элементов, ксилема включает лучевые элементы, т.е. клетки, образующие сердцевинные лучи, сформированные чаще всего тонкостенными клетками. Реже, например, в лучах хвойных, встречаются лучевые трахеиды. По сердцевинным лучам осуществляется ближний транспорт веществ в горизонтальном направлении.

В ксилеме покрытосемянных, помимо проводящих элементов, содержатся также тонкостенные неодревесневшие живые паренхимные клетки – древесинная паренхима. По ним отчасти наряду с сердцевинными лучами осуществляется ближний транспорт. Кроме того, древесинная паренхима служит местом хранения запасных веществ. Элементы сердцевинных лучей и древесинной паренхимы, подобно трахеальным элементам, возникают из камбия, но из паренхимных инициалей.

Клетки паренхимы, примыкающие к сосудам, могут образовывать выросты в полость сосуда через поры, так называемые тилы. Иногда тилы заполняют всю полость сосуда, и в этом случае проводящая функция нарушается. Тилообразование усиливает механическую прочность центральной части стволов деревьев. Кроме того, тилы играют особую роль в процессе формирования ядра древесины.

## 5. ХАРАКТЕРИСТИКА СЕМЕЙСТВ: РОЗОЦВЕТНЫЕ И ЯСНОТКОВЫЕ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Розоцветные  Rosaceae | Яснотковые  Lamiaceae |
| Состав | Жирное масло, цианогенные гликозиды, Тритерпеновые сапонины, танниды, терпеноиды, полисахариды, редко алколоиды, кумарины. | Эфирные масла, ди - и тритерпеноиды, сапонины, полифенолы и танниды, иридоиды, хиноны, кумарины, гормоны линьки насекомых, редко алколоиды. |
| Листья | Очередные, редко супротивные, простые или сложные, с прилистниками. | Супротивные |
| Соцветия | Цимоидные или ботриодные(в виде кисти) |  |
| Цветки | Правильные, обоеполые, нередко довольно крупные | Правильные, обоеполые |
| Околоцветник | Двойной | Двойной |
| Чашечка | Из 5, редко 4 сросшихся чашелистиков, иногда снабженная подчашием | Пятизубчатая, двугубая, правильная или неправильная |
| Лепестки | В числе 5 или 4, свободные, прикрепленные, подобно тычинкам |  |
| Андроцей | Из большого числа расположенных в несколько рядов тычинок, иногда число тычинок уменьшается до 4-8-9 | Тычинок 4, прикрепленных к трубке венчика |
| Гинецей | Апокарпный или ценокарпный | Ценокарпный |
| Число плодолистиков | Число может быть различно от большого и неопределенного числа до 1 – два семязачатка | 2 плодолистика, делящиеся, пополам продольной перегородкой |
| Завязь | Верхняя или нижняя | Четырехгнездная, четырехлопостная |
| Плоды | Многолистовка, многокостянка и многоорешек | Ценобий, распадающийся на 4 доли |
| Семена | Без эндосперма, зародыш прямой | Без эндосперма |

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковлев Г.П., Челомбитько В.А. Ботаника.М., 1990
2. Бавтуто Г.А., Еремин В.М. Ботаника: Морфология и анатомия растений. Минск, 1997
3. Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника.М., 1990
4. Чебышев Н.В., Гринева Г.Г., Кобзарь М.В., Гулянков С.И. Биология.М., 2000
5. Эсау К. Анатомия семенных растений.М., 1980