

Растительные ткани. Образовательные ткани.

1. Понятие о растительных тканях.
2. Группа образовательных тканей (меристем).
 - 2.1. Первичные и вторичные меристемы.
 - 2.2. Верхушечные, боковые и вставочные меристемы.
 - 2.3. Раневые меристемы.
3. Процесс деления растительных клеток.

Растения прошли большой путь исторического развития от доклеточных, предядерных и простейших эукариотных форм жизни до сложных, сильно дифференцированных организмов.

В процессе эволюции растительного мира, в процессе возникновения и развития многоклеточных организмов шла специализация клеток и разделение функций между ними. Различные по функциям клетки стали отличаться друг от друга строением и формой.

Таким образом, в многоклеточном организме определенные функции стала выполнять не одна клетка, а целая группа клеток, **которые имели сходное строение и общее происхождение**. Такие группы клеток по предложению англ. ботаника и врача Неемии Грю (1671) называют **тканями**.

Клетки, формирующие ткани, характеризуются следующими признаками:

- а) морфологической однородностью, т.е. очень сходным строением;
- б) сходством выполняемых функций;
- в) общностью происхождения (истории развития).

Сверх того, в характеристике ткани важное значение имеет их местоположение (топография).

Растительная ткань - это группа клеток, структурно и функционально взаимосвязанных друг с другом и обычно сходных по происхождению. Наука о тканях - **гистология**.

Ткань называется простой, если все ее клетки одинаковы по форме и функциям (паренхима, склеренхима, колленхима). Сложные ткани состоят из клеток неодинаковых по форме, строению и функциям, но связанных общим происхождением (эпидерма, флоэма, ксилема).

В основу классификации тканей разными учеными были положены разные принципы.

Один из первых фитогистологов Г. Линк (1807) предлагал разделить ткани **по форме клеток** всего на две группы: паренхиматические и прозенхиматические.

Данная классификация основывалась только на одном признаке: на соотношении длины и поперечника. Эта классификация была явно искусственной, т.к. не учитывала разнообразие тканей по выполняемой ими функции, происхождению. Принцип Линка (различать клетки по соотношению их поперечника и длины) оказался удобным лишь для общей характеристики клеток и тканей.

Классификация тканей, которая принята в наши дни основана **на принципах двух научных школ.**

Первая из них учитывает происхождение (немец. ботаник Генрих Антон Де Бари, 1871).

Вторая - морфолого-физиологические особенности (немец, ботаник Симон Швенденер и Г. Габерландт, 1879).

По происхождению ткани делят на первичные и вторичные (подробнее разберем чуть позже).

В зависимости от их основной функции растительные ткани делят на образовательные и постоянные.



Клетки меристем способны к делению, поэтому эти ткани называются **образовательные**. Постоянные ткани возникают из делящихся меристем в результате клеточной дифференцировки.

Дифференцировка - процесс приобретения клетками с одинаковым генотипом индивидуальных отличий, в том числе и от меристематической клетки, давшей им начало.

Так из однородных клеток меристем возникают самые разнообразные по форме и функциям клетки. Одни из них имеют вид волокон (механическая функция), другие - длинных трубочек (проводящая функция).

Образовательные ткани - меристемы,

Меристема (от греч "meristos" - делимый, "стема" - ткань) - образовательная ткань растений, долго сохраняющая способность к делению и образованию новых клеток.

Меристемы **обеспечивают рост** растения в длину и толщину, а также заживление ран. Меристемы отличаются высокой метаболической активностью.

За счет меристем и осуществляется длительный (в течение всей жизни) рост растений и формирование всех прочих систем тканей.

Меристемы в основном находятся у растений в местах, где происходит рост, напр, в верхушке стебля, в кончике корня и некоторых других частях растений.

Растущая верхушка стебля и кончик корня называются конусами нарастания. Образовательная ткань, находящаяся в конусе нарастания состоит из мелких, молодых, постоянно делящихся клеток. В клетках имеется густая зернистая цитоплазма и крупное ядро. Клеточная оболочка

тонкая. Форма клеток многогранная или четырехгранная. Клетки плотно сомкнуты между собой без межклеточных пространств.

В активно функционирующей меристеме различают 2 группы клеток:

- инициальные, которые задерживаются на эмбриональной стадии развития, постоянно находятся в состоянии деления и делясь обеспечивают непрерывное нарастание массы растения;
- другие клетки - производные инициальных, которые изменяют свою форму, химизм (дифференцируются), образуя различные постоянные ткани (покровные, проводящие, механические и т.д.).

Существуют два принципа классификации меристем: по происхождению и по местоположению.

По происхождению различают первичные и вторичные меристемы.

Образовательная ткань верхушки стебля и кончика корня носит название первичной меристемы. Первичная меристема обуславливает начальный рост растения.

Делясь клетки (инициальные) первичной меристемы обеспечивают нарастание массы тела растения; а другие клетки дифференцируются, давая начало первичным постоянным тканям (покровным, механическим, и т.д.), обеспечивая первичный рост органов растения.

В ряде случаев способность к активному делению может возникнуть и у клеток, уже почти утративших свое свойство. Такие «**вновь**» возникшие **меристемы называют вторичными**.

Вторичные меристемы возникают во взрослом растении, развиваясь из какой-нибудь постоянной ткани (чаще всего из основной, реже из покровной). Качественно новых органов не образуется, происходит только количественный рост, увеличение массы. Вторичные меристемы характерны для голосеменных и двудольных покрытосеменных. Они обеспечивают вторичное утолщение стебля и корня. К вторичным меристемам относятся камбий и феллоген, которые образуют вторичные постоянные ткани.

Т.е. постоянные ткани будут первичными, если начало им дали первичные меристемы, или вторичными, если они произошли от вторичных меристем.

В настоящее время этот принцип классификации меристем по происхождению становится менее популярным, т.к. трудно, во многих случаях, установить изначально ли функционирует данная меристема.

Все более популярной становится **классификация меристематических тканей по их местоположению**.

По положению в растении выделяют:

- верхушечные или апикальные меристемы (от лат. "апекс" – верхушка).
- боковые или латеральные меристемы (от лат. "латус" - бок);
- вставочные или интеркалярные меристемы.

Апикальные меристемы располагаются на обоих полюсах растения, на концах главных и боковых осей стебля и корня. Эти участки осевых органов называются точки роста. Апикальные меристемы первичны и образуют конусы нарастания корня и побега. Эти меристемы определяют,

главным образом, рост тела растения в длину.

Латеральные (боковые) меристемы располагаются параллельно поверхности органа. На поперечном разрезе осевых органов они расположены кольцом по периферии. Боковые меристемы бывают первичными (прокамбий, перицикл) и вторичными (камбий, феллоген).

Клетки первичной латеральной меристемы перицикла - располагаются в один или несколько сплошных цилиндрических слоев внутри осевого органа. Перицикл, как правило, образует ткани коры. Прокамбий - образует первичные проводящие ткани осевого цилиндра. Вторичная латеральная меристема – камбий формирует вторичные проводящие ткани и ткани сердцевинных лучей. За счет деятельности камбия идет рост растения в толщину. Феллоген (пробковый камбий) образуется ближе к поверхности органа из клеток эпидермы, реже перицикла. Феллоген образует вторичные покровные ткани - перидерму и корку.

Интеркалярные (вставочные) меристемы располагаются в междоузлиях побегов, в основании молодых листьев. Они всегда первичны по происхождению. Слои интеркалярной меристемы «зажаты» между участками постоянной ткани. Вставочная меристема представляет собой остатки зародышевой, которая остается недифференцированной в этих точках и сохраняет свой меристематический характер, тогда как смежные ткани специализируются, становятся постоянными. Интеркалярные меристемы обеспечивают дополнительный рост в длину (вытягивание) и позволяют растению менять положение листьев относительно света.

В большинстве случаев, например, при развитии почек, деятельность интеркалярных меристем кратковременна. Иногда же они функционируют продолжительно, чем обеспечивают интеркалярный (вставочный) рост. Например, у хвощей, злаков и других однодольных, а также некоторых двудольных (зонтичных).

Интеркалярный рост - явление, широко распространенное в мире растений. Все вегетативные побеги при основании междоузлий способны к интеркалярному росту. Только у разных видов неодинаковы интенсивность и длительность периода роста. У арахиса - *Arachis hypogaea* наиболее активная интеркалярная система локализована у основания завязи. За счет деятельности этой меристемы развивающийся плод энергично внедряется в почву.

Интересно отметить, что у злаков, после прекращения роста междоузлий и листовых влагалищ, в узлолокализованных зонах при их основании (в утолщенных участках влагалища и сочленениях) долго сохраняется способность к росту. Эта потенциальная меристематическая способность, может проявиться в период полегания, в результате чего стебли поднимаются.

В растении существуют также **раневые** (травматические) меристемы. Они образуются в местах повреждения тканей и органов. Заживление раны начинается с активного деления паренхимных клеток, расположенных непосредственно под раной или у самой раны.

В результате деления таких клеток появляется особая ткань - **каллюс**, прикрывающая место поражения. Способность растения образовывать каллюс используется в практике садоводства при размножении растения черенками и прививками.

По происхождению раневые меристемы всегда вторичны.

Деление - форма размножения некоторых организмов и многих клеток, входящих в состав тела многоклеточных.

Различают 3 основных способа деления:

- амитоз - прямое деление
- митоз - не прямое деление
- мейоз - редукционное деление.

Амитоз. Этот способ деления впервые был описан **Н. Железновым** в 1840 г.

Сущность амитоза состоит в том, что ядро, а затем содержимое исходной клетки делится на две дочерние примерно пополам. Деление интерфазного ядра происходит без предварительного растворения ядрышек и ядерной оболочки. Не наблюдается образование ахроматиновых нитей веретена деления.

Амитоз может сопровождаться делением всей клетки, а может ограничиться делением ядра без разделения цитоплазмы, что ведет к образованию дву- и многоядерных клеток. В основном амитозом делятся клетки прокариот, а также патологические.

Митоз (митотический цикл) - у растений впервые описал русский ботаник **И.Д.Чистяков** в 1874г (в спорах плаунов), в животных клетках в 1878г русский гистолог **П.И.Перемежко**. Детальные исследования хромосом в митозе были выполнены немецким ботаником **Э. Страсбургером** в 1876 - 1879гг на растениях, а немецким гистологом и цитологом **В.Флемингом** в 1882г. на животных. *Термин* "митоз" ввел **В.Флеминг**.

Митоз (митотический цикл) - наиболее широко распространенная форма деления соматических эукариотических клеток на всех уровнях развития органической природы. Он универсален не только для соматических клеток, но и на определенном этапе развития и для половых клеток.

При митозе делению клетки предшествуют глубокие преобразования органелл и особенно ядра.

(разобрать митотический цикл).

ПОКРОВНЫЕ ТКАНИ.

I. Группа покровных тканей.

2. Первичная покровная ткань - эпидерма, ее строение и функции.
3. Первичная покровно-всасывающая ткань корня - эпиблема, ее строение и функции.
4. Вторичная покровная ткань - перидерма, ее строение и функции.
5. Чечевички.
6. Формирование корки.

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

Функции:

1. Защитная. Предохраняют органы растений от высыхания и не благоприятных условий внешней среды, а также от проникновения внутрь микроорганизмов.
2. Газообмен.
3. Транспирация (испарение воды).

В каждом случае структура клеток покровных тканей вполне соответствует выполняемой ими конкретной функции.

В соответствии с генезисом различают первичные и вторичные покровные ткани.

К первичным относят эпидерму и эпиблему (ризодерму). К вторичным покровным тканям относят перидерму. Она приходит на смену эпидерме в стеблях и эпиблеме в корнях древесных и некоторых однолетних и многолетних травянистых растений. Перидерма у ряда древесных пород на стеблях заменяется коркой (ретидомом).

Эпидерма (эпидермис, кожа) - живая первичная покровная ткань листа, цветка и многих плодов. Ею покрыт стебель травянистых и молодых побегов древесных растений.

Эпидерма многофункциональная ткань: 1) выполняет функцию защиты молодых органов от неблагоприятных условий внешней среды; 2) регулирует газообмен и транспирацию.

Иногда эпидерма выполняет необычные для этой ткани функции - такие как фотосинтез, запасание воды, секреция, поглощение.

- фотосинтезирующая эпидерма, несущая хлоропласты, обычно находится в тех частях растения, которые плохо освещаются, напр., в подводных органах гидрофитов, в листьях сильно затененных кустарников и трав;
- водозапасающая эпидерма встречается у многих суккулентов, растений пустынь и полупустынь, в листьях некоторых злаков и т.д.;
- секреторная эпидерма имеется у некоторых эфирномасличных растений (напр., розмарин);
- поглощающая функция свойственна эпидерме водных растений.

Эпидерма чаще всего состоит из одного слоя клеток, редко встречается двух- или многослойная эпидерма, как у некоторых суккулентов из

семейства маревых, некоторых видов шелковицы, Фигового дерева.

Эпидерма ткань **сложная**, она включает ряд морфологически различных клеток:

1. Собственно эпидермальные клетки.
2. Клетки устьичного аппарата;
3. Трихомы (выросты, волоски различного строения).

Собственно эпидермальные клетки плотно сомкнуты между собой. Оболочка клеток целлюлозная, наружная стенка утолщена и покрыта кутином.

В клетке крупная вакуоль. В эпидермальных клетках часто встречаются кристаллы. Цитоплазма расположена постенно, протопласт имеет все органеллы, из пластид встречаются лейкопласты.

Форма собственно эпидермальных клеток различна:

- I. Клетки удлинённые чаще с прямыми стенками характерны для листьев и осевых органов однодольных растений.
2. Клетки изодиаметрические, часто с извилистыми боковыми (антиклинальными) стенками характерны для листьев большинства двудольных растений.

Этот признак может быть использован для диагностики лекарственного растительного сырья.

У наземных частей наружные стенки клеток утолщены и покрыты кутикулой, предохраняющей растения от нагрева и излишнего испарения воды. Толщина кутикулы может изменяться. У растений засушливых областей (ксерофитов) кутикула более мощная, чем у растений обитающих в условиях среднего увлажнения (мезофитов). Процесс пропитывания целлюлозной стенки кутикулой называется кутинизация.

Особенности строения кутикулы также используют как диагностический признак.

Среди плоских и плотно сомкнутых собственно эпидермальных клеток рассеяны клетки входящие в **устьичный комплекс**, который объединяет:

- а) замыкающие клетки устьица,
- б) околоустьичные (побочные) клетки.

Устьице образовано двумя специализированными замыкающими клетками бобовидной формы, между которыми расположена устьичная щель. Каждая из замыкающих клеток имеет крупное ядро, хлоропласты и вакуоли.

Устьица находятся на всех надземных частях растений, но больше всего их в листьях с нижней стороны, однако у водных растений, обладающих плавающими листьями устьица расположены на верхней стороне.

У листьев однодольных растений устьица расположены параллельно длине клеток в шахматном порядке (упорядоченно); у листьев двудольных растений беспорядочно.

Устьица регулируют газообмен и транспирацию.

Изучение устьичных комплексов называется **стоматография**.

Устьичные комплексы различаются по наличию или отсутствию

околоустьичных клеток, по их числу и расположению:

1. **Аномоцитный** - околоустьичные клетки не отличаются от остальных клеток эпидермы. Напр., лютиковые, пасленовые, гераниевые.
2. **Анизоцитный** - околоустьичных клеток три, причем одна из них заметно крупнее, или меньше других. Напр., крестоцветные, толстянковые.
3. **Парацитный** - околоустьичных клеток две и они параллельны устьичной щели. Напр., папоротники, хвощи, бобовые.
4. **Энциклоцитный** - околоустьичных клеток больше шести, и они расположены либо кольцом, либо без определенного порядка. Напр., голосеменные, покрытосеменные.
5. **Диацитный** - околоустьичных клеток две и они перпендикулярны устьичной щели. Напр., яснотковые, гвоздичные.
6. **Актиноцитный** – устьице окружено несколькими побочными клетками, расположенными радиально по отношению к замыкающим клеткам (у большого количества семейств).
7. **Тетрацитный** – устьица окружены четырьмя околоустьичными клетками, две из них расположены полярно, а две латерально, возможно латеральное расположение всех клеток – по две с каждой стороны (в основном однодольные).

У многих растений эпидерма образует наружные выросты, так называемые трихомы.

Трихомы (от греч. "трихома" - волосы) у растений - это различные по форме, строению и функциям выросты клеток эпидермы - волоски, чешуйки, железки.

Основными функциями трихом являются защитная и эксреторная.

Трихомы, бывают одноклеточные или многоклеточные. Трихомы отличаются крайним разнообразием, оставаясь вместе с тем вполне устойчивыми и типичными для определенных видов, родов и даже семейств. Поэтому признаки трихомов широко используются в систематике растений как диагностические.

Различают трихомы простые и железистые. **Простые** или кроющие трихомы имеют форму простых одноклеточных или многоклеточных, разветвленных или звездчатых волосков. У простых трихом всегда имеется базальная клетка и клетки окружающие ее, которые по форме и размерам отличаются от собственно эпидермальных клеток.

Простые трихомы могут длительное время оставаться живыми, но во многих случаях живое содержимое отмирает, и они заполняются воздухом. Кроющие трихомы, образуя на растениях густой покров, отражают часть солнечных лучей и уменьшают нагревание, в результате создавая защитное пространство около эпидермы, снижают транспирацию. Иногда волоски образуют густой покров только там, где расположены устьица, напр., на нижней стороне листьев растения Мать – и - мачеха. Однако живые волоски, увеличивая общую испаряющую поверхность, могут способствовать и

ускорению транспирации, что полезно растениям, живущим в условиях, где транспирация затруднена.

Железистые (головчатые) трихомы от простых отличаются тем, что они всегда имеют головку, выделяющую секрет. Головка и ножка может содержать разное количество клеток. Железистые трихомы характерны для семейства яснотковых. Они выделяют эфирные масла, которые легко испаряются. Облачко эфирных масел образует вокруг растения своеобразный чехол, который снижает перегрев поверхности растений и предохраняет от излишнего испарения. Запах эфирных масел отпугивает многих животных.

У лебеды секреторные трихомы удаляют из тканей листа токсичные соли, препятствуя их накоплению в растении.

Форма и строение волосков признак диагностический.

От трихомов, возникающих при участии только эпидермальных клеток, следует отличать **эмергенцы** (от лат. *emergere* - выдаваться), в образовании которых принимают участие и более глубоко расположенные ткани. К эмергенцам относятся, например, жгучие "волоски" крапивы, шипы розы и др.

Эпиблема (от греч. "эпиблема" - покрывало, покрытие) или ризодерма - живая первичная покровно-всасывающая ткань, покрывающая корень в зоне всасывания.

Эпиблема покрывает молодые корневые окончания, и именно через нее происходит поглощение воды и минеральных солей из почвы. Кроме того, она взаимодействует с живым населением почвы, полезными и болезнетворными микроорганизмами. Через эпиблему из корня в почву выделяются вещества, помогающие почвенному питанию.

Основная функция ее - поглощение воды и минеральных солей из почвы.

Клетки эпіблемы (трихобласты) образуют особые выросты - **корневые волоски**, которые увеличивают всасывающую поверхность корня.

Эпиблема возникает из апикальной меристемы корня уже вблизи чехлика. Пока молодое корневое окончание растет в длину и продвигается между частичками почвы, эпиблема сохраняет гладкие наружные стенки. Но как только корешок прекращает растяжение, на поверхности эпіблемы возникают корневые волоски. Корневой волосок образуется из клетки эпіблемы и, в отличие от трихомов, не отделяется стенкой от производшей его клетки. Таким образом, он представляет собой вырост эпіблемной клетки.

Лишь, в исключительных случаях, например, у некоторых видов бромелиевых, толстянковых, ряда папоротников отмечено наличие многоклеточных волосков.

Оболочка клеточного волоска очень тонкая и состоит из целлюлозы и пектиновых веществ. Ее наружные слои содержат слизь, которая входит в тесное соприкосновение с твердыми частицами почвы и почвенными растворами. При этом волосок активно воздействует на содержимое почвы, выделяя наружу различные вещества, облегчающие избирательное

поглощение ионов из почвы.

Чаще всего эпиблема состоит из одного слоя клеток, у которых тонкая клеточная оболочка состоит из целлюлозы и пектиновых веществ. Протопласт занимает постенное положение, клеточный сок характеризуется повышенной концентрацией, что повышает способность всасывания воды и минеральных солей в 10 и более раз.

Иногда (у семейства лилейных, амариллисовых, орхидных и др.) образуется **многослойная эпиблема** - веламен (от лат. веламен - покров).

Перидерма - вторичная покровная ткань, сменяющая первичную эпидерму, которая постепенно отмирает.

Перидерма - сложная, многослойная ткань, состоящая из комплекса клеток, различных по строению и функциям. Перидерму составляют следующие ткани:

- а) феллема (пробка) - выполняет главные защитные функции и состоит из плотно сомкнутых клеток;
- б) феллоген (пробковый - благодаря ему перидерма длительное время нарастает в толщину);
- в) феллодерма - выполняет функцию питания феллогена.

Феллоген представляет собой один слой меристематических клеток, при делении которых наружу откладываются клетки феллемы (пробки), а внутрь органа - клетки феллодермы.

Клетки будущей пробки, образованные феллогеном, сначала имеют тонкие первичные целлюлозные стенки. Затем возникает вторичная стенка, состоящая из чередующихся слоев суберина и пленок растительного воска, поэтому живое содержимое клеток отмирает, и клетки пробки заполняются воздухом. После образования пробки зеленый цвет однолетних побегов становится бурым. Клетки феллемы плотно сомкнуты и расположены правильными рядами. По мере утолщения стебля пробка растягивается по окружности и сплющивается в радиальном направлении.

У некоторых древесных (например, у пробкового дуба *Quercus suber*) феллоген многие годы работает непрерывно и откладывает мощный слой пробки, иногда достигающий 25 см толщиной и более.

В клетках пробки березы (бересты) откладывается особое вещество **бетулин**, оно придает стволу и крупным ветвям белую окраску.

Главная функция феллемы (пробки) - защита от потери влаги. Кроме того, она предохраняет растение от проникновения в него микроорганизмов и от резких колебаний температуры.

Феллодерма однослойная или многослойная живая паренхимная ткань с хлоропластами, выполняющая функцию питания феллогена. Располагается под феллогеном в тех же радиальных рядах, что и пробка.

Живые ткани, лежащие под феллемой (пробкой), нуждаются в газообмене и удалении избытка влаги. Поэтому в перидерме формируются

чечевички - специальные отверстия, которые служат для газообмена и транспирации. Образуются чечевички чаще всего в тех местах, где были расположены устьица. Феллоген в этих участках активно откладывает наружу клетки, которые дифференцируются в рыхло расположенную паренхиму, так называемую выполняющую ткань чечевички. Эта ткань давит на наружный слой, приподнимает и разрывает его и образуется чечевичка, которая имеет вид небольшого бугорка с трещиной посередине. Поперечный разрез показывает, что пробковые слои в этом месте разорваны и чередуются с паренхимными клетками, рыхло соединенными между собой.

Размер их варьирует от долей мм-до 1 см и более. С возрастом их размер увеличивается. Наличие и отсутствие чечевичек используют для диагностики кор, заготавливаемых в качестве лекарственного растительного сырья.

У большинства древесных пород на смену гладкой перидерме приходит корка. У яблони это наблюдается на 6 - 8 году, у граба -лет через 50. У некоторых древесных пород (платана, эвкалипта) корка вообще не образуется.

Корка (ритидом) образуется в результате многократного заложения новых прослоек перидермы во все более глубоких тканях коры.

Живые клетки, заключенные между этими прослойками гибнут. Таким образом, корка состоит из чередующихся слоев пробки и прочих отмерших тканей коры, т.е. имеет сложный гистологический состав.

Мертвые ткани корки не могут растягиваться, следуя за утолщением ствола. Рано или поздно на стволе появляются трещины, не достигающие, однако, до глубинных живых тканей. Граница между перидермой и коркой внешне заметна по появлению этих трещин, особенно ясна эта граница у березы, у которой береста (перидерма) сменяется черной трещиноватой коркой.

Толстая корка надежно защищает стволы деревьев от механических повреждений, резкой смены температур.

ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ (секреторные) ТКАНИ.

1. Группа секреторных тканей. Общая характеристика, классификация и функции.
2. Наружные секреторные структуры. Строение и функции.
3. Внутренние секреторные структуры. Строение и функции.
4. Применение продуктов выделения растений в медицине и народном хозяйстве.

Выделительные или секреторные ткани выделяют из растения или изолируют в тканях вещества исключаящиеся из метаболизма и капельно-жидкую воду. Чаще всего это структуры, состоящие из многих клеток. Иногда это отдельные клетки, рассеянные среди клеток других тканей и называемых идиобластами.

Растительные клетки продуцируют много веществ, которые, по-видимому, представляют собой побочные продукты метаболизма; эти вещества не используются растением и обычно, в большей или в меньшей степени изолируются от живого протопласта, либо совершенно удаляются из тела растения. Примером таких веществ служат терпены, к которым принадлежат эфирные масла, бальзамы, смолы и каучук, а также танины и различного рода кристаллы.

Растения могут выделять полисахариды в виде слизи, сахаров; белковые вещества, соли, воду. Удаление терпенов и др. побочных продуктов обмена происходит путем *активной* или *пассивной секреции*.

Секрецией в данном случае называется акт отделения какого-либо вещества от протопласта. В строгом смысле секрецией называется выделение веществ, имеющих какую-либо специальную физиологическую функцию (ферменты, гормоны), а выделение веществ, выводимых из сферы метаболизма, называют экскрецией. Однако обычно четкой границы между секрецией и экскрецией не проводится, т.к. продукты отброса и продукты, имеющие определенную физиологическую функцию, могут накапливаться в одних и тех же вместилищах. В настоящее время термин «секреция» используется для обозначения как секреции в строгом смысле, так и экскреции.

Интересно, что ультраструктура выделительных клеток определенным образом зависит от химической природы выделяемых ими веществ. Выделение терпенов связано с сильным развитием агранулярного эндоплазматического ретикулума, выделение слизи – с развитием комплекса Гольджи, а выделение белков – с развитием гранулярной ЭПС. Синтез перечисленных веществ связан с деятельностью внутриклеточных мембран.

Клетки выделительных тканей по форме обычно паренхимные и тонкостенные. Они долго остаются живыми и секретируют (т.е. выделяют секрет). Клетки одиночки – идиобласты по мере накопления большого

количества секрета лишаются протопласта и стенки их нередко опробковывают.

Структуры, участвующие в секреции, широко варьируют и по степени специализации и по местоположению в теле растения. Поэтому удобнее их разделить на **2 группы** в зависимости от того, выделяют ли они вещества наружу, или выделенные вещества остаются внутри растения. Их называют ткани **наружной** или **внутренней** секреции.

Эволюционно внутренние выделительные ткани возникли из ассимиляционных и запасующих, а наружные связаны с покровными тканями. Клетки, содержащие оксалат кальция, изначально выступают как ассимиляционные или запасующие и лишь позднее превращаются в выделительные.

Наружные выделительные (секреторные) ткани объединяют:
нектарники;

водовыводящие структуры;

солевыводящие структуры;

жгучие волоски;

переваривающие железки;

эфирномасличные структуры;

Нектарники представляют собой специализированные железки выделяющие сахаристую (от 8 – 50% сахара) жидкость (нектар), служащую для привлечения насекомых опылителей. Чаще всего они находятся в цветках.

Выделительные клетки нектарников отличаются густой цитоплазмой и высокой активностью обмена веществ. Снаружи нектарники покрыты кутикулой. К некоторым нектарникам может подходить пучок проводящих тканей.

По происхождению и местоположению различают 2 типа нектарников – **флоральные** и **экстрафлоральные**. Первые расположены на цветках, вторые - на вегетативных органах. Каждый из названных типов содержит дробные формы. Так, *флоральные* нектарники у двудольных могут располагаться у основания тычинок или под тычинками (у гвоздичных, маревых и др.); у основания завязи, тогда они имеют вид кольца или диска (яснотковые, пасленовые и др.); на вершине завязи в виде трубчатой структуры (астровые) и т.д. *Экстрафлоральные* могут развиваться на цветоножках, прилистниках, стеблях и листьях (пассифлора).

Водовыводящие структуры включают в себя гидатоды и водные пузырьки.

Гидатоды относятся к выделительным структурам лишь формально, поскольку продуктом выделения служит вода, а не экскреторные вещества.

Гидатоды (от. греч. hydōs - вода, odos – путь, дорога) или водяные устьица - это комплекс клеток в листе, обеспечивающих выделение капельно - жидкой воды и растворенных в ней солей, из внутренней части листа на его поверхность. Этот процесс называется гуттация.

Таким образом, растение освобождается от избытка воды и солей. Гуттацию можно наблюдать у многих растений, особенно травянистых (земляники, манжеток), по утрам после прохладных и влажных летних ночей. Так как гидатоды чаще всего расположены по краям листьев, на зубчиках, то, как раз на них можно видеть висящие капельки воды.

Это один из активнейших органов выделения. В рекордных случаях один лист выделяет в минуту до 180 капель воды (Колоказия кувшинколистная).

Гидатоды отличаются от обычных устьиц тем, что щели их постоянно открыты, так как их замыкающие клетки лишены подвижности.

Структура гидатод разнообразна. Обычно они представляют собой устьице, к которому подходит эпитема, т.е. группа рыхлых тонкостенных клеток мезофилла листа. С эпитемой соприкасается ксилемная часть проводящего пучка, в основном трахеиды, в отличие от нектарников у которых ответвления проводящей системы состоят только из флоэмных элементов.

Иногда гидатода представляет собой трихому – многоклеточный волосок, например у фасоли. Трихомы – гидатоды, особенно у молодых листьев, выделяют воду, а позднее могут ее поглощать.

Водные пузырьки формируются в результате растяжения эпидермальных клеток и наполняются водой, которая используется растением при недостатке влаги. Встречается у представителей семейства маревых.

Солевыводящие структуры – это образования, секретирующие соли. Растения засоленных местообитаний могут экскретировать соли. Различают солевые клетки и солевыводящие железки.

Солевые клетки имеют пузыревидную форму (у лебеды) и располагаются под эпидермой. Соли секретируются в крупной центральной вакуоли. После разрушения оболочек трихом соль откладывается на поверхность листа.

Солевыводящие железки представляют собой комплекс клеток. Например, у гребенщика железки имеют восемь клеток, из которых шесть *секреторные*, а две базальные – *собирательные* клетки.

Секретируемая соль выходит наружу через поры в поверхностном слое клеток.

Жгучие волоски – многоклеточные образования, относящиеся к эмергенцам. Жгучий волосок крапивы имеет одну клетку, наполненную *едким соком*, которая находится в состоянии тургора. Эта клетка находится на многоклеточном основании, охватывающим волосок наподобии чаши. Конец волоска пропитан кремнеземом и клеточные стенки здесь очень хрупкие. Они при легком соприкосновении обламываются и образуют острые края (как у осколка стекла). Волосок впивается в кожу, и секрет выливается в ранку, вызывая жжение.

Переваривающие (пищеварительные) **железки** – это трихомы листьев насекомоядных растений (росянка и др.), улавливающие насекомых и

продуцирующие мукополисахариды и протеолитические ферменты, при помощи которых эти насекомые перевариваются.

Эфирномасличные структуры (железки, волоски).

Эфирномасличные железки состоят из головки, как правило, многоклеточной, и ножки. При этом ширина клетки ножки превышает ее высоту, иногда ножка отсутствует и в этом случае железка как бы «сидит» на образующей ее клетке эпидермы.

Эфирномасличные волоски состоят из головки, имеющей одну или несколько клеток, продуцирующих секрет и ножки, состоящей из разного числа нежелезистых клеток.

Эфирные масла обычно накапливаются между клеточной стенкой головки и кутикулой, впоследствии кутикула разрывается и секрет выходит наружу. После этого может образовываться новая кутикула и накапливаться новая капля секрета.

Иногда наружные железки имеют вид щитка на ножке (например, пельтатные железки у смородины)

Клейкие волоски образуют клейкий секрет из эфирных масел и смол, они развиваются на молодых зачатках листьев древесных растений. После раскрытия почки волоски высыхают и опадают.

Внутренние выделительные структуры имеют разное строение и очень разнообразное содержимое. Они объединяют:

Секреторные клетки

Секреторные вместилища

Млечники

Секреторные клетки - идиобласты рассеяны среди клеток других тканей. **Идиобласт** – одиночная секреторная клетка, отличающаяся особой структурой и функцией. Слово образовано от греч «идиос» – своеобразный и «бластос» – росток.

По форме они изодиаметричны, либо более или менее вытянуты в виде мешков или трубок, а также могут ветвиться. Идиобласты могут накапливать различные вещества – слизи, таннины, смесь терпеноидов, оксалат кальция (в виде одиночных кристаллов, друз и рафид).

Секреторные клетки обычно классифицируют по их содержимому: масляные клетки, слизевые, танниновые, кристаллоносные и др. Но такая классификация недостаточно точна, т.к. содержимое некоторых клеток не подвергалось химическому анализу, а другие клетки содержат смесь веществ.

Один из обычных типов клеток называется масляными. Маслянистый экскрет находится в сферической внутриклеточной полости, имеющей отчетливую отграничивающую мембрану. Для таких клеток характерны отсутствие ядра и пенистая цитоплазма. Клеточная оболочка масляной клетки может содержать прослойку суберина. Эфирномасляные идиобласты характерны для представителей таких семейств, как лавровые, магнолиевые, перечные, кирказоновые и др.

Эфирномасляные клетки начинают накапливать терпены внутри маленького пузырька, прикрепленного к стенке клетки. По мере накопления

экскрета пузырек увеличивается и замещает полость клетки. Одновременно на оболочку клетки изнутри откладывается суберин, изолируя, таким образом, живые окружающие ткани от ядовитого для них экскрета. Эфирномасличные идиобласты характерны для ряда семейств – лавровых, магнолиевых, кирказоновых и др.

Секреторные вместилища встречаются во всех органах растения. Они разнообразны по форме, величине и происхождению. В них накапливаются и длительно хранятся многие конечные продукты жизнедеятельности, которые выключаются из обмена веществ; терпены, бальзамы, камеди, слизи и т.д. Различают схизогенные вместилища и лизигенные вместилища.

Схизогенные (от греч. схизейн – расщеплять) **вместилища** представляют собой межклетники и образуются они в результате расхождения (раздвигания) клеток в молодых тканях в процессе их дифференциации.

Схизогенные вместилища выстланы секреторными клетками, образующими эпителий. Они выделяют секрет в полость межклетника. Это живые крупнаядерные клетки, заполненные густой цитоплазмой. Снаружи защищены обкладкой из механической ткани. Схизогенные вместилища могут быть короткими и округлыми, чаще содержат слизь, реже эфирные масла. Схизогенные вместилища встречаются у миртовых, сложноцветных и др.

Схизогенные смоляные ходы (каналы) пронизывающие почти все ткани хвойных растений. Смоляной канал представляет собой длинный трубчатый межклетник, заполненный смолой и окруженный живыми клетками эпителия. Эпителий выделяет экскрет внутрь полости и изолирует его от живых тканей. Смоляные каналы могут ветвиться, образовывать перемычки (анастомозы). Создавая сложно разветвленную систему.

Совершенно иная структура и происхождение лизигенных вместилищ.

Лизигенные (от греч. лизис – растворение) **вместилища** образуются путем растворения (лизиса) группы клеток, в которых перед лизисом накапливались секреторные продукты. Лизигенные вместилища характерны для цитрусовых.

Млечники (млечные трубки) – отдельные клетки и продольные цепочки слившихся клеток с постенным слоем цитоплазмы, содержащие в вакуолях млечный сок (*латекс*). Обычно латекс имеет молочно-белую окраску, но иногда он окрашен в иные цвета. Так, например, у чистотела сок ярко оранжевый. В млечниках терпены (смолы, каучук) накапливаются в виде гидрофобных капелек, взвешенных в водянистом клеточном соке, и таким образом содержимое вакуоли представляет собой эмульсию, похожую на молоко. Млечный сок, вытекающий при перегрузке млечников, кроме смол и каучука может содержать эфирные масла, алкалоиды, белковые соединения.

Млечники как элемент выделительной системы покрытосеменных распространены довольно широко (около 12500 видов растений содержат латекс). Это деревья, травы, кустарники, лианы.

Млечники – живые клетки. Стенки клеток млечников очень эластичны, состоят из клетчатки и не подвергаются одревеснению. Млечники особенно широко распространены и выполняют важную роль у видов семейств астровые, маковые, молочайные.

По происхождению и структуре все млечники можно разделить на **2** большие **группы**: членистые и нечленистые.

Членистые или сложные млечники возникают из нескольких клеток, у которых в *местах соприкосновения оболочки растворились*, а протопласты и вакуоли с млечным соком слились в единую разветвленную систему. Членистые млечники найдены у сложноцветных, маковых, колокольчиковых и др. растений.

Нечленистый или простой млечник представляет собой одну гигантскую клетку, которая, возникнув у зародыша, более *не делится*, а непрерывно растет, удлиняется и *ветвится* (поэтому нечленистые млечники называют ветвистые). Вместе с ростом растения, они развиваются в разветвленные системы и проникают во все его органы. Такими млечниками обладают многие растения из семейства молочайных, тутовых и др.