

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ УКРАИНЫ
ЗАПОРОЖСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ФАРМАКОГНОЗИИ, ФАРМАКОЛОГИИ И БОТАНИКИ

РАСТИТЕЛЬНАЯ КЛЕТКА

СУБМОДУЛЬ 1

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ
ПО ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ БОТАНИКЕ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ - ИНОСТРАННЫХ ГРАЖДАН 2 КУРСА
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА



Запорожье 2015

УДК 581(07)

*Утверждено центральным методическим Советом ЗГМУ
(Протокол № 6 «20» травня 2015 р.)*

Рецензенты:

Кандидат фармацевтических наук, доцент *Синча Н.И.*

Кандидат фармацевтических наук, доцент *Нагорный В.В.*

Составители:

ст. преп. *Шкроботько Павел Юрьевич*

доц. *Корниевский Юрий Иванович*

доц. *Корниевская Валентина Григорьевна*

асс. *Панченко Светлана Валериевна*

Растительная клетка. Субмодуль 1 : учебное пособие к практическим занятиям по фармацевтической ботанике для студентов - иностранных граждан 2 курса фармацевтического факультета / сост. П. Ю. Шкроботько [и др.]. – Запорожье : ЗГМУ, 2015. - 95 с.

ВВЕДЕНИЕ

Одно из важнейших биологических обобщений, утверждающее единство принципа строения и развития мира растений и мира животных, а также общность их происхождения клеточная теория. Согласно клеточной теории основным структурным элементом растений и животных является клетка. Открытие клеток и создание клеточной теории исторически не совпадают.

Впервые клеточное строение у растений на срезах пробки и стеблей различных живых растений наблюдал под микроскопом Р. Гук, описавший свои наблюдения в сочинении «Микрография» (1665). Английский ботаник Н. Грю (1682) полагал, что стенки клеток образованы переплетенными волокнами, наподобие текстиля, откуда и возник биологический термин «ткани».

Впервые клеточную теорию сформулировал немецкий биолог Т. Шванн (1839) в книге «Микроскопические исследования о соответствии в структуре и росте животных и растений». Т. Шванн, ознакомившись с исследованиями М. Шлейдена, увидел в ядре критерий для сопоставления тканевых структур животных и клеток растений. Однако Т. Шванн продолжал считать главным компонентом клетки ее оболочку и воспринял ложное представление М. Шлейдена о новообразовании клеток из бесструктурного вещества (цитобластемы). Впоследствии клеточная теория была распространена на одноклеточные организмы простейших (К. Зибольд, 1848).

Современная клеточная теория исходит из единства расчленённости многоклеточных организмов на клетки и целостности организма, основанной на взаимодействии клеток. Чем сложнее организм, тем более выступает его целостность. У животных целостность осуществляется нервной и гуморальной системами, а у растений непосредственной цитоплазматической связью клеток (плазмодесмами), а также фитогормонами. Исследования с помощью электронного микроскопа укрепили основные положения клеточной теории. Доказана универсальность клеточных органоидов в растительных и животных клетках. Тем не менее, показано, что есть организмы (Procariota), у которых нуклеиновые кислоты генома не заключены в оформленное ядро (например, бактерии и, в том числе, сине-зелёные водоросли). Особым пунктом клеточной теории является представление о том, что клетка – наименьшая частица живого, обладающая всеми признаками живого, в частности, способностью расти и размножаться (упомянутый принцип «клетка – от клетки»). То есть никакие неклеточные биологические объекты, например,

вирусы, не являются живыми, пока не инфицируют клетку-хозяина. Моментом зарождения жизни тогда следует считать момент формирования первой самовоспроизводящейся клетки. И последнее: каждый живой организм (не принимая во внимание клоны) начинает своё существование с единственной клетки (зиготы, например, или материнской клетки в случае одноклеточных).

Форма и размеры растительных клеток

Форма клеток

Согласно клеточной теории клетка является основной структурной и функциональной единицей живых организмов.

Форма и размеры растительных клеток сильно варьируют и зависят от положения клеток в теле растения и выполняемых ими функций.

Если клетка выращивается изолированно, то её форма обычно приближается к сферической. Если она растёт в окружении других клеток, то все они имеют форму многогранников. Такая форма обусловлена их взаимным давлением. Многогранник обычно имеет 14 граней, состоящих из 5бугольников. Поэтому на срезах сомкнутые друг с другом клетки часто выглядят как 5бугольники. Причем длина всех граней неодинаковая. Если клетки разъединить, они становятся округлыми.

Многие одноклеточные водоросли, обладающие эластичной оболочкой, имеют округлую форму (например, *Chlamydomonas*, *Chlorococcus* и др.). Форма клеток водорослей с твердой оболочкой бывает самой разнообразной и, подчас, очень сложной (например, *Euastrum*, *Micrasterias* и др. десмидиевые, многие диатомеи).

По форме различают два основных типа клеток: *паренхимные* и *прозенхимные*.

Конфигурация клеток при этом может быть самой разной. В зрелом состоянии паренхимные клетки обычно остаются живыми. Пример – клетки мякоти сочных плодов, большинство клеток листьев. Прозенхимные клетки особенно характерны для механических и проводящих тканей. Концы их обычно заостренные. В зрелом состоянии они иногда мертвы (например – клетки древесины).

Форма взрослых растительных клеток всегда постоянна, независимо от того, прозенхимные они или паренхимные. Взрослые же клетки животных могут менять свою форму, поскольку у них нет жесткой клеточной оболочки, как у клеток растений.

Размеры клеток

Размеры растительных клеток сильно варьируют. Однако они находятся в определенных пределах, характерных для данного рода

растения и типа клетки. Размеры клеток не зависят от размеров самого растения.

Отношение поверхности клетки к её объёму уменьшается с увеличением объёма. Чем крупнее клетка, тем более затруднены её связи с внешней средой. Поэтому величина клетки не может быть особенно большой. Так, наиболее метаболически активные клетки (например, в меристемах) имеют очень мелкие размеры, а неактивные, например, запасающие – крупные.

Самые мелкие клетки, как известно, имеют бактерии. Так, диаметр клеток ряда бактерий не превышает 1 мкм (одной тысячной миллиметра). Длина же некоторых прозенхимных клеток высших растений может измеряться сантиметрами. Однако у большинства высших растений диаметр клеток обычно находится в пределах 10-100 мкм. Паренхимные клетки имеют большие размеры в том случае, если они выполняют запасающую функцию. Например, клетки клубней картофеля, клетки сочных плодов. Так, мякоть плодов цитрусовых, арбуза состоит из клеток диаметром в несколько миллиметров; эти клетки видны невооруженным глазом.

Размеры длинных прозенхимных клеток гораздо больше. В частности, волосок хлопчатника (*Gossypium herbaceum*) – 15 см, волокно льна (*Linum usitatissimum*) – до 4 см, волокно крапивы (*Urtica*) – до 8 см. Однако в поперечном сечении они микроскопически малы – б. ч. в пределах 5-10 мкм. К самым длинным клеткам относят сосуды молочая (*Euphorbia*). У некоторых древесных видов семейства *Euphorbiaceae* млечные сосуды достигают нескольких метров.

Количество клеток в высшем растении достигает астрономических величин. Так, лист дерева насчитывает более 100 млн. клеток.

Особенности растительных клеток

Клетки неспециализированных (эмбриональных) тканей растений и животных в общем плане строения сходны. В строении и функциях каждой клетки обнаруживаются признаки, общие для всех клеток. Это отражает единство их происхождения из первичных органических комплексов. Именно это сходство в свое время явилось причиной для появления и развития клеточной теории. Частные особенности различных клеток результат их приспособления к образу жизни в процессе эволюции. Так, все клетки регулируют обмен веществ, удваивают и используют свой наследственный материал, получают и утилизируют энергию. Органеллы в клетках растений и животных имеют сходную молекулярную организацию и близки по

химическому составу. В этом заключается общность основных процессов жизнедеятельности у растений и животных. Тем не менее, между клетками растений и животных имеются и существенные различия. Морфологические различия проявляются уже в дифференцированных клетках специализированных тканей растений и животных.

Своеобразие растительных клеток заключается в следующем:

- наличие у каждой клетки собственного наружного скелета прочной полисахаридной клеточной оболочки, которая окружает клетку и составляет её жесткий каркас, в ее основе лежит целлюлоза;
- наличие постоянной вакуоли;
- наличие в протопласте системы пластид – специфических органелл, связанных с высокой синтезирующей способностью растений;
- накопление эргастических включений – т.е. запасных питательных веществ и продуктов обмена; запасные питательные вещества накапливаются почти во всех частях клетки, а продукты обмена – в вакуолях;
- отсутствие центриолей (центросом) в центре организации микротрубочек (ЦОМТ);

Особенности строения растительной клетки связаны с образом жизни и способом питания растения в целом. Большинство растений ведет неподвижный (прикрепленный) образ жизни и не может активно передвигаться в поисках источников питания и более благоприятных условий существования. Выживание их возможно благодаря тому, что у зеленых растений автотрофный способ питания. Поглощение растениями воды и минеральных питательных веществ, находящихся вокруг в рассеянном виде, происходит, прежде всего, за счет процесса диффузии.

Компоненты растительной клетки

Во взрослой клетке растений-эукариотов можно различить 3 основные части: клеточную оболочку; протопласт; вакуоль.

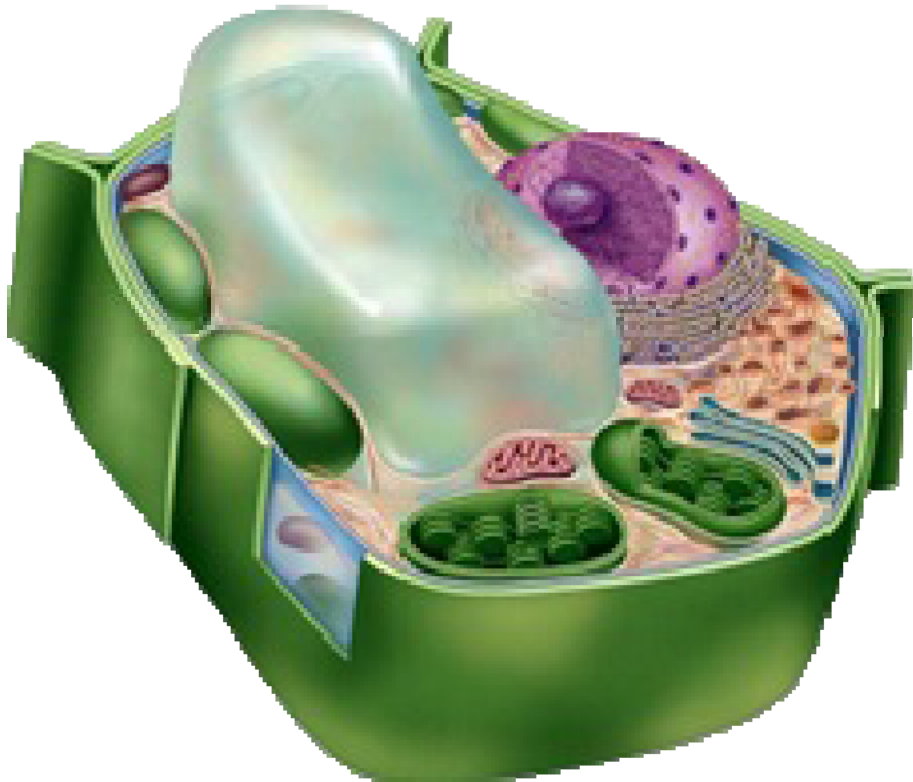


Рис. 1. Схема растительной клетки

Протопласт – главный компонент клетки. Он определяет функционирование её как элементарной биологической системы. Клеточная оболочка и вакуоль являются продуктами жизнедеятельности протопласта. Они образуются протопластом на определенных этапах развития клетки.

Протопласт – весьма сложное образование. И в протопласте, и в клеточном соке могут встречаться включения.

Органоиды – это обязательные компоненты протопласта. Все они имеют характерное строение, довольно легко отличаются друг от друга и выполняют каждая свои функции. Органоиды растительной клетки: ядро, пластиды, митохондрии, рибосомы, эндоплазматический ретикулум (ЭПР), диктиосомы, микротельца (пероксисомы), лизосомы.

Все органеллы погружены в гиалоплазму, которая обеспечивает их взаимодействие. Гиалоплазма с органеллами, не считая ядра, называется цитоплазмой клетки.

Протопласт и его органеллы

Состав протопласта

Химический состав протопласта очень разнообразен и непрерывно меняется в процессе жизнедеятельности. Однако все вещества клетки грубо можно подразделить на следующие категории: конституционные и эргастические

Основными классами конституционных веществ являются белки, нуклеиновые кислоты, липиды и углеводы.

Белки (протеины) создают особую структуру протопласта, участвуют в построении структуры и функциях всех органелл. Белки клетки, в зависимости от их функции, можно разделить на структурные, ферменты, рецепторные, транслокационные, сократительные (моторные), запасные. *Структурные* белки не обладают ферментативной активностью, но способны образовывать крупные, стабильные, упорядоченные комплексы (например, микрофиламенты и микротрубочки). В качестве *ферментов* белки отвечают за течение химических реакций, т.е. регулируют жизненные процессы в клетке. *Рецепторные* белки служат для специфического узнавания сигнальных веществ (гормонов, феромонов и др.). *Транслокационные* белки являются компонентами биомембран; они узнают и пропускают через мембраны определенные молекулы и ионы. Белки также могут выполнять *сократительную* и *транспортную* функции, иногда являются *источником энергии*. Белки могут откладываться *в запас* и в этом случае относятся уже к категории эргастических веществ. На долю белков приходится 10-20% массы сырого протопласта. Белки могут входить в комплексы с другими веществами: углеводами (*гликопротеины*), нуклеиновыми кислотами (*нуклеопротеины*), липидами (*липопротеины*).

Нуклеиновые кислоты – ДНК (*дезоксирибонуклеиновая кислота*) и РНК (*рибонуклеиновая кислота*), содержатся в небольшом количестве (12% массы сырого протопласта). Однако они играют огромную роль как вещества хранения и передачи информации, необходимой для синтеза различных веществ клетки, а также запасают энергию (АТФ). ДНК, отвечающая за хранение и передачу генетической информации, сосредоточена преимущественно в ядре клетки, а РНК, благодаря которой генетическая информация реализуется в виде синтезируемых белков, имеется как в ядре, так и в цитоплазме.

Липиды (23% массы сырого протопласта) относительно нерастворимы в воде, но растворимы в органических растворителях. Среди липидов выделяют твердые (*жиры*) и жидкие (*масла*). Они входят в состав клеточных

мембран (*структурные липиды*). Часть липидов является эргастическими веществами (*запасные липиды*). Как компоненты мембран липиды являются незаменимыми структурными веществами, а благодаря значительной энергоемкости (большей, чем у любых других органических веществ) они очень часто выступают как запасные вещества в качестве источника энергии.

Углеводы составляют 12% массы протопласта. Они представлены простыми (растворимые в воде сахара – *моносахариды*) и сложными (*полисахаридами* – нерастворимыми и слаборастворимыми) соединениями. *Полисахариды (гликаны)* образуются благодаря связыванию *моносахаридов* (гексоз и/или пентоз) в цепимакромолекулы (разветвленные или неразветвленные). *Полисахариды*, состоящие из одинаковых мономеров, называют *гомогликанами*, а из двух и более разных мономеров – *гетерогликанами*. В клетке простые углеводы играют роль источника энергии для реакций обмена веществ (глюкоза и фруктоза, сахароза). Сложные углеводы (*полисахариды*) являются важными *структурными* (целлюлоза, гемицеллюлоза и пектины) и *эргастическими* веществами клетки (прежде всего, крахмал, реже – гемицеллюлоза и инулин). Их комплексы с липидами – гликолипиды – входят в состав мембран, комплексы с белками – гликопротеины – выполняют в мембранах *рецепторную, транслокационную* и др. функции.

Вода содержится в клетке в наибольшем количестве (60-70%). В ней растворено большинство других веществ. Без воды вещества *протопласта* не могли бы вступать в разнообразные реакции, необходимые для жизнедеятельности клетки.

Минеральные соли (точнее, ионы минеральных солей) составляют всего лишь 1% массы протопласта. Они играют важную роль в *осмотических* процессах в клетке (калий, натрий), выполняют *структурную* функцию (магний в молекулах хлорофилла), *сигнальную* (кальций), отвечают за *формирования заряда* на мембранах (ионы водорода), а некоторые из них обеспечивают активность *ферментов*.

Гиалоплазма. Цитоскелет

Коллоидные свойства гиалоплазмы

Протопласт представляет собой многофазный гидрофильный *коллоидный раствор (золь)*. Он характеризуется высокой водопоглощающей и водоудерживающей способностью. Коллоиды протопласта могут в

определенных условиях отдавать воду и переходить в состояние геля (студнеобразное состояние), способного высыхать без потери жизнеспособности. Основное полужидкое вещество протопласта называют *гиалоплазмой* (от греч. *hyalos* — стекло) или *матриксом*. *Гиалоплазма* является внутренней средой клетки. Она представляет собой сложную коллоидную систему, которая образована белками, нуклеиновыми кислотами, углеводами, водой и другими веществами. В гиалоплазме в растворенном состоянии содержится большое количество аминокислот, нуклеотидов и других строительных блоков биополимеров, множество промежуточных продуктов, возникающих при синтезе и распаде макромолекул, а также ионов неорганических соединений, таких как Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl , HCO_3^{2-} , HPO_4^{2-} и др.

Функции гиалоплазмы:

- *является внутренней средой клетки, в которой происходят многие химические процессы;*
- *объединяет все клеточные структуры и обеспечивает химическое взаимодействие между ними;*
- *определяет местоположение органелл в клетке;*
- *обеспечивает внутриклеточный транспорт веществ и перемещение органелл;*
- *является основным депо энергетических веществ и зоной перемещения молекул АТФ;*
- *определяет форму клетки.*

В электронном микроскопе гиалоплазма выглядит гомогенной, но она не является однородной. Гиалоплазма состоит из двух фаз — жидкой и твердой.

Жидкая фаза представляет собой коллоидный раствор различных белков и других веществ. Твердая фаза представлена системой тонких белковых нитей, которые пересекают цитоплазму в различных направлениях, она называется цитоскелетом. Он упорядочивает размещение всех структурных компонентов клетки. Жидкая фаза занимает пространство между этими нитями.

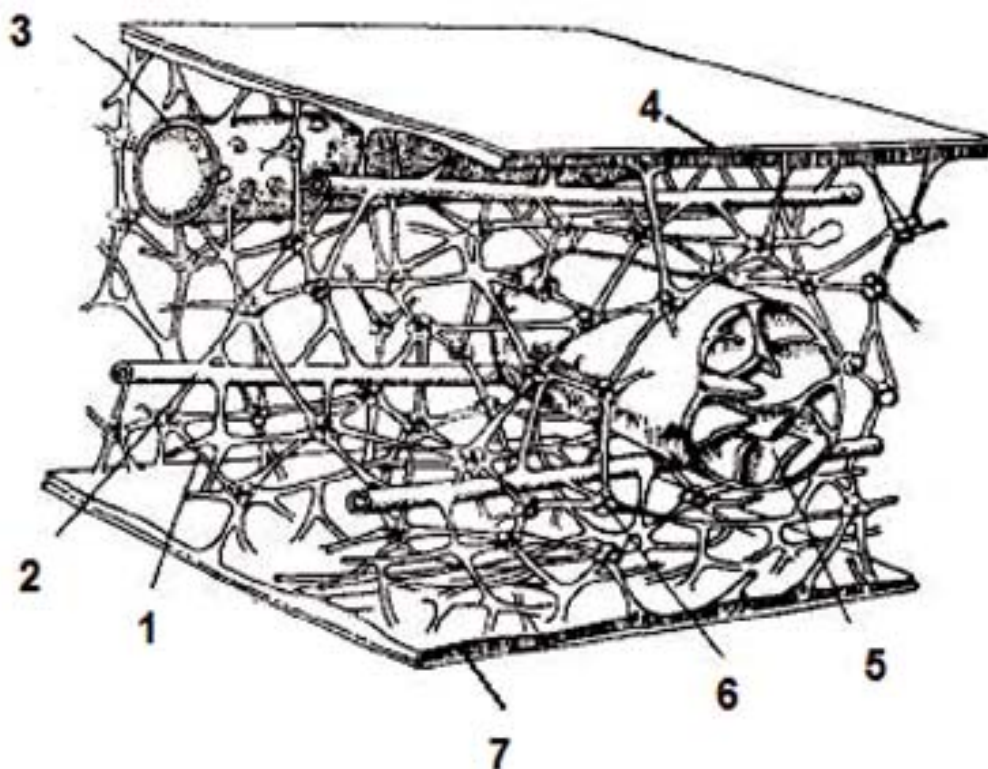


Рис. 2. Цитоскелет клетки: 1, 7 микрофиламенты; 2 микротрубочка; 3-эндоплазматический ретикулум; 4 - клеточная мембрана; 5 митохондрия; 6 полисомы

Микрофиламенты (плазматические нити) представляют собой очень тонкие (диаметр 410 нм) и длинные нитевидные белковые структуры, встречающиеся во всей цитоплазме. Микрофиламенты состоят из двух белков – *актина* и *миозина*. Эти два белка участвуют в мышечном сокращении у животных.

Актин – глобулярный белок, т.е. его молекула имеет шаровидную форму. Он является важнейшим белком эукариотических клеток, так, на его долю приходится 515 % всего клеточного белка. *Глобулярный актин (гаммаактин)* полимеризуется (объединяется) в актиновые филаменты – *нити (Фактин)*. Последние состоят из двух закрученных друг около друга спиралей (диаметр около 6 нм, длина несколько мкм) (рис. 8). Актин образует трехмерную сеть из большого числа нитей или пучки не менее чем из 20 нитей. В клетке существует обратимое равновесие: гаммаактин — Фактин — пучки Фактина, т.е. количество предшественника влияет на стабильность структуры следующего уровня.

Миозин в эукариотических клетках содержится в меньшем количестве (0,31,5 % клеточного белка), чем *актин*. Нитевидная молекула *миозина* (молекулярная масса более 450000, длина 150 нм) состоит из двух больших

и нескольких малых субъединиц, образующих длинную двойную спираль (рис. 9). Один конец этой спирали несет две головки.

Головка миозина способна прикрепляться к актиновым нитям. При участии вспомогательных белков под действием ионов кальция участки (сайты) на нити актина становятся способными присоединить миозин («открываются»). АТФ соединяется с головкой молекулы миозина. В таком виде миозин может связаться с упомянутыми сайтами на нити актина. В момент связывания катализируется расщепление АТФ (миозиновая АТФаза головки), а выделившаяся энергия идет на деформацию молекулы миозина: ее головка подтягивается к хвосту. Далее освобождается головка миозина, и молекула распрямляется. Сайт может «закрывается» в случае недостатка ионов кальция (например, в результате работы специальных ионных насосов).

Функции микрофиламентов:

- *они обеспечивают циклоз, который, естественно, зависит от содержания АТФ в клетке и невозможен в случае нарушения структуры микрофиламентов;*
- *движение органоидов;*
- *образование выпячиваний плазмалеммы (плазмоподий).*

Микротрубочки обнаружены практически во всех эукариотических клетках. Это тонкие цилиндрические структуры. Их длина – несколько мкм, диаметр – всего 1525 нм, толщина «стенки» около 6 нм. микротрубочку образуют 13 продольных нитей (*протофиламентов*), окружающих центральную полость. А *протофиламент* состоит из двух типов глобулярных молекул белка *тубулина*. *Тубулин* изменяет свою конфигурацию в ответ на некоторые химические воздействия, например, под влиянием ионов Ca^{2+} . *Микротрубочки* – весьма динамичные структуры: они постоянно разбираются и вновь образуются.

Микротрубочки расположены в кортикальном слое цитоплазмы (экзоплазме), подстилают плазмалемму. Они участвуют в транспорте внутриклеточных компонентов. В сравнении с микрофиламентами они – как скоростные магистрали, по которым от центра клетки к ее периферии и обратно происходит их быстрое перемещение, микрофиламенты – как обычные дороги, по которым происходит более медленная, но точная доставка компонентов.

Функции микротрубочек:

- обеспечение движения жгутиков (перемещение клеток водорослей и подвижных гамет);
- обеспечивают структуру гиалоплазмы и форму протопласта;
- перемещение хромосом во время митоза и мейоза. В делящихся клетках микротрубочки собираются в агрегаты – т. н. волокна митотического веретена или фрагмопласта;
- принимают участие в транспорте органоидов и веществ по цитоплазме;
- ориентация целлюлозных микрофибрилл при построении клеточной оболочки.

Движение цитоплазмы

Для многих растительных клеток характерен *циклоз*. Движение цитоплазмы наблюдается почти во всех эукариотических клетках (его скорость составляет 16 см/ч). Движение заметно, главным образом, во взрослых клетках, где цитоплазма имеет вид постенного слоя, окружающего вакуоль. В таких клетках циклоз осуществляется обычно в одном направлении: вся цитоплазма клетки вращается (либо по часовой стрелке, либо против неё) – это т.н. *ротационное (вращательное)* движение. При этом цитоплазма скользит вдоль внутренней поверхности клеточной оболочки и увлекает за собой различные органеллы.

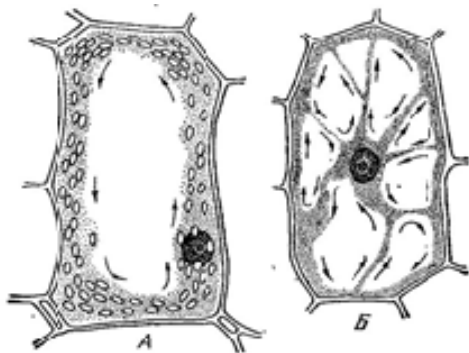


Рис. 3. Движение цитоплазмы (циклоз): А – вращательное (ротационное); Б – струйчатое

В молодых клетках с многочисленными мелкими вакуолями можно наблюдать активное движение цитоплазмы и в тяжах, пересекающих вакуоль – т.н. *струйчатое* движение. Интенсивность движения зависит от температуры, интенсивности освещения, снабжения кислородом и т.д.

Мембранная организация цитоплазмы

Для того, чтобы жизненные процессы в клетке шли нормально, она должна поддерживать в себе необходимую оптимальную концентрацию веществ. В то же время, жизнедеятельность организма предполагает интенсивный обмен веществами с окружающей средой и одновременное прохождение внутри клетки самых разнообразных реакций, требующих столь же неодинаковых условий. Биологические мембраны – уникальные образования, обеспечивающие как барьерную функцию, так и тонкую регуляцию поступления веществ в отдельные структуры клетки.

Цитоплазма пронизана биомембранами тончайшими (410 нм) пленками, построенными в основном из фосфолипидов и липопротеинов. Мембраны обеспечивают пространственное расположение всех органоидов клетки и ядра, отграничивают цитоплазму от клеточной оболочки и вакуоли, а внутри цитоплазмы образуют систему мелких и крупных везикул, цистерн и канальцев, соединенных друг с другом. Эта система трехмерна, а её форма и протяженность зависят от типа клетки, её метаболической активности и стадии дифференциации.

Все клеточные мембраны построены по общему принципу: это тонкие липопротеинные пленки, состоящие из двойного слоя липидных молекул, в который включены молекулы белка. В зависимости от типа мембран на долю липидов приходится 2560%, на долю белков 4075%. В состав многих мембран входят также углеводы, их количество может достигать 210%.

Гидрофобные вещества пытаются минимизировать площадь контакта с водой, это проявляется, например, в появлении округлых в очертаниях пленок масла на поверхности воды. Возможность создать протяженную плоскую структуру в водной среде, подобную биомембране, появилась благодаря особым свойствам фосфолипидов. Остатки фосфорной кислоты формируют *полярную гидрофильную* «головку» (рис. 4), от которой отходят *два неполярных гидрофобных* «хвоста». Таким образом, молекулы фосфолипидов могут быть четко сориентированными: «головки» обращены к воде, «хвосты» образуют сплошной «удобный» друг для друга *гидрофобный* слой. Однако с другой стороны также находится вода, контакта с которой пытаются избежать «хвосты». От нее «спасает» зеркально расположенный

второй слой фосфолипидов. Таким образом, два слоя *гидрофобных* «хвостов» надежно защищены от воды с обеих сторон *гидрофильными* «головками». Именно гидрофобные взаимодействия обуславливают стабильность структуры мембраны. Малейшие разрывы мембраны мгновенно закрываются, смыкаются избегающими контакта с водой «хвостами» фосфолипидов.

По консистенции мембраны представляют собой вязкие жидкости – наподобие тяжелого мазута.

Белки закрепляются в мембране теми же способами. Белки, расположенные на поверхности мембраны – гидрофильны и удерживаются электростатическими взаимодействиями. Белки, погруженные в мембрану, обязательно имеют гидрофобную часть. Белки в мембране постоянно находятся в движении.

Основные свойства и функции мембран

Избирательная проницаемость означает, что различные вещества проникают сквозь мембрану с разными скоростями. Причина этого – разная их растворимость в отдельных компонентах мембраны.

За барьерную функцию отвечает бислой липидов. Размер молекул и их растворимость в липидах (гидрофобность) определяет степень проницаемости мембраны для вещества. Так как большинство веществ клетки водорастворимы, т.е. гидрофильны, они имеют ограниченную проникающую способность через мембрану. А многие органические вещества, например, растворители (ацетон, спирты) и др. вещества, в том числе, ядовитые (бензол, нафталин) очень хорошо проходят сквозь мембраны.

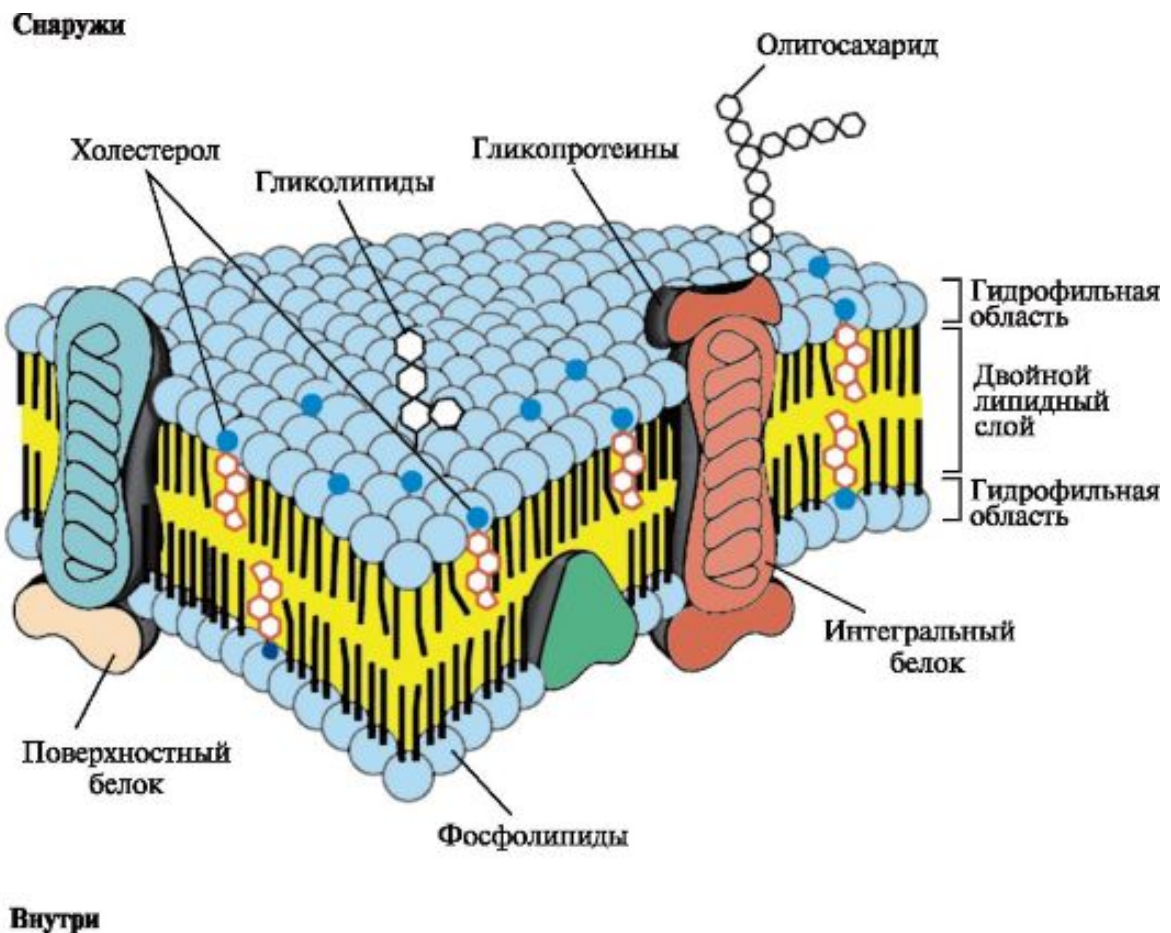


Рис. 4. Схема строения биологической мембраны.

За избирательную проницаемость отвечают белки. Например, среди них имеются ионные помпы. Это системы, *активно* (т.е. с затратой энергии) перекачивающие через мембрану те или иные ионы. Результатом такой деятельности оказывается неравномерное распределение некоторых веществ или элементов. Например, калий присутствует в протопласте в гораздо более высокой концентрации, чем в наружной среде. В то же время родственный ему элемент – натрий активно выводится из протопласта. Также есть каналы-поры, белки-ионообменники и пр.

Для всех мембран характерны замкнутость, непрерывность – т.е. концы их никогда не бывают открытыми. Причина тому – гидрофобные компоненты мембраны (см. выше). Они также обладают большой прочностью и эластичностью.

Таким образом, мембраны во многом определяют специфику химического состава протопласта. Избирательная проницаемость мембран создает возможность подразделения цитоплазмы на функционально

различные, окруженные мембранами отсеки – *компартменты*. Внутриклеточные мембраны замыкают около половины общего объема клетки в отдельные компартменты. В них одновременно и независимо друг от друга могут протекать различные биохимические процессы.

Мембраны служат не только барьером для свободной диффузии многих растворимых в воде веществ. Они являются активными участниками метаболизма. Количество мембранных элементов в цитоплазме колеблется в зависимости от типа и состояния клетки. У особенно активных клеток мембраны могут составлять до 90% сухого вещества цитоплазмы.

Благодаря мембранам отдельные ферменты и их комплексы определенным образом располагаются в протопласте. Это обеспечивает последовательное протекание химических реакций.

Мембраны клетки – плазмалемма и тонопласт

Протопласт снаружи и изнутри ограничен белковолипидными мембранами – *плазмалеммой* и *тонопластом*. *Плазмалемма* (цитоплазматическая мембрана) отделяет его от клеточной оболочки, а *тонопласт* (вакуолярная мембрана) – от вакуоли.

Плазмалемма имеет складчатую поверхность, благодаря чему увеличивается её площадь. Изза большого содержания гликопротеинов плазмалемма толще и плотнее других мембран клетки. Обычно она плотно прилегает к клеточной оболочке. Это барьер между сложно организованным внутриклеточным содержимым и внешней средой. Плазмалемма осуществляет функции, связанные с регулируемым избирательным трансмембранным транспортом веществ и благодаря рецепторным белкам выполняет роль первичного клеточного анализатора. Она возникает и обновляется за счет синтетической активности эндоплазматической сети и имеет сходную композицию. *Избирательная проницаемость* определяет её как осмотический барьер.

Изнутри плазмалемма связана с микрофиламентами подстилающего слоя гиалоплазмы. Микрофиламенты способны сокращаться и обеспечивают изменение её формы. Поэтому в активных клетках плазмалемма может образовывать выросты и впячивания. В частности, возможен т.н. *везикулярный перенос*, который можно разделить на 2 вида: *экзоцитоз* – вынос из клетки макромолекулярных продуктов и *эндоцитоз* – обратный

процесс, т.е. поглощение клеткой макромолекул. Экзоцитоз подразделяют также в зависимости от свойств поглощаемых макромолекул на *пиноцитоз* и *фагоцитоз*. У растений преобладает *пиноцитоз*.

С помощью *экзоцитоза* плазматическая мембрана принимает участие также в выведении веществ из клетки. При этом внутриклеточные продукты, заключенные в пузырьки и отграниченные от гиалоплазмы мембраной, подходят к плазмалемме. В местах их контактов плазмалемма и мембрана вакуоли сливаются, а пузырек опустошается в окружающую среду.

Тонoplast, в отличие от плазмалеммы, содержит значительно больше липидов, что связано с необходимостью большего контроля за передвижением компонентов клеточного сока, учитывая, что в нем часто накапливаются продукты обмена, соли и т.п.

ПЛАСТИДЫ

Наряду с вакуолями и клеточной оболочкой пластиды – важнейшие компоненты растительных клеток. Пластиды (греч. *plástides* — создающие, образующие, от *plastós* — вылепленный, оформленный) органеллы цитоплазмы автотрофных растений, содержащие пигменты и осуществляющие синтез органических веществ. Совокупность всех пластид клетки называют пластидом. Обычно они хорошо видимы под световым микроскопом. Каждая пластида окружена собственной оболочкой, состоящей из двух мембран. Внутри пластид различают мембранную систему и более или менее гомогенное вещество – строму. Зрелые пластиды классифицируют на основании их окраски. По этому признаку различают три типа пластид: хлоропласты, лейкопласты, хромопласты. Обычно в клетке встречаются пластиды только одного типа.

Хлоропласты

Общая характеристика. Хлоропласты (от греч. *chlērós* – зеленый и *plastós* – вылепленный, оформленный) – важнейшие пластиды. Это центры фотосинтетической активности, в которых сосредоточен весь хлорофилл и все вспомогательные пигменты, связанные с фотосинтезом.



Рис. 5. Строение хлоропласта

У высших растений хлоропласты по форме напоминают двояковыпуклую линзу. Форма эта довольно постоянна. Их диаметр равен 58

мкм, а толщина – около 1 мкм. В клетке имеется 1550 хлоропластов. Число хлоропластов в клетках связано с их величиной: чем мельче хлоропласты, тем больше их в клетке. У водорослей форма, число и размеры хлоропластов очень разнообразны.

Величина и форма хлоропластов зависят также от внешних условий. Обычно у тенелюбивых растений хлоропласты крупнее и богаче хлорофиллом, чем у светолюбивых.

В клетках высших растений хлоропласты расположены таким образом, что плоская поверхность их обращена к клеточной оболочке. Особенно много их около межклетников, заполненных воздухом.

Положение хлоропластов в клетке может меняться в зависимости от освещенности. Они располагаются так, что улавливают свет наилучшим образом, не подвергаясь действию прямых солнечных лучей. На рассеянном свете хлоропласты сосредотачиваются у поверхностной стенки клетки; на ярком свете – перемещаются на боковые стенки или поворачиваются к лучам ребром.

Хлоропласты встречаются почти во всех клетках надземных органов растений, куда проникает свет. Но особенно много их в листьях и незрелых плодах. Лишь немногие типы клеток освещенных частей растений вместо хлоропластов содержат лейкопласты или хромопласты. Это гаметы, выделительные клетки, проводящие элементы луба, первичные покровные ткани. В клетках корней хлоропластов, за немногими исключениями, нет.

По **химическому составу** хлоропласты несколько отличаются от остальной цитоплазмы. Так, содержание липоидов в них составляет 2040% от сухой массы, тогда как в цитоплазме липоидов всего 23%. Структурной основой хлоропластов являются белки – около 50% сухой массы. Содержание хлорофилла составляет 510%, каротиноидов – 12%. Как и в митохондриях, в хлоропластах имеется немного РНК (0,53,5%). Содержание ДНК ещё меньше.

Строение хлоропластов (рис. 5) сходно у разных растений. Каждый хлоропласт окружен двойной мембраной и имеет сложную внутреннюю систему мембран. Мембраны оболочки агранулярные (отсутствуют заметные *белковые тельца АТФ-азы*). Они обладают избирательной проницаемостью. Основная структурная единица хлоропласта – *тилакоид (ламелла)*. Тилакоид представляет собой тонкий плоский мешочек, ограниченный однослойной мембраной. В нем находятся хлорофилл, вспомогательные

пигменты и ферменты, принимающие участие в фотохимических реакциях фотосинтеза. Полость тилакоида называется *люмен*. Тилакоиды собраны в группы наподобие стопки монет. Эти стопки называются *гранами*. В *гранах тилакоиды* располагаются параллельно друг другу, соприкасаясь мембранами. Отдельные граны связаны между собой в единую систему с помощью тилакоидов, пронизывающих межгранное пространство. Эти *межгранные тилакоиды*, в отличие от *тилакоидов гран*, обычно не параллельны, удалены друг от друга на разные расстояния, имеют разный диаметр.

Сгруппированные в граны и одиночные тилакоиды не являются отдельными компартментами хлоропласта, а представляют собой непрерывное образование (пространственный континуум) с многочисленными мембранными наложениями.

В некоторых участках хлоропластов имеются складки внутренней мембраны пластидной оболочки. Эти складки переходят в межгранные тилакоиды. Но такие складки встречаются редко. У хлоропластов водорослей и в немногих типах клеток высших растений типичные граны не образуются.

Число тилакоидов в гранах колеблется от двух до нескольких десятков. Их диаметр около 0,5 мкм. Потому они не видны в световой микроскоп. Число и расположение гран зависят от вида растения, возраста и активности хлоропластов. У светолюбивых растений граны мельче, чем у тенелюбивых.

Все пространство между гранами заполнено бесцветной *стромой*. В *строме* находятся рибосомы, светлые зоны с нитями ДНК, изредка – крахмальные зерна, белковые кристаллы. Кроме того, в строме содержатся многие ферменты, участвующие в темновых реакциях фотосинтеза (фиксации^{CO₂}). При таком строении значительно увеличивается фотоактивная поверхность хлоропласта и обеспечивается максимальное использование световой энергии.

Содержащиеся в хлоропластах ферменты кодируются либо ядерной, либо хлоропластной ДНК. Некоторые ферменты состоят из двух белковых субъединиц. Причем одна из них кодируется ядерной ДНК, а другая – ДНК хлоропласта (например, рибулозобисфосфаткарбоксилаза (РУБИСКО)).

В хлоропластах содержатся также рибосомы (сходные по структуре с рибосомами бактерий), РНК, аминокислоты и ферменты, необходимые для синтеза белка. Иначе говоря, в них имеется собственная система синтеза белка. Таким образом, хлоропласты обладают некоторой автономностью.

Установлено, что большинство белков мембран тилакоидов синтезируется в рибосомах хлоропластов. Напротив, большинство белков

стромы и липиды мембран образуются вне хлоропластов. Хлоропласты способны также к синтезу и разрушению полисахаридов (крахмала), аминокислот, липидов.

Пигменты хлоропластов. Хлорофилл – основной пигмент, участвующий в фотосинтезе. Он встречается в нескольких формах: у высших растений в основном *хлорофилл а* и *хлорофилл b*. Эти формы хлорофилла немного отличаются одна от другой по спектрам поглощения. Кроме того, в хлоропластах большинства высших растений присутствуют *каротиноиды* – желтый *ксантофилл* и краснооранжевый *каротин*. Обычно эти пигменты маскируются *хлорофиллом* и незаметны на протяжении почти всего периода вегетации. Осенью, когда концентрация *хлорофилла* в стареющих листьях снижается, *каротиноиды* становятся хорошо заметными. Осенняя окраска листьев зависит в основном от них. Правда, на окраску осенних листьев влияют также *антоцианы*, присутствующие в вакуолях клеток. У некоторых водорослей хлоропласты особенно богаты *фикобилинами* – синим и красным пигментами. *Каротиноиды* защищают хлорофилл от разрушающего действия молекулярного кислорода. Кроме того, они повышают продуктивность фотосинтеза, поглощая и передавая *хлорофиллу* энергию тех длин волн, которые *хлорофиллом* не поглощаются (желтозеленую часть спектра). В результате и эта энергия может использоваться для фотосинтеза.

При содержании растений в темноте они приобретают бледную желтоватую окраску. Это вызвано тем, что синтез хлорофилла происходит только на свету. Хлоропласты таких растений содержат очень мало хлорофилла и имеют слабо развитую сеть тилакоидов. Растения, выращенные при недостатке света или в темноте, называют *этиолированными*. Хлоропласты таких растений называются *этиопласты*.

Фотосинтез

В мембране тилакоидов осуществляется первичная световая стадия фотосинтеза. Смысл ее заключается в фиксации и запасании энергии света в энергии химических связей: АТФ и НАДФ·Н (восстановленного никотинамидадениндинуклеотид фосфата), необходимых для ассимиляции CO_2 .

У растений АТФ образуется в основном за счет энергии света в хлоропластах. Поэтому значение митохондрий у растений намного меньше, чем у животных.

Источником энергии для образования молекул АТФ является разность потенциалов, которая образуется на мембране в результате направленного переноса электронов. При этом происходит так называемый фотолиз воды. Под действием света переносчики электронов в мембране отбирают электроны у воды: при этом образуется молекулярный кислород (O_2) и накапливаются протоны (H^+) – положительно заряженные ионы. А электроны тем временем уходят на другую сторону мембраны и захватываются НАДФ, и в результате образуется НАДФ⁻ – отрицательно заряженная молекула. Благодаря мембране, играющей роль барьера, осуществляется пространственное разобщение положительно заряженных ионов и отрицательно заряженных молекул, т.е. на мембране накапливается электрохимический потенциал. Наружная поверхность тилакоида гранулярная – покрыта белковыми частицами диаметром 1415 нм, которые представляют собой «фактор сопряжения», фермент АТФазу, имеющий канал. В итоге мембрана разряжается: протоны проходят через канал АТФазы, и энергия этого потока запасается в форме синтезируемой АТФ. Разноименно заряженные ион и молекула взаимодействуют и образуется вышеупомянутый НАДФ·Н.

В строме же сосредоточены ферменты фиксации CO_2 , т.е. происходит темновая стадия фотосинтеза (рис. 16). Как понятно из названия, для ее прохождения не требуется света. В ее процессе с помощью фермента РУБИСКО CO_2 присоединяется к органическим веществам и при участии запасенных в световой стадии АТФ и НАДФ·Н восстанавливается в цикле Кальвина. На одной из стадий этого цикла отщущается синтезированный моносахаридгексоза. То есть в итоге, за счет запасенной энергии света углекислый газ восстанавливается до углевода.

Хлоропласты содержат свою, специфическую ДНК, сходную с ДНК бактерий. Она отличается от ДНК ядра и передается по наследству через пропластиды, которые находятся в цитоплазме яйцеклетки. От отцовского растения (т.е. через клетку пыльцы) хлоропластная ДНК не наследуется.

Синтезируемые хлоропластами соединения выполняют не только функцию конституционных веществ, но могут откладываться в них про запас.

Крахмал, возникающий в хлоропластах на свету, называют первичным (ассимиляционным).

Биологическое значение образования первичного крахмала:

- в ходе полимеризации глюкозы и образования крахмала устраняется один из конечных продуктов фотосинтеза и тем самым предупреждается торможение этого процесса;
- образование крахмала предотвращает повышение осмотического давления внутри хлоропласта и возможность его разрыва от избытка воды.

Лейкопласты

Общая характеристика. Лейкопласты (от греч. *leucós* – белый и *plastós* – вылепленный, оформленный) – мелкие бесцветные пластиды. В световой микроскоп обнаружить их можно, если внутри них накапливаются крупные включения.

Лейкопласты встречаются в клетках органов, скрытых от света: в корнях, корневищах, клубнях, луковицах, семенах, сердцевине стеблей. Редко они находятся в клетках ярко освещенных частей растения. Например, в клетках эпидермиса. Нередко лейкопласты собираются вокруг ядра, окружая его со всех сторон.

Форма лейкопластов очень непостоянна и может быстро изменяться даже в одной клетке.

Строение лейкопластов. Оболочка лейкопласта состоит из двух элементарных мембран. Внутренняя из них, вращаясь в строму, образует многочисленные тилакоиды. Вообще лейкопласты отличаются слабым развитием внутренней мембранной системы. В них отсутствуют граны, а имеются только одиночные тилакоиды. Причем эти тилакоиды располагаются без определенной ориентации или параллельно оболочке пластиды (рис. 14). В лейкопластах имеются ДНК, рибосомы и ферменты, осуществляющие синтез и гидролиз запасных веществ.

Функция лейкопластов – синтез запасных питательных веществ. В первую очередь крахмала, иногда белков, редко – жиров. Лейкопласты, накапливающие крахмал, называют *амилопластами*, масла – *олеопластами*, белки – *протеопластами*.

Крахмал образуется из сахаров, поступающих из фотосинтезирующих клеток. Образующийся в лейкопластах крахмал называется *вторичным*. Он имеет вид зерен различного размера и формы (см. ниже).

Запасной белок в лейкопластах может откладываться в виде кристаллоподобных структур или аморфных включений; липиды – в виде *пластоглобул*. Однако белки и липиды встречаются в лейкопластах редко.

В одном и том же лейкопласте могут накапливаться разные вещества.

Хромопласты

Общая характеристика. *Хромопласты* (от хромо и греч. *plastós* – вылепленный, оформленный) *пластиды* желтого, оранжевого и красного цвета.

Хромопласты встречаются в клетках осенних листьев, зрелых плодов, лепестков многих растений (лютик *Ranunculus*, одуванчик *Taraxacum*, нарцисс *Narcissus*, тюльпан *Tulipa* и др.), редко – в клетках корнеплодов (морковь – *Daucus carota*, сахарная свекла *Beta vulgaris*).

Строение хромопластов. Внутренняя мембранная система в них обычно отсутствует (рис. 14). Лишь иногда она представлена одиночными тилакоидами. По размерам хромопласты меньше хлоропластов. Их форма может быть самой разной (зубчатой, серповидной, игловидной, пластинчатой, в виде треугольников, ромбов), но не линзовидной.

Форма хромопластов определяется их происхождением, состоянием в них пигментов, систематическим положением образующего их растения.

Пигменты. Окраска хромопластов обусловлена пигментами группы каротиноидов. Пигменты нерастворимы в воде, но растворяются в жирах. Хромопласты лишены хлорофилла и не способны к фотосинтезу.

В зависимости от формы накопления каротиноидов различают хромопласты трех типов:

глобулярного – каротиноиды растворены в субмикроскопических липоидных глобулах (пример – лепестки лютика, алоэ);

фибриллярного – каротиноиды собраны в пучки, состоящие из субмикроскопических нитей и связанные с фибриллами белка (пример – плоды томатов, мандарина, красного перца);

кристаллического – пигменты откладываются в виде мелких, но видимых в световой микроскоп кристаллоидов (пример – плоды шиповника, арбузов, лепестки нарциссов, корнеплоды моркови).

Наиболее распространенный тип пластид – глобулярный. В них липидные глобулы с растворенными пигментами занимают основной объем пластиды.

Встречаются переходные формы от хлоропластов к глобулярному типу хромопластов – *хлорохромопласты*. У них сохраняется небольшое число мелких гран, межгранные тилакоиды и одновременно имеется большое число крупных глобул.

Хромопласты – конечный этап в развитии пластид.

Онтогенез и взаимопревращения пластид

В ходе эволюции растений исходным типом пластид были хлоропласты. При расчленении тела растений на органы из хлоропластов возникли лейко и хромопласты.

Хлоропласты в клетках развиваются из *пропластид* (т.е. зачаточных пластид). Это мелкие бесцветные или бледнозеленые недифференцированные пластиды. Они находятся в делящихся клетках корней и побегов.

Изучение строения пропластид показало, что они представляют собой лейкопласты мелкого размера. Пропластиды гораздо мельче хлоропластов, не обладают свойственной хлоропластам тилакоидной или ламеллярной (слоистой) структурой. Вместо этого они содержат *проламеллярное тело* – упорядоченный, «паракристаллический» центр каналов. Каналы после стимуляции светом изменяют свою ориентацию и превращаются в параллельные слои. Причем у цветковых растений зрелые хлоропласты могут развиваться из пропластид только при освещении, а у некоторых голосеменных это превращение может совершаться и в полной темноте.

Пропластиды способны реплицироваться путем деления надвое. Именно так увеличивается их число в клетке. Зрелые пластиды также иногда проявляют способность к репликации. В этом отношении они напоминают бактерии.

Для пластид характерны относительно легкие переходы от одного типа к другому. Наиболее обычные процессы – превращения лейкопластов в хлоропласты и хлоропластов в хромопласты. При этом в лейкопластах формируется характерная для зеленых пластид внутренняя мембранная система (система тилакоидов). Например, такие превращения происходят при развитии зародыша из зиготы, при развитии листьев в почке.

Характерный пример превращения зеленых пластид в хромопласты – при созревании плодов, осеннем окрашивании листьев. При этом пластиды

уменьшаются в размерах, происходит постепенное разрушение внутренних мембран и накопление веществ в глобулах. Хлорофилл полностью разрушается и перестает маскировать каротиноиды. Преобладающим компонентом таких пластид становятся пластоглобулы. Этот процесс до определенной стадии обратим. Но в природных условиях превращения хромопластов в хлоропласты не происходит. Хромопласты можно рассматривать как заключительный этап развития пластид – *этап старения*.

Лейкопласты тоже могут превращаться в хромопласты. Например, в выделительных клетках при их старении.

ВАКУОЛЬ

Строение и функции вакуоли

Вакуоли содержатся почти во всех растительных клетках. Их содержимое – *клеточный сок* – изолирован от окружающей цитоплазмы полупроницаемой вакуолярной мембраной – *тонопластом*. Вся система вакуолей растительной клетки называется *вакуом*.

Вообще вакуоли имеются не только в растительных, но и в животных клетках. Там они выступают в качестве органов экскреции, активно выводящих воду и продукты обмена. Однако в растительных клетках они особенно заметны благодаря своим крупным размерам. В молодой растительной клетке имеется множество мелких вакуолей. Однако их общий объем составляет весьма небольшую долю от объема всей клетки. Принимая активное участие в росте клетки, мелкие вакуоли увеличиваются из-за поступления воды. В итоге они сливаются в одну большую центральную вакуоль. Она занимает 70-95% объема зрелой клетки (рис. 6).

Вакуоль сильно отличается от цитоплазмы по составу растворенных веществ. Поэтому полагают, что по степени проницаемости тонопласт и плазмалемма различны. Вероятно, также различны их ионные насосы. Большее содержание липидов в тонопласте чем в плазмалемме также подтверждает его важное барьерное значение

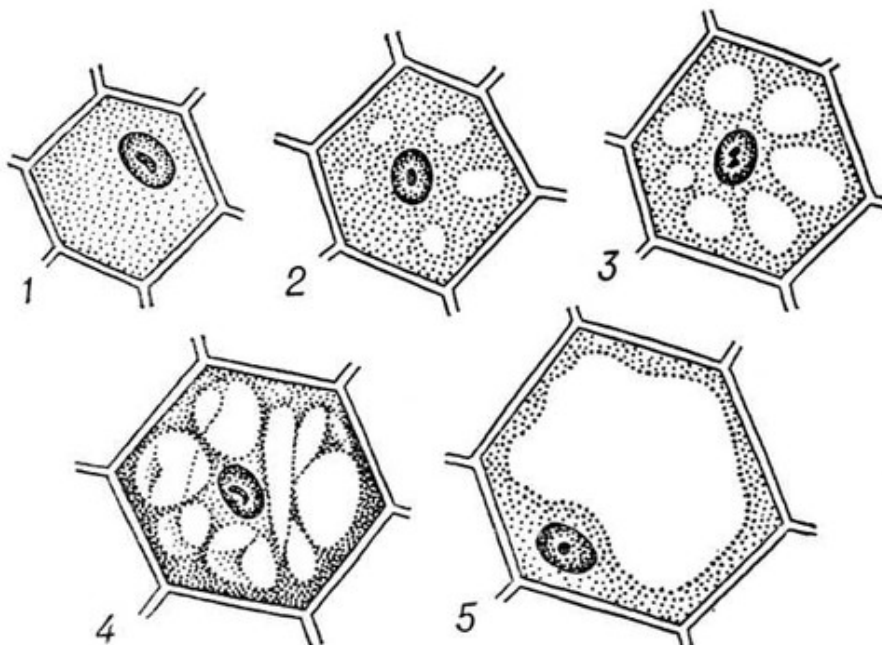


Рис. 6. Развитие вакуолей в растительных клетках

Итак, в зрелой клетке до 95% её объема может быть занято вакуолью, а цитоплазма в виде тонкого периферического слоя прижата к клеточной оболочке. Заполняя большую часть клетки «дешевым» вакуолярным содержимым, растения экономят потребляющую азот «дорогую» цитоплазму. При этом поверхность цитоплазмы (т.е. площадь, через которую происходит активный обмен веществ) остается обширной.

Вакуоли – места накопления различных метаболитов (например, запасных белков в семенах, органических кислот, пигментов, токсинов).

Следовательно, функции вакуолей:

- регуляция водносолевого обмена;
- осмотические явления: поддержание тургорного давления в клетке и рост растяжением;
- накопление низкомолекулярных водорастворимых метаболитов и запасных веществ;
- выведение из обмена токсичных веществ;
- благодаря пигментам придают окраску частям растений.

Состав клеточного сока

Химический состав и концентрация клеточного сока очень изменчивы. Они зависят от вида растения, органа, ткани, типа и состояния клетки. В живой клетке клеточный сок не имеет никакой внутренней структуры. Т. е. он является оптически пустым. Этим и обусловлено название вакуоли (*vacuus* – пустой).

Содержимое вакуоли – клеточный сок – представляет собой водный раствор различных веществ. Это углеводы (сахара и полисахариды), белки, аминокислоты, органические кислоты и их соли, минеральные ионы, алкалоиды, гликозиды, пигменты, танины и др. Многие вещества клеточного сока образуются только в растительных клетках. Все они являются продуктами жизнедеятельности протопласта (в основном эргастическими веществами). У многих растений рН клеточного сока колеблется в пределах 3,5-5. Но есть виды, у которых рН клеточного сока 1,0, тогда как рН цитоплазмы – около 7,0. Столь значительная разница в концентрации водородных ионов между клеточным соком и цитоплазмой объясняется тем, что в тонопласте имеются насосы, перекачивающие ионы водорода из

цитоплазмы в вакуоль. Вероятно, эти насосы поддерживают рН цитоплазмы на оптимальном уровне. Такой контроль жизненно важен. Ведь регулирующие метаболизм ферменты сосредоточены в цитоплазме. А активность ферментов зависит от рН. Следовательно, в вакуолях могут храниться и накапливаться ионы и вещества, которые иначе могли бы нарушить клеточный метаболизм. К таким веществам относятся органические кислоты и их соли (например, оксалат кальция), пигменты (*антоцианы* и т.п.), фенольные соединения (например, дубильные вещества).

Токсичные вещества клеточного сока могут служить для защиты растения. Например, у некоторых акаций в вакуолях содержатся цианиды. До тех пор, пока они остаются в интактных вакуолях, эти цианиды растению не вредят. Однако, если какое-либо животное начнет поедать листья растения, то клетки разрушатся, цианид выделится из поврежденных вакуолей и животное отравится. Причем самому растению вред от выделившегося цианида невелик, поскольку клетки все равно уже погибнут.

Алкалоид никотин, накапливающийся в вакуолях клеток табака – тоже токсичный продукт метаболизма этого растения.

В вакуолях часто откладываются пигменты. Голубую, фиолетовую, пурпурную, темнокрасную окраску растительным клеткам придают пигменты из группы *антоцианов*.

Антоцианы, в отличие от многих других растительных пигментов, легко растворяются в воде. Поэтому они часто содержатся в клеточном соке. *Антоцианы* определяют окраску многих овощей (свекла, редис, капуста), фруктов (вишни, сливы, виноград), цветов (васильки, герани, розы, пионы, дельфиниумы и многие др.), т.е. привлекают насекомых-опылителей и распространителей семян. Иногда эти вещества придают зеленым частям растений фиолетовую или пурпурную окраску, как у многих декоративнолиственных растений (бегонии, маранты, клены, фундук, барбарисы и др.). Естественная антоциановая окраска бывает у молодых побегов многих растений, защищая чувствительные ткани от избытка солнечной радиации.

Антоцианы часто образуются в холодную солнечную погоду, когда в листьях прекращается синтез хлорофилла. По мере разрушения имеющегося хлорофилла становятся заметны антоцианы. Особенно ярко это проявляется осенью.

Осмотические явления в растительной клетке

Явление осмоса возникает только благодаря *избирательной проницаемости мембраны*. Когда клетка гибнет, и разрушаются мембраны, осмотические явления наблюдать уже нельзя. Поэтому наличие осмотических явлений – один из признаков, по которому можно отличить живую клетку от мертвой.

В основе всех осмотических явлений лежит природное стремление веществ выровнять свою концентрацию по всему доступному объему раствора, так как такое состояние наиболее стабильно.

Если в растворе отсутствует полупроницаемая мембрана, а концентрация растворенного вещества различна в отдельных его частях, то преобладает диффузия растворенного вещества по градиенту (разности) концентрации (с участка, где растворимого вещества больше на единицу растворителя, в сторону, где растворимого вещества меньше на единицу растворителя). Это происходит до тех пор, пока концентрация не выровняется по всему объему раствора.

Если в растворе имеется полупроницаемая мембрана, а концентрация растворенного вещества по разные ее стороны различна, наблюдается явление осмоса. Избирательность проницаемости мембраны означает, что растворитель может пройти сквозь мембрану, а растворимое вещество – нет. В этом случае выравнивание концентрации происходит не за счет перемещения растворимого вещества, а за счет перемещения растворителя. Однако при этом направление движения вещества противоположно. Т.е., если в участке А концентрация больше, чем в участке Б, в случае *простой диффузии* растворимое вещество будет двигаться из А в Б, повышая в Б количество растворимого вещества, в случае *осмоса* – растворитель будет двигаться из Б в А, разбавляя раствор.

У живых растительных клеток P внутреннее всегда больше P внешнего, однако разрыва клетки не происходит из-за наличия целлюлозной клеточной оболочки. В результате этого возникает тургорное давление и поддерживается упругость ткани. Разница между P внутренним и P внешним у растений (например, у растений галофитов) достигает 50-100 атм., но даже при этом запас прочности растительной клетки составляет 60-70%. У большинства растений относительное удлинение клеточной оболочки вследствие *тургора* не превышает 5-10%, а *тургорное давление* составляет 5-10 атм. Благодаря тургору ткани обладают упругостью, сохраняют свою форму и положение в пространстве, противостоят

механическим воздействиям. Все процессы автолиза, увядания и старения сопровождаются падением *тургора*.

Если ткань погрузить в гипертонический раствор (т.е. с большей концентрацией веществ, чем концентрация клеточного сока), вода из протопласта выходит вовне, что быстро компенсируется поступлением воды из вакуолей. В результате объем вакуоли и клетки сокращается, протопласт отходит от оболочки. Тургор исчезает, наступает *плазмолиз* клетки (рис. 7).

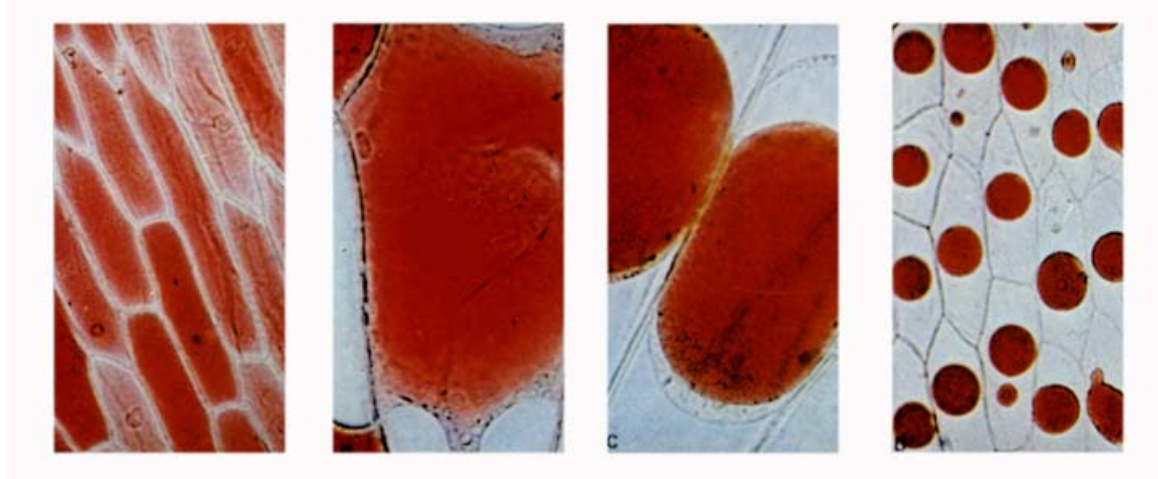


Рис 7.. Плазмолиз клеток лука.

Плазмолиз происходит только в живых клетках. Некоторые авторы различают три вида или стадии плазмолиза: вогнутый, выпуклый и судорожный. Обычно плазмолиз начинается с вогнутого и заканчивается выпуклым, последний иногда переходит в судорожный (наблюдается при высокой вязкости цитоплазмы). По характеру плазмолиза можно судить в некоторой степени о концентрации клеточного сока и вязкости цитоплазмы. Если ткань с плазмолизированными клетками перенести в воду или гипотонический раствор (т.е. с меньшей концентрацией веществ, чем концентрация клеточного сока), то вода начнет поступать извне в протопласт и вакуоль, тургор постепенно восстановится и клетка примет первоначальный вид. Этот процесс называется *деплазмолиз*.

Если внешний раствор будет изотоническим (с равной концентрацией), никаких изменений происходить не будет.

В условиях сильной утраты клетками тургора может сжиматься вся клетка, цитоплазма не отходит от стенок и, высыхая от потери воды, увлекает за собой отдельные участки клеточной оболочки, которая при этом сморщивается. Такое явление называется *циторризом*. Однако циторризм возникает не вследствие потери воды осмотическим путем, а вследствие испарения воды растением в воздушной среде.

ВКЛЮЧЕНИЯ

Продукты вторичного метаболизма биологически активны и могут вызвать повреждение цитоплазмы. Потому в растительной клетке существуют механизмы, препятствующие этому. Один из них перенос таких веществ в вакуоль или в пространство клетки, изолированное от цитоплазмы. Другой механизм химическое превращение соединений в относительно безвредные вещества, что, однако, не исключает их последующее выделение.

Прежде, чем выделиться из цитоплазмы, где они синтезируются, секретлируемые вещества преодолевают цитоплазматические мембраны плазмалемму (если вещества выделяются в свободное пространство клетки (апопласт)) или тонопласт – при транспорте в вакуоль.

Запасные вещества или конечные продукты обмена клетки, временно выведенные из метаболизма, называются *включения*. В соответствии с этим различают *запасные* и *эксcretорные включения*. Хотя однозначно утверждать, что все эксcretорные включения являются отбросами и в дальнейшем не принимают участия в клеточном метаболизме, нельзя. С другой стороны, различают включения твердые (крахмальные и алейроновые зерна, кристаллы оксалатов, силикатов, карбонатов и др.) и жидкие (растворимые углеводы клеточного сока, жиры, эфирные масла, гликозиды, алкалоиды, таннины и др. вещества) включения. Большинство включений видимы в световой микроскоп и локализованы либо в гиалоплазме и органоидах, либо в вакуолях.

Запасные включения

Крахмальные зерна

Главнейшее и наиболее распространенное из запасных веществ растений полисахарид **крахмал**. Крахмал злаков, клубней картофеля, ряда тропических растений важнейший источник углеводов в рационе человека. По способу образования различают два типа крахмала: *первичный (ассимиляционный)* и *вторичный*. Первичный крахмал образуется только в хлоропластах. Ночью, когда фотосинтез прекращается, ассимиляционный крахмал ферментативно гидролизуется до глюкозы и транспортируется в другие части растения.

Вторичный крахмал синтезируется из продуктов гидролиза первичного крахмала. В свою очередь, его подразделяют на *транзиторный*, *запасной* и

оберегаемый. *Транзиторный* крахмал образуется и расщепляется на путях передвижения растворов глюкозы. *Оберегаемый* крахмал откладывается в клетках эндодермы и корневого чехлика, где содействует тропизму (выполняет роль «статолитов») и росту органов. *Запасной* крахмал накапливается в запасующих тканях различных органов, особенно в клубнях, луковицах, корневищах, плодах, семенах и др.

Крахмал химически неоднороден. В основном он состоит из амилозы и амилопектина, различающихся строением молекул. Амилоза и амилопектин под действием раствора йода окрашиваются в темносиний цвет. Реже крахмальные зерна могут содержать амилодекстрин и эритродекстрин (продукты неполного гидролиза амилопектина), краснеющие от раствора йода.

Отложение зерен вторичного крахмала происходит в особом типе лейкопластов – амилопластах.

Формирование таких зерен начинается с заложения *образовательного центра* и наслаения вокруг него плотных, темных (дневных) и светлых, оводненных (ночных) слоев крахмала. Дневные и ночные слои обладают разным лучепреломлением, поэтому зерна имеют слоистую структуру.

Слоистость зерен имеет и другое объяснение. Амилоза лучше растворяется в воде, чем амилопектин. Поэтому при помещении зерна в воду различия в набухании этих двух веществ становятся более заметными.

Если имеется один центр, вокруг которого откладываются слои крахмала, то возникает *простое* зерно; если два и более, то образуется *сложное* зерно, состоящее как бы из нескольких простых. *Полусложное* зерно формируется в тех случаях, когда крахмал сначала откладывается вокруг нескольких образовательных центров, а затем после соприкосновения простых зерен вокруг них возникают общие слои (рис. 8). Изредка встречаются сложнополусложные зерна – соединение простого и полусложного зерен.

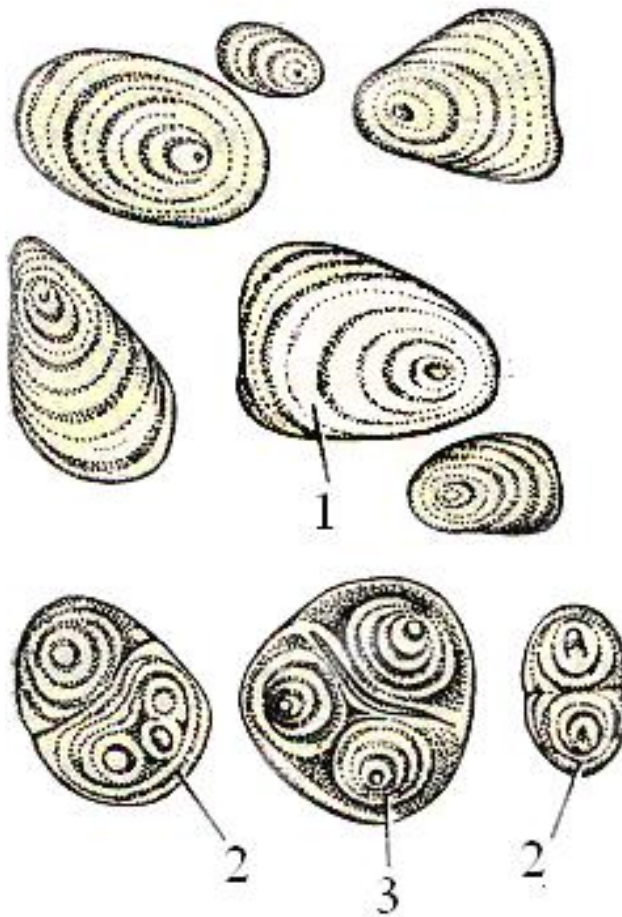
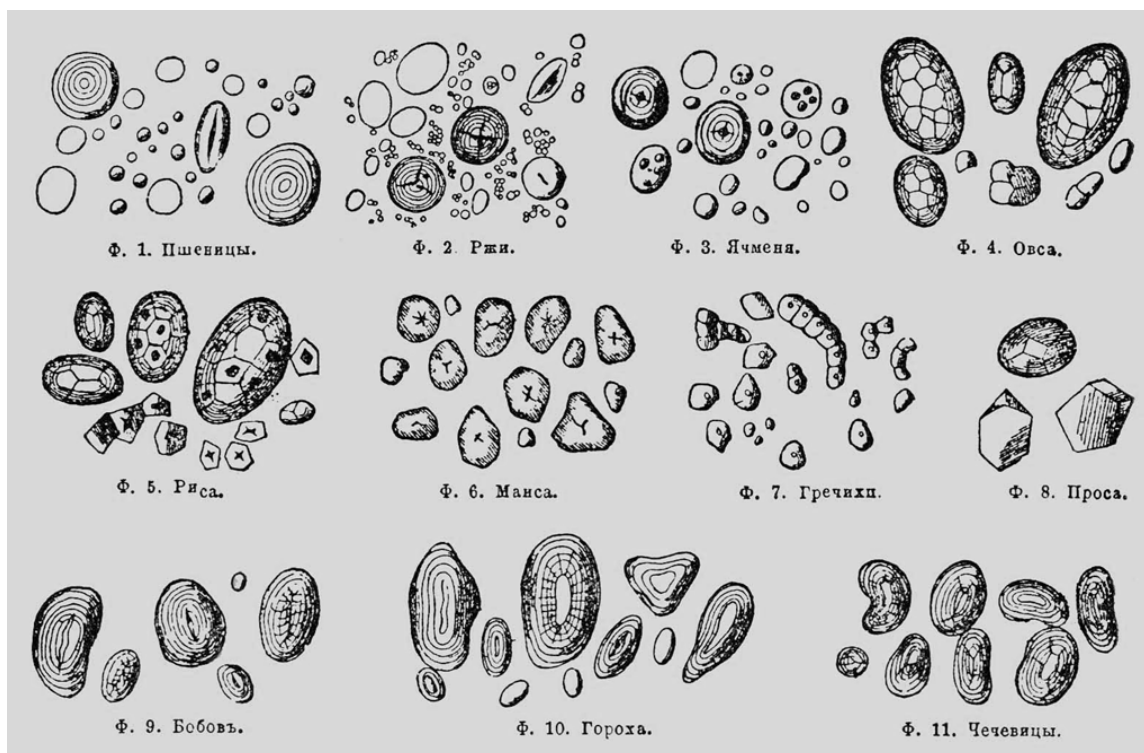


Рис. 8. Простые, сложные и полусложные крахмальные зерна.

Расположение слоев крахмала может быть *концентрическим* (образовательный и геометрический центры совпадают) или *эксцентрическим* (образовательный центр смещен), что также определяет особенности строения крахмальных зерен (рис. 8).

Форма, тип зерна, его размеры, характер слоистости и образовательного центра, число зернышек в сложном зерне являются специфичными признаками видов растений (рис. 9). Например, в сложном зерне овса насчитывается до 300 простых зерен, а у некоторых видов щирицы (Amaranthus) в сложном зерне их около 15000. Размеры и форма крахмальных зерен сильно варьируют. Очень крупные зерна (275 мкм) встречаются в запасующей ткани Петрова креста (Lathraea squamaria), довольно крупные (145 мкм) в клубнях картофеля, очень мелкие (до 6 мкм) – в клетках эндосперма зерновок риса (Oryza sativa).



Инулин растворимый полисахарид. Накапливается в клеточном соке запасяющих тканей подземных органов растений семейств сложноцветных, колокольчиковых, встречается также у некоторых видов лука и гиацинта. Выполняет роль осморегулятора, антифриза. Молекула *инулина* состоит из гексоз (обычно из фруктозы), с низким коэффициентом полимеризации:

Реактивы, содержащие йод, не дают окрашивания с инулином. Он дает фиолетовое окрашивание при действии α -нафтола. При добавлении 96%ного этанола инулин формирует сферические скопления игольчатых кристаллов сферокристаллы (рис. 10).

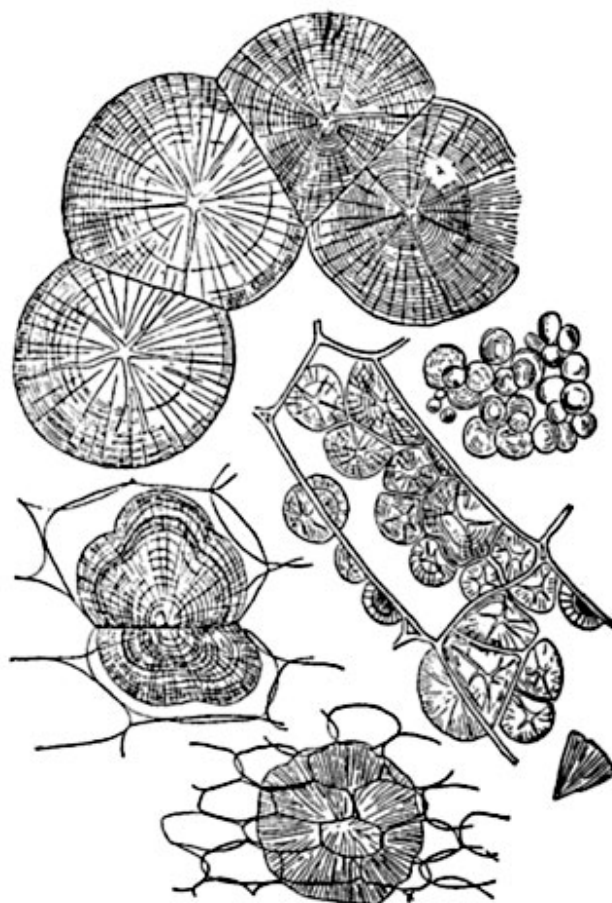


Рис. 10. Сферокристаллы инулина.

Сферокристаллы разрастаются за счет отложения на их поверхности новых слоев плотно расположенных игольчатых кристаллов. Последние ориентированы перпендикулярно поверхности сферы. Потому сферокристаллы обладают концентрической и радиальной слоистостью.

Белковые включения

Запасные белки могут накапливаться в мелких вакуолях клеток запасяющих тканей семян и плодов в виде твердых белковых телец – **алеироновых зерен**.

При созревании семени происходит обезвоживание его клеток, и белки в вакуолях осаждаются в аморфную массу, окруженную тонопластом. Так возникают алейроновые зерна, которые разделяют на простые и сложные.

Простые алейроновые зерна окружены одномембранной оболочкой, а внутри содержат *аморфный белок*, в который нередко погружено

сферическое тельце *глобOID* (скопление кальциевомагниевои соли инозитфосфорной кислоты). Такие зерна характерны для семян бобовых и злаков. В **сложных алейроновых зернах**, кроме того, образуется *кристаллоид* (один или несколько) скопление кристаллогидрата белка. В алейроновых зернах семян винограда и зонтичных находятся кристаллы оксалата кальция. У картофеля образуется одиночный *кристаллоид*, не окруженный снаружи аморфным белком.

При прорастании семена поглощают воду, которая поступает и в алейроновые зерна. Последние постепенно растворяются и на их месте образуются вакуоли.

Масла

Наиболее энергоемкие из всех веществ запаса. *Масла* встречаются практически во всех растительных клетках, хотя бы в небольшом количестве.

По химической природе это сложные эфиры глицерина и жирных кислот. В отличие от эфирных масел, масла не обладают сильным запахом, не летучи, оставляют на бумаге жирные пятна, омыляются щелочами. Примерно 90% цветковых растений имеют масла в качестве основного продукта запаса семян. Накопление масел происходит в гиалоплазме клетки. Обычно они имеют вид *липидных капель* и внешне сходны со *сферосомами*. Однако, в отличие от последних, липидные капли не ограничены мембраной и могут сливаться друг с другом. Они представляют собой сферические тельца субмикроскопических размеров. В световом микроскопе они выглядят как сильно преломляющие свет точки.

Как и другие жироподобные вещества, липидные капли окрашиваются реактивом «судан III» в розовооранжевый цвет. *Липиды* растворимы в органических растворителях (эфире, хлороформе, толуоле, бензине и т.п.), с трудом растворяются в спирте и совершенно нерастворимы в воде.

Экскреторные включения

Кристаллы оксалата кальция

Кристаллы, содержащиеся в растительных клетках, чаще всего состоят из оксалата кальция – кристаллогидрата кальциевой соли щавелевой кислоты ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Это универсальный конечный продукт процессов метаболизма. Однако есть сведения, что часть ионов кальция повторно

включается в обмен веществ. Кристаллы накапливаются в вакуолях, имеют различную форму (рис. 11), зависящую от количества молекул кристаллизационной воды.

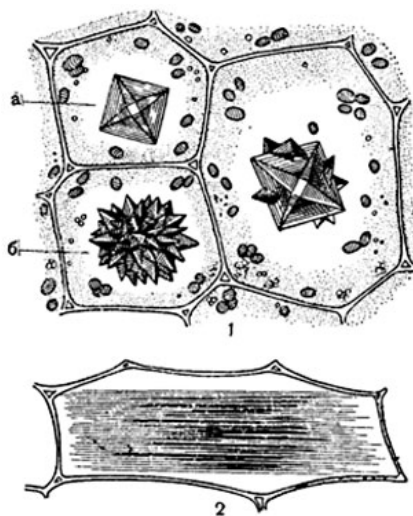


Рис. 11. Кристаллы оксалата кальция

Одиночные кристаллы (моногидраты) имеют форму призм, октаэдров, ромбоэдров и т.п. (рис. 11). Иногда могут быть скрещенными.

Друзы (дигидраты) – звездчатые сrostки пирамидальных кристаллов (рис. 11). Характерны для многих двудольных.

Стилоиды (дигидраты) – одиночные игольчатые кристаллы. Обычно один стилоид занимает узкую клеткуидиобласт (лист водногогиацинта *Eichornia*).

Рафиды (дигидраты) – пучки игольчатых кристаллов, располагаются одиночно в крупных клеткахидиобластах (рис. 11) – в листьях винограда (*Vitis*), бальзамина (*Impatiens*), аронника (*Arum*), стебле традесканции (*Tradescantia*). При повреждении клетки они рассыпаются.

Кристаллический песок (моногидраты) – многочисленные мелкие одиночные кристаллы, например, в листьях томатов (*Lycopersicon esculentum*), бузины (*Sambucus racemosa*).

Форма и локализация кристаллов нередко видоспецифичны. Поэтому их можно использовать для идентификации растительных частиц, для целей таксономии. Так, друзы встречаются только у двудольных. Одиночные кристаллы свойственны однодольным. Стилоиды чаще обнаруживаются у двудольных, рафиды – у однодольных и двудольных, кристаллический песок – обычно у двудольных.

Помимо оксалата кальция кристаллические включения иногда состоят из кремнезема, карбоната кальция.

Обычно кристаллические включения накапливаются в тканях органов, которые периодически сбрасываются: в листьях, коре, околоплоднике, семенной кожуре. В стареющих клетках кристаллов, как правило, больше. Таким образом, избыток солей регулярно выводится из организма растения.

Цистолит – масса кристаллов в виде грозди, свисающая с клеточной стенки в полость клетки. Представляет собой вырост клеточной стенки, пропитанный кристаллогидратами карбоната кальция или кремнезема. *Цистолиты* характерны для представителей семейств крапивных, тутовых (фикус – *Ficus elastica*, инжир – *Ficus carica*, шелковица *Morus*). Их строение также видоспецифично. Значение цистолитов для растений точно не установлено. Предполагается, что они, являясь скоплением солей, играют роль в поддержании кислотнощелочного баланса в клетке. Встречаются они преимущественно у растений засушливых и нередко засоленных почв.

Наличие *цистолитов*, их форма, размеры, химический состав, место образования – диагностическая особенность определенных таксонов.

КЛЕТОЧНАЯ ОБОЛОЧКА

Наличие прочной оболочки – одна из отличительных черт растительных клеток.

Функции оболочки:

- *определяет форму клеток;*
- *придает клеткам прочность;*
- *ограничивает размер протопласта, предотвращает его разрыв при поглощении воды вакуолью;*
- *выполняет защитную функцию;*
- *выполняет опорную функцию (помогают противостоять растениям действию силы тяжести). Совокупность клеточных оболочек тела наземного растения, не имеющего внутреннего скелета, представляет собой остов, придающий растению механическую прочность;*
- *защищают клетки от обезвоживания;*
- *поглощение, передвижение и выделение веществ за счет так называемого свободного пространства.*

Обычно оболочка бесцветна и прозрачна, легко пропускает свет. По ней могут передвигаться вода и растворенные низкомолекулярные вещества. Каждая клетка имеет собственную оболочку. Оболочки соседних клеток сцементированы межклеточным веществом. Т.е. соседние клетки отделены друг от друга стенкой. Поэтому оболочку нередко называют клеточной стенкой. Однако некоторые авторы предлагают разграничивать эти понятия. Клеточная стенка – только часть клеточной оболочки (одна из граней), имеющая определенную ориентацию. В зависимости от очертаний клеток на изучаемых срезах, стенки могут быть поперечными, продольными, антиклинальными, периклинальными. Оболочкой же считают совокупность всех стенок клетки.

Оболочку строит протопласт клетки. Поэтому она может расти только в контакте с протопластом. Поскольку оболочки сохраняются и после отмирания протопласта, мертвые клетки могут выполнять функции передвижения растворов и механической опоры. Нередко клетки механических тканей, проводящих элементов древесины, представляют собой одни клеточные оболочки.

Компоненты клеточных оболочек

Клеточная оболочка состоит в основном из полисахаридов. Их мономеры (сахара) связаны между собой в виде цепи гликозидной связью (O), т.е. результат взаимодействия двух гидроксильных групп. Кроме полисахаридов, в состав оболочки могут входить белки, минеральные соли, лигнин, пигменты и другие вещества.

Полисахариды оболочки по своей роли подразделяются на скелетные вещества и вещества матрикса.

Скелетные вещества

Скелетным веществом оболочки у высших растений является клетчатка (**целлюлоза**). Вообще целлюлоза – наиболее распространенный в природе полисахарид. В химическом отношении она представляет собой β1,4D-глюкан. Молекулярная масса целлюлозы составляет от $5 \cdot 10^4$ до $5 \cdot 10^5$. Это соответствует 3003000 молекул глюкозы.

Молекулы целлюлозы представляют собой очень длинные, до 4 микрометров, цепи. Они собраны по несколько десятков в группы. В группах молекулы располагаются на близком расстоянии, параллельно друг другу, и скреплены между собой *водородными* и *ковалентными* связями. Причем молекулы группируются так, что возникает вытянутая трехмерная решетка, характерная для кристаллов.

В результате образуются *микрофибриллы* целлюлозы). Это тончайшие волоконца неопределенной длины, видимые только в электронный микроскоп. Их диаметр 1025 нм. Благодаря упорядоченному расположению молекул в отдельных участках *микрофибрилл* – *мицеллах*, целлюлоза обладает кристаллическими свойствами. Кристаллическое состояние молекул целлюлозы в *микрофибриллах* является причиной двойного лучепреломления клеточной оболочки. Оно заметно в поляризационном микроскопе.

Микрофибриллы очень прочны на разрыв и эластичны. Микрофибриллы перевиваются друг с другом и образуют тонкие нити. Последние могут обматываться одна вокруг другой, как пряди в канате. В конечном счете они образуют *макрофибриллы*. Макрофибриллы имеют толщину около 0,5 мкм и длину до 4 мкм.

Клетчатка нерастворима в воде и органических растворителях, не набухает, химически инертна. Однако она разлагается в аммиачном растворе гидроксида меди (*реактив Швейцера*) и концентрированном растворе хлорида цинка. При нагревании с неорганическими кислотами целлюлоза последовательно гидролизуеться с образованием амилоида, целлобиозы и глюкозы. В качестве специфических реактивов на клетчатку используют *хлорцинкиод* (раствор хлорида цинка в водном растворе иодида калия дает окрашивание в синий или фиолетовый цвет) и *фуксин кислый* (вызывает покраснение).

Вещества матрикса

Целлюлозный каркас клеточной оболочки имеет субмикроскопические промежутки между *микрoфибриллами*. То есть фибриллярная система целлюлозы разделена системой капилляров различного размера. Эти капилляры заполнены водой и аморфными нецеллюлозными веществами. Аморфные компоненты в совокупности с водой образуют *матрикс оболочки*. Обычно *матрикс* представляет собой пластичный гель, насыщенный водой.

Вещества матрикса определяют такие свойства оболочки:

- а) сильная набухаемость;*
- б) высокая проницаемость для воды и растворенных в ней мелких молекул и ионов;*
- в) катионообменные свойства.*

Матрикс является сложной смесью полимеров, среди которых преобладают полисахариды: *пектиновые вещества* и *гемицеллюлозы*.

Пектиновые вещества (пектины) представляют собой продукты полимеризации *галактуроновой кислоты* и сахаров *арабинозы* и *галактозы*. В состав их молекул могут входить несколько мономеров в разных сочетаниях. Молекулы пектиновых веществ разветвленные, без всякой пространственной ориентации. Потому пектины обычно находятся в аморфном состоянии. Благодаря наличию карбоксильных групп (COOH), они способны образовывать нерастворимые соли (*пектаты*) с ионами Ca^{2+} , Mg^{2+} . Пектиновые вещества легко разрушаются под действием щелочей и кислот. Они сильно набухают в воде; некоторые из них растворимы в воде.

Гемицеллюлозы – продукт полимеризации сахаров гексоз (*глюкоза, манноза, галактоза* и др.), сахаров пентоз (*ксилоза, арабиноза*) и уроновых

кислот (*галактуроновая* и *глюкуроновая*). Эти компоненты сочетаются друг с другом в разных соотношениях и образуют разнообразные комбинации. Молекулы гемицеллюлоз имеют нитчатое строение, но не имеют строгой пространственной ориентации. Цепи их молекул не кристаллизуются и не образуют микрофибрилл. В связи с наличием полярных групп уроновых кислот они сильно гидратированы.

Гемицеллюлозы химически более устойчивы, чем пектины. Они труднее гидролизуются, слабее набухают в воде. Обычно гемицеллюлозы выполняют в теле растения механическую функцию. Некоторые из них могут откладываться в оболочках семян как запасные вещества: например, семена финиковой пальмы. Пектиновые вещества и гемицеллюлозы связаны между собой постепенными переходами.

Матричные полисахариды располагаются в оболочке довольно упорядоченно. Они образуют ковалентные или водородные (поперечные) связи друг с другом и микрофибриллами целлюлозы. Это повышает прочность оболочки. Благодаря гидрофильности матрикс легко проницаем для воды и растворенных в ней молекул и ионов.

Белки. В матриксе оболочки обнаружен белок из группы гликопротеинов. Полипептидные цепи белков клеточной оболочки синтезируются на гранулярном эндоплазматическом ретикулуме, как и другие белки. Однако по завершении синтеза эти полипептиды поступают в просвет ЭПР. По нему они движутся к диктиосомам. В процессе этого перемещения полипептиды претерпевают различные структурные изменения. Затем белки, вместе с полисахаридами, синтезированными в диктиосомах, упаковываются в секреторные пузырьки (пузырьки Гольджи). Последние доставляют их к плазмалемме.

Лигнин – ещё один компонент матрикса. Он является вторым по распространенности полимером растительных клеток. Лигнин встречается в оболочках клеток только у высших растений (кроме мхов). Это смешанный аморфный полимер фенольного ряда. Лигнин образуется в результате окислительной конденсации ароматических спиртов растительного происхождения. В воде нерастворим, устойчив к различным химическим воздействиям. Лигнин увеличивает твердость и прочность на сжатие, снижает проницаемость для воды. Отложение лигнина называется *лигнификацией*, или *одревеснением* оболочки. Одревесневшая оболочка теряет эластичность, поэтому лигнификация начинается после окончания роста клеток. Выявляют лигнин с помощью качественных микрореакций. *Сернокислый анилин* окрашивает одревесневшие оболочки в *желтый цвет*,

а спиртовой раствор *флороглюцина с соляной кислотой* дает *малиновое или розовое окрашивание*.

Кутин, суберин, воск – жировые полимеры; откладываются в оболочках клеток покровных тканей. Они гидрофобны, замедляют или вообще прекращают диффузию через оболочку газов, воды и растворенных в ней веществ. *Суберин* – продукт полимеризации насыщенных жирных кислот, преимущественно феллоновой кислоты ($C_{21}H_{42}(OH)COOH$). Он устойчив против сильных окислителей, но растворяется в кипящих растворах щелочей. Процесс отложения *суберина* в клеточной оболочке называется *опробковение*. Слои *суберина*, как правило, чередуются со слоями воска.

Наличие *суберина* или *кутина* в оболочке можно выявить, воздействуя на препарат реактивами *судан III* или *судан IV*, которые вызывают розовооранжевое окрашивание. Концентрированный *раствор гидроксида калия* приводит к пожелтению и набуханию опробковевших оболочек.

Минеральные вещества. Чаще всего клеточные оболочки пропитывают кремнезем (то есть соединения оксида кремния), карбонат Ca или оксалат Ca. Эти вещества придают оболочке твердость и хрупкость. Пример

– злаки, осоки, хвощи. Обнаружить кремнезем в оболочке можно с помощью фенола, вызывающего розовое окрашивание или после сжигания по остатку кремниевого скелета.

Слизи образуются в результате процесса *ослизнения*, связанного с изомерными преобразованиями полисахаридов оболочки. Образование слизи способствует удержанию влаги, закреплению в субстрате, термозащите. Ослизнение свойственно корневым волоскам, эпидерме семян некоторых растений (лен, айва, горчица, подорожник). В подземных органах (алтей), плодах (хурма) слизи запасаются как питательные вещества.

Качественное обнаружение слизей проводят *метиленовой синью* (дает голубое или синее окрашивание) или *тушью* (слизевые клетки остаются светлыми на темном фоне).

Камеди, или гумми образуются из оболочек и содержимого клеток в результате патологического посттравматического ослизнения клеток древесины или сердцевины. Это явление получило название

камедетечение или *гуммоз*. *Камеди* – полисахариды сложного состава, содержащие кальциевые и магниевые соли уроновых кислот и нейтральные полисахариды. Они различаются растворимостью, кислотностью. Представляют собой клейкие выделения на стволах и ветвях некоторых деревьев (вишня, слива, абрикос).

Таким образом, по мере уменьшения транспортного значения и увеличения опорной функции у частей клеточной оболочки происходят изменения в составе слагающих их веществ. В срединной пластинке, по которой происходит транспорт веществ, преобладают вода и рыхлые бесформенные пектины. Так как первичная оболочка бывает у клеток с активным обменом веществ и в метаболически активные периоды (период роста), когда необходим активный транспорт, в том числе, сквозь оболочку и, в то же время, оболочка выполняет уже опорную функцию, в ее составе появляется целлюлоза, но достаточно велико количество пектинов и гемицеллюлоз. Наконец, во вторичных оболочках (выполняющих опорную функцию) преобладает целлюлоза, мало воды, нет пектинов и в матриксе преобладает гемицеллюлоза.

Системы сообщения между клетками

В теле высшего растения имеются приспособления, облегчающие обмен веществ между клетками и обеспечивающие связь их протопластов. Это *поры, плазмодесмы и перфорации*.

Пора любое неутолщенное место (углубление) оболочки. Сами *поры* обычно содержат тончайшие отверстия. Эти отверстия заполнены тяжами цитоплазмы в виде нитей (*плазмодесмы*). *Плазмодесмы* связывают протопласты граничащих друг с другом клеток.

Возникновение пор связано с неравномерным отложением *вторичной оболочки*. Места, где вещества вторичной оболочки не откладываются, становятся порами. Обычно такими местами являются *первичные поровые поля*. Редко поры образуются в местах, где нет первичных поровых полей. Другими словами – *поры* – это перерывы во вторичной оболочке.

Поры в оболочках соседних клеток расположены друг против друга.

Срединная пластинка и две первичные оболочки между двумя порами называют поровой мембраной, или замыкающей пленкой пор. Две лежащие друг против друга поры и их замыкающая пленка образуют пару пор.

Плазмодесмы чаще приурочены к замыкающим пленкам пор (здесь они встречаются группами по несколько десятков), либо проходят сквозь клеточную оболочку в любом месте. По ним идет межклеточный транспорт ионов и мелких молекул, передается возбуждение.

Это узкие каналы диаметром 3060 нм. Канал плазмодесмы в оболочке выстлан плазмалеммой, в его центре проходит *центральный тяж* (*десмотрубочка*), переходящий в цистерны ЭПР, находящиеся напротив отверстий *плазмодесм*. *Десмотрубочка* – локальная модификация ЭПР. Однако, вопреки названию, она не является трубчатой структурой, а представляет собой компактный тяж из структурных белков. Этот тяж в обеих граничащих клетках контактирует с цистернами ЭПР. Пространство между десмотрубочкой и плазмалеммой относится к мембранным структурам цитоплазмы.

Поскольку плазмодесмы обнаружены между всеми живыми клетками, протопласты растительных клеток образуют единое целое – симпласт. В отличие от них совокупность неживых компонентов тела растения – т.е. совокупность клеточных оболочек, называют апопласт, особое место в нем занимает т.н. свободное пространство клетки – матрикс клеточной оболочки, где могут запасаться и активно транспортироваться вещества.

Перфорации – сквозные отверстия в оболочке.

**Тестовые задания
по теме «Растительная клетка»**

#

Рассмотрены клетки с крупной центральной вакуолью, которая заполнена клеточным соком или содержит кристаллические включения. Это характерно для клеток...

А. Цианобактерий

В. Животных

С. Растений

Д. Грибов

Е. Водорослей

#

При изучении растительной клетки с помощью электронного микроскопа обнаружено, что цитоплазму от клеточной оболочки отделяет ...

А. Ядерная оболочка

В. Тонопласт

С. Гиалоплазма

Д. Эндоплазматическая сеть

Е. Плазмалемма

#

При электронной микроскопии клеточной оболочки выявляется ее сетчато-слоистая структура, обусловленная наличием и расположением мицелл, образованных макромолекулами ...

А. Пектина

В. Гемицеллюлозы

С Целлюлозы

D. Лигнина

Е. Липопротеида

#

На поверхности эпидермы выявлен толстый защитный слой жироподобного вещества -....

A. Суберина

B. Кутина

C. Кремнезема

D. Лигнина

Е. Хитина

#

Флороглюцин с конц. серной кислотой окрасил в малиново-красный цвет клеточные оболочки, что указывает на их ...

A. Одревеснение

B. Опробковение

C. Ослизнение

D. Кутинизацию

Е. Минерализацию

#

Воздействие на микропрепарат раствора сернокислого анилина вызвало лимонно-желтое окрашивание клеточных оболочек механических тканей, что свидетельствует о наличии в них ...

A. Лигнина

B. Суберина

С.Слизи

D.Кутина

Е.Минеральных вещества

#

Семена льна используют в медицине как обволакивающее средство благодаря способности вторичных клеточных оболочек покровной ткани к ...

A.Гуммозу

B.Опробковению

С.Ослизнению

D.Одревеснению

Е. Минерализации

#

Опробковение клеточных оболочек связано с накоплением в них ...

A.Суберина

B.Целлюлозы

С.Кутина

D. Лигнина

Е.Минеральных солей

#

Клеточные оболочки окрасились Суданом III в розовый цвет, что свидетельствует о наличии в них ...

A. Гемицеллюлозы

B.Целлюлозы

С. Лигнина

D. Пектина

Е. Суберина

#

Крахмал накапливается в таких структурах растительной клетки, как...

A. Вакуоли

B. Хлоропласты

С. Митохондрии

D. Лейкопласты

Е. Хромопласты

#

У растений синтез и накопление вторичного запасного крахмала происходит в

A. Хлоропластах

B. Амилопластах

С. Хромопластах

D. Олеопластах

Е. Потеопластах

#

Внутренняя мембрана хлоропласта образует выросты - ...

A. Матрикс

B. Ламеллы

С. Рибосомы

D. Кристы

E. Пузырьки

#

Зеленые пигменты растений, обеспечивающие фотосинтез, содержатся

В...

A. Хлоропластах

B. Амилопластах

C. Хромопластах

D. Протеопластах

E. Митохондриях

#

В порошке корневища преобладают клетки с мелкими зернистыми структурами, имеющими концентрическую слоистость и трещинку по центру. Раствор Люголя окрашивает их в фиолетовый цвет. Эти зерна -...

A. Полусложные крахмальные

B. Сложные крахмальные

C. Простые крахмальные

D. Простые алейроновые

E. Сложные алейроновые

В цитоплазме обнаружены запасные продукты. Это зернистые структуры с множеством образовательных центров и чередующимися темными и светлыми наслоениями вокруг них. Следовательно, зерна ...

A. Сложные алейроновые

B. Сложные крахмальные

C. Простые крахмальные

D. Простые алейроновые

E. Полусложные крахмальные

#

В клетках запасающей паренхимы обнаружены зернистые структуры с несколькими образовательными центрами, индивидуальными и общими наслоениями крахмала. Это зерна

A. Сложные крахмальные

B. Сложные протеиновые

C. Простые протеиновые

D. Полусложные крахмальные

E. Простые крахмальные

#

Крахмал, образующийся в хлоропластах, быстро гидролизуется до глюкозы и является -

A. Первичным ассимиляционным

B. Первичным запасным

C. Вторичным запасным

D. Первичным оберегаемым

E. Транзиторным

#

Вторичный оберегаемый крахмал обнаружен в клетках ...

A. Корневого чехлика

B. Эпидермы

C. Эндосперма семени

D. Эндодермы стебля

E. Гиподермы

#

В срезах корня девясила высокого (*Inula Helenium*), выдержанных в 96% этаноле, в паренхиме появляются крупные, блестящие сферокристаллы

...

A. Инулина

B. Крахмала

C. Белка

D. Слизи

E. Оксалата кальция

#

При действии на срез семени подсолнечника реактива СуданIII, появилось розово-оранжевое окрашивание, что указывает на содержание в семени ...

A. Инулина

B. Белка

C. Крахмала

D. Жирного масла

E. Целлюлозы

#

Результатом проведенной качественной реакции с раствором Судана III на содержание жирного масла, стало ...

A. Окрашивание в сине-фиолетовый цвет

B. Окрашивание в розово-оранжевый цвет

С. Кристаллизация

D. Выпадение малиново-красного осадка

Е. Улетучивание масла

#

Зерновки культурных злаков запасают ...

A. Инулин

B. Крахмал, белки

С. Жирные масла

D. Эфирные масла

Е. Органические кислоты

#

Среди продуктов жизнедеятельности протопласта обнаружены гроздевидные сростки кристаллов карбоната кальция— ...

A. Друзы

B. Скращенные кристаллы

С. Рафиды

D. Силоиды

Е. Цистолиты

#

При микроскопии листка фикуса в некоторых клетках эпидермы обнаружен внутренний вырост клеточной оболочки со скоплением кристаллов, которые при действии хлористоводородной кислоты растворяются с выделением углекислого газа. Эта структура - ...

A. Силоид

В.Рафида

С. Друза

Д. Одиночный кристалл

Е. Цистолит

#

Диагностическим признаком листа крапивы является наличие в специализированных клетках идиобластах кристаллических включений карбоната кальция в форме ...

А. Одиночных кристаллов

В. Друз

С. Кристаллического песка

Д. Цистолитов

Е. Рафид

#

В специализированных клетках древесины бука обнаружены характерные кристаллы, которые при действии хлористоводородной кислоты растворялись с выделением газа. Следовательно, это кристаллы...

А. Карбоната кальция

В. Оксалата калия

С. Оксалата кальция

Д. Оксида кремния

Е. Инулина

#

Обнаруженные при микроскопии семян алейроновые зерна являются сложными, так как о их составе ...

А.Ядро, аморфный белок, глобоид

В.Кристаллоид, аморфный белок, глобоид

С. Ядро, вакуоли, глобоид

Д.Глобоид, вакуоли, кристаллоиды

Е.Вакуоль, ядра, аморфный белок

#

На поверхностных препаратах листа ландыша майского в идиобластах мезофилла различимы пучки игловидных кристаллов Это-...

А.Рафиды

В.Цистолиты

С.Друзы

Д.Одиночные кристаллы

Е. Силоиды

#

У однодольных растений в качестве клеточных включений чаще всего выявляются игольчатые кристаллы оксалат кальция, собранные в пучки, то есть ...

А.Друзы

В. Рафиды

С. Силоиды

Д. Скрещенные кристаллы

Е.Кристаллический песок

#

Микроскопическими и гистохимическими методами в клетках обнаружены рафиды, представляющие собой ...

- A. Игольчатые кристаллы оксалата кальция
- B. Гроздевидные сростки кристаллов карбоната кальция
- C. Игольчатые кристаллы карбоната кальция
- D. Одиночные кристаллы оксалата кальция
- E. Звездчатые кристаллы оксалата кальция

#

Оболочки клеток внутренней эпидермы околоплодника перца сладкого пронизаны порами. В смежных клетках цилиндрические поровые каналы совпадают по направлению и диаметру. Следовательно, эти поры ...

- A. Ветвистые
- B. Косые
- C. Щелевидные
- D. Прямые
- E. Окаймленные

#

При микроскопическом и гистохимическом анализе эпидермы лепестков в клеточном соке установлено наличие фиолетового пигмента ...

- A. Хлорофилла
- B. Каротина
- C. Антоциана
- D. Ксантофилла
- E. Антохлора

#

Установлено, что пигменты ксантофиллы, окрашивающие лепестки и плоды в желто-оранжевый цвет, содержатся в ...

- A. Олеопластах
- B. Амилопластах
- C. Протеопластах
- D. Пропластидах
- E. Хромопластах

#

Среди пигментов пластид есть такие, которые выполняют функцию антиоксидантов и являются провитаминами А. Это ...

- A. Каротиноиды
- B. Хлорофилл "а"
- C. Хлорофилл "в"
- D. Антохлоры
- E. Антоцианы

#

Клетки грибов содержат пигменты в ...

- A. Хромопластах
- B. Хлоропластах
- C. Цитоплазме и оболочке
- D. Ядре
- E. Хроматофорах

#

В перезрелых сочных плодах разрушается межклеточное вещество и клетки разъединяются, то есть, происходит...

А.Мацерация

В. Лигнификация

С. Минерализация

Д. Ослизнение

Е.Гуммоз

Учебные тесты с комментариями

#

Установлено, что в корневище и корнях *Inula helenium* имеются полости без четких внутренних границ, заполненные эфирными маслами.

Это:

Смоляные ходы

*Лизигенные вместилища

Членистые млечники

Нечленистые млечники

Схизогенные вместилища

Лизигенные вместилища образуются при лизисе оболочек, частичном или полном разрушении секреторных клеток, вследствие чего полости вместилищ не имеют четких очертаний

#

При микроскопии осевого органа, между кольцами вторичных флоэмы и ксилемы, обнаружено узкое кольцо плотной живой тонкостенной ткани. Что это за ткань?

*Камбий

Феллоген

Протодерма

Прокамбий

Перицикл

Камбий состоит из одного слоя тонкостенных вытянутых вдоль оси стебля клеток с заостренными концами. Этот слой, возникший из прокамбия, называют инициальным камбием. Каждая камбиальная клетка делится тангентально. Одна из двух дочерних клеток остается инициальной, способной к неограниченному числу делений, а другая после нескольких делений дифференцируется в элемент вторичного луба, если это происходит с клеткой, находящейся снаружи от слоя камбия, или вторичной древесины, если превращению подвергается клетка, расположенная вовнутрь от камбиального кольца.

#

Обработка микропрепарата раствором флороглюцина с концентрированной хлористоводородной кислотой вызвала малиновое окрашивание стенок некоторых клеток. Наличие какого вещества обуславливает это?

Минеральные вещества

Суберин

*Лигнин

Кутин

Слизь

Одревеснение – пропитывание оболочки лигнином. Это вещество фенольной природы, желтого цвета, не растворимое в воде и обычных растворителях, обладающее антисептическими, консервирующими свойствами. Выявляют лигнин с помощью качественных микрореакций: флороглюцин с соляной кислотой вызывает розовое окрашивание; сернокислый анилин окрашивает одревесневшие элементы в лимонно-желтый цвет.

#

Клетки запасающей паренхимы корневища содержат зернистые включения, имеющие множество образовательных центров, вокруг которых чередуются тёмные и светлые слои. Что это за зёрна?

Сложные алейроновые

*Сложные крахмальные

Простые крахмальные

Простые алейроновые

Хлорофилловые

Сложные крахмальные зерна состоят из нескольких или многих простых зерен, тесно прижатых друг к другу и поэтому часто имеющих многогранную форму. В этом случае в амилопласте закладывается несколько или много образовательных центров.

#

При анатомическом исследовании выявлено, что боковые корни образуются из однослойной ткани, расположенной между центральным цилиндром и корой. Эта ткань -

Эпиблема

Эндодерма

Экзодерма

*Перицикл

Камбий

Перицикл является наружным слоем, окружающим центральный цилиндр. Он состоит из мелких живых тонкостенных клеток. Чаще перицикл однослойный. В корнях водных растений перицикл отсутствует. В старых корнях некоторые клетки этого слоя, а иногда и все, одревесневают, превращаясь в механическую ткань и выполняют опорную функцию. Перицикл в корнях играет очень важную роль. 1. В перицикле закладываются боковые корни. 2. Он участвует в образовании камбия в корнях двудольных. 3. Из него в корне возникает феллоген. 4. Из перицикла формируются добавочные почки, из которых образуется корневая поросль. 5. В перицикле закладываются добавочные почки, из которых образуется корневая поросль. 6. В перицикле образуются различныеместилища.

#

После воздействия хлор-цинк-йода утолщенные бесцветные клеточные оболочки колленхимы стали фиолетовыми. Значит оболочки ...

Суберинизованные

Минерализованные

Кутинизированные

Лигнифицированные

*Целлюлозные

Целлюлоза, или клетчатка, - углевод-полимер. Она – очень инертное вещество, что помогает ей выполнять защитные функции.

#

В изучаемых клетках имеется ядро, нет хлоропластов, в цитоплазме запасается гликоген, а оболочка содержит хитин. Следовательно, это клетки...

Цианобактерии

Высшего растения

Лишайника

*Гриба

Водоросли

#

При электронной микроскопии клеточной оболочки выявляется ее сетчатая структура, обусловленная наличием и расположением мицелл, образованных; макромолекулами ...

Гемицеллюлозы

Лигнина

Пектина

Липопротеида

*Целлюлозы

Целлюлоза, или клетчатка, - углевод-полимер. Она – очень инертное вещество, что помогает ей выполнять защитные функции. Клетчатка растворяется только в реактиве Швейцера (раствор оксида меди в аммиаке), из которого осаждается при подкислении. Микрофибриллы целлюлозы образуют каркас клеточной оболочки с большими или меньшими промежутками между ними, что зависит от концентрации целлюлозы (от 5-15 до 30-50% и более).

#

При исследовании осевого органа было установлено, что основной объем занимает центральный осевой цилиндр, в котором бессистемно расположены закрытые коллатеральные пучки. Это свидетельствует что данный орган есть ...

Корень однодольного растения

*Стебель однодольного растения

Корень двудольного растения Корневище двудольного растения

Стебель двудольного растения

Закрытые коллатеральные пучки распределены по всему сечению центрального цилиндра, причем, на его периферии пучки мелкие, мрогочисленные, а в срединной части они крупнее и малочисленные. \характерные признаки для стебля однодольного растения.

#

При действии на срез семени арахиса Судана 111 появилось розово-оранжевое окрашивание, что свидетельствует о наличии в семенах ...

Инулина

Крахмала

0

Камеди

*Жирного масла

Целлюлозы

Судан Ш реактив на жирное масло – розово-оранжевое окрашивание.

#

Анатомо-гистохимический анализ черешка показал, что под эпидермой над пучком расположены живые паренхимные клетки с целлюлозными оболочками, утолщенными по углам клеток. Это характерно...

*Уголковой колленхимы

Рыхлой колленхимы

Губчатой паренхимы

Лубяных волокон

Пластинчатой колленхимы

Уголковую колленхиму составляют плотно сомкнутые прямоугольные клетки с оболочками, утолщенными по углам.

#

При микроскопическом исследовании листка фикуса в некоторых клетках эпидермы обнаружен вырост клеточной оболочки со скоплением кристаллов, которые при действии хлористоводородной кислоты растворяются с выделением углекислого газа. Эта структура:

* Цистолит

Единичный кристалл

Друза

Стилоид

Рафида

Цистолит – внутренний вырост оболочки литоцисты в виде целлюлозной ножки и тела, состоящего из кристаллогидратов карбоната кальция или кремнезема. Тело цистолита чаще всего имеет вид гроздевидного, булавовидного или бугорчатого сростка округлой, овальной или вытянутой формы. Наличие цистолитов, место их

образования, форма, размеры, состав тела – диагностическая и систематическая особенность.

#

Хлорофилл - зелёный пигмент растений, является комплексным соединением. Укажите ион-комплексобразователь в хлорофилле:

Fe^{2+}

Mn^{2+}

F^{3+}

* Mo^{2+}

Ni^{2+}

Ион-комплексобразователь хлорофилла есть Mg^{2+}

При рассмотрении лекарственного сырья были обнаружены листья, изрезанные до основания листовой пластинки, а сегменты расположены веерообразно. Эти листья:

Пальчатопластные

*Пальчаторассеченные

Пальчатораздельные

Перисторассеченные

Перистораздельные

Пальчаторассеченные - изрезанные на сегменты до основания пальчатой пластинки или рахиса перистой пластинки.

#

При исследовании лекарственного растения установлено, что его подземные органы имеют узлы, межузлия, чешуйковидные листки, почки и придаточные корни, то есть этот подземный орган:

Корнелуковица

Клубень

Столон

*Корневище

Корнеплод

Корневище – подземное видоизменение побега, приспособленное к накоплению питательных веществ и к вегетативному возобновлению растения.

#

Эфиромасличные желёзки, которые состоят из 8-ми секреторных клеток, расположенных в два ряда и четыре яруса, обнаружены у большинства растений семейства:

Rosaceae

Apiaceae

Scrophulariaceae

Lamiaceae

**Asteraceae*

Такая эфирномасличная железка характерна для семейства Asteraceae.

#

При рассмотрении под микроскопом препарата клубня картофеля в клетках видны включения, которые под воздействием раствора Люголя окрашиваются в сине-фиолетовый цвет. Эти включения:

Кристаллы инулина

Кристаллы оксалата кальция

*Крахмальные зёрна

Алейроновые зёрна

Капли жирного масла

Под действием йодсодержащих реактивов крахмальные зерна приобретают темно-фиолетовую окраску.

#

При микроскопическом исследовании первичной коры корня во всасывающей зоне обнаружено, что основную массу её составляет многослойная живая рыхлая паренхима с крахмальными зёрнами. Это:

Фелоген

Колленхима

Экзодерма

Эндодерма

*Мезодерма

Мезодерма – многослойная запасаящая часть, составляет основную массу первичной коры. Клетки, как правило, живые, крупные, округлые или многоугольные, рыхлые, с тонкими или утолщенные лингвифицированными (у однодольных) оболочками, заполнены обычно крахмальными зёрнами.

#

У высшего бессосудистого растения чётко выражено чередование поколений -доминирующего полового (гаметофита) и редуцированного бесполого (спорофита). Это свидетельствует, что растение принадлежит к отделу:

Папоротниковидные
Хвощевидные
Голосеменные
*Моховидные
Плауновидные

В цикле развития доминирует гаметофит. Он представлен вырастающей из споры протонемой (предростком) и образующимися из протонемы гаметофорами – одно- или двудомными многолетними травянистыми растениями.

#

#

В результате обработки растительного микропрепарата раствором Судан Ш оболочки клеток окрасились в розовый цвет, что свидетельствует о наличии в них:

Гемицеллюлозы
Лигнина
Целлюлозы
*Суберина
Пектина

#

#

При микроскопическом анализе корня установлено, что его строение первичное, клетки эндодермы с подковообразными утолщениями, проводящий пучок центрального цилиндра радиальный, лучей ксилемы более шести. Такое строение корня характерно для растений:

Папоротникообразных
Голосеменных хвойных
*Покрытосеменных однодольных
Покрытосеменных двудольных
Голосеменных гнетовых

У двудольных растений лучей ксилемы обычно не более шести, а у однодольных – больше шести (пучок полиархный). Такое строение характерное для покрытосеменных двудольных.

#

Для монокарпного гинецея характерно:

Плодолистиков много, сросшиеся
Плодолистика два, свободные
Плодолистиков много, свободные
Плодолистика два, сросшиеся

*Плодолистик один, свободный

Плодолистик один, свободный.

#

#

В составе флоэмы стебля обнаружены группы плотно сомкнутых прозенхимных клеток с заостренными концами, равномерно утолщенными, слоистыми, частично одревесневшими оболочками Это:

Клетки колленхимы

Волокнистые склереиды

*Лубяные волокна

Древесные волокна

Волокнистые трахеиды

Лубяные волокна -

#

В древесине бука при микроскопическом исследовании были обнаружены характерные кристаллы, которые при действии соляной кислоты разлагались с выделением газа. Проведенные исследования свидетельствовали, что данное

Калия осалатом

Кальция оксалатом

Кальция фосфатом

*Кальция карбонатом

Кремния оксидом

Данное соединение есть Кальция карбона.

#

К перистым листьям, у которых изрезанность составляет около 1/3 половины листовой пластинки, относятся листья:

*Перистолопастные

Пальчатолопастные

Перистораздельные

Пальчатораздельные

Перисторассеченные

По степени изрезанности листья подразделяются на лопастные (изрезанность составляет более 1/3); раздельные(доли равны 1/2 полупластинки и более); рассеченные(изрезанные на сегменты до основания пальчатой пластинки или до рахиса перистой пластинки).

Ответ – перистолопастные.

#

Как называются,выросты-присоски растения-паразита ; омелы, проникающие в флоэму дерева и поглощающие его органические вещества?

Веламены .

*Гаустории;

Устьица

Эпиблема...

Ризодерм

Гаустории – присоски, с помощью которых растения –паразиты высасывают питательные вещества из растения-хозяина.

#

В складчатой паренхиме хвои находятся пространства, выстеленные эпителиальными выделительными клетками, которые образуют бальзам. Как называется эта выделительная ткань, характерная для хвои?

Канальцы

*Смоляные ходы

Млечные ходы

Вместилища выделений

Секреторные клетки

Смоляные ходы – система разветвленных каналов в стеблях, корнях и реже в листьях растений. полость которых изнутри выстлана клетками железистого эпителия. Содержат разные смолы и эфирные масла.

#

На белой коре берёзы можно увидеть черные полосы трещин. Это - специальные приспособления, выполняющие функцию транспирации,и,газообмена. Как они называются?

Желёзки

Устьица

*Чечевички

Гидатоды

Канальцы .

Чечевички – особые образования(в виде бугорков чечевицеобразной формы) во вторичной покровной ткани стеблей и корней растений, служащие для газообмена, обычно возникают на месте устьиц.

#

С молодой ветки липы легко снять полоску кожицы - защитного слоя. Как он называется?

Перидерма
Кора
Экзодерма
Корка
*Эпидерма

Эпидерма обычно однослойная, реже – многослойная комплексная ткань, выполняющая защитную и регуляторно-секреторную функции: защищает растение от температурных колебаний, механических и других повреждений. регулирует транспирацию, газообмен и внешнюю секрецию

#

При хорошей солнечной погоде на поверхности листьев эвкалипта выделяется эфирное масло. Это происходит вследствие разрыва переполненных им полостей, расположенных в паренхиме листка и выстеленных несколькими слоями выделительных клеток. Как называются эти полости?

Секреторные клетки
*Схизогенные вместилища
Лизогенные вместилища '
Желёзки

Млечники

Схизохенные вместилища представляют собой межклеточные полости с четкими очертаниями внутренней границы или трубчатые структуры, выстланные изнутри секреторными клетками.

#

#

Листья реликтового дерева гинкго двулопастного имеют характерную форму. Особенностью строения листьев является раздвоение жилок в верхней части. Как называется такое жилкование?

Перистое
Пальчатое
Перисто-петлевидное
*Дихотомическое
Сетчатое

Дихотомическое жилкование – раздвоение жилок первого порядка на одинаковые жилки следующего порядка. Считается древним типом жилкования...

#

#

Игольчатые листья хвой не гибнут даже в сильные морозы, в отличие от листьев лиственных пород. Они защищены утолщенной эпидермой, под которой расположен ещё один слой клеток. Как он называется?

Ксилема

Эндодерма

*Гиподерма

Склеренхима

Губчатая паренхима

Гиподерма – защитно-механическая и водонакапливающая скленхима, которая прерывается лишь под устьицами. Характерна для радиального, или центрического типа строения листа хвойных.

#

#

Установлено, что надземную часть, гороха посевного удерживают в пространстве усики, которые являются видоизменением:

*Верхушечных побегов. Верхних листочков сложного листа

Всего сложного листа

Прилистников

Нижних листочков сложного листа

Верхних листочков сложного листа

#

У австралийских акаций ассимиляционную функцию в засушливый период выполняют расширенные и уплощенные черешки сложных листьев:

Кладодии

Ловчие аппараты

1

Филлодии

Колючки

Усики

Филлодии – уплощенные фотосинтезирующие черешки.

#

В одном из предложенных микропрепаратов стеблей определено наличие схизогенных смоляных ходов, перидермы без чечевичек, отсутствие сосудов в годичных кольцах древесины. Можно предположить, что это стебель:

Тыквы

*Сосны

Подсолнечника

Липы

Кукурузы

Это стебель сосны.

#

Установлено, что у растения синтез вторичного запасного крахмала происходит в:

Протеоп ластах

*Амилопластах

Олеопластах

Хлоропластах

Хромопластах-,

Амилопласты – неокрашенные пластиды, служащие для образования крахмальных зерен в растительных клетках. Разновидность лейкопластов. Находятся преимущественно в клетках корней и корневищ.

#

Много видов орхидей являются типичными растениями влажного тропического леса. Они поселяются на других растениях, преимущественно древовидных, самостоятельно питаются, но не паразитируют. Их называют:

Эфемероидами

Эфемерами

*Эпифитами

Паразитами

Полупаразитами

Эпифиты – растения, которые растут на других растениях, но используют их только в качестве субстрата для прикрепления, питаются самостоятельно.

#

При микроскопическом исследовании выявлена комплексная ткань, состоящая из прозрачных живых клеток с утолщенными наружными кутикулизованными клеточными стенками, устьицами, трихомами. Эта ткань:

Перидерма
Корка
Веламен
Ризодерма
*Эпидерма

Эпидерма обычно однослойная, реже – многослойная комплексная ткань, выполняющая защитную и регуляторно-секреторную функции: защищает растение от температурных колебаний, механических и других повреждений, регулирует транспирацию, газообмен и внешнюю секрецию.

#

При сравнительном анализе листьев растений семейства Polygonaceae установлено, что их общим признаком является наличие:

*Раструба
Влагалища
Филлоидов
Усики
Колючек

Раструб – прилистники, сросшиеся в виде расширенной трубки или воронки вокруг основания междоузлия на стебле(например у видов сем.Polygonaceae.

#

При микроскопии продольного среза стебля льна на периферии центрального цилиндра обнаружены группы плотно сомкнутых прозенхимных клеток с заостренными концами и сильно утолщенной, слоистой, целлюлозной оболочкой, пронизанной косыми порами. Следовательно, это:

Пористые трахеиды
*Лубяные волокна
Волокнистые трахеиды
Коровые волокна
Древесинные волокна

Лубяные волокна – склеренхимные волокна, образующиеся в коре из флоэмных элементов осевых органов растения в виде тяжей или цилиндра. Каждый тяж представляет собой группу отдельных лубяных

клеток. обладающих высокими механическими свойствами, предопределяющими прочность коровой части стебля.

#

При обработке растительных клеток флороглюцином с концентрированной серной кислотой их оболочки приобрели малиново-красное окрашивание, что указывает на их:

Кутинизацию

Опробковение

Ослизнение

Минерализацию

*Одревеснение

Одревеснение – заключительный этап онтогенеза клеточной оболочки. Вследствие отложения лигни на клеточные стенки становятся жесткими и прочными.

#

Что питает зародыш покрытосеменных растений питательными веществами, унаследованными от обоих родителей?

Плодолистик

Гетероспория

Околоцветник

*Триплоидный эндосперм

Все перечисленное

Эндосперм – ткань в семени всех голосеменных и большинства покрытосеменных растений, в которой откладываются питательные вещества, необходимые для развития зародыша.

#

Изучая стебель, покрытый перидермой, исследователь убедился, что газообмен осуществляется через:

*Чечевички

Устьица

Поры

Пропускные клетки.

Гидатоды.

Чечевички – особые образования (в виде бугорков чечевицеобразной формы) во вторичной покровной ткани стеблей и корней растений, служащие для газообмена, обычно возникают на месте устьиц.

#

Семена льна используют в медицине как обволакивающее средство, благодаря способности вторичных оболочек к:

*Ослизненню

Гуммозу

Минерализации

Одеревенению

Окорковению

Ослизнение клеточных стенок – превращение полисахаридов оболочки клетки в высокомолекулярный углевод – слизь.

#

В каких клеточных элементах содержатся зелёные пигменты, с участием которых происходит фотосинтез?

Амилопласты

Хромопласты

*Хлоропласты

Протеопласты

Митохондрии

Хлоропласты – внутриклеточные органеллы растительной клетки – зеленые пластиды, в которых осуществляется процесс фотосинтеза.

#

При действии на срез семени подсолнечника раствора Судан III появилось розово-оранжевое окрашивание. Это свидетельствует о том, что в состав семени входит:

Крахмал

Белок

Инулин

Целлюлоза

*Жирное масло

Капли жирного масла окрашиваются Суданом III в розово-оранжевый цвет.

#

Микроскопия эпидермы листа ландыша майского показала, что устьица имеют четыре побочных клетки, из которых две боковые, две - полярные. В таком случае тип устьичного аппарата будет:

Аномоцитный

*Тетрацитный

Парацитный

Диацитный

Анизоцитный

Тетрацитный тип – устьице с четырьмя побочными клетками, из которых две – боковые, две – полярные (класс однодольные, редко-двудольные).

#

При микроскопическом анализе фрагментов корневища обнаружены центроксилемные проводящие пучки, наличие которых может свидетельствовать о принадлежности растения к:

Двухдольным

Голосеменным

Водорослям

*Папоротникам

Однодольным

Центроксилемные проводящие пучки характерны для папоротниковидных.

#

При рассмотрении под микроскопом кончика корешка хорошо виден внешний слой видоизменённых в продолговатые волоски клеток, которые выполняют защитную и всасывательную функции. Как называется эта внешняя ткань?

Эпидерма

Перидерма

Корка

*Эпиблема

Экзодерма

Эпиблема выполняет всасывающую и защитную функции, состоит из одного слоя тонкостенных, плотно сомкнутых клеток с корневыми волосками, не имеет устьиц, толстой кутикулы и трихом.

#

При микроскопическом анализе стебля обнаружено: покровная ткань - эпидерма, центральный осевой цилиндр- включает сердцевину и открытые проводящие пучки, расположенные по кругу на периферии стебля.

Определите тип строения данного стебля.

Пучковый первичный

*Пучковый вторичный-

Непучковый вторичный

Непучковый первичный

Переходной

Пучковый вторичный тип строения стебля характеризуется наличием постоянных коллатеральных или биколлатеральных пучков образованных сначала прокамбием, а затем - пучковым камбием.

#

#

Как называются структуры, с помощью которых происходит гуттация (капельное выделение воды и растворенных в ней солей из внутренних тканей листка на его поверхность) у растений, произрастающих во влажных местах

Желёзки

Осмофоры

Устьица

*Гидатоды

Трихомы

Гидатоды устьица, приспособленные для выделения растением капельножидкой влаги(гуттация); служат для пассивного выделения капельножидкой воды. Чаще встречаются у растений, обитающих во влажных условиях. –

#

Лист солнцелюбивого эвкалипта под эпидермой, покрытой кутикулой, содержит несколько рядов палисадной паренхимы. В центре листка находятся клетки губчатой паренхимы, в которых встречаются друзы оксалата кальция. Жилка листка имеет кристаллоносную обкладку из призматических кристаллов: К какому типу строения относится этот лист?

Дорсивентральный

Разносторонний

*Изолатеральный

Бифациальный

Радиальный

По анатомическому строению выделяют три типа листовых пластинок: дорсовентральный (разносторонний – к верху примикает палисадная хлоренхима к нижней эпидерме – губчатая); изолатеральный (равносторонний - к верхней и нижней эпидерме примикает палисадная хлоренхима);радиальный(центрический тип характерен игловидным листьям хвойных, складчатая хлоренхима).

#

#

В каких структурах листьев мяты перечной, шалфея лекарственного, душицы обыкновенной и других эфиромасличных растений семейства Lamiaceae содержится эфирное масло?,

Членистые млечники

*Железистые, трихомы

Нечленистые млечники

Схизогенные смоляные ходы

Гидатоды - водяные устьица

.

-Железистые трихомы -одноклеточные или многоклеточные образования на эпидермисе некоторых растений, часто заканчиваются головками, заполненными эфирными маслами.

#

#

При изучении растительной клетки под электронным микроскопом обнаружены структуры в виде стопки сплюснутых мембранных цистерн и пузырьков. Органоиды определены как

*Аппарат Гольджи

Эндоплазматический ретикулум

Митохондрии

Микротельца

Пластиды

Комплекс Гольджи – стопка уплощенных мембранных мешочков-цистерн, которые на одном конце стопки непрерывно образуются, а на другом – отщипываются в виде пузырьков. Стопки могут существовать в виде дискретных диктиосом. В цистернах происходит химическая модификация поступающих клеточных продуктов, в пузырьках – транспорт веществ. участвует в процессе секреции, синтеза, формировании лизосом, вакуолей, оболочки.

#

При микроскопическом исследовании стебля многолетнего растения определена покровная ткань вторичного происхождения, образовавшаяся в результате деятельности

Протодермы

*Феллогена

Прокамбия

Камбия

Перецикла

Феллоген или пробковый камбий образовательная ткань и производные феллогена – пробка и феллодерма.

#

Установлено, что сине-фиолетовая окраска лепестков исследуемого растения изменяется на розовую или бледно-розовую в зависимости от рН клеточного сока вакуолей, что обусловлено наличием

Ксантофилов

Фикобилинов

Каротинов

Хлорофиллов

*Антоцианов

Антоцианы – группа пигментов флавоноидной природы, содержащихся в клеточном соке многих растений и обуславливающих окраску цветков, плодов в синий, красный и фиолетовый цвета.

#

Среди предоставленных образцов наземных видоизменений побегов есть развивающееся из боковых почек в пазухах листьев или в соцветиях и обеспечивающая вегетативное размножение. Это

Наземные клубни

Кладодии

*Воздушные луковицы

Усики

Колючки

Луковички – образующиеся в пазухах листьев надземного побега.

Возникают из пазушных почек и служат для вегетативного размножения.

Иногда образуются в соцветиях.

#

На поверхностном микропрепарате листка среди основных эпидермальных клеток обнаружены попарно расположенные бобовидные клетки с хлоропластами, образующие

Гидатоду

*Устьице

Железку

Вместилище

Трихому

Устьице – микроскопическое отверстие в эпидермисе чаще всего хлорофиллоносных органов растений, соединяющее внутренние

межклетники органа с наружной средой, образованные двумя замыкающими(обычно бобовидными) клетками, оболочки которых специфически и неравномерно утолщены, что способствует открыванию и закрыванию устьицы.

#

Под микроскопом в поперечном срезе корня исследователь увидел ризодерму, экзодерму; мезодерму, эндодерму и центральный осевой цилиндр. Через какую зону прошел срез?

Корневой чехольчик

Зону всасывания

*Проводящую зону

Зону роста клеток

Зону деления клеток

Зона проведения и укрепления расположена выше зоны всасывания. она обеспечивает передвижение двух токов веществ, а также укрепление растения благодаря образованию боковых корней..в этой зоне у однодольных растений сохраняется первичное строение с небольшими изменениями. у двудольных и голосеменных в связи споявлением и деятельностью камбия и феллогена корень утолщается и приобретает вторичное анатомическое строение.

#

#

У побега апикальная почка рано прекращает своё развитие, а рост обеспечивают две боковые почки, размещённые супротивно под верхушкой. Такое ветвление побега:

Кущение

Моноподиальное

Неравнодихотомическое

*Равнодихотомическое

Ложнодихотомическое

Равнодихотомическое ветвление – при котором главная ось на верхушке разделяется на две, обычно одинаково развитые оси, а сама прекращает свой рост.

#

В перезревших сочных плодах произошло разрушение межклеточного вещества и разъединение клеток вследствие:

Гуммоза
Ослизнение
*Мацерация
Лигнификация
Минерализации

Мацерация - процесс разъединения растительных клеток в тканях или органах в результате ферментативного или химического растворения межклеточного вещества.

#

Побеги хмеля обвиваются вокруг опоры и поднимается вверх, значит они:

Ползучие
Прямостоящие
Цепкие
Лежащие
*Вьющиеся

Нередко растения, не обладающие достаточно развитой скелетной системой механических тканей, все же растут вверх. Весьма часто слабые побеги таких растений закручиваются вокруг какой-либо твердой опоры(вьющиеся). цепляются с помощью различного рода шипиков, крючков и присосок(цепляющиеся) или лазят, обвивая твердые опоры усиками(лазящие).

#

Изучая стебель, покрытый перидермой, исследователь убедился, что газообмен осуществляется через:

Гидатоды
*Чечевички
Устьица
Пропускные клетки
Поры

Чечевички – особые образования(в виде бугорков чечевицеобразной формы) во вторичной покровной ткани стеблей и корней растений, служащие для газообмена, обычно возникают на месте устьиц.

#

На поперечном срезе стебля тыквы хорошо заметны открытые проводящие пучки, имеющие два участка флоэмы – внешнюю и внутреннюю. Такие пучки относятся к ...

Радиальным
Центроксиленным
Коллатеральным
Центрофлоэмным
*Биколлатеральным

Биколлатеральные проводящие пучки – в которых к внутренней стороне ксилемы примыкает второй участок флоэмы.

#

При микроскопии стебля обнаружена комплексная ткань, состоящая из ситовидных трубок с клетками спутницами, лубяных волокон и лубяной паренхимы. Это ...

Ксилема
*Флоэма
Корка
Эпидерма
Перидерма

Флоэма – главная проводящая органические вещества ткань сосудистых растений, состоящая из ситовидных трубок с клетками-спутницами, значительного количества флоэмной паренхимы, лубяных волокон и склереид. Флоэмные элементы вторичного происхождения обычно называют лубом.

#

При микроанализе поперечных срезов трехлетнего стебля, в его внешней части обнаружены ряды плотно сомкнутых мертвых клеток с утолщенными, коричневыми оболочками, которые содержат суберин. Эта ткань:

Лириформ
Камбий
*Пробка
Хлоренхима
Колленхима

Пробка – наружный слой перидермы, вторичный покровной ткани растений. Образуется путем тангентального деления клеток пробкового камбия – феллогена.

#

Серцевина стебля с большими межклетниками, клетки паренхимные живые, с тонкой пористой оболочкой. Эта ткань ...

Механическая
Проводящая
*Основная
Образовательная
Покровная

Основная ткань, или паренхима, называется выполняющей, составляет основу органов и заполняет пространство между другими тканями.

#

Разрастание осевых органов в толщину обусловлено образовательной деятельностью ...

Эндодермы
Верхушечных меристем
Раневых меристем
Вставочных меристем
*Боковых меристем

Латеральные, или боковые, меристемы располагаются вдоль оси органов и обуславливают их утолщение.

#

#

Клетки мезофилла листа удлинённые, плотно сомкнутые, с тонкими прямыми стенками и большим количеством хлоропластов, значит хлоренхима ...

*Столбчатая
Запасающая
Рыхлая
Складчатая
Воздухоносная

Палисадная или столбчатая – ассимиляционная паренхима листа, состоящая из одного или нескольких слоев вытянутых перпендикулярно поверхности листа, выполняет основную фотосинтетическую деятельность.

#

При изучении срезов стебля *Tilia cordata* в коре выявлены тяжёлые волокна в составе ...

Серцевинных лучей
Пластинчатой колленхимы
*Твёрдого луба

Весенней древесины

Мягкого луба

Твердый луб – совокупность мертвых прозенхимных элементов коры стебля – лубяных волокон и склерейд с толстыми одревесневшими оболочками, образующимися из лубяной паренхимы.

#

В листьях исследуемого растения по центру проходит четко выраженная главная жилка, от которой равномерно отходят боковые жилки. Какое это жилкование?

Пальчатое Дуговое

*Перистое

Дихотомическое

Параллельное

Перистый лист – части которого расположены с обеих сторон по длине черешка. Различают перистолопастные листья, с лопастями цельной пластинки и перистосложные листья, из простых листочков на черешках.

#

#

Низходящий ток органических веществ от листьев ко всем органам растений обеспечивает:

*Ситовидные трубки

Лубяные волокна

Сосуды

Древесные волокна

Трахеиды

Ситовидные трубки – образуются из ряда вертикально расположенных клеток прокамбия или камбия. Они вытягиваются, а поперечные оболочки перфорируют, образуя ситовидные пластинки. Оболочки ситовидных трубок целлюлозные, протопласт сохраняется, но ядро и тонопласт разрушаются. Однако ситовидные трубки не отмирают, потому что рядом с ними находятся сопровождающие клетки, или клетки-спутницы. Это живые клетки с ядром, густой цитоплазмой и тонкой целлюлозной оболочкой. Они вырабатывают ферменты, поступающие в ситовидные трубки и обеспечивают их жизнедеятельность.

#

Земляная груша (топинамбур) размножается подземными видоизмененными побеговыми - ...

Усами

Корневищами

*Клубнями

Луковицами

Клубнелуковицами

Топинамбур – подземные органы клубни. Они большие, шаровидные, грушевидные, веретеновидные или яйцевидные, желто-белые, фиолетово-красные или серо-коричневые.

#

Листья дуба обыкновенного по форме и степени изрезанности листовой пластинки

Тройчато-раздельные

*Перисто-лопастные

Перисто-рассеченные

Пальчато-лопастные

Пальчато-раздельные

Листья дуба очередные, короткочерешковые, перисто-лопастные, лопасти неравные, тупые, цельные.

#

Диагностическим признаком листа крапивы является наличие в специализированных клетках-идиобластах паренхимы кристаллических включений карбоната кальция в форме ...

Кристаллического песка

Друз

*Цистолитов

Одиночных кристаллов

Рафид

Крапива двудомная . В эпидерме имеются клетки-литоцисты, содержащие цистолиты – сростки кристаллов карбоната кальция.

#

Оболочки клеток внутренней эпидермы околоплодника перца пронизаны порами. В смежных клетках цилиндрические поровые каналы совпадают по направлению и диаметру. Следовательно, эти поры ...

Окаймленные

Косые

Щелевидные

Ветвистые

**Прямые*

Поры околоплодника перца прямые, состоящие из порового отверстия и порового канала. Через поры оболочек проходят плазмодесмы – тончайшие цитоплазматические тяжи, соединяющие протопласты клеток и обеспечивающие обмен веществ.

#

Воздействие на микропрепарат раствора сернокислого анилина вызвало лимонно-желтое окрашивание клеточных оболочек механических тканей, что свидетельствует о наличии в них

Слизи

Суберина

**Лигнина*

Кутина

Минеральных веществ

Лигнин определяют с помощью качественных микрореакций: сернокислый анилин окрашивает одревесневшие оболочки в желтый цвет; флороглюцин с соляной кислотой вызывает розовое окрашивание.

#

В срезах корня девясила высокого (*Inula helenium*), выдержанных в 96% этаноле, в паренхиме появляются крупные, блестящие сферокристаллы

....

Слизи

Крахмала

Белка

**Инулина*

Жиров

Инулин – растворимый полисахарид, наряду с крахмалом, выполняет роль осморегулятора, антифриза. Его обнаруживают по фиолетовому окрашиванию альфа-нафтолом или действию 96% этанола – образуются сферокристаллы.

#

Устьица эпидермы листа вида семейства яснотковые имеют 2 побочные клетки, у которых примыкающие друг к другу(смежные) стороны перпендикулярны к устьичной щели. Значит , тип устьичного аппарата...

Парацитный

**Диацитный*

Анизоцитный

Аномоцитный

Тетрацитный

Семейство яснотковые – устьица диацитные.

#

Исследованиями установлено, что восходящий транспорт воды и растворенных минеральных веществ обеспечивают ...

*Сосуды и трахеиды

Ситовидные трубки

Древесные волокна

Уголковая колленхима

Лубяные волокна

Сосуды и трахеиды - восходящий ток, несущего от корня к наземным частям растения воду и растворы минеральных веществ.

#

В эпидерме листа растений семейства капустные устьичный аппарат включает три побочных клетки, из которых одна меньше, чем две другие, то есть по типу аппарат ...

Парацитный

Аномоцитный

Актиноцитный

Диацитный

*Анизоцитный

Анизоцитный тип – побочных клеток три, одна из которых отличается размером от других (класс двудольные, семейство капустные).

#

В корневище ландыша майского обнаружены проводящие пучки, в центре которых расположенная флоэма, а ксилема окружает .

Эти пучки...

Коллатеральные

Концентрические центроксилемные

Радиальные

*Концентрические центрофлоэмные

Биколлатеральные

Концентрические пучки закрытые. Центрофлоэмные пучки формируются чаще у однодольных растений (ландыш).

#

При микроанализе представленных корневищ в одном из них идентифицированы центроксилемные проводящие пучки. Следовательно, именно это корневище принадлежит ...

*Папоротнику мужскому

Лапчатке (класс двудольные)
Ландышу (класс однодольные)
Пырею (класс однодольные)
Мяте (класс двудольные)

Концентрические пучки закрытые. Центроксилемные пучки формируются у папоротниковидных.

#

Утолщение стебля осуществляется за счет функционирования...

Интеркалярных меристем

Апикальных меристем

Раневых меристем

*Латеральных меристем

Эндодермы

Латеральные, или боковые, меристемы располагаются вдоль оси органов и обуславливают их утолщение.

#

В клетках определяемой ткани ядро крупное, цитоплазма густая без вакуолей, митохондрии и рибосомы многочисленные, эндоплазматическая сеть слабо развита, пластиды в стадии пропластид, эргастические вещества отсутствуют. Эта ткань - ...

Пробка

*Меристема

Эндосперм

Перисперм

Эпидерма

Образовательные ткани, или меристемы, дают начало всем постоянным тканям, обеспечивают рост органов. Подразделяются в зависимости от происхождения на первичные и вторичные, а также по местоположению в теле растения.

#

Рассмотрена покровная ткань стебля древесного растения, представляющая собой совокупность перидерм. Следовательно, стебель защищает ...

Эпиблема

Эпидерма

*Корка

Ризодерма (Эпиблема)

Экзодерма

Корка формируется на стволах деревьев в результате многократного заложения и деятельности феллогена.

#

Эпидерма листа крапивы имеет крупные выросты, состоящие из многоклеточной подставки и ампулоподобной живой клетки с небольшой минерализованной головкой. В клеточном соке содержатся вещества, которые вызывают раздражение кожи. Эти выросты –

Железистые чешуйки

Кроющие волоски

Цепкие волоски

Эфирномасличные железки

*Жгучие эмергенцы

Жгучие эмергенцы крапивы имеют многоклеточную подставку и ампулоподобную клетку с минерализованной головкой в состав клеточного сока входит муравьиная кислота, гистамин, ацетилхолин, токсины и ферменты.

#

Микроскопия веточки показала наличие камбия, расположенного....

*Между лубом и древесиной

Под перидермой

Под первичной корой

Между ксилемой и сердцевинной

В центре стебля

Камбий – вторичная образовательная ткань. Расположен между древесиной и флоэмной зонами по всей длине стебля и корня в виде тонкого цилиндрического слоя клеток.

#

При определении типа и особенностей проводящих пучков осевых органов учтено взаимное расположение флоэмы и ксилемы, наличие обкладок и ...

Перидермы

Эпидермы

*Камбия

Перицикла

Феллогена

Камбий – вторичная образовательная ткань. Расположен между древесиной и флоэмной зонами по всей длине стебля и корня в виде тонкого цилиндрического слоя клеток. Образуется камбий из прокамбия, а

в корнях – из паренхимных клеток на границе протофлоэмы и протоксилемы с последующим срастанием отдельных прослоек в кольцо.

#

В растительном организме опорную и скелетную функцию обеспечивают ткани

Образовательные

Проводящие

Выделительные

Покровные

*Механические

Механические, скелетные, или опорные, ткани придают прочность растениям, обеспечивают положение в пространстве, предохраняют органы от разрыва, излома, растяжения, повреждения.

#

Утолщение корневищ двудольных растений происходит благодаря разрастанию запасавшей паренхимы и деятельности ...

Апекса

*Камбия и феллогена

Экзодермы

Эндодермы

Прокамбия

Камбий – вторичная образовательная ткань. Расположен между древесиной и флоэмной зонами по всей длине стебля и корня в виде тонкого цилиндрического слоя клеток. Образуется камбий из прокамбия, а в корнях – из паренхимных клеток на границе протофлоэмы и протоксилемы с последующим срастанием отдельных прослоек в кольцо.

Феллоген – пробковый камбий, вторичная образовательная ткань растений, клетки которой в результате деления образуют клетки пробки, или феллемы, отлагающиеся снаружy, и клетки особой паренхимы, или феллодермы, отлагающиеся во внутренней части ткани.

#

На срезе корнеплода свеклы выделяется несколько камбиальных колец, формирующих дополнительные проводящие пучки и запасавшую паренхиму. Это указывает, что строение ...

Переходное, монокамбиальное

Вторичное, монокамбиальное

Первичное, безкамбиальное

Первичное, монокамбиальное

*Вторичное, поликамбиальное

Поликамбиальность – образование нескольких камбиальных колец (одного за другим до 19) например , в корне свеклы. Камбиальные кольца образуются из клеток луба и перицикла.

#

В поперечном срезе стебля определены открытые биколлатеральные проводящие пучки, в которых флоэма расположена ...

Только кнаружи от ксилемы

*Кнаружи и кнутри от ксилемы

Только кнутри от ксилемы

Вокруг ксилемы

Между лучами ксилемы

Биколлатеральные пучки всегда открытые, с двумя участками флоэмы – внутренней и наружной, между которыми расположена ксилема. Камбий находится между наружной флоэмой и ксилемой.

Биколлатеральные сосудисто-волокнистые пучки характерны для представителей сем. тыквенные, пасленовые, кутровые и некоторые др.

#

При старении корнеплод редиса делается менее сочным, ксилема становится пористой и твердеет в результате значительного утолщения и одревеснения

Паренхимы

*Сосудов

Лубяных волокон

Ситовидных трубок

Клеток-спутниц

Отличительной особенностью утолщенных корней – корнеплодов – является значительное разрастание запасящей паренхимы у редиса в древесине.

#

Листья сорного злака – пырея ползучего прикрепляются к стеблю с помощью нижней пленчатой части линейной листовой пластинки, которая охватывает междоузлие, образуя ...

*Листовое влагалище

Черешок

Филлодий

Кладодий

Раструб

Основание листа у злаков разрастается и образует замкнутую или незамкнутую трубку, называемую листовым влагалищем.

#

При микроскопии первичной коры корня двудольного растения в зоне всасывания, выявлен слой клеток с линзовидными опробковевшими утолщениями радиальных оболочек – поясками Каспари. Это клетки ...

Мезодермы

Экзодермы

*Эндодермы

Перицикла

Камбия

Эндодерма – самый внутренний, обычно однорядный слой первичной коры, граничащий с центральным цилиндром, выполняющий опорно-пропускную функцию. Клетки эндодермы расположены плотно и характеризуются наличием на антиклинальных (т.е. перпендикулярных поверхности корня) клеточных стенках поясков Каспари. При дальнейшем развитии оболочки клеток кутинизируются, иногда пропитываются суберином, а иногда и лигнином – пояски Каспари. У однодольных утолщаются и опробковывают радиальные и внутренние тангентальные оболочки в виде буквы U. Среди этих мертвых клеток эндодермы напротив лучей ксилемы сохраняются живые пропускные клетки, по которым вода и растворы минеральных веществ проходят к сосудам.

#

Собраны кладодии (филлокладии), которые являются видоизменением

...

Корня

Листа

*Побега

Корневища

Цветка

Увеличивают фотосинтезирующую поверхность (листовидные уплощенные побеги – филлокладии и кладодии).

#

У представителей Lamiales пары листьев соседних узлов расположены во взаимно перпендикулярных плоскостях, то есть ...

Мутовчато

0-

Двурядно-супротивно

*Накрест-супротивно

Спирально

Скучно

*Для семейства яснотковые один из диагностических признаков
листья накрест супротивные.*

#

Для стеблей однодольных растений характерен определенный тип
сосудисто-волокнистых проводящих пучков, а именно, ...

Радиальный

Центроксилемные

Центрофлоэмный

Открытые коллатеральные

*Закрытые коллатеральные

Список литературы

1. Сербін А. Г. Фармацевтична ботаніка. Підручник / Сербін А. Г., Сіра Л. М., Слободянюк Т. О.; під редакцією Л. М. Сірої. – Вінниця : НОВА КНИГА, 2007. – 488 с.
2. Ткаченко Н. М. Ботаніка: Підручник / Ткаченко Н. М., Сербін А. Г. – Х.: Основа, 1997. – 432 с.
3. Медицинская ботаника = Botanique medicale = Medical botany: Учебник для студентов вузов / А. Г. Сербін, Л. М. Серая, Н. М. Ткаченко, Т. А. Слободянюк; Под общ. ред. Л. М. Серой. – Х.: Изд-во НфаУ: Золотые страницы, 2003 – 364 с.
4. Яковлев Г. П. Ботаника / Яковлев Г. П., Челомбитько В. А. Ботаника; Под ред. чл.-кор. РАН, профессора Р. В. Камелина. – СПб.: Спец. лит., СПХФА, 2001. – 680 с.
5. Атлас по анатомии растений (растительная клетка, ткани, органы) / А. Г. Сербін, Л. С. Карамазова, В. П. Руденко, Т. Н. Гонговая : Учеб. пособие для студ. высш.уч.заведений. – Х.: Колорит, 2006. – 86 с.
6. Ботаника в рисунках. Анатомия и морфология растений / В. П. Руденко, Т. Н. Гонговая, Л. М. Серая, В. П. Гапоненко, А. Г. Сербін. – Х. НфаУ. – 2007. – 65 с.
7. Варна М. М. Ботаніка. Терміни. Поняття. / Варна М. М. – К.: Видавничий центр «Академія», 1997. – 272 с.
8. Брайон О. В. Анатомія рослин: Підручник / Брайон О. В., Чикаленко В. Г. – К: Вища школа, 1992. – 272 с.
9. Лотова Л. И. Морфология и анатомия высших растений / Лотова Л. И. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 528 с.
10. Гулько Р. М. Словник лікарських рослин світової медицини / Гулько Р. М. – Л.: Ліга-Прес, 2005. – 506 с.
11. Эсау К. Анатомия растений: В 2 кн.: Пер. с англ. – М.: Мир, 1980. Кн. 1. – 218 с.; Кн. 2. – 558 с.
12. Мороз І.В., Гришко – Богменко Б.К. Ботаніка з основами екології. – Київ: Вища школа, 1994.- 240 с.