**Лекция. Строение растительной клетки. Клеточная оболочка. Запасные вещества и включения. Ядро.**

**План лекции.**

1. Строение и функции клеточной оболочки. Химический состав клеточной стенки.
2. Запасные вещества и включения.
3. Строение и функции ядра.
4. **Строение и функции клеточной оболочки. Химический состав клеточной стенки.**

***Клеточная стенка (оболочка)*** является производным протопласта, т.е. образуется в процессе его жизнедеятельности. Она придает клетке определенную форму, защищает протопласт и, противостоя внутриклеточному давлению, предотвращает разрыв клетки. Выполняя функции внутреннего скелета растения, стенки клеток придают его органам необходимую механическую прочность. Клеточные стенки хорошо пропускают солнечный свет, по ним легко перемещаются вода и растворенные в ней минеральные вещества. Между стенками соседних клеток находится срединная пластинка — пектиновая прослойка, которая, являясь, по сути, межклеточным веществом, скрепляет между собой стенки соседних клеток. В тех местах, где клеточные стенки соседних клеток не смыкаются, образуются заполненные водой межклетники.

В состав клеточной стенки входят полисахариды: пектины, гемицеллюлоза и целлюлоза. Очень длинные молекулы целлюлозы упорядоченно располагаются параллельно друг другу (по 40—60), образуя мицеллы. Мицеллы собраны в пучки — микрофибриллы, представляющие собой основную структурную единицу целлюлозы. Микрофибриллы в свою очередь объединены в макрофибриллы — очень тонкие волокна неопределенной длины. Макрофибриллы целлюлозы погружены в сильнообводненный матрикс, состоящий из пектинов, гемицеллюлоз и некоторых других веществ. Прочность клеточной стенке придают эластичные микрофибриллы целлюлозы, которые по прочности на разрыв близки к стали. Прочность и эластичность клеточной стенки лежат в основе ее способности обратимо растягиваться. Благодаря пектинам и гемицеллюлозе клеточная стенка высокопроницаема для воды — вода и растворенные в ней вещества легко передвигаются по ней от клетки к клетке.

Рост клеточной стенки осуществляется за счет ферментативной деятельности плазмалеммы. Стенки делящихся и растущих клеток называют первичными. Они содержат много воды (60-90%), в их сухом веществе преобладают пектины и гемицеллюлоза — целлюлозы в нем не более 30%. При делении клетки в телофазе митоза происходит разделение материнской клетки на две дочерние в результате формирования в ее экваториальной плоскости перегородки — срединной пластинки. С двух сторон от срединной пластинки каждая из двух дочерних клеток начинает создавать свою первичную клеточную стенку. Рост срединной пластинки и первичных стенок двух дочерних клеток идет в центробежном направлении — от центра материнской клетки к ее периферии. Срединная пластинка очень тонкая и состоит из пектина. Образовавшаяся в результате деления новая клетка начинает расти, при этом объем ее может увеличиваться в 100 и более раз. Рост клетки идет в основном путем растяжения за счет поглощения воды и увеличения объема вакуолей. Возникающее внутреннее давление растягивает первичную стенку, в которую легко внедряются мицеллы целлюлозы, пектины и гемицеллюлоза.

В первичной клеточной стенке изначально имеются более тонкие участки, где фибриллы целлюлозы располагаются более рыхло. Здесь из одной клетки в другую проходят канальцы эндоплазматического ретикулума — плазмодесмы. Пути, которыми плазмодесмы проходят из одной клетки в другую, называют плазмодесменными канальцами. Через эти канальцы соединяются между собой и гиалоплазмы соседних клеток. По плазмодесмам осуществляется межклеточный транспорт веществ (гормонов, аминокислот, АТФ, сахаров и др). После завершения роста клетки ее стенка может оставаться тонкой первичной (у клеток образовательных тканей) или начинать расти в толщину (у клеток постоянных тканей). Рост клеточной стенки в толщину называется вторичным утолщением.

Вторичная клеточная стенка выполняет в основном опорные, механические функции. В ее составе значительно меньше воды, чем в первичной, а в сухом веществе преобладает целлюлоза (до 50%). Например, во вторичных стенках одноклеточных волосков хлопчатника и лубяных волокон льна содержание целлюлозы может достигать 95%.

**Видоизменения клеточной стенки.** В зависимости от выполняемых клеткой функций ее стенка может видоизменяться благодаря отложению в ней каких-либо веществ. Обычные ее видоизменения: *одревеснение, опробковение, кутинизация, минерализация и ослизнение.*

*Одревеснение* клеточной стенки происходит в результате отложения в межмицеллярные промежутки лигнина — вещества ароматической природы со сложным химическим строением. Прочность и твердость стенки при этом возрастают, но эластичность ее уменьшается. Одревесневшие стенки способны пропускать воду и воздух. При одревесневшей клеточной стенке протопласт клетки может оставаться живым, но обычно отмирает. У некоторых древесных растений в древесине накапливается до 30% лигнина. Лигнин может накапливаться и в стенках клеток стареющих побегов трав, что значительно снижает их кормовую ценность и определяет сроки заготовки сена. В процессе получения из древесины целлюлозной массы, необходимой для производства бумаги, проводят искусственное раздревеснение. Естественное раздревеснение клеточной стенки возможно, но встречается редко.

*Опробковение* — отложение в клеточную стенку стойкого жироподобного аморфного вещества суберина. Опробковевшие стенки клетки непроницаемы для газов и воды, что вызывает гибель протопласта. Клетки с опробковевшими стенками надежно защищают растения от потери воды, экстремальных температур, патогенных бактерий и грибов.

*Кутинизация* — отложение в стенках клеток кутина (вещества, близкого по химическому составу к суберину). Кутин обычно откладывается в поверхностных слоях наружных стенок клеток и на их поверхности. В виде пленки — кутикулы — он покрывает, например, поверхность клеток покровной ткани — эпидермы. Минерализация стенки клетки происходит благодаря отложению в ней солей кальция и кремнезема. Эти вещества придают стенке твердость и хрупкость. Особенно хорошо выражен процесс минерализации в стенках клеток эпидермы побегов злаков, осок, хвощей. По этой причине побеги осок и злаков рекомендуется скашивать до их цветения — позднее из-за сильной минерализации они грубеют, что снижает качество сена.

*Ослизнение* — превращение целлюлозы и пектинов клеточной стенки в особые полисахариды — слизи и камеди, способные к сильному набуханию при соприкосновении с водой. Ослизнение стенки наблюдается у клеток кожуры семян, например у айвы, льна, огурца, подорожника. Клейкая слизь может способствовать распространению семян (подорожник); при прорастании семян слизь, поглощая и удерживая воду, защищает их от высыхания. В корневом чехлике слизи играют роль смазки, облегчающей прохождение корня между комочками почвы. Слизи и камеди могут образовываться в значительных количествах при растворении клеточных стенок вследствие их повреждения. У вишни и сливы часто наблюдается выделение камеди при повреждении ветвей и стволов. Так называемый вишневый клей представляет собой застывающую в виде наплывов камедь, которая покрывает поверхность ран, морозобоин, предотвращая проникновение в них инфекции.

Так как вторичные клеточные стенки выполняют роль внутреннего скелета растения, придавая необходимую прочность его органам (что особенно актуально для наземных растений), часто они способны значительно утолщаться — локально или полностью — с целью придания большей прочности ткани, а значит, и органу растения. Утолщение стенки клетки происходит за счет отложения целлюлозы. Функции клеток часто выполняются исключительно их стенками, так как протопласты клеток отмирают. Это касается клеток пробки, трахеид, члеников сосудов, волокон механической ткани. Древесина, занимающая большую часть огромных стволов деревьев, состоит, например, в основном из одревесневших стенок клеток, протопласты которых давно отмерли.

Клеточные стенки играют большую роль в нашей жизни. Из них получают текстильное сырье (волоски семян хлопчатника, волокна льна и др.) и сырье для получения канатов и веревок (волокна конопли, канатника, сизаля и др.). Целлюлоза, извлекаемая из клеточных стенок, идет на изготовление бумаги (древесина ели, осины), ацетатного шелка, вискозы, пластмасс, целлофана и многого другого. Ткань, состоящая из мертвых клеток с опробковевшими стенками, — пробка издавна используется как ценный водо- и воздухонепроницаемый теплоизоляционный материал и находит все более широкое применение в современном строительстве.

1. **Запасные вещества и включения.**

У растений в отличие от животных нет специализированных органов выделения. Поэтому каждой клетке растительного организма приходится хранить в себе (в гиалоплазме, органеллах, вакуоли и даже клеточной стенке) все продукты обмена веществ: как временно выведенные из обмена (запасные вещества), так и конечные его продукты (ненужные «отбросы»). Избыточное накопление таких веществ сопровождается их отложением в аморфном виде или в виде кристаллов — *клеточных включений.* Запасные питательные вещества — продукты первичного обмена, все остальные — вторичного. Запасные питательные вещества откладываются в клетке в виде крахмальных и белковых зерен, капель жира. Как правило, они накапливаются в клетках запасающих тканей плодов, семян, корневищ, побеговых и корневых клубней, луковиц, клубнелуковиц.

Основное запасное вещество растений — *крахмал.* Он запасается во всех органах растений. Легко расщепляясь до растворимых в воде сахаров, которые в виде раствора могут перемещаться по всему растению, крахмал широко используется растением для синтеза других органических веществ и как источник энергии. Различают ассимиляционный (первичный) и запасной (вторичный) крахмал. Первичный крахмал синтезируется в хлоропластах из молекул глюкозы, запасной — откладывается в лейкопластах в виде крахмальных зерен. Выделяют три типа крахмальных зерен: простые, полусложные и сложные. В простых зернах — один центр крахмалообразования, вокруг которого откладываются слои крахмала. В полусложных зернах несколько центров, вокруг каждого из которых образуются сначала индивидуальные слои крахмала, а позднее — общие. В сложных зернах каждый центр имеет только свои слои крахмала — общих нет. Простые крахмальные зерна типичны для кукурузы, пшеницы, ржи; сложные — для гречихи, овса, риса. Особенно большое значение в жизни человека играет крахмал, содержащийся в зерновках злаков (кукуруза, пшеница, рис, рожь), запасающих тканях клубней картофеля и батата.

*Жиры (липиды)* — второй по значимости для растений тип запасающих веществ. Будучи вдвое калорийнее белков и углеводов, они представляют наиболее энергетически эффективную (выгодную) группу органических веществ и преобладают в клетках запасающих тканей относительно мелких органов растения — семян, реже — плодов. Жиры как основное запасное вещество содержатся в семенах растений подавляющего числа видов (около 90%) покрытосеменных растений. Например, семена арахиса могут содержать более 40% масел от массы сухого вещества, подсолнечника — более 50%, клещевины — более 60%. В плодах маслины доля масла может достигать 50%. Жиры откладываются в цитоплазме, как правило, в виде липидных капель, которые иногда рассматривают как одномембранные органеллы и называют в этом случае сферосомами. Могут они откладываться и в лейкопластах.

Во время прорастания семян жиры гидролизуются с образованием растворимых углеводов, необходимых для развития проростка. Из семян получают основную массу растительных масел, многие из которых используются как пищевые: подсолнечное, кукурузное, льняное, горчичное, конопляное. Особо высоко ценится масло, извлекаемое из плодов маслины, — оливковое масло.

*Запасные белки (протеины)* обычно встречаются в виде алейроновых зерен. Алейроновые зерна имеют разную форму и размеры (от 0,2 до 20 мкм) и представляют собой многочисленные мелкие высохшие вакуоли, заполненные белками, находящимися в аморфной и кристаллической формах.

**Продукты вторичного обмена.** Часть конечных продуктов обмена веществ может накапливаться в специализированных клетках или в особых вместилищах. Среди них наиболее распространены эфирные масла, смолы, оксалат кальция и др.

*Эфирные масла* представляют собой смесь органических безазотистых летучих соединений (терпенов и их производных — альдегидов, кетонов, спиртов и др.). Они содержатся в тканях цветков, листьев, семян, плодов, не участвуя в обмене веществ. Насчитывают около 3 тыс. видов растений, образующих эфирные масла. Многие из них используют в медицине, косметологии, парфюмерной промышленности. Особо высоко ценятся эфирные масла лаванды, розы, мяты, цитрусовых растений и др.

*Смолы* — комплексные соединения, накапливающиеся в виде капель в цитоплазме или клеточном соке. Они могут выделяться и за пределы клеток. Будучи непроницаемыми для воды и обладая антисептическими свойствами, смолы выполняют функции защиты растения, покрывая иногда поверхности его органов. Растительные смолы используют в промышленности и медицине. Особо ценится окаменевшая смола вымерших хвойных растений — янтарь.

Оксалат кальция кристаллизуется в клеточном соке. В отличие от кристаллов органических веществ он уже не включается в обмен веществ, а является его конечным продуктом. Образуя оксалат кальция, растение выводит из обменных процессов излишки кальция. Кристаллы оксалата кальция представлены: одиночными многогранниками (сухие чешуи луковицы лука), рафидами — пучками мелких игольчатых кристаллов (листья винограда), друзами — шаровидными структурами, образованными сросшимися кристаллами (корневище ревеня, клубень батата), кристаллическим песком (листья пасленовых).

**3. Строение и функции ядра.**

*Ядро* — центральная органелла клетки, регулирующая все процессы ее жизнедеятельности. В ядре находится и воспроизводится наследственная информация, зашифрованная в хромосомах и определяющая все признаки не только клетки, но и всего организма в целом. Ядро контролирует работу всех органелл клетки, определяет интенсивность и направление проходящего в ней обмена веществ. Вся жизнь клетки зависит от состава и количества ферментов. Так как все ферменты — белки, то передача наследственных признаков и свойств от клетки к клетке заключается в передаче сведений именно о тех белках, которые клетке придется синтезировать в ее жизни. Среди органелл клетки полуавтономны лишь митохондрии и пластиды, способные выполнять часть своих функций независимо от ядра. При удалении ядра клетка погибает. Обычно в клетке находится только одно, окруженное цитоплазмой ядро. Размер его зависит от типа клетки, вида растения и варьируется в пределах 10-25 мкм. Наиболее крупные ядра у делящихся клеток образовательных тканей. Ядро, как и цитоплазма, представляет собой коллоидную систему, но более вязкой консистенции. По химическому составу оно значительно отличается от других органелл клетки очень высоким (15-30%) содержанием ДНК. Ядро содержит 99% ДНК клетки. В нем находятся также рибонуклеиновые кислоты. Рибосомальная РНК (рРНК) входит в состав ядрышка и образующихся в ядре субъединиц рибосом. Информационная РНК (иРНК) несет информацию о строении молекул белков клетки. Функция также синтезируемой в ядре транспортной РНК (тРНК) — доставка аминокислот, необходимых для синтеза молекулы белка. В ядре много белков, с которыми ДНК образует соединения — дезоксирибонуклеопротеиды.

Строение ядра одинаково у всех ядерных организмов. Оно состоит из ядерной оболочки, ядерного сока, ядрышка и хроматина.

***Ядерная оболочка*** состоит из двух мембран, между которыми находится пространство, заполненное матриксом. Внешняя мембрана ядерной оболочки, к которой часто прикрепляются рибосомы, соединена с канальцами ЭР, благодаря чему ядро оказывается связанным не только с цитоплазмой, но и с другими клетками. Ядерная оболочка не сплошная, а прерывистая — в ней есть ядерные поры. Эти поры могут открываться и закрываться, регулируя связь между ядром и цитоплазмой. Число открытых пор зависит от интенсивности процессов синтеза, происходящих в клетке.

***Ядерный сок*** — активный компонент ядра, в котором осуществляется деятельность остальных компонентов ядра. Это прозрачный коллоидный раствор, содержащий ферменты, необходимые для синтеза всех трех видов PHК, а также для образования субъединиц рибосом.

***Ядрышко*** — плотное сферическое тельце, обычно образующееся в области вторичной перетяжки спутничных хромосом. В ядре содержится от одного до нескольких ядрышек диаметром 1—3 мкм. Размеры ядрышек зависят от интенсивности процесса биосинтеза белков. Главная функция ядрышка — синтез рРНК. Соединяясь с белками, поступающими из гиалоплазмы, рРНК образует субъединицы рибосом, которые через поры в ядерной оболочке перемещаются в цитоплазму, где из них на молекулах иPHК происходит самосборка рибосом. Таким образом, ядрышки играют немаловажную роль в биосинтезе белков клетки. При делении клетки, когда хроматин трансформируется в хромосомы, ядрышки распадаются, а после окончания деления формируются вновь.

***Хроматин***  — это деспирализованная форма существования хромосом в неделящемся ядре. Его химическую основу составляет *дезоксирибонуклеопротеин* - комплекс ДНК с белками. Хроматин ядра имеет определенную пространственную организацию, характеризующуюся его компактизацией или спирализацией. Необходимость компактизации хроматина определяется большой длиной молекулы ДНК. Скручивание дезоксирибонуклеопротеинов в спираль позволяет размещаться в ядре очень длинным (до 2 см) молекулам ДНК.

Таким образом, хроматин — это особая форма существования хромосом, их функционально активная форма. Хромосомы можно наблюдать в клетке лишь во время ее деления, когда происходит спирализация нитей (фибрилл) хроматина, в результате чего хромосомы утолщаются, укорачиваются и становятся хорошо заметными. Этот процесс начинается в профазе и достигает своей максимальной выраженности в метафазе митоза.

Число, величина и форма хромосом в ядрах клеток являются важнейшими генетическими признаками каждого вида. Набор хромосом клеток организма конкретного вида называется *кариотипом* (греч. karyon –ядро и typos – образец).

В соматических клетках хромосомы обычно представлены парами, в половых клетках они не парны. Двойной набор хромосом в соматических клетках называют *диплоидным* (2n), одинарный набор хромосом в половых клетках – гаплоидным (n). Например, в половых клетках пшеницы по 14 хромосом, а соматических — 28; у земляники лесной в гаметах по семь хромосом, а в клетках тела — по 14.

Хромосомы каждой пары одинаковы по величине, форме, составу и порядку расположения генов. Такие парные хромосомы называют *гомологичными хромосомами.* Хромосомы разных парразличаются между собой по ряду признаков. Их называют *негомологичными хромосомами.*

***Контрольные вопросы и задания***

1. *Каково строение и функции клеточной стенки? 2. Дайте краткую характеристику таким видоизменениям клеточной стенки как одревеснение, опробковение, кутинизация, минерализация и ослизнение. 3. Назовите основное запасное вещество растений. 4. Какие конечные продукты обмена веществ в растении вам известны? 5. Что такое ядро клетки? Каково его строение и функции?*

***Литература***

1. *Билич Г.Л. Биология. Полный курс. В 3-х т. Том 2. Ботаника/Г.Л. Билич, В.А. Крыжановский.-М.: ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004.-544 с.*
2. *Биология. Современный курс / Под ред. А.Ф. Никитина.- СПб.: СпецЛит, 2005. – 480 с.*
3. *Коровкин О.А. Ботаника - М.: КНОРУС, 2016.- 434 с.*