Задание 1

*Клеточная оболочка, её структура, физические, химические свойства. Поры, плазмодесмы, вторичные изменения клеточной оболочки.*

Наличие клеточной оболочки более чем все другие признаки отличает растения от животных. Например, простейшие жгутиковые, покрытые оболочкой, причисляют к примитивным растениям (Protophyta), а голые жгутиковые к примитивным животным (Protozoa). У низших растений голыми являются лишь репродуктивные клетки, а клетки, составляющие вегетативное тело, имеют клеточные стенки. У высших растений клеточной стенкой обладают даже гаметы: как яйцеклетка, так и пыльцевая трубка.

Клеточная оболочка окружает собственно клетку со всех сторон и служит связующим звеном между ней и соседними клетками, обеспечивая, таким образом, единство и целостность всего растительного организма. В жестких оболочках растительных клеток образуются каналы, в которых располагаются тончайшие тяжи цитоплазмы - плазмодесмы. Благодаря этому, осуществляются межклеточные взаимодействия. Иными словами, у растений клеточные оболочки призваны обеспечивать те функции, которые у животных выполняют скелет, кожа и система кровообращения (т.е. опорную, защитную и транспортную.) Не удивительно поэтому, что в ходе эволюции у растений возникли весьма разнообразные по структуре и химическому составу типы клеточных стенок. Собственно говоря, растительные клетки во многом различают и классифицируют именно по форме и природе клеточных стенок.

Оболочка, как правило, бесцветна и прозрачна. Она легко пропускает солнечный свет. Оболочки соседних клеток как бы сцементированы межклеточными веществами, образующими так называемую срединную пластинку. Вследствие этого соседние клетки оказываются отделёнными друг от друга стенкой, образованной двумя оболочками и срединной пластинкой. Это и даёт основание называть оболочку также клеточной стенкой.

Клеточная стенка растительных клеток состоит, главным образом, из полисахаридов. Оболочку эмбриональных тканей и клеток, растущих растяжением, называют первичной. В этот период оболочка достаточно эластична. После прекращения роста клетки изнутри на первичную клеточную стенку начинают откладываться новые слои и образуется вторичная клеточная стенка, придающая клетке жёсткость и прочность.

Все компоненты, входящие в состав клеточной стенки, можно разделить на 4 группы:

 Структурные компоненты, представленные целлюлозой у большинства автотрофных растений, хитином (грибы), глюканом (дрожжи), манналом и ксиланом (водоросли).

 Компоненты матрикса, т.е. основного вещества, наполнителя оболочки - гемицеллюлозы, белки, липиды.

 Компоненты, инкрустирующие клеточную стенку, (т.е. откладывающиеся и выстилающие её изнутри) - лигнин и суберин.

 Компоненты, адкрустирующие стенку, т.е. откладывающиеся на её поверхности, - кутин, воск.

Основной структурный компонент оболочки - целлюлоза представлена длинными неразветвленными полимерными молекулами, состоящими из 1000-11000 остатков -D глюкозы, соединённых между собой гликозидными связями. Наличие гликозидных связей создаёт возможность образования поперечных стивок.

Благодаря этому, длинные и тонкие молекулы целлюлозы объединяются в элементарные фибриллы или мицеллы. Каждая мицелла состоит из 60-100 параллельно расположенных цепей целлюлозы.

Мицеллы сотнями группируются в мицеллярные ряды и составляют микрофибриллы диаметром 10-25 нм. Целлюлоза обладает кристаллическими свойствами благодаря упорядоченному расположению мицелл в микрофибриллах.

Микрофибриллы, в свою очередь, перевиваются между собой как пряди в канате и объединяются в макрофибриллы. Макрофибриллы имеют толщину около 0,5 мкм и могут достигать в длину 4 мкм. Они так же прочны, как равная им по толщине стальная проволока.

Целлюлоза относится к индиферентным веществам: она не обладает ни кислыми, ни щелочными свойствами. По отношению к тепловым воздействиям она достаточно стойка и может быть нагрета без разложения до температуры 200 градусов.

Многие из важных свойств целлюлозы обусловлены её высокой стойкостью отношению к ферментам и химическим реагентам. Она не растворима в воде, в спирте, в эфире и в других нейтральных растворителях; не растворяется и в кислотах и щелочах.

Если целлюлоза и растворяется при известных условиях под действием и щелочей, то это растворение сопровождается сильным разрушением её организации. Без разрушения мицелл целлюлоза может быть растворена в реактиве Швейцера (аммиачном растворе окиси меди), при этом целлюлоза превращается в гель с беспорядочным расположением молекул. Такой гель более гигроскопичен и легче окрашивается, чем природная целлюлоза.

При кратковременной и осторожной обработке целлюлозы серной кислотой образуется амилоид, представляющий по некоторым свойствам нечто промежуточное между клетчаткой и крахмалом: по консистенции амилоид подобен клейстеру. Приготовление "пергаментной бумаги", не пропускающей масла, основано именно на этом принципе. Листы бумаги погружаются на очень короткое время в серную кислоту, затем отмываются и высушиваются, при этом тонкий верхний слой бумаги превращается в непромокаемый для жиров амилоид.

Действием азотной кислоты могут быть получены нитроцеллюлозы. Нитроцеллюлозы находят обширное применение в технике: они используются для изготовления шёлка, пороха, лаков, красок пластмасс.

Целлюлоза, пожалуй, самый распространенный вид органических макромолекул на Земле. Она составляет основу питания многих гетеротрофных организмов. Целлюлоза разрушается действием определенных ферментов, содержащихся в теле некоторых низших растений, грибов, животных. Например, грибы - домовой гриб и трутовики, используя клетчатку живых деревьев или построек, разрушают целлюлозу. Термиты способны переваривать целлюлозу, благодаря наличию в их пищеварительном тракте простейших, энзимы которых перерабатывают клетчатку в вещества, усваиваемые термитами. В пищеварительном аппарате крупных травоядных животных содержится целая микрофлора организмов, подготавливающих клетчатку к усвоению.

Микрофибриллы оболочки погружены в амморфный пластичный гель - матрикс. Матрикс является наполнителем оболочки. В состав матрикса входят полисахариды, называемые гемицеллюлозами и пектиновыми веществами. На долю гемицеллюлоз приходится около 30-40 % сухого веса клетчатых стенок.

По строению гемицеллюлозы напоминают целлюлозу и крахмал (это тоже полимеры); их цепи состоят из остатков гексоз либо пентоз, связанных кислородными мостиками. Но если молекулы целлюлозы насчитывают в своём составе от 1000 до 10000 мономеров, то цепочки гемицеллюлоз состоят из 150-300 молекул мономеров. Они значительно короче. Именно поэтому гемицеллюлозы нередко называют полуклетчатками. Основными гексозами гемицеллюлоз являются D-глюкоза и D-галактоза; пентозами - L-ксилоза и L-арабиноза.

По отношению и химическим агентам гемицеллюлозы гораздо менее стойки, чем целлюлоза: они растворяются в слабых щелочах без подогревания; гидролизуются с образованием сахаров в слабых растворах кислот; растворяются полуклетчатки и в глицерине при температуре 300 градусов.

Гемицеллюлозы в теле растений играют:

 механическую роль, участвуя наряду с целлюлозой и другими веществами в построении клетчатых стенок.

 роль запасных веществ, отлагающихся, а затем расходующихся. При этом функцию запасного материала несут преимущественно гексозы; а гемицеллюлозы с механической функцией обычно состоят из пектоз. В качестве запасных питательных веществ гемицеллюлозы отлагаются также в семенах многих растений, особенно у однодольных, например, в клеточных стенках эндосперма многих пальм (в частности финиковой пальмы).

Пектиновые вещества имеют довольно сложный химический состав и строение. Химики определяют их, как кальциевые-магниевые соли полимерной  -D галактуроновой кислоты, соединённые  -1,4-связями, т.е. мономером является галактуроновая кислота. Характерная особенность: пектиновые вещества сильно набухают в воде, а некоторые даже в ней растворяются. Легко они разрушаются и под действием щелочей и кислот.

Все клеточные стенки на ранней стадии развития почти нацело состоят из пектиновых веществ.

Межклеточное вещество срединной пластинки, как бы цементирующее оболочки смежных стенок, состоит обычно из пектиновых веществ, главным образом из пектата кальция. Пектиновые вещества, хотя и в небольших количествах, имеются в основной толщине и взрослых клеток.

В состав матрикса клеточных стенок помимо углеводных компонентов входит также структурный белок, называемый экстенсином. Он является гликопротеином, углеводная часть которого представлена остатками сахара арабинозы.

Клеточная стенка, как мы видели, построена из немногих основных компонентов. Применение химических методов анализа позволило выявить, что:

 соседние цепи целлюлозы в микро - и макрофибриллах связаны водородными связями;

 молекулы гемицеллюлозы прикреплены к поверхности целлюлозных микрофибрилл также водородными связями;

 некоторые молекулы гемицеллюлозы связаны с молекулами кислого пектина через молекулы нейтрального пектина; сами пектиновые полимеры сшиваются между собой ионами кальция (Ca);

 гликопротеины вероятно присоединены к молекулам пектина;

 существуют ковалентные связи между лигнином и целлюлозой.

Таким образом, согласно этой модели, клеточную стенку можно рассматривать как единую гигантскую макромолекулу.

Протопласты соседних клеток связаны между собой тонкими нитями цитоплазмы - плазмодесмами. Эти структуры присущи только растительным клеткам.

В нормальном состоянии плазмодесмы невидимы в световой микроскоп, однако, если стимулировать набухание оболочки плазмодесмы, становятся заметными, поэтому выявлены и описаны они были уже достаточно давно. Хотя детали строения плазмодесм изучены сравнительно недавно с помощью электронного микроскопа.

Под электронным микроскопом плазмодесмы выглядят как узкие каналы (диаметром от 30 до 60 нм), выстланные плазматической мембраной. По оси канала из одной клетки в другую тянется цилиндрическая трубочка меньшего размера - десмотрубочка, которая сообщается с эндоплазматическим ретикулом обеих смежных клеток.

Десмотрубка напоминает цитоплазматические микротрубочки или жгутики простейших. Она состоит из 11 спирально расположенных белковых субъедениц.

Вокруг десмотрубки локализируется цитоплазма, которая во многих типах плазмодесм непосредственно не соединяется с цитоплазмой клеток.

В плазмодесмах обнаружена АТФ - азная активность.

Наличие плазмодесм обеспечивает непрерывность цитоплазмы клеток, составляющих органы и ткани. Такая непрерывная система называется симпласт.

Кроме того, за счёт плазмодесм обеспечивается единство эндоплазматической сети, переходящей из клетки в клетку. Единая эндоплазматическая сеть получила название эндопласт.

Таким образом, выделяется три непрерывных компартмента в растительных тканях - это:

 единая цитоплазма - симпласт,

 непрерывный ретикулум - эндопласт

 соприкасающиеся между собой клеточные стенки, вместе с межклетниками составляют непрерывную систему - апопласт.