

## **Клетка**

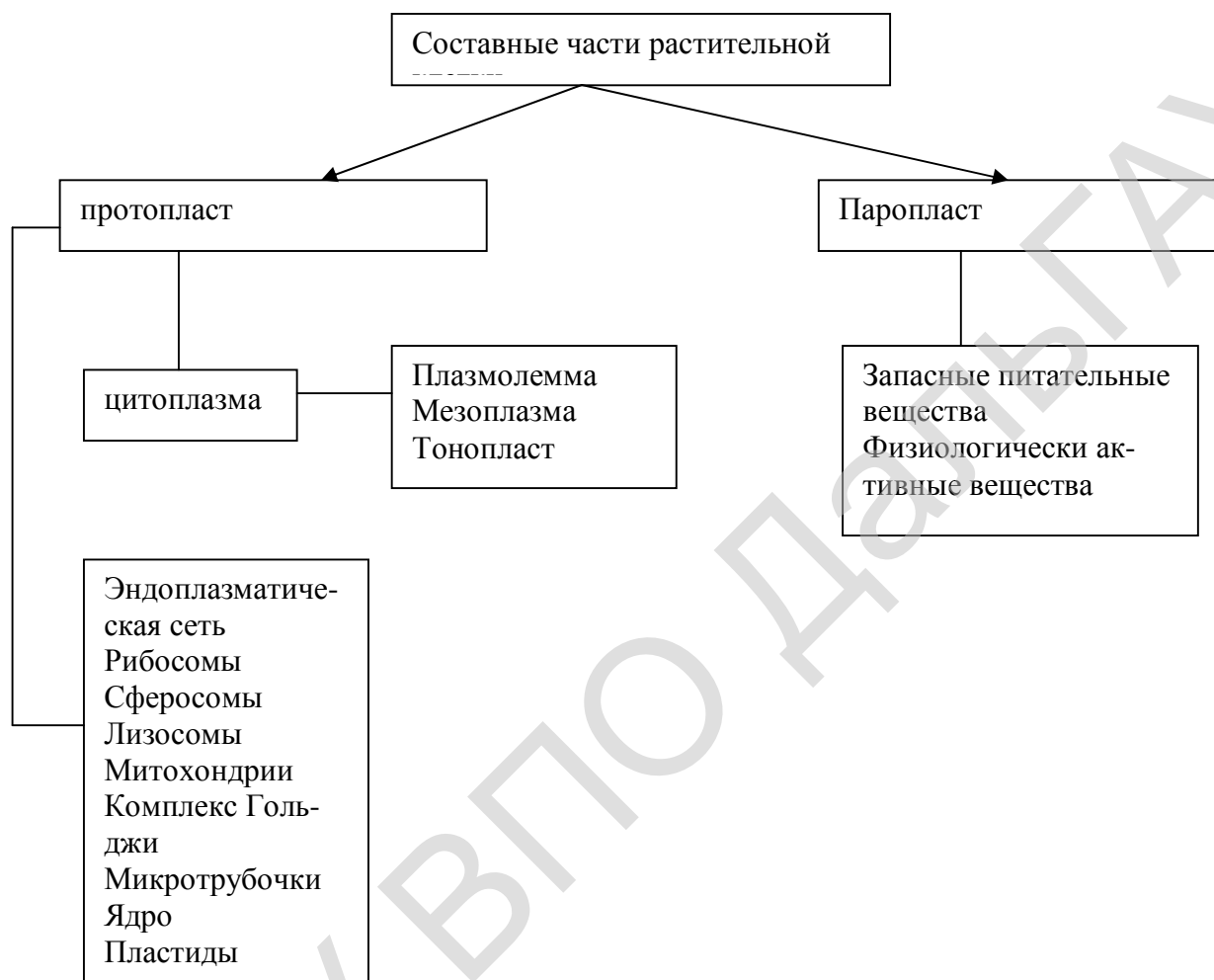
Клетка – наименьшая структурная и биологическая единица живой материи. Ей присущи все жизненные свойства – питание, рост, раздражимость, размножение, наследственность. В клетке протекают сложнейшие биохимические процессы. Одноклеточные организмы представляют собой свободноживущие клетки, приспособленные к выполнению всех жизненно необходимых функций. У многоклеточных организмов клетки, как правило, специализируются на выполнении какой-нибудь одной функции и приобретают характерные особенности строения.

Первым исследователем, увидевшим клетки, стал английский физик Роберт Гук (1635-1703). Рассматривая тонкий срез пробки, он обнаружил множество мелких полостей, которые он назвал клетками. Позже М. Мальпиги (1628-1694) и Н. Грю (1641-1712) описали клеточное строение различных органов растений – стеблей, корней, листьев и др. Голландский ученый Левенгук (1632-1723) впервые увидел отдельные свободно живущие клетки, открыв мир простейших одноклеточных организмов. В некоторых клетках он открыл зеленые тельца, которые назвал пластидами. В 1838 году Т. Шванн доказал, что клеточное строение характерно для всех живых организмов и является общей структурной особенностью их тела.

Со второй половины 19 века начинается современный период в изучении клетки. Предметом исследований становится не только ее строение, но и протекающие в ней биохимические процессы. В конце 19 века выделяется самостоятельная наука о клетке - цитология.

### **Строение клетки**

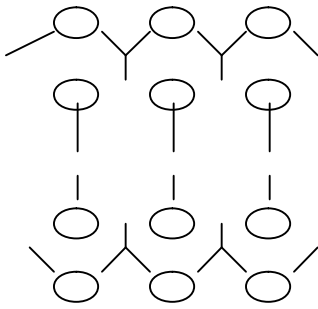
Особенностью растительной клетки является плотная оболочка, в которой заключено внутреннее содержимое. В содержимом клетки выделяют протопласт – живое содержимое клетки и паропласт – неживые внутриклеточные включения.



**Протопласт.** В состав протопласта входят клеточные органоиды - цитоплазма, ЭПС, рибосомы, митохондрии, ядро, пластиды, комплекс Гольджи, сферосомы, лизосомы, микротрубочки. Органоиды клетки имеют в основе своего строения сходные структурные элементы – мембраны, гранулы и фибриллы (тончайшие нити различной длины). Внутри органоидов находится матрикс – бесструктурное вещество, которое окружает структурные элементы.

**Мембраны** представляют собой трехслойные пленки, состоящие из липидов и белков. Наружный и внутренний слои состоят из молекул белка, рас-

положенных в один ряд, средний слой образован двумя рядами молекул липидов.



**Цитоплазма** – полужидкое, прозрачное бесцветное вещество, хорошо преломляющее свет. В цитоплазме выделяется три слоя:

1. Плазмолемма – трехслойная белково-липидная мембрана, расположенная возле клеточной стенки. Плазмолемма имеет мельчайшие поры, через которые проходят молекулы и ионы. Плазмолемма участвует в поглощении и выделении веществ. Обладает полупроницаемостью (избирательная проницаемость).

2. Тонoplast – трехслойная белково-липидная мембрана, окружающая вакуоль. Как и плазмолемма обладает полупроницаемостью.

3. Мезоплазма – средняя часть цитоплазмы, заключенная между мембранами. Состав мезоплазмы: вода – 80%, белки – до 15%, жиры – до 5%, углеводы – до 2%, нуклеиновые кислоты – до 2%, неорганические вещества – до 1%. В мезоплазму погружены все остальные органоиды клетки, в ней осуществляется обмен веществ. Мезоплазма, благодаря способности к движению участвует в передвижении веществ по клетке.

Основными свойствами цитоплазмы являются:

1. Вязкость – способность принимать различную форму.
2. Гидрофильность – способность впитывать воду
3. Дисперстность – раздробленность вещества, входящего в мезоплазму до молекул.

**Эндоплазматическая сеть (ЭПС)** – система взаимосвязанных мембран, образующих каналцы, пузырьки и цистерны, заполненные жидким содержимым.

Различают два типа ЭПС – гладкую и гранулированную. На мембранах гранулированной ЭПС располагаются рибосомы, при участии которых осуществляется синтез белка. По каналам ЭПС передвигаются различные продукты обмена веществ.

В целом роль ЭПС заключается в следующем:

1. Увеличивает внутреннюю поверхность клетки, благодаря чему улучшается обмен веществ.
2. По ЭПС идет транспорт органических веществ. Транспорт идет как по внутреннему каналу, так и по поверхности.
3. ЭПС дает начало ядерной оболочке, наружным мембранам пластид и митохондрий, плазмолемме, тонопласту.
4. На гранулярной ЭПС происходит биосинтез белка.

Каналы ЭПС вместе с цитоплазмой проникают из одной клетки в другую и связывают растительный организм в единое целое.

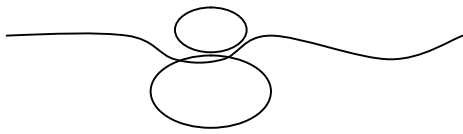
**Аппарат Гольджи.** В 1898 году был обнаружен в животных клетках итальянским ученым К. Гольджи. В 1957 году К.Р. Портер выявил его и в растительных клетках.

Аппарат Гольджи образуется из ЭПС. Представляет систему пузырьков, мешочков, цистерн, окруженных белково-липидными мембранами. Комплекс Гольджи выполняет следующие функции:

1. Накопление и выведение из клетки сахаров, воды, эфирных масел, продуктов распада.
2. Участие в синтезе углеводов
3. Формирование клеточной оболочки и новых участков плазмолеммы, образование вакуолей. В молодой клетки вакуоли могут отсутствовать, вся выделительная система представлена аппаратом Гольджи. По мере роста

клетки количество продуктов жизнедеятельности увеличивается, пузырьки аппарата Гольджи увеличиваются в размерах и превращаются в вакуоли.

**Рибосомы** (рибо – РНК, сомо – тело). Эти органоиды были обнаружены с помощью электронного микроскопа в 1953 году Г. Паладом и др. Рибосомы представляют собой шаровидные или уплощенные тельца диаметром около 15 нм. Могут располагаться свободно в цитоплазме или на мембранах ЭПС. Состоят из двух субъединиц – большой и малой.



Химический состав рибосом: белок : РНК = 1:1

В рибосомах осуществляется биосинтез белка.

**Митохондрии** (хондриосомы). Впервые обнаружены В. Флемингом и Р. Альтманом в конце 19 века, но функции и структура изучены в середине 20 века Г. Паладом с помощью электронного микроскопа.

Митохондрии бесцветные органоиды, располагаются по всей цитоплазме. Митохондрии имеют оболочку, состоящую из наружной и внутренней мембран. Внутренняя мембрана имеет выросты – кристы, которые увеличивают активную поверхность митохондрий.

В митохондриях осуществляются окислительные процессы - высвобождение энергии из питательных веществ (дыхание), накапливается АТФ (аденозинтрифосфорная кислота, аденозинтрифосфат), которая, в свою очередь, используется клеткой для синтеза разнообразных органических соединений, движения (тропизм) и других процессов.

**Пластиды.** Являются характерной особенностью растительных клеток. Впервые были подробно описаны А. Шимпером в 1882 году.

В зависимости от окраски и физиологической функции пластиды подразделяют на хлоропласты, хромопласты и лейкопласты.

**Хлоропласты.** Содержат пигмент хлорофилл, который придает им зеленую окраску.

Снаружи хлоропласт покрыт двойной белково-липидной мембраной, под мембраной находится матрикс (stroma). В строме располагаются белково-липидные мембраны, на поверхности которых находится хлорофилл. Мембраны располагаются как одиночно, так и группами. Группа мембран называется грана.

По форме хлоропласты бывают дисковидные, округлые, овальные.

Функция хлоропластов заключается в осуществлении процессов фотосинтеза – образование органических веществ из неорганических соединений (углекислого газа и воды) под действием солнечного света.



**Хромопласты.** Пластиды красно-оранжевого и желтого цвета. В своем составе имеют каротин – вещество красно-оранжевой окраски, ксантофилл – вещество желтой окраски и др.

Хромопласты содержатся в зрелых плодах, осенних листьях, лепестках цветов.

По своему строению хромопласты сходны с хлоропластами. Часто хромопласты возникают из хлоропластов.

Роль хромопластов проявляется в различных аспектах. Яркоокрашенные цветки привлекают насекомых, плоды – птиц, каротин в печени человека превращается в витамин А.

**Лейкопласты.** Самые мелкие из всех пластид, имеют шаровидную, палочковидную и веретеновидную форму. Как правило, располагаются вокруг ядра. Встречаются во всех бесцветных частях растений: корнях, семенах, клубнях, корневищах. Функция лейкопластов заключается в накоплении запасных питательных веществ – углеводов, жиров, белков.

Строение: снаружи двойная белково-липидная мембрана, внутри стромы, в которой находятся запасные питательные вещества.

В олеопластах запасается жир, протопластах – белки, амилопластах – крахмал.

Олеопласты встречаются в семенах подсолнечника, сои, кукурузы, ореха.

Протопласты – семена бобовых, злаков.

Амилопласты – в клубнях картофеля, семенах злаковых.

**Сферосомы.** Шаровидные тельца, находящиеся в цитоплазме. На поверхности сферосом находится мембрана, внутри матрикс – белковая строма. Функция сферосом заключается в накоплении жиров.

**Микротрубочки.** Располагаются у плазмолеммы. Выполняют опорную функцию, поддерживая форму клеток.

### **Ядро.**

Впервые было описано в 1831 году Р. Броуном. Растительные клетки обычно содержат одно ядро. Ядро всегда погружено в цитоплазму. Его положение меняется с возрастом. В молодых клетках ядро располагается в центре, в более старых, имеющих крупную вакуоль – в пристенном слое цитоплазмы возле оболочки.

Ядро включает в себя следующие элементы:

**Ядерная оболочка.** Состоит из двух поверхностных мембран, имеющих белково-липидное строение – наружной и внутренней. На наружной мембране имеются поры, соединенные с ЭПС.

**Ядерный сок** – гомогенная масса жидкой консистенции. В ядерном соке растворены разнообразные вещества, в том числе ферменты. Химический состав ядерного сока: белок – до 75%, ДНК – до 30%, РНК – до 12%, вода, минеральные вещества, жиры, липиды. В ядерный сок погружены хроматин и ядрышко.

**Хроматин** – вещество, составляющее хромосомы. Хроматин – это соединение белка и нуклеиновых кислот (ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота) в примерно равном количестве (1:1).

Хромосомы являются главной составной частью ядра. По форме хромосомы бывают продолговатые, шаровидные, изогнутые.

Каждая хромосома состоит из двух хроматид, в центре имеется перетяжка – центромера.

Спирали ДНК состоят из сахаров и фосфатов, соединенных между собой азотистыми основаниями (аденин, Тимин, цитозин, гуанин). Спираль ДНК разделена на отдельные участки – гены, каждый из которых или их совокупность выполняют определенную функцию в данном организме. Ген включает в себя несколько десятков нуклеотидов, порядок чередования которых специфичен для каждого организма.

Количество хромосом ядра называется набором.

Гаплоидный набор  $n$  – в половых клетках, спорах, клетках грибов; диплоидный  $2n$  – образуется при слиянии гаплоидных клеток и при митотическом делении диплоидных (вегетативные части растений – корень, стебель, лист); триплоидный  $3n$  – тройной набор хромосом. Триплоидные клетки содержатся в эндосперме семян. Полиплоидный -  $4n$ ,  $6n$  и т.д.

Ядрышко. Располагается в центральной или нижней части ядра. Обычно в ядре имеется одно или два ядрышка, но может быть и больше. Ядрышко состоит из матрикса и погруженных в него гранул и фибрилл. Ядрышко содержит большое количество РНК (рибонуклеиновой кислоты) и белков, участвует в образовании рибосом (из гранул).

РНК – одинарная спираль. Состоит из четырех видов нуклеотидов: урацил, аденин, гуанин, цитозин.

Различают три вида РНК:

Транспортная – состоит из трех нуклеотидов, транспортирует аминокислоты к рибосоме;

Рибосомная – входит в состав рибосомы, состоит из нескольких десятков нуклеотидов;

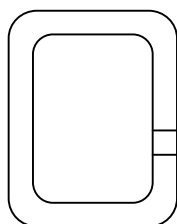
Информационная – находится в ядре, состоит из нескольких десятков нуклеотидов, содержит информацию о структуре белка.



## Клеточная стенка

Клеточная стенка придает клетке определенную форму, защищает протопласт, препятствует разрыву клетки.

Схема строения клеточной стенки: Срединная пластинка, пора, первичная стенка, вторичная стенка.



У молодой клетки к наружи от плазмолеммы располагается первичная клеточная стенка. Она состоит из целлюлозы и пектина. Молекулы целлюлозы собраны в мицеллы (в среднем по 50 молекул), мицеллы в микрофибриллы, микрофибриллы в макрофибриллы. Пектин – углевод обладающий клеящими свойствами склеивает молекулы целлюлозы между собой.

По мере роста клетки стенка утолщается изнутри. На внутреннюю поверхность клеточной стенки накладываются новые мицеллы целлюлозы. Образуется вторичная клеточная стенка. То есть, более молодые слои клеточной стенки находятся ближе к плазмалемме.

Через поры, находящихся в клеточной стенке проходят нити цитоплазмы – плазмодесмы. Плазмодесмы образуются из канальцев ЭПС. Плазмодесмы связывают протопласты соседних клеток.

Поры бывают простые и окаймленные.

Простые поры имеют цилиндрический вид. Характерны для паренхимных клеток.

Окаймленные поры имеют вид воронки, встречаются в механических и проводящих тканях.

В процессе жизнедеятельности клеточная стенка может претерпевать изменения:

1. Одревеснение – отложение в клеточной стенке лигнина, что придает прочность и твердость стенке. Данный процесс широко распространен в природе и имеет большое значение для использования в народном хозяйстве. Так, волоски хлопчатника на 90% состоят из целлюлозы и используются для производства тканей, киноплёнки, пластмасс, спирта, пороха. Древесина используется в строительстве.

2. Опробковение отложение в клеточной стенке суберина. В результате клеточная стенка становится непроницаемой для жидкостей и газов.

3. Ослизнение – превращение целлюлозы и пектина в слизь и камедь. Ослизнение происходит в прорастающих семенах. Слизь обеспечивает защиту семян от высыхания, способствует закреплению семян на месте, поглощает и удерживает влагу. Иногда у косточковых культур – сливы и абрикоса наблюдается камедетечение вследствие воздействия на них морозов, болезней и вредителей.

4. Минерализация – отложение в клеточных стенках солей кальция и оксида кремния. Эти вещества придают твердость клеточной стенке, но делают ее более хрупкой. Характерно для хвощей, злаков.

5. Кутинизация – отложение Кутина. Образуется тончайшая пленка – кутикула, препятствующая испарению влаги. На плодах.

### **Вакуоли**

Вакуоль – полость клетки, заполненная клеточным соком. Образуются вакуоли из пузырьков аппарата Гольджи. В молодой клетке много мелких вакуолей, которые в последующем сливаются в одну большую.

Клеточный сок – это водный раствор органических и неорганических соединений.

Состав клеточного сока:

1. Углеводы – глюкоза, фруктоза, сахароза.
2. Органические кислоты (яблочная, винная, лимонная, щавелевая)
3. Пигменты – антохлор, флавоны (желтый пигмент), антоциан (группа пигментов от сине-фиолетового до розово-бордового цвета).

4. Дубильные вещества – вещества, обладающие вяжущими свойствами. Встречаются в коре дуба, листьях чая, черемухе. Используются при дублении кож, при расстройствах желудочно-кишечного тракта.
5. Алкалоиды – никотин, морфин, кофеин, папаверин, эфедрин.
6. Гликозиды – соединения сахаров со спиртами и альдегидами – ядовитые вещества. Семена абрикоса, миндаля, горчицы, хрена и др. Ландыш используется при сердечных заболеваниях, валериана – при расстройстве нервов.
7. Минеральные вещества – фосфаты, нитраты, карбонаты и др.

Функция вакуолей:

1. Накопление запасных веществ
2. Изоляция продуктов обмена
3. Поддержание тургора и регуляция водно-солевого обмена

Тургор – нормальное физиологическое состояние растительной клетки. Благодаря тургору растение сохраняет свою форму. В природе наблюдается тогда, когда происходит равномерное выпадение осадков и в почве достаточное количество воды.

Состояние тургора наблюдается только в том случае, когда концентрация клеточного сока выше концентрации почвенного раствора. Раствор с меньшей концентрацией всегда движется в сторону раствора с большей концентрацией.

Если концентрация раствора, в который погружена клетка будет выше, чем концентрация клеточного сока, то он начнет выходить из клетки, давление вакуоли на клеточную стенку ослабнет, цитоплазма начнет отставать от стенки и наступит плазмолиз. Внешне это выражается в увядании растения. Плазмолиз наблюдается при избыточном внесении минеральных удобрений, во время засухи. Вода из вакуолей также расходуется на процессы фотосинтеза и на транспирацию.

При разбавлении окружающего раствора происходит деплазмолиз – восстановление тургора.

### **Физиологически активные вещества (ФАВ)**

1. Ферменты – играют роль биологических катализаторов. Каждый фермент строго специфичен и воздействует на какое-то одно вещество или группу веществ сходных по строению.

Протеаза воздействует на белки, липаза – на жиры, амилаза – на крахмал, дезоксирибонуклеаза – на ДНК. Ферменты сохраняют активность и после гибели клетки. Это используется в промышленности.

2. Фитогормоны – гормоны растений, регулирующие физиологические процессы (рост, развитие и деление).

Ауксин – гормон роста. Всегда концентрируется в точках роста – на кончике корня, верхушке стебля, в прорастающих семенах. Используется для ускорения роста растений, улучшения корнеобразования

Гиббереллины – ускоряет рост растения, выводит клубни и луковицы из состояния покоя.

Этилен – ускоряет созревание плодов.

Витамины – участвуют во всех физиологических и биохимических процессах.

Витамин А – каротин – улучшает зрение у человека.

Группа В (В1, В2, В6, В12) – регулируют деятельность нервной системы. Содержатся в кожуре зерновых злаков, дрожжах.

Витамин С – противосцинготное средство, повышает сопротивляемость организма. В шиповнике, смородине, лимоне.

Витамин К – способствует свертыванию крови. Кровохлебка, тысячелистник.

Витамин Д – регулирует обменные процессы в костях. Содержится в растительных маслах, дрожжах.

4. Фитонциды – летучие вещества растительного происхождения. Убивают болезнетворные микроорганизмы. Содержатся в хвое, горчице, чесноке, хрене, смородине, луке.

5 Антибиотики – синтезируются в клетках грибов, обладают бактерицидными свойствами. Пенициллин, ампицилин, стрептомицин.

### **Запасные вещества клетки**

Запасные вещества клетки – это временно выведенные из обмена веществ клетки соединения. Они накапливаются в течение вегетационного периода и используются зимой и весной в течение цветения и роста. Запасные вещества откладываются в виде зерен в лейкопластах. Кроме того белки могут откладываться в вакуолях и после их высыхания образуются алейроновые зерна. У зерновых злаков они формируют под кожурой алейроновый слой.

Запасные углеводы откладываются в виде сахаров (глюкоза, фруктоза, сахароза) в растворенном виде в вакуолях.

Наиболее распространенное запасное вещество – крахмал (зерновки злаков, клубни картофеля) откладывается в амилопластах в виде простых, полусложных и сложных зерен.