

## 1- Лекция

**Войти . Цель и задачи науки физиологии растений Физиология растительной клетки  
Физиологические свойства протоплазмы клетки .**

### ПЛАН :

1. Наука физиология растений, ее задачи.
2. Становление и развитие науки физиологии растений.  
история.
3. Физиология растительной клетки
4. Физиологические свойства протоплазмы клетки.

#### Основные фразы:

Физиология, тело растения, жизненно важные процессы, фотосинтез, дыхание, водный режим, растениеводство, удобрения, рост и развитие, биологический урожай, выносливость, Тимирязев, теоретический, практический, лабораторный, эксперимент, хроматография, меченые атомы, электрофорез, центрифугирование, спектрофотометрия , клетка, энергия, Костичев, Гейлс, Пристли, Ингенхаус, Сенебе, Соссюр, Фаминсин, Максимов, Эммерсон, Арнон, Хэтч-Слэк, Палладин, Кребс, Курсанов, Назиров, Абаева, Белоусов и другие .

**Учебная литература:** 1. Бекназаров Б.О. Физиология растений. Страницы 4-9.

2. Ходжаев Ю.Х. Физиология растений, стр. 3-6.

В данной теме даны сведения о задачах, целях, методах науки физиологии растений, ее связи с другими науками, а также основных задачах, стоящих перед фитофизиологами Узбекистана.

Физиология растений – наука, изучающая процессы жизнедеятельности, сложные законы и цепи событий, происходящих в организме растений. Основная задача этой науки — изучить и проанализировать фотосинтез, дыхание, водный режим и другие жизненные процессы, составляющие основу жизни, и изменить их так, чтобы это было полезно для людей, то есть сосредоточить внимание на получении высоких и качественный урожай. В этом смысле физиология растений является теоретической основой агрономических наук. Потому что каждое достижение, достигнутое в области физиологии, ведет к новым успехам в науке о растениях. Особенно в последние годы в этой области достигнуты положительные результаты: упорядоченное осуществление орошения с целью экономного использования природных вод, эффективное использование минеральных и органических удобрений, управление ростом и развитием, адаптация к неблагоприятным факторам внешних условий. Все работы, например, по повышению устойчивости растений, основаны на достижениях физиологии растений.

Цель физиологии растений К.А.Тирязева — изучить и понять жизненные события в растительном организме и таким образом изменить растительный организм по своей воле, суметь остановить происходящие в нем события или заставить их происходить дальше. наоборот, вкратце написал, что оно состоит в подчинении растения своей воле.

Основным методом работы в физиологии растений является эксперимент. Физиолог использует лабораторные и полевые методы для того, чтобы получить достаточно ясное и полное представление о жизни растений, выявить присущие ей противоречия, определить их значение в общем развитии растительного организма. Очень важно проводить комплексные наблюдения при изучении закономерностей роста и развития растений в природных условиях, так как жизнь растений невозможно представить без влияния природных факторов. Как говорил К.А.Тирязев, физиолог не может довольствоваться анализом жизненных событий, чтобы получить экспериментальное или теоретическое понимание, он должен изучать также историю организма.

Помимо того, что физиология растений является одной из ботанических наук, она тесно связана с такими науками, как физиология животных, биохимия, биофизика, молекулярная биология, микробиология, химия, физика, использует их достижения и в свою очередь влияет на них. с помощью современных методов химических и физических наук: хроматографии меченых атомов, электронной микроскопии, электрофореза, дифференциального центрифугирования, спектрофотометрии, рентгеноструктурного анализа и др. большие успехи были достигнуты в науке физиологии. Благодаря использованию этих методов подробно изучено сложное строение растительной клетки, строение и физиологические функции клеточных органоидов, значение мембран в процессе поглощения и выделения веществ клетки и др. В частности, расширились представления о накоплении и использовании энергии в организме растений. Потому что преобразование и накопление электромагнитной энергии света в свободную химическую энергию, содержащуюся в органическом веществе, является важнейшим свойством зеленых растений. Этой особенностью зеленые растения отличаются от всех других живых организмов в природе и обеспечивают стабильность жизни на земле. С. П. Костичев (1872-1931) говорил: «Если зеленый лист перестанет работать на несколько лет, все существа на земле, в том числе и человечество, погибнут».

В настоящее время среди различных областей биологии особое место занимает физиология растений. Физиология растений нова — значение этой науки в создании новых сортов, повышении их продуктивности, улучшении качества сельскохозяйственных культур и их сохранении возрастает с каждым годом.

Физиология растений сформировалась как самостоятельная наука в 17-18 веках и в начале 19 века. Первоначально итальянский учёный М. Мальпиги (1675) и англичанин Р. Гук (1665) создали теорию микроскопического строения растений. В 1727 г. ингизский ботаник С. Галес в своем труде «Статика растений» подвел итоги ряда физиологических опытов и подтвердил существование двух типов течения в растениях, т. е. течения воды и

питательных веществ снизу вверх, сверху и сверху вниз. Он доказал, что силой, которая перемещает воду в растениях, является корневое давление и транспирация.

Англичанин Д. Пристли (1771), голландец Дж. Ингенхаус (1779), швейцарские учёные Ж. Сенебай (1782) и Т. Соссюр (1804) открыли существование процесса фотосинтеза у растений в результате дополнения друг друга работа. То есть установлено, что на свету зеленые растения поглощают углекислый газ и накапливают соединения углерода.



1800 год считается поворотным моментом в истории физиологии растений. Потому что в этом году вышла в свет 5-томная книга Дж. Сенебая «Физиология растений», положившая начало зарождению и дальнейшему развитию физиологии растений как самостоятельной науки. Ж. Сенебай определил основные задачи, предмет и методы этой науки, не ограничиваясь предложением термина «физиология растений».



В России физиология растений начала развиваться со второй половины XIX века. Его основали Андрей Сергеевич Фаминсин (1835-1918) и К.А.Тимирязев (1848-1920). А.С.Фаминсин (1867) основал в Петербургском университете самостоятельную кафедру физиологии растений и в 1887 написал первый учебник по физиологии растений. Его основные научные исследования были направлены на определение фотосинтеза и

обменных процессов в растениях. В результате экспериментов АСФаминезин показал, что углекислый ангидрит усваивается и образуется крахмал даже при искусственном освещении.

А.С.Фаминсин был также заведующим единственной лабораторией анатомии и физиологии растений в системе Академии наук царской России. В этой же лаборатории в 1892 г. Д. И. Ивановский открыл вирусы. В 1903 году М.С.Свет разработал хроматографический метод разделения растительных пигментов и близких к ним природных соединений. Используя этот метод, он первым разделил хлорофилл на хлорофилл «а» и хлорофилл «б».



К.А.Тимирязев стал координатором Московской школы в области физиологии растений. С 1870 по 1892 год он работал профессором Петровской земледельческой и лесной академии (ныне Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева), а с 1878 по 1911 год — профессором Московского университета. В результате использования новых физических и химических методов он смог определить важные законы фотосинтеза, внес большой вклад в изучение физических и химических свойств хлорофилла. Наглядными экспериментами доказано, что фотосинтез зависит от интенсивности света, спектрального состава и энергии солнечного света. К.А.Тимирязева «Жизнь растений» (1878), «Чарльз Дарвин и его учение » ( 1883), «Столетние итоги физиологии растений» (1901), «Физиология растений и земледелие» (1906) и др. Его труды имеют особое значение в развитие науки физиологии растений.

Н.А.Максимов (1880-1952) — один из учёных, основавших экологическую физиологию растений . Вместе со своими учениками (И.И.Туманов, Ф.Д.Сказкин, В.И.Разумов, Б.С.Машков, Л.И.Джапаридзе, В.Г.Александров, И.В.Красовская и др.) он изучал физиологию устойчивости растений к холоду и засухе, рост и развитие , искусственно разрабатывал теоретические основы таких процессов, как рост в свет.

С первой половины 20 века физиология растений развивалась еще быстрее. Стали изучать биохимические механизмы сложных физиологических процессов. В том числе фотосинтез (МССвет, 1903; Р. Хилл, 1937; М. Кальвин, 1948-1956; Р. Эмерсон, 1943-1957;

Д.И.Арнон, 1954; MDXetch и КРСлек, 1966 и др.) и дыхание растений (В.И.Палладин, 1912; С.П.Костичев). , 1912-1927; Г.А.Кребс, 1927; Г.Калкар и В.А.Белисер, 1927-1929; Л.Корнберг, 1957; П.Митчелл, 1961-1966 и др.). Большим достижением явилось открытие и изучение фитогормонов - веществ, управляющих процессами роста и развития растений (М. Г. Холодный и Ф. Вент, 1926-1928; Ф. Кегель, 1934-1935; М. Х. Чайлахян, 1937; Т. Ябута). , 1928; С. Скуг, 1955; Ф. Эддикотт и Ф. Уоринг, 1962-1965).



и физиологии растений (позже биохимии и физиологии растений), созданной под руководством А.С.Фаминсина , был создан Институт физиологии растений. В 1936 году институту было присвоено имя К.А.Тирязева , и он стал крупнейшим и единственным центром по изучению физиологии растений. С этим институтом связана научная деятельность известных ученых А.А.Курсанова, М.Х.Чайлахяна, П.А.Генкеля, Ю.В.Ракитина, Р.Б.Бутенко, А.А.Ничипоровича, И.И.Туманова, А.Т.Макроносова и других. В настоящее время институты физиологии и биохимии растений действуют в таких городах, как Киев, Минск, Новосибирск, Кишинев и Душанбе. Во всех университетах имеются кафедры физиологии растений.

В Узбекистане физиология растений стала развиваться как самостоятельная наука после создания в 1920 году Среднеазиатского государственного университета (в Ташкенте). В университете была создана кафедра физиологии и биохимии растений.

Позже, после создания Самаркандского государственного университета, была открыта кафедра физиологии растений и микробиологии. Эти стулья существуют до сих пор. Они внесли большой вклад в развитие науки физиологии растений.

В условиях Узбекистана фитофизиологи (А.В. Благовещенский , Н.Д. Леонов, В.А.Новиков, В.Шардаков, Н.А.Тодоров, М.Х.Ибрагимов, Н.Н.Назирова, С.С.Абаева, М.А.Белоусов, ХХЕнилеев, А.Имомалиев и другие) в первую очередь изучали жизненные процессы хлопчатника и других растений. растения подробно изучили и сделали теоретические и практические выводы. В настоящее время академические профессора научно-исследовательских институтов (экспериментальной биологии, ботаники), Сельскохозяйственной академии и других научных учреждений системы ФА Узбекистана постоянно проводят научные исследования. В целом в нашей республике широко

развивается наука о физиологии растений. Ярким тому подтверждением является создание Союза фитофизиологов Узбекистана (1989 г.) и проведение в Ташкенте в 1991 г. первого съезда физиологов Узбекистана.

По предложению физиологов растений Узбекистана, основные жизненные процессы, обсуждаемые на конференции (Фотосинтез, минеральное питание и продуктивность, липиды, иммунитет растений, солеустойчивость, процессы развития и устойчивости к неблагоприятным факторам внешних условий, физиология репродуктивного зоала, действие физиологически активных веществ и др.), разработка теоретических основ получения наивысшего урожая сельскохозяйственных растений является одной из наиболее актуальных задач, стоящих перед наукой физиологии растений.

## **ФИЗИОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ КЛЕТОК**

Клетки являются основной структурной единицей всех растений. В этих клетках определяются их жизненные характеристики. Поскольку так называемый обмен веществ — процессы ассимиляции и диссимиляции, их единство происходит только в клетке. Единство этих двух процессов определяет форму движения материи, называемую жизнью.

Зеленые растения состоят из совокупности различных органов, которые, в свою очередь, состоят из комбинации тканей и клеток. Каждый растительный организм с более высоким строением состоит из совокупности органов и функций, органически связанных друг с другом как сложная система. Клетки составляют основу этой единицы.

## **ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КЛЕТОЧНОЙ доктрины**

Создание теории клеточного строения организмов — одно из крупнейших достижений в области биологии.

Сведения о том, что клетка является основной структурной единицей организма, начали появляться в 17 веке. Впервые в 1665 году английский учёный Роберт Гук применил усовершенствованный им микроскоп для изучения строения растений и в результате изучения строения боба впервые предложил термин клетка. В конце 17 века голландский учёный Антон Левенгук и итальянский учёный М. Мальпи, ещё более усовершенствовавший микроскоп, впервые увидели растительноподобные одноклеточные организмы в результате наблюдения капель грязной воды.

Роберт Браун, изучавший клеточное строение, в 1831 году открыл, что растительная клетка имеет ядро, и предположил, что это ядро является необходимой частью всех живых клеток.

Большую роль в развитии учения о клеточном строении организмов играют также работы русского ботаника П. Ф. Горьянинова (1796-1865). Его работа 1834 года под названием «Система природы» была важным источником в этой области. В этом трактате он в основном выдвинул учение о клеточном строении живой природы, показав, что все животные и растения образуются из набора клеток по одному и тому же закону.

В 1839 году немецкий ботаник Маттиас Шлейден и зоолог Теодор Шванн подняли клеточную теорию на новый, более высокий уровень как общебиологическую теорию. В 1840 г. чешский учёный Я. Пуркенье впервые предложил термин протоплазма.

Сведения об особенностях строения органоидов клетки и их физиологических функциях появились с начала 20 в. Причиной этого стало открытие новых мощных биологических микроскопов, выделение и исследование клеток из живого организма, а также совершенствование методов фиксации клеток.

В частности, создание в нашей стране электронного микроскопа с увеличением в 10 000 раз (под руководством А. А. Лебедева в 1940) открыло новую эпоху в изучении клеточных органоидов и их ультраструктуры. Новое поколение электронного микроскопа и метод дифференциального центрифугирования обогащают преподавание новыми сведениями об использовании достижений физики и химии.

## **СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ КЛЕТКИ**

**МОРФОЛОГИЯ КЛЕТКИ** : Термин «клетка» происходит от греческого слова «цитос» — клетка. Растения делятся на одноклеточных прокариотов и многоклеточных эукариотов.

Примеры одноклеточных организмов включают бактерии и сине-зеленые водоросли. Эти клетки не имеют сформированного ядра. Материал ДНК концентрируется в центре клетки в определенной фазе. У одноклеточных организмов все функции обменных процессов осуществляются в этой одной клетке.

Клеточные растения со сформировавшимся самостоятельным ядром называются эукариотическими организмами. У многоклеточных организмов определенные функции метаболического процесса выполняются в каждой тканеобразующей клетке. Следовательно, многоклеточные организмы состоят не только из клеток, но и из тканей и органов, составляющих целый организм. В результате взаимозависимости их функций реализуется общий обменный процесс.

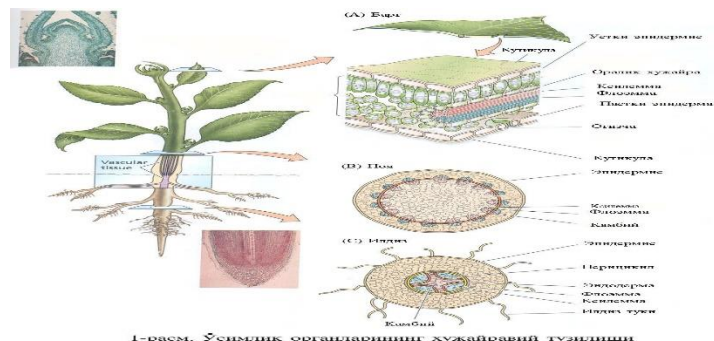
Растительные клетки по форме делятся на две группы:

1. Паренхимобразные клетки — к ним относятся клетки, не различающиеся по ширине.

2. Клетки прозенхимообразной формы – их длина в несколько раз превышает ширину.

Клетки различаются по размеру. М: клеток паренхимы, составляющих основную ткань, 0,015- 0,070 mm, а клетки прозенхимной формы длинные и неодинаковые у разных растений, даже у одного и того же растения - хлопковое волокно 65- 70 mm, крапивное олово может быть волокном коры .80 mm

Хотя клетки различаются по размеру, форме и функциям, они имеют общую структуру. То есть в каждой взрослой клетке имеются: кожа, цитоплазма, вакуоль, ядро, пластиды, митохондрии, рибосомы, пероксисомы, эндоплазматическая сеть, мембраны и т. д. (рис. 1).



1-рассм. Структура органоидов хлоропластов туземной

**КЛЕТОЧНАЯ КОЖА.** Наличие твердой оболочки у клеток растений является одним из признаков, отличающих их от клеток животных. В организме клетки размножаются делением. При делении материнской клетки между образовавшимися из нее двумя молодыми клетками возникает очень тонкий барьер, который сливается со старой кожей материнской клетки. В результате обе клетки покрываются твердой кожей.

Целлюлоза в основном состоит из целлюлозы, гемицеллюлозы и пектиновых веществ. По сухому весу целлюлоза составляет 30%, гемицеллюлоза - 40%, пектиновые вещества - 20-25%. Целлюлозные вещества состоят из мицелл различной длины. Клеточная мембрана утолщается преимущественно изнутри.

Электронно-микроскопические исследования показывают, что клеточная мембрана имеет сетчатую структуру и состоит из трех слоев. Внутренний первичный слой имеет характер постепенного утолщения. В результате формируется средний вторичный слой. Два этажа ламчи по очереди состоят из этажей  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$  (рис. 2). Внешний слой называется третичным слоем.



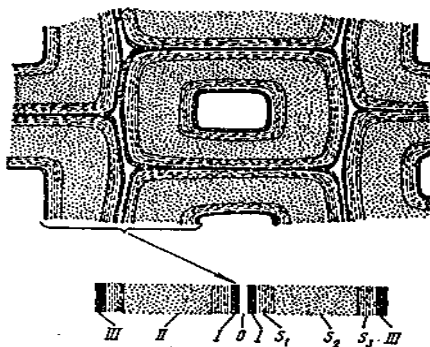


Рис. 2. Схема строения клеточной мембраны

I – первичный слой, II – вторичный (средний) слой и его слои  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , III – третичный (внешний) слой.

Недавние исследования показали, что клеточная мембрана также ферментативно активна. То есть наличие в коже инвертазы, фосфотазы, аскарбиноксидазы и других ферментов свидетельствует о ее метаболической активности. Эти ферменты играют особенно большую роль в процессах всасывания и перемещения веществ.

Через клеточную мембрану вода и растворенные в воде низкомолекулярные вещества проходят свободно, без сопротивления и выходят на уровень плазмолеммы. Однако диффузия растворов начинает ограничиваться после увеличения содержания лигнина и суберина в клеточной оболочке и утолщения слоя кутикулы.

**КЛЕТОЧНАЯ МЕМБРАНА.** Обменные отношения клетки с внешней средой и процессы жизнедеятельности, происходящие внутри протопласта, осуществляются через специальную мембранную систему. Протопласт и его органоиды покрыты мембранным слоем. То есть каждому органоиду свойственна своя мембрана, как и протоплазма. Он отделен от цитоплазмы с помощью этой мембраны.

Мембрана, окружающая протопласт снаружи (слой плазмалеммы), называется клеточной мембраной. Он обладает полупроводниковыми свойствами и легко пропускает через себя воду. Но он действует как высокоселективный барьер для веществ, растворенных в воде. В частности, он действует как барьер для свободного движения различных ионов и молекул против энергетического и осмотического градиента. Кроме того, мембрана является важнейшим метаболическим насосом. То есть активно переносит необходимые клетке ионы против градиента. Такие свойства мембраны имеют несравненное значение для того, чтобы клетка переносила только необходимые вещества, не перенося ненужных веществ внутрь. Итак, мембраны контролируют поток и энергию веществ, которые являются одной из важнейших частей процесса клеточного метаболизма: барьерного, транспортного, осмотического, энергетического, биосинтетического и др. Такие свойства мембраны присущи только живым клеткам.

Основной химический состав мембраны очень сложен и состоит в основном из липидов и белков. Липиды в основном включают фосфо-, сульфо- и гликолипиды. Слой биомембран равен 6-10 нм и состоит преимущественно из молекул липидного бислоя, между его слоями располагаются белковые молекулы. Элементарную структуру мембраны можно показать на основе модели Копи (рис. 3). Согласно этой модели, объем мембраны составляют двухслойные молекулы полярных липидов, а между ее слоями располагаются белковые молекулы.

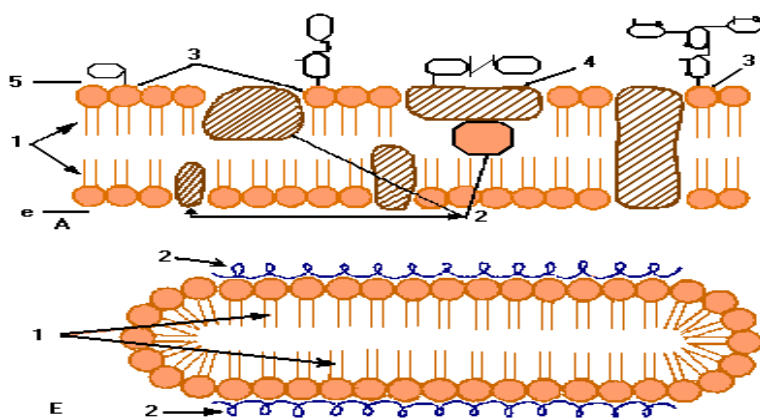


Рисунок 3. Мозаичное и глобулярное строение мембраны

А - схема мозаичного строения, Б - схема глобулярного строения: 1 - липидный бислой, 2 - белковый слой, 3 - гликолипиды, 4 - гликопротеины, 5 - наружная поверхность мембраны, 6 - внутренняя поверхность мембраны.

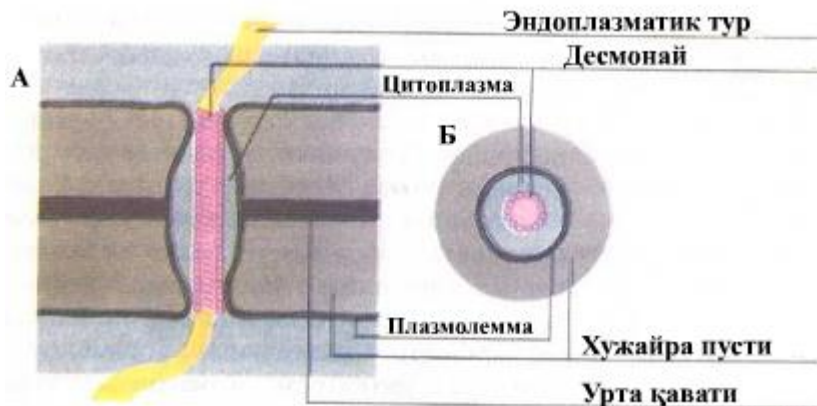
Основную роль в образовании мембран играют гидрофобные связи: липид — липид, липид — белок, белок — белок. В частности, в состав мембраны входят белки, выполняющие функции структурных белков, ферментов, насосов, транспортеров и ионных каналов. В результате липиды находятся в постоянном контакте с белками и образуют гидрофобные связи. Между мембранными белками также обнаружены белки, транспортирующие сахара и аминокислоты. Эту задачу в основном выполняют специальные ферменты. Помимо белков мембрана содержит некоторые сложные углеводы и нуклеиновые кислоты. Она также имеет высокочувствительную систему (рецепторы). Через эту систему живая клетка взаимодействует с внешней средой. Органоиды клетки также функционально связаны через эту систему. Одной из важнейших функций мембраны является контроль и обобщение многих процессов, происходящих в протоплазме клетки. В целом мембрана представляет собой не только слой, окружающий и разделяющий протоплазму и органоиды, но и выполняющий важные метаболические функции.

**Я ДРО.** Ядро — один из важнейших органоидов растительной клетки. Он может быть круглой или овальной формы, а в некоторых случаях может быть пушистым, нитевидным. Средний размер ядра растительной клетки составляет около 10 мкм. Большинство растительных клеток имеют ядро. Ядро окружено мембранным слоем и содержит 1-8

ядрышек. С помощью эндоплазматической сети в протоплазме ядерная мембрана соединяется с мембранами всех органоидов клетки. В результате характеризуется общая метаболическая функция протоплазмы. Основная функция ядра заключается в том, что оно управляет всеми физиологическими и биохимическими процессами, необходимыми для клетки, ткани, органа и всего растения, и считается информационным центром. Ядро характеризуется программой синтеза специфических белков и сохранения генетических признаков. ДНК в ядре играет ключевую роль в этой важной задаче. Нуклеоплазма является основой ядра, а ее состав в основном состоит из белков – ДНК (14%) и РНК (12%). Помимо них в ядре обнаружены липиды, вода, кальций, магний и ряд микроэлементов.

**ЯДРО.** Ядрышко является постоянным спутником ядра и хорошо видно под световым и электронным микроскопом. Его количество, размер и форма постоянны для разных видов растений. Ядро образуется в определенных участках ДНК и его границы нечетко различимы, поскольку оно не окружено мембранным слоем. Оно содержит меньше воды и на 80% состоит из белка и около 15% РНК. Количество РНК в ядре больше, чем в цитоплазме и ядре, поскольку ядро считается основным центром распределения РНК. Ядро участвует в синтезе белка и образовании рибосом. В целом ядро является основным центром хранения генетической информации в клетке.

**ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКИЙ РЕТИКУЛУМ.** Этот термин был введен Портером в 1945 году. Установлено, что эндоплазматический ретикулум представляет собой сложную разветвленную сетевую систему, состоящую из взаимосвязей канальцев, пузырьков и цистерн. Это широко распространенная и сложная мембранная структура в цитоплазме, образующая главным образом систему двухмембранных каналов. Толщина мембраны около 5-7 нм, внутренний диаметр каналов до 30-50 нм. Канал эндоплазматической сети заполнен жидкостью. Поверхность мембраны эндоплазматической сети гладкая или зернистая (бугристая). Углеводы, липиды и терпеноиды образуются преимущественно в гладкой мембране. В зернистой мембране синтезируются белки, ферменты и т. д. Рибосомы также расположены в некоторых участках мембраны эндоплазматического ретикулума. Они обеспечивают процесс синтеза белка. Каналы эндоплазматической сети также связаны с ядерными мембранами и плазмолеммой. В результате он обеспечивает движение и распределение веществ внутри протоплазмы.



Эндоплазматическая сеть каждой клетки (через плазмодесмальную нить) связана также с эндоплазматической сетью других клеток, в результате чего реализуется общая система обмена веществ (рис. 4).

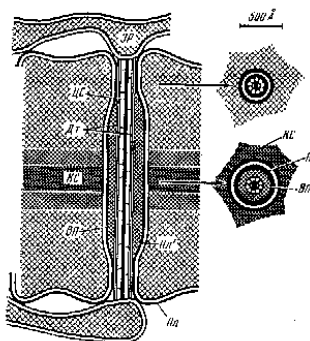


Рисунок 4. Электронно-микроскопическое строение плазмодесм.

схема (Рабарас, 1968).

СС-центральные каналы, ДТ-десмоциты, ЭР-эндоплазматический ретикулум, ПЛ-плазмалемма, ПЛ-плазмодесма в канальцах, ВП-внутренняя сторона плазмодесм, КС-клеточная оболочка.

**РИБОСОМЫ.** Рибосомы — мельчайшие органеллы эндоплазматической сети. Они были открыты в 1955 году компанией Palada. На изображениях электронного микроскопа рибосомы кажутся круглыми и имеют диаметр 20-30 нм. Каждая из рибосом состоит из двух больших и малых фрагментов. Диаметр большего — 12–15 нм, меньшего — 8–12 нм. Фрагменты рибосомы синтезируются в ядре и перемещаются в цитоплазму. В цитоплазме в матричной молекуле РНК образуются рибосомы. Рибосомы находятся свободно в цитоплазме или прикреплены к мембране эндоплазматической сети.

Рибосомы являются основным источником синтеза белка в клетке. Они содержат 65% всей РНК в клетке, 50-57% белка, 3-4% липидов.

В последующие годы было обнаружено, что рибосомы присутствуют не только в протоплазме, но и в ядре, пластидах и митохондриях и обладают способностью синтезировать специфические белки.

**АППАРАТ ГОЛЬДЖИ.** Везикулярные слои, расположенные в определенных участках эндоплазматической сети, называются аппаратом Гольджи. Они возникают в результате слияния и трансформации везикул, оторвавшихся от эндоплазматической сети. Встречаются различные дисковые, стержневые и другие формы, их в каждом наборе по несколько (рис. 5). Толщина мембраны составляет 7-8 нм. От нескольких до сотни в каждой растительной клетке



Рисунок 5. Схематическое изображение аппарата Гольджи.

1-дистальная или секреторная часть, 2-основной слой плазмы, 3-поры, 4-нуклеопроотеины, 5-образующая часть, 6-рибосомы

**ПЛАСТИДЫ.** Растительные клетки отличаются от клеток животных наличием пластид. Слово «пластида» происходит от греческого слова «plastikos», что означает «сформированный».

В цитоплазме пластиды отличаются двойной мембраной. Они имеют круглую или овальную форму. В клетках листьев высших растений обнаружено до 20-50 штук. Пластиды бывают бесцветными (протопласты, лейкопласты) или окрашенными (хлоропласты, хромопласты).

В растительной клетке имеется три типа пластид: хлоропласты, хромопласты и лейкопласты.

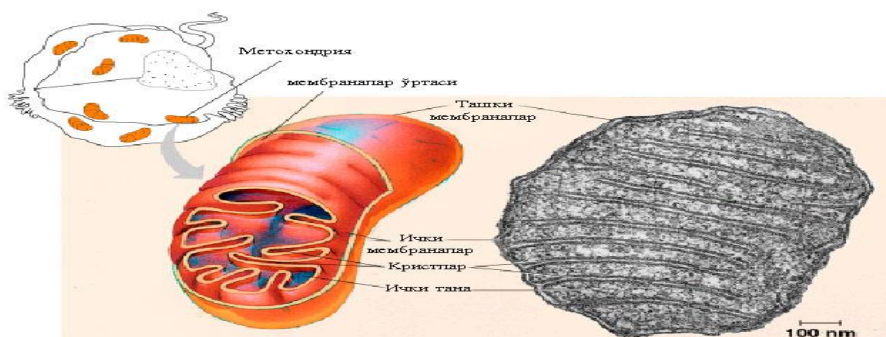
Хлоропласты – преимущественно зеленые (от греческого слова «хлорос» – зеленый). Он содержит пигменты, состоящие из хлорофилла и каротиноидов. Основная функция этого органоида заключается в том, что в нем происходит фотосинтез. По этой причине его еще называют органом фотосинтеза (подробнее об этом мы поговорим в разделе фотосинтез).



Хромопласты – (происходит от греческого слова «хрома» – цвет) могут быть желтого, красного и коричневого цвета. Они обнаружены в надземных и подземных органах растений, в протоплазме цветков и плодовых клетках растений. Хромопласты содержат каротиноидные пигменты (каротин-  $C_{40}H_{56}$ , лютеин -  $C_{40}H_{56}O_2$ , виолаксантин -  $C_{40}H_{56}O_4$ ). Их можно найти в листьях дрока, некоторых плодах (цедра апельсина, наматак, арбуз, томат, морковь и др.). Форма хромопластов весьма разнообразна: округлая, эллипсоидная, треугольная, многоугольная, игольчатая, заостренная и др. Биологически важно, что цветы благодаря хромопластам приобретают разную окраску и привлекают насекомых. Потому что насекомые обеспечивают (им) внешнее опыление.

Лейкопласты не содержат пигментов (от греческого слова «лейкос» — белый). Именно поэтому они бесцветны. Форма преимущественно сферическая. Содержит крахмал и белковые гранулы. Он содержится в формирующихся тканях, подземных органах и семенах растений. Лейкопласты были открыты Крюгером в 1854 году. Они окружены толстой мембраной. На свету структура внутренних пластинок развивается и превращается в зеленые хлоропласты.

**МИТОХОНДРИИ.** Митохондрии — одни из основных органелл протоплазмы клетки и основной источник энергии. В растительной клетке они округлые, гантелевидные, диаметром 0,4-0,5 мкм и длиной 1-5 мкм. В каждой ячейке содержится от нескольких десятков до 2000 ячеек. Митохондрии имеют внешнюю и внутреннюю мембраны толщиной 5-6 нм (рис. 6). Внутренняя мембрана расположена слоями и называется кристами.

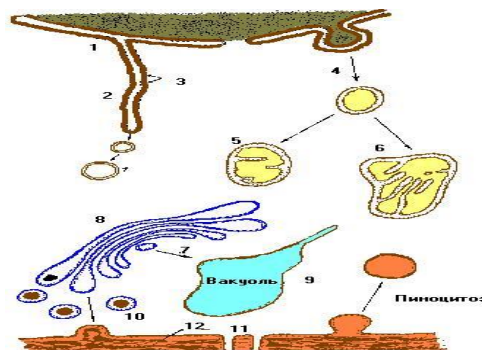


### Рисунок 6. Схематическое строение митохондрий

Его роль в процессе обмена веществ очень велика. Они являются источником энергии, поскольку представляют собой дыхательный центр, органоид, вырабатывающий АТФ. Ферменты (сукциноксидаза, цитохромоксидаза) играют ключевую роль в генерации и передаче энергии.

В 1961 году Грин обнаружил, что митохондрии в растительных клетках обновляются каждые 5-10 дней. Митохондрии имеют собственную ДНК, РНК и рибосомы и способны к самостоятельному синтезу белков.

В результате последующих исследований было установлено, что митохондрии и пластиды генетически связаны друг с другом. То есть при участии обеих оболочек ядра клетки образуются выпуклые бугорки. Везикулы, отрывающиеся от ядерной мембраны, называются начальными тельцами. Они развиваются в митохондрии и хлоропласты (рис. 7).



7 – картинка. Онтогенетические взаимоотношения между структурами клеточных мембран

1 - ядерная оболочка, 2 - эндоплазматическая сеть, 3 - рибосомы, 4 - начальные тельца, 5 - митохондрии, 6 - пластида, 7 - сферосома, 8 - аппарат Гольджи, 9 - вакуоль, 10 - плазмалемма, 11 - плазмодесма, 12 - клеточное пальто

**ЛИЗОСОМЫ.** Лизосомы объем равен митохондриям но сравнение масса из них меньше был являются органоидами и являются главным образом источником кислых ферментов. Эти ферменты включают кислую рибонуклеазу, кислую дезоксирибонуклеазу и катепсины. В частности, собраны ферменты, участвующие в гидролизе белков, нуклеиновых кислот и гликозидов. Эти ферменты называются лизосомами, поскольку они способны расщеплять различные вещества в клетке с помощью воды. Это универсальные органоиды для всех живых клеток. Они также считаются органами, которые переваривают питательные вещества в клетке. Аминокислоты и нуклеотиды, образовавшиеся в результате



процесса пищеварения внутри лизосомы, диффундируют через лизосомальную мембрану и выходят в цитоплазму. Эти вещества участвуют в процессе клеточного дыхания или биосинтезе макромолекул.

**ПЕРОКСИСОМЫ.** Одними из очень маленьких органелл, открытых в последние годы в протоплазме, являются пероксисомы. Термин пероксисома был впервые предложен Де Дювом в 1965 году на основе исследований клеток животных. Их наличие в растительных клетках было обнаружено Толбертом в 1968 г. Пероксисомы по размерам близки к митохондриям. У растений они преимущественно округлой формы, диаметром 0,2-1,5 мкм. Они окружены мембранным слоем, меньшим, чем митохондрии, и не имеют крист. Пероксисомы содержат больше ферментов дыхания (фотодыхания) на свету. Именно поэтому они обильны в листьях и находятся в постоянном контакте с хлоропластами. По мнению некоторых ученых, пероксисомы возникают на уровне мембраны эндоплазматической сети и отделяются от нее.

**ГЛИОКСИСОМЫ.** Глиоксисомы также относятся к группе пероксисом. Эти органоиды образуются в прорастающих половых клетках. В них сконцентрированы ферменты, участвующие в образовании сахара путем изменения жирных кислот. По размеру они равны пероксисомам и связаны с эндоплазматической сетью.

**СФЕРОСОМЫ.** Эти органоиды были открыты Ганштейном в 1880 году и он назвал их «микросомами». Позже, в зависимости от формы, ее стали называть сферосомой. Форма округлая, способная к сильному поглощению света, диаметр 0,5 – 1 мкм. Он образуется и секретируется из эндоплазматической сети. В организме много липидов. Поэтому их еще называют липидными каплями. В сферосомах обнаружены ферменты липаза, эстераза, протеаза, кислая фосфатаза, РНКазы, ДНКазы. Тот факт, что в них преимущественно содержится много фермента липазы, создает условия для большего синтеза и накопления жиров. Его функции аналогичны функциям лизосом.

**МИКРО ТРУБКИ.** Трубоччатые органоиды расположены во наружном слое цитоплазмы клетки. Их длина составляет 20-30 нм. Толщина стенки составляет 5-14 нм. Микротрубочки — это органеллы, обнаруженные в клетках растений и животных. Их слой не состоит из мембраны, а представляет собой спиральное расположение глобулярных макромолекул. Объясняется, что движение цитоплазмы в клетке связано с микротрубочками, поскольку они участвуют в процессе обмена, который делает возможным движение цитоплазмы.

**ВАКУОЛЫ.** Вакуоли – типичная органелла растительной клетки. Протоплазма растительных клеток отличается от клеток животных тем, что содержит много воды. Поэтому в растительной клетке хорошо развита вакуольная система.

В молодых клетках вместо вакуолей имеются пузырьки, расположенные в каналах эндоплазматической сети. По мере взросления клетки эти пузырьки начинают сливаться



друг с другом, становятся крупнее и отделяются от эндоплазматической сети, образуя большую одиночную вакуоль в центре клетки. Окружающая его мембрана называется тонопластом эндоплазматической сети. Жидкость, заполняющая вакуоль, называется клеточным соком. В центре взрослых клеток образуется единственная вакуоль, ее объем может достигать 90% от общего объема клетки. Клеточный сок на 96-98% состоит из воды, в нем содержатся органические кислоты, белки, аминокислоты, углеводы, алкалоиды, гликозиды, добавки, различные соли, эфирные масла, пигменты и др. Накопление этих веществ в вакуоли увеличивает концентрацию клеточного сока. Клеточный сок представляет собой жидкость с кислой реакцией на азот. В большинстве случаев pH составляет около 5,0-6,5, у лимона — 2, у бегонии — 1. В некоторых случаях может иметь и слабощелочную реакцию (тыква, огурец, дыня).

Основная биологическая роль вакуолей заключается в том, что они приобретают осмотические свойства за счет концентрации собираемого ими клеточного сока. В результате контролируется мощность всасывания, тургорное давление и водный режим клетки. В живых растениях он контролирует поступление, перемещение и распределение воды и минеральных элементов. В этих вакуолях также собираются продукты жизнедеятельности (алкалоиды, полифенолы, стероиды и др.), образующиеся в результате клеточного метаболизма. Углеводы и белки, вырабатываемые растениями, также хранятся в клеточном соке. В целом в зависимости от вида растений и клеток, тканей или органов клеточный сок различается.

**ПРОТОПЛАЗМА.** Протоплазма вместе с цитоплазмой и органоидами внутри клетки образуют единое целое, в котором протекают сложные реакции обменного процесса.

Цитоплазма — это жидкость, составляющая основную часть протоплазмы. Остальные органоиды преимущественно расположены в цитоплазме. Оптимальные условия для их формирования, развития и выполнения своих функциональных задач находятся только внутри цитоплазмы. Цитоплазма, заполняющая растительную клетку, состоит из трех слоев. Слой, прилегающий к клеточной стенке с поверхности, называется плазмолеммой, то есть внешней мембраной. Внутренний слой ограничен вакуолью и образует тонопласт или внутреннюю мембрану. Средний слой цитоплазмы называется мезоплазмой. Все органоиды, участвующие в метаболическом процессе клетки, расположены в мезоплазматическом слое цитоплазмы. Цитоплазма — слизистая, бесцветная, тонкая и полужидкая субстанция. Относительный вес больше единицы равен 1,025 — 1,055. Способность поглощать свет также выше, чем у воды. Она имеет особое структурное строение, т. е. вязкостные и упругие свойства. Химический состав протоплазмы очень сложен и состоит из органических и неорганических соединений. Они коллоидные и растворенные.

На примере капустного листа химический состав цитоплазмы клетки можно показать следующим образом. Белки - 63-64%, жиры - 20-21%, углеводы - 9-10% и минеральные вещества - 6-7%. До 80% протоплазмы живой клетки составляет вода. Семена могут иметь 10-11%. В целом большая часть протоплазмы представляет собой воду, а остальная часть — сухое вещество. Основную часть сухого вещества составляют белки.

**ДВИЖЕНИЕ ЦИТОПЛАЗМЫ.** Одной из его важных особенностей является то, что цитоплазма внутри живой клетки всегда находится в круговом и жидкостном движении. Обычно вовлекается не вся протоплазма. Часть клетки, прикрепленная к коже, — плазмолемма и тонопласт — находится в состоянии покоя. Органоиды в протоплазме движутся пассивно, присоединяясь к цитоплазме. Скорость цитоплазматического движения можно определить путем наблюдения и измерения движения органелл. Вращательное движение обычно наблюдается в клетках, протоплазма которых расположена близко к клеточной мембране, а средняя часть занята крупной вакуолью. Протоплазма движется в одном направлении, как бы вращаясь вокруг центра клетки. Это можно увидеть в клетках водных растений — элодеи или валиснерии (рис. 1).

При проточной (циркуляционной) форме движение протоплазмы направлено во всех направлениях в виде тонких струек. Время от времени каждый ток меняет свое направление и течет в противоположном направлении. Противоположные токи идут бок о бок. Токи в центральной части клеток также меняют свое место. Его также можно увидеть в волосках традесканции на волосках молодых ветвей тыквы.

Движение протоплазмы может быть первичным и вторичным. Естественное движение в неповрежденных и нормальных условиях называется первичным движением. Вторичное движение ускоряется в результате внешнего воздействия на покоящуюся протоплазму, т. е. повреждения соседних клеток (порез, травма), температуры, света, химических веществ, электрического тока и т. д. Также возможно остановить движение, когда эффект сильный. В результате движения цитоплазмы протоплазма и органоиды снабжаются питательными веществами, кислородом, водой и минералами. Органоиды протоплазмы также лучше выполняют свои функциональные задачи в результате пассивного движения.

## **ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ**

Химический состав растительной клетки очень сложен и состоит из органических и неорганических соединений. Они коллоидные и растворены в клетке. Это результат их постоянного метаболизма. В результате процесса обмена веществ растения взаимодействуют с окружающей средой и получают большую часть элементов, входящих в периодическую систему. В результате усвоения этих элементов формируется органический и минеральный состав клетки. 19 из этих элементов составляют основу жизненного процесса. 16 из них (фосфор, азот, калий, кальций, сера, магний, железо,

марганец, медь, цинк, молибден, бор, хлор, натрий, кремний, кобальт) относятся к группе минеральных элементов. Остальные принимаются как  $(S, N, O)SO_2$ ,  $O_2$  и  $N_2O$ . 4 элемента в составе клетки – S, N, O, N – называются органогенами и составляют 96% от общего количества. То есть по сравнению с сухой массой клетки углерода — 45 %, кислорода — 42 %, водорода — 6,5 % и азота 1,5 %. Все остальные элементы составляют 5%. Роль большинства элементов, находящихся в организме растений, хорошо изучена.

В целом в растительной клетке в среднем 80-85% составляет вода, а 95-96% массы сухого вещества - органическое вещество.