

Лекция 1.

ТЕМА: СТРОЕНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

План лекции:

1. Вводная часть

2. История открытия клетки, клеточная теория

3. Строение растительной клетки

1. Вводная часть

Ботаника — биологическая наука, всесторонне изучающая растения, является необходимым предметом, дающим теоретические знания и практические навыки, необходимые в будущей работе провизора. Более 30 % всех лекарственных средств готовят на основе лекарственного растительного сырья (ЛРС). Идентификация сырья и определение его качества невозможно без специальных знаний:

1. *Анатомия растений* — основа микроскопического анализа ЛРС.
2. *Морфология* — основа макроскопического анализа ЛРС.
3. *Физиология растений* необходима для изучения метаболизма в растениях биологически активных веществ (БАВ), особенностей их накопления.
4. *Систематика растений* необходима для изучения классификации и эволюционного положения растений.
5. *Ботаническая география* — основа рациональной заготовки лекарственных растений и их охраны.
6. *Экология растений (фитоценология)* необходима при введении растений в культуру или их интродукции.

Растение — живой организм. Каждый растительный организм — это открытая, саморегулирующаяся, самовоспроизводящаяся система, которой присущи потоки материи, энергии и информации. Поток материи лежит в основе обмена веществ.

Обмен веществ (метаболизм) — совокупность реакций ассимиляции и диссимиляции, т. е. анаболизма и катаболизма. У растений выделяют *первичный*

обмен веществ (синтез и распад белков, углеводов, жиров, нуклеиновых кислот, аскорбиновой кислоты) и *вторичный* (образование, превращение органических соединений других классов — алкалоидов, гликозидов, дубильных веществ и др.)

Поток энергии непрерывно связан с потоком материи и реализуется через синтез и распад аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), происходит соответственно при ассимиляции и диссимиляции. Организм — это открытая система, т. к. не может существовать без притока энергии извне. Для большинства растений источником энергии является Солнце, и эта энергия накапливается в виде химических связей в процессе фотосинтеза. Такие организмы называются *автотрофными (фототрофными)*. В отличие от растений, животные, грибы, бактерии используют для жизнедеятельности энергию, высвобождаемую при расщеплении поглощаемых ими органических веществ — *гетеротрофные организмы*.

Поток информации лежит в основе самовоспроизведения организмов и связан с функциями нуклеиновых кислот.

Растение как целостный организм имеет характерные уровни строения живого: молекулярный, клеточный, тканевой, органный, организменный, популяционный, видовой, биогеоценотический, биосферный.

2. ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ КЛЕТКИ, КЛЕТОЧНАЯ ТЕОРИЯ

Клетка — основная структурная единица живого. Открытие ее (Гук, 1665; Мальпиги; Грю, 1671) связано с изобретением светового микроскопа. Дальнейшие исследования Р. Вирхова, К. Бэра показали, что организмы начинают свое развитие из одной клетки, а каждая клетка образуется путем деления материнской. Это нашло свое выражение в клеточной теории, основные положения которой сформулированы французским ботаником Дютроше (1824), русским ботаником П. Ф. Горяниновым (1834) и немецкими исследователями Шлейденем и Шванном (1838–1839).

Современная клеточная теория включает следующие основные положения:

1. Клетка — основная единица строения, развития и жизнедеятельности

живых организмов.

2. Клетки растений и животных сходны по строению, химическому составу и основным проявлениям жизнедеятельности.

3. Клетки образуются в результате деления материнских клеток.

4. Клетки специализированы по функциям и образуют ткани.

5. Ткани формируют органы.

3. СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

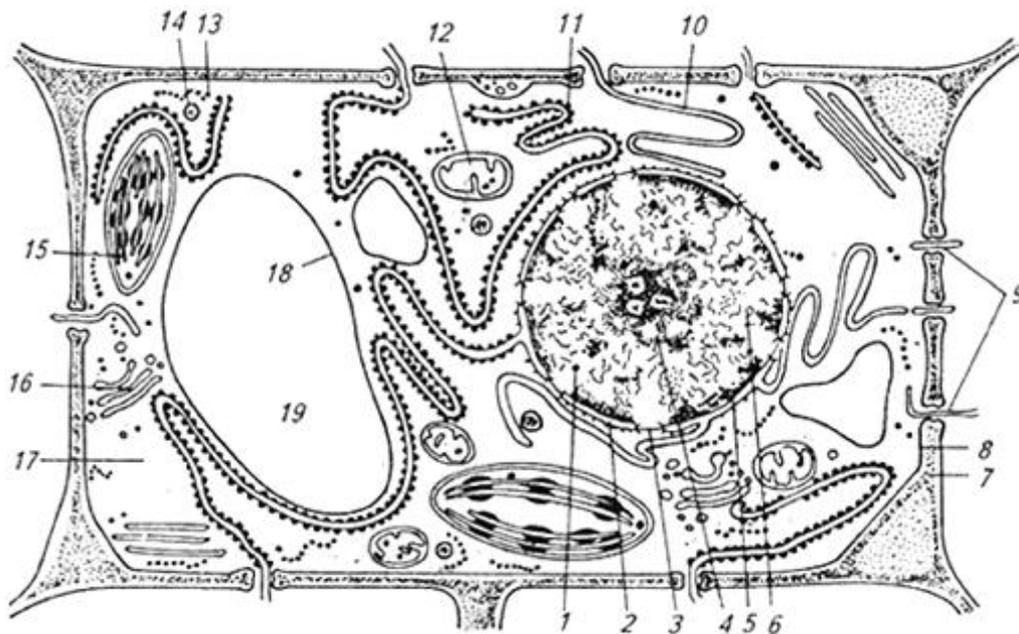
По форме различают *паренхимные* (длина и ширина клетки более или менее одинаковы) и *прозенхимные* (длина более чем в два раза превышает ширину) растительные клетки.

Основными структурными частями соматической клетки являются: оболочка, цитоплазма, ядро, вакуоль (рис. 1). Живая часть клетки (цитоплазма, ядро) называется *протопластом*.

Клеточная оболочка. Клетки растений окружены плотной оболочкой, наличие которой отличает их от клеток животных, хотя установлено, что и клетки животных покрыты оболочкой гликопротеидного вещества муцина (сахар и белок) — яйца морских ежей, амфибий, клетки, выстилающие желудочно-кишечный тракт, эпителий и др. Клеточная оболочка защищает протопласт от неблагоприятных внешних воздействий и придает клетке определенную форму и прочность.

Формирование и рост клеточной оболочки. В процессе деления клеток между ними возникает тончайший слой аморфного вещества — межклеточная или *срединная пластинка*. По физическим и химическим свойствам она имеет пектиновую природу. Она может разрушаться, и соседние клетки разъединяются. С каждой стороны срединной пластинки образуется тончайшая пленка из целлюлозы. Эта тонкая целлюлозная пленка называется *первичной оболочкой* и содержит около 5 % целлюлозы. По мере роста молодых клеток увеличивается и первичная оболочка, становится толще. Вначале у очень молодых клеток мицеллярные тяжи образуют трехмерную сетку. Она легко растягивается. По мере роста клетки оболочка растягивается, к уже имеющимся

пучкам мицелл присоединяются новые. Сетка становится более плотной и тесной. Общая толщина ее растет. Пластичность оболочки снижается, закрепляется определенный размер и форма клетки. Последующее утолщение



клеточной оболочки называется вторичным, а наслаивающаяся оболочка называется **вторичной оболочкой**. Она состоит главным образом из полисахаридов — целлюлозы (50 %), гемицеллюлозы (30 %) и пектиновых веществ (20 %).

Рис. 1. Строение растительной клетки по данным электронной микроскопии:

1 — ядро; 2 — ядерная оболочка; 3 — ядерная пора; 4 — ядрышко; 5 — хроматин; 6 — кариоплазма; 7 — клеточная стенка; 8 — плазмалемма; 9 — плазмодесмы; 10 — агранулярная эндоплазматическая сеть; 11 — гранулярная эндоплазматическая сеть; 12 — митохондрия; 13 — рибосомы; 14 — лизосома; 15 — хлоропласт; 16 — диктиосома; 17 — гиалоплазма; 18 — тонопласт; 19 — вакуоль

Целлюлоза имеет фибриллярное строение. Глюкозные остатки в молекуле целлюлозы образуют цепи — мицеллы, которые объединяются в пучки. Мелкие пучки — в крупные и т. д. Чистая целлюлоза бесцветна, прочна и стойка против различного рода механических и физических воздействий. Промежутки между пучками мицелл заполнены пектиновыми веществами, способными при намачивании набухать. Пектиновые вещества заполняют и межклеточные пространства, склеивая клетки между собой. Часто на стенках клеток

откладывается не целлюлоза, а гемицеллюлоза — вещество, стоящее ближе к крахмалу.

Утолщение клеточных оболочек происходит в основном за счет пропитывания их особыми веществами, обеспечивающими дополнительную прочность и стойкость. Это лигнин, суберин, кутин. Лигнин — вещество, близкое к целлюлозе, но углерода в нем относительно больше. Такое видоизменение называется одревеснение. Суберин и кутин по своей природе близки к жирам. Клеточные оболочки, пропитанные ими, не смачиваются водой и почти непроницаемы для воды и газов. Это уменьшает испарение с поверхности клеток. Кутикулой покрывается только наружная поверхность клеточных оболочек (поверхность листа), поэтому клетки сохраняют свою жизнеспособность. Сквозное пропитывание этими веществами клеточной оболочки приводит к опробковению, что вызывает отмирание протопласта клетки.

Минерализация оболочек отмечена в небольшой степени у всех клеток. Обычно это бывают соли кальция или кремниевой кислоты. Кальций встречается в виде углекислой или щавелевокислой извести. Углекислая известь может откладываться не только в оболочках, но и на поверхности эпидермы, осаждаясь из выделений водных устьиц, в жгучих волосках крапивы вместе с кремнеземом.

На рис. 2 схематично представлена сложная морфологическая структура клеточной оболочки. Сложность эта усугубляется еще тем, что вторичное утолщение никогда не бывает сплошным, равномерным, оно может быть самым разнообразным: кольчатым, спиральным, лестничным, сетчатым, точечным.

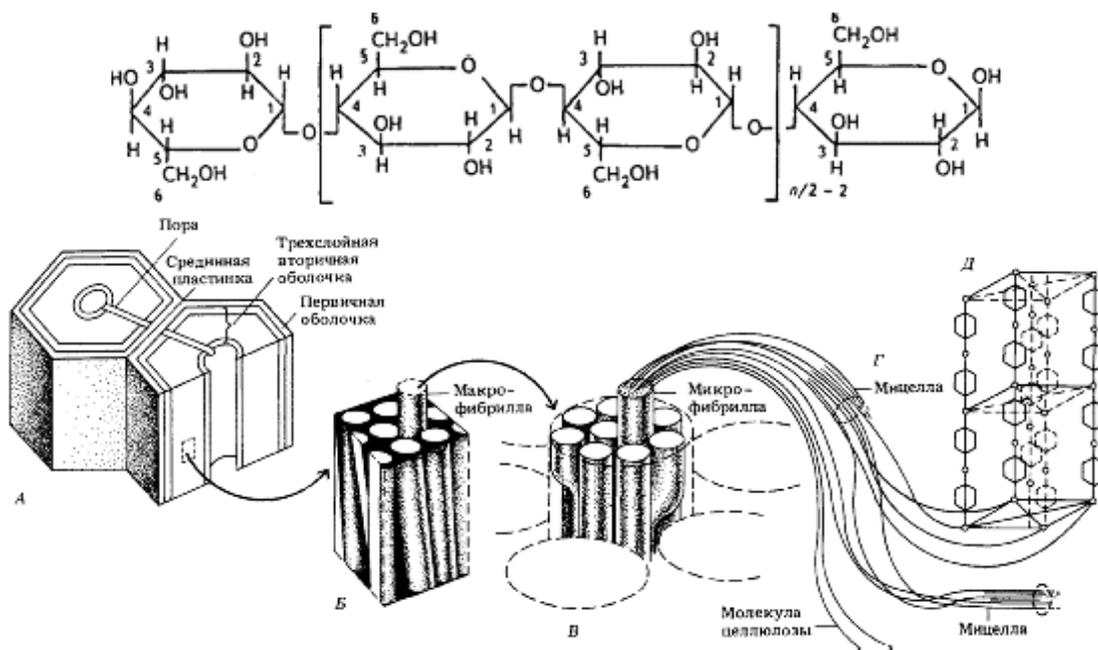


Рис. 2. Формула целлюлозы и строение клеточной оболочки растений:

A — участок клеточной оболочки; *B* — фибриллы и макрофибриллы (световой микроскоп); *B* — микрофибриллы (электронный микроскоп); *Г* — участки микрофибрилл, мицеллы, имеют упорядоченное строение и придают оболочке кристаллические свойства; *Д* — фрагмент мицеллы (молекулы целлюлозы)

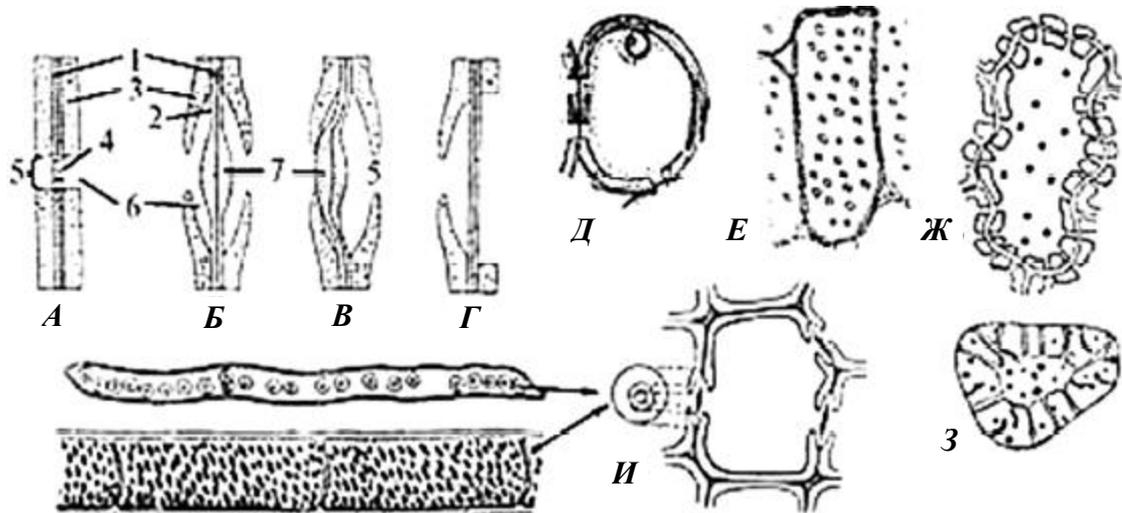
Кольчатые и спиральные утолщения представляют собой кольца или спирали круглого сечения, расположенные внутри клетки, имеющей форму цилиндрической трубки. Они соединены с внутренней поверхностью первичной оболочки лишь узкой спайкой, не препятствуют удлинению клеток, росту их в длину.

Утолщения могут быть в виде сетки на внутренней поверхности клеточной оболочки и в виде ступенек, вдающихся внутрь клетки, и почти сплошными. В последнем случае остаются не утолщенными лишь узкие пространства округлой или щелевидной формы.

В первичной оболочке имеются неутолщенные места — **поры** (рис. 3). В связи с различным характером утолщений форма и конструкция пор могут быть самыми разнообразными:

– *простые поры* — стенки канала, образуемого вторичной оболочкой, опускаются к первичной оболочке ровно, отвесно;

- *полуокаймленные* — вторичная оболочка с одной стороны;
- *окаймленные поры* — вторичная оболочка нависает над неутолщенным местом так, что канал во вторичной оболочке приобретает форму воронки, приставленной раструбом к первичной оболочке. Пленка первичной оболочки,



разгораживающая в поре два встречных канала, может иметь утолщение в виде диска или линзы, которое называется *торусом*.

Рис. 3. Типы пор в клеточных оболочках:

A — пара простых пор; *Б, В* — пара окаймленных пор: *1* — срединная пластинка; *2, 7* — первичная оболочка; *3* — вторичная оболочка; *4* — замыкающая пленка поры с поровыми полями; *5* — апертура, или поровое отверстие; *6* — поровый канал, или камера; *Г* — полуокаймленные поры; *Д, Е, Ж* — простые поры в оболочке клеток семян-ки ромашки, коры корня ириса, внутренней кожицы околоплодника перца сладкого; *З* — щелевидные и ветвистые поры в каменистых клетках мякоти плода груши; *И* — окаймленные поры в трахеидах и сосудах

Очертание как простой, так и окаймленной поры не всегда округлое, оно может быть вытянутым, эллиптическим. Первичная оболочка в области пор пронизана тончайшими отверстиями — перфорациями. Через них проходят тяжи цитоплазмы — *плазмодесмы*, соединяющие клетки и обеспечивающие жизнедеятельность растения как целостного организма.

Видоизменения клеточной оболочки:

- *одревеснение* — инкрустация лигнином;
- *опробковение* — инкрустация суберином;

– *кутинизация* — образование слоя кутина на внешней поверхности оболочки;

– *минерализация* — пропитывание солями кальция или кремния.

– *ослизнение клеточных оболочек*. Может быть нормальное (биологическое), полезное для растений и патологическое (болезненное), вызываемое бактериями. Нормальное ослизнение целлюлозных оболочек поверхностного слоя клеток семян льна, айвы, тыквы, некоторых видов ромашки способствует закреплению семян в почве, создается лучший контакт с ней и лучшие условия прорастания.

В патологических случаях могут ослизняться стенки не только поверхностных, но и глубинных клеток. Этот процесс вызывается специальными бактериями, является болезнью растений и называется *гуммозом*. Часто поражает плодовые деревья, особенно вишни, сливы. Из коры дерева вытекает слизь, вишневый клей. Гуммоз развивается медленно и в конечном счете приводит к гибели дерева.

Цитоплазма (протоплазма) как живое содержимое клетки известна была уже в XII веке. Термин «протоплазма» впервые предложен чешским ученым Пуркинью (1839). Различают три слоя цитоплазмы: плазмалемму, гиалоплазму, тонопласт.

Плазмалемма — элементарная мембрана, наружный слой цитоплазмы, примыкает к оболочке. Толщина ее около 80Å (Å — ангстрем, 10^{-10} м). Состоит из фосфолипидов, белков, липопротеинов, углеводов. Может иметь ламеллярную (слоистую) и мицеллярную (капельную) структуры. Чаще всего состоит из 3 слоев: бимолекулярный слой фосфолипидов (35Å), на их долю приходится 40 %, поверхность покрыта с обеих сторон прерывистым слоем структурных белков (20 и 25Å). В некоторых местах на стыке ламеллярной и мицеллярной структур или между двумя мицеллами наружный и внутренний слои структурных белков могут смыкаться, образуя гидрофильные белковые поры, $7\text{--}10\text{Å}$, через которые проходят вещества в растворенном состоянии.

В матрикс мембран бывают встроены молекулы белков, не имеющие

ферментативной активности — специфические селективные каналы ионной проводимости (калиевые, натриевые и др.). Наконец, в мембране могут быть белки — ферменты, обеспечивающие поступление в клетку высокомолекулярных веществ. Все эти образования (биохимические поры) обеспечивают главное свойство мембран — *полупроницаемость*.

Плазмалемма имеет многочисленные складки, углубления, выступы, что увеличивает ее поверхность во много раз.

Как мембрана плазмалемма выполняет важные и сложные **функции**:

1. Регулирует поступление и выделение веществ клеткой.
2. Преобразует, запасает и расходует энергию.
3. Представляет химический преобразователь, ускоряет превращение веществ.
4. Принимает и преобразует световые, механические и химические сигналы внешнего мира.

Таким образом, плазмалемма контролирует проницаемость клетки, процессы поглощения, превращения, секреции и экскреции веществ.

Гиалоплазма представляет основу клеточной организации, является выражением ее сущности как живого. С физико-химической точки зрения является сложной гетерогенной коллоидной системой, где высокомолекулярные соединения диспергированы в водной среде. В среднем цитоплазма содержит 70–80 % воды, 12 % белков, 1,5–2 % нуклеиновых кислот, около 5 % жира, 4–6 % углеводов и 0,5–2 % неорганических веществ. Может находиться в двух состояниях: золя и геля. *Золь* — жидкое состояние, обладает вязкостью; *гель* — твердое состояние, обладает эластичностью, растяжимостью. Способна к обратимым переходам «золь – гель» в зависимости от температуры, концентрации водородных ионов, прибавления электролита, механического воздействия. Свойства гиалоплазмы связаны и с надмолекулярными структурами белковой природы. Это микротрубочки и микрофиламенты.

Микротрубочки — полые мелкие образования с электроноплотной белковой стенкой. Участвуют в проведении веществ по цитоплазме,

перемещении хромосом и образовании нитей митотического веретена.

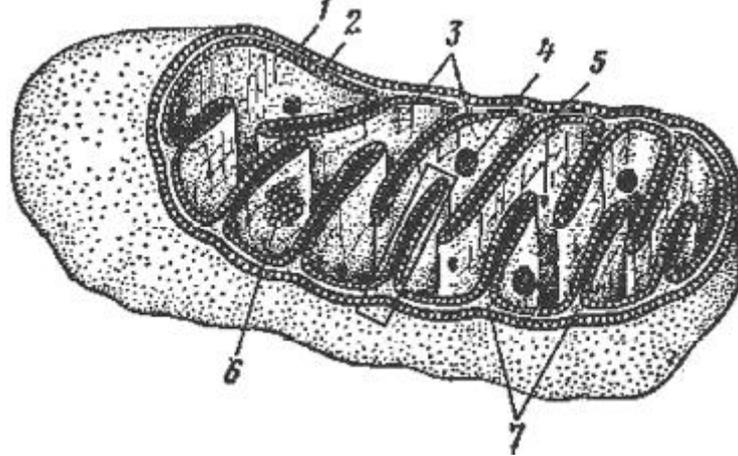
Микрофиламенты состоят из спирально расположенных белковых субъединиц, образующих волокна или трехмерную сеть, содержат сократительные белки и способствуют движению гиалоплазмы и прикрепленных к ним органоидов.

Гиалоплазма как сложная гетерогенная коллоидная система макромолекул и надмолекулярных структур характеризуется нерастворимостью в воде, вязкостью, эластичностью, способностью к обратным изменениям, непроходимостью через поры естественных мембран, большими поверхностями раздела, обладает сильным светопреломлением, очень малой скоростью диффузии.

Органоиды гиалоплазмы. Как отмечалось раньше, в гиалоплазме имеется большое количество надмолекулярных образований, которые представляют собой многочисленные органоиды.

Митохондрии (рис. 4) имеются в клетках всех организмов, в клетках растений обнаружены Мевесом в 1904 г. Имеют форму округлых зернышек, палочек, нитей размером от 0,5 до 2 мкм. Форма их изменчива в зависимости от физиологического состояния клетки и внешних условий. Размножаются делением. Имеют оболочку, состоящую из 2 мембран. Внутренняя мембрана образует выросты в виде крист, палочек, окисом. Содержат 25–30 % липидов, 60–70 % белка, ДНК, рибосомы, большое количество разнообразных окислительных ферментов. Главная функция — окисление органических веществ, накопление энергии в виде АТФ.

Рис. 4. Строение митохондрии:



1 — наружная мембрана; 2 — внутренняя мембрана; 3 — матрикс; 4 — гранулы, находящиеся в матриксе; 5 — митохондриальные кристы; 6 — АТФ-сомы; 7 — перимитохондриальное пространство

Пластиды — органоиды гиалоплазмы, характерные только для клеток растений. В зависимости от наличия пигментов различают 3 типа пластид: *хлоропласты* (зеленые), *хромопласты* (оранжевые, желтые, красные), *лейкопласты* (бесцветные). Рассмотрим их строение на примере хлоропластов (рис. 5). Размеры и число хлоропластов в клетке варьирует в зависимости от вида растения. Обычно это овальные или линзовидные тельца длиной 4–7 мкм, толщиной 1–3 мкм. Число их в клетке может быть от 5–7 (у тополя в эпидерме) до 325 (в листьях картофеля). Снаружи хлоропласты покрыты оболочкой из 2 мембран, под оболочкой находится тело пластиды — **stroma**, структурной единицей которой являются **тилакоиды** — плоские мешковидные мембранные образования, содержащие пигменты. Тилакоиды, собранные в виде стопки, называются **гранами**. На мембранах гран протекает световая фаза фотосинтеза, на мембранах тилакоидов стромы — темновая. В строме хлоропластов имеются также **пластоглобулы** — округлые включения жирных масел, рибосомы, ДНК, иногда крахмальные зерна, белковые кристаллы, микротрубочки.

Пигменты, входящие в состав пластид, относятся к 3 классам: хлорофиллы, каротиноиды, фикобилины.

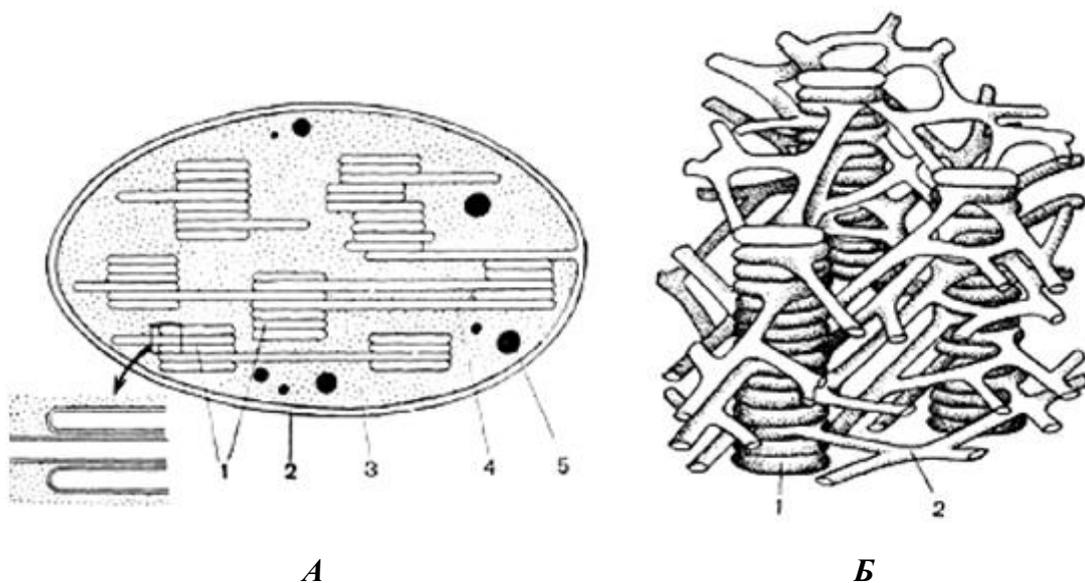


Рис. 5. Строение хлоропласта:

А — продольный разрез через хлоропласт: 1 — граны, образованные тилакоидами, сложенными стопками; 2 — оболочка; 3 — строма; 4 — ламеллы; 5 — капли жира, образовавшегося в хлоропласте;

Б — трехмерная схема расположения и взаимосвязи ламелл и гран внутри хлоропласта: 1 — граны; 2 — ламеллы

Хлорофиллы — а, b, c, d и т. д. отличаются друг от друга спектрами поглощения; основным светоулавливающим пигментом является хлорофилл а, дополнительными — b, c, d. К **каротиноидам** относятся каротины и ксантофиллы, также участвующие в фотосинтезе в качестве дополнительных пигментов. Кроме того, они придают окраску лепесткам многих растений (тюльпан, одуванчик и др.), плодам (шиповник, томаты, рябина), корнеплодам (морковь, свекла и др.)

Фикобилины — пигменты водорослей и цианобактерий. В хлоропластах содержатся хлорофиллы и каротиноиды, но в различных соотношениях. Например, в листьях шпината $X_{la} : X_{lb} : Кар : Кс$ содержатся в соотношении 11 : 5 : 2 : 1 (Зейбольц, 1941).

Хромопласты содержат каротиноиды, обычно растворенные в пластоглобулах. Отличаются меньшими размерами и слабо развитой внутренней мембранной системой. Лейкопласты — бесцветные, не

содержащие пигментов пластиды, в связи с чем в них мало тилакоидов либо нет вообще. Их функция — синтез и накопление запасных питательных веществ: крахмала (амилопласты), реже белка (протеопласты), жирных масел (олеопласты). В онтогенезе все типы пластид способны превращаться друг в друга: лейкопласты → хлоропласты → хромопласты. Иногда хлоропласты → лейкопласты; лейкопласты → хромопласты. Считают, что хромопласты — этап старения пластид.

Таким образом, при помощи пластид растения выполняют свою космическую роль и обеспечивают солнечной энергией процессы образования органических веществ.

Рибосомы в клетках растений обнаружены в 1953 г. Робинсоном и Броуном. Мелкие (100–150 Å), округлой формы, состоят из 2 частей (субъединиц) — большой и малой, объединенных предположительно Mg^{2+} . В состав большой субъединицы входит одна молекула РНК высокого молекулярного веса (235), одна молекула РНК меньшего (55) молекулярного веса и около 35 молекул белков разного характера. В состав малой — молекула РНК и около 20 молекул различных белков. В молодых клетках расположены в цитоплазме свободно, в дифференцированных прикреплены к поверхности наружной мембраны эндоплазматической сети группами (от 5 до 20), образуя **полисомы**. Между собой их связывает и РНК.

РНК рибосом и транспортная РНК — цитоплазматического происхождения, информационная РНК — ядерного, образуется из молекулы ДНК ядра. Она и определяет характер синтезируемого белка. Главная функция рибосом — синтез белка.

Эндоплазматическая сеть представлена сетью каналов, пузырьков, цистерн, отделенных от гиалоплазмы мембраной (рис. 6).

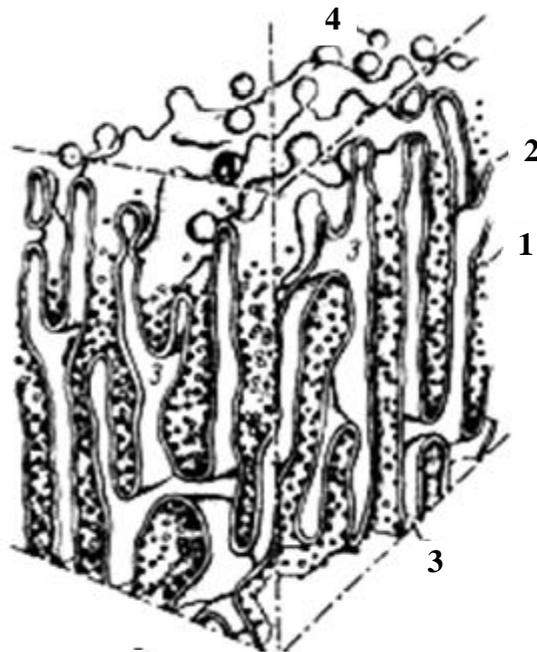


Рис. 6. Строение гранулярной эндоплазматической сети:

1 — рибосомы; 2 — пластинки; 3 — внутренние полости цистерн; 4 — отщепляющиеся мембранные пузырьки

Поверхность мембраны бывает двух видов: гранулярная и агранулярная. На гранулярной находятся рибосомы, за счет которых идет синтез белка. Кроме того, гранулярная эндоплазматическая сеть участвует в образовании клеточных мембран, а также вакуолей, лизосом, диктиосом, обеспечивает взаимодействие органоидов. Агранулярная эндоплазматическая сеть имеет вид трубок, пузырьков, цистерн. Обычно хорошо развита в клетках, синтезирующих и выделяющих липофильные вещества (эфирные масла, смолы, каучук), так как участвует в их синтезе.

Аппарат Гольджи обнаружен впервые в животных (нервных) клетках в 1897 г. К. Гольджи. Состоит из диктиосом и пузырьков Гольджи. Диктиосомы имеют вид плоских цистерн с мембранной стенкой. От края цистерн могут отходить трубочки, заканчивающиеся пузырьками. Установлено, что диктиосомы синтезируют, накапливают и выделяют полисахариды, прежде всего пектиновые вещества и гемицеллюлозу. Пузырьки Гольджи отпочковываются от диктиосом и транспортируют полисахариды

к клеточной оболочке. Встраиваясь в плазмалемму, пузырьки увеличивают ее поверхность (рис. 7). Считают также, что аппарат Гольджи участвует в образовании вакуолей, лизосом, внутриклеточном транспорте гидролитических ферментов.



Рис. 7. Транспортная система клетки. Взаимодействие и функционирование эндоплазматической сети и аппарата Гольджи

Глиоксисомы — мелкие тельца размером от 0,2 до 1,3 мкм. Состоят из белковой стромы тонкой зернистой структуры, отграниченной элементарной мембраной. Содержат ферменты, активизирующие жирные кислоты и превращение органических кислот.

Лизосомы представляют собой пузырьки, окруженные мембраной, образуются из пузырьков аппарата Гольджи. Содержат гидролитические ферменты, осуществляющие внутриклеточное пищеварение.

Пероксисомы — тельца сферической или палочковидной формы от 0,2 до 1,5 мкм в диаметре, окружены одной мембраной, содержат окислительно-восстановительные ферменты. Функции зависят от физиологического состояния клетки: в запасяющих органах при

прорастании семян участвуют в превращении жирных масел в сахара. В пероксисомах фотосинтезирующих клеток на свету происходит окисление продуктов фото- синтеза с образованием аминокислот.

Плазмиды — кольцевые, свободные ДНК — внехромосомные носители наследственной информации.

Ядро — основная часть эукариотических клеток (рис. 8). Является носителем наследственной информации, управляет синтезом белков, регулирует деятельность органоидов клетки и все жизненные процессы клеток и организмов, участвует в делении клеток. Состоит из ядерной оболочки — кариолеммы и ядерного сока — кариоплазмы, в котором находятся хроматин и ядрышко. **Кариолемма** образована двумя мембранами, между ними — перинуклеарное пространство, на наружной мембране обычно находятся рибосомы (гранулярная); иногда она образует выросты в сторону цитоплазмы, сливающиеся с эндоплазматической сетью. Кариолемма пронизана порами, которые не являются простыми отверстиями, а регулируют связь кариоплазмы и гиалоплазмы.

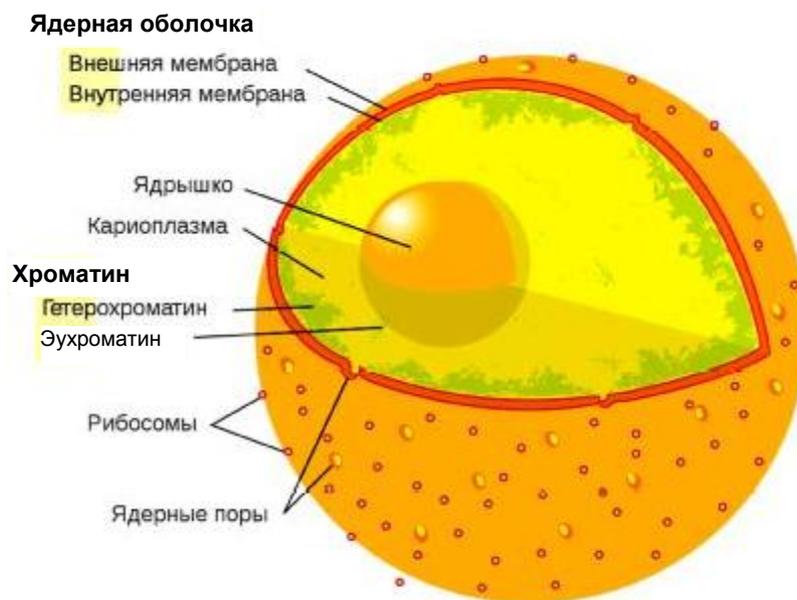


Рис. 8. Строение ядра

Кариоплазма по физико-химическим свойствам схожа с гиалоплазмой, но содержит 15–30 % нуклеиновых кислот, 40–60 % белков, служит средой

для распределения хроматина и ядрышек, трансформирует к ядерным порам различные РНК.

Хроматин — совокупность хроматиновых нитей, состоящих из спирально закрученных нитей ДНК с белками (гистонами). В интерфазном ядре являются местом транскрипции различных РНК. В профазе митоза образуют хромосомы.

Ядрышки — округлые тельца диаметром 1–3 мкм, не имеют мембран; состоят из РНК и белка (рибонуклеопротеидов). Функция — транскрипция рРНК, образование рибонуклеопротеидов (предшественников рибосом).

Вакуоль — полости в гиалоплазме, ограниченные мембраной (тонопластом), заполненные раствором различных веществ — продуктов жизнедеятельности протопласта. Этот раствор — клеточный сок. В молодых клетках клеточного сока мало, и вакуоли имеют вид очень маленьких пузырьков вязкого коллоидного характера, но по мере роста клетки они разжижаются, увеличиваются, сливаются друг с другом. В конце концов в клетке образуется одна крупная вакуоль, а цитоплазма облегает ее тонким слоем и располагается постенно.

Контрольные вопросы

- 1. История открытия клетки, клеточная теория*
- 2. Видоизменения клеточной оболочки*
- 3. Хлорофиллы — a, b, c, d и т. д.*
- 4. Аппарат Гольджи, строение и функция*
- 5. Плазмиды как внехромосомные носители наследственной информации.*
- 6. Ядро как основная часть эукариотических клеток*
- 7. Хроматин как место транскрипции различных рнк*
- 8. Эндоплазматическая сеть, ее функция*
- 9. Митохондрии как автономные органеллы*

ЛИТЕРАТУРА

1. Ботаника с основами фитоценологии. Анатомия и морфология растений. Серебрякова Т.И. — М: Академкнига, 2006. — 543 с.

2. Ботаника: в 4 т. Т. 1. Клеточная биология. Анатомия. Морфология. Зитте П., Вайлер Э.В., Кадерайт Й.В. и др. / под ред. А.К. Тимонина, В.В. Чуб — М: Академия, 2008. — 368 с.
3. Ботаника: в 4 т. Т. 3: Высшие растения. Тимонин А.К. — М: Академия, 2007. — 352 с.
4. Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. — М.: Эдиториал УРСС, 2000. — 528 с.
5. Яковлев Г.П., Челомбитько В.А. Ботаника. — СПб: СпецЛит, Изд-во СПХФА, 2001. — 680 с.
6. Практикум по анатомии и морфологии растений Викторов В.П., Гуленкова М.А., Дорохина Л.Н. и др. Под ред. Л.Н. Дорохиной — М: Академия, 2004. — 176с.
7. Иллюстрированное руководство для ботанических практик и экскурсий в Средней России. В.Э. Скворцов. — М: Т-во науч. изд. КМК, 2004. — 506 с.