



**ВОЛГОГРАДСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Кафедра фундаментальной медицины и биологии

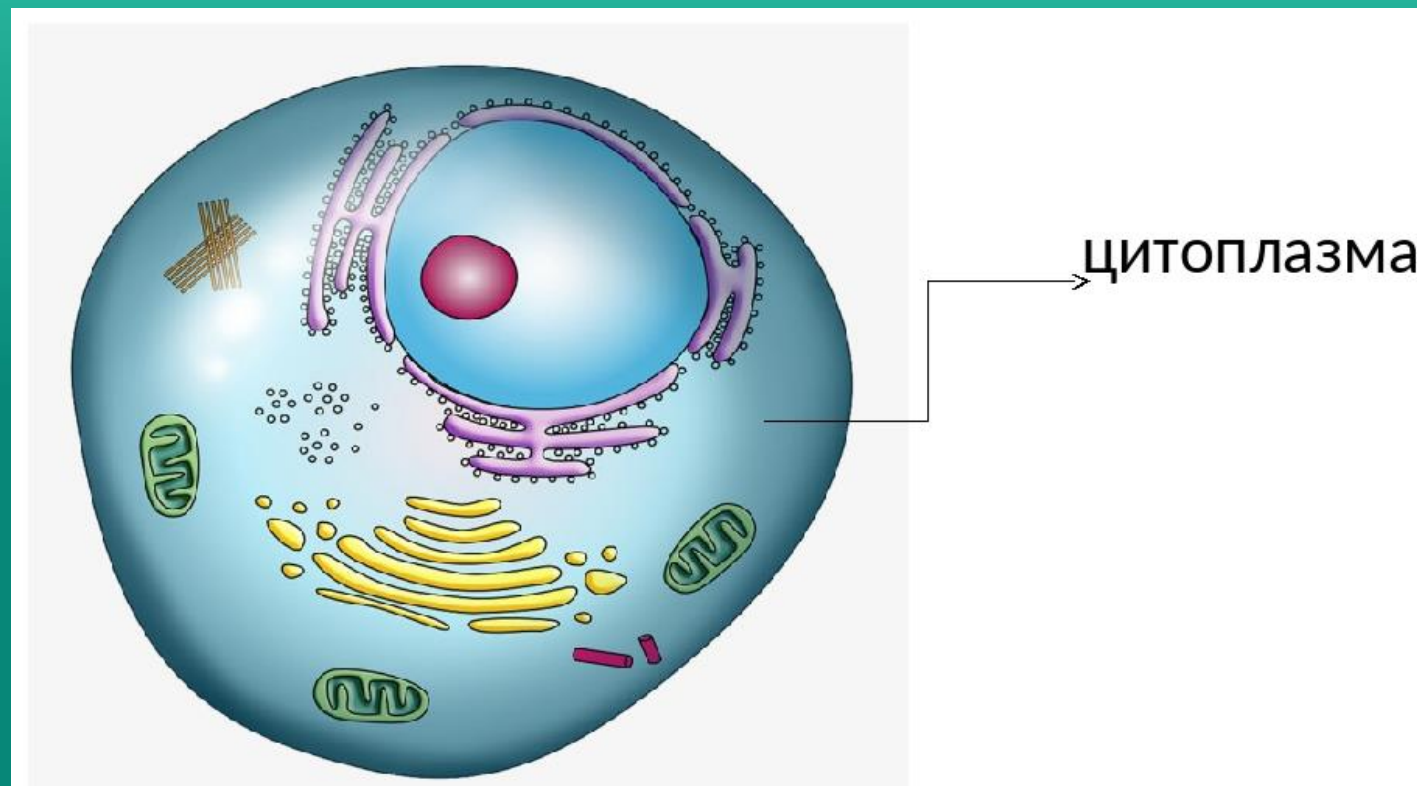
Строение клетки

Волгоград, 2025 год

Цитоплазма

Цитоплазматический аппарат (цитоплазма) представляет собой все содержимое клетки, находящееся под плазмалеммой и состоящее из:

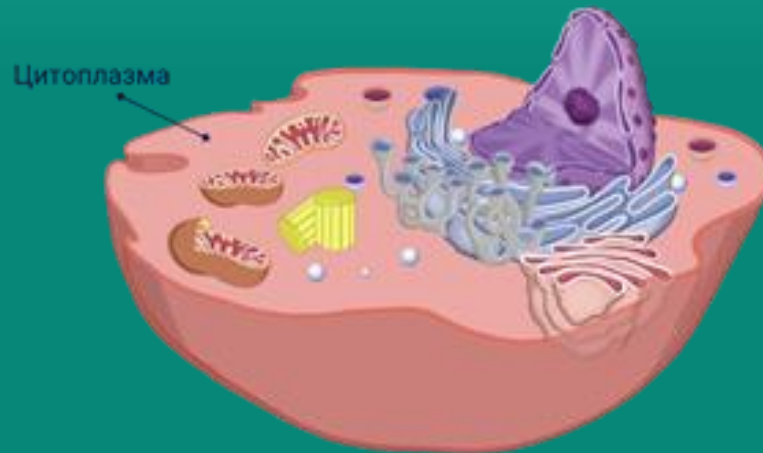
- ▶ Гиалоплазмы
- ▶ Органоидов
- ▶ Ядерного аппарата
- ▶ Включений



Цитоплазма

В животных клетках различают два слоя цитоплазмы:

- 1) Наружный слой (эктоплазма), лишенный гранул и большинства органоидов, обладающий высокой вязкостью; под плазматической мембраной в нем располагается сплетение микрофиламентов
- 2) Внутренний слой (эндоплазма), содержащий различные органоиды и гранулы, обладающий относительно меньшей вязкостью



Гиалоплазма

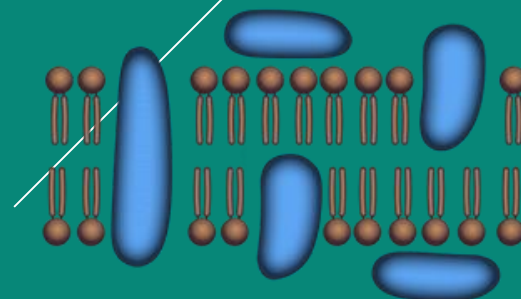
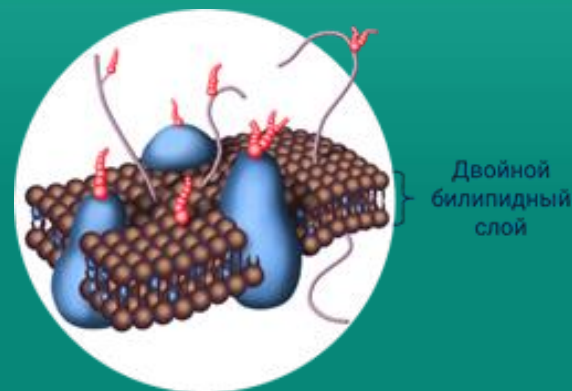
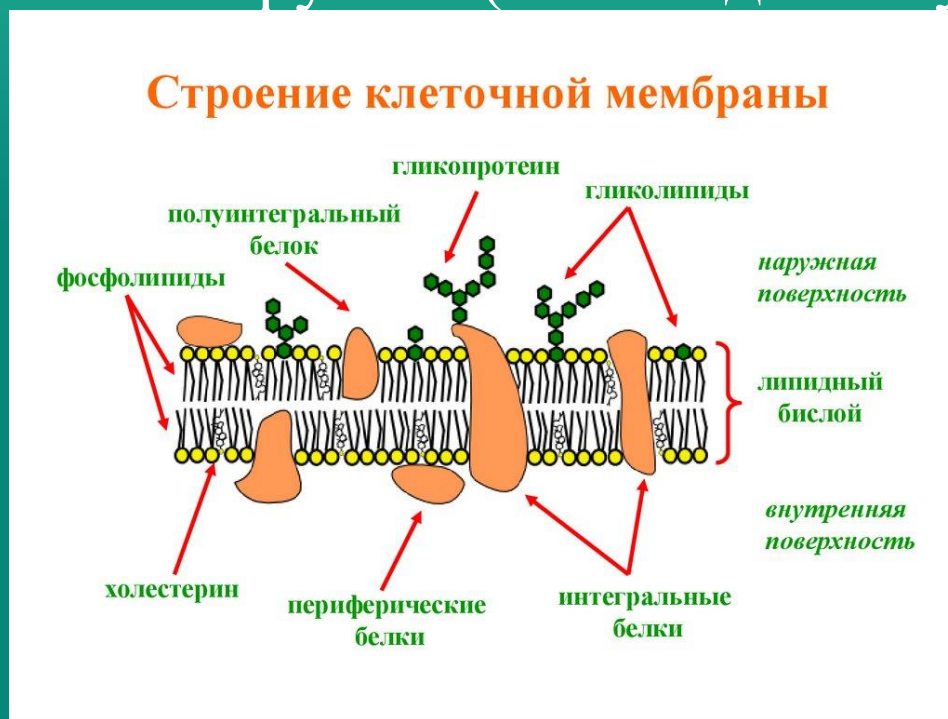
Гиалоплазма (матрикс цитоплазмы) представляет собой многофазную дисперсную систему, состоящую из воды, неорганических и органических веществ, биологической мембраны, органоиды клетки и поглощенные клеткой частицы и вещества

Важнейшая роль гиалоплазмы в клетке заключается в объединении всех клеточных структур и обеспечении химического взаимодействия их друг с другом.

Поддержание осмотических и буферных свойств клетки в значительной степени определяются составом и структурой гиалоплазмы.

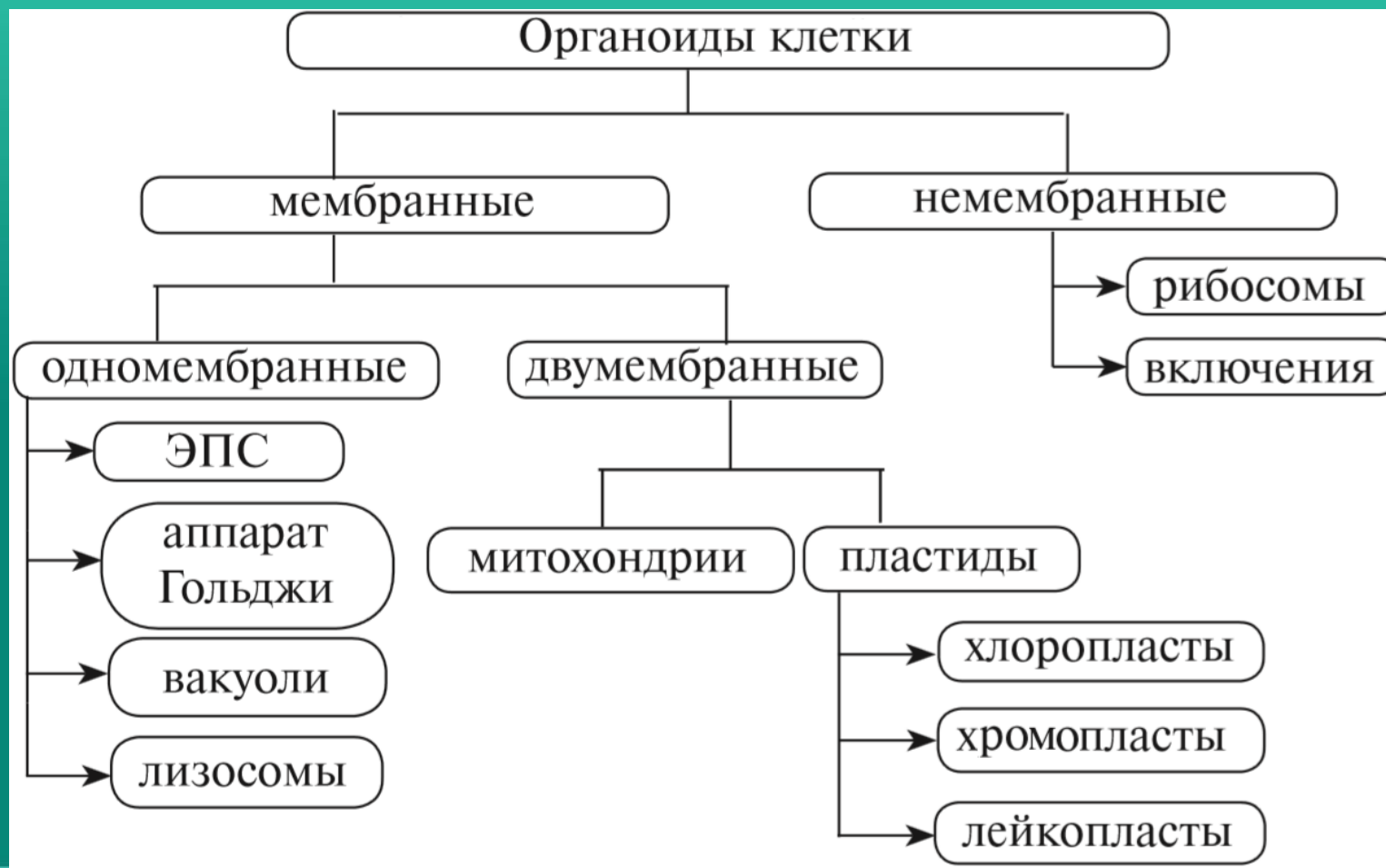
Клеточная мембрана

Клеточная мембрана — это эластическая молекулярная структура, состоящая из белков и липидов. Основу мембраны составляет двойной липидный слой, который образован двумя рядами липидов, гидрофобные радикалы (не взаимодействуют с водой) которых спрятаны внутрь, а гидрофильные группы (взаимодействуют с водой) обращены наружу.

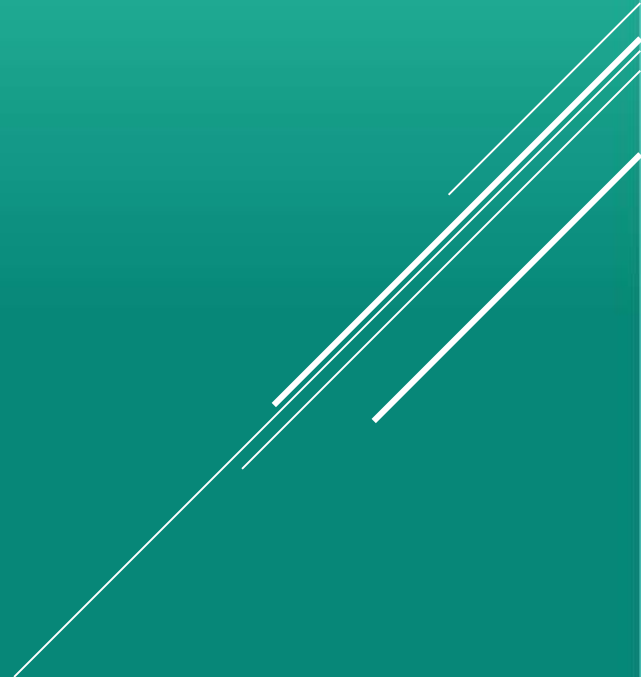


Органоиды клетки

Органеллами (органоидами) клетки называют постоянные части клетки, имеющие определенное строение и выполняющие специфические функции.



Двумембранные органеллы

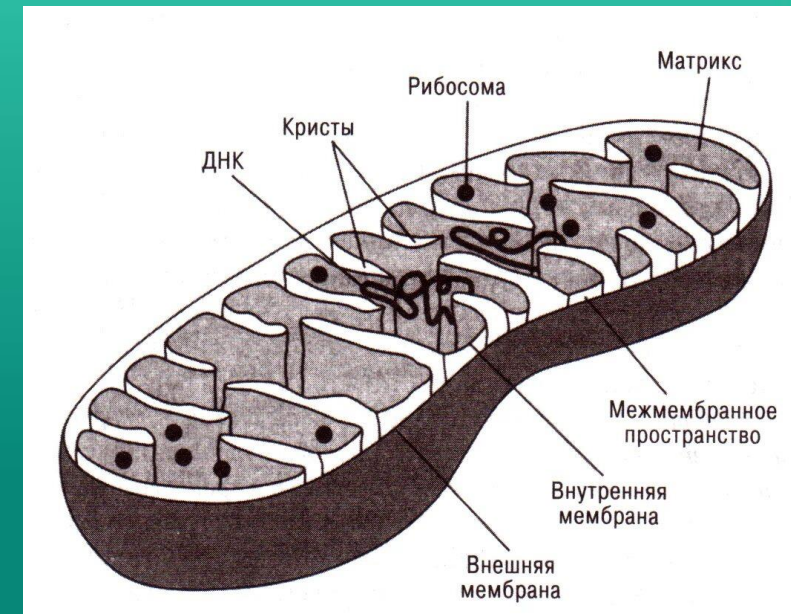


Митохондрия

Наружная мембрана отделяет митохондрию от цитоплазмы, замкнута сама на себя и не образует впячиваний. В ней имеется большое количество каналообразующего белка – порина, поэтому наружная мембрана проницаема для достаточно крупных молекул.

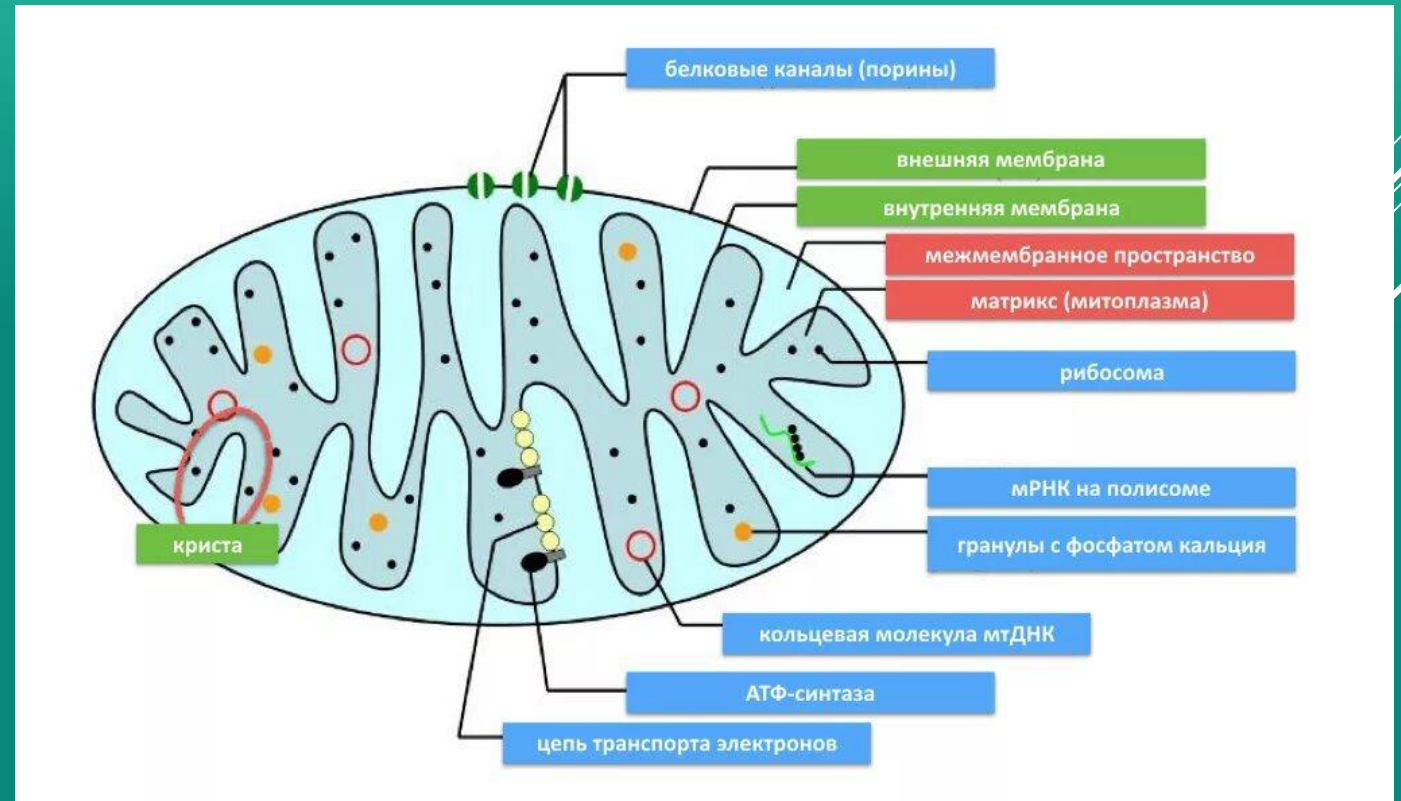
Внутренняя мембрана ограничивает внутреннее содержимое митохондрий – матрикс. Характерная особенность – образование многочисленных впячиваний – крист, за счет чего площадь внутренних мембран увеличивается. Форма крист может быть пластинчатой или трубчатой, они могут располагаться параллельно длинной оси митохондрии (поперечнополосатые мышцы), перпендикулярно ей (печень, почка). Кристы – лабильные образования, могут переходить из одной формы в другую или редуцироваться (при анаэробном развитии дрожжей кристы почти полностью исчезают).

Межмембранное пространство находится между наружной и внутренней мембранами. Здесь уникальный состав ферментов, которые, в отличие от ферментов матрикса, используют АТФ, синтезированную на внутренней мембране.



Митохондрия

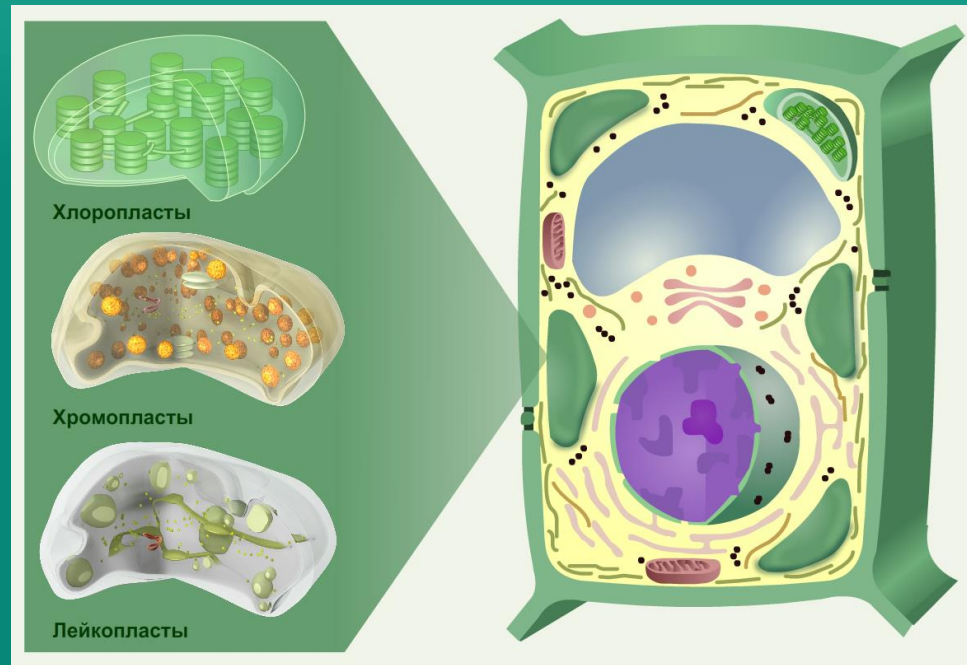
Митохондрии имеют собственный генетический материал. Объем генетической информации, заключенной в митохондриальной ДНК, невелик. ДНК митохондрий – это замкнутая кольцевая двуспиральная молекула. Митохондрии обладают собственной белоксинтезирующей системой.



Пластиды

Лейкопласты. Мелкие бесцветные пластиды различной формы с плохо развитой внутренней мембранной системой. Встречаются в клетках органов, скрытых от солнечного света (корней, корневищ, клубней, семян). Они осуществляют вторичный синтез и накопление запасных питательных веществ – крахмала, реже жиров и белков.

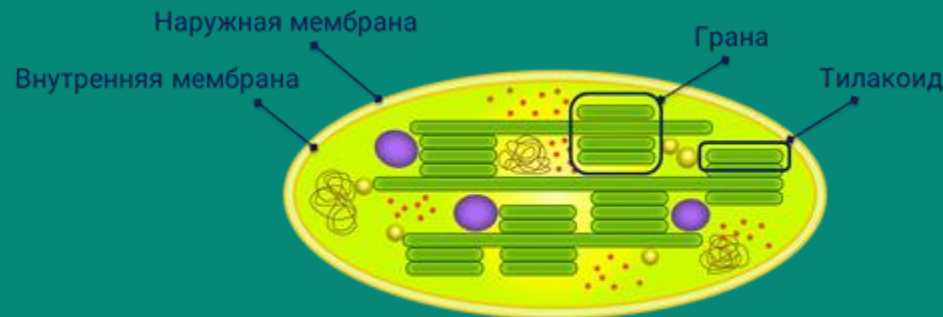
Хромопласты. Имеют дисковидную, зубчатую, серповидную и другие формы. Лишены хлорофилла, т.е. не способны к фотосинтезу. Присутствуют в клетках лепестков многих растений (лютиковых, одуванчиков и др.), зрелых плодов (томаты, шиповник и др.), корнеплодов (морковь, свекла), а также листьев в осеннюю пору. Яркий цвет этих органов обусловлен различными пигментами, относящихся к группе каротиноидов.



Пластиды

Хлоропласты. Хлоропласт окружен оболочкой, которая состоит из наружной и внутренней мембран, различающихся по проницаемости. Между ними – межмембранное пространство, внутренняя мембрана окружает внутреннее содержимое – строму хлоропласта. Наружная мембрана представляет собой строму (матрикс), которая состоит из: белков, липидов, кольцевой ДНК, РНК, рибосом, липид. Внутренняя мембрана образует впячивания внутрь стромы – тилакоиды (ламеллы). Несколько тилакоидов, лежащих друг над другом, образуют граны, где локализованы светочувствительные пигменты.

На мембранах тилакоидов и происходят световые реакции фотосинтеза, результат – образование АТФ. В строме содержится собственный генетический и белоксинтезирующий комплекс, включения, располагаются ферменты, участвующие в энергетическом обмене.

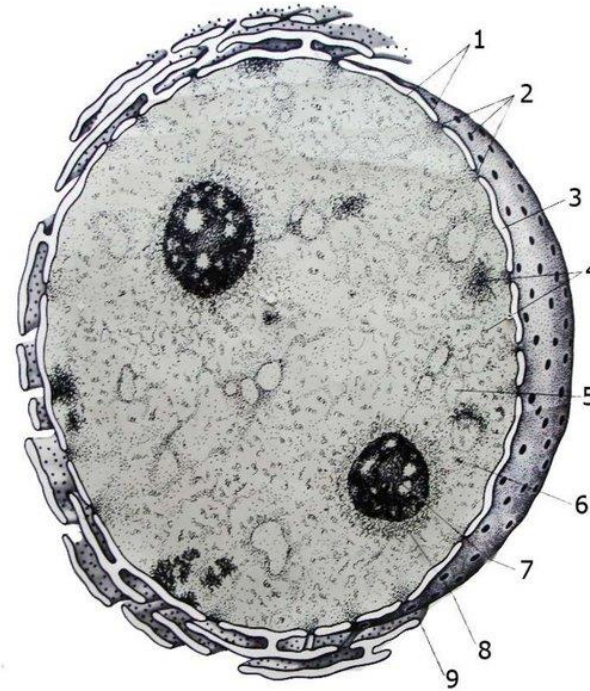


Ядро

Ядро - клеточная органелла, которая содержит основной объем ДНК, являющаяся ключевым субстратом генетического аппарата. Основные функции ядра связаны с процессами хранения, воспроизведения, передачи и реализации наследственной информации.

Ядро состоит из структурных (кариолемма, кариоскелет, хроматин, ядрышко) и неструктурного (кариоплазма) компонентов.

Строение ядра



- 1 – внутренняя и наружная ядерные мембрана,
- 2 – поры,
- 3 – перинуклеарное пространство,
- 4 – хроматин,
- 5 – кариолимфа,
- 6 – ядерные рибосомы,
- 7 – ядрышко,
- 8 – околоядрышковый хроматин,
- 9 – мембраны ЭПС

Компоненты клеточного ядра

Кариолемма — ядерная оболочка, отделяющая кариоплазму от цитоплазмы и обеспечивающая обмен между ними. Она образована наружной и внутренней мембраной, разделенными перинуклеарным пространством.

Кариоскелет — трехмерная сетевидная структура, состоящая из опорных белков и заполняющая весь внутренний объем ядра. Основными функциями являются: поддержание формы ядра, передвижение субъединиц рибосом, регуляция величины и количества ядерных пор.

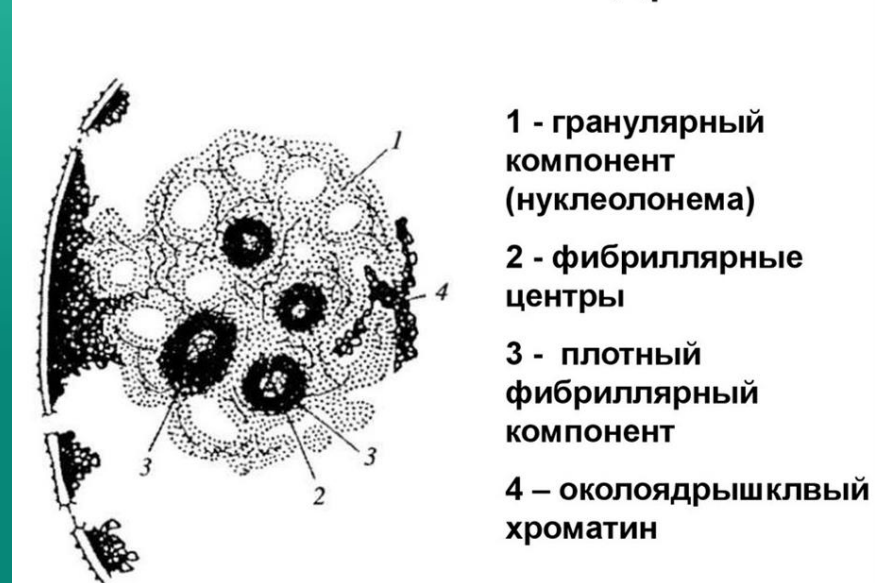
Хроматин — структурный предшественник хромосом. Состоит из комплекса ДНК и хромосомных белков, которые регулируют степень спирализации хроматина. Хроматин может присутствовать в двух формах:

- **Гетерохроматин (спирализованный или конденсированный)**. Является плотно упакованным транскрипционно неактивным хроматином. Специализирован на хранении генетической информации. Его количество максимально увеличивается к началу митоза.
- **Эухроматин (деспирализованный, деконденсированный, функциональный)**. С этого типа хроматина начинается процесс транскрипции. Во время клеточного деления хроматин полностью спирализуется и образует хромосомы.

Компоненты клеточного ядра

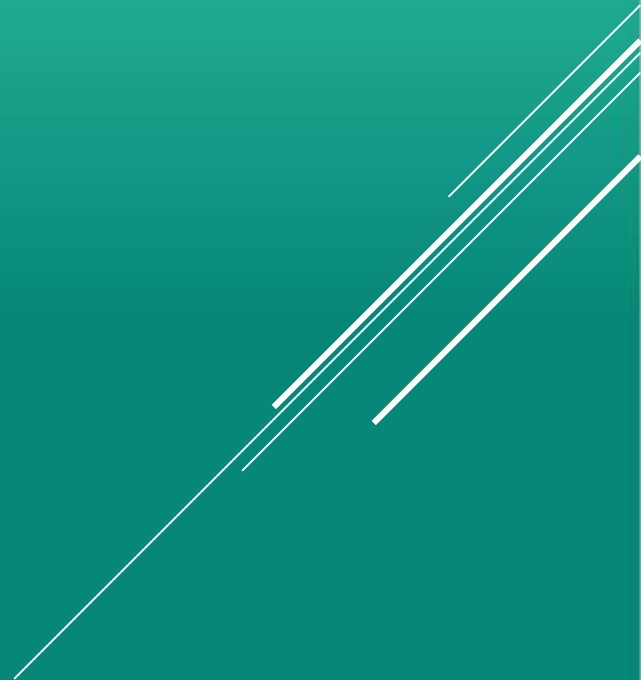
Ядрышко — непостоянная структура, располагающаяся в центре ядра. Его количество зависит от уровня метаболизма и функциональной активности клетки. Не имеет собственной оболочки. Функциями являются: синтез рибосомальной РНК и формирование субъединиц рибосом.

Схема компонентов ядрышка:



Кариоплазма (ядерный сок) — внутриядерная коллоидная аморфная субстанция. Функциями являются: поддержание постоянства внутриядерной среды, обеспечение условий для внутриядерных транспортов и перемещений, в том числе с цитоплазмой.

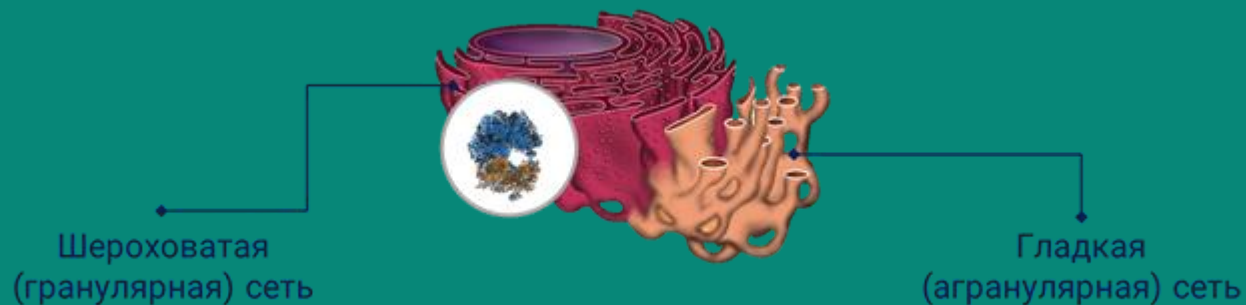
Одномембранные органеллы



Эндоплазматический ретикулум (ЭР) (эндоплазматическая сеть (ЭПС))

ЭПС представляет собой систему ветвящихся канальцев и уплотненных мешотчатых полостей, пронизывающих всю цитоплазму клетки и ограничивающих единое пространство. По структурным особенностям различают два вида ЭПС:

- ❖ **Гранулярная (шероховатая) ЭПС** со стороны мембраны покрыта мелкими округлыми частицами — гранулами, представленными рибосомами. Участвует в синтезе белков

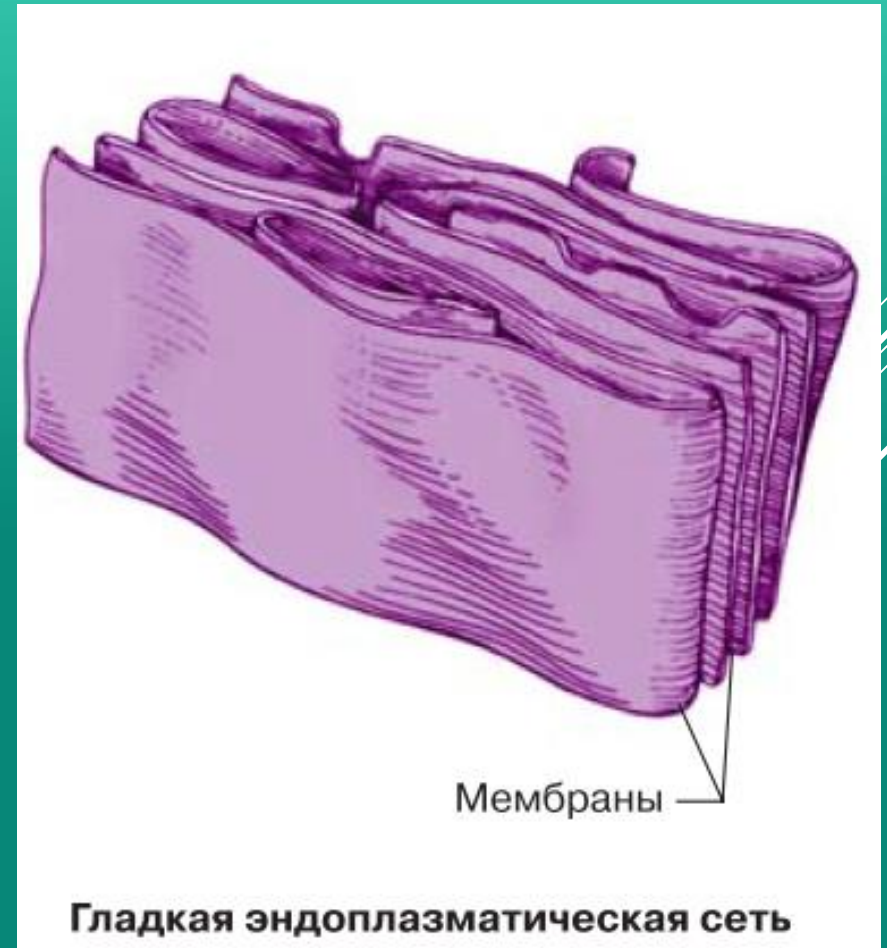


Эндоплазматический ретикулум (ЭР) (эндоплазматическая сеть (ЭПС))

❖ **Гладкая ЭПС** представлена мембранами, образующими мелкие вакуоли, трубки, каналы, которые могут ветвиться, сливаться друг с другом. Локализация гладкой ЭПС неодинакова как для различных клеток, так и внутри одной клетки.

Например, в клетках эпителия кишечника ЭПС локализуется в основном в верхней части клетки вблизи всасывающей поверхности. ЭПС может увеличиваться в объеме, расти за счет синтезирующихся мембран.

Помимо транспортной, изолирующей и функции синтеза мембранных липидов, общих с функциями шероховатого ЭПС, гладкая ЭПС может транспортировать и накапливать ионы, осуществлять функцию детоксикации вредных продуктов обмена. Однако гладкая ЭПС – это главная клеточная органелла, где происходит биосинтез липидов и накопление кальция.



Комплекс Гольджи (аппарат Гольджи)

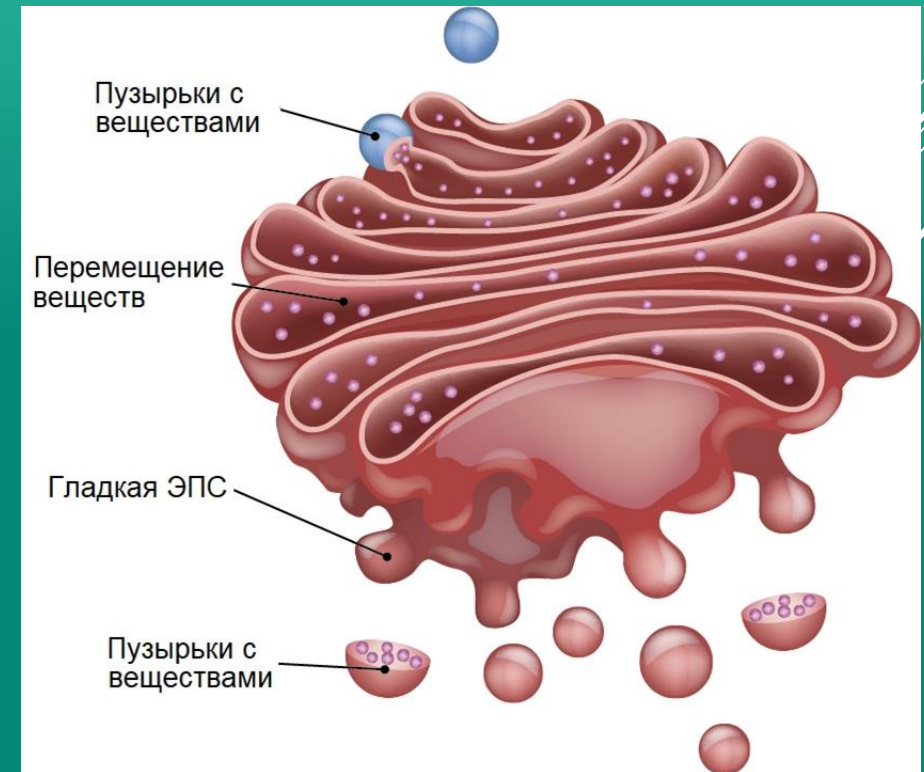
Комплекс Гольджи представляет собой интеграцию полиморфных мембранных структур в околоядерной зоне клетки. В состав комплекса Гольджи входят следующие структуры:

- пакеты уплощенных мембранных цистерн
- большие и малые мембранные вакуоли
- секреторные гранулы мембранные пузырьки с секретируемым содержимым)
- первичные лизосомы

Комплекс Гольджи выполняет в клетке ряд важных функций:

- ▶ накопление и упаковка в гранулы (гранулообразование) синтезируемых на ЭПС веществ;
- ▶ выведение из клетки продуктов секреции;
- ▶ сборка новых биологических мембран для внутриклеточной регенерации (мембраногенез);
- ▶ образование лизосом.

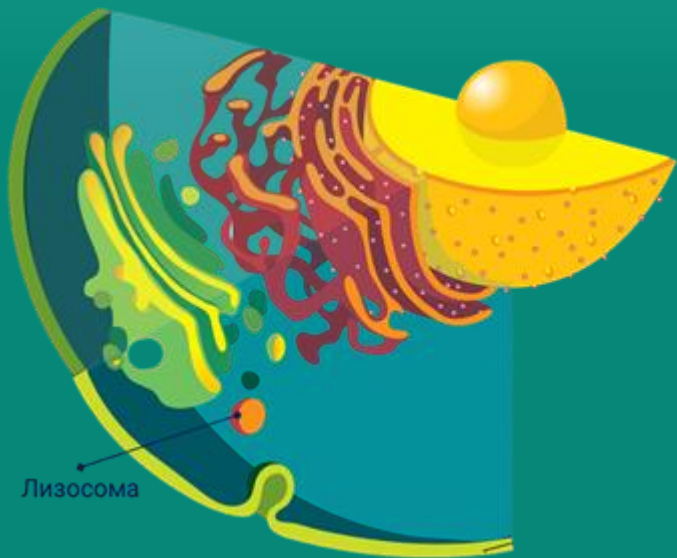
Комплекс Гольджи особенно хорошо развит в секреторных клетках.



Лизосома

Лизосомы представляют собой мембранные пузырьки. Внутри лизосом содержатся гидролитические ферменты, способные переваривать белки, липиды, углеводы и нуклеиновые кислоты. Лизосомы образуются из пузырьков, отделяющихся от Комплекса Гольджи.

Среди лизосом выделяют: первичные (мелкие малоактивные), вторичные (крупные активные), аутолизосомы (обеспечивают процессы аутолиза – растворения и уничтожения собственных структур клетки), гетеролизосомы (обеспечивают процессы расщепления и растворения продуктов эндоцитоза).



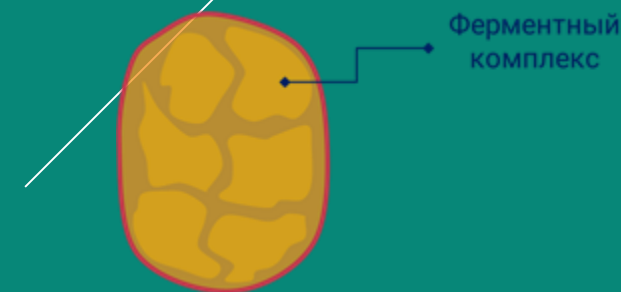
Лизосома

Функции лизосом связаны с процессами внутриклеточного и внеклеточного пищеварения:

- ▶ активизированные (вторичные) лизосомы участвуют в расщеплении и лизисе продуктов эндоцитоза;

- ▶ отдельная популяция лизосом, аутолизосомы, выделяя свои ферменты в гиалоплазму или сливаясь с измененными органеллами, инициируют процессы аутолиза (ферментативное растворение собственных структур клетки) и аутофагии.

- ▶ некоторые клетки (например, макрофаги) выделяют лизосомальные ферменты в межклеточное пространство для разрушения остатков погибших клеток и тканей собственного организма, а также внедрившихся микроорганизмов.



Пероксисома

Пероксисомы представляют собой мембранные пузырьки, заполненные ферментами метаболизма перекиси водорода. Отшнуровываются от расширенных участков канальцев гладкой ЭПС. Имеются во всех клетках, но особенно многочисленны в клетках печени и почек, где активно протекают процессы дезинтоксикации (обезвреживание ядовитых продуктов метаболизма).

Функции пероксисом связаны с процессами внутриклеточной дезинтоксикации:

- ▶ образование перекиси водорода — сильнейшего окислителя, который используется в целях дезинтоксикации (обезвреживания) конечных продуктов клеточного метаболизма;

- ▶ разрушение «избытков» перекиси водорода, которая обладает токсическим действием на клетку.



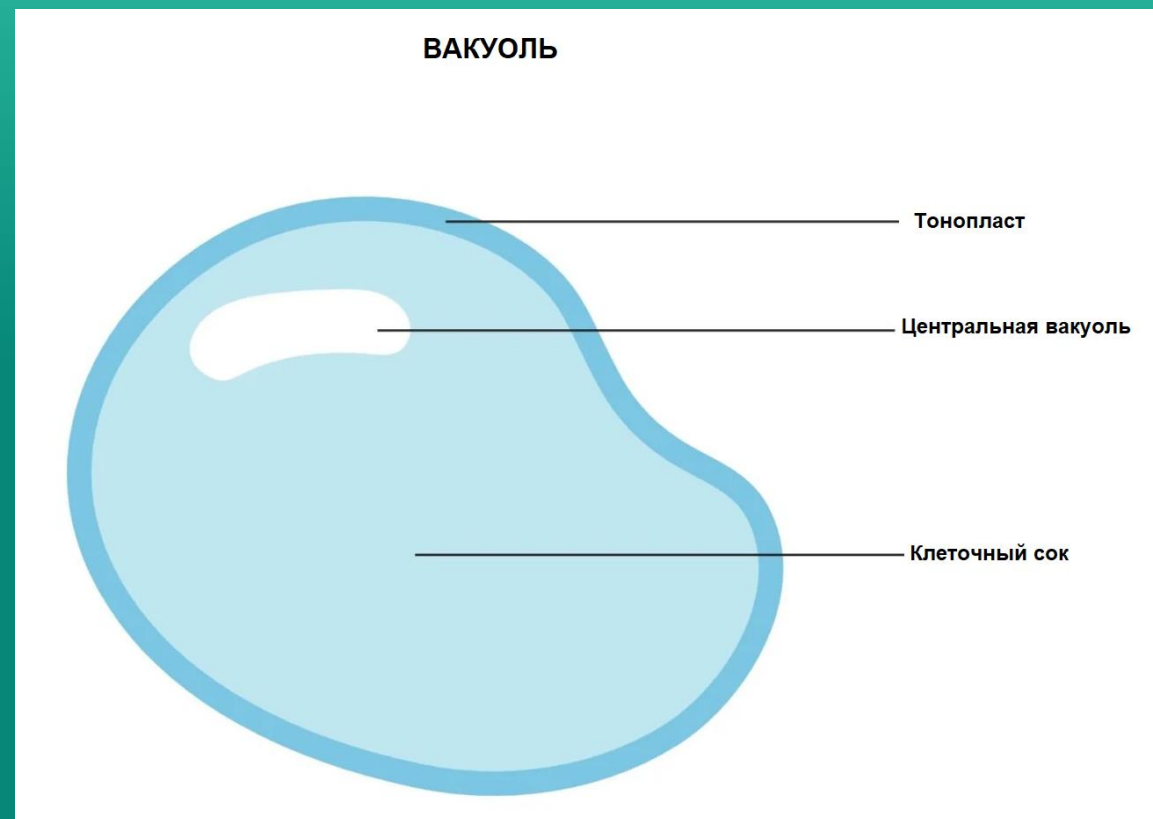
Вакуоль

Вакуоль окружена полупроницаемой мембраной. Эта мембрана получила название тонопласт.

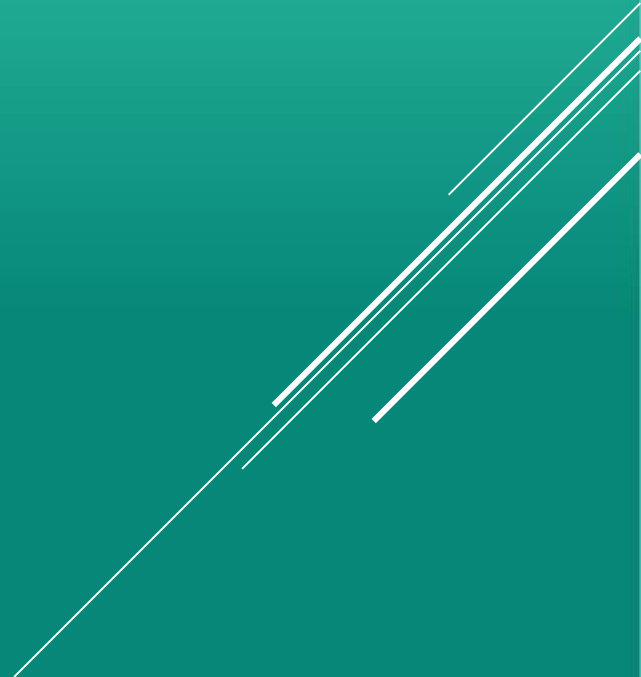
Благодаря осмотическим свойствам клеточного сока клетка поддерживается в состоянии постоянного напряжения. Тонопласт от латинского слова «тонус», что означает напряжение, натяжение. Тонопласт сохраняет свойство полупроницаемости, но это свойство сохраняется до тех пор, пока протопласт остается живым.

В клеточном соке находятся вещества вторичных продуктов обмена: алкалоиды, фенольные соединения, сахара и белки в качестве запасных веществ. Эти вещества могут вновь подвергаться активированию и включаться в процессы метаболизма.

Функции: хранение, лизис веществ, регулирование рН и ионный гомеостаз, защита от патогенов и травоядных, пигментация, изолирование и обезвреживание токсических веществ.

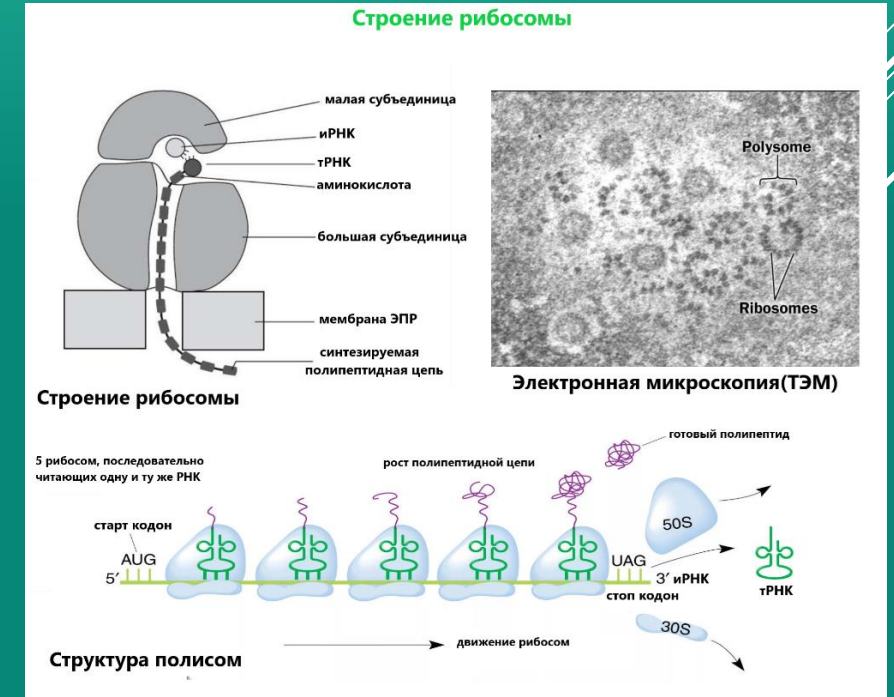
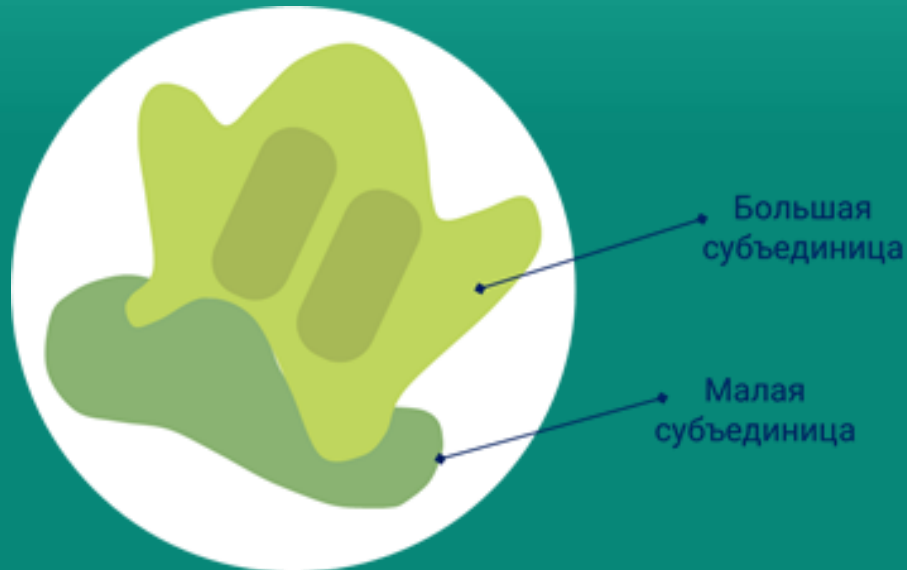


Немембранные органеллы



Рибосома

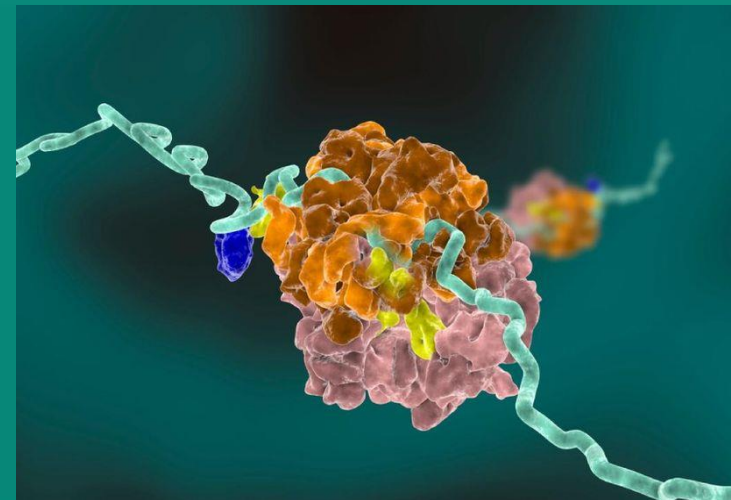
Рибосомы – элементарные аппараты синтеза белковых, полипептидных молекул – обнаруживаются во всех клетках. Рибосомы – это сложные рибонуклеопротеиды, в состав которых входят белки и молекулы РНК (рРНК). Рибосома состоит из большой и малой субъединиц. Каждая из субъединиц построена из рибонуклеопротеидного тяжа, где рРНК взаимодействует с разными белками и образует тело рибосомы. Малая субъединица имеет палочковидную форму с несколькими выступами. Большая субъединица похожа на полусферу с торчащими выступами.



Рибосома

Рибосомы могут располагаться свободно в цитоплазме или быть связанными с мембранами эндоплазматической сети. В малоспециализированных и быстрорастущих клетках в основном обнаруживаются свободные рибосомы. В специализированных клетках рибосомы располагаются в составе гранулярной эндоплазматической сети.

Субъединицы рибосом образуются в ядрышке, а их сборка происходит в цитоплазме. Часть рибосом располагается в гиалоплазме – свободные рибосомы, другие рибосомы связываются с мембранами шероховатой ЭПС - связанные рибосомы. Некоторые рибосомы объединяются в комплексы – полисомы. Кроме цитоплазматических рибосом имеются митохондриальные рибосомы, которые кодируются митохондриальной ДНК. Часть рибосом находится на наружной мембране ядерной оболочки.



Цитоскелет

Цитоскелет - внутриклеточный трехмерный немембранный структурный комплекс, включающий в себя собственно цитоскелет, а также тубулярно – фибриллярные элементы кортекса, центросомы, микроресничек и микроворсинок.

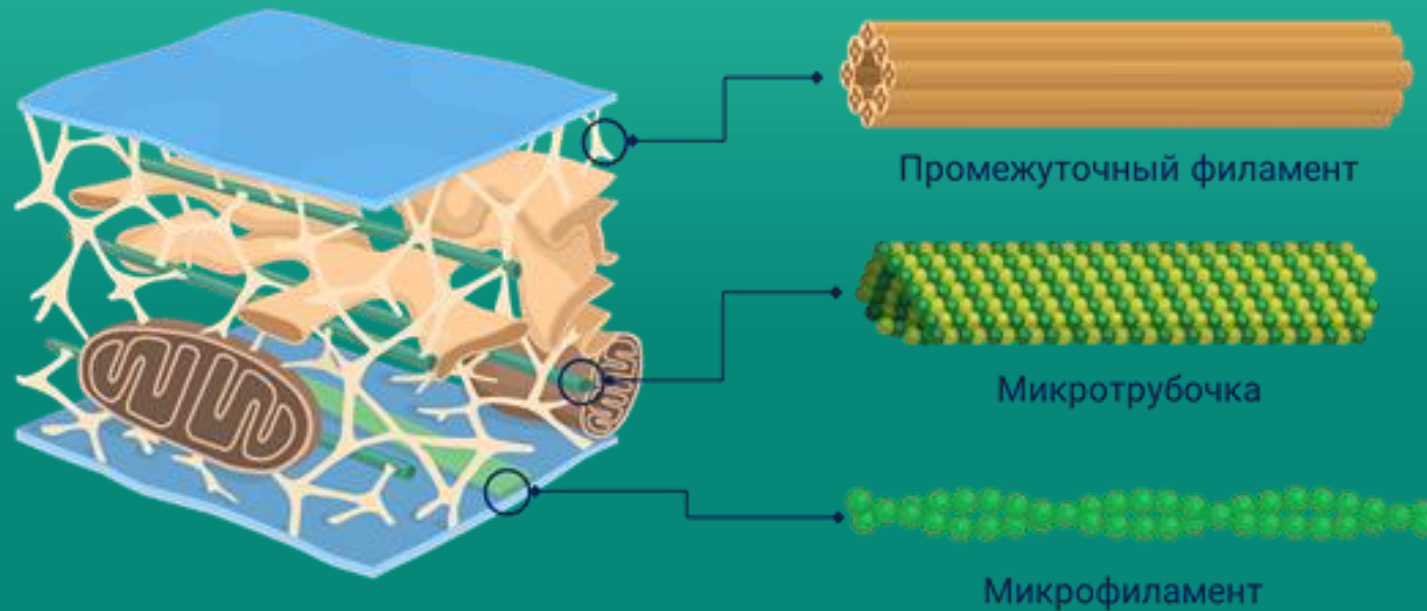
Основными структурными элементами цитоскелета являются микротрубочки (микротубулы), микрофиламенты и промежуточные филаменты.

Цитоскелет осуществляет в клетке локомоторную функцию. Она заключается:

- ▶ в создании опорного внутриклеточного каркаса;
- ▶ в организации межклеточных контактов;
- ▶ в поддержании и изменении формы клетки;
- ▶ в обеспечении внутриклеточных транспортов и структурных перемещений;
- ▶ в обеспечении передвижений свободно существующих клеток в пространстве;
- ▶ в участии в делении клетки.

Цитоскелет

Основными структурными элементами цитоскелета являются микротрубочки (микротубулы), микрофиламенты и промежуточные филаменты.



Цитоскелет

- Микротрубочки:

- представляют собой полые неветвящиеся цилиндры;
- стенки цилиндров построены из молекул тубулиновых белков;
- первичный синтез тубулиновых белков осуществляется на свободных рибосомах, а пространственная сборка на центросомах и базальных тельцах;
- структура микротрубочек обладает выраженной пространственной динамичностью за счет постоянно текущих на их противоположных полюсах процессов полимеризации и деполимеризации тубулинов.

Цитоскелет

- **Микрофиламенты:**

- представляют собой нитчатые двухцепочечные структуры, которые собираются в микропучки и образуют в цитоплазме сетевые структуры различной степени сложности;
- построены из молекул сократительных белков (преимущественной из актина), первичный синтез которых осуществляется на свободных рибосомах;
- способны к активному АТФ-обеспечиваемому и кальций-зависимому сокращению;
- на полюсах микрофиламентов протекают процессы деполимеризации белков под действием лизосомальных ферментов и полимеризации при участии цитоплазматических актин-связывающих белков.

- **Промежуточные филаменты:**

- Являются дополнительным структурным элементом цитоскелета.
- Это относительно короткие ветвящиеся нитчатые образования.
- Они построены из опорно-каркасных белков (кератина, виментина, десмина).
- Преимущественно развиты в клетках тканей, испытывающих механические нагрузки.

Включения

Включения — необязательные компоненты клетки, возникающие и исчезающие в зависимости от метаболического состояния клеток. Различают трофические, секреторные, экскреторные и пигментные.

Капли жира в цитоплазме инфузории-туфельки



Крахмальные зёрна картофеля



Белковые включения в зерновке пшеницы



Кристаллы оксалата кальция в клетках черенка листа бегонии



Включения

К трофическим включениям относятся капельки нейтральных жиров, которые могут накапливаться в цитоплазме, гликоген — полисахарид, который также откладывается в цитоплазме.

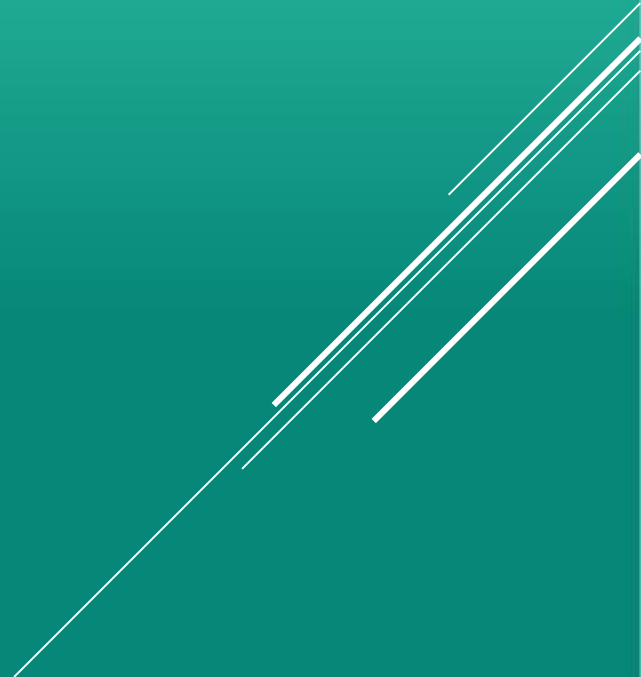
Секреторные включения — обычно округлые образования различных размеров, содержащие биологически активные вещества, образующихся в клетках в процессе синтетической деятельности.

Экскреторные включения не содержат каких-либо ферментов или других активных веществ. Обычно это продукты метаболизма, подлежащие удалению из клетки.

Пигментные включения могут быть экзогенными (каротин, пылевые частицы, красители и др.) и эндогенными (гемоглобин, меланин). Наличие их в цитоплазме может изменять цвет ткани или органа временно или постоянно.



Спасибо за внимание!

Several thin, white, parallel diagonal lines are positioned in the bottom right corner of the slide, extending from the right edge towards the center.