

# Клеточная теория

# ЦИТОЛОГИЯ

Наука о клетке называется цитологией (греч. «цитос»-клетка, «логос»-наука).

Предмет цитологии - клетки многоклеточных животных и растений, а также одноклеточных организмов, к числу которых относятся бактерии, простейшие и одноклеточные водоросли.

Цитология изучает строение и химический состав клеток, функции внутриклеточных структур, функции клеток в организме животных и растений, размножение и развитие клеток, приспособления клеток к условиям окружающей среды.

Современная цитология - наука комплексная. Она имеет самые тесные связи с другими биологическими науками, например с ботаникой, зоологией, физиологией, учением об эволюции органического мира, а также с молекулярной биологией, химией, физикой, математикой.

Цитология - одна из относительно молодых биологических наук, ее возраст около 100 лет. Возраст же термина “клетка” насчитывает выше 300 лет.

# История создания клеточной теории

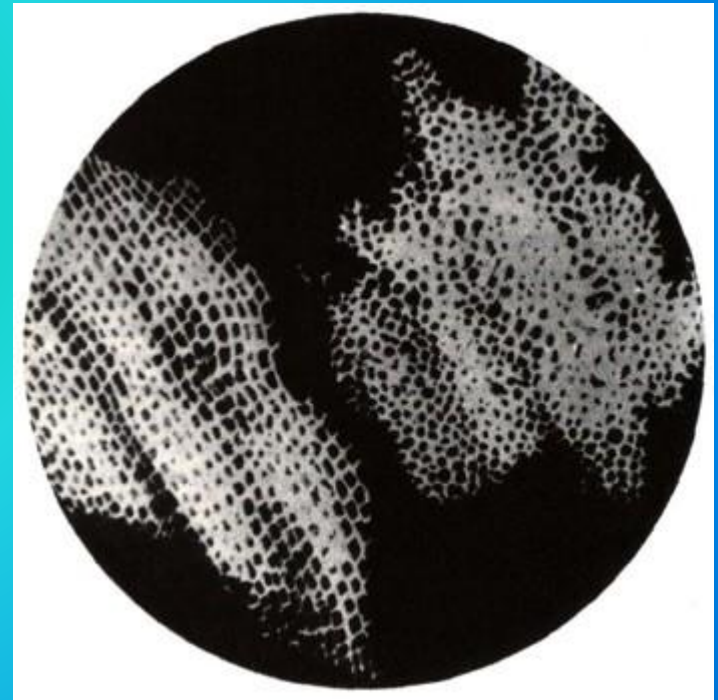
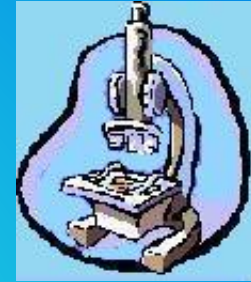


*ГУК (Нooke) Роберт*

*(18 июля 1635, Фрешуотер, о. Уайт —  
3 марта 1703, Лондон)*

Первым человеком, увидевшим клетки, был английский ученый Роберт Гук (известный нам благодаря закону Гука).

В 1665 году, пытаясь понять, почему пробковое дерево так хорошо плавает, Гук стал рассматривать тонкие срезы пробки с помощью усовершенствованного им микроскопа.



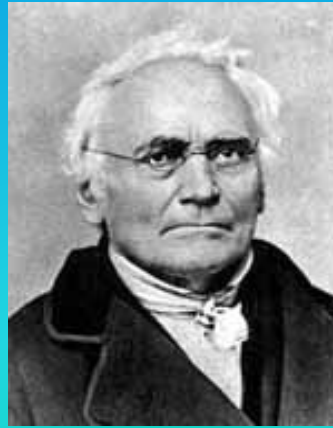
*Так выглядели клетки под микроскопом Гука.*

Он обнаружил, что пробка разделена на множество крошечных ячеек, похожие на пчелиные соты, построенные из ячеек, напомнивших ему монастырские кельи, и он назвал эти ячейки клетками (по-английски cell означает «келья, ячейка, клетка»). Фактически Роберт Гук увидел только оболочки растительных клеток.

# История создания клеточной теории



**Левенгук** (*Leeuwenhoek*),  
Антони ван (24.10.1632,  
Делфт – 26.08.1723, там же),  
нидерландский натуралист.



**Пуркине** (*Purkyně*) Ян  
Эвангелиста (17.12.1787,  
Либоховице – 28.07.1869,  
Прага), чешский физиолог.



**Броун** (*Brown*), Роберт  
(21.12.1773, Монтроз –  
10.06.1858, Лондон),  
шотландский ботаник

В 1680 году голландский мастер Антоний ван Левенгук (1632–1723) с помощью микроскопа с увеличением в 270 раз впервые увидел в капле воды «зверьков» - движущиеся живые организмы - одноклеточные организмы (бактерии).

Первые микроскописты вслед за Гуком обращали внимание только на оболочки клеток. Понять их нетрудно. Микроскопы в то время были несовершенны и давали малое увеличение.

Длительное время основным структурным компонентом клетки считалась оболочка. Лишь в 1825 году чешский ученый **Я.Пуркине** (1787-1869) обратил внимание на полужидкое студенистое содержимое клеток и назвал его протоплазмой (теперь ее называют цитоплазмой).

Только в 1833 г. английский ботаник Р. Броун (1773-1858), первооткрыватель хаотического теплового движения частиц (названного впоследствии в его честь броуновским), открыл в клетках ядра. Броун в те годы интересовался строением и развитием диковинных растений — тропических орхидей. Он делал срезы этих растений и исследовал их с помощью микроскопа. Броун впервые заметил в центре клеток какие-то странные, никем не описанные сферические структуры. Он назвал эту клеточную структуру ядром.



# История создания клеточной теории



**Шлейден (Schleiden)**  
Маттиас Якоб (05.04.1804,  
Гамбург – 23.06.1881,  
Франкфурт-на-Майне),  
немецкий ботаник.

В это же время немецкий ботаник М. Шлейден установил, что растения имеют клеточное строение. Именно открытие Броуна послужило ключом к открытию Шлейдена. Дело в том, что часто оболочки клеток, особенно молодых, видны в микроскоп плохо. Другое дело — ядра. Легче обнаружить ядро, а затем уж оболочку клетки. Этим и воспользовался Шлейден. Он начал методично просматривать срезы за срезами, искать ядра, затем оболочки, повторять все снова и снова на срезах разных органов и частей растений. После почти пяти лет методичных изысканий Шлейден закончил свою работу. Он убедительно доказал, что все органы растений имеют клеточную природу.

Шлейден обосновал свою теорию для растений. Но оставались еще животные. Каково их строение, можно ли говорить о едином для всего живого законе клеточного строения? Ведь наряду с исследованиями, доказывавшими клеточное строение животных тканей, были работы, в которых это заключение резко оспаривалось. Делая срезы костей, зубов и ряда других тканей животных,

ученые никаких клеток не видели. Состояли ли они раньше из клеток? Как видоизменялись?

Ответ на эти вопросы дал другой немецкий ученый — Т. Шванн, создавший клеточную теорию строения животных тканей. Натолкнул Шванна на это открытие Шлейден. Шлейден дал в руки Шванна хороший компас — ядро. Шванн в своей работе применил тот же прием — сначала искать ядра клеток, затем их оболочки.

В рекордно короткий срок - всего за год - Шванн закончил свой титанический труд и уже в 1839 г: опубликовал результаты в работе «Микроскопические исследования о соответствии в структуре и росте животных и растений», где сформулировал основные положения клеточной теории



**Шванн (Schwann) Теодор**  
(07.12.1810, Нёйс -  
11.01.1882, Кёльн),  
немецкий физиолог.

# История создания клеточной теории

## Основные положения клеточной теории по М. Шлейдену и Т. Шванну

1. Все организмы состоят из одинаковых частей - клеток; они образуются и растут по одним и тем же законам.
2. Общий принцип развития для элементарных частей организма - клеткообразование.
3. Каждая клетка в определенных границах есть индивидуум, некое самостоятельное целое. Но эти индивидуумы действуют совместно, так, что возникает гармоничное целое. Все ткани состоят из клеток.
4. Процессы, возникающие в клетках растений, могут быть сведены к следующим: 1) возникновение новых клеток; 2) увеличение клеток в размерах; 3) превращение клеточного содержимого и утолщение клеточной стенки.

После этого факт клеточного строения всех живых организмов стал неоспоримым. Дальнейшие исследования показали, что можно найти организмы, которые состоят из громадного числа клеток; организмы, состоящие из ограниченного числа клеток; наконец, такие, все тело которых представлено всего одной клеткой. Бесклеточных организмов в природе не существует.

Т. Шванн и М. Шлейден ошибочно считали, что клетки в организме возникают из первичного неклеточного вещества.

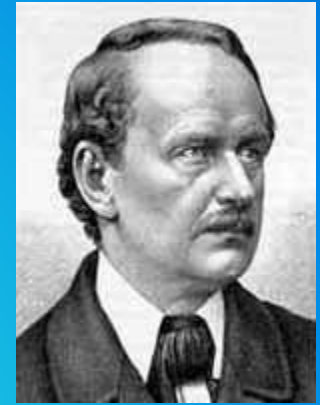
# История создания клеточной теории



**Вирхов (Virchow) Рудольф**  
Людвиг Карл (13.10.1821,  
Шифельбейн, Померания –  
05.09.1902, Берлин)



**Бэр Карл Максимович**  
(17/28.2.1792, имение  
Пуйб – 16/28.11.1876,  
Тарту)



**Шлейден (Schleiden)**  
Маттиас Якоб (05.04.1804,  
Гамбург – 23.06.1881,  
Франкфурт-на-Майне)

Позднее Рудольф Вирхов (в 1858 году) сформулировал одно из важнейших положений клеточной теории: «**Всякая клетка происходит из другой клетки... Там, где возникает клетка, ей должна предшествовать клетка, подобно тому, как животное происходит только от животного, растение – только от растения**». Клетка может возникнуть только из предшествующей клетки в результате ее деления.

Академик Российской Академии наук Карл Бэр открыл яйцеклетку млекопитающих и установил, что все многоклеточные организмы начинают свое развитие из одной клетки. Это открытие показало, что клетка - не только единица строения, но и единица развития всех живых организмов. Идея о том, что все организмы построены из клеток стала одним из наиболее важных теоретических достижений в истории биологии, поскольку создала единую основу для изучения всех живых существ.

Зоолог Шлейден впервые описал в 1838 году непрямоe деление животных клеток - “митоз”.

# История создания клеточной теории

## Первые этапы формирования и развития представления о клетке

1. Зарождения понятия о  
клетки

**1665 г. – Р.Гук**  
впервые рассмотрел под  
микроскопом срез пробки,  
ввел термин «клетка»

**1680 г. – А.Левенгук**  
открыл одноклеточные  
организмы

2. Возникновение клеточной  
теории

**1838 г. Т.Шван и М.  
Шлейден**  
обобщили знания о клетке,  
сформулировали основные  
положения клеточной  
теории: Все растительные и  
животные организмы  
состоят из клеток, сходных  
по строению.

3. Развитие клеточной  
теории

**1858 г. – Р.Вихров**  
утверждал, что каждая  
новая клетка происходит  
только от клетки в  
результате ее деления

**1658 г. – К.Бэр**  
установил, что все  
организмы начинают  
свое развитие с одной  
клетки

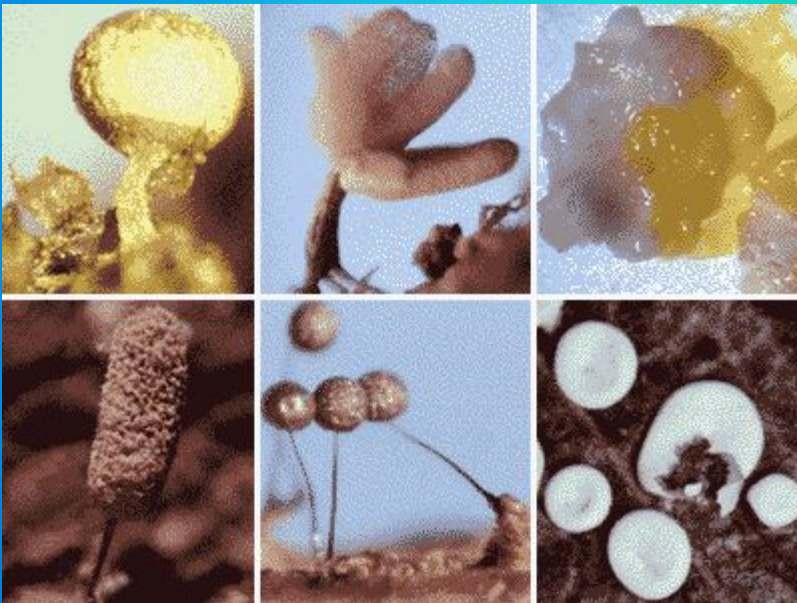


# КЛЕТКА

**Клетка** – элементарная единица живой системы. Специфические функции в клетке распределены между **органоидами** – внутриклеточными структурами. Несмотря на многообразие форм, клетки разных типов обладают поразительным сходством в своих главных структурных особенностях.

Клетка представляет собой элементарную живую систему, состоящую из трех основных структурных элементов – оболочки, цитоплазмы и ядра. Цитоплазма и ядро образуют протоплазму.

Практически все ткани многоклеточных организмов состоят из клеток. С другой стороны, слизевики состоят из неразделённой перегородками клеточной массы со множеством ядер.

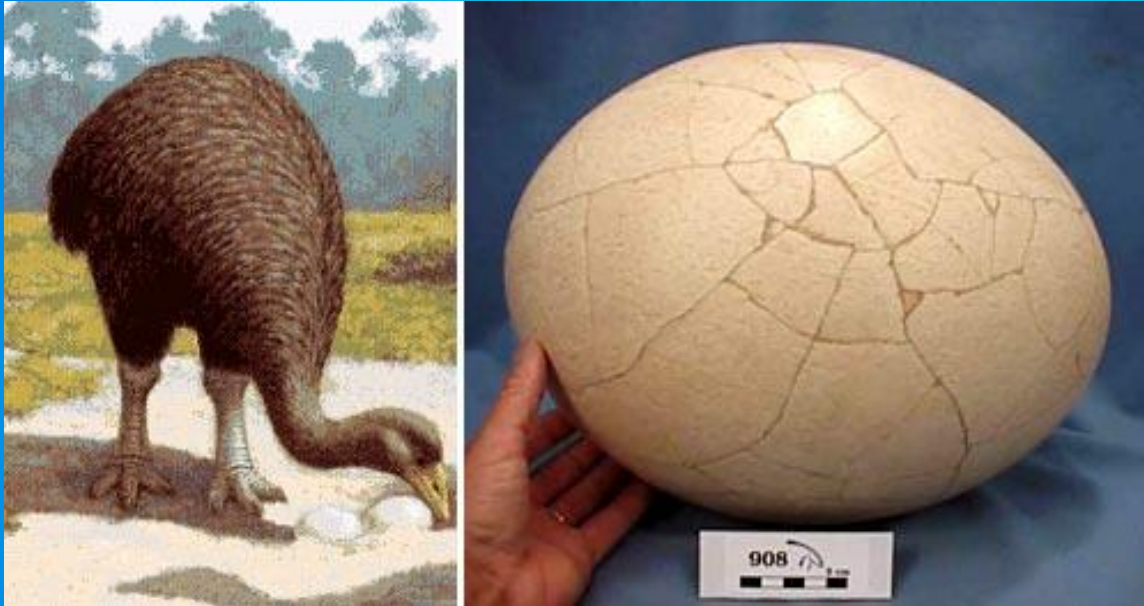


*Слизевики. Верхний ряд, слева направо: Physarium citrinum, Arcyria cinerea, Physarum polycephalum. Нижний ряд, слева направо: Stemonitopsis gracilis, Lamproderma arcyriionema, Diderma effusum*

Сходным образом устроена и сердечная мышца животных. Ряд структур организма (раковины, жемчужины, минеральная основа костей) образованы не клетками, а продуктами их секреции.

# КЛЕТКА

Мелкие организмы могут состоять всего лишь из сотен клеток. Организм человека включает в себя 1014 клеток. Самая маленькая из известных сейчас клеток имеет размер 0,2 мкм, самая большая – неоплодотворенное яйцо эпиорниса– весит около 3,5 кг.



*Слева истреблённый несколько веков назад эпиорнис. Справа – его яйцо, найденное на Мадагаскаре*

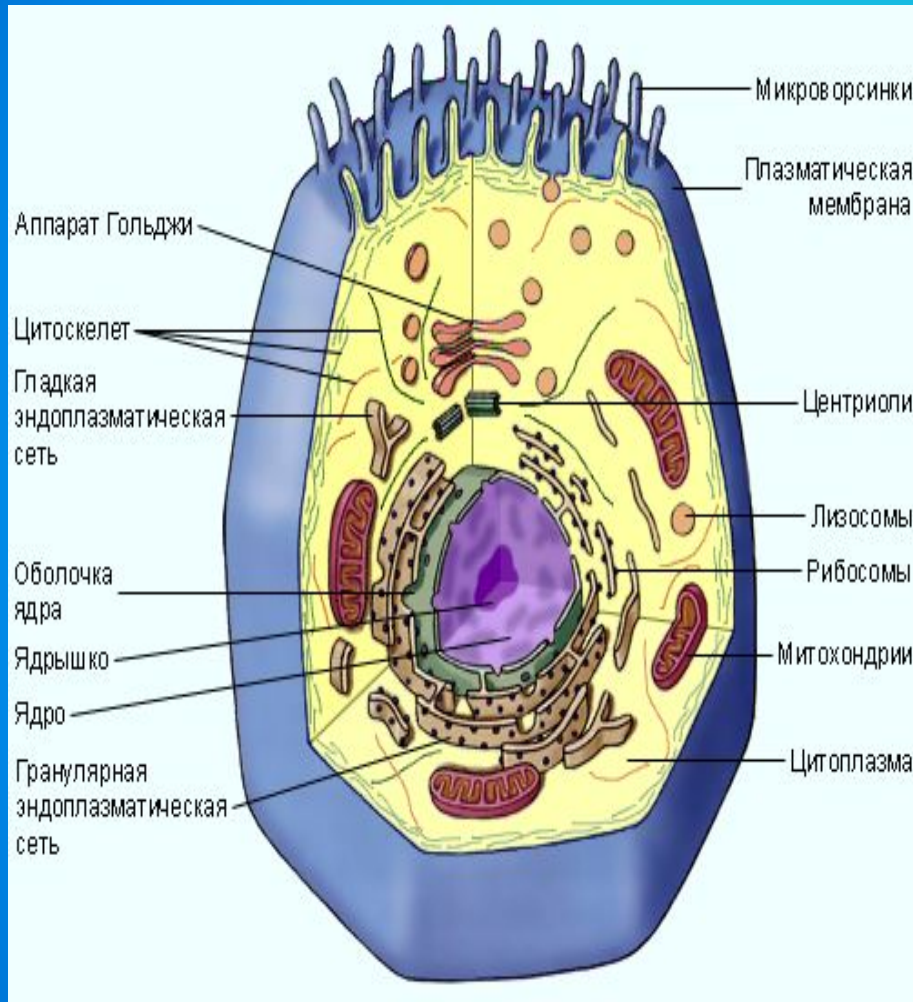
Типичные размеры растительных и животных клеток составляют от 5 до 20 мкм. При этом между размерами организмов и размерами их клеток прямой зависимости обычно нет.

Для того, чтобы поддерживать в себе необходимую концентрацию веществ, клетка должна быть физически отделена от своего окружения. Вместе с тем, жизнедеятельность организма предполагает интенсивный обмен веществ между клетками. Роль барьера между клетками играет плазматическая мембрана. Внутреннее строение клетки долгое время было загадкой для ученых; считалось, что мембрана ограничивает протоплазму – некую жидкость, в которой и происходят все биохимические процессы. Благодаря электронной микроскопии тайну протоплазмы удалось раскрыть, и сейчас известно, что внутри клетки имеются цитоплазма, в которой присутствуют различные органоиды, и генетический материал в виде ДНК, собранный, в основном, в ядре (у эукариот).

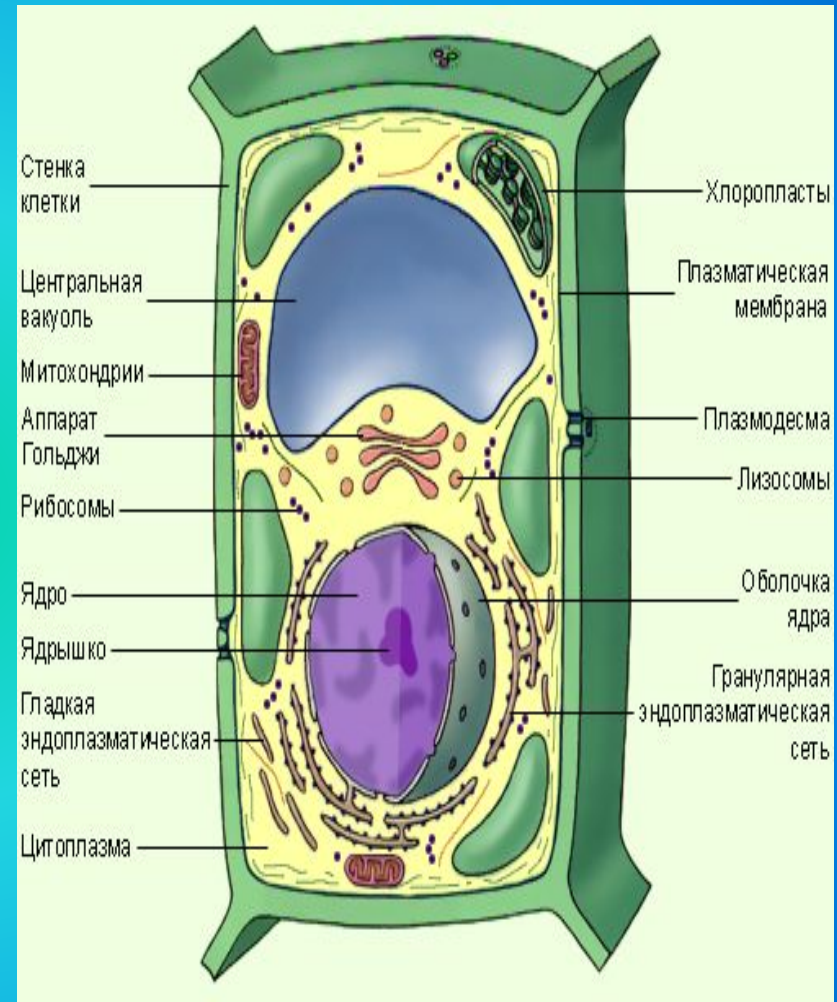


# СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ

Строение клетки является одним из важных принципов классификации организмов.



*Структура клетки животного*



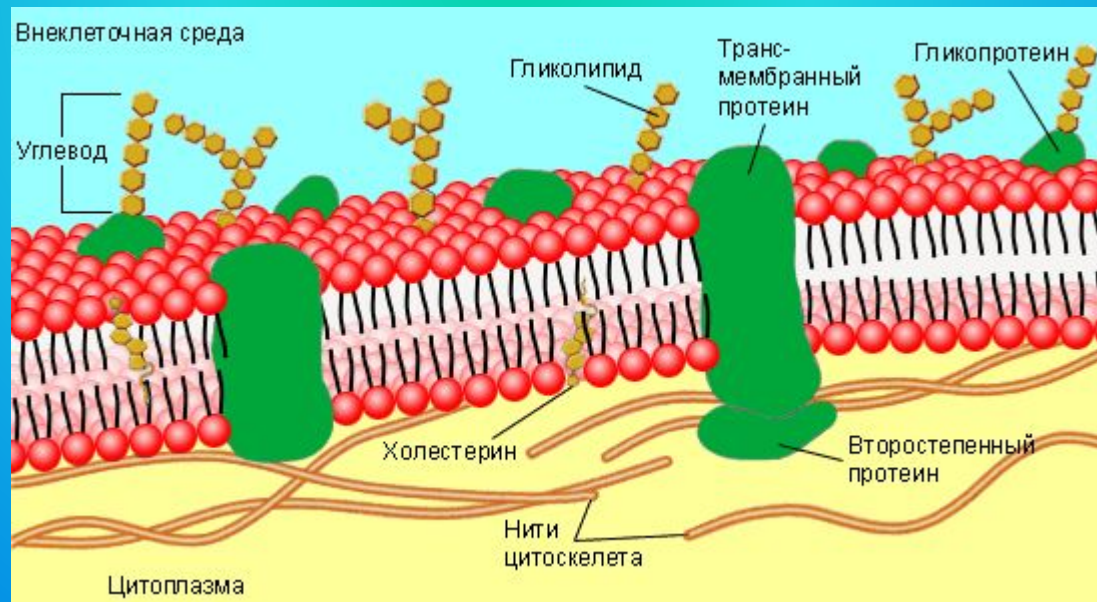
*Структура клетки растения*

# ОБОЛОЧКА КЛЕТКИ

Клеточная мембрана – это оболочка клетки, выполняющая следующие функции:

- разделение содержимого клетки и внешней среды;
- регуляция обмена веществ между клеткой и средой;
- место протекания некоторых биохимических реакций (в том числе фотосинтеза, окислительного фосфорилирования);
- объединение клеток в ткани.

Оболочки делятся на плазматические (клеточные мембраны) и наружные. Важнейшее свойство плазматической мембраны – полупроницаемость, то есть способность пропускать только определённые вещества. Через неё медленно диффундируют глюкоза, аминокислоты, жирные кислоты и ионы, причём сами мембраны могут активно регулировать процесс диффузии.



Строение мембраны



# ОБОЛОЧКА КЛЕТКИ

По современным данным, плазматические мембраны – это липопротеиновые структуры. Липиды спонтанно образуют бислой, а мембранные белки «плавают» в нём, словно острова в океане. В мембранах присутствуют несколько тысяч различных белков: структурные, переносчики, ферменты и другие. Предполагают, что между белковыми молекулами имеются поры, сквозь которые могут проходить гидрофильные вещества (непосредственному их проникновению в клетку мешает липидный бислой). К некоторым молекулам на поверхности мембраны подсоединены гликозильные группы, которые участвуют в процессе распознавания клеток при образовании тканей.

Разные типы мембран отличаются по своей толщине (обычно она составляет от 5 до 10 нм). По консистенции липидный бислой напоминает оливковое масло. В зависимости от внешних условий (регулятором является холестерол) структура бислоя может изменяться так, что он становится более жидким (от этого зависит активность мембран).

Важной проблемой является транспорт веществ через плазматические мембраны. Он необходим для доставки питательных веществ в клетку, вывода токсичных отходов, создания градиентов для поддержания нервной и мышечной активности. Существуют следующие механизмы транспорта веществ через мембрану:

диффузия (газы, жирорастворимые молекулы проникают прямо через плазматическую мембрану); при облегчённой диффузии растворимое в воде вещество проходит через мембрану по особому каналу, создаваемому какой-либо специфической молекулой;

осмос (диффузия воды через полупроницаемые мембраны);

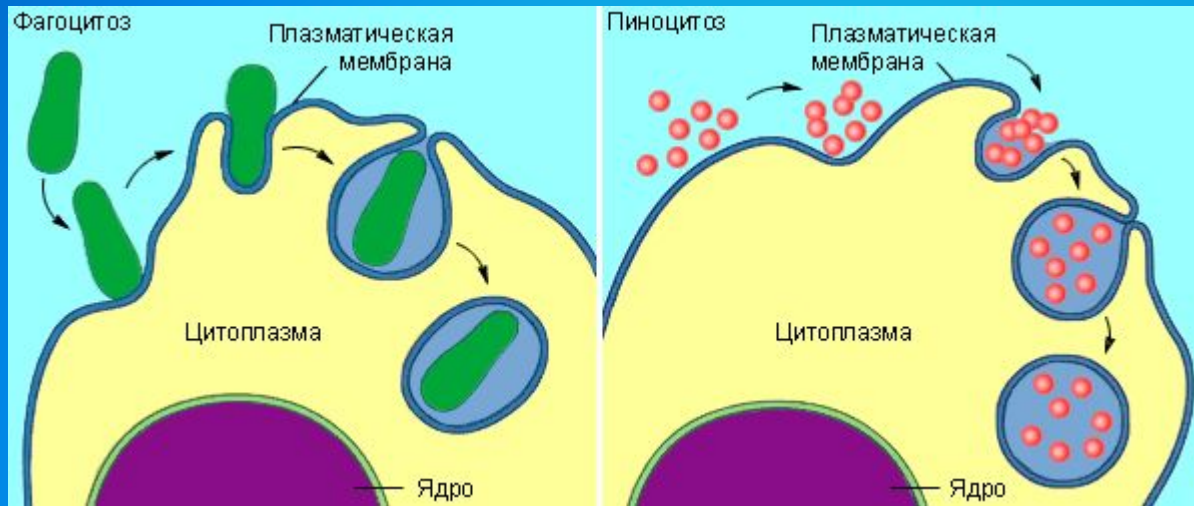
активный транспорт (перенос молекул из области с меньшей концентрацией в область с большей, например, посредством специальных транспортных белков, требует затраты энергии АТФ);

при эндоцитозе мембрана образует впячивания, которые затем трансформируются в пузырьки или вакуоли. Различают фагоцитоз – поглощение твёрдых частиц (например, лейкоцитами крови) – и пиноцитоз – поглощение жидкостей;

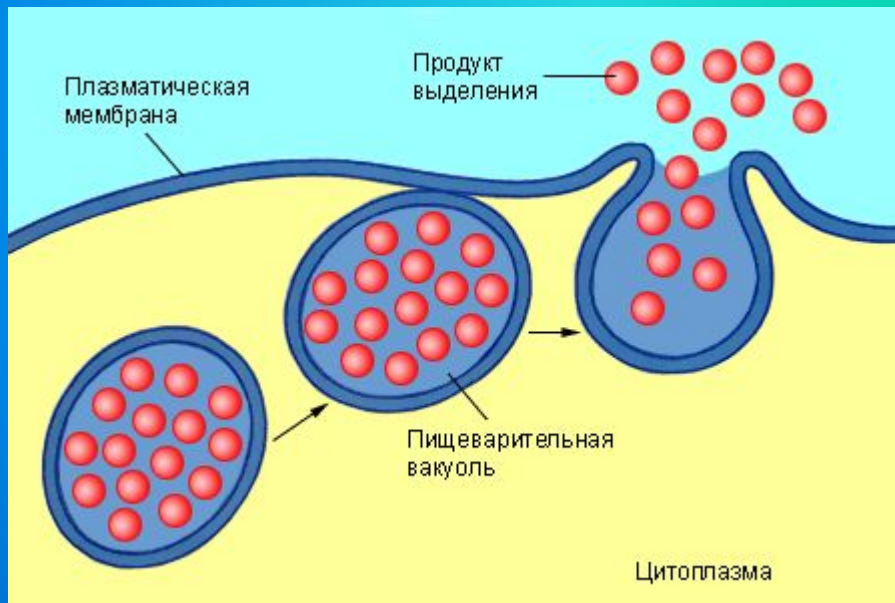
экзоцитоз – процесс, обратный эндоцитозу; из клеток выводятся непереважившиеся остатки твёрдых частиц и жидкий секрет.

Первые два процесса в отличие от остальных не требуют дополнительной энергии

# ОБОЛОЧКА КЛЕТКИ



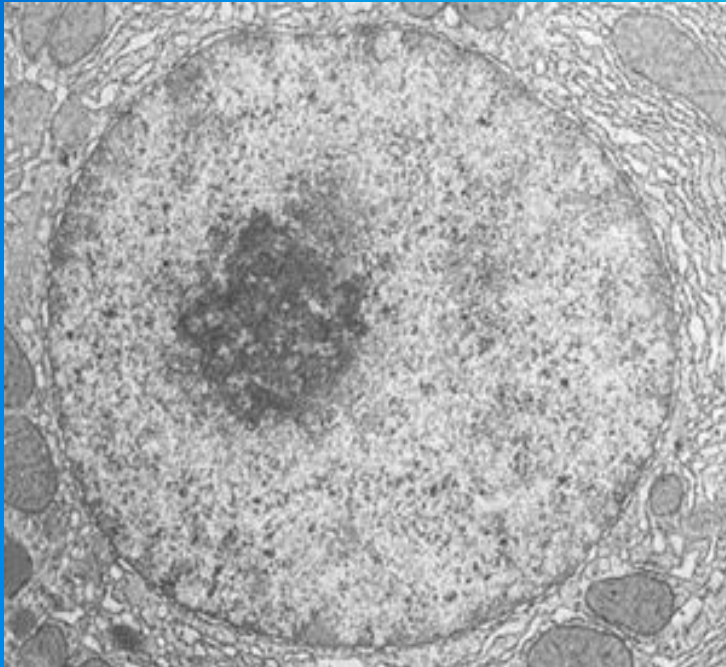
Эндоцитоз



Экзоцитоз

Над плазматической мембраной клетки могут располагаться надмембранные структуры. Их строение является важным классификационным признаком. У животных это гликокаликс (белково-углеводный комплекс), у растений, грибов и бактерий – клеточная стенка. В состав клеточной стенки растений входит целлюлоза, грибов – хитин, бактерий – белково-полисахаридный комплекс муреин.

# ЯДРО



*Ядро клетки*

Ядро имеется в клетках всех эукариот за исключением эритроцитов млекопитающих. У некоторых простейших имеются два ядра, но как правило, клетка содержит только одно ядро. Ядро обычно принимает форму шара или яйца; по размерам (10–20 мкм) оно является самой крупной из органелл.

Ядро отграничено от цитоплазмы ядерной оболочкой, которая состоит из двух мембран: наружной и внутренней, имеющих такое же строение, как и плазматическая мембрана. Между ними находится узкое пространство, заполненное полужидким веществом. Через множество пор в ядерной оболочке осуществляется обмен веществ между ядром и цитоплазмой (в частности, выход и-РНК в цитоплазму). Внешняя мембрана часто бывает усеяна рибосомами, синтезирующими белок.

Под ядерной оболочкой находится кариоплазма (ядерный сок), в которую поступают вещества из цитоплазмы. Кариоплазма содержит хроматин – вещество, несущее ДНК, и ядрышки. Ядрышко – это округлая структура внутри ядра, в которой происходит формирование рибосом.

Совокупность хромосом, содержащихся в хроматине, называют хромосомным набором. Число хромосом в соматических клетках диплоидное ( $2n$ ), в отличие от половых клеток, имеющих гаплоидный набор хромосом ( $n$ ).

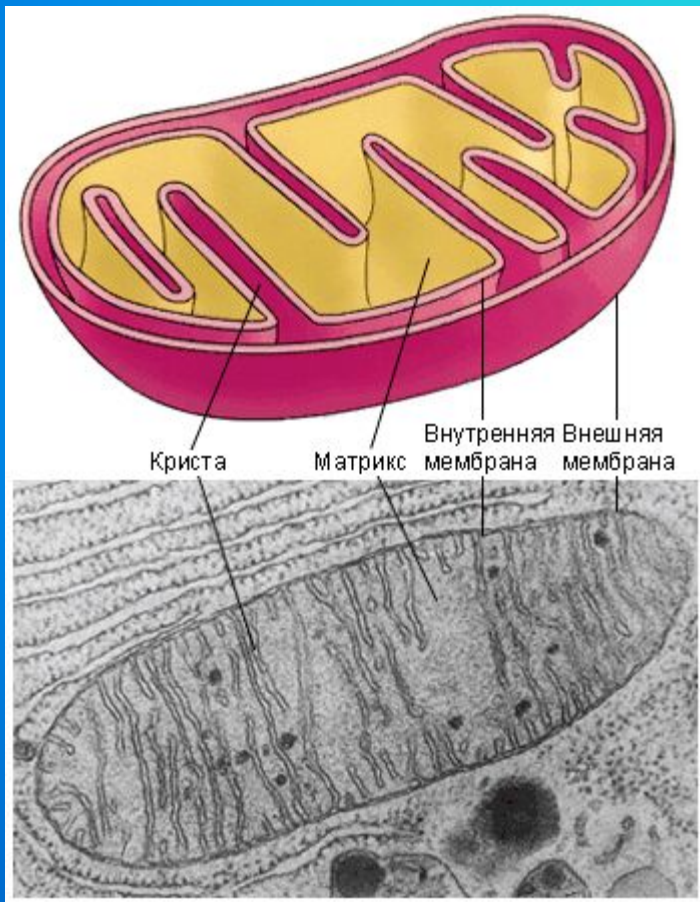
Важнейшей функцией ядра является сохранение генетической информации. При делении клетки ядро также делится надвое, а находящаяся в нём ДНК копируется (реплицируется). Благодаря этому у всех дочерних клеток также имеются ядра.



# ЦИТОПЛАЗМА И ЕЕ ОРГАНОИДЫ

Цитоплазма представляет собой водянистое вещество – **цитозоль** (90 % воды), в котором располагаются различные **органеллы**, а также питательные вещества (в виде истинных и коллоидных растворов) и нерастворимые отходы метаболических процессов. В цитозоле протекает гликолиз, синтез жирных кислот, нуклеотидов и других веществ. Цитоплазма является динамической структурой. Органеллы движутся, а иногда заметен и **циклоз** – активное движение, в которое вовлекается вся протоплазма.

Органеллы, характерные и для клеток животных, и для клеток растений.

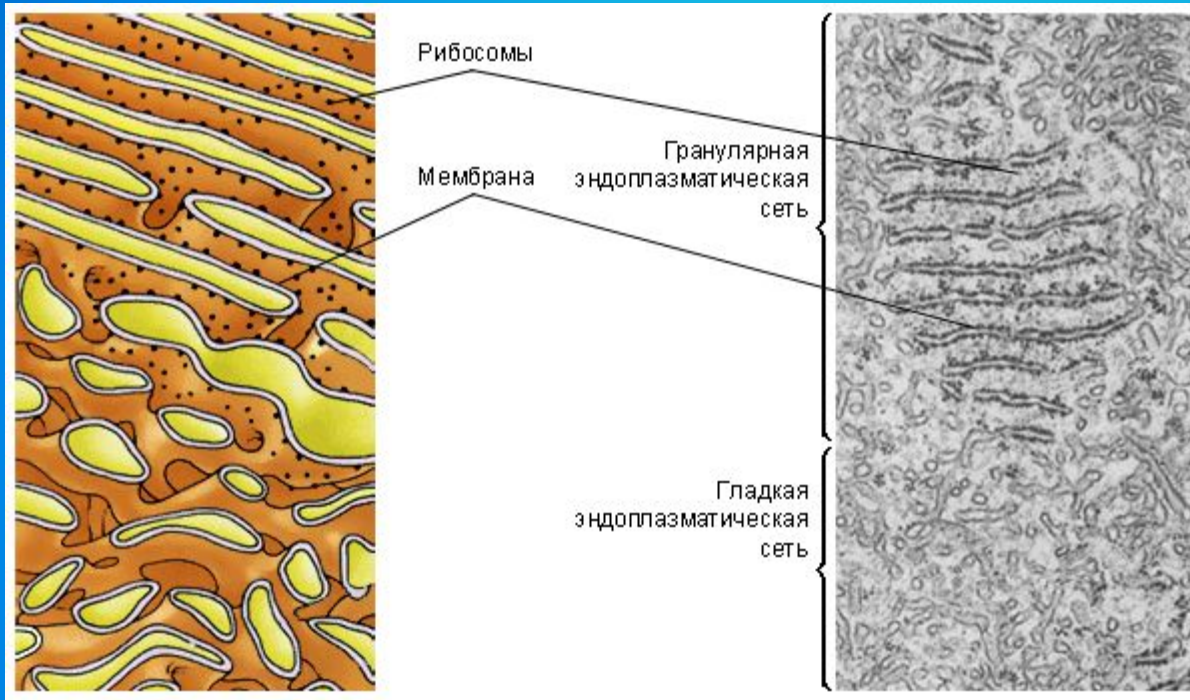


Митохондрии

**Митохондрии** иногда называют «клеточными электростанциями». Это спиральные, округлые, вытянутые или разветвлённые органеллы, длина которых изменяется в пределах 1,5–10 мкм, а ширина – 0,25–1 мкм. Митохондрии могут изменять свою форму и перемещаться в те области клетки, где потребность в них наиболее высока. В клетке содержится до тысячи митохондрий, причём это количество сильно зависит от активности клетки. Каждая митохондрия окружена двумя мембранами, внутри которых содержатся РНК, белки и митохондриальная ДНК, участвующая в синтезе митохондрий наряду с ядерной ДНК. Внутренняя мембрана сложена в складки, называемые **кристами**. Возможно, митохондрии некогда были свободнодвижущимися бактериями, которые, случайно проникнув в клетку, вступили с хозяином в симбиоз. Важнейшей функцией митохондрий является синтез АТФ, происходящий за счёт окисления органических веществ.



# ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ СЕТЬ И РИБОСОМЫ

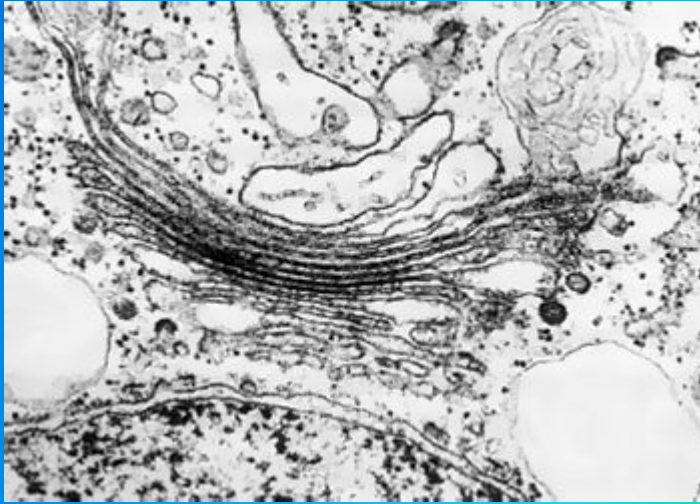


*Эндоплазматическая сеть: гладкая и гранулярная структуры. Рядом фотография с увеличением в 10 000 раз*

**Эндоплазматическая сеть** – это сеть мембран, пронизывающих цитоплазму эукариотических клеток. Её можно наблюдать только при помощи электронного микроскопа. Эндоплазматическая сеть связывает органеллы между собой, по ней происходит транспорт питательных веществ. Гладкая ЭПС имеет вид трубочек, стенки которых представляют собой мембраны, сходные по своей структуре с плазматической мембраной. В ней осуществляется синтез липидов и углеводов. На мембранах каналов и полостей гранулярной ЭПС расположено множество рибосом; данный тип сети участвует в синтезе белка

**Рибосомы** – мелкие (15–20 нм в диаметре) органеллы, состоящие из р-РНК и полипептидов. Важнейшая функция рибосом – синтез белка. Их количество в клетке весьма велико: тысячи и десятки тысяч. Рибосомы могут быть связаны с эндоплазматической сетью или находиться в свободном состоянии. В процессе синтеза обычно одновременно участвуют множество рибосом, объединённых в цепи, называемые **полирибосомами**.

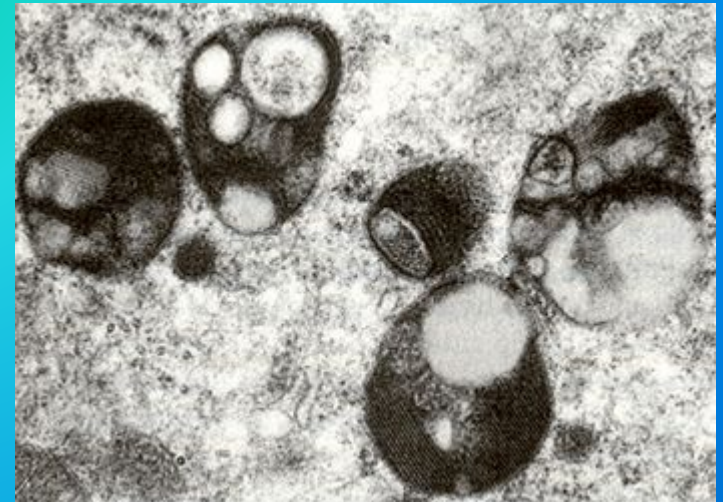
# АППАРАТ ГОЛЬДЖИ И ЛИЗОСОМЫ



*Аппарат Гольджи*

**Аппарат Гольджи** представляет собой стопку мембранных мешочков (цистерн) и связанную с ними систему пузырьков. На наружной, вогнутой стороне стопки из пузырьков (отпочковывающихся, по-видимому, от гладкой эндоплазматической сети) постоянно образуются новые цистерны, на внутренней стороне цистерны превращаются обратно в пузырьки. Основной функцией аппарата Гольджи является транспорт веществ в цитоплазму и внеклеточную среду, а также синтез жиров и углеводов, в частности, гликопротеина муцина, образующего слизь, а также воска, камеди и растительного клея. Аппарат Гольджи участвует в росте и обновлении плазматической мембраны и в формировании лизосом.

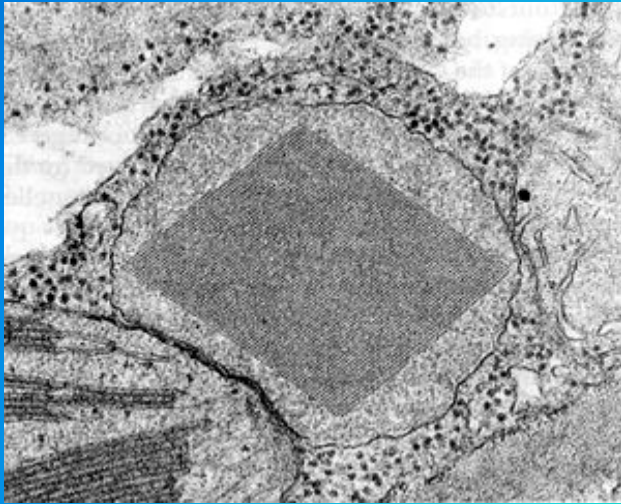
**Лизосомы** представляют собой мембранные мешочки, наполненные пищеварительными ферментами. Особенно много лизосом в животных клетках, здесь их размер составляет десятые доли микрометра. Лизосомы расщепляют питательные вещества, переваривают попавшие в клетку бактерии, выделяют ферменты, удаляют путём переваривания ненужные части клеток. Лизосомы также являются «средствами самоубийства» клетки: в некоторых случаях (например, при отмирании хвоста у головастика) содержимое лизосом выбрасывается в клетку, и она погибает.



*Лизосомы*



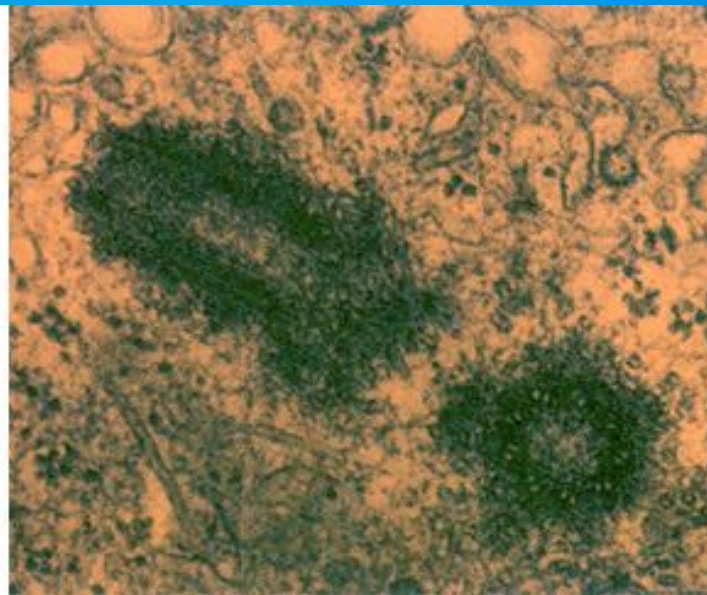
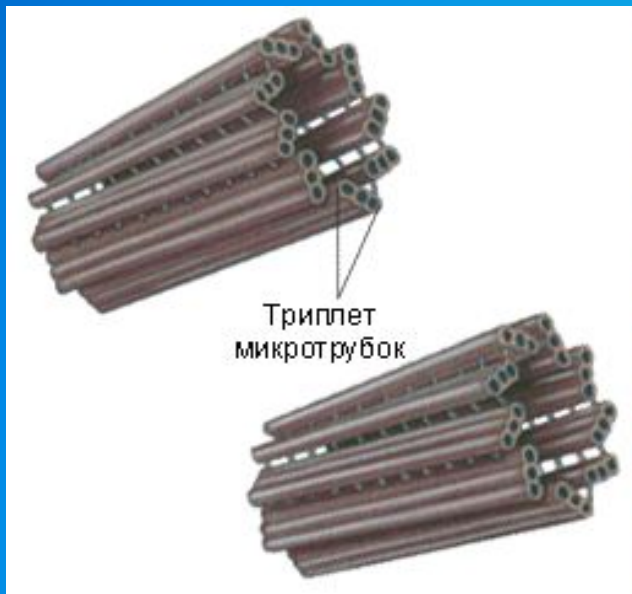
# ПИРОКСИСОМЫ



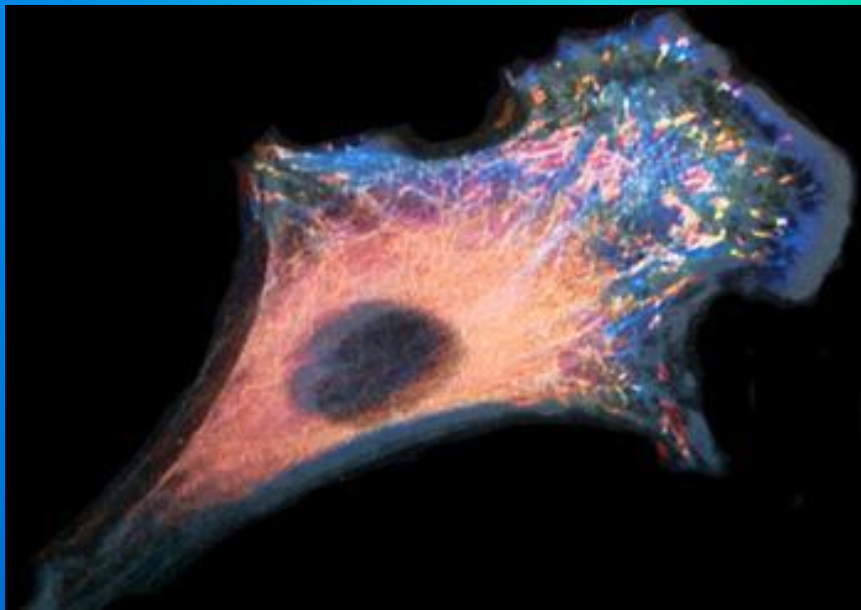
**Пероксисомы** (микротельца) имеют округлые очертания и окружены мембраной. Их размер не превышает 1,5 мкм. Пероксисомы связаны с эндоплазматической сетью и содержат ряд важных ферментов, в частности, каталазу, участвующую в разложении перекиси водорода.

*Пероксисома клетки листа. В центре её кристаллическое белковое ядро*

Почти во всех эукариотических клетках имеются полые цилиндрические органеллы диаметром около 25 нм, называемые **микротрубочками**. В длину они могут достигать нескольких микрометров. Стенки микротрубочек сложены из белка тубулина. В клетках животных и низших растений встречаются **центриоли** – мелкие полые цилиндры длиной в десятые доли микрометра, построенные из 27 микротрубочек. Во время деления клетки они образуют веретено, вдоль которого выстраиваются хромосомы. Центриолям по структурам идентичны **базальные тельца**, содержащиеся в жгутиках и ресничках. Эти органеллы вызывают биением жгутиков. Другая функция микротрубочек – транспорт питательных веществ. Микротрубочки представляют собой достаточно жёсткие структуры и поддерживают форму клетки, образуя своеобразный **цитоскелет**. С опорой и движением связана и ещё одна форма органелл – **микрофиламенты** – тонкие белковые нити диаметром 5–7 нм.



*Центриоли*



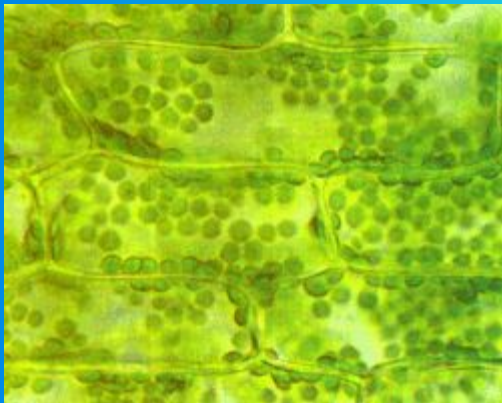
*Цитоскелет клетки. Микрофиламенты окрашены в синий, микротрубочки – в зеленый, промежуточные волокна – в красный цвет*

**В растительных клетках присутствуют все органеллы, обнаруженные в животных клетках (за исключением центриолей). Однако имеются в них и свойственные только для растений структуры.**

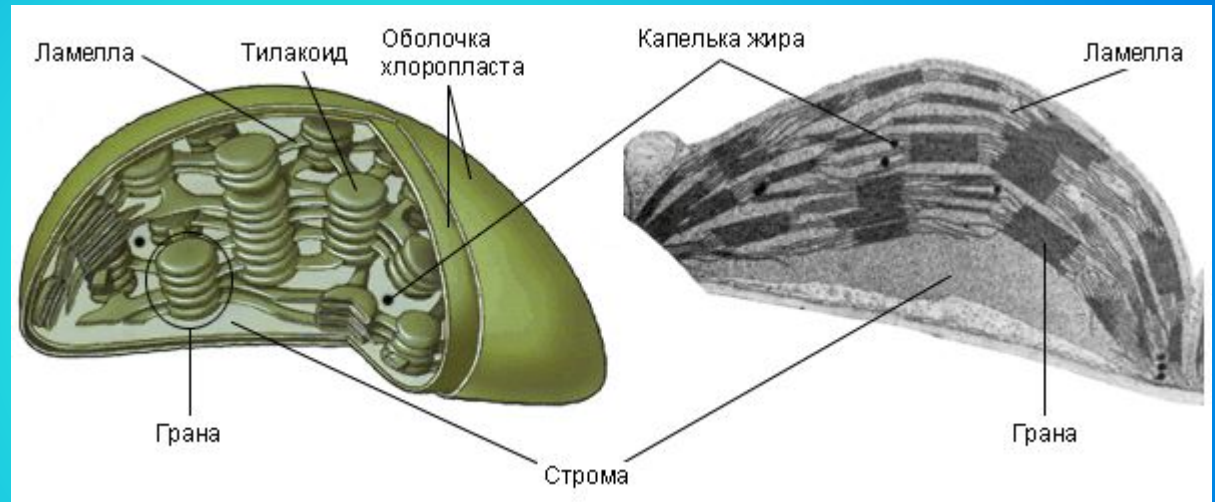


# РАСТИТЕЛЬНЫЕ КЛЕТКИ

**Вакуоль** – наполненный жидкостью мембранный мешочек. В животных клетках могут наблюдаться небольшие вакуоли, выполняющие фагоцитарную, пищеварительную, сократительную и другие функции. Растительные клетки имеют одну большую центральную вакуоль. Жидкость, заполняющая её, называется **клеточным соком**. Это концентрированный раствор сахаров, минеральных солей, органических кислот, пигментов и других веществ. Вакуоли накапливают воду, могут содержать красящие пигменты, защитные вещества (например, танины), гидролитические ферменты, вызывающие автолиз клетки, отходы жизнедеятельности, запасные питательные вещества.



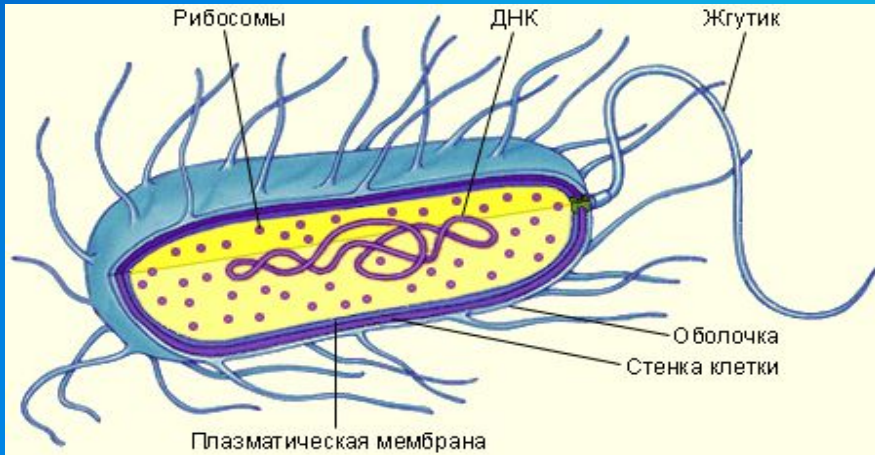
*Хлоропласты в растительных клетках*



*Строение хлоропластов. Хорошо видны содержащие хлорофилл граны, собранные из стопки тилакоидных мембран. Справа – электронная фотография*

**Пластиды** – органеллы, свойственные только растительным клеткам. Они окружены двойной мембраной. Пластиды делятся на **хлоропласты**, осуществляющие фотосинтез, **хромoplastы**, окрашивающие отдельные части растений в красные, оранжевые и жёлтые тона, и **лейкопласты**, приспособленные для хранения питательных веществ: белков (**протеинопласты**), жиров (**липидопласты**) и крахмала (**амилопласты**). Пластиды обладают относительной автономией. Так же, как и митохондрии, образующиеся из предшествующих митохондрий, они рождаются только из родительских пластид. По-видимому, пластиды также произошли от симбиотических прокариот, поселившихся в клетках организма-хозяина миллиарды лет назад.

# КЛЕТКИ ПРОКАРИОТ



*Структура прокариотической клетки*

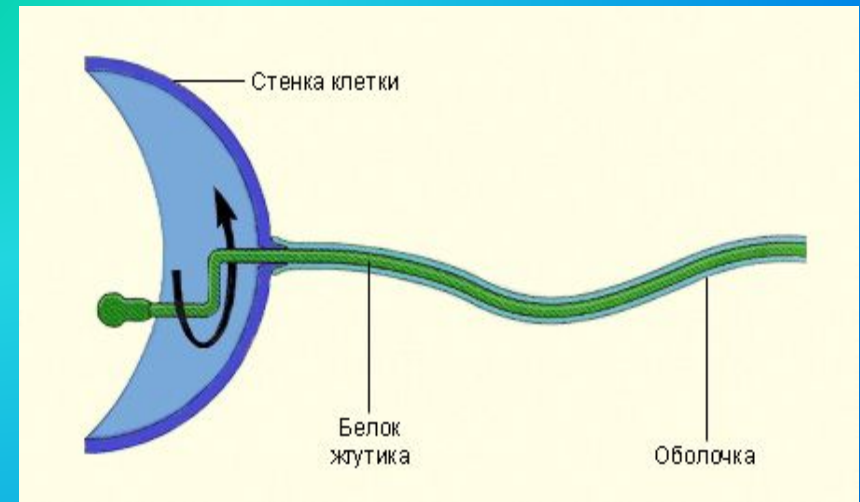
Генетический материал прокариот не образует ядра, а находится непосредственно в цитоплазме. ДНК бактерий – одиночные кольцевые молекулы, каждая из которых состоит из тысяч и миллионов пар нуклеотидов. Геном бактериальной клетки намного проще, чем у клеток более развитых существ: в среднем ДНК бактерий содержит несколько тысяч генов. В прокариотических клетках отсутствует эндоплазматическая сеть, а рибосомы свободно плавают в цитоплазме. Нет у прокариот и митохондрии; частично их функции выполняет клеточная мембрана.



*Клетки бактерий*

Клетка прокариот устроена значительно проще клеток животных и растений. Снаружи она покрыта клеточной стенкой, выполняющей защитные, формирующие и транспортные функции. Жёсткость клеточной стенки обеспечивает муреин. Иногда бактериальная клетка покрыта сверху капсулой или слизистым слоем.

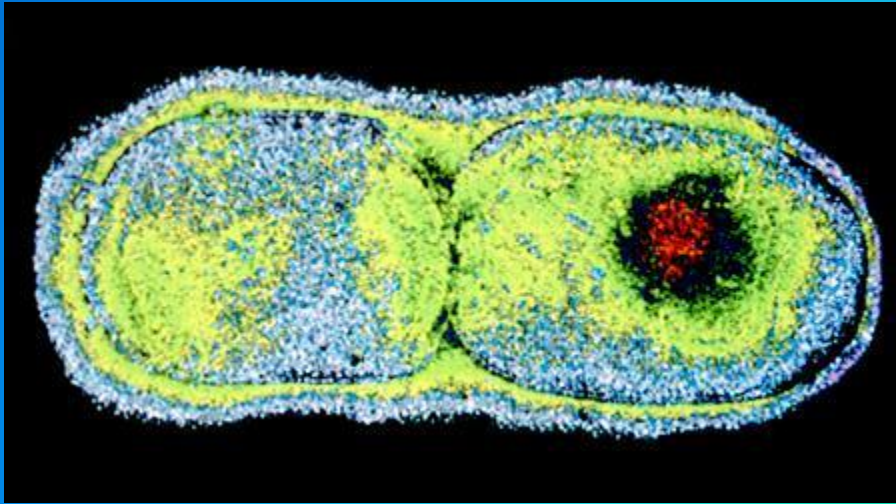
Протоплазма бактерий, как и у эукариот, окружена плазматической мембраной. В мешковидных, трубчатых или пластинчатых впячиваниях мембраны находятся мезосомы, участвующие в процессе дыхания, бактериохлорофилл и другие пигменты.



*Подвижность бактерий обеспечивается жгутиками*



# ДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК

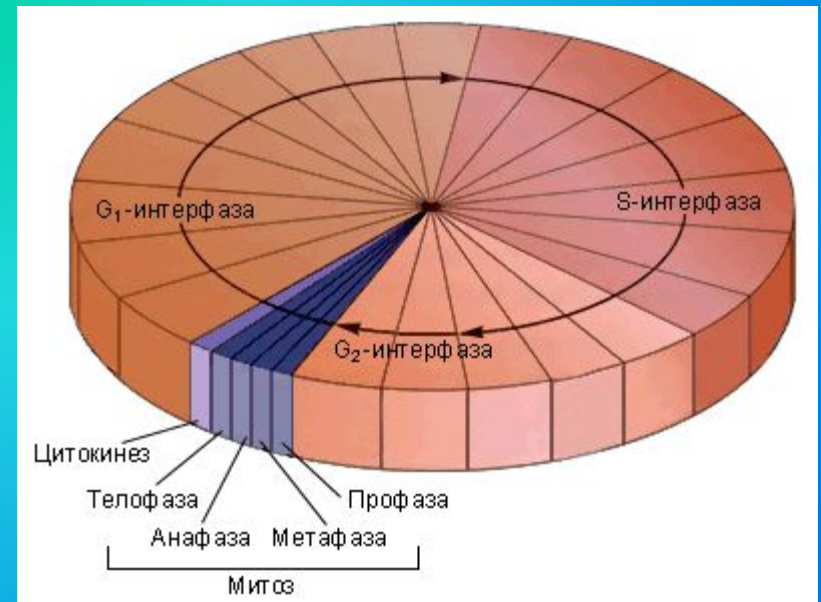


*Деление бактериальной клетки*

В типичной животной клетке митоз происходит следующим образом. В профазу центриоли удваиваются, две образовавшиеся центриоли начинают расходиться к разным полюсам клетки. Ядерная мембрана разрушается. Специальные микротрубочки выстраиваются от одной центриоли к другой, образуя веретено деления. Хромосомы разъединяются, но всё ещё остаются попарно сцепленными.

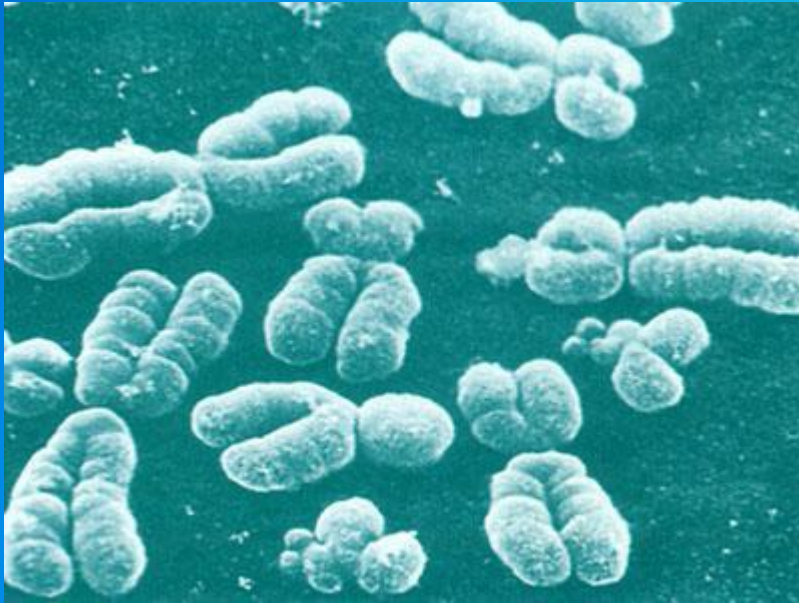
Все клетки появляются путём деления родительских клеток. Большинству клеток свойственен клеточный цикл, состоящий из двух основных стадий: интерфазы и митоза.

**Интерфаза** состоит из трех этапов. В течение 4–8 часов после рождения клетка увеличивает свою массу. Некоторые клетки (например, нервные клетки мозга) навсегда остаются в этой стадии, у других же в течение 6–9 часов удваивается хромосомная ДНК. Когда масса клетки увеличивается в два раза, начинается **МИТОЗ**.



*Клеточный цикл*

# ДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК



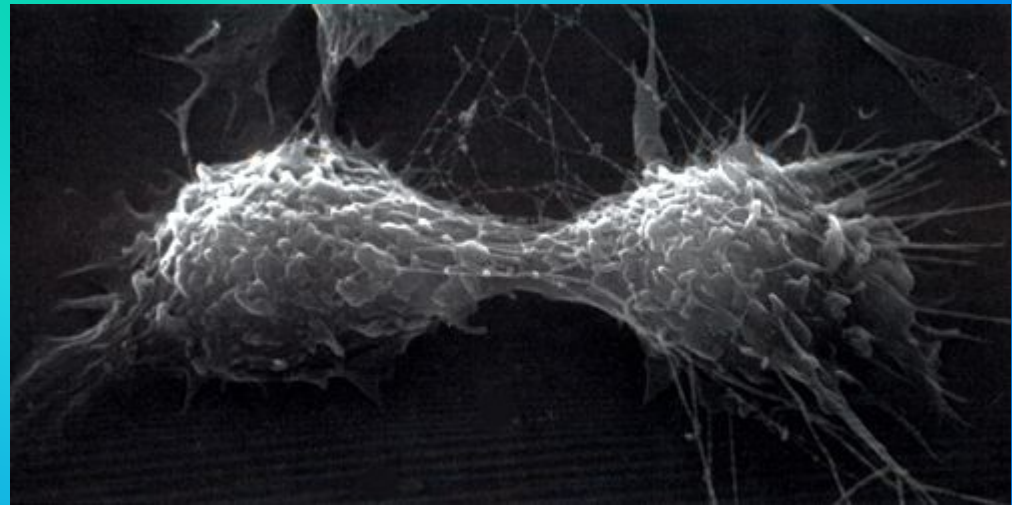
Хромосомы клетки человека непосредственно перед делением ядра (увеличение в 950 раз). Хорошо заметно, что пары хромосом всё ещё связаны между собой центромерами

Процесс митоза может варьировать в зависимости от типа клетки. В растительной клетке отсутствуют центриоли, хотя веретено деления образуется. В грибных клетках митоз происходит внутри ядра, ядерная мембрана не распадается.

Наличие хромосом не является необходимым условием деления клетки.

Следующая после **профазы** стадия называется **метафазой**. Хромосомы, влекаемые нитями веретена, выстраиваются в экваториальной плоскости клетки. Центромеры, скреплявшие хромосомы, делятся, после чего дочерние хромосомы полностью разъединяются.

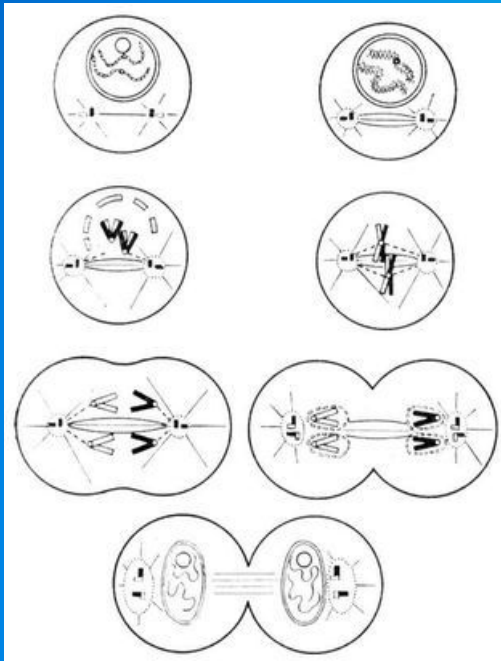
В стадии **анафазы** хромосомы перемещаются к полюсам клетки. Когда хромосомы достигают полюсов, начинается **телофаза**. Клетка делится надвое в экваториальной плоскости, нити веретена разрушаются, вокруг хромосом формируются ядерные мембраны. Каждая дочерняя клетка получает собственный набор хромосом и возвращается в стадию интерфазы. Весь процесс занимает около часа.



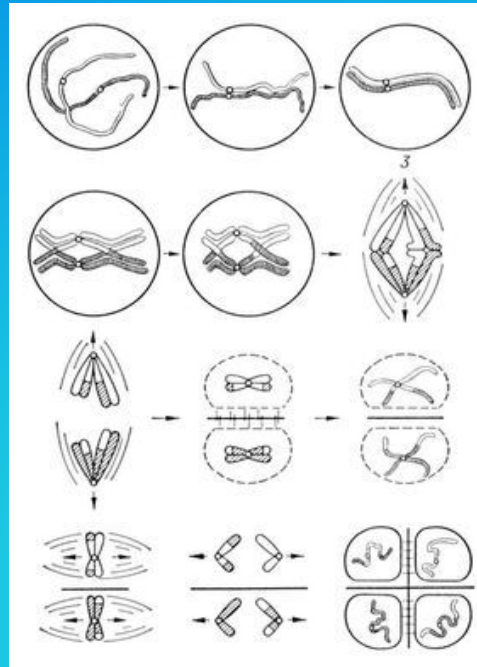
*Цитокинез на завершающей стадии в животной клетке*



# ДЕЛЕНИЕ КЛЕТКИ



Митоз



Мейоз

Размножение при помощи митоза называют бесполом или вегетативным, а также **клонированием**. При митозе генетический материал родительских и дочерних клеток идентичен.

**Мейоз**, в отличие от митоза, является важным элементом полового размножения. При мейозе образуются клетки, содержащие лишь один набор хромосом, что делает возможным последующее слияние половых клеток (гамет) двух родителей. По сути, мейоз является разновидностью митоза. Он включает два последовательных деления клетки, однако хромосомы удваиваются только в первом из этих делений. Биологическая сущность мейоза заключается в уменьшении числа хромосом в два раза и образовании гаплоидных гамет (то есть гамет, имеющих по одному набору хромосом).

В результате мейотического деления у животных образуются четыре **гаметы**. Если мужские половые клетки имеют примерно одинаковые размеры, то при образовании яйцеклеток распределение цитоплазмы происходит очень неравномерно: одна клетка остаётся крупной, а три остальных настолько малы, что их почти целиком занимает ядро. Эти мелкие клетки служат лишь для размещения избыточного генетического материала.



*Клонированная овца Долли явила миру технологию получения из взрослой клетки точной копии животного.*

# ДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК

Мужские и женские гаметы сливаются, образуя **зиготу**. Хромосомные наборы при этом объединяются (этот процесс называется **сингамией**), в результате чего в зиготе восстанавливается удвоенный набор хромосом – по одному от каждого из родителей.

Случайное расхождение хромосом и обмен генетическим материалом между гомологичными хромосомами приводят к возникновению новых комбинаций генов, повышая генетическое разнообразие. Образовавшаяся зигота развивается в самостоятельный организм.

В последнее время проводились эксперименты по искусственному слиянию клеток одного или разных видов. Наружные поверхности клеток склеивались вместе, а мембрана между ними разрушалась. Таким образом удалось получить гибридные клетки мыши и цыплёнка, человека и мыши. Однако при последующих делениях клетки теряли большинство хромосом одного из видов.

В других экспериментах клетка разделялась на компоненты, например, ядро, цитоплазму и мембрану. После этого компоненты различных клеток снова соединяли вместе, и в результате получалась живая клетка, состоящая из компонентов клеток разных видов. В принципе, опыты по сборке искусственных клеток могут оказаться первым шагом на пути к созданию новых форм жизни.

Клетки многоклеточных организмов образуют **ткани** – системы сходных по строению и функциям клеток и связанных с ними межклеточных веществ.

# Общие признаки растительной и животной клетки

Единство структурных систем – цитоплазмы и ядра.

Сходство процессов обмена веществ и энергии.

Единство принципа наследственного кода.

Универсальное мембранное строение.

Единство химического состава.

Сходство процесса деления клеток.

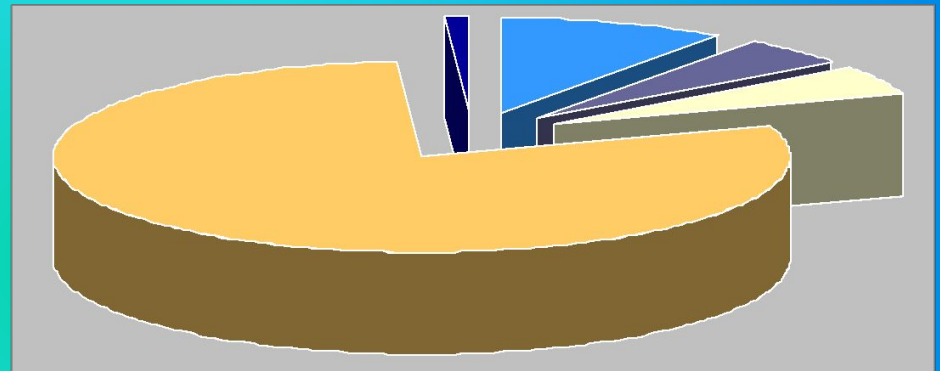


# Отличительные признаки растительной и животной клетки

| Признаки                     | Растительная клетка   | Животная клетка  |
|------------------------------|---|--|
| Пластиды                     | Хлоропласты, хромопласты, лейкопласты   | Отсутствует  |
| Способ питания               | Автотрофный (фототрофный, хемотрофный).   | Гетеротрофный (сапротрофный, хемотрофный).   |
| Синтез АТФ                   | В хлоропластах, митохондриях.   | В митохондриях   |
| Расщепление АТФ              | В хлоропластах и всех частях клетки, где необходимы затраты энергии.  | В хлоропластах и всех частях клетки, где необходимы затраты энергии.   |
| Клеточный центр              | У низших растений.  | Во всех клетках.   |
| Целлюлозная клеточная стенка | Расположена снаружи от клеточной мембраны.  | Отсутствует.   |
| Включение                    | Запасные питательные вещества в виде зерен крахмала, белка, капель масла; в вакуоли с клеточным соком; кристаллы солей.   | Запасные питательные вещества в виде зерен и капель (белки, жиры, углевод гликоген); конечные продукты обмена, кристаллы солей; пигменты |
| Вакуоли                      | Крупные полости, заполненные клеточным соком – водным раствором различных веществ, являющихся запасными или конечными продуктами. Осмотические резервуары клетки. | Сократительные, пищеварительные, выделительные вакуоли. Обычно мелкие.   |

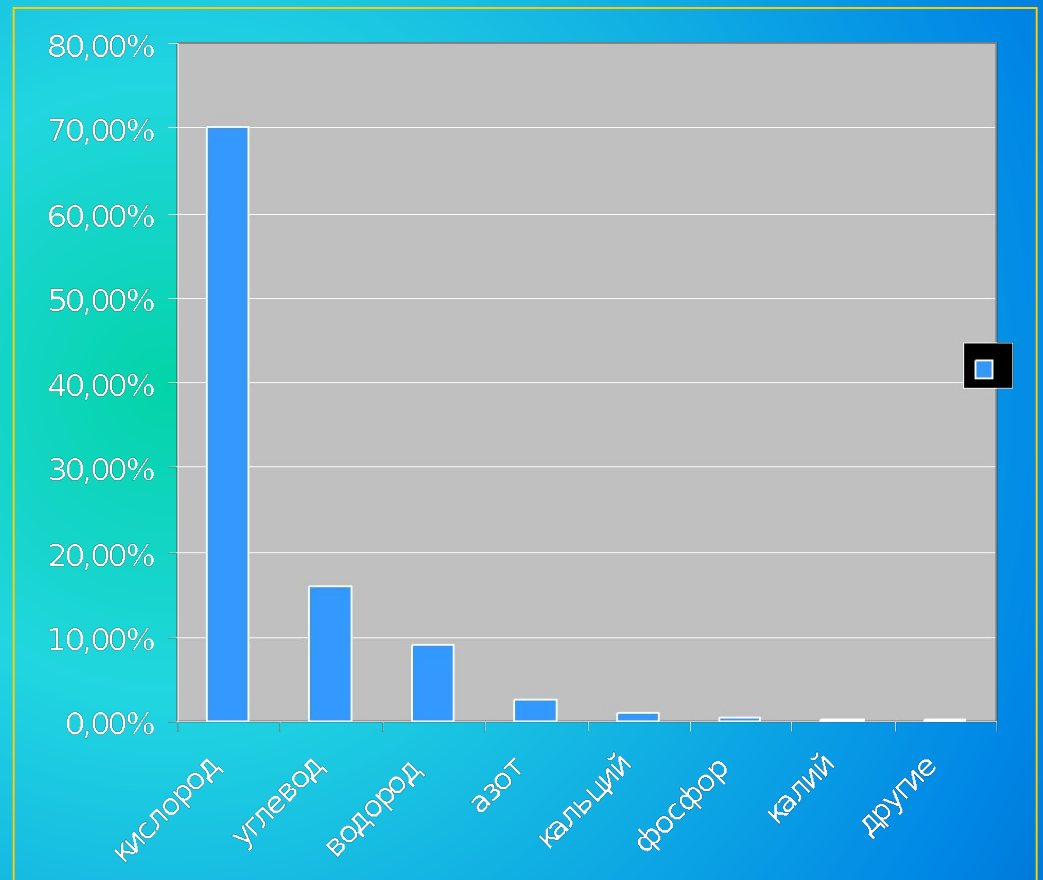
# ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ

- Неорганические вещества
  - Вода
  - Минеральные соли
- Органические вещества
  - Белки
  - Жиры
  - Углеводы
  - Нуклеиновые кислоты



# ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ

- Кислород
- Углерод
- Водород
- Азот
- Кальций
- Фосфор
- Калий
- другие





# ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ

В состав живых клеток входит ряд относительно простых соединений, которые встречаются и в неживой природе – в минералах, природных водах. Это неорганические соединения.

Вода – одно из самых распространенных веществ на Земле. Она покрывает большую часть земной поверхности. Почти все живые существа состоят в основном из воды. У человека содержание воды в различных органах и тканях варьирует от 20 % в костной ткани, до 85 % в головном мозге. Около 2/3 массы человека составляет вода, в организме медузы до 95 % воды, даже в сухих семенах растений вода составляет 10–12 %.

Помимо воды, в числе неорганических веществ клетки нужно назвать соли, представляющие собой ионные соединения. Они образованы катионами калия, натрия, магния и иных металлов и анионами соляной, угольной, серной, фосфорной кислот. Соли играют очень важную роль: создают среду, ускоряют реакции, способствуют выведению веществ и т. д.

## Содержание в клетке химических соединений

| Соединения (в %)        |           |  |           |
|-------------------------|-----------|--|-----------|
| Неорганические          |           | Органические   |           |
| Вода                    | 70 - 80   | Белки  | 10 - 20   |
|                         |           | Углеводы   | 0,2 - 2,0 |
|                         |           | Жиры   | 1 - 5     |
| Неорганические вещества | 1,0 - 1,5 | Нуклеиновые кислоты                                  | 1,0 - 2,0 |
|                         |           | АТФ и другие низкомолекулярные органические вещества | 0,1 - 0,5 |

# ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ

Органическими веществами называют сложные углеродсодержащие вещества. Их количество в клетке во много раз превышает количество неорганических соединений. Это углеводы, белки, жиры, нуклеиновые кислоты и АТФ.

Многие органические молекулы представляют собой полимеры, т.е. являются многозвеньевыми цепями. Углеводы и жиры способны в организме превращаться друг в друга. Белки также могут преобразовываться в жиры и углеводы.

## Функции сложных соединений

| Сложные соединения | Функции   |
|--------------------|---|
| Углеводы           | Энергетическая (кислородное расщепление глюкозы);<br>Структурная (входят в состав покровов, хрящей);<br>Участвуют в синтезе других органических веществ (например, жиров).  |
| Белки              | Строительная (синтез собственных специфических белков);<br>Каталитическая (ускоряют химические реакции);<br>Регуляторная (осуществляется с помощью гормонов);<br>Двигательная (мышечные белки, с помощью которых осуществляется работа мышц);<br>Транспортная (перенос кислорода и углекислого газа с помощью белка – гемоглобина);<br>Защитная (выработка белков – антител). |
| Жиры               | Входят в состав внутриклеточных структур;<br>Выделяют энергию в результате процессов диссимиляции;<br>Защищает клетку и организм от резких колебаний температуры и механических повреждений;<br>Запасают необходимое клетке вещество и энергию; Являются источником метаболической воды.  |

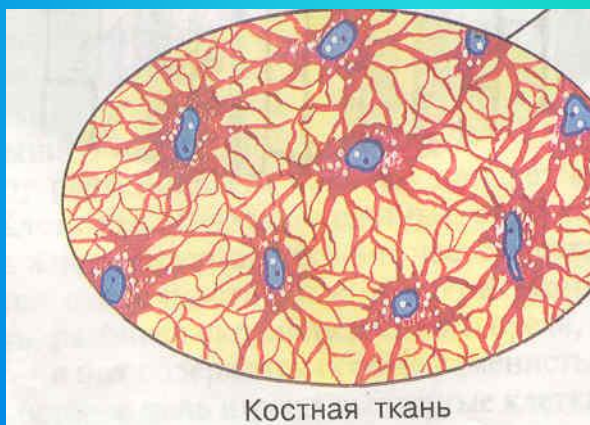
# Клеточное строение имеет



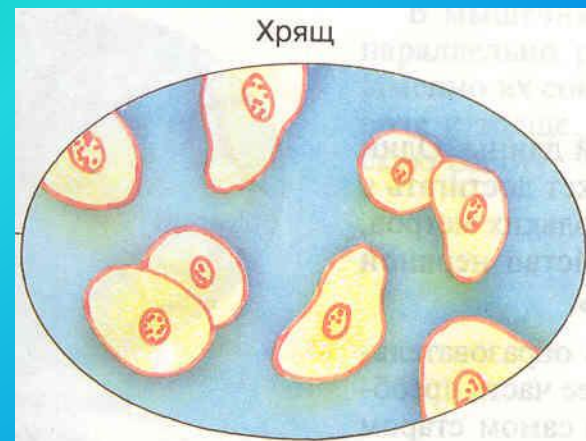
Поперечнополосатая мышечная ткань



Гладкая мышечная ткань



Костная ткань



Хрящ



# Клеточное строение имеет



# МИКРОСКОП

**МИКРОСКОП** (от греческого *mikros* - малый и *skoreo* - смотрю), оптический прибор для получения увеличенного изображения мелких объектов и их деталей, не видимых невооруженным глазом.

Изобретение микроскопа обусловлено скачком в развитии оптики в XVI-XVII вв. Некоторые оптические свойства изогнутых поверхностей были известны еще Евклиду (300 лет до н.э.) и Птоломею (127-151 гг.), однако их увеличительная способность не нашла практического применения. В связи с чем, первые очки были изобретены Сальвино дель Арлеати в Италии только в 1285 г.

В XVI веке Леонардо да Винчи и Мауролико показали, что малые объекты лучше изучать с помощью лупы. Тогда же в Нидерландах потомственные оптики Захарий и Ханс Янсены (1590 г.) смонтировали две выпуклые линзы внутри одной трубки, т. е. фактически создав первый микроскоп и заложив основы для создания сложных микроскопов.



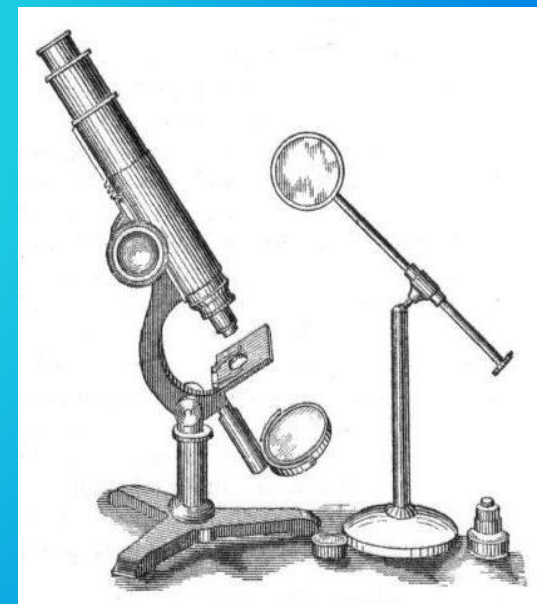
*Микроскоп Янсена*

Его увеличение составляло от 3 до 10 раз. Каждый следующий микроскоп значительно усовершенствовал. В этот период (XVI в.) датские, английские и итальянские исследовательские приборы постепенно начали распространяться, закладывая фундамент современной микроскопии.



1675г.

Усовершенствование оптики позволило Антони ван Левенгуку в 1674 г. изготовить линзы с увеличением, достаточным для проведения простых научных наблюдений. Наряду с Левенгуком в XVII в. сразу несколько ученых занимались микроскопией. Так, Галилей (1610 г.) сконструировал микроскоп путем сочетания линз в свинцовой трубке. Декарт в своей книге "Диоптрика" (1637 г.) описал сложный микроскоп, составленный из двух линз - плоско-вогнутой (окуляр) и двояковыпуклой (объектив



1876 г.

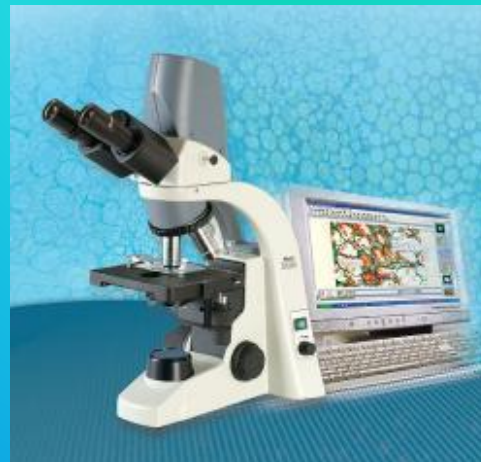
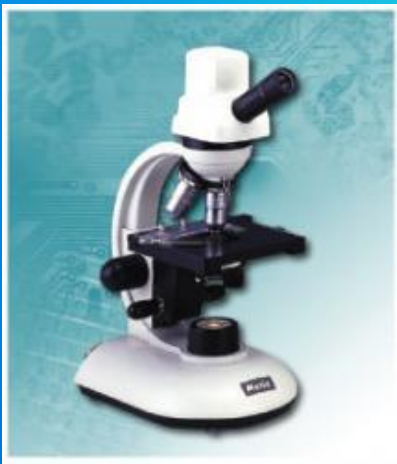


# Современные микроскопы



*Бинокулярный микроскоп*

Структурный аспект понятия клетки связан с зарождением и развитием оптического метода исследования. Только благодаря совершенствованию микроскопов оптический метод в изучении клетки является одним из основных.



*Цифровые микроскопы*



# МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КЛЕТОК В ЦИТОЛОГИИ

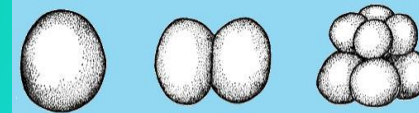
| Метод                                   | Какие клетки | Краткое описание метода  | Что изучается   |
|---|--------------|--|---|
| <b>Световая микроскопия</b>             | Неживые      | С помощью светового микроскопа достигается увеличение в 2000 – 2500 раз.   | Многостороннее исследование клеточных структур и их функций.  |
| <b>Электронная микроскопия</b>          | Неживые      | Вместо света используется быстрый поток электронов, а стеклянные линзы заменены электромагнитными полями.  | Многостороннее исследование клеточных структур и их функций.  |
| <b>Прижизненной окраски</b>             | Живые        | Проникая в клетку, красители соединяются с белками, и вначале вся цитоплазма приобретает диффузную окраску, после чего некоторые красители откладываются в цитоплазме в виде гранул.                       | Выявляются изменения, происходящие в клетках и тканях при разных внешних воздействиях.                    |
| <b>Микрохирургии</b>                    | Живые        | Разнообразные операции на клетках с использованием прибора микроманипулятора.  | Для получения клонов.<br>Роль ядра и цитоплазмы в жизни клеток .  |
| <b>Микрохимический</b>                  | Любые        | Методы с помощью которых производится определение от 10 до 0,01 мг вещества.   | Содержание белков, фосфора, аминокислот, нуклеиновых кислот, сахаров и т. д                               |
| <b>Ультромикрохимический</b>            | Любые        | Методы с помощью которых производится определение до 0,01 мг вещества.   | Содержание в клетках белков, фосфора, аминокислот, нуклеиновых кислот, сахаров и т. д .                   |
| <b>Рентгеноструктурного анализа</b>     | Живые        | Основан на явлении дифракции рентгеновских лучей.  | Строение молекул белков, нуклеиновых кислот и других веществ, входящих в состав цитоплазмы и ядра клеток. |
| <b>Меченых атомов (авторадиография)</b> | Живые        | В молекуле меченого вещества один из атомов замещен атомом того же вещества, но обладающим радиоактивностью. Благодаря тому, что эти изотопы обладают радиоактивным излучением, их можно легко обнаружить. | Синтез белков и нуклеиновых кислот, проницаемость клеточной оболочки, локализации веществ в клетке и т. д |

# Основные положения клеточной теории

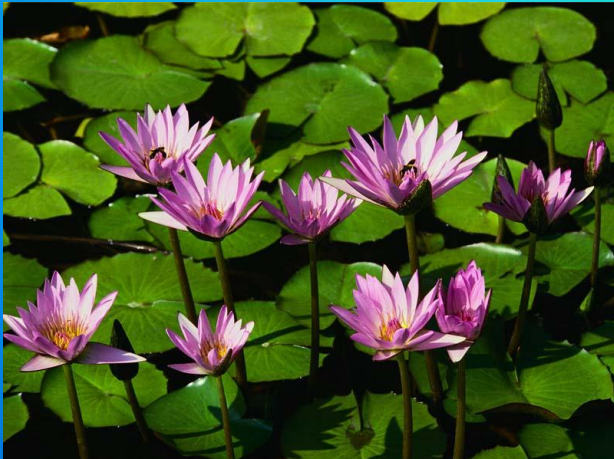
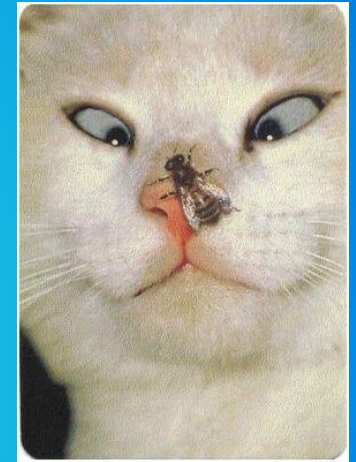
В последующий период клеточная теория обогатилась новым содержанием.

Ее **основные положения** можно сформулировать так:

1. Клетка – основная единица строения и развития всех живых организмов.
2. Клетки всех одно- и многоклеточных организмов сходны по своему строению, химическому составу, основным проявлениям жизнедеятельности и обмену веществ.
3. Размножаются клетки путём деления.
4. В многоклеточных организмах клетки специализированы по выполняемым функциям и образуют ткани.
5. Из тканей состоят органы.



Клетка – структурная и функциональная  
единица всего живого





# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Клеточная теория, будучи важнейшим достижением естествознания, обосновав единство клеточной организации и общность происхождения растений и животных, сыграла огромную роль в развитии всех разделов биологии, особенно гистологии, эмбриологии, физиологии клетки, эволюционного учения, генетики. На ее основе сложилось и развивалось учение о болезненных процессах у животных, растений и человека. Открытие клетки и создание клеточной теории помогло объяснить основные закономерности живой природы.

Значение клеточной теории в развитии науки состоит в том, что благодаря ей стало понятно, что клетка – это важнейшая составляющая часть всех живых организмов. Она их главный компонент в морфологическом отношении; клетка является эмбриональной основой многоклеточного организма, т.к. развитие организма начинается с одной клетки - зиготы; клетка – основа физиологических и биохимических процессов в организме, т.к. на клеточном уровне происходят в конечном счете все физиологические и биохимические процессы.

Электронная микроскопия раскрыла перед нами новый мир кристаллических систем внутри живой клетки, исследования которой имеют большое значение для разгадки множества заболеваний. Именно в клетках начинают развиваться патологические изменения, приводящие к возникновению заболеваний. Злокачественные изменения, приводящие к развитию раковых опухолей, возникают также на уровне клеток.

Изучение строения, химического состава, обмена веществ и всех проявлений жизнедеятельности клеток необходимо не только в биологии, но также и в медицине и ветеринарии.

Основные закономерности молекулярной биологии и цитологии, лежащие в основе механизмов эволюционного процесса, позволяют дать понятие о явлениях наследственности и изменчивости.

Единство строения и жизнедеятельность клеток различных организмов - одна из важнейших общепатологических закономерностей, указывающих на общность происхождения органического мира, и поэтому изучение структуры и функции клетки - важнейшая задача общей биологии.

Клеточная теория позволила прийти к выводу о сходстве химического состава всех клеток и ещё раз подтвердила единство всего органического мира.