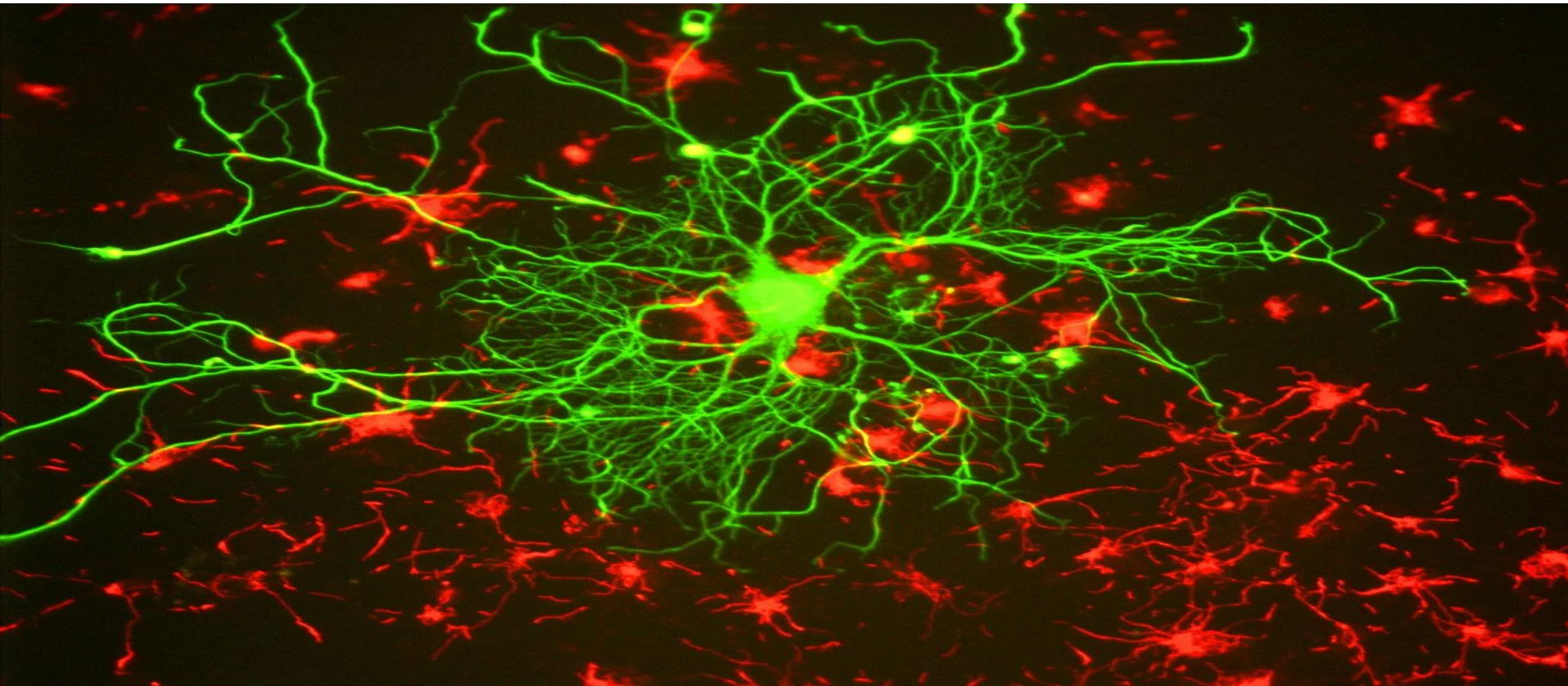


# Клетка



# Определение

- **Клётка** — структурно-функциональная элементарная единица строения и жизнедеятельности живых организмов.

# История изучения клетки

**Цитология** («цитос» -клетка, «логос» - наука) – наука, изучающая строение, функции и эволюцию клеток

1590 г. – Янсены (Голландия) изобрели световой микроскоп

1624 г.- Г. Галилей усовершенствовал микроскоп  
(увеличение в 35-40 раз)

1665 г. – Р. Гук обнаружил ячейки, из которых состояла кора пробкового дуба и назвал клетками

1675 г. – А. Левенгук открыл простейших, эритроциты и сперматозоиды.

1831 г. - Р. Броун открыл внутри клетки ядро

1838-1839 гг – М. Шлейден и Т.Шванн – клеточная теория

1858 г – Р. Вирхов – клетки возникают только из клеток путем деления

1930 гг. – изобретение электронного микроскопа

## Основные положения клеточной теории:

1. Клетка является основной структурной и функциональной единицей жизни.
2. Клетки всех организмов сходны по своему химическому составу, строению и функциям.
3. Все новые клетки образуются при делении исходных клеток.
4. Рост и развитие многоклеточного организма – следствие роста и размножения одной или нескольких исходных клеток.
5. Клеточное строение организмов – свидетельство того, что все живое имеет единое происхождение.

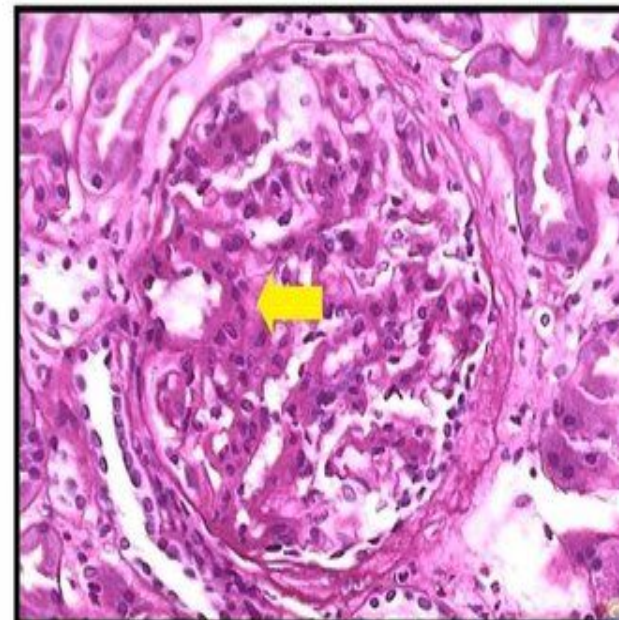
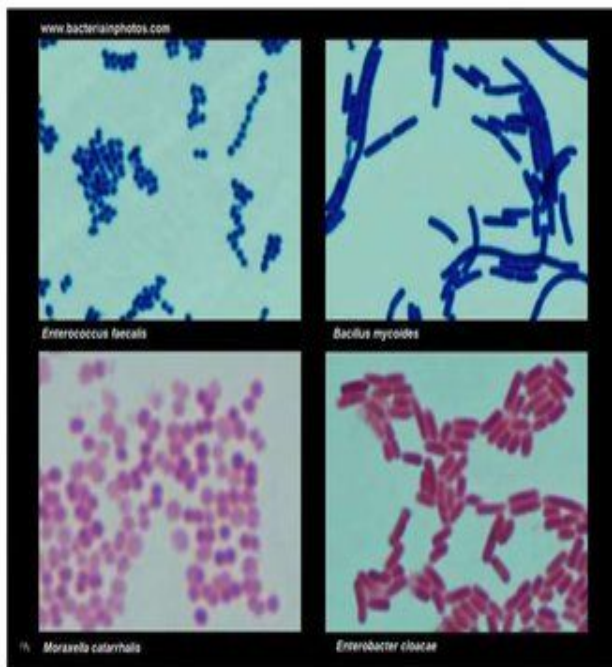
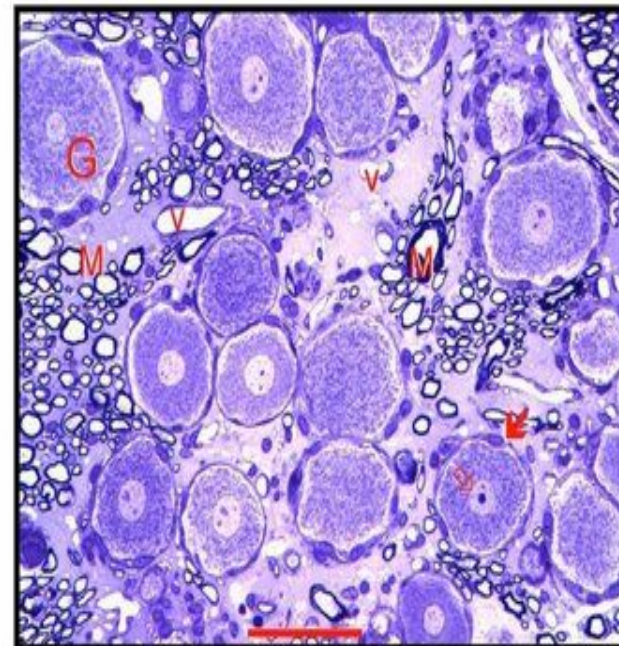
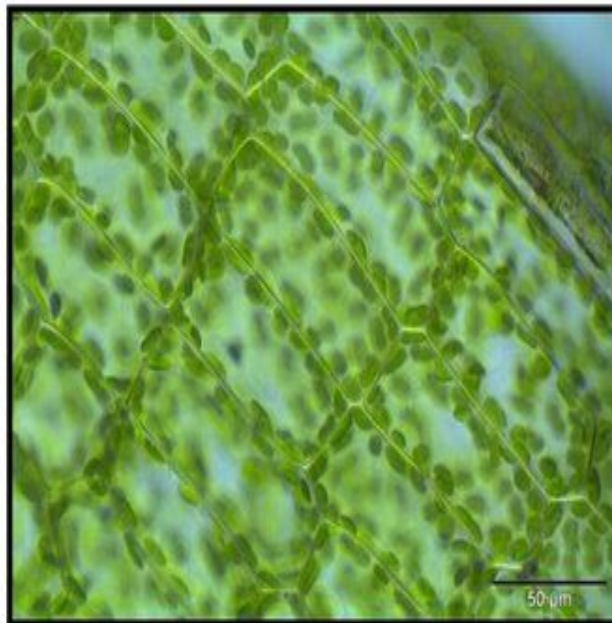
# Световая и электронная микроскопия

Световой микроскоп использует источник света, электронный микроскоп имеет пучки электронов фокусируется магнитными линзами. Разрешающая способность электронного микроскопа в 10 000 раз выше и поэтому гораздо более четко видны, например внутриклеточные структуры.

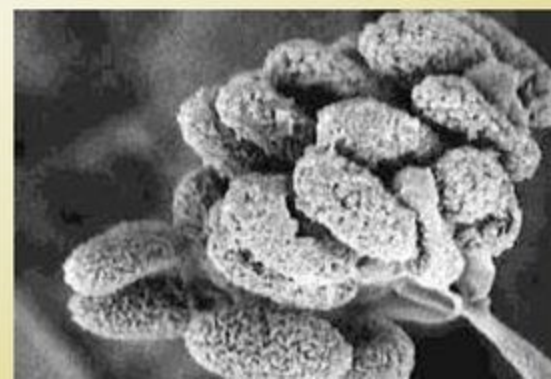
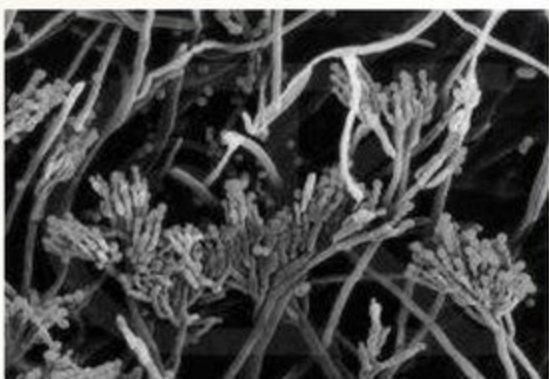
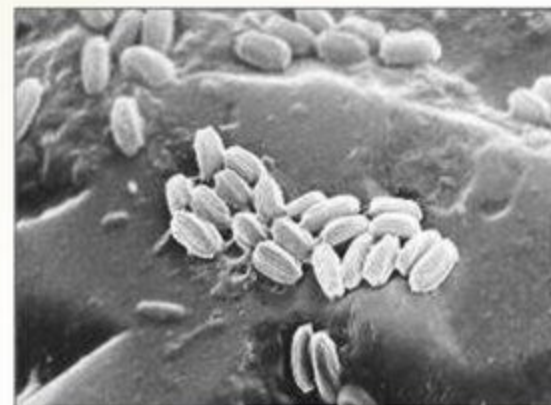
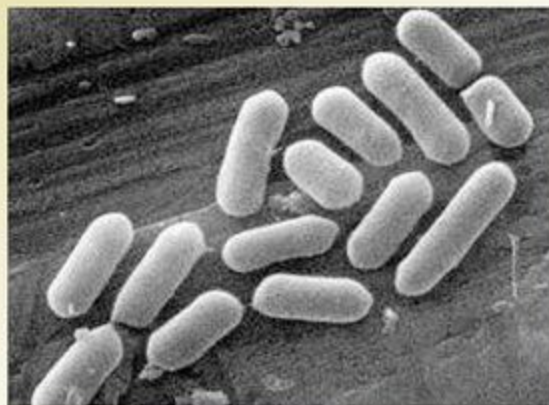




# Световая микроскопия



# Сканирующая электронная микроскопия



# Методы изучения клетки

---

## □ *Центрифугирование.*

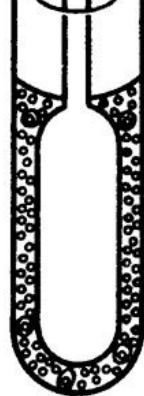
Измельченные ткани с разрушенными клеточными оболочками помещают в пробирки и вращают в центрифуге с большой скоростью. Разные клеточные органеллы осаждаются в пробирке при разной скорости центрифугирования. Их выделяют и исследуют.





Интakтная клетка

Гомогенизация



(фрагментирован.) Клеточный гомогенат

Ядра  
Цитоплазматические мембраны  
Митохондрии  
Рибосомы  
Лизосомы

Удаление супернатанта и центрифугирование при 10 000 g (30 мин) 100 000 g (1 ч) 150 000 g (1 ч)



Осадок  
Ядра

Супернатант  
Митохондрии  
Лизосомы  
Цитоплазматические мембраны  
Рибосомы



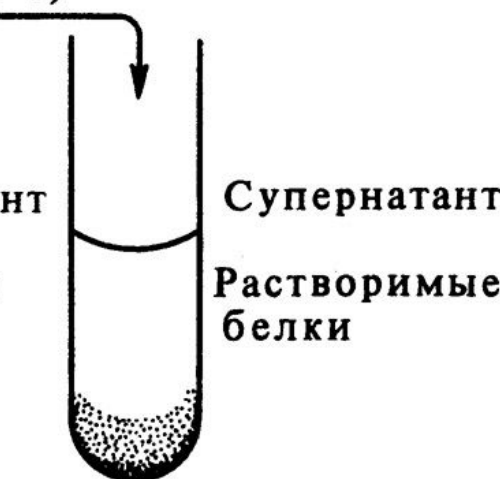
Осадок  
Митохондрии  
Лизосомы

Супернатант  
Цитоплазматические мембраны  
Рибосомы



Осадок  
Цитоплазматические мембраны  
(клеточная мембрана, гранулярный ЭР, гладкий ЭР, аппарат Гольджи)

Супернатант  
Рибосомы



Осадок  
Рибосомы

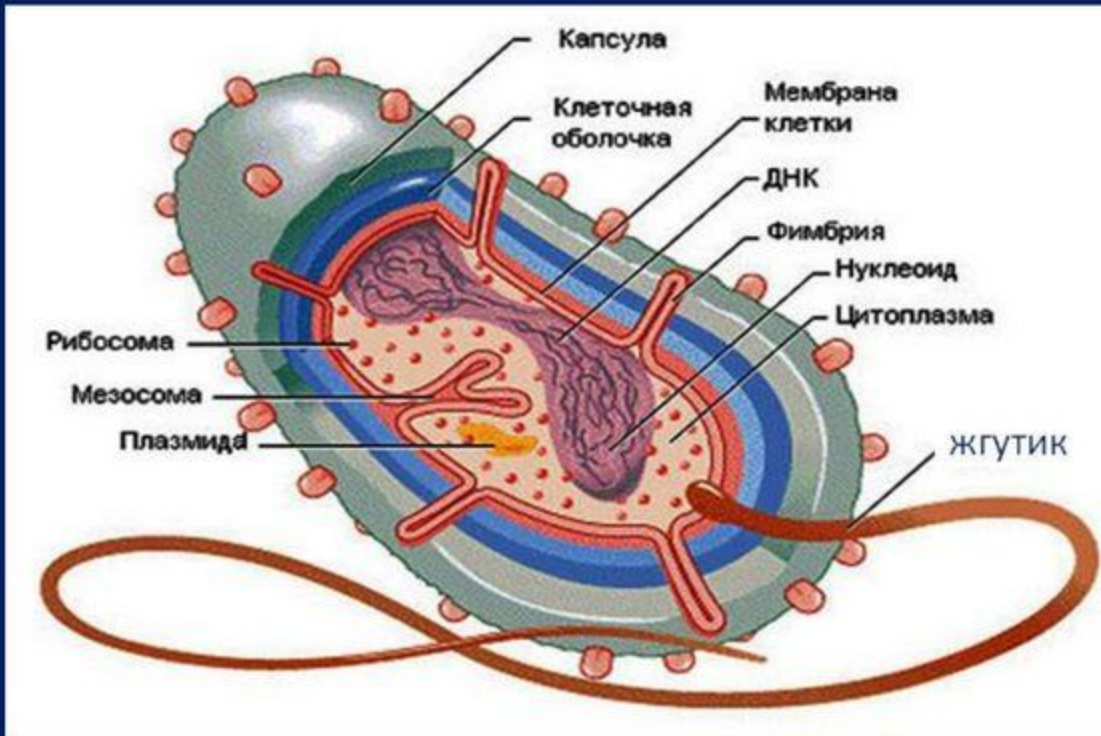
Супернатант  
Растворимые белки

# Строение прокариотической

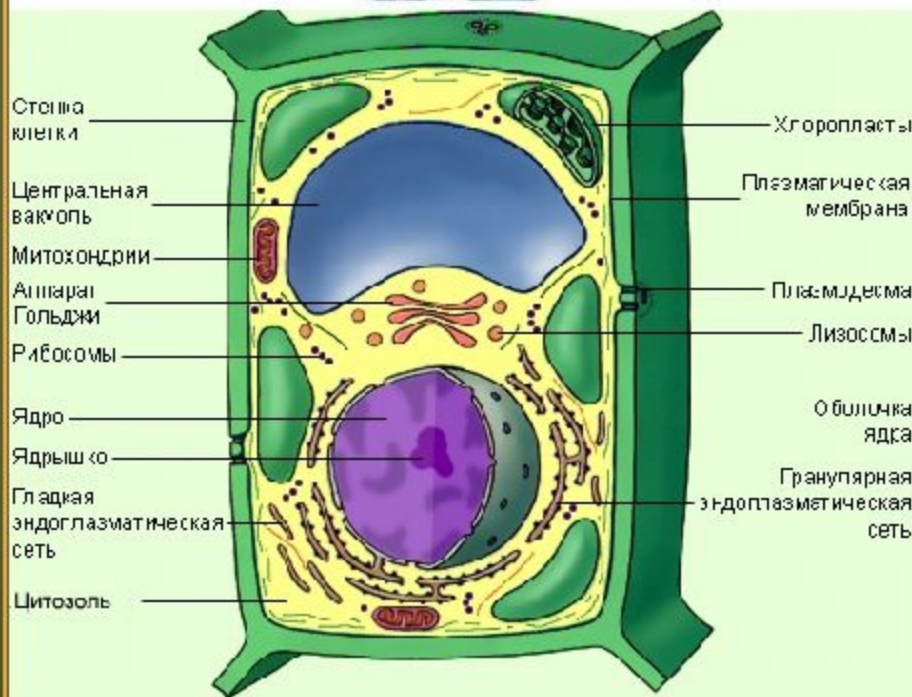
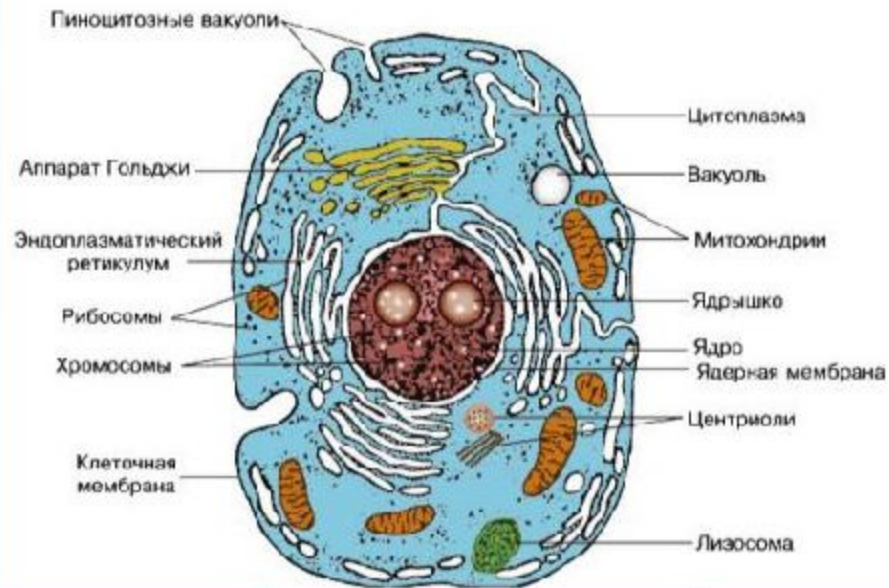
## клеточные формы жизни.

### Прокариоты (Бактерии).

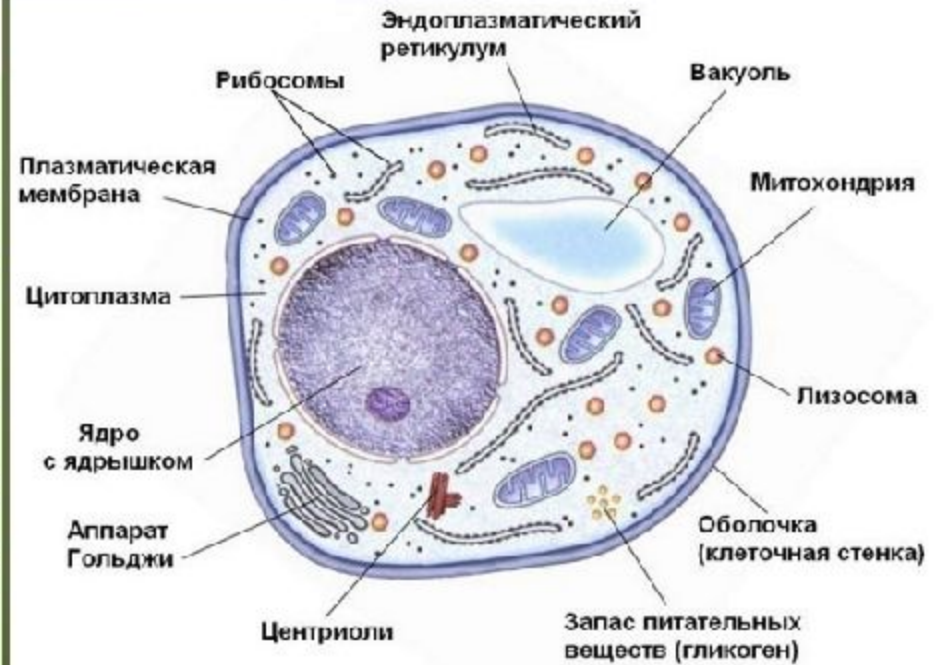
**Клетка** — это основная структурно — функциональная единица живых организмов, возникшая в процессе эволюции.



### Схема строения животной клетки



Разнообразные вещества передвигаются внутри клетки от органоида к органоиду, от одной клетки к другой.



Строение клетки гриба

# Теория симбиогенеза

Согласно теории симбиогенеза, митохондрии и хлоропласты – потомки бактерий, вступившие в симбиоз с предками эукариот

3 млрд. лет назад  
в атмосфере много  $\text{CO}_2$ , мало  $\text{O}_2$ ;

аэробные прокариоты ( $\text{O}_2$ ) ↔ Симбиоз ↔ анаэробные эукариоты ( $\text{O}_2$  + ядро)

аэробные эукариоты ( $\text{O}_2$  + ядро)

- В ходе эволюции бактерии превратились в полуавтономные органоиды.
- Они сохранили способность автономно размножаться путем деления.

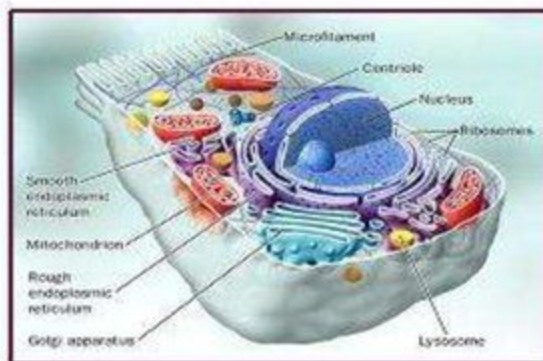


# Теория симбиогенеза



Линн Маргулис  
(р. 1938)

## Симбиогенез



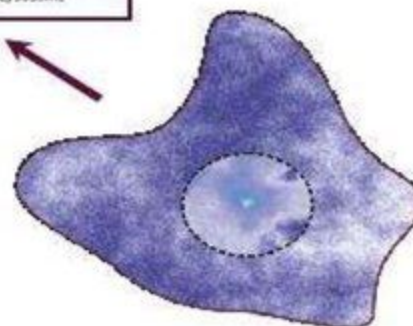
Константин Сергеевич  
Мережковский  
(1855-1921)



- **Митохондрии**  
(альфапротеобактерии)



- **Пластиды**  
(цианобактерии)



- **Ядро и цитоплазма**  
? археи ?  
? хроноциты ?  
? химеры ?

# Эукариотическая клетка



## Структурные компоненты ядра:

1. **Ядерная оболочка** – разобщение транскрипции и трансляции.

2. **Ядерный матрикс** (скелет) – пространственная организация.

3. **Хроматин ↔ хромосомы** – генетический материал.

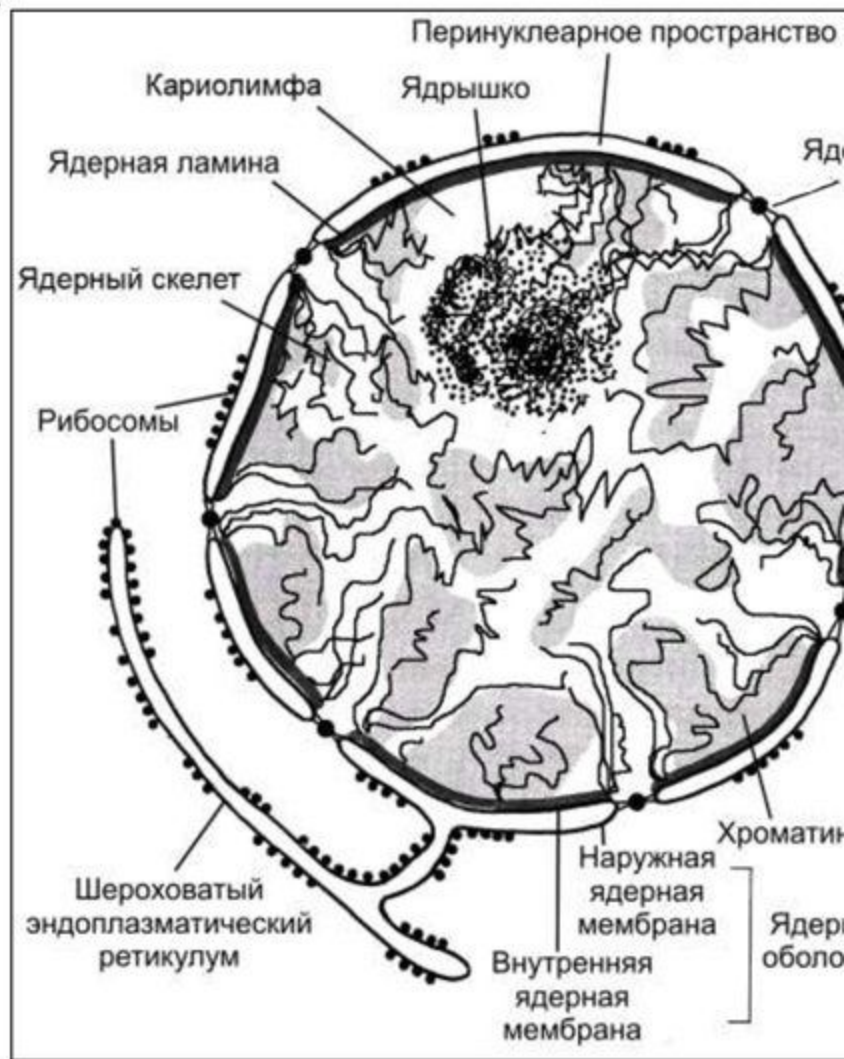
### Концепция структурной целостности хромосом

в клеточном цикле:

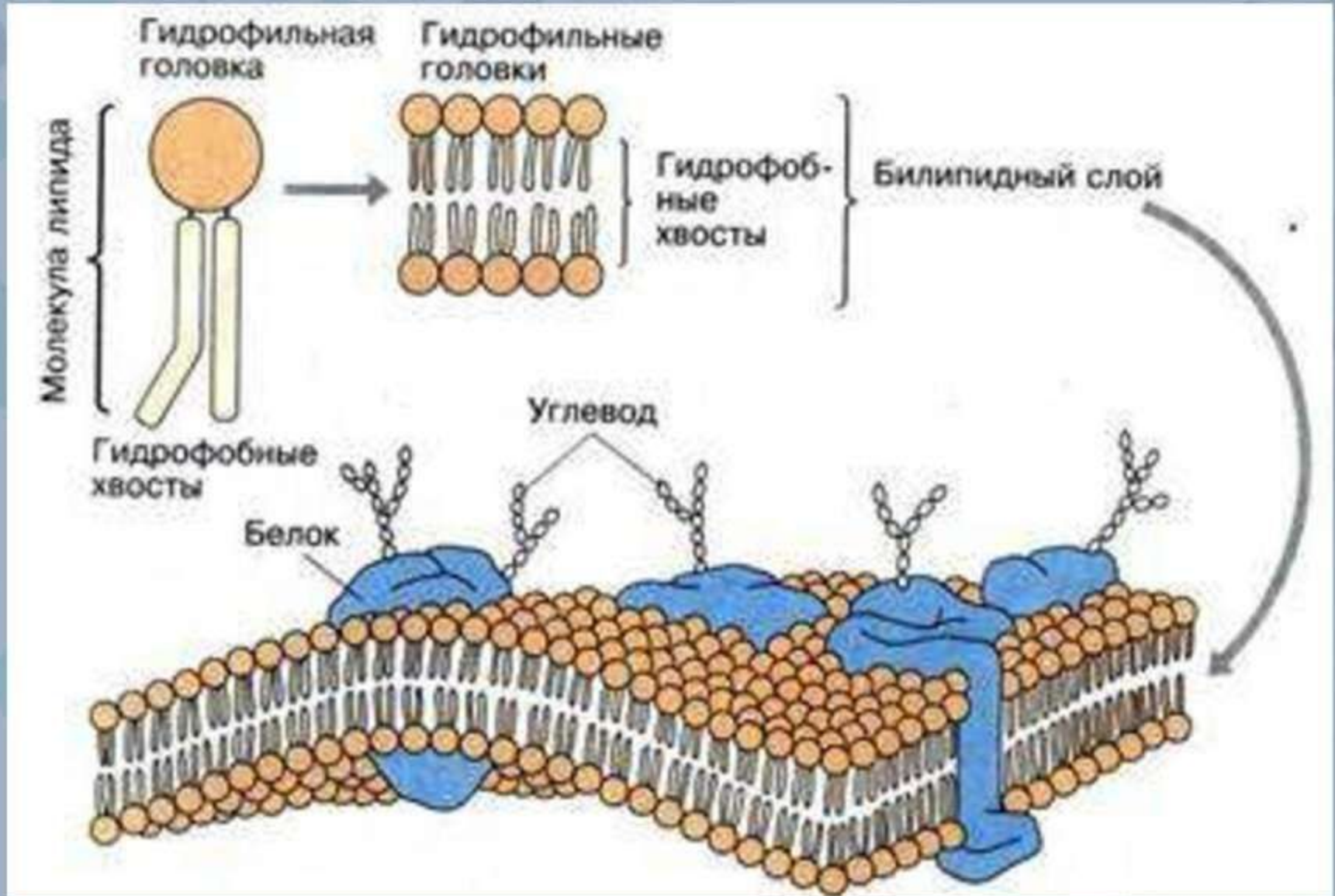
хромосомы присутствуют в клетке всегда, но в разных структурно-функциональных состояниях.

4. **Ядрышко** – локус хроматина, производящий рРНК (рибосомы).

5. **Кариолимфа** (ядерный сок) – жидкая фракция ядра; содержит предшественники ядерных синтезов (нуклеотиды), белки-мигранты из цитоплазмы, продукты ядерных синтезов (рРНК, мРНК).



# Плазматическая мембрана (ПМ)







# Функции плазматической мембраны

- **Барьерная функция.** Мембрана ограничивает проникновение в клетку чужеродных, токсичных веществ.
- **Регуляторная.** *Олигосахариды*, располагающиеся на поверхности плазматической мембраны выполняют роль рецепторов, воспринимающих действие различных веществ и изменяющих проницаемость мембраны.
- **Каталитическая.** На поверхности мембран располагаются многочисленные ферменты, катализирующие биохимические реакции.
- **Мембранный транспорт.** Различают несколько видов мембранного транспорта.

# Функции ядра

- Регулирует клеточный метаболизм
- Хранение генетической информации
- Передача генетической информации в цитоплазму (транскрипция – образование иРНК)
- Передача генетической информации дочерним клеткам (репликация – удвоение ДНК перед делением клетки)
- Образование рибосом
- Репарация (восстановление повреждённой структуры ДНК)

# Полуавтономные органоиды

МИТОХОНДРИЯ



**Кристы** (содержат  
встроенные ферменты,  
обеспечивают синтез АТФ)

ХЛОРОПЛАСТ



**Граны** (стопки из  
тилакоидов)

## Двухмембранные органоиды

Во внутреннем пространстве содержат ДНК, РНК,  
рибосомы

Способны делиться независимо от деления клетки

# Митохондрии

## Особенности строения:

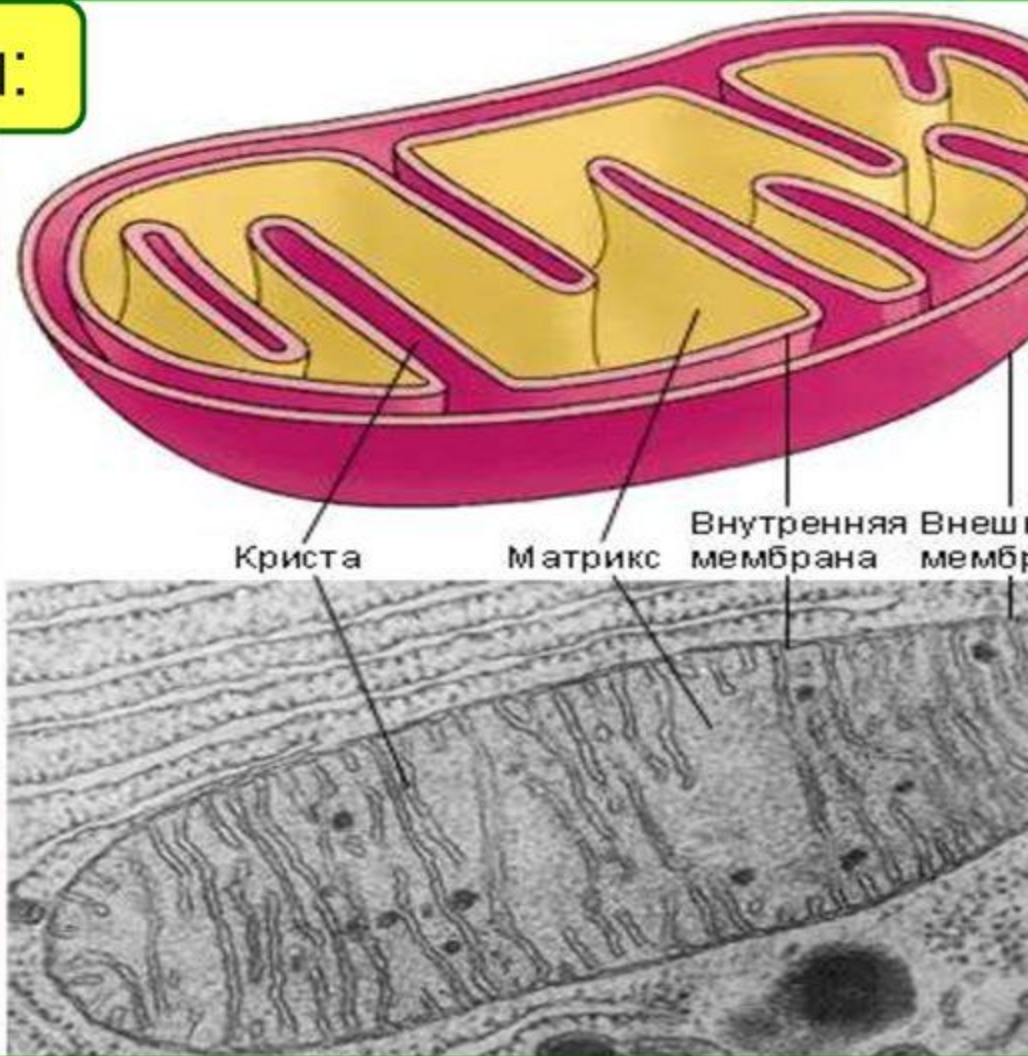
Органоид овальной формы, стенки образованы двумя мембранами – наружной и внутренней;

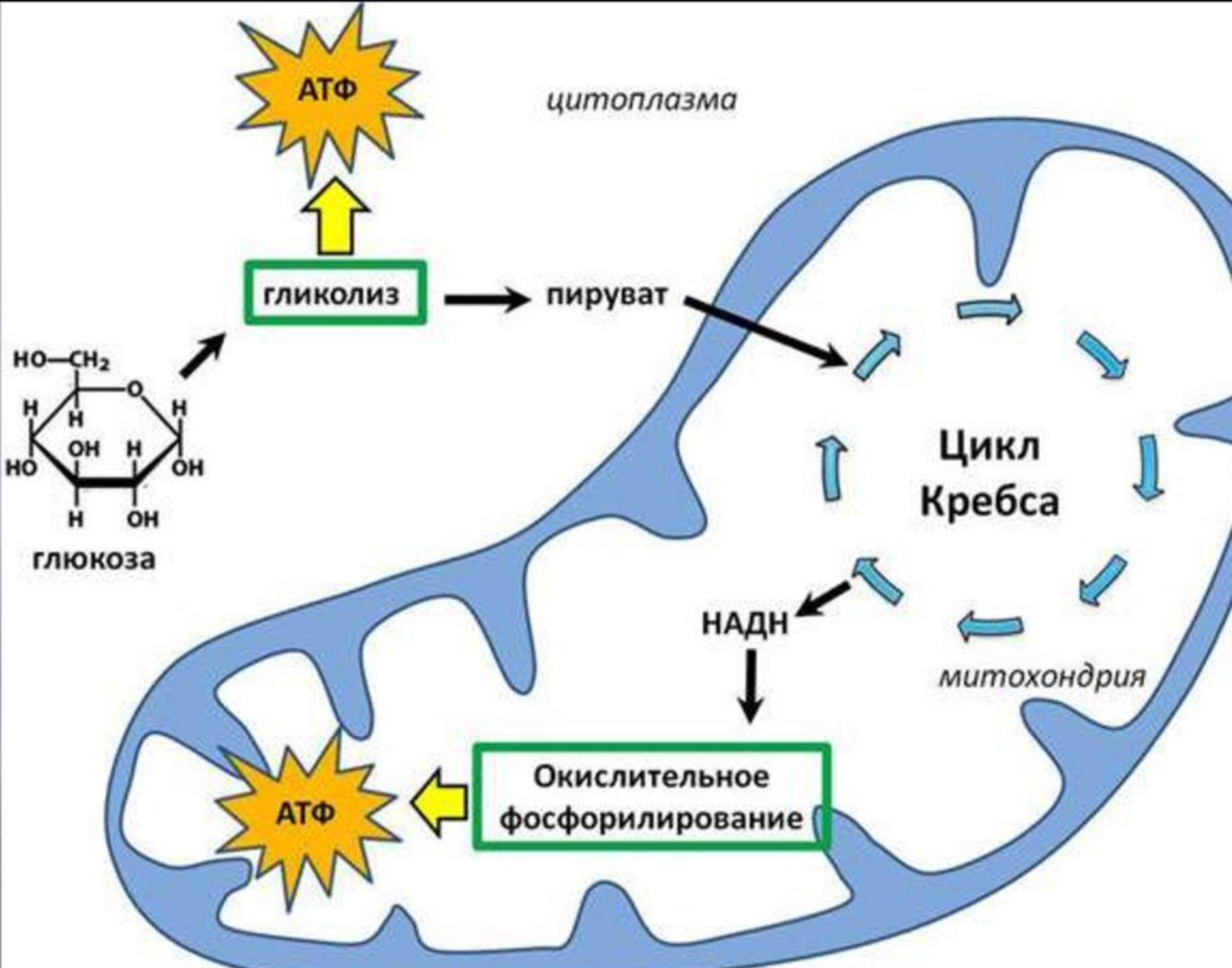
Внутренняя мембрана образует много складок – *кристы*.

Имеют собственную ДНК и способны к делению.

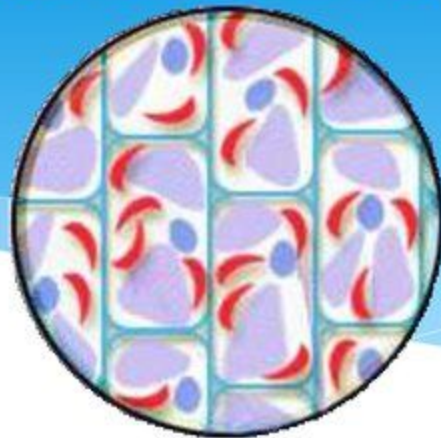
## Функции:

- Клеточное кислородное дыхание и преобразуют энергию



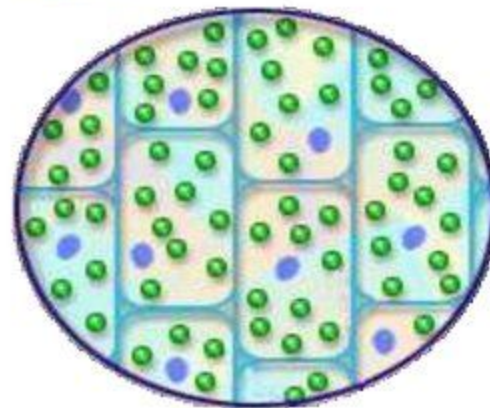


# Виды пластид

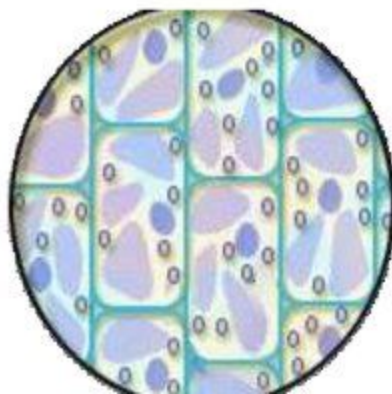


## Хромопласты

содержат красные, оранжевые пигменты, придают цвет плодам, осенним листьям.



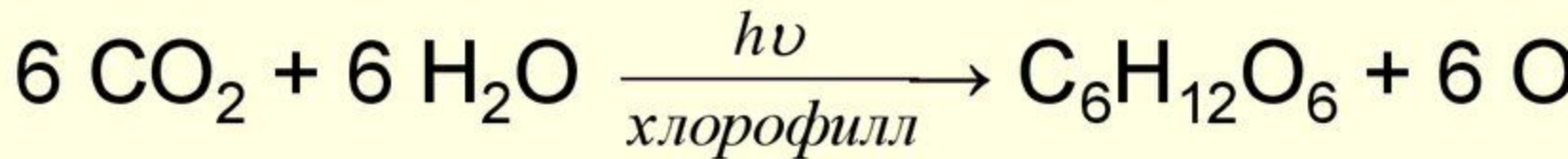
## Хлоропласты



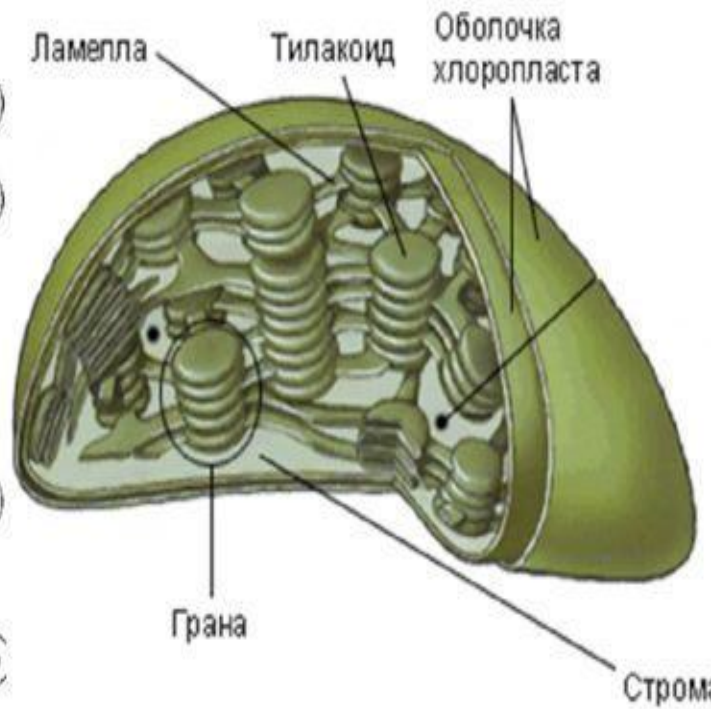
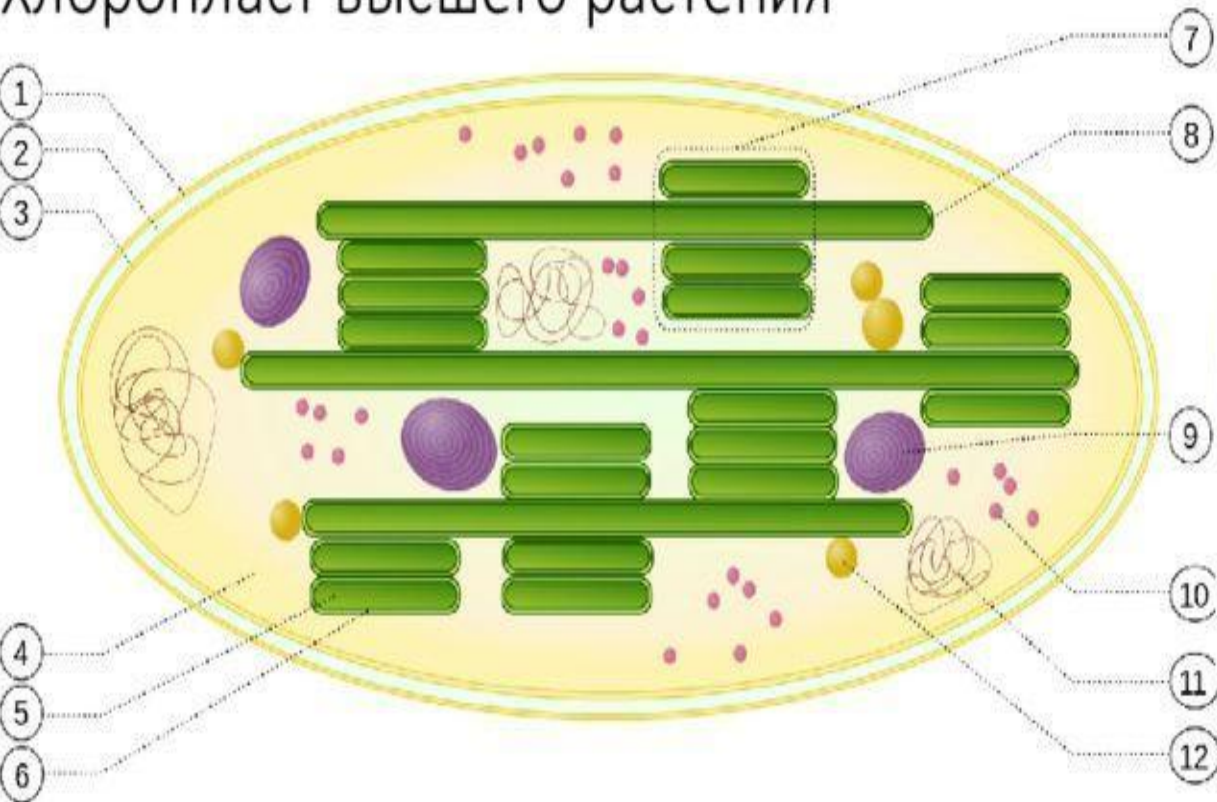
**Лейкопласты** бесцветные пластиды, встречаются в семенах, корнях, клубнях. Участвуют в накоплении крахмала.

# Функция хлоропластов

- Процесс фотосинтеза



# Хлоропласт высшего растения



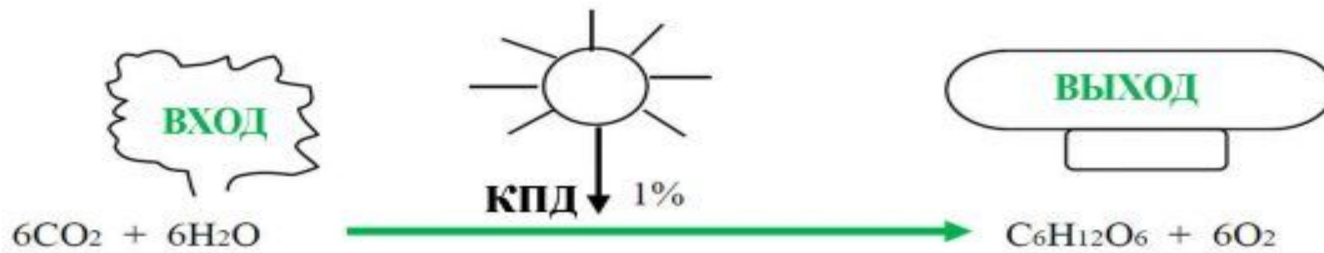
1. наружная мембрана  
2. межмембранное пространство  
3. внутренняя мембрана  
(1+2+3: оболочка)  
4. строма (жидкость)

5. **тилакоид** с просветом (люменом) внутри  
6. мембрана тилакоида  
7. грана (стопка тилакоидов)  
8. тилакоид (ламелла)

9. зерно крахмала  
10. рибосома  
11. пластидная ДНК  
12. пластоглобула (капля жира)



# Фотосинтез



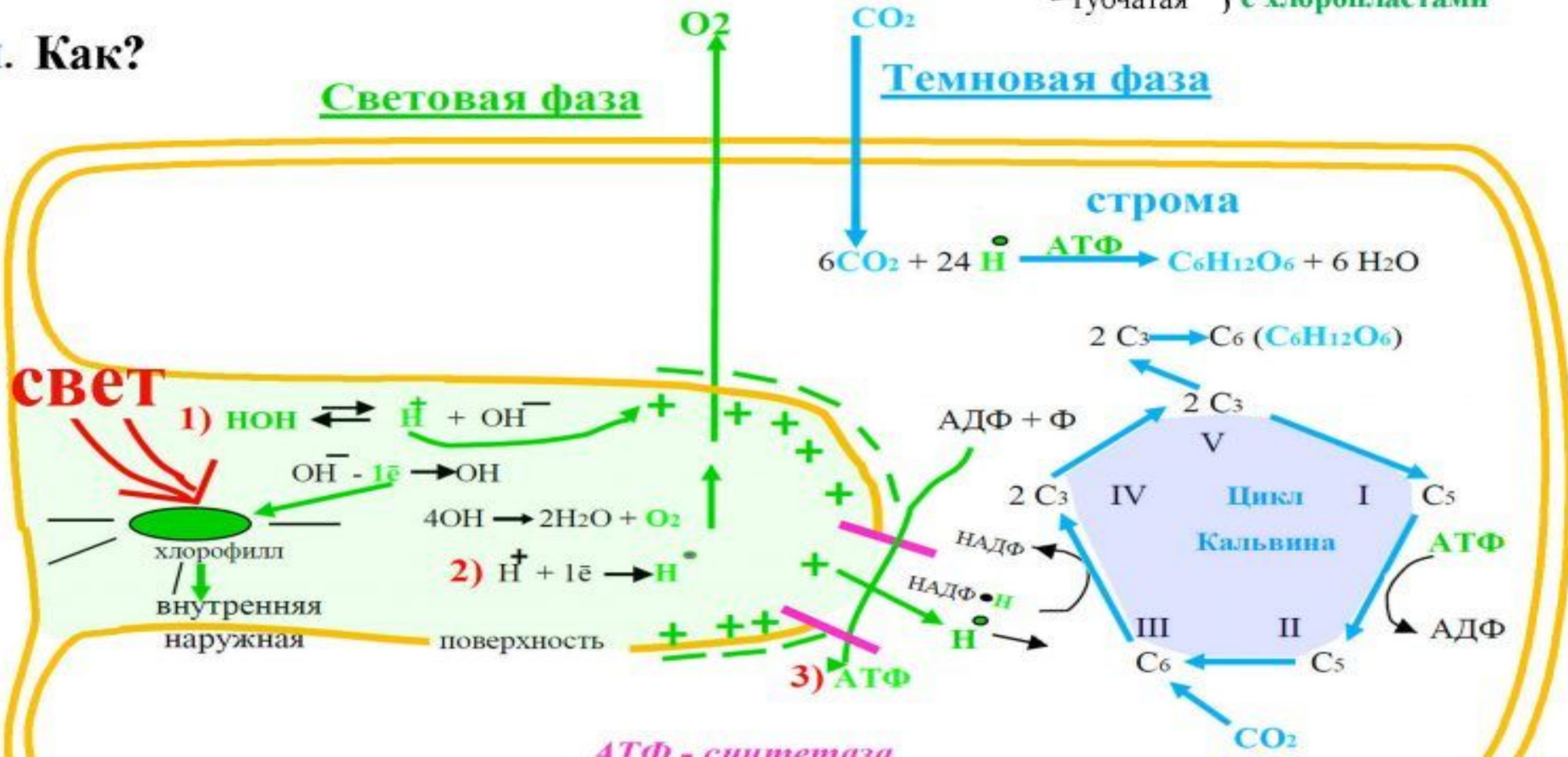
## I. Где происходит?

1. в хроматофорах зеленых клеток водорослей

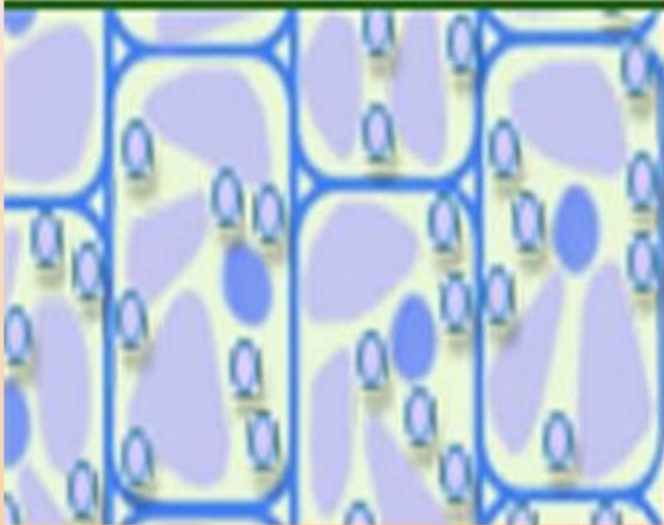
2. в зеленых органах растений: а) стебли или кожа б) листья

- кожа - устьичные клетки
- мякоть → столбчатая } ткань из клеток с хлоропластами
- губчатая }

## II. Как?



# Лейкопласты



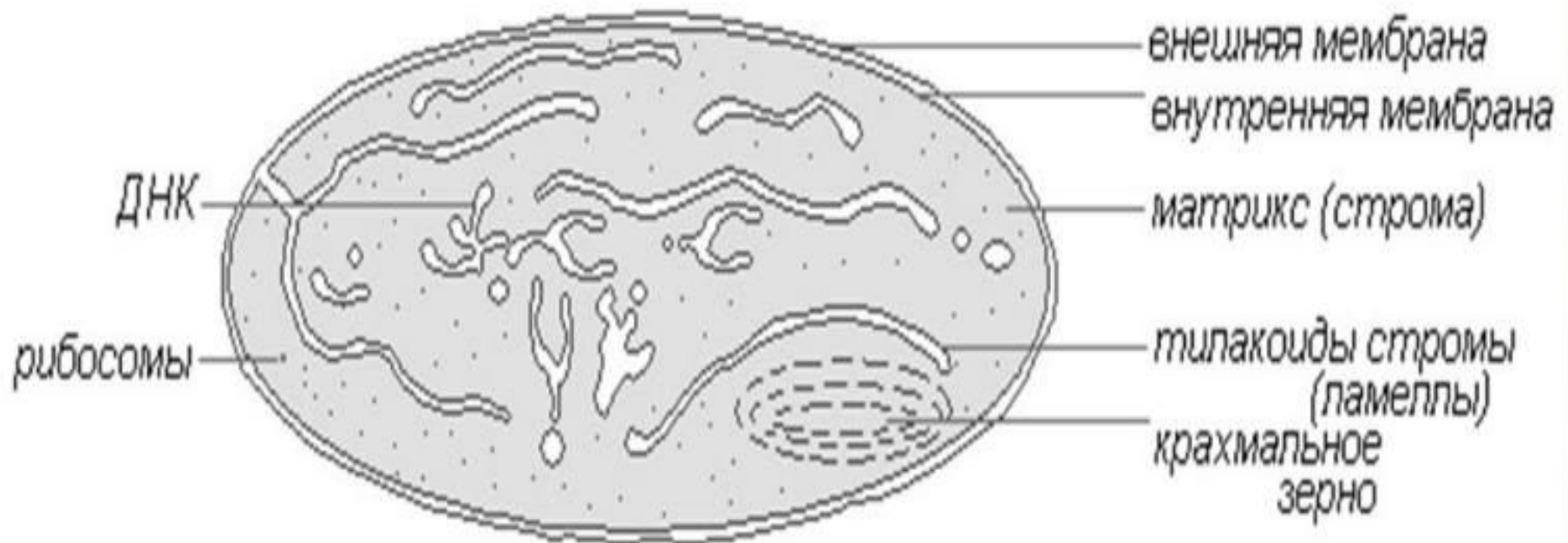
**Лейкопласты** (от греч. «лейкос» – белый» и «пластос» -вылепленный) – бесцветные пластиды.

**Функция:**

- запасание питательных веществ



## Строение лейкопласта



# Эндоплазматическая сеть (ЭПС)

- Система мембран, образующих канальца, пузырьки, цистерны, трубочки
- Соединена с ядерной мембраной.
- Транспорт веществ в клетке
- Разделение клетки на отсеки

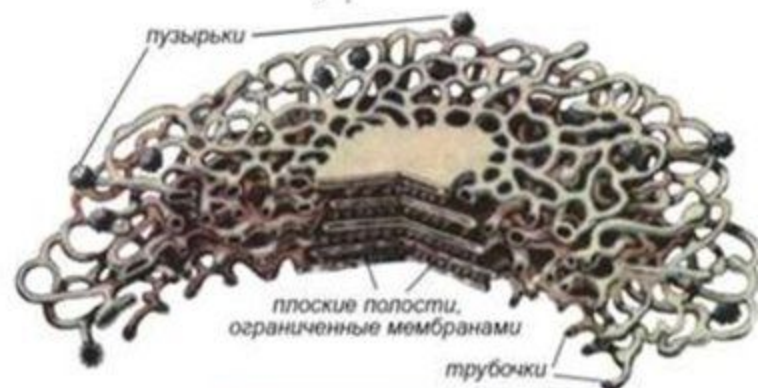
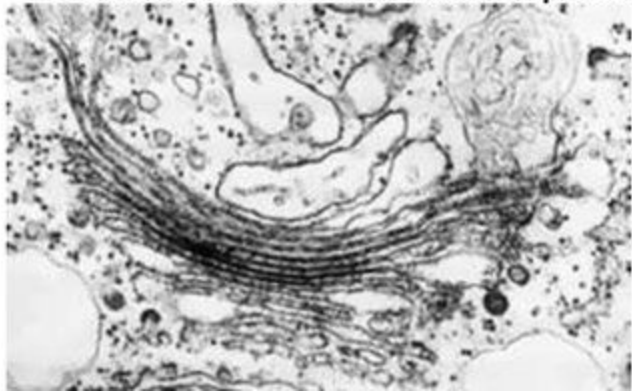


# Аппарат/Комплекс Гольджи

- представляет собой стопку мембранных мешочков (цистерн) и связанную с ними систему пузырьков и трубочек

## Функции:

- ✓ окончательная сортировка и упаковка продуктов жизнедеятельности клетки в мембранные пузырьки (вакуоли).
- секреция веществ , синтезируемых клеткой
- ✓ формирует лизосомы и обеспечивает экзоцитоз.
- ✓ синтез сложных жиров , углеводов, созревание белков
- ✓ участвует в росте и обновлении плазматической мембраны



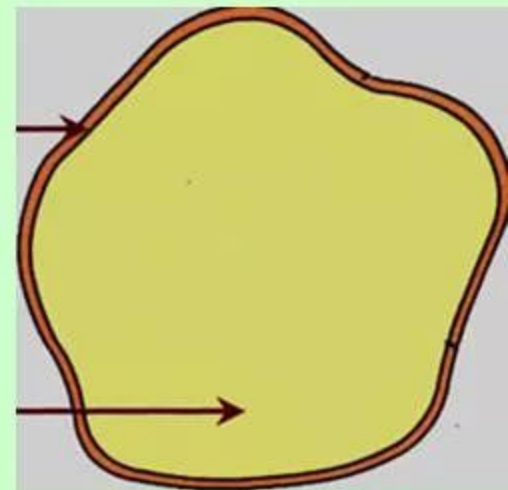
**аппарат Гольджи**

Ф: модификация,

# Лизосомы: строение и функции

Самые мелкие одномембранные органоиды клетки, представляющие собой пузырьки диаметром 0,2-0,8 мкм, содержащие около 40 гидролитических ферментов (протеазы, липазы, нуклеазы, фосфатазы), активных в слабокислой среде.

Расщепление веществ с помощью ферментов называют *лизисом*, отсюда и название органоида.



# Пероксисомы (микротельца)

- ◆ Имеются как в растительных, так и в животных клетках
- ◆ Содержат ферменты метаболизма **пероксида водорода**
- ◆ Защищают клетку от **свободных радикалов**, возникающих при **окислительном стрессе**
- ◆ Обеспечивают **фотореспирацию** у растений (рибулозобисфосфаткарбоксилаза, или **рубиско**)



## Органоиды цитоплазмы

**ВАКУОЛЬ** – полость, заполненная клеточным соком, отделенная от цитоплазмы *тонопластом*. Основной компонент клеточного сока – вода (70-95%).

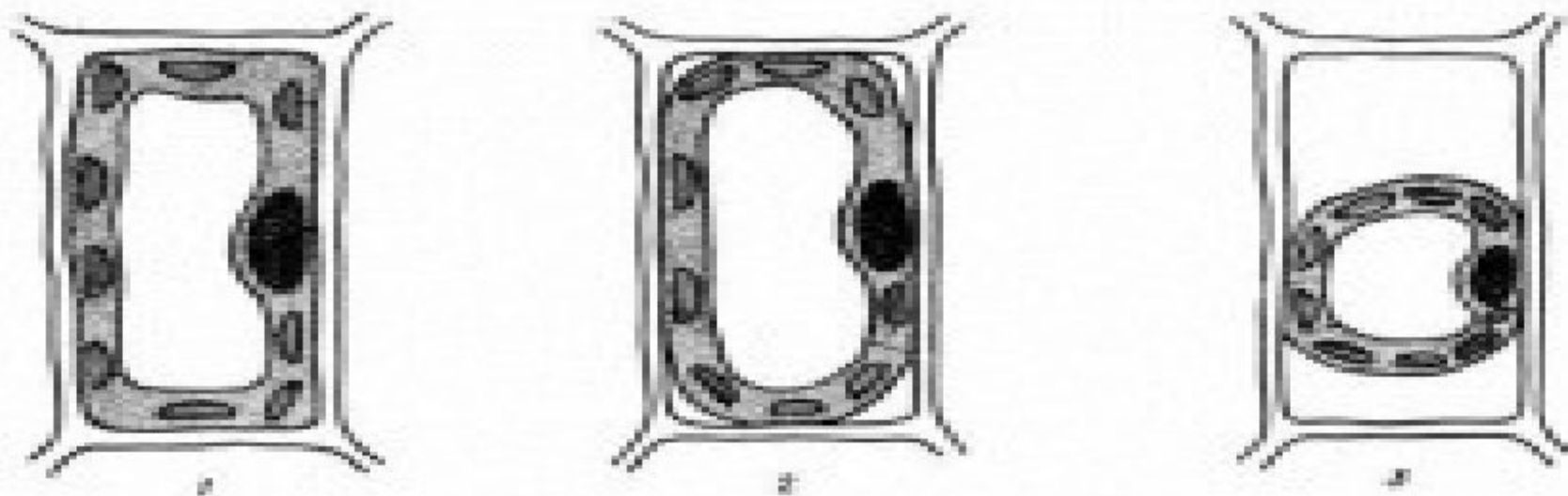


**Функция:** поддерживает тургорное давление, накапливает питательные вещества, соли, пигменты, отходы жизнедеятельности.



- **Тургорное давление** (лат. *turgor* — набухание)— внутреннее давление, которое развивается в растительной клетке, когда в нее в результате осмоса входит вода и цитоплазма прижимается к клеточной стенке; это давление препятствует дальнейшему проникновению воды в клетку.

Если клетку поместить в гипертонический раствор какой-нибудь нетоксичной соли или сахара (т. е. в раствор большей концентрации, чем концентрация клеточного сока), то происходит осмотический выход воды из вакуоли. В результате этого ее объем сокращается, эластичный постенный протопласт отходит от клеточной стенки, тургор исчезает, наступает *плазмолиз* клетки



1 – клетка в состоянии тургора; 2 – начало плазмолиза; 3 – полный плазмолиз.

# Деплазмолиз

- Деплазмолиз — обратный процесс, то есть восстановление исходной формы клетки при снижении осмотического давления во внеклеточной жидкости.
- Деплазмолиз происходит при перенесении плазмолизированных клеток (то есть клеток, подвергшихся плазмолизу) в воду или гипотонические растворы.
- У плазмолизированной клетки, погруженной в чистую воду, плазмолиз исчезает, наступает деплазмолиз. Деплазмолиз наступает быстрее, чем плазмолиз, и не имеет промежуточных форм.

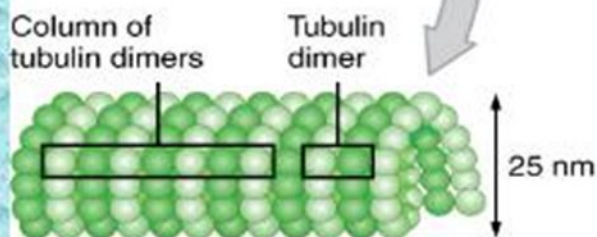
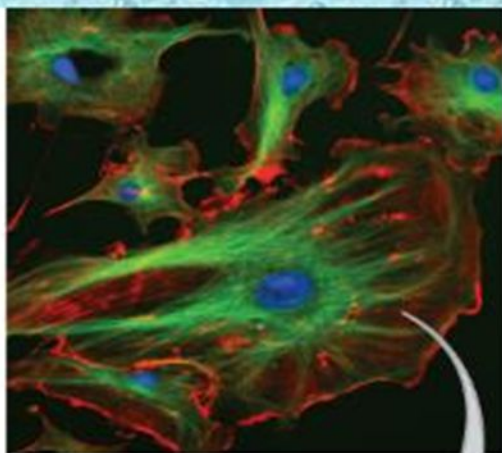
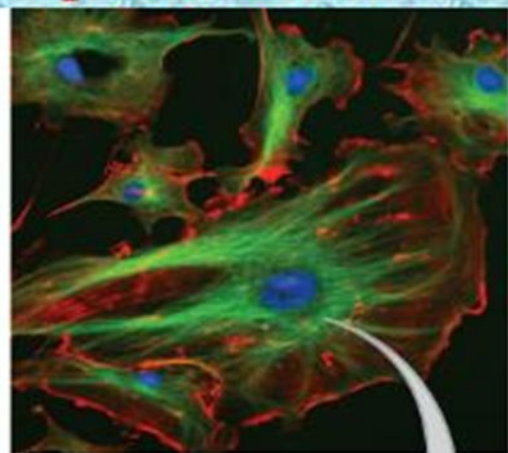
# ХРОМОПЛАСТЫ

- ✘ **Хромопласты.** Пигменты красного и желтого цвета, находящиеся в хромопластах, придают различным частям растения красную и желтую окраску. Корень моркови, плоды томатов
- ✘ Лейкопласты являются местом накопления запасного питательного вещества – крахмала. Особенно много лейкопластов в клетках клубней картофеля. На свету лейкопласты могут превращаться в хлоропласты (в результате чего клетки картофеля зеленеют). Осенью хлоропласты превращаются в хромопласты и зеленые листья и плоды желтеют и краснеют

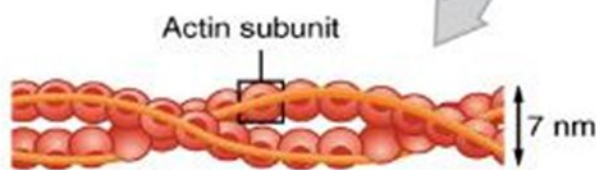


# Цитоскелет

Цитоплазма эукариотических клеток пронизана трехмерной сеткой из белковых нитей (филаментов), называемой **цитоскелетом**. Различают **микротрубочки, микрофиламенты и промежуточные филаменты**.



(a)

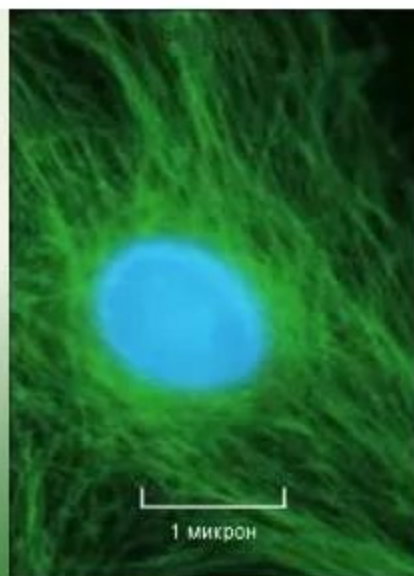
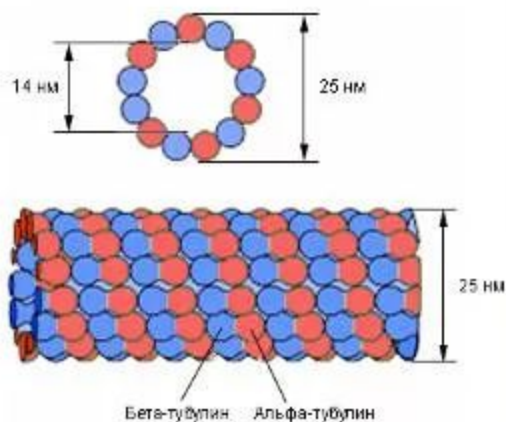


(b)



(c)

# Микротрубочки



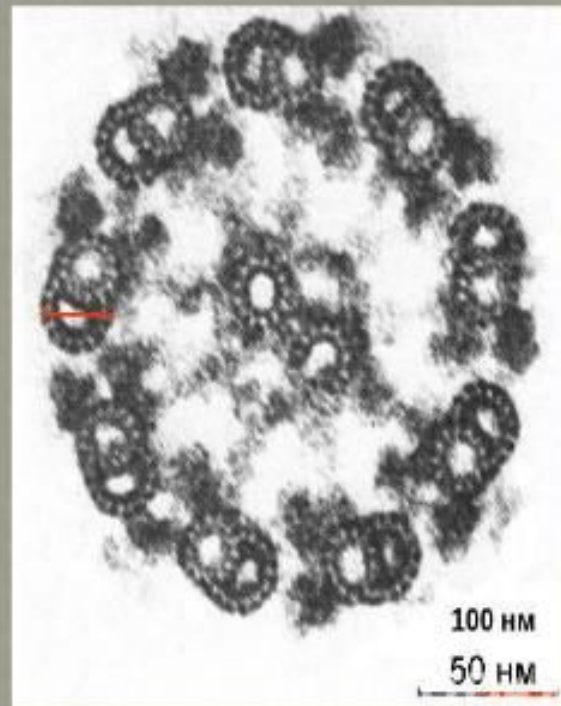
- Микротрубочки представляют собой трубчатые образования, состоящие из белка тубулина.
- По ним движутся органеллы от одного участка клетки к другому (другие белки прикрепляют органеллы к наружной стороне «трубы» и обеспечивают движение).
- Во время митоза они обеспечивают расхождение хромосом к полюсам клетки.

# Органоиды движения

Органоиды движения как и центриоли, состоят из микротрубочек, скомпонованных иначе. Стенки цилиндра образованы девятью парами (**дуплетами**) микротрубочек, а в центре располагаются еще две микротрубочки (9+2). Цилиндры жгутиков и ресничек связаны с **базальным тельцем**



Поперечный разрез жгутика



# Промежуточные филаменты

```
graph TD; A[Промежуточные филаменты] --> B[Кератины (эпителии)]; A --> C[Виментин (соединит. ткани)]; A --> D[Десмин (мышечные ткани)]; A --> E[Нейрофибриллы (нервная ткань)];
```

**Кератины**  
(эпителии)

**Виментин**  
(соединит.  
ткани)

**Десмин**  
(мышечные  
ткани)

**Нейрофибриллы**  
(нервная  
ткань)



# Микрофиламенты

---

**Микрофиламенты** еще более тонкие нитчатые структуры (5—7 нм), состоящие из сократительных белков (**актина, миозина, тропомиозина**), неодинаковых в разных клетках.

Локализуются преимущественно в кортикальном слое цитоплазмы.

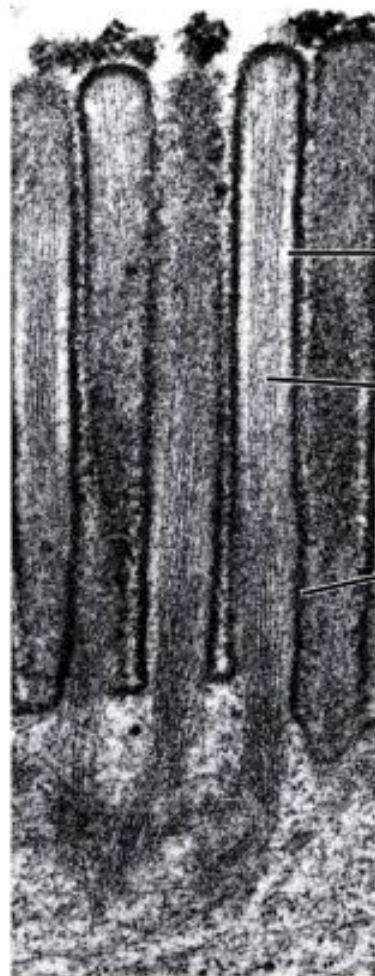
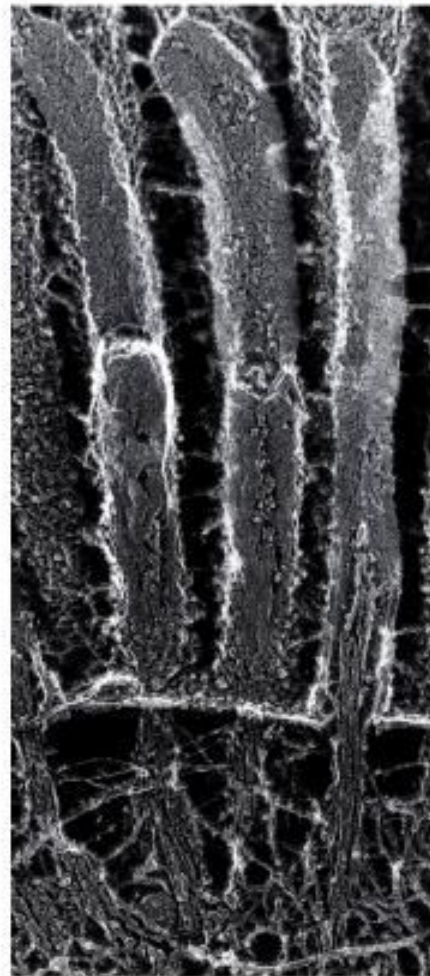
**В совокупности микрофиламенты составляют сократительный аппарат клетки, обеспечивающий различные виды движений:** перемещение органелл, ток гиалоплазмы, изменение клеточной поверхности, образование псевдоподий и перемещение клетки.

**Скопление микрофиламентов в мышечных волокнах образует специальные органеллы **миофибриллы**.**

# МИКРОФИЛАМЕНТЫ

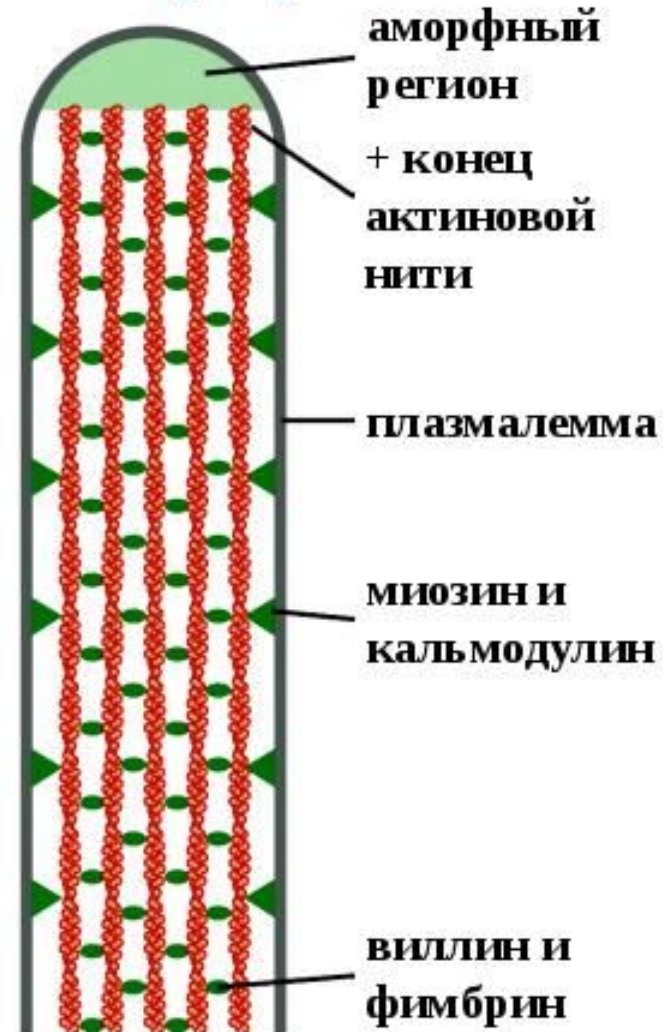
## Актин как компонент микроворсинок

Электронные микрофотографии  
микроворсинок



микроворсинка  
актиновые нити  
плазматическая мембрана  
терминальный узел  
1 мкм

Схема строения  
микроворсинки



аморфный регион  
+ конец актиновой нити  
плазмалемма  
миозин и кальмодулин  
виллин и фимбрин

# Включения

Непостоянные структуры цитоплазмы клетки, содержание которых меняется в зависимости от функционального состояния клетки.



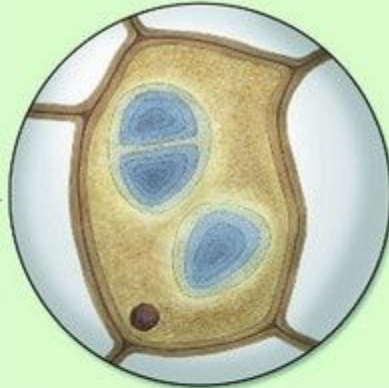
## Типы включений:

**Трофические** – это запасы питательных веществ – зерна крахмала в растительных клетках, гликоген и капли жира в животных клетках.

**Секреторные** – являются продуктами жизнедеятельности клеток желез внешней и внутренней секреции – гормоны, ферменты, слизь, подлежащие выведению из клетки.

**Экскреторные** – продукты обмена веществ – кристаллы щавелевой кислоты, щавелевокислого кальция и др.

**КРАХМАЛЬНЫЕ ЗЕРНА**

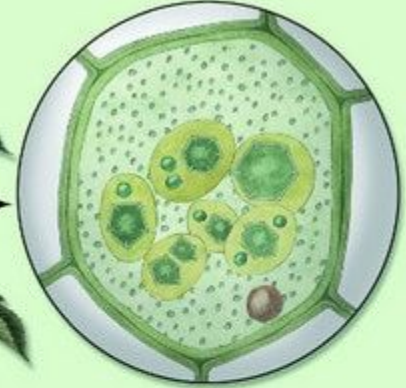
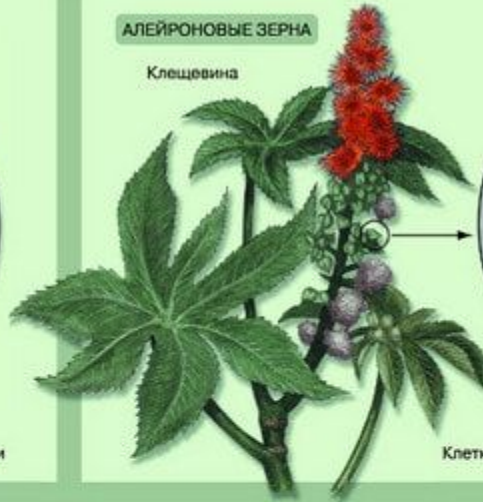


Картофель

Клетка клубня картофеля с крахмальными зёрнами

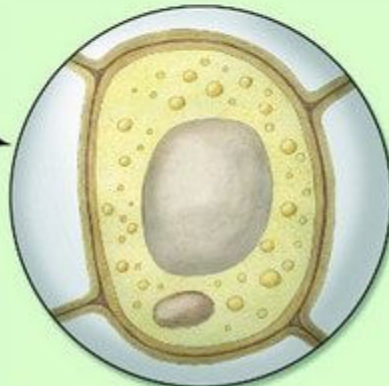
**АЛЕЙРОНОВЫЕ ЗЕРНА**

Клещевина



Клетка семени клещевины с алейроновыми зёрнами

**ЖИРОВЫЕ КАПЛИ**



Подсолнух

Клетка семени подсолнуха с жировыми каплями

**КРИСТАЛЛЫ**



Лимон

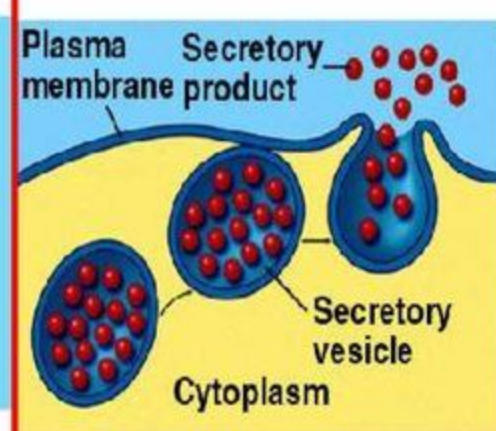
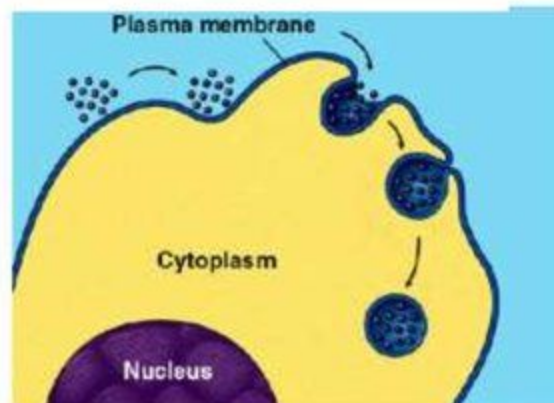
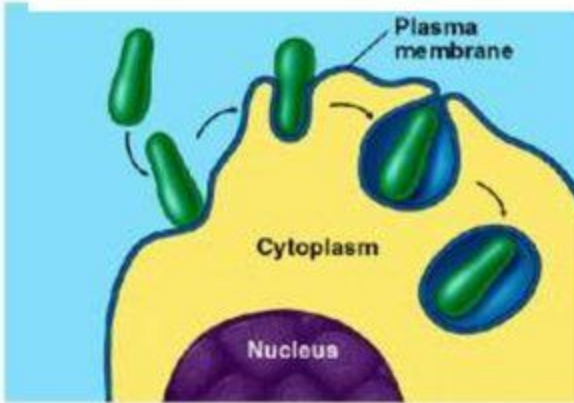
Клетка плода лимона с кристаллом оксалата кальция

# Цитоз -

**везикулярный транспорт**  
**Эндоцитоз** **Экзоцитоз**

**В** клетку!

**Из** клетки!



**Фагоцитоз** –  
поглощение  
**твердых**  
частиц

**Пиноцитоз** –  
поглощение  
**капелек**  
жидкости

Осуществляется  
**комплексом Гольджи**