Строение клетки

Кодификатор ЕГЭ: 2.1, 2.3 · Линии ЕГЭ: 5-8, 20, 24-26 · kursteam.ru/teoriya/tsitologiya/stroenie-kletki

КОРОТКО

- Клетка = клеточная стенка (у растений, грибов, бактерий) + протопласт. Протопласт - живое содержимое: плазматическая мембрана, цитоплазма и ядро.
- Цитоплазма = гиалоплазма (цитозоль) + органоиды (постоянные структуры) + включения (непостоянные: запасные вещества и отходы).
- Органоиды делят по числу мембран: немембранные (рибосомы, клеточный центр, микротрубочки, микрофиламенты, реснички и жгутики), одномембранные (ЭПС, аппарат Гольджи, лизосомы, пероксисомы, вакуоли), двумембранные (митохондрии, пластиды).
- Ядро - не органоид, а обязательный компонент эукариотической клетки, хотя его оболочка тоже двумембранная.
- Митохондрии и пластиды - полуавтономные органоиды: у них своя кольцевая ДНК и рибосомы 70S.
- У прокариот нет ядра и мембранных органоидов: кольцевая ДНК лежит в нуклеоиде, рибосомы мелкие (70S), клеточная стенка из муреина.

Клеточная теория

Клетку открыл Роберт Гук (1665): рассматривая срез пробки, он увидел ячейки и назвал их «клетками». Антони ван Левенгук первым увидел одноклеточные организмы - бактерии и простейших.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Клетка

Структурно-функциональная единица живого, а также единица роста и развития всех организмов. Все живые организмы, кроме вирусов, состоят из клеток.

В 1839 году Теодор Шванн и Маттиас Шлейден обобщили накопленные знания и сформулировали клеточную теорию. Рудольф Вирхов позже дополнил её главным положением: **каждая клетка происходит только от другой клетки**.

Современные положения клеточной теории:

1. Клетка - структурная, функциональная и генетическая единица живого.
2. Клетки всех организмов сходны по строению и химическому составу - это говорит о единстве происхождения живого.
3. Новые клетки образуются только делением материнской клетки.
4. В многоклеточном организме клетки специализируются по строению и функциям (дифференцируются) и образуют ткани и органы.
5. Клетка - открытая живая система, способная к самообновлению, саморегуляции и воспроизведению.

ЗАПОМНИ

Клеточная теория не утверждает, что все клетки одинаковы, и ничего не говорит о происхождении жизни. Её суть: всё живое состоит из клеток, и клетка берётся только от клетки.

Прокариоты и эукариоты

По наличию ядра все клеточные организмы делят на две группы.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

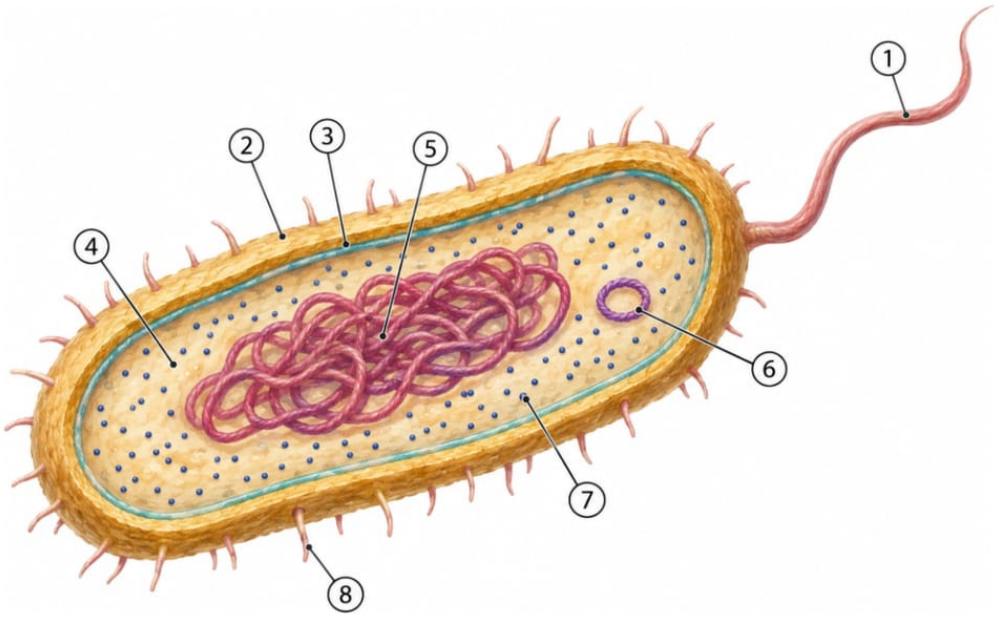
Прокариоты

Организмы, клетки которых не имеют ядра: бактерии и археи. Их кольцевая ДНК лежит прямо в цитоплазме - эта область называется нуклеоидом.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Эукариоты

Организмы, клетки которых имеют ядро: растения, животные, грибы. Наследственный материал (линейные хромосомы) отделён от цитоплазмы ядерной оболочкой.



1 - Жгутик
2 - Клеточная стенка (муреин)
3 - Плазматическая мембрана
4 - Цитоплазма
5 - Нуклеоид - кольцевая ДНК
6 - Плазмида
7 - Рибосомы 70S
8 - Пили

Прокариотическая клетка: ядра нет, кольцевая ДНК лежит в нуклеоиде.

У прокариотической клетки есть только немембранные органоиды - мелкие рибосомы 70S. Клеточная стенка бактерий состоит из **муреина** (пептидогликана); у архей муреина нет - стенка другого химического состава. Помимо основной кольцевой ДНК у бактерий бывают **плазмиды** - маленькие кольцевые молекулы ДНК, которыми клетки могут обмениваться. Пили служат для

прикрепления и передачи ДНК при половом процессе. В неблагоприятных условиях бактерии образуют **споры** - для переживания, а не для размножения.

Признак	Прокариоты	Эукариоты
Ядро	нет, ДНК в нуклеоиде	есть
ДНК	кольцевая	линейные хромосомы (ДНК + гистоны)
Мембранные органоиды	нет	есть (ЭПС, Гольджи, митохондрии и др.)
Рибосомы	мелкие 70S в цитоплазме	крупные 80S; в митохондриях и пластидах - 70S
Клеточная стенка	муреин (у архей - без муреина)	у растений целлюлоза, у грибов хитин, у животных нет
Деление	бинарное деление	митоз, мейоз
Размер	мельче	крупнее

Из чего состоит клетка

Чтобы не путаться в названиях, держи в голове «матрёшку»: каждая часть клетки состоит из частей помельче.

Часть	Из чего состоит
Клетка растений, грибов, бактерий	клеточная стенка + протопласт
Клетка животных	только протопласт (клеточной стенки нет, снаружи - гликокаликс)
Протопласт	плазматическая мембрана + цитоплазма + ядро (у прокариот ядра нет)
Цитоплазма	гиалоплазма (цитозоль) + органоиды + включения
Органоиды	немембранные, одномембранные и двумембранные
Включения	запасные вещества и отходы обмена

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Протопласт

Живое содержимое клетки: плазматическая мембрана, цитоплазма и ядро. У растительной клетки протопласт - всё, что лежит внутри клеточной стенки; при плазмолизе именно протопласт отходит от стенки.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Гиалоплазма (цитозоль)

Жидкая часть цитоплазмы - коллоидный раствор белков, ферментов, РНК, аминокислот, сахаров и ионов. В ней лежат органоиды и включения, идут многие реакции обмена (например, гликолиз), она связывает все части клетки между собой.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Органоиды (органеллы)

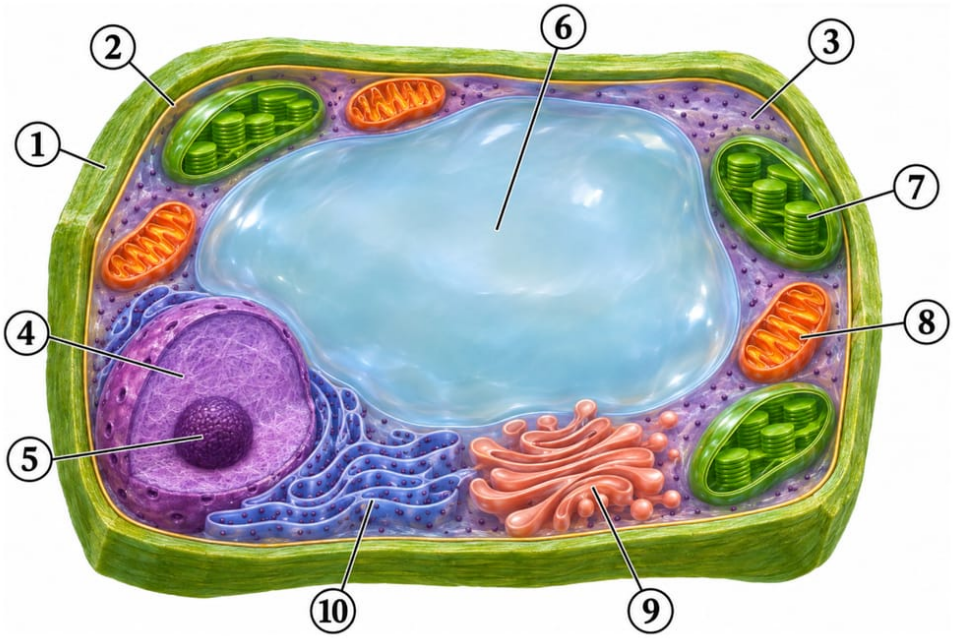
Постоянные структуры цитоплазмы, каждая из которых выполняет свою функцию: синтез белка, синтез АТФ, упаковку и вынос веществ, переваривание.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Включения

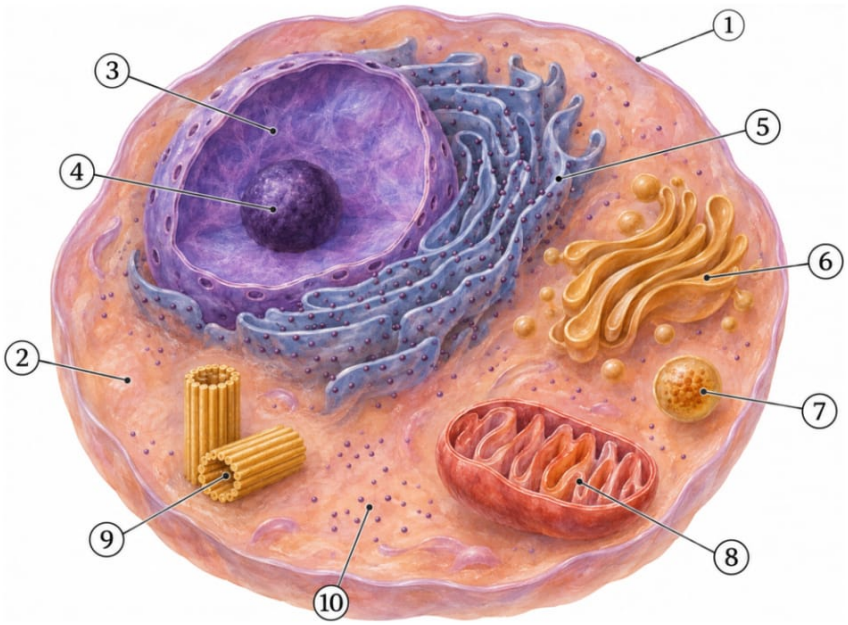
Непостоянные компоненты цитоплазмы: запасные вещества, временно выключенные из обмена (зёрна крахмала и гликогена, капли жира, гранулы белка), и отходы - продукты обмена, подлежащие удалению. В отличие от органоидов, включения появляются и исчезают.

Цитоплазма постоянно движется - это **циклоз**: так перемешиваются вещества и перемещаются органоиды (у элодеи под микроскопом видно, как хлоропласты «плывут» по кругу вдоль стенки клетки).



1 - Клеточная стенка
2 - Плазматическая мембрана
3 - Цитоплазма
4 - Ядро
5 - Ядрышко
6 - Центральная вакуоль
7 - Хлоропласт
8 - Митохондрия
9 - Аппарат Гольджи
10 - Эндоплазматическая сеть

Растительная клетка. Всё, что лежит внутри клеточной стенки (2-10), - протопласт.



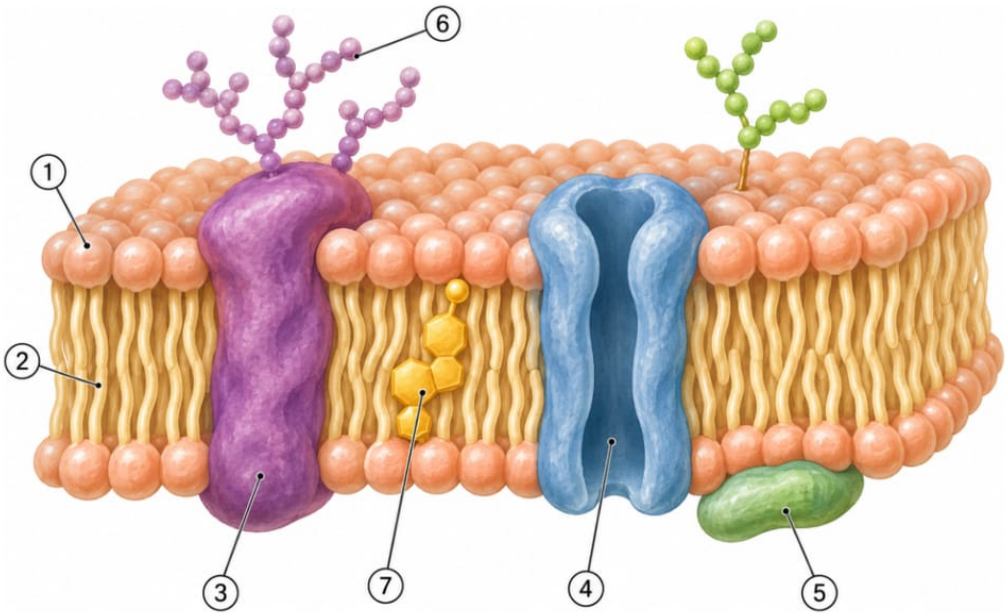
1 - Плазматическая мембрана
2 - Цитоплазма
3 - Ядро
4 - Ядрышко
5 - Шероховатая ЭПС с рибосомами
6 - Аппарат Гольджи
7 - Лизосома
8 - Митохондрия
9 - Клеточный центр (две центриоли)
10 - Свободные рибосомы

Животная клетка: клеточной стенки нет, зато есть клеточный центр. На ЕГЭ такой рисунок даётся с цифрами - учись узнавать каждую структуру по форме.

Плазматическая мембрана и клеточная стенка

Снаружи клетку ограничивает плазматическая мембрана (плазмалемма, цитолемма) - она есть у всех клеток. У растений, грибов и бактерий поверх неё лежит жёсткая клеточная стенка, у животных стенки нет - снаружи мембраны только тонкий углеводный слой **гликокаликс**.

Плазматическая мембрана построена по жидкостно-мозаичной модели: двойной слой фосфолипидов (гидрофильные «головки» наружу, гидрофобные «хвосты» внутрь), в который погружены и через который проходят белки. Белки работают каналами и переносчиками, ферментами и рецепторами. Функции мембраны: отделяет содержимое клетки от среды (барьер), избирательно пропускает вещества (полупроницаемость), воспринимает сигналы (рецепторы), обеспечивает контакты клеток, захватывает частицы и капли путём фаго- и пиноцитоза. Подробно транспорт веществ разобран в статье «Мембранный транспорт».



1 - Гидрофильная головка фосфолипида
2 - Гидрофобные хвосты
3 - Интегральный (трансмембранный) белок
4 - Белок-канал
5 - Периферический белок
6 - Гликокаликс (углеводы)
7 - Холестерин

Жидкостно-мозаичное строение плазматической мембраны: белки «плавают» в липидном бислое.

Признак	Плазматическая мембрана	Клеточная стенка
У кого есть	у всех клеток	у растений (целлюлоза), грибов (хитин), бактерий (муреин); у животных нет
Живая или нет	часть протопласта	неживая, её строит протопласт
Состав	липиды (двойной слой) и белки; у животных снаружи гликокаликс	полисахариды и белки
Форма	гибкая, текучая	жёсткая, держит форму клетки
Рецепторы, гликокаликс	есть	нет
Фаго- и пиноцитоз	возможны	невозможны: стенка мешает
Проницаемость	избирательная	хорошо пропускает воду и растворённые вещества через поры
Функции	барьер, избирательный транспорт, рецепция, контакты клеток	опора и защита, не даёт клетке лопнуть при набухании (вместе с вакуолью создаёт тургор)

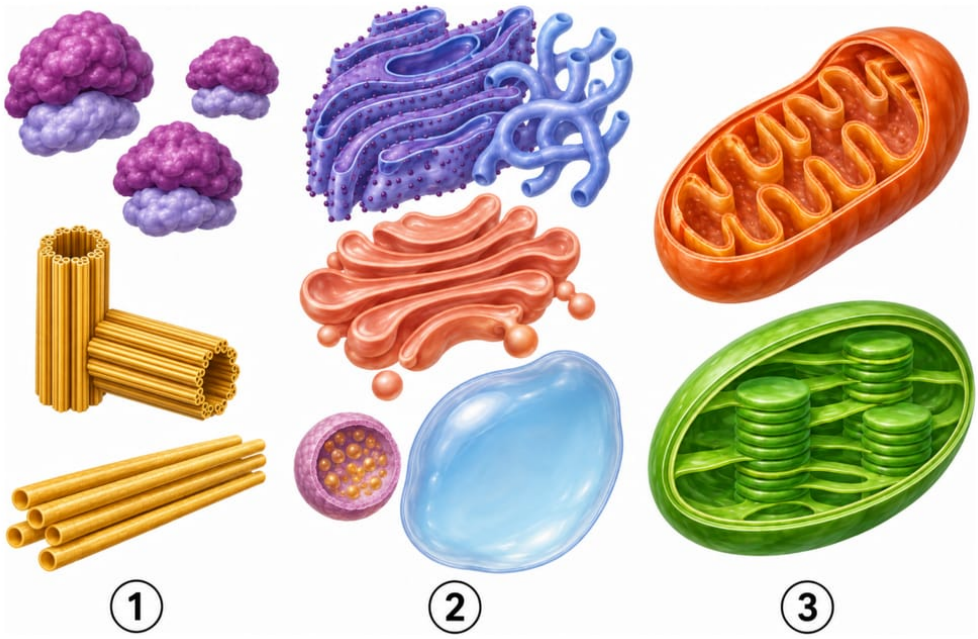
Соседние растительные клетки связаны **плазмодесмами** - тяжами цитоплазмы, проходящими через поры клеточной стенки: по ним вещества переходят из клетки в клетку.

Конспект скачан с сайта kursteam.ru

Классификация органоидов

На ЕГЭ органоиды делят по одному признаку: **есть ли у органоида мембрана и сколько их**. Эту таблицу надо знать наизусть - на ней держатся задания линий 5-7.

Группа	Органоиды	У кого есть
Немембранные	рибосомы; клеточный центр (центриоли); цитоскелет - микротрубочки и микрофиламенты; реснички и жгутики	рибосомы - у всех клеток, даже у бактерий; остальные - у эукариот
Одномембранные	эндоплазматическая сеть (шероховатая и гладкая); аппарат Гольджи; лизосомы; пероксисомы; вакуоли	только у эукариот
Двумембранные	митохондрии; пластиды - хлоропласты, хромопласты, лейкопласты	митохондрии - у всех эукариот, пластиды - у растений и водорослей



1 - Немембранные: рибосомы, центриоли клеточного центра, микротрубочки
2 - Одномембранные: эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, лизосома, вакуоль
3 - Двумембранные: митохондрия и хлоропласт

Три группы органоидов по числу мембран.

ЗАПОМНИ

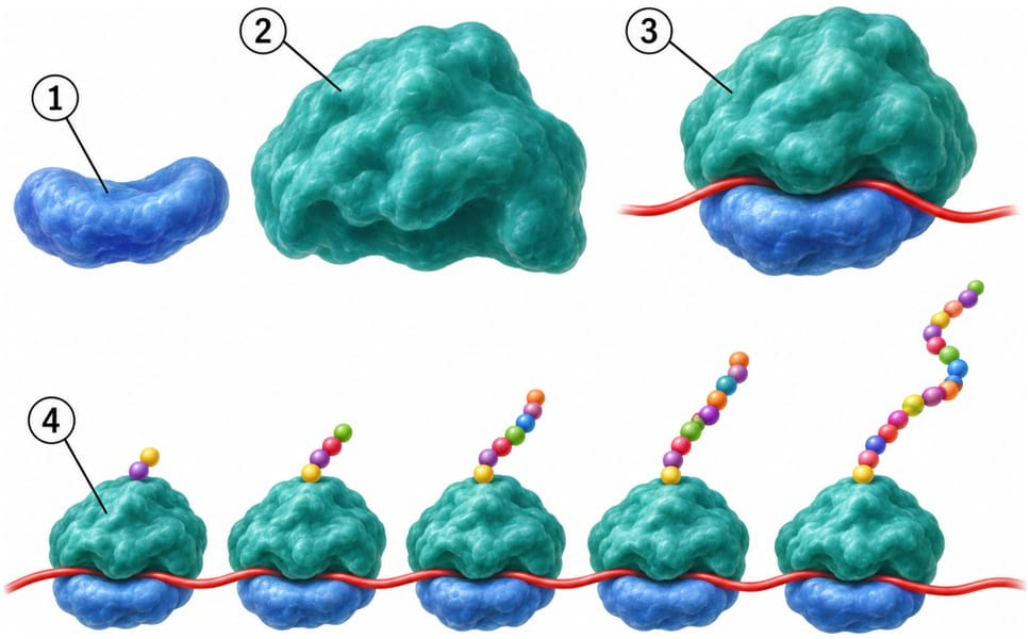
Ядро - не органоид, хотя его оболочка тоже из двух мембран. Если просят выбрать «двумембранные органоиды» - это только митохондрии и пластиды. Если просят выбрать «структуры клетки, покрытые двумя мембранами», - к ним добавляется ядро.

Есть и второе деление - по назначению. **Органоиды общего значения** есть почти в каждой эукариотической клетке: ЭПС, аппарат Гольджи, лизосомы, митохондрии, рибосомы. **Органоиды специального значения** - только в клетках, выполняющих особую работу: реснички и жгутики, миофибриллы мышечных волокон.

Дальше - каждый органоид по одной схеме: строение, функции, у кого есть и как узнать его на рисунке.

Немембранные органоиды

Рибосомы

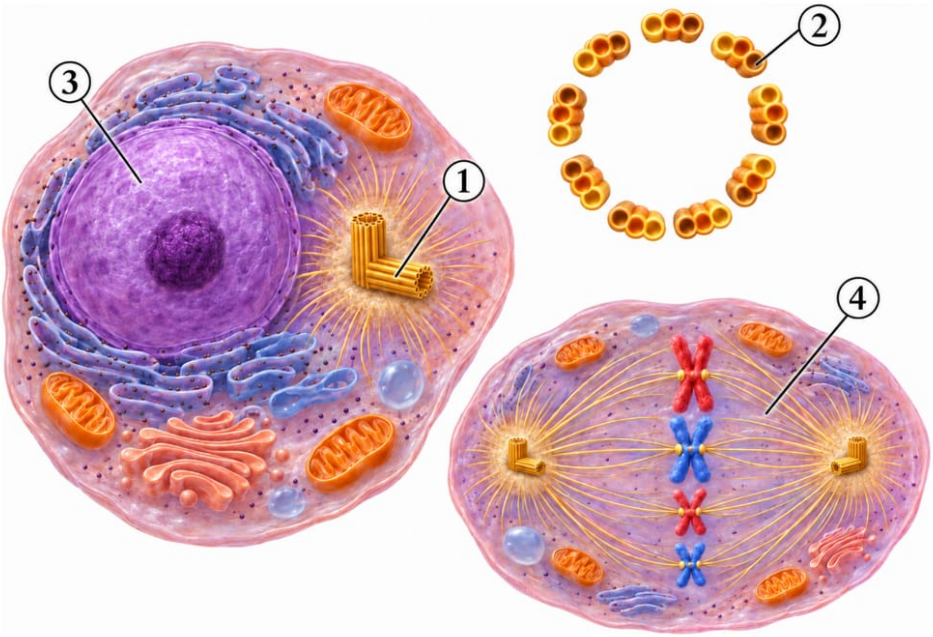


1 - Малая субъединица
2 - Большая субъединица
3 - Рибосома на иРНК
4 - Полисома (полирибосома) - несколько рибосом на одной иРНК

Рибосомы - «сборщики» белка.

- **Строение**: самые мелкие органоиды, грибовидной формы, из двух субъединиц - большой и малой. Каждая субъединица состоит из **рРНК и белков**. Субъединицы собираются в **ядрышке**, через ядерные поры выходят в цитоплазму и соединяются только на иРНК - на время синтеза белка. Несколько рибосом на одной иРНК образуют **полисому**.
- **Функция**: **синтез белка** (трансляция) - сборка полипептидной цепи из аминокислот по «записи» в иРНК.
- **Где лежат**: свободно в цитоплазме (белки для самой клетки) и на мембранах шероховатой ЭПС (белки на экспорт и для мембран). У эукариот в цитоплазме - крупные рибосомы **80S**, у прокариот, в митохондриях и пластидах - мелкие **70S**.
- **У кого есть**: у **всех** клеток - единственный органоид, который есть и у бактерий.
- **Как узнать на рисунке**: мелкие точки - свободно в цитоплазме или «бисером» на мембранах ЭПС; в крупном плане - два «грибка» разного размера.

Клеточный центр



1 - Две центриоли под прямым углом друг к другу

2 - Поперечный срез центриоли: 9 триплетов микротрубочек

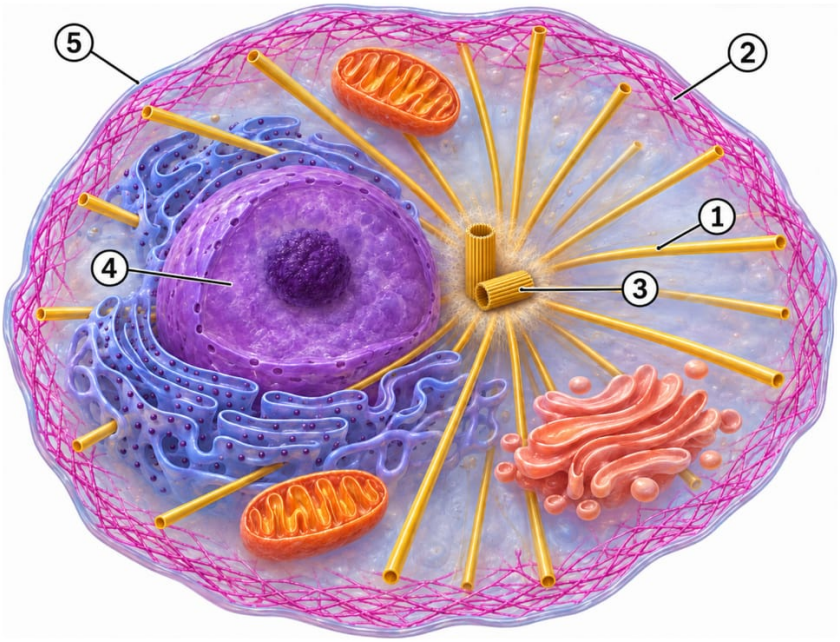
3 - Ядро

4 - Нити веретена деления от центриолей к хромосомам

Клеточный центр и веретено деления.

- **Строение**: две **центриоли**, лежащие перпендикулярно друг другу, и уплотнённая цитоплазма вокруг них (центросфера). Центриоль - полый цилиндр из **9 триплетов (троек) микротрубочек**, микротрубочки построены из белка **тубулина**. Перед делением клетки центриоли удваиваются и расходятся к полюсам.
- **Функции**: центр сборки микротрубочек - образует **веретено деления**, нити которого растаскивают хромосомы к полюсам клетки; участвует в построении цитоскелета; центриоли дают начало базальным тельцам ресничек и жгутиков.
- **У кого есть**: у животных и низших растений (водорослей). У **высших растений центриолей нет** (у большинства грибов тоже), у прокариот клеточного центра нет.
- **Как узнать на рисунке**: пара «палочек» под прямым углом рядом с ядром; на поперечном срезе - кольцо из девяти троек трубочек.

Цитоскелет: микротрубочки и микрофиламенты



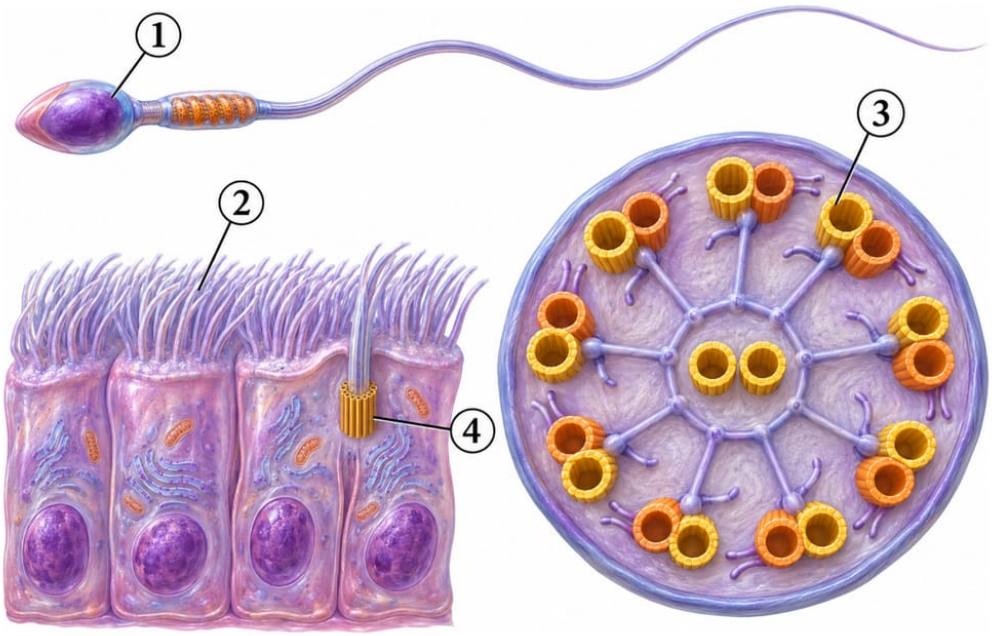
1 - Микротрубочки
2 - Микрофиламенты
3 - Клеточный центр
4 - Ядро
5 - Плазматическая мембрана

Цитоскелет - «каркас» и «рельсы» клетки.

- **Микротрубочки** - полые цилиндры из белка тубулина. Держат форму клетки, служат «рельсами», по которым перемещаются органоиды и пузырьки, из них построены центриоли, веретено деления, реснички и жгутики.
- **Микрофиламенты** - тонкие нити из белка **актина**; вместе с белком миозином обеспечивают движение. Отвечают за движение цитоплазмы (циклоз), образование ложноножек у амёбы и лейкоцитов, перетяжку животной клетки при делении. В мышечных волокнах актиновые и миозиновые нити собраны в **миофибриллы** - органоиды сокращения.
- **Функции цитоскелета в целом**: опора (форма клетки), движение органоидов и самой клетки, участие в делении.

Конспект скачан с сайта kursteam.ru

Реснички и жгутики



1 - Сперматозоид: жгутик один и длинный

2 - Реснички клеток мерцательного эпителия: их много, они короткие

3 - Поперечный срез реснички: 9 пар микротрубочек по кругу и 1 пара в центре

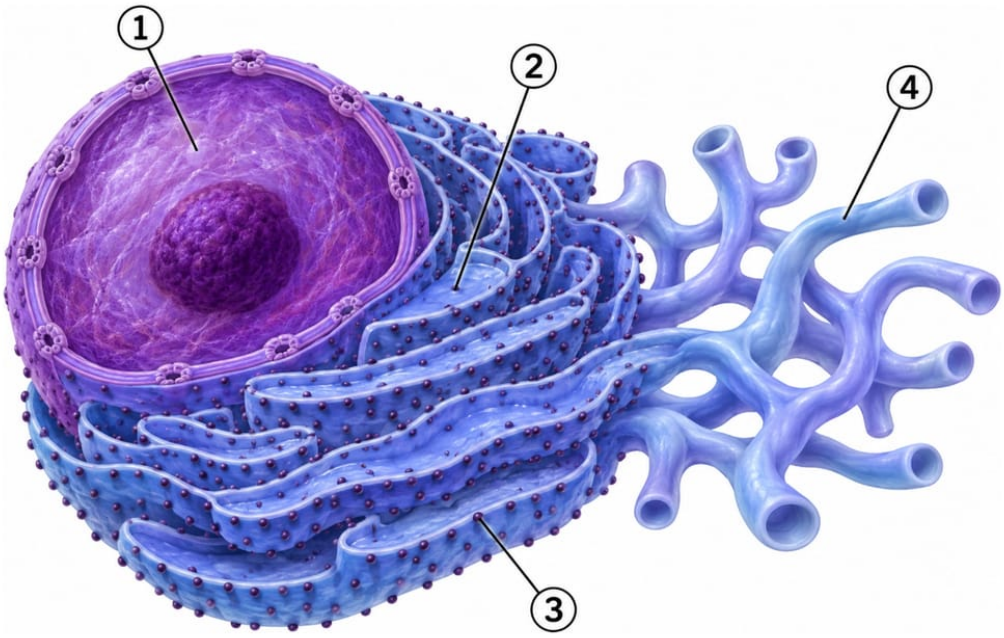
4 - Базальное тельце

Органоиды движения: жгутик и реснички устроены одинаково.

- **Строение**: выросты клетки, покрытые плазматической мембраной. Внутри - осевая нить (аксонема): **9 пар (дуплетов) микротрубочек по кругу и 1 пара в центре** - формула «9 + 2». В основании - **базальное тельце**, устроенное как центриоль (9 триплетов).
- **Функции**: движение клетки (жгутик сперматозоида, реснички инфузории) или движение жидкости вдоль поверхности клетки - реснички мерцательного эпителия дыхательных путей выводят слизь с пылью, реснички маточных труб продвигают яйцеклетку.
- **Чем отличаются**: жгутик длинный, их один или несколько; реснички короткие, их много.
- **У кого есть**: у эукариот - сперматозоиды, эвглена, хламидомонада, инфузории, эпителий. Жгутик бактерий устроен иначе: в нём нет микротрубочек, и он не покрыт мембраной.

Одномембранные органоиды

Эндоплазматическая сеть (ЭПС)



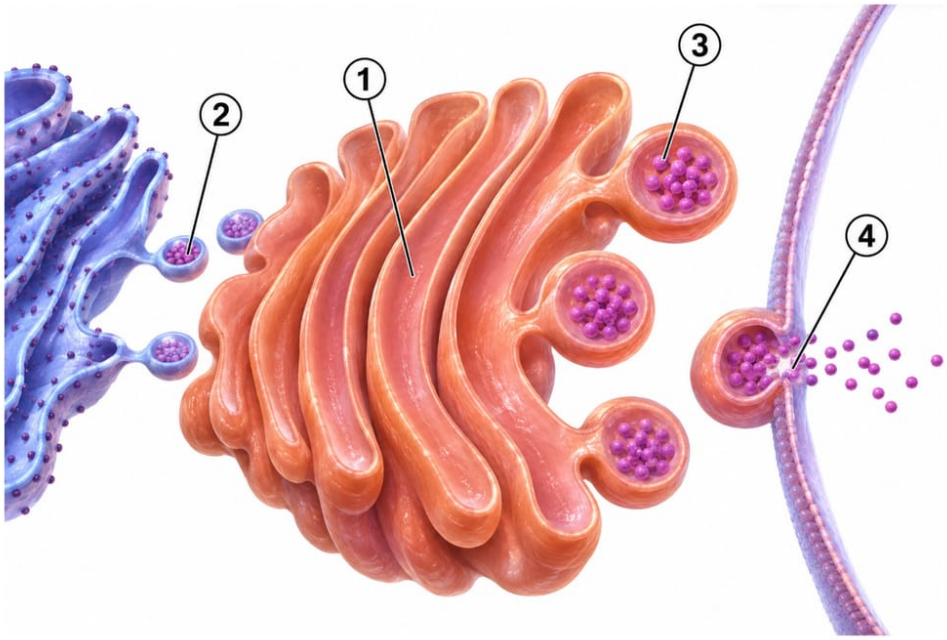
1 - Ядро
2 - Шероховатая (гранулярная) ЭПС
3 - Рибосомы на мембране ЭПС
4 - Гладкая (агранулярная) ЭПС

Шероховатая и гладкая ЭПС.

- **Строение**: система мембранных каналов, трубочек и цистерн, пронизывающая всю цитоплазму и связанная с наружной мембраной ядерной оболочки. Делит цитоплазму на отсеки (компартменты), в которых разные реакции не мешают друг другу.
- **Шероховатая (гранулярная) ЭПС** - покрыта рибосомами, лежит ближе к ядру. Синтезирует **белки** на экспорт и для мембран. Развита в клетках, которые выделяют белки: в пищеварительных железах (ферменты), в клетках поджелудочной железы и гипофиза (белковые гормоны), в плазматических клетках (антитела), в клетках хряща и соединительной ткани (коллаген).
- **Гладкая (агранулярная) ЭПС** - без рибосом, лежит ближе к мембране клетки. Синтезирует **липиды** (в том числе стероидные гормоны) и **углеводы** (гликоген), **обезвреживает яды** (клетки печени), служит депо ионов Ca^{2+} в мышечных волокнах. Развита в клетках печени, коры надпочечников и половых желёз.
- **Общие функции**: транспорт веществ по каналам к аппарату Гольджи, **синтез клеточных мембран** - отсюда мембранный материал расходится по клетке.
- **Как узнать на рисунке**: параллельные мембранные «ленты» вокруг ядра; у шероховатой - с точками-рибосомами, у гладкой - разветвлённые трубочки без них.

Конспект скачан с сайта kursteam.ru

Аппарат Гольджи



1 - Стопка уплощённых цистерн
2 - Транспортные пузырьки от ЭПС
3 - Секреторные пузырьки
4 - Выделение содержимого пузырька из клетки (экзоцитоз)

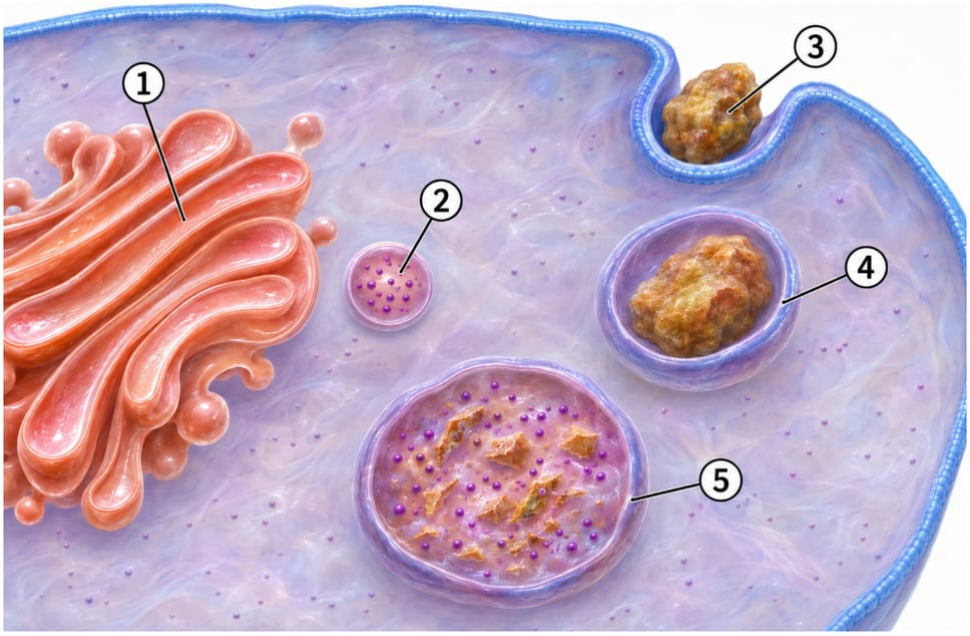
Аппарат Гольджи упаковывает вещества и выносит их из клетки.

- **Строение**: стопка уплощённых мембранных цистерн (диктиосома) с пузырьками по краям, обычно рядом с ядром. Одна сторона стопки обращена к ЭПС и принимает от неё пузырьки, другая - к плазматической мембране и отдаёт пузырьки.
- **Функции**: созревание и химическое изменение веществ из ЭПС (к белкам присоединяются углеводы и липиды), их сортировка и **упаковка** в мембранные пузырьки; **вынос веществ из клетки** (секреция); **образование лизосом**; обновление и рост плазматической мембраны за счёт встраивания пузырьков; у растений - синтез полисахаридов клеточной стенки; формирование акросомы сперматозоида.
- **У кого есть**: у всех эукариот (и у растений, и у грибов). Особенно развит в железистых клетках и в нейронах, где медиатор упаковывается в пузырьки.
- **Как узнать на рисунке**: стопка изогнутых «блинчиков» с роем пузырьков по краям.

ЗАПОМНИ

Одномембранные органоиды работают как единый конвейер: ядро хранит информацию и отправляет иРНК → на шероховатой ЭПС рибосомы синтезируют белок → по каналам ЭПС он идёт к аппарату Гольджи → там созревает и упаковывается в пузырьки → пузырьки выносят белок из клетки или становятся лизосомами.

Лизосомы



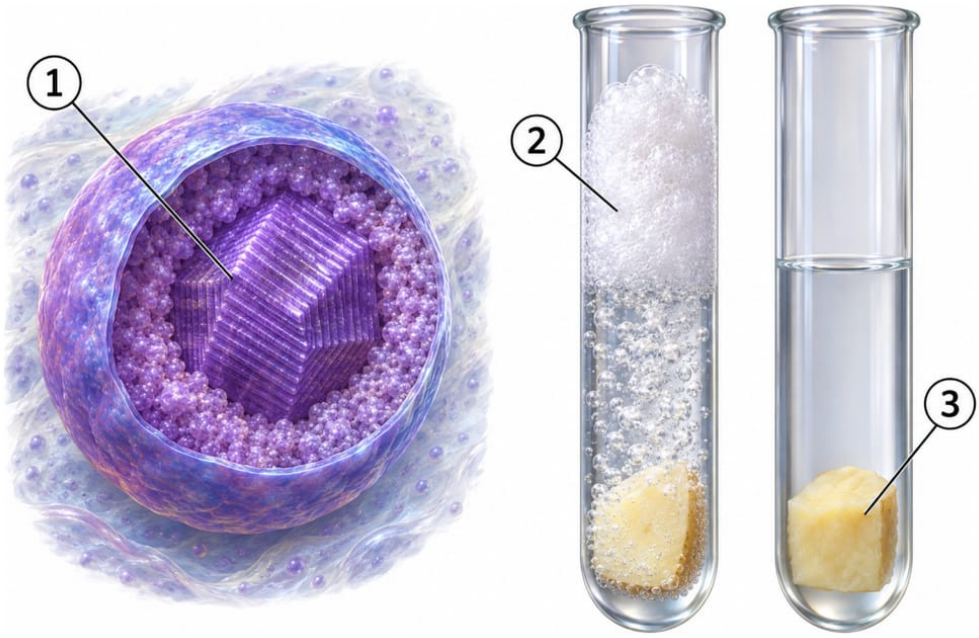
1 - Аппарат Гольджи
2 - Первичная лизосома
3 - Захват частицы пищи (фагоцитоз)
4 - Фагосома - пузырёк с пищей
5 - Вторичная лизосома - пищеварительная вакуоль

Лизосомы и клеточное пищеварение.

- **Строение**: мелкие мембранные пузырьки с гидролитическими ферментами (их несколько десятков), образуются в аппарате Гольджи.
- **Клеточное пищеварение**: лизосома сливается с фагосомой (пузырьком с захваченной пищей), получается **вторичная лизосома** - пищеварительная вакуоль. Белки расщепляются до аминокислот, полисахариды - до моносахаридов, жиры - до глицерина и жирных кислот, нуклеиновые кислоты - до нуклеотидов.
- **Аутофагия** - переваривание отработавших органоидов.
- **Аутолиз** - самопереваривание клетки при её гибели: так при метаморфозе исчезает хвост головастика.
- **У кого есть**: у всех эукариот; особенно много в фагоцитах (нейтрофилы, макрофаги).
- **Как узнать на рисунке**: мелкий округлый пузырёк с тёмным содержимым, часто рядом с аппаратом Гольджи.

Конспект скачан с сайта kursteam.ru

Пероксисомы



1 - Пероксисома

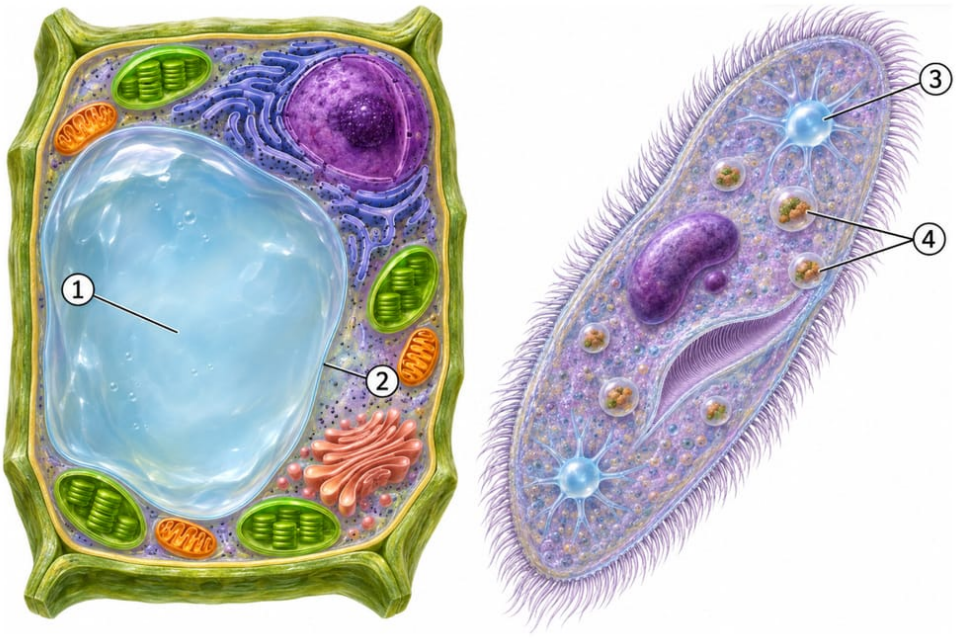
2 - Сырой картофель в пероксиде водорода: каталаза выделяет кислород - пена

3 - Варёный картофель: каталаза денатурирована - пены нет

Пероксисома и опыт с каталазой.

- **Строение**: мелкие мембранные пузырьки с ферментами, главный из которых - **каталаза**.
- **Функции**: каталаза расщепляет ядовитый для клетки **пероксид водорода (H_2O_2) до воды и кислорода**; пероксисомы обезвреживают этанол и участвуют в окислении жирных кислот.
- **У кого есть**: почти во всех эукариотических клетках; особенно много их в клетках печени и почек.
- **Опыт, который любят в заданиях на эксперимент**: если капнуть пероксид водорода на кусочек сырого картофеля или печени, появляется пена - это кислород, освобождённый каталазой. На варёном кусочке пены нет: при нагревании белок-фермент денатурировал.

Вакуоли



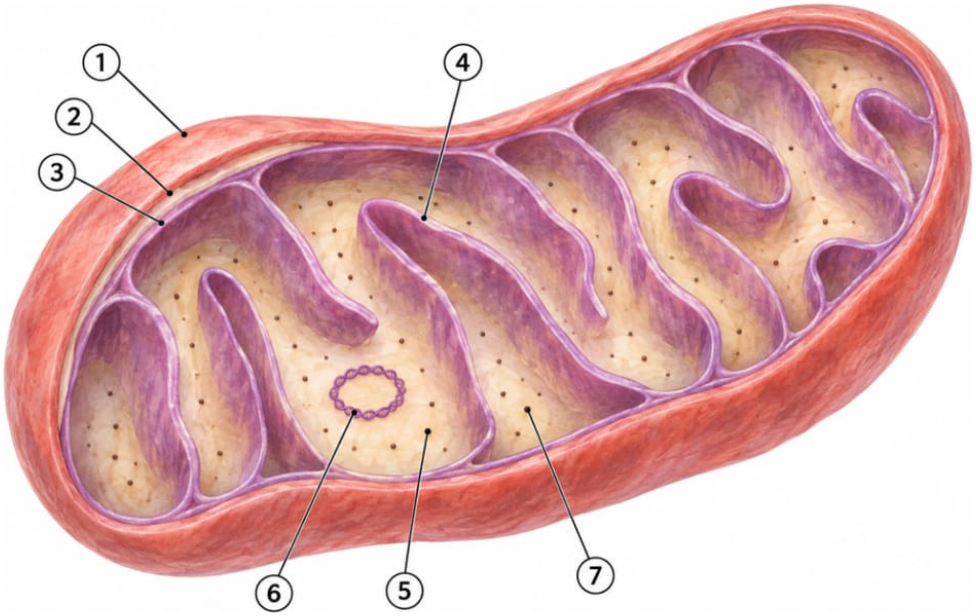
1 - Центральная вакуоль с клеточным соком
2 - Мембрана вакуоли (тонопласт)
3 - Сократительная вакуоль
4 - Пищеварительные вакуоли

Центральная вакуоль растений и вакуоли простейших.

- **Центральная вакуоль** растений (и грибов) - крупный мембранный пузырь с **клеточным соком**: раствором сахаров, солей, органических кислот и пигментов, которые окрашивают лепестки, плоды и корнеплод свёклы (а оранжевая окраска моркови - от хромопластов). Мембрана вакуоли - **тонопласт**. Функции: запас воды и веществ, поддержание **тургора** (давление клеточного сока прижимает протопласт к стенке и держит форму клетки), накопление отходов. В молодых клетках много мелких вакуолей, с возрастом они сливаются в одну центральную, которая занимает почти всю клетку.
- **Сократительные вакуоли** пресноводных одноклеточных (амёба, инфузория, эвглена) выводят из клетки избыток воды, которая постоянно поступает осмотически, и поддерживают постоянное осмотическое давление. У морских простейших и у многоклеточных животных их нет.
- **Пищеварительные вакуоли** - вторичные лизосомы: в них переваривается пища у простейших и в фагоцитах.

Двумембранные органоиды

Митохондрии



1 - Наружная мембрана (гладкая)
2 - Межмембранное пространство
3 - Внутренняя мембрана
4 - Криста - складка внутренней мембраны
5 - Матрикс
6 - Кольцевая ДНК
7 - Рибосомы 70S

Митохондрия - «энергетическая станция» клетки.

- **Строение**: наружная мембрана гладкая, внутренняя образует складки - **кристы**: они увеличивают рабочую поверхность, в них встроены ферменты и переносчики электронов. Внутреннее содержимое - **матрикс**: в нём ферменты, кольцевая ДНК и рибосомы 70S.
- **Функция**: клеточное дыхание - кислородное окисление органических веществ и **синтез АТФ**. В **матриксе** идёт цикл Кребса: органические вещества окисляются до CO_2, восстанавливаются переносчики водорода. На **кристах** - перенос электронов, создание градиента ионов H^+ и окислительное фосфорилирование - синтез основной массы АТФ (подробно - в статье «Энергетический обмен»).
- **У кого есть**: у **всех эукариот** - и у животных, и у растений, и у грибов. Больше всего митохондрий там, где нужна энергия: в мышечных клетках, нейронах, клетках печени, в средней части сперматозоида.
- **Как узнать на рисунке**: продолговатое тельце с двумя мембранами и поперечными складками-кристами внутри.

Пластиды

Пластиды есть только у растений и водорослей. Это двумембранные органоиды трёх видов.



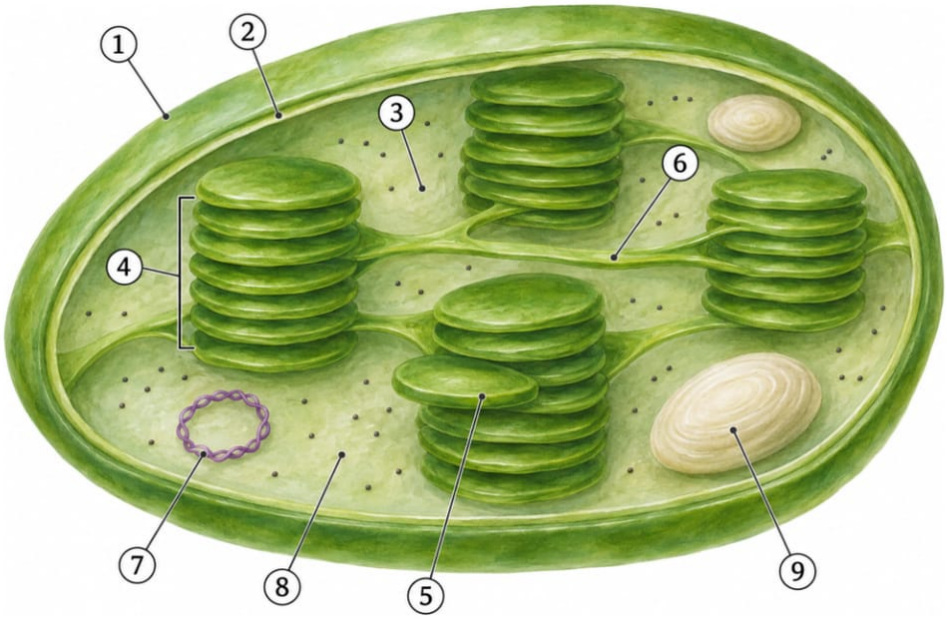
1 - Хлоропласт
2 - Хромопласт
3 - Лейкопласт

Три вида пластид.

Вид	Окраска и пигменты	Где	Функция
Хлоропласты	зелёные: хлорофилл (и каротиноиды)	листья, зелёные стебли	фотосинтез
Хромопласты	жёлтые, оранжевые, красные: каротиноиды	лепестки, зрелые плоды, корнеплод моркови, осенние листья	окраска - привлекает опылителей и животных, распространяющих плоды
Лейкопласты	бесцветные	клубни, корневища, корни, семена	запасают крахмал (а также белки и жиры)

Пластиды превращаются друг в друга: **лейкопласты на свету становятся хлоропластами** (клубень картофеля зеленеет на свету), **хлоропласты превращаются в хромопласты** при созревании плодов и осенью в листьях. Хромопласты - конечная стадия: обратно они не превращаются.

Хлоропласт - главный вид пластид, его строение спрашивают чаще всего.



1 - Наружная мембрана
2 - Внутренняя мембрана
3 - Строма
4 - Грана - стопка тилакоидов
5 - Тилакоид
6 - Ламелла
7 - Кольцевая ДНК
8 - Рибосомы
9 - Крахмальное зерно

Строение хлоропласта. Хлорофилл - в мембранах тилакоидов.

- **Строение**: форма двояковыпуклой линзы, две мембраны, внутреннее содержимое - **строма**. В строме лежат **тилакоиды** - плоские мембранные мешочки, собранные в стопки - **граны**; граны соединены пластинками - **ламеллами**. В строме - своя кольцевая ДНК, рибосомы 70S, зёрна крахмала.
- **Функция**: **фотосинтез**. В мембранах тилакоидов - хлорофилл и световая фаза: фотолиз воды, выделение O_2, синтез АТФ, восстановление $НАДФ^+$. В строме - темновая фаза (цикл Кальвина): синтез глюкозы из CO_2 (подробно - в статье «Фотосинтез»).
- **Как узнать на рисунке**: зелёная «линза» с двумя мембранами и стопками дисков-тилакоидов внутри.

Полуавтономность и симбиогенез

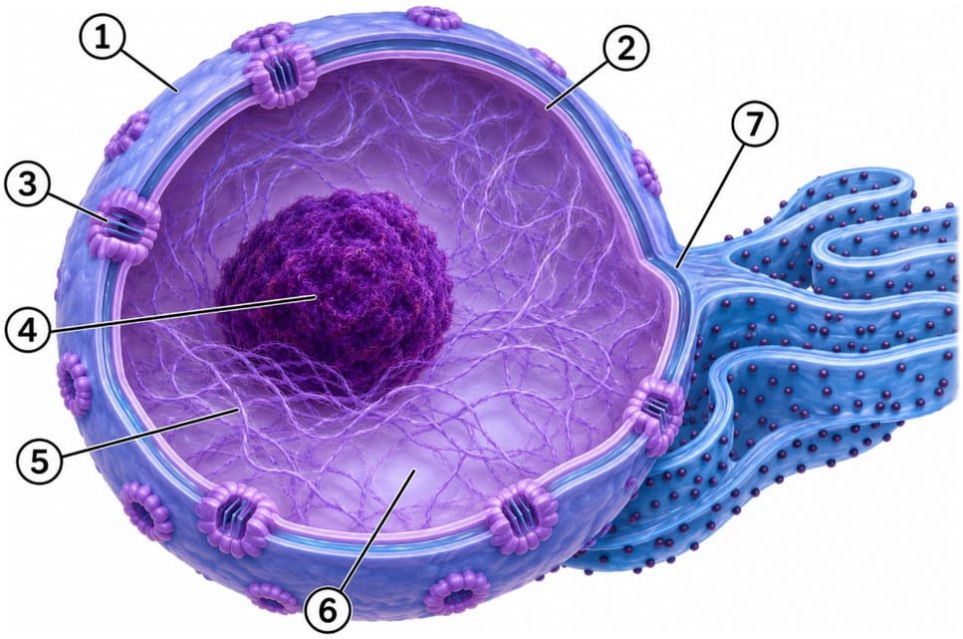
В матриксе митохондрий и строме пластид есть **своя кольцевая ДНК и рибосомы 70S** - часть своих белков эти органоиды синтезируют сами, умеют делиться, поэтому называются полуавтономными. По гипотезе **симбиогенеза** митохондрии и пластиды - потомки древних бактерий, которых поглотила, но не переварила предковая эукариотическая клетка. Доказательства: кольцевая ДНК, рибосомы бактериального типа (70S), две мембраны (внутренняя - собственная, наружная - от мембраны клетки-хозяина), способность делиться надвое.

Ядро

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Ядро

Обязательный компонент эукариотической клетки (не органоид!) - самая крупная её структура. Хранит наследственную информацию и регулирует всю работу клетки.



1 - Наружная мембрана ядерной оболочки
2 - Внутренняя мембрана ядерной оболочки
3 - Ядерная пора
4 - Ядрышко
5 - Хроматин
6 - Кариоплазма
7 - Наружная мембрана переходит в ЭПС

Строение ядра.

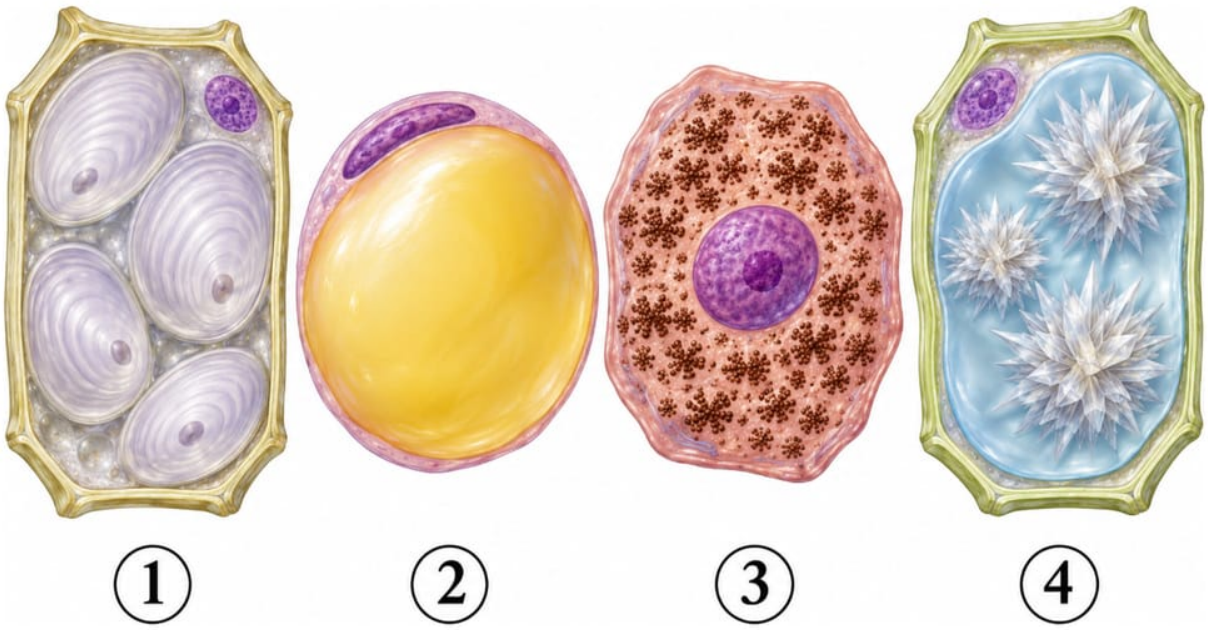
Состав ядра:

1. **Ядерная оболочка (кариолемма)** - две мембраны; наружная переходит в мембраны ЭПС и несёт рибосомы. Оболочка пронизана **ядерными порами**: через них РНК и субъединицы рибосом выходят из ядра, а белки входят в него.
2. **Кариоплазма** (ядерный сок) - внутренняя среда ядра.
3. **Хроматин** - нити ДНК, намотанные на белки-**гистоны**. Перед делением хроматин спирализуется в компактные **линейные хромосомы**.
4. **Ядрышко** (одно или несколько) - здесь находятся рибосомные гены, синтезируется рРНК и собираются **субъединицы рибосом**. Мембраной ядрышко не окружено.

Функции ядра: хранение и передача наследственной информации, синтез всех видов РНК, сборка субъединиц рибосом, регуляция жизнедеятельности и деления клетки.

Обычно ядро одно, но есть исключения: многоядерны волокна поперечнополосатых мышц, у инфузории два ядра - большое и малое. Зрелые **эритроциты млекопитающих** и **ситовидные трубки** флоэмы ядра не имеют - такие клетки не делятся и живут недолго.

Включения



1 - Зёрна крахмала в клетке клубня картофеля
2 - Капля жира в жировой клетке
3 - Гранулы гликогена в клетке печени
4 - Кристаллы щавелевокислого кальция в клетке растения

Включения - непостоянные компоненты цитоплазмы.

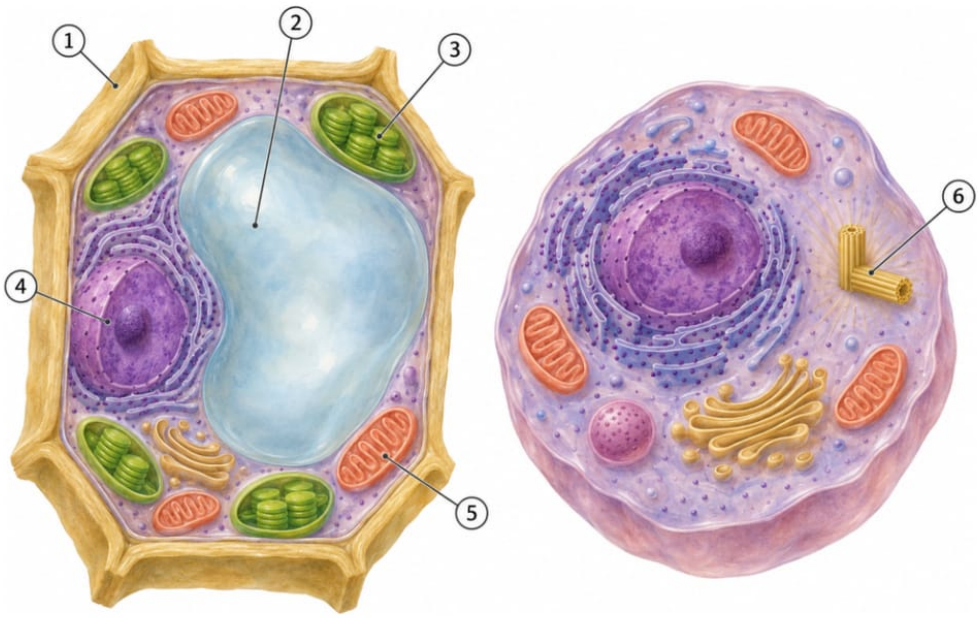
Вид включений	Примеры
Запасные углеводы	зёрна крахмала у растений; гранулы гликогена у животных и грибов
Запасные жиры	капли жира в жировых клетках, в семенах подсолнечника
Запасные белки	белковые зёрна в семенах злаков и бобовых, желток яйцеклетки
Отходы обмена	кристаллы щавелевокислого кальция в вакуолях растительных клеток

Не путай включение и органоид: **зерно крахмала - включение**, а **лейкопласт**, в котором оно откладывается, - **органоид**.

Сравнение клеток эукариот и бактерий

Признак	Растительная	Животная	Грибная	Бактериальная
Ядро	есть	есть	есть	нет (нуклеоид)
Клеточная стенка	целлюлоза	нет (гликокаликс)	хитин	муреин
Пластиды	есть	нет	нет	нет
Вакуоли	крупная центральная с клеточным соком	мелкие (пищеварительные, сократительные)	есть	нет
Запасной углевод	крахмал	гликоген	гликоген	гликоген (включения)

Центриоли	только у низших растений	есть	у большинства нет	нет
Способ питания	автотрофный	гетеротрофный	гетеротрофный	разный



1 - Клеточная стенка из целлюлозы - только у растительной
2 - Крупная центральная вакуоль с клеточным соком
3 - Хлоропласт
4 - Ядро - есть у обеих клеток
5 - Митохондрия - есть у обеих клеток
6 - Клеточный центр с центриолями - у животной (и низших растений)

Главные отличия растительной и животной клетки - то, что спрашивают в линиях 6-7.

Порядок структур от периферии к центру

В линии 8 просят расставить структуры «от периферии к центру». Держи в голове три цепочки:

- **растительная клетка**: клеточная стенка → плазмалемма → цитоплазма → ядерная оболочка → кариоплазма → ядрышко;
- **животная клетка с митохондрией**: гликокаликс → плазмалемма → наружная мембрана митохондрии → криста (внутренняя мембрана) → матрикс → рибосомы 70S и кольцевая ДНК;
- **сама митохондрия**: наружная мембрана (её билипидный слой) → межмембранное пространство → криста → матрикс → рибосомы и ДНК.

Гликокаликс всегда снаружи мембраны, ядрышко - в самом центре ядра, рибосомы и ДНК митохондрии - в глубине матрикса.

Как это спрашивают на ЕГЭ

- **Линия 5 - рисунок клетки или органоида.** «Какой цифрой обозначена структура, содержащая линейные хромосомы» (ядро), «немембранная органелла» (рибосома или клеточный центр), «органоид, образующий лизосомы» (аппарат Гольджи), «структура с генетической информацией органоида» (кольцевая ДНК митохондрии или хлоропласта).
- **Линия 6 - соответствие «характеристика → структура на рисунке»**: тубулин и веретено деления - клеточный центр; кристы, окислительное фосфорилирование, цикл Кребса - митохондрия; модификация белков и образование лизосом - аппарат Гольджи; гликокаликс и избирательное поступление веществ - мембрана; субъединицы рибосом и рибосомные гены - ядрышко; клеточный сок и тургор - вакуоль.
- **Линия 7 - выбор трёх из шести**: немембранные органоиды (микротрубочки, клеточный центр, рибосомы), одномембранные (ЭПС, аппарат Гольджи, лизосомы, вакуоли), признаки митохондрий (70S, кольцевая ДНК, матрикс, кристы), признаки хлоропластов (двумембранность, тилакоиды, фотолиз, цикл Кальвина).
- **Линия 8 - последовательность** структур от периферии к центру (цепочки выше).
- **Линия 20 - таблица** с пропущенными терминами про органоиды и их функции.
- **Линии 24-26** - рисунок органоида с объяснением: узнай структуру, докажи по признакам, свяжи с функцией и тканью.

Ключевые слова: протопласт, гиалоплазма (цитозоль), органоиды, включения, нуклеоид, муреин, плазмида, гликокаликс, плазмодесмы, кристы, матрикс, тилакоид, строма, полуавтономность, симбиогенез, тубулин, актин, центриоль, аксонема, базальное тельце, каталаза, тонопласт, тургор, хроматин, гистоны, ядрышко, полисома.

Ловушки

ЛОВУШКА ЕГЭ

Ядро - не органоид, а обязательный компонент эукариотической клетки. Если задание просит выбрать органоиды - ядро не выбирай, даже двумембранные.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Протопласт - это не цитоплазма. Протопласт - всё живое содержимое клетки: мембрана, цитоплазма и ядро. Клеточная стенка в него не входит, а цитоплазма - лишь его часть.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Включения - не органоиды. Зёрна крахмала, капли жира, гранулы гликогена появляются и исчезают. Лейкопласт - органоид, а крахмальное зерно в нём - включение.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Лизосомы образует аппарат Гольджи, а не ЭПС. ЭПС синтезирует вещества, Гольджи - упаковывает их и формирует лизосомы.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Ядрышко - часть ядра, а не самостоятельный органоид. В нём лежат рибосомные гены, идёт синтез рРНК и сборка субъединиц рибосом. Белки рибосом синтезируются в цитоплазме.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Клеточный центр не спирализует хромосомы. Он образует веретено деления и обеспечивает расхождение хромосом. Спирализация - самостоятельное уплотнение хроматина в профазе.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Не путай кристы и тилакоиды. Кристы - складки внутренней мембраны митохондрии (дыхание, цикл Кребса в матриксе). Тилакоиды - мешочки в строме хлоропласта (фотосинтез, цикл Кальвина в строме).

ЛОВУШКА ЕГЭ

Рибосомы 70S - не только у бактерий. В эукариотической клетке они есть в митохондриях и пластидах. А рибосомы 80S - в цитоплазме и на шероховатой ЭПС.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Клеточная стенка есть не только у растений: у грибов она из хитина, у бактерий из муреина. Нет её только у животных - вместо неё гликокаликс. И гликокаликс есть только у животных клеток.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Митохондрии есть и у растений. Хлоропласты не заменяют митохондрий: растительная клетка дышит так же, как животная.

ЛОВУШКА ЕГЭ

В митохондриях и хлоропластах тоже идёт репликация ДНК и синтез белка - у них своя кольцевая ДНК и свои рибосомы. Репликация - не «только в ядре».

Как писать ответ

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

На микрофотографии - органоид с двумя мембранами и складками внутри. Назови его и объясни, в каких клетках, мышечных или хрящевых, таких органоидов больше

1. Это митохондрия: у неё две мембраны, внутренняя образует складки - кристы, внутри - матрикс.
2. Митохондрий больше в мышечных клетках.
3. Функция митохондрий - клеточное дыхание и синтез АТФ.
4. Для сокращения мышц требуется много энергии АТФ, поэтому мышечным клеткам нужно много митохондрий (в хрящевой ткани энергозатраты ниже).

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Назови органоид, усеянный рибосомами. Какая его разновидность преобладает в клетках хрящевой ткани и почему?

1. Это эндоплазматическая сеть (ЭПС); структуры на мембране - рибосомы, они синтезируют белок.
2. В клетках хрящевой ткани преобладает шероховатая (гранулярная) ЭПС.
3. Клетки хряща синтезируют и выделяют много белка коллагена межклеточного вещества.
4. Белки на экспорт синтезируются рибосомами шероховатой ЭПС.

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Почему клетки пресноводной амёбы имеют сократительную вакуоль, а клетки морских простейших и многоклеточных животных - нет?

1. Концентрация солей в цитоплазме амёбы выше, чем в пресной воде, поэтому вода постоянно поступает в клетку путём осмоса.
2. Сократительная вакуоль собирает избыток воды и выводит его наружу - клетка не разрывается, осмотическое давление поддерживается постоянным.
3. У морских простейших концентрация солей снаружи близка к концентрации в клетке, вода в избытке не поступает.
4. Клетки многоклеточных животных омывает внутренняя среда организма с постоянным составом, поэтому сократительные вакуоли им не нужны.

Конспект скачан с сайта kursteam.ru

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Докажи, что митохондрии и пластиды произошли от древних бактерий (гипотеза симбиогенеза)

1. Древняя эукариотическая клетка поглотила бактерий путём фагоцитоза, но не переварила их, а вступила с ними в симбиоз.
2. Поэтому у органоидов две мембраны: внутренняя - собственная мембрана бактерии, наружная - от мембраны клетки-хозяина.
3. У митохондрий и пластид есть собственная кольцевая ДНК, как у бактерий.
4. У них рибосомы бактериального типа (70S).
5. Они полуавтономны: сами синтезируют часть белков и размножаются делением надвое.

Проверь себя

1. Что такое протопласт и чем он отличается от цитоплазмы?

Ответ: Протопласт - всё живое содержимое клетки: плазматическая мембрана, цитоплазма и ядро. Цитоплазма - только часть протопласта: гиалоплазма с органоидами и включениями, без мембраны и ядра. Клеточная стенка в протопласт не входит.

2. Назови двумембранные органоиды. Какая ещё структура клетки покрыта двумя мембранами?

Ответ: Двумембранные органоиды - митохондрии и пластиды. Две мембраны есть и у ядерной оболочки, но ядро - не органоид.

3. Где в эукариотической клетке встречаются рибосомы 70S?

Ответ: В митохондриях и пластидах - это рибосомы бактериального типа, одно из доказательств симбиогенеза. В цитоплазме и на шероховатой ЭПС - крупные рибосомы 80S.

4. Какой органоид образует лизосомы?

Ответ: Аппарат Гольджи: он упаковывает гидролитические ферменты в мембранные пузырьки.

5. Чем включения отличаются от органоидов? Приведи два примера включений.

Ответ: Органоиды - постоянные структуры с определённой функцией, включения - непостоянные: появляются и исчезают. Примеры - зёрна крахмала в клубне картофеля, капли жира в жировой клетке, гранулы гликогена в клетке печени.

ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ

Тестовая часть, развёрнутые задания и все задания по теме - на сайте, с проверкой и разбором: kursteam.ru/teoriya/tsitologiya/stroenie-kletki

© 2026 Мустафаев Р. И. (Kursteam). Материал принадлежит автору и охраняется авторским правом. Копирование, перепечатка и распространение без письменного разрешения автора запрещены; при цитировании обязательна ссылка на kursteam.ru.