

Цитология – наука о клетке

Изучает

- Строение, химический состав и функции клеток
- Строение и функции внутриклеточных структур
- Размножение и развитие клеток
- Приспособления клеток к условиям окружающей среды

Изобрели световой микроскоп в 1590. Гук увидел клеточную стенку, назвал «клетка». Левенгук усовершенствовал. 1930 год – электронный микроскоп (дорого, долго и сложно готовить, мертвые клетки, неподвижные, не цветные; мелкие органоиды можно увидеть)

Клеточная теория

Авторы: Матиас Шлейден и Теодор Шванн (1838). Основные положения:

1. Клетка – основная структурно – функциональная (все процессы идут) и генетическая единица живых организмов, наименьшая единица живого;
2. Клетки всех одноклеточных и многоклеточных организмов сходны по строению, химическому составу и важнейшим проявлениям процессов жизнедеятельности;
3. Каждая новая клетка образуется в результате деления исходной (материнской) клетки (Вирхов позже добавил);
4. Клетки многоклеточных организмов специализированы: они выполняют разные функции и образуют ткани

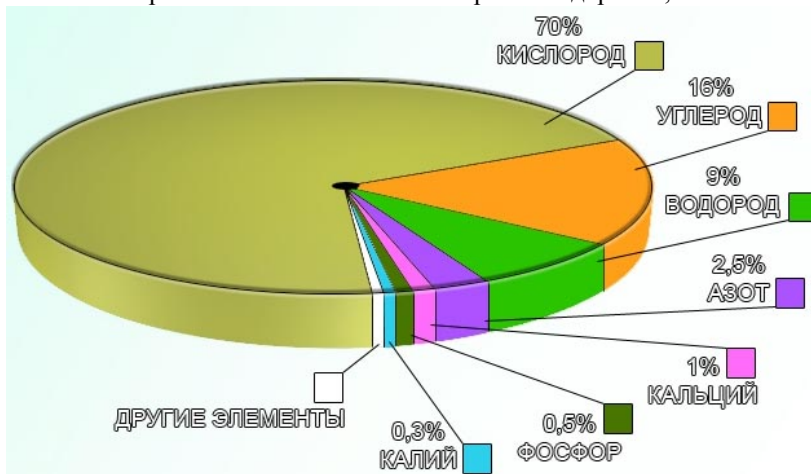
Клетка – система из элементов (органовидов); открытая – обмен веществом и энергией. Гомеостаз, реагирует на раздражители.

Хранится информация наследственная, передается при делении, реализуется при синтезе белка

Обосновано родство и единство, общее происхождение всех организмов

Химический состав клетки (у всех живых одинаков!)

- 86 элементов, 25 необходимых
- Органогены – 98% O, C, H, N
- Макроэлементы 1,9% P, K, S, Cl, Ca, Mg, Na, Fe
- Микроэлементы Zn, Cu, I, F, B, Co, Br, Se, Si, Mn...
- Избирательное накопление I – морские водоросли, Cu – моллюски, Fe – позвоночные



Углерод, водород, кислород – в жирах и углеводах
 Азот и сера – в белках
 Азот и фосфор – в нуклеиновых кислотах
 Железо – гемоглобин эритроцитов
 Магний – хлорофилл
 Медь – окислительные ферменты, компонент фермента синтеза меланина
 Йод – гормон тироксин щитовидной железы
 Натрий и калий – в цитоплазме и межклеточной жидкости
 Кобальт – в составе витамина B12, участвует в синтезе гемоглобина
 Молибден – работа устьиц, азотфиксация
 Бор – рост растений, почек, цветов
 Цинк – инсулин, рост животных

Химические соединения

Вода (75%)

- Физические свойства: высокая теплоемкость (инерция в нагревании и остывании) и теплопроводность (кровь - теплопередача), большое поверхностное натяжение (водомерки бегают), капиллярность (вода по сосудам ксилемы поднимается), при испарении с поверхности охлаждает ее (пот, транспирация), при замерзании лед увеличивается в объеме (поэтому обезвоживание перед зимовкой), плотность льда меньше плотности воды (лед всплывает, защищая гидробионтов)), жидкая при обычных температурах.
- Определяет физические свойства клеток: объем, тургор (давление на клеточную стенку), осмос (по градиенту движется в сторону большей концентрации веществ), упругость/несжимаемость (гидроскелет), текучесть. Компонент естественных смазок. Основа внутренней среды организма. Среда жизни для гидробионтов. Наружное оплодотворение – в воде!

Химические свойства: молекула полярная – диполь; ориентирована в эл. поле, образует гидраты, водородные связи. Источник кислорода и водорода в реакциях (фотосинтез), среда для химических реакций (в растворах идут), сама участвует (гидролиз). Растворяет гидрофильные вещества, не растворяет гидрофобные (бензин, парафин, масла, жиры).

Плазмолиз – выход воды из клетки в наружную более концентрированную среду за счет осмоса. Содержимое клетки (протопласт) отходит от клеточной стенки. Деплазмолиз – наоборот.

Неорганические вещества

- В твердом виде – фосфаты и карбонаты кальция в костях;
- В ионной – в плазме крови, цитоплазме. Буферные системы образуют: фосфатные, карбонатные (есть еще белковые). Связывают избыточные ионы H^+ и OH^-
- Концентрация 0,9% - именно такой и физиологический раствор
- рН плазмы и тканей 7,6 (слабощелочная среда), в желудке - кислая
- K/Na насос, Ca^{2+} - свертываемость крови, на работу сердца и мышц влияет, в костях и зубах, K^+ - на сердце и проведение нервного импульса. Фосфор – в костях, АТФ, ДНК/РНК, фосфолипиды мембран
- йод в тироксине, цинк в инсулине, кобальт в витамине В12, магний – в хлорофилле, железо – в гемоглобине

Органические вещества клетки

Биополимеры

- Биополимеры бывают регулярные – состоят из одинаковых мономеров (целлюлоза – из миллионов глюкоз) и нерегулярными – из разных мономеров (белки – из 20 аминокислот, нуклеиновые кислоты – из 5 нуклеотидов)
- Мономеры соединены между собой ковалентными связями.
- Различия обусловлены: количеством мономеров; соотношением мономеров разных типов, порядком чередования мономеров

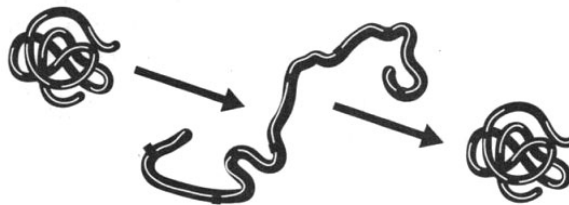
Белки (протеины)

- Это биополимеры – состоят из мономеров (аминокислот). Очень большие (макромолекулы) – м.масса ВТМ 40млн, гемоглобин 64,5т.
- Аминокислот природных – 20 (волшебные). У каждой есть аминогруппа и карбоксильная группа; радикал разный. Соединяются ковалентной пептидной связью между этими группами (т.е. белок – это полипептид). Биуретовая реакция на нее – $CuSO_4$ – фиолетовый цвет
- Простые белки состоят только из аминокислот, сложные - + металл, липид, углевод...

Уровни организации белковой молекулы (структуры)



- Первичная – последовательность (и количество) аминокислот в полипептидной цепи. Связь – ковалентная
- Вторичная – спираль из белковой цепи (альфа), реже – слои (бета). Связь – водородная
- Третичная – клубок из белковой спирали. Связи: водородная, гидрофобная, дисульфидная, ионная.
- Четвертичная – несколько молекул белков (надмолекулярная; клубок/глобула гемоглобина); те же четыре вида связей



Денатурация

- Нарушение структуры белка (начинается с четвертичной и до первичной).
- Факторы: высокая (но не низкая!) температура, радиация, химические вещества
- Если первичная структура цела – возможно восстановление (ренатурация, вплоть до четвертичной)

Функции белков

- Строительная – образуют мембраны, органеллы, хрящи (коллаген, кератин)
- Каталитическая (ферменты) – увеличивают скорость реакций (каталаза расщепляет перекись). Специфичны, быстры, активнее при повышении температуры, при своей рН
- Сигнальная (рецепторная) – меняют третичную структуру (родопсин)
- Регуляторная – гормоны (инсулин, соматотропин)
- Двигательная – сократительные белки мышц (актин, миозин)
- Транспортная – перенос веществ (гемоглобин, миоглобин)
- Запасная – казеин, альбумин
- Защитная – антитела (иммуноглобулины), интерферон
- Токсины - нейротоксин
- Энергетическая – при расщеплении выделяют энергию (кроме воды и углекислого газа, остается азот – его выводят в форме мочевины, мочевой кислоты, аммиака). В последнюю очередь расщепляются

Углеводы

- Общая формула $C_n(H_2O)_m$

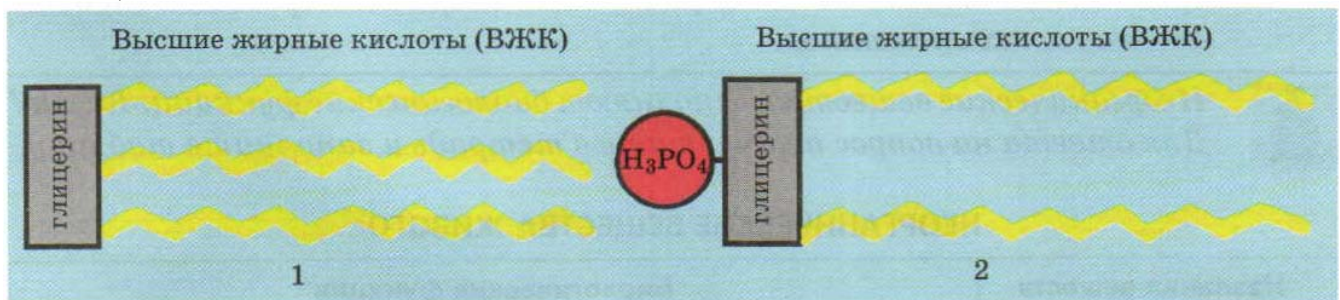
- Моносахариды – растворимы, сладкие, кристаллизуются: глюкоза, фруктоза (не регулируется инсулином), галактоза, (дезоксир)рибоза
- Дисахариды: сахароза (глюкоза + фруктоза), мальтоза (две глюкозы), лактоза (глюкоза+галактоза)
- Полисахариды – нерастворимы, не сладкие: крахмал (йод - синий), гликоген (йод - бурый), целлюлоза (горячая вода – гель), хитин

Функции углеводов

- Строительная – клеточные стенки (мурейн бактерий, хитин грибов, целлюлоза растений)
- Запасаящая – крахмал, гликоген
- Сигнальная – гликокаликс
- Защитная – слизь
- Энергетическая – распад до воды и углекислого газа – энергия выделяется

Липиды

- Нерастворимы в воде
- Растворимы в бензине, эфире, ацетоне
- Виды: жиры (триглицериды – трехатомный спирт глицерин + 3 остатка жирных кислот)
- Фосфолипиды, воск, стерол, пигменты, гормоны (половые, стероиды), холестерин (основа этих гормонов; укрепляет мембраны; избыток откладывается на стенках сосудов) лецитин, жирорастворимые витамины (А, D, Е, К)



Слева жир (триглицерин), справа фосфолипид (вместо одной жирной кислоты стоит фосфорная)

Функции липидов:

- Запасаящая (подкожный и внутренностный жир)
- Строительная (основа мембран – двойной слой фосфолипидов)
- Защитная – термоизоляция, от механических ударов
- Регуляторная – гормоны (половые, стероиды); витамины жирорастворимые
- Энергетическая – распад до воды и углекислого газа – энергия выделяется (больше всего!)

Хроматография – основан метод на разной скорости движения веществ через адсорбент в зависимости от их молекулярной массы

Центрифугирование – основан метод на разделении объектов разной плотности или массы за счет разной скорости оседания объектов (разной скорости вращения центрифуги)

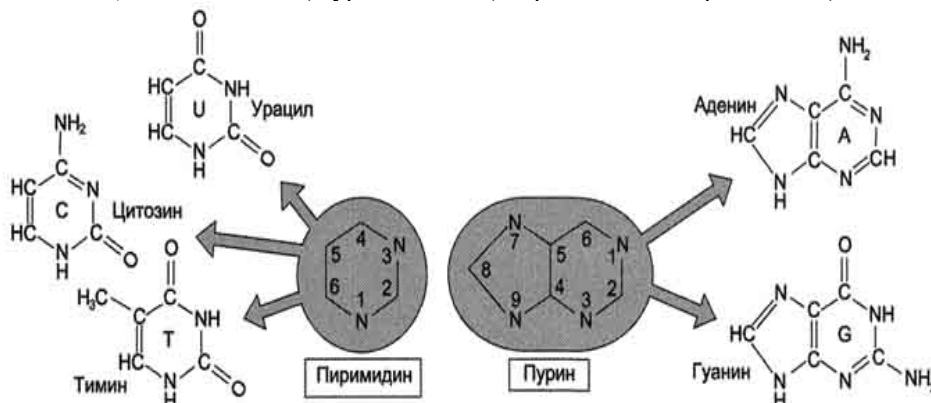
Нуклеиновые кислоты

Это биополимеры из мономеров – нуклеотидов – т.е. полинуклеотиды

Связь – ковалентная между углеводом одного нуклеотида и фосфорной кислотой другого

Отличия между нуклеотидами только по азотистым основаниям

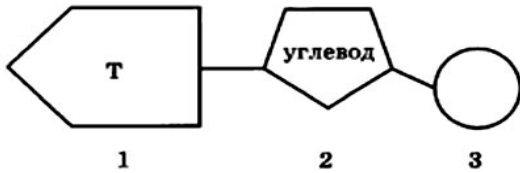
- Аденин и гуанин – производные пурина (2 кольца)
- Цитозин и тимин (и урацил в РНК)– производные пиримидина (1 кольцо)



ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота

ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота

- Находятся в ядре (в хромосомах), митохондриях, пластидах
- Функции – хранят наследственную информацию, передают дочерним клеткам при делении, реализуют в процессе синтеза белка
- Очень большая; двойная спираль; цепи удерживаются водородными связями между нуклеотидами (между А и Т; между Ц и Г)
- Линейная – у эукариот, кольцевая – у прокариот, пластид, митохондрий; одноцепочечная кольцевая – у вирусов



Нуклеотид - состав

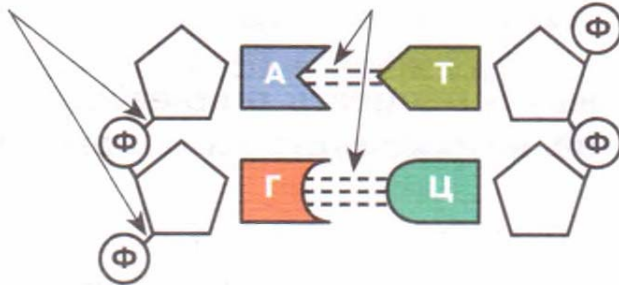
- Азотистое основание (А, Т, Г, Ц)
- Углевод дезоксирибоза
- Фосфорная кислота

Правило Чаргаффа для двойной спирали ДНК:

- Число пуриновых оснований равно числу пиримидиновых, в сумме 100%
- По количеству А=Т (между ними 2 водородные связи)
- По количеству Г=Ц (между ними 3 водородные связи)
- Дополняют друг друга – комплементарность
- Устойчивость и подвижность спирали

Ковалентные связи

Водородные связи



Репликация ДНК

Репликация (самоудвоение) – фермент дезоксирибонуклеаза (геликаза) раскручивает двойную спираль с одного конца; на каждой цепи собирается новая цепь (ДНК-полимераза) по принципу комплементарности. В итоге две двойных цепи, в каждой одна старая цепь, а вторая – новая. Это – полуконсервативность.

От 5' конца к 3' концу цепи синтез идет непрерывно (лидирующая цепь)

От 3' конца к 5' концу синтез идет скачками (отстающая цепь; фермент лигаза соединяет фрагменты)

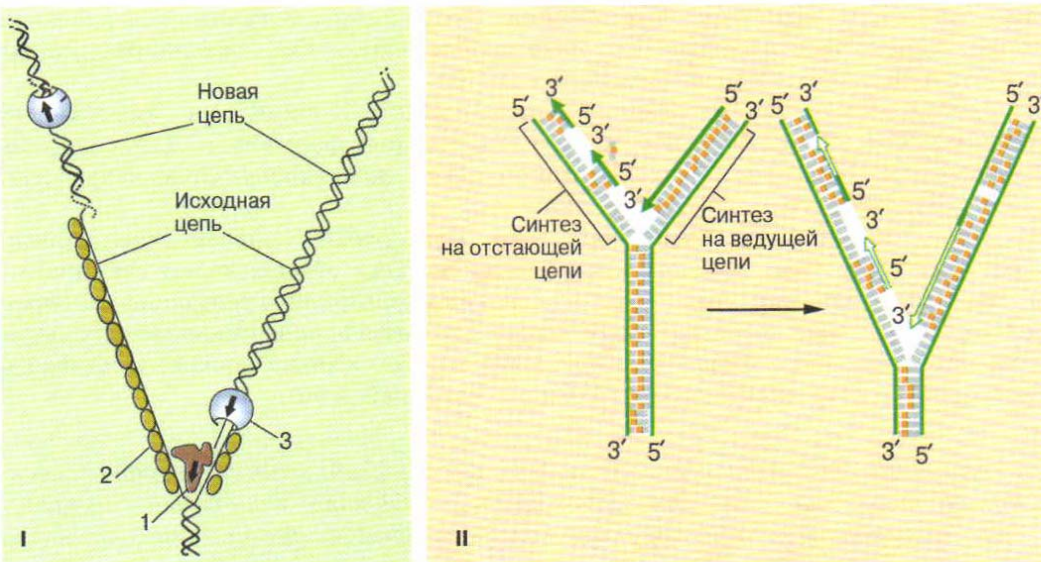


Рис. 93. Репликация ДНК. I – репликационная вилка: 1 – ДНК-расплетающий белок, 2 – ДНК-связывающий белок, 3 – фермент ДНК-полимераза; II – синтез ДНК на ведущей и отстающей цепях (стрелками показано направление синтеза и перемещение ДНК-полимеразы; прерывистыми стрелками показан синтез фрагментов ДНК)

ДНК-полимераза синтезирует новую цепь в направлении 5' – 3' (так легче – как с пятого этажа спуститься на третий). На рисунке II – на правой цепи непрерывно синтезирует новую цепь, на левой цепи – частями; как бы снизу вверх, затем ДНК расплетается дальше, он перескакивает и новую порцию цепи достраивает. Кусочки потом сшиваются.

РНК – рибонуклеиновая кислота

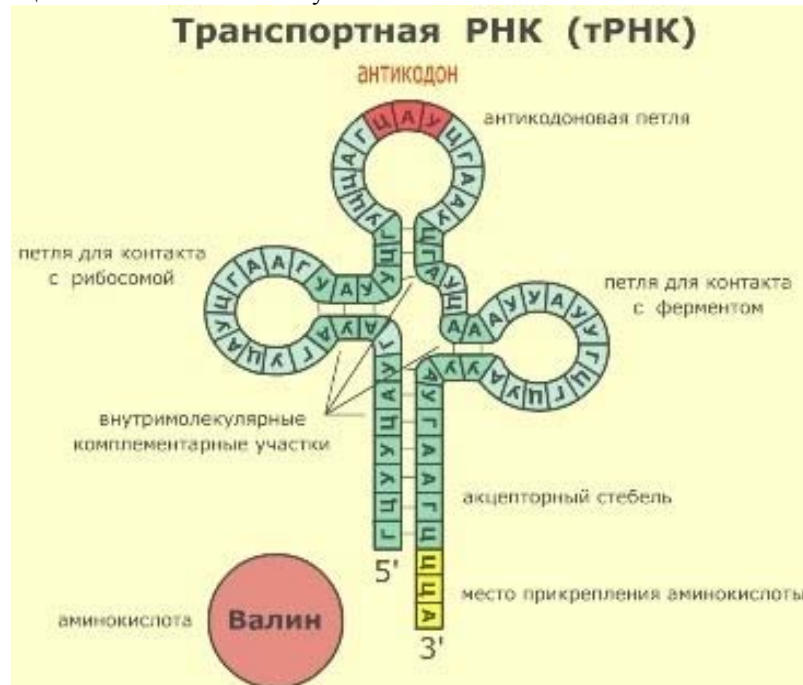
- Полинуклеотид – одноцепочечный (третичная структура)
- Не могут самоудваиваться, все их виды синтезируются на ДНК!
- РНК синтезируется на матричной цепи ДНК антипараллельно, т.е. если **транскрибируемая цепь ДНК** ориентирована от 3' к 5'-концу, то **РНК** будет ориентирована наоборот, от 5'-конца к 3'-концу
- Число РНК в клетке непостоянно
- В ядре, цитоплазме, митохондриях, пластидях

Нуклеотид - состав

- Азотистые основания А,У,Г,Ц
- Углевод рибоза
- Фосфорная кислота

тРНК – транспортная

- тРНК (10%) – самые мелкие, в виде клеверного листа. Связывают аминокислоты и доставляют к рибосомам. Известно более 30 из 61 возможных.
- Находятся в цитоплазме
- Антикодон – триплет на вершине клеверного листа (обычно его пишут в направлении 5'-3'. Надо переворачивать, чтобы было от 3' к 5') комплементарен кодону на иРНК (который всегда должен быть от 5' к 3').
- Акцепторный конец связывает аминокислоту



иРНК – информационная (матричная)

- иРНК (1%) – до 10 раз крупнее тРНК
- В ядре и цитоплазме
- Считывает информацию об аминокислотной последовательности одного конкретного белка (с гена – участка ДНК), т.е. ее размеры зависят от кодируемого ей белка
- Перенос информации от ДНК ядра к рибосомам (они на нее нанизываются – это полисома)
- Триплеты иРНК называются кодонами – по ним мы подбираем аминокислоты из таблицы генетического кода; под них подбираются и антикодоны тРНК

рРНК - рибосомная

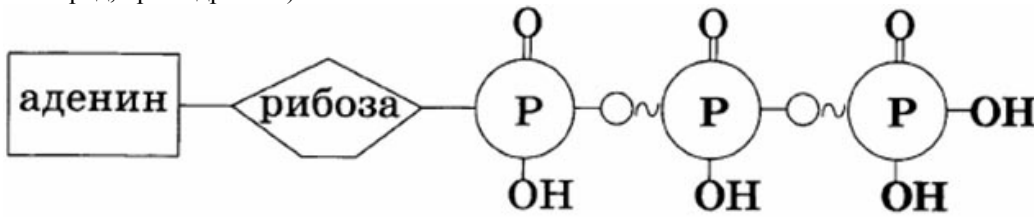
- рРНК – самые крупные
- синтезируются в районе ядрышка
- В рибосомах находятся

АТФ – аденозинтрифосфорная кислота

Это мононуклеотид, состоит из:

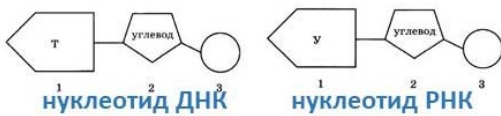
- Аденин (азотистое основание)
- Рибоза (моносахарид)
- Фосфорная кислота – 3 шт., между ними – макроэргическая связь – содержит много энергии

Как батарейка – носитель энергии, нужной для любой деятельности клетки и организма
 Синтезируется (в цитоплазме, митохондриях, пластидах) из АДФ (аденозиндифосфат) + Ф – это фосфорилирование.
 Может быть фотофосфорилирование (использована энергия света при фотосинтезе) и окислительное (участвует кислород, при гидролизе)



Суммируем:

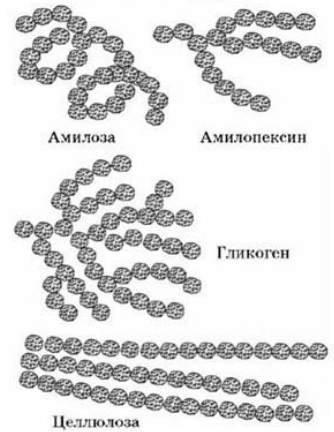
Нуклеиновые кислоты



Белки



Углеводы



Липиды



АТФ

