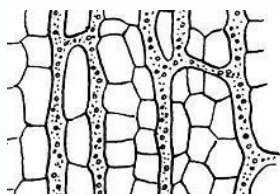


Биология как наука. Свойства живого.

Уровни организации

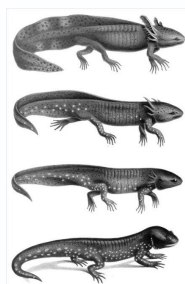
Название науки	Область исследования
<i>По объекту изучения</i>	
Ботаника	Наука о растениях
Зоология	Наука о животных
Энтомология	Наука о насекомых
Орнитология	Наука о птицах
Ихтиология	Наука о рыбах
Арахнология	Раздел зоологии, который изучает паукообразных
Териология	Изучает млекопитающих
Герпетология	Наука о амфибиях и рептилиях
Альгология	Наука о водорослях
Бриология	Наука о мхах
Лихенология	Наука о лишайниках
Вирусология	Наука о вирусах
Бактериология	Наука о бактериях
Палеонтология	Изучает организмы, которые существовали ранее
Систематика	Распределяет организмы по группам
<i>По уровню организации</i>	
Молекулярная биология	Изучает строение и функции сложных соединений
Цитология	Изучает клетки, их строение и функционирование
Гистология	Изучает ткани
Анатомия	Изучает строение органов
Экология	Изучает взаимодействие живых организмов между собой и окружающей средой обитания
<i>В зависимости от изучаемых процессов</i>	
Селекция	Наука о методах создания новых и улучшения существующих пород животных, сортов растений и штаммов микроорганизмов
Физиология	Изучает работу организма
Эмбриология	Изучает развитие организма животного от момента образования зиготы до рождения (начальные стадии онтогенеза)
Генетика	Изучает закономерности наследственности и изменчивости
Морфология	Изучает внешнее строение организмов
Биотехнология	Использует биологические системы и процессы в сельском хозяйстве, промышленности и медицине
Этология	Изучает поведение животных

Свойства живого



Клеточное строение

Искл! вирусы, которые проявляют свойства живого только в других организмах



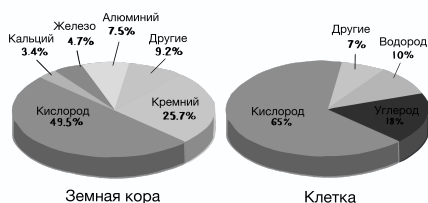
Развитие

Это качественные изменения в организме, приводящие к появлению или утрате некоторых признаков.



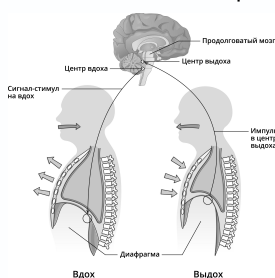
Ритмичность

Повторяющиеся изменения интенсивности физиологических функций живых организмов (суточные, сезонные и т.д.)



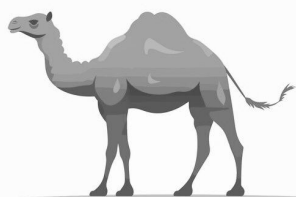
Единство химического состава

В составе живых организмов присутствуют органогены (углерод, кислород, азот, водород, фосфор), которые образуют органические вещества.



Саморегуляция

Поддержание постоянства внутренней среды организма (гомеостаз)



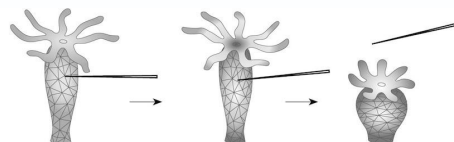
Приспособленность

В процессе филогенеза и под действием естественного отбора организмы приобретают приспособления к условиям окружающей среды



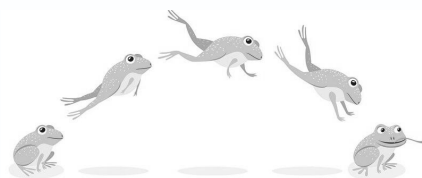
Рост

Рост — это количественные изменения в организме с течением времени



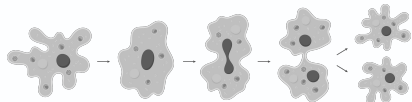
Раздражимость

Способность организма избирательно реагировать на внешние и внутренние раздражители (рефлексы - у многоклеточных животных, настии и тропизмы - у растений, таксисы - у простейших)



Движение

Все организмы способны либо к активному, либо к пассивному движению. Движение также происходит и внутри клетки (циклоз)



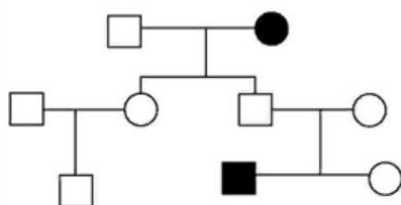
Размножение

Способность живых организмов воспроизводить себе подобных



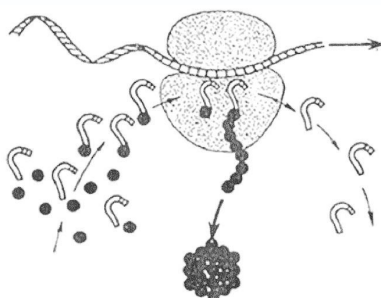
Дискретность

Наличие отдельных структур в составе организма и взаимодействие этих структур в организме



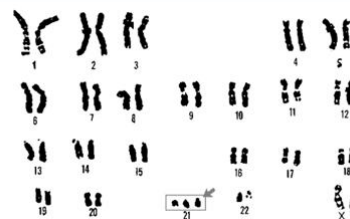
Наследственность

Способность организма передавать свои признаки из поколения в поколение



Обмен веществ и энергии

Совокупность биохимических реакций, происходящих в организме



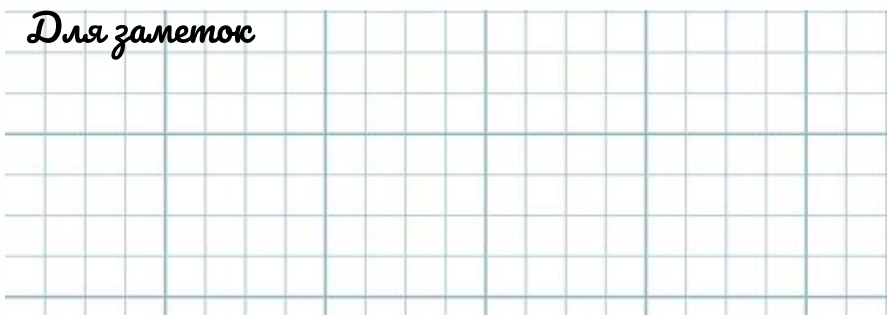
Изменчивость

Способность организма приобретать новые признаки

Эмерджентность

Наличие у системы свойств, не присущих её компонентам по отдельности. Например, каждая аминокислота обладает своими свойствами, но соединяясь вместе в молекулу белка, возникают новые свойства (катализировать реакции, транспортировать вещества и т.д.)

Для заметок



Уровни организации

Уровень организации	Компоненты, образующие систему	Основные процессы
Молекулярный	Молекулы и их комплексы (белки, углеводы, нуклеиновые кислоты, липиды). Вирусы	Репликация, репарация, транскрипция, мутация
Клеточный	Клетки и органоиды клетки	Трансляция, митоз и мейоз, фотосинтез
Органо-тканевой	Ткани и органы	Гистогенез, регенерация

Организменный	Одноклеточный и многоклеточный организмы	Обмен веществ, раздражимость, размножение, онтогенез, нервно-гуморальная регуляция, наследственность и изменчивость
Популяционно-видовой	Организмы одного вида объединены в популяции. Популяция — это совокупность организмов одного и того же вида, объединённых общим местом обитания и единым генофондом	Изменение генофонда, выработка адаптаций, видообразование, внутривидовые отношения
Биоценотический	Биоценозы – совокупности растений, животных, грибов и микроорганизмов, взаимосвязанных между собой	Формирование пищевых цепей, межвидовые взаимоотношения
Биогеоценотический (экосистемный)	Биогеоценоз – это система, состоящая из биоценоза и неживого вещества окружающей среды, которые взаимосвязаны потоками веществ и энергии	Формирование пищевых цепей, межвидовые взаимоотношения, формирование сукцессий
Биосферный	Биосфера	Глобальные биохимические циклы (круговороты веществ и энергии)

Не забудь попрактиковаться задание 1

Следующая тема "Методы в биологии"



БАКТЕРИИ. ВИРУСЫ

Бактерии относятся к надцарству Прокариоты. Выделяют три основные группы бактерий: архебактерии, эубактерии и цианобактерии.

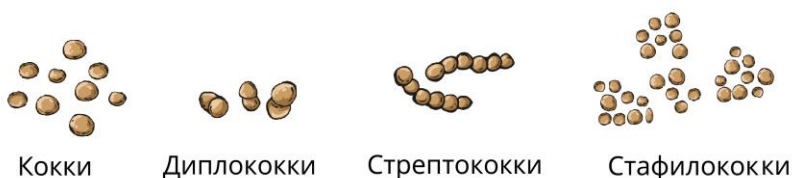


Прокариоты — это доядерные организмы, в клетках которых отсутствуют мембранные органоиды и ядро.

Признак	Архебактерии	Эубактерии	Цианобактерии
Описание	Древнейшие бактерии. Они вырабатывают газ — метан. Обитая в пищеварительном тракте человека и жвачных животных, помогают им переваривать пищу. В клеточной стенке нет муреина. Обитают в экстремальных условиях среды	Истинные бактерии (см. ниже)	Фототрофные бактерии. Это значит, что они способны питаться за счет фотосинтеза. В процессе фотосинтеза они выделяют в атмосферу кислород, который и является основой озонового слоя
Примеры	Железобактерии, серобактерии, нитрифицирующие бактерии	Палочка Коха, стрептококки	Анабена

Формы бактерий

1) Кокки – имеют шаровидную форму, могут объединяться и образовывать структуры из двух клеток (диплококки), в виде цепочек (стрептококки), гроздей (стафилококки).



Кокки

Диплококки

Стрептококки

Стафилококки

2) Бациллы – имеют палочковидную форму (дизентерийная палочка, сенная палочка, чумная палочка).



Бациллы



Вибрионы



Спириллы

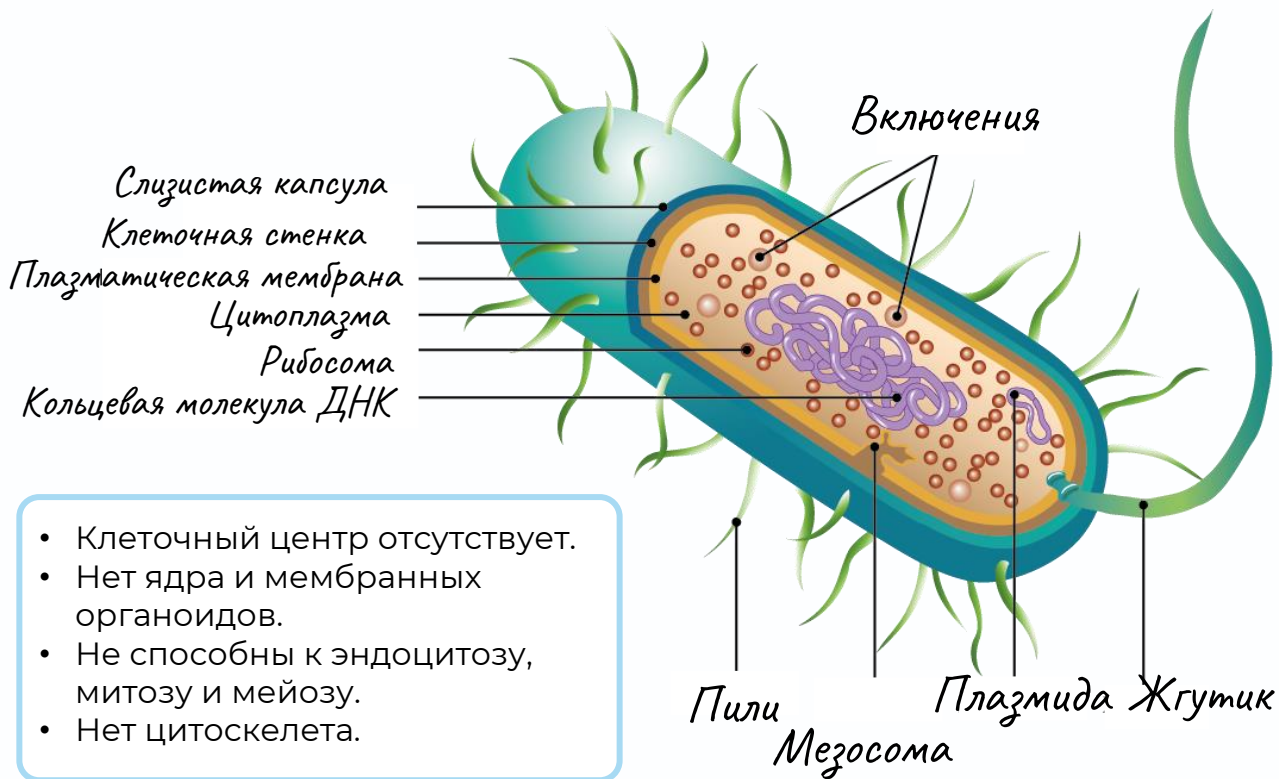
3) Вибрионы – имеют форму запятой (холерный вибрион).

4) Спириллы - слабо спирализованные.

5) Спирохеты – сильно закрученные (возбудители сифилиса, тифа)

Строение прокариотической клетки

Структура	Описание	Функции
Слизистая капсула	Верхний слизистый слой	Дополнительная защита, образование колоний, сохранение влаги
Клеточная стенка	Образована муреином и пектином	Механическая защита, поддержание формы клетки
Плазматическая мембрана	Полупроницаемая структура, состоящая из билипидного слоя с погружёнными белками	Ограничивает внутреннее содержимое клетки, обмен веществ
Мезосомы	Впячивание мембраны	Дыхание, транспорт, деление клетки
Цитоплазма	Полужидкая система, которая содержит белки, углеводы и жиры	Связывает все компоненты клетки и определяет её форму
Нуклеоид	Кольцевая ДНК	Хранение и передача наследственной информации
Плазмиды	Небольшие фрагменты ДНК, которые не входят в состав основной ДНК	Отвечают за обмен генетическим материалом в процессе деления. Обеспечивают транспорт генетической информации во время протекания конъюгации. Этим занимается <i>F-плазида</i> . Бактериоциногенные плазмиды контролируют белковый синтез, который может приводить к гибели других бактерий. Этим занимаются в основном <i>Col-плазмиды</i> . <i>R-плазида</i> – повышает сопротивляемость антибиотическим средствам
Рибосомы	70 S типа, состоят из большой и малой субъединицы	Биосинтез белка
Жгутик	Состоит из микротрубочек	Обеспечивает движение клетки
Аэросомы	Газовые пузырьки	Обеспечивают плавучесть
Пили	Нитевидные белковые образования	Обеспечивают контакт между бактериями для обмена плазмидами



Группы бактерий по строению клеточной стенки

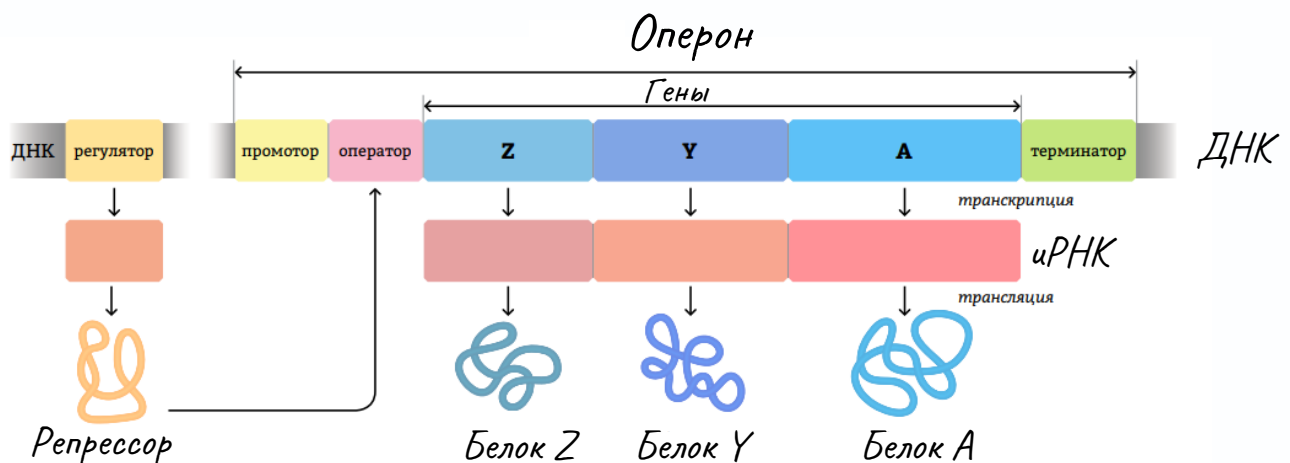
Грамположительные

Толстый муреиновый слой в клеточной стенке, не содержат капсулы и наружную мембрану. В их клеточной стенке содержатся тейхоевые кислоты. Муреин при окрашивании по Граму приобретает фиолетовый цвет.

Грамотрицательные

Тонкая клеточная стенка, есть наружная мембрана, обладающая избирательной проницаемостью. Этим обусловлена большая устойчивость бактерий к антибиотикам, ферментам и ядам. Окрашиваются в розовый или красный цвет.

Организация генома у прокариот



В начале и в конце оперона есть единые регуляторные области для нескольких структурных генов. С транскрибируемого участка оперона считывается одна молекула и-РНК, которая содержит несколько кодирующих последовательностей, в каждой из которых есть свой старт- и стоп-кодон. С каждого из таких участков синтезируется один белок. Таким образом, с одной молекулы и-РНК синтезируется несколько молекул белка.

Оперон – это группа генов прокариот, находящиеся под общим промотором.

Промотор – это посадочная площадка для РНК-полимеразы.

Оператор – это последовательность ДНК между промотором и структурами генами в опероне. Оператор способен связываться с особым белком – **репрессором**.

Гипотеза Жакоба и Моно: В ДНК существует два вида генов: структурные гены, которые определяют структуру ферментов или других белков с различной функцией, и регуляторные гены, ответственные за синтез специальных регуляторных белков, которые связаны непосредственно с ДНК и определяют активность того или иного участка

Пример

Если бактерия кишечной палочки попадает в среду с лактозой, то она начинает синтезировать ферменты для расщепления лактозы. А если лактоза в среде заканчивается, то синтез ферментов прекращается.

Что происходит?



- В клетке кишечной палочки лактозный оперон заблокирован репрессором. Поэтому РНК-полимераза не может начать синтез РНК.
- Лактоза поступает в клетку и связывается с репрессором. Комплекс репрессор-лактоза теряет способность удерживаться на операторе. РНК-полимераза синтезирует иРНК и запускается синтез ферментов..
- Молекулы лактозы разрушены, репрессор вновь становится активным и связывается с оператором. Синтез новых РНК прекращается.

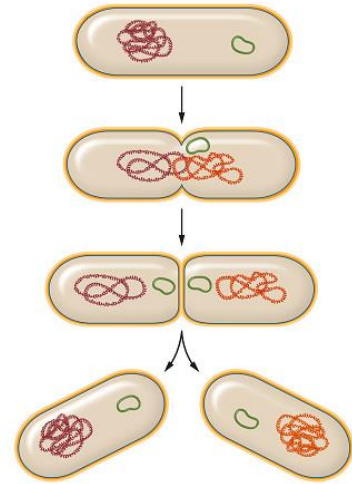
Процессы жизнедеятельности бактерий

Размножение

Простое бинарное деление.

Перед делением происходит репликация бактериальной хромосомы (кольцевая молекула ДНК). Образуется две идентичные дочерние хромосомы.

Специальные моторные белки перемещают дочерние хромосомы в противоположных направлениях, и расстояние между молекулами ДНК увеличивается.



Питание

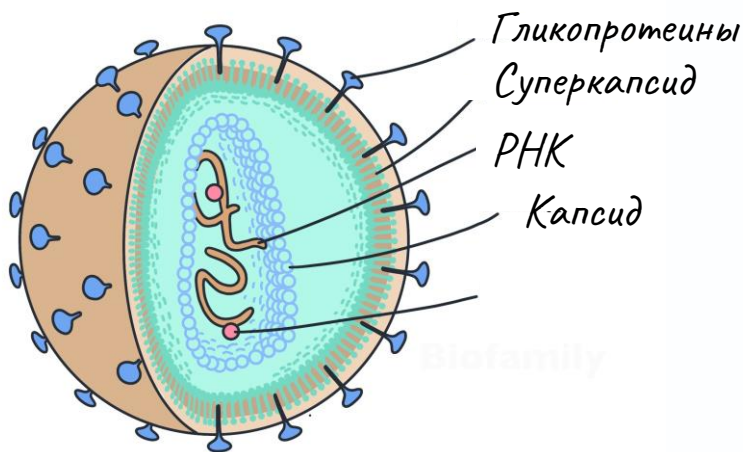
Тип питания	Описание	Примеры бактерий
Гетеротрофы		
Сапротрофы	Используют органические вещества мертвых организмов	Молочнокислые, бактерии гниения, уксуснокислые
Паразиты	Используют органические вещества живых организмов	
Симбионты	Взаимовыгодное сосуществование с другими организмами	Клубеньковые (азотофиксирующие), бактерии кишечной микрофлоры
Автотрофы		
Фототрофы	Фотосинтезирующие бактерии	Цианобактерии (сине-зеленные водоросли)
Хемотрофы	Источник энергии – энергия окисления неорганических веществ	Нитрифицирующие, железобактерии, серобактерии

Дыхание

Тип дыхания	Описание	Примеры организмов
Облигатные аэробы	Все процессы жизнедеятельности происходят при наличии кислорода	Холерный вибрион, палочка Коха, дифтерийная палочка
Микроаэрофильные	Развиваются при очень низком содержании кислорода	Кампилобактерии
Облигатные анаэробы	Для жизни кислород не нужен	Возбудители столбняка и ботулизма
Факультативные анаэробы	Развиваются как при наличии кислорода, так и при его отсутствии	Стафилококки, стрептококки

Вирусы

- Это облигатные (обязательные) паразиты клетки.
- Не имеют клеточное строения
- Проявляют признаки живого (дискретность, единство химического состава, эволюция, наследственность и изменчивость, самовоспроизведение, приспособленность) только внутри клетки хозяина.
- Вирусная частица находящиеся вне живой клетки называется вирионом.
- Вирусы бывают ДНК-содержащие и РНК-содержащие.
- Вирусы бывают простыми (только капсид) и сложные (капсид + суперкапсид)



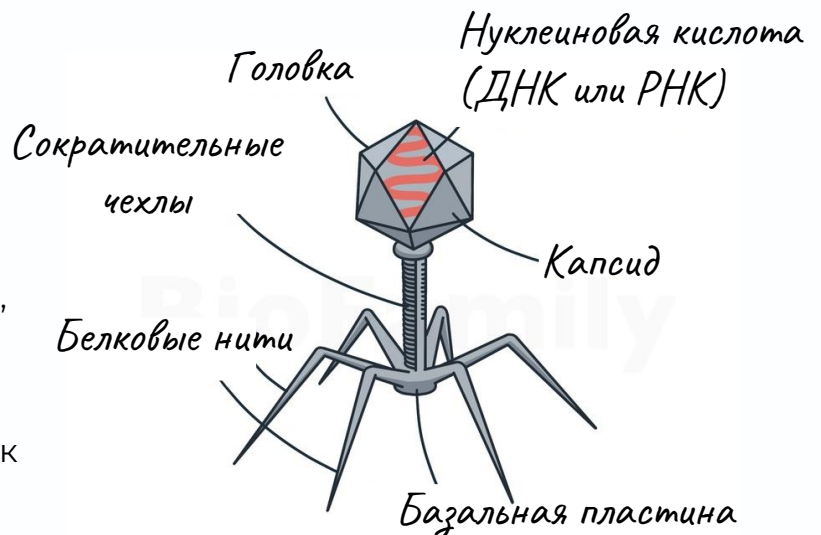
Вирусы состоят из:

- Нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК). ДНК может быть линейная или кольцевая, РНК – линейная. РНК может быть двуцепочечной и одноцепочечной.
- Белковой оболочки (капсида)
- У некоторых есть суперкапсид – остатки клеточных мембран, содержащих белки-гликопротеины.

Бактериофаг

Поражает бактериальные клетки. Состоит из 3-х основных частей:

- Капсид (головка) – белковая оболочка, в которой содержится нуклеиновая кислота.
- Хвост состоит из плотного стержня, через который вирус впрыскивает нуклеиновую кислоту в клетку, и сократительного чехла.
- Белковые нити для прикрепления к клеточной стенке бактерий.



Жизненный цикл вирусов

ДНК-содержащие вирусы	РНК-содержащие вирусы
<ol style="list-style-type: none"> 1. Адсорбция – прикрепление вируса к клетке-хозяина. 2. Проникновение вируса в цитоплазму клетки. 3. Встраивание ДНК вируса в геном 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Адсорбция – прикрепление вируса к клетке-хозяина. 2. Проникновение в клетку вириона, снятие оболочки.

- клетки-хозяина.
- 4. Синтез иРНК.
- 5. Синтез белков вируса.
- 6. Сборка вирусных частиц.
- 7. Выход вириона из клетки-хозяина.

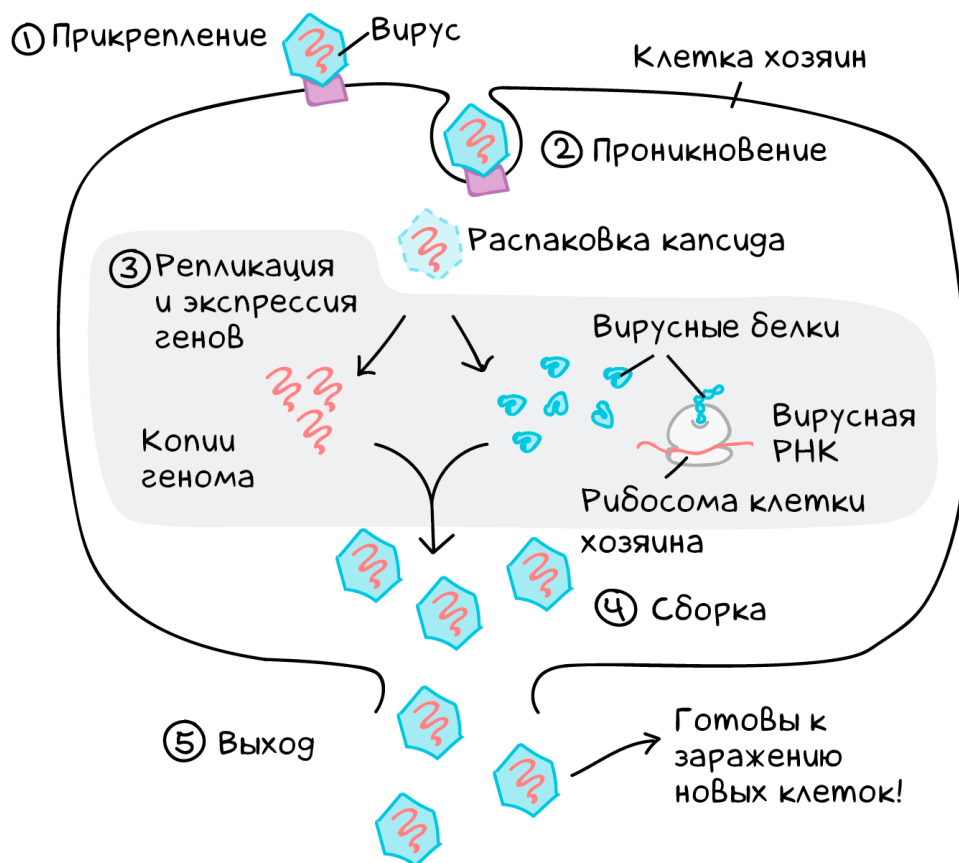
- 3. Выход вирусной РНК и обратной транскриптазы – фермента, который будет осуществлять обратную транскрипцию.
- 4. Обратная транскрипция – синтез ДНК – копий с вирусной РНК.
- 5. Встраивание ДНК-копии в геном клетки хозяина.
- 6. Синтез белков вируса.
- 7. Сборка вирусных частиц.
- 8. Выход вирионов из клетки-хозяина.

Этап выхода вирионов из зараженной клетки осуществляется двумя способами:

- Лизис клетки-хозяина и одновременный выход всех вирионов.
- Вирион прикрепляется к плазматической мембране клетки-хозяина, приобретает супер-капсид, покидает клетку.

Заболевания, возбудителями которых являются вирусы: грипп, гепатит, ОРВИ, ветряная оспа, краснуха, корь, герпес, вирусный клещевой энцефалит, бешенство, СПИД.

В ходе обратной транскрипции ретровирусов часто происходят ошибки, поэтому РНК-содержащие вирусы часто мутируют. Именно поэтому так сложно создать вакцину или противовирусный препарат от РНК-содержащих вирусов.

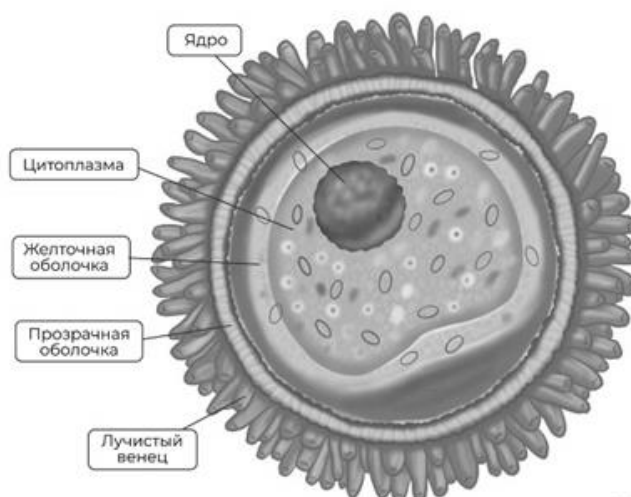


ГАМЕТОГЕНЕЗ. ОНТОГЕНЕЗ

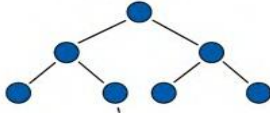
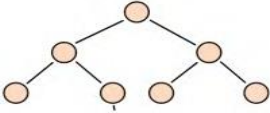




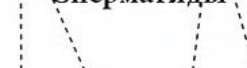


Гаметогенез

Гаметогенез – это процесс образования половых клеток (гамет).

Признак	Сперматозоид	Яйцеклетка
Место образования	Семенники	Яичники
Процесс образования	Сперматогенез	Овогенез
Хромосомный набор	Гаплоидный	Гаплоидный
Размер	Мелкие	Крупные
Особенности строения	<p>Сперматозоид состоит из:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>головки</i>, в которой находится ядро с гаплоидным набором хромосом; • <i>шейки</i>, в которой находятся центриоли и митохондрии; • <i>хвоста</i>, образованного микротрубочками (много митохондрий). • <i>акросомы</i> в передней части головки есть (видоизменённый аппарат Гольджи), в которой находится особый фермент, необходимый для растворения оболочки яйцеклетки. 	<p>Округлые клетки, содержащие в цитоплазме запас питательных веществ в виде желтка. В ядрах содержатся ДНК и запасные и-РНК, в которых записана структура важнейших белков будущего зародыша. В зависимости от количества и характера распределения желтка выделяют несколько видов яйцеклеток:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>изолецитальные</i> — с равномерным распределением желтка (моллюски, ланцетник); • <i>телолецитальные</i> — с неравномерным (некоторые рыбы, птицы, рептилии, яйцекладущие млекопитающие); • <i>алецитальные</i> — с небольшим количеством желтка (плацентарные млекопитающие).
Подвижность	Подвижные	Неподвижные



Этапы	Генетический набор	Сперматогенез	Овогенез
Размножение	$2n2c$	Из клеток сперматогенной ткани (гоноцитов) путем митоза образуются диплоидные первичные половые клетки — сперматогонии. Сперматогонии многократно делятся митозом.	Из клеток оогенной ткани (гоноцитов) путём митоза образуются диплоидные первичные половые клетки — оогонии
Рост	$2n4c$	Из каждого сперматогония развивается сперматоцит 1-го порядка. Он незначительно увеличивается в размерах и в нём происходит удвоение ДНК. Клетка готовится к делению мейозом.	Из каждого оогония развивается ооцит 1-го порядка. Он значительно увеличивается в размерах и в нём происходит удвоение ДНК. Клетка готовится к делению мейозом
Созревание	$n2c$ nc	Происходит мейоз. После первого деления образуются два сперматоцита 2-го порядка. После второго мейоза из каждого сперматоцита 2-го порядка образуются 2 сперматиды	После первого деления образуются ооцит 2-го порядка и 1-е редукционное тельце. После второго деления образуется одна яйцеклетка и 2 редукционных тельца.
Формирование	nc	Сперматиды превращаются в сперматозоиды. Они приобретают собственные им признаки и подвижность	Отсутствует

Зоны (фаза жизненного цикла)	Сперматогенез	Генетический набор	Овогенез
I Размножения (митоз)	Сперматогонии 	$2n2c$	Овогонии 
II Роста (интерфаза)	Сперматоцит I порядка 	$2n4c$	Овоцит I порядка 
III Созревания (мейоз)	Мейоз I Сперматоцит II порядка 	$n2c$	Овоцит II порядка Редукционное тельце 
	Мейоз II Сперматиды 	nc	Яйцеклетка Редукционные тельца 
IV Формирования	Сперматозоиды 	nc	—

Оплодотворение

Оплодотворение – процесс слияния ядер мужской и женской половых клеток, в результате которого образуется зигота.

Способы оплодотворения

Наружное оплодотворение	Внутреннее оплодотворение
<ul style="list-style-type: none"> Самка выметывает яйцеклетки (икру), а самец – сперму во внешнюю среду. Там происходит оплодотворение. Характерно для рыб и земноводных. Не требуется встреча половых партнеров. Копулятивные органы отсутствуют. Необходимо большое количество гамет от обоих партнеров. 	<ul style="list-style-type: none"> Слияние гамет происходит в половых путях самки. Характерно для червей, насекомых, рептилий и млекопитающих. Необходима встреча самки и самца. Имеются копулятивные органы. Не требуется большого количество женских гамет.

Оплодотворение (подробно)

- При контакте сперматозоида с оболочкой ооцита второго порядка содержимое акросомы экзоцитозом выводится на поверхность оболочки.
- Акросомная реакция – растворение оболочки ооцита второго порядка гидролитическими ферментами из акросомы. Специальные белки обеспечивают проникновение головки сперматозоида внутрь.

- В ответ на проникновение мужской половой клетки цитоплазматическая мембрана ооцита меняет свой электрический потенциал. Этот способ защиты препятствует внедрению других сперматозоидов, но действует недолго — всего несколько минут.
- Сразу же после срабатывания первого механизма защиты запускается второй. В нем участвуют особые секреторные пузырьки (кортикальные гранулы), расположенные в подмембранном слое цитоплазмы ооцита. После изменения потенциала плазмалеммы содержимое кортикальных гранул выводится из клетки путем экзоцитоза. Под действием выделившихся веществ блестящая оболочка ооцита изменяет свои свойства, превращаясь в оболочку оплодотворения, непроницаемую для сперматозоидов.
- После этого ооцит второго порядка завершает второе деление мейоза с образованием яйцеклетки и вторичного полярного тельца (погибает).
- В яйцеклетке происходит усиленный синтез белков, которые обеспечивают дальнейшее развитие зиготы.
- Происходит репликация ДНК в двух ядрах (сперматозоида и яйцеклетки). Гаплоидные ядра увеличиваются в размерах и превращаются в пронуклеусы.
- Часто говорят, что ядра яйцеклетки и сперматозоида сливаются, однако физического слияния не происходит. После репликации ДНК в гаплоидных ядрах ядерные оболочки растворяются и начитается первое дробление (митоз) зиготы.
- Вместе с ядром в яйцо попадают центриоли сперматозоида, которые обеспечивают образование веретена деления для первого дробления зиготы.

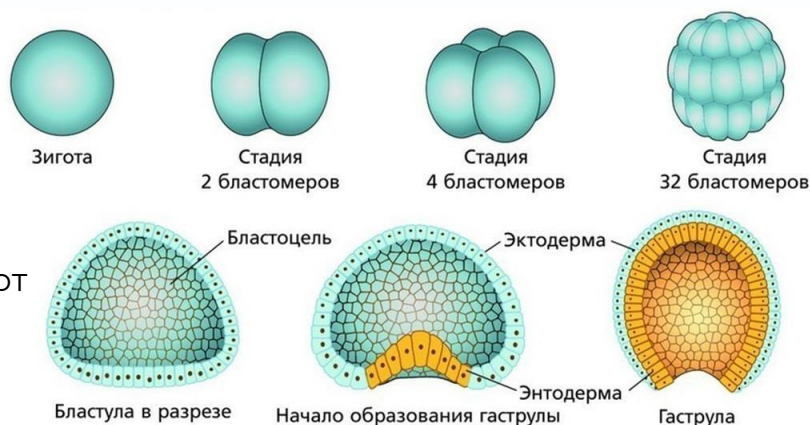
Эмбриогенез

Онтогенез – индивидуальное развитие организма от начала существования (оплодотворения) и до конца жизни.

Онтогенез	
Эмбриональное развитие	Постэмбриональное развитие
Зародышевое развитие организма от образования зиготы до рождения или выхода из яйцевых оболочек	Развитие организма с выхода из зародышевых оболочек до конца жизни особи.

Дробление

- Ряд последовательных митотических делений оплодотворенного или инициированного яйца без увеличения в размере.
- Получившиеся клетки называются бластомерами.
- Морула – зародыш, состоящий из скопления бластомеров без обособленной полости.

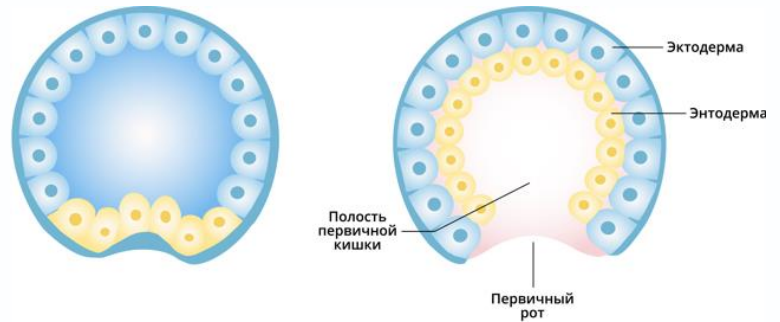


Бластуляция

- Смещение бластомеров к периферии, образование бластулы.
- Бластула – однослойный зародыш.
- Полость внутри бластулы называется бластоцель.

Гастрюляция

- Процесс перемещения эмбрионального материала с образованием двух зародышевых листков.
- Гастрюла – двухслойный зародыш.

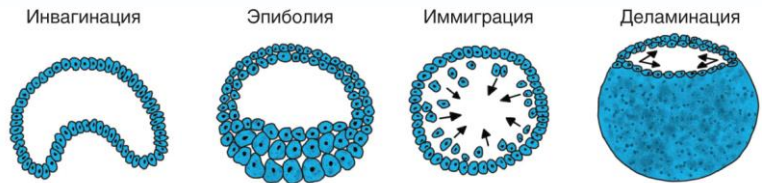


Гастрюляция может осуществляться разными способами и зависит от строения бластулы:

- впячивание (инвагинация);
- обрастание (эпиболия);
- проникновение клеток внутрь (иммиграция);
- расслоение (деламинация).

НАЧАЛО ОБРАЗОВАНИЯ ГАСТРУЛЫ

ГАСТРУЛА



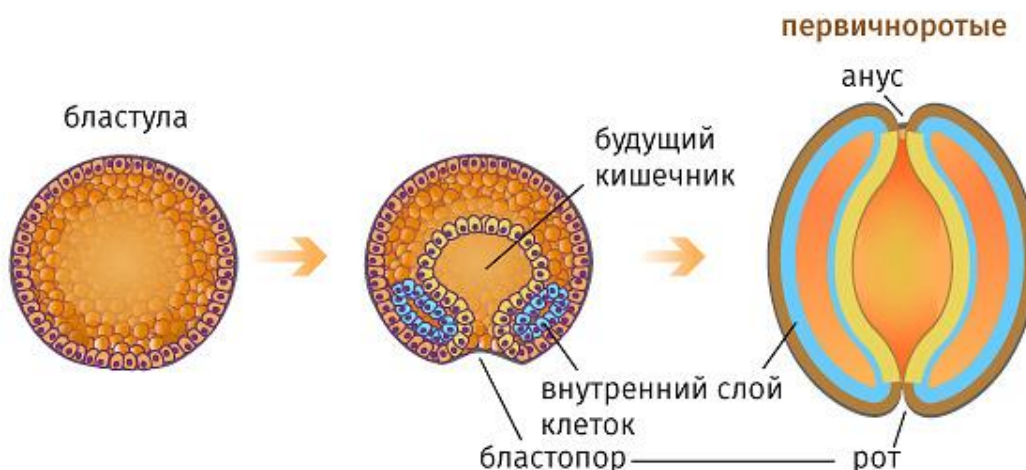
У ланцетника происходит инвагинация (впячивание).

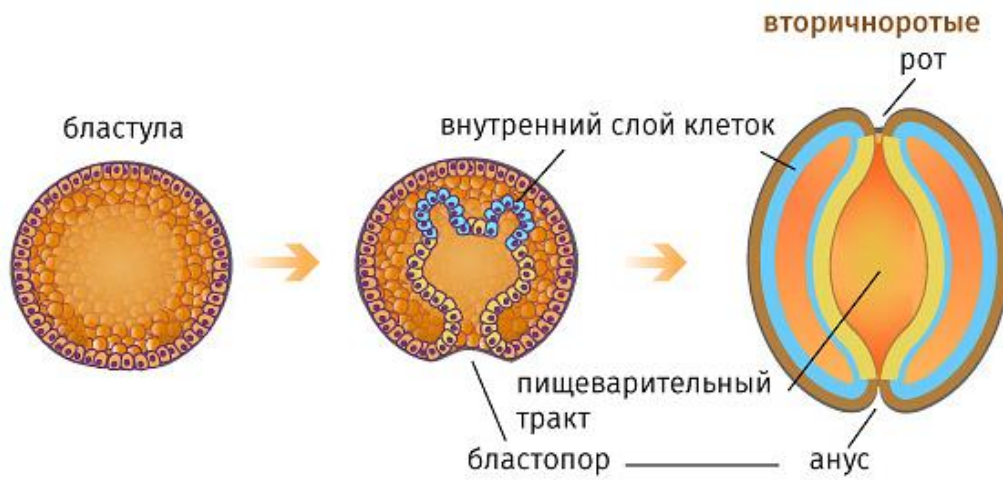
Внешний слой клеток – эктодерма. Внутренний слой — энтодерма.

Образовавшаяся внутри зародыша полость - гастроцель (первичная кишка).

Вход в гастроцель — бластопор (первичный рот).

Первичноротые	Вторичноротые
<ul style="list-style-type: none"> • На месте их первичного рта (бластопора) образуется рот или рот и анус (одновременно). • Представители: Моллюски, Членистоногие. Кольчатые, Круглые, Плоские черви, Кишечнополостные 	<ul style="list-style-type: none"> • На месте их первичного рта (бластопора) образуется анальное отверстие, а рот независимо образуется в передней части тела. • Представители: Хордовые, Иглокожие



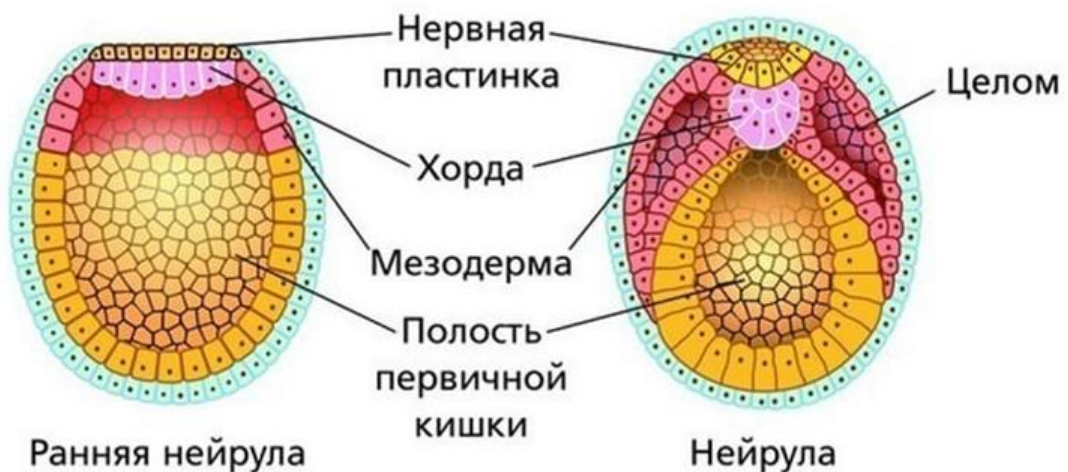


На стадии образования двух зародышевых листков заканчивается эмбриональное развитие кишечнополостных и губок, поэтому их называют двухслойными животными.

У остальных животных идет образование третьего зародышевого листка – мезодермы. Мезодерма формируется за счет миграции части клеток эктодермы и энтодермы.

Нейруляция

- Формирование нервной пластинки и ее замыкание в нервную трубку.
- В дальнейшем у позвоночных животных из нее формируется спинной и головной мозг.
- Одновременно с этим из мезодермы формируется хорда (осевой орган).
- Под хордой располагается кишечная трубка.
- Нейрула – трехслойный зародыш, состоящий из трех зародышевых листков: наружного (эктодермы), внутреннего (энтодермы) и среднего (мезодермы).



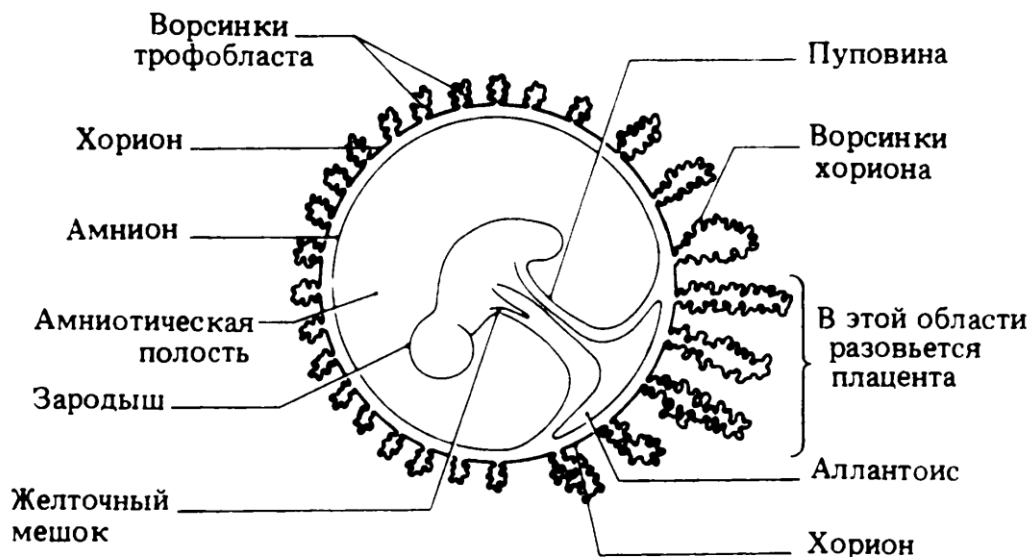
Гисто и органогенез – процесс формирования тканей и органов. Закладка органов начинается на стадии нейрулы.

Эктодерма	Мезодерма	Энтодерма
<ul style="list-style-type: none"> • Эпидермис кожи • Потовые и сальные железы • Зубная эмаль • Нервная система и рецепторы • Гипофиз, эпифиз • Волосы и ногти • Слизистые оболочки рта и прямой кишки 	<ul style="list-style-type: none"> • Соединительные ткани (кости, кровь, хрящи, дерма кожи, жировая ткань и т.д.) • Мышцы • Выделительная система • Половая система • Хорда • Надпочечники 	<ul style="list-style-type: none"> • Эпителий ЖКТ • Пищеварительные железы • Дыхательная система • Щитовидная железа • Паращитовидная железа • Плавательный пузырь

Зародышевые оболочки

1. Хорион – наружная зародышевая оболочка

- Участвует в формировании плотной части плаценты.
- Препятствует чрезмерной потере влаги амнионом.
- Выполняет функцию обмена между зародышем и окружающей средой (дыхании, питании, выделении продуктов распада) и синтезе гормонов.
- Ворсинки хориона – обмен веществами между зародышем и материнским организмом на ранних стадиях развития.



2. Амнион (амниотический пузырь) – тонкая зародышевая оболочка

- Покрывает зародыш.
- Клетки амниона выделяют амниотическую жидкость.

Функции амниона:

- Защитная
- Трофическая
- Дыхательная
- Препятствует проникновению инфекций.

Амниотическая жидкость поддерживает зародыша и защищает его от механического повреждения, является водной средой для развития зародыша, поддерживает водно-солевой гомеостаз.

3. Желточный мешок – вырост кишки, внутри которого находится запас желтка, используемый эмбрионом для питания.

У плацентарных млекопитающих не играет существенной роли, однако у рептилий, птиц, яйцекладущих, сумчатых он поглощает запасенные в желтке питательные вещества и переносит их в среднюю кишку зародыша. У человека является органом кроветворения до того момента, пока не началось кроветворение в печени.

4. Аллантаис – зародышевый орган, имеющий вид впячивания.

У млекопитающих рудиментарен, его остатки лежат в толще пуповины.

Функции: выделительная (все продукты обмена скапливаются и содержатся в нем до момента вылупления), дыхательная, трофическая.

Плацента – временный орган, есть у плацентарных животных.

Пуповина (пупочный канатик) – плотный тяж, образуется в аллантаисе, идет от плода к стенке матки.

Эмбриональная индукция

- Все клетки развиваются из одной исходной клетки – зиготы. Имеют одинаковый набор хромосом и генетическую информацию. Однако в разных зародышевых листах формируются различные органы и ткани.
- В зависимости от окружающих факторов может меняться активность (экспрессия) генов. В разных клетках функционируют разные наборы генов.

Дифференцировка клеток у разных организмов происходит на стадии 4-16 бластомеров. До дифференцировки из каждого бластомера может развиваться отдельный нормальный организм (полиэмбриония).

- У человека полиэмбриония возможна до 4 бластомеров, реже 6 (подтверждается рождением 4, редко 6 однояйцевых близнецов).
- У тритона до 16 бластомеров.
- У кролика до 4 бластомеров.

Далее бластомеры теряют свойство равнонаследственности и дифференцируются.

Регуляция деятельности хромосом происходит на молекулярном уровне за счет регуляторных белков. Из цитоплазмы в ядро поступают специфические вещества — гормоны, которые действуют на регуляторные белки и тем самым активизируют или подавляют активность соответствующих хромосом. В процессе развития специализация клеток является результатом взаимодействия ядра и цитоплазмы, а также действия факторов внешней среды.

Индукторы – вещества или группа клеток, стимулирующие развитие органов и тканей зародыша.

Эмбриональная индукция – это взаимодействие частей развивающегося зародыша, при котором один участок зародыша влияет на судьбу другого участка.

Образование комплекса осевых структур под действием спинной губы бластопора является самым крупномасштабным актом эмбриональной индукции за весь период зародышевого развития. На более поздних этапах в

различных частях зародыша реализуется целый каскад последовательных актов индукции (цепей индукции), приводящих к формированию различных органов и их структурных компонентов.

Влияние на эмбриональное развитие различных факторов среды

В развитии зародыша есть критические периоды, когда может произойти нарушение нормального развития:

- середина дробления;
- начало гастрюляции;
- формирование комплекса осевых органов.

На внутриутробное развитие плода человека оказывают влияние условия жизни матери.

- Ооциты 1 порядка закладываются в эмбриональном периоде и после наступления половой зрелости периодически образуют яйцеклетки на протяжении всего детородного возраста. Неблагоприятное воздействие (радиация, мутагенные вещества и другие) могут вызвать мутации и привести к аномальному развитию зародыша.
- Негативное воздействие на развитие зародыша оказывают: вирусные заболевания, применение некоторых медикаментов, наркотические вещества, алкоголь, ионизирующее излучение.

Постэмбриональное развитие

Периоды постэмбрионального развития:

1. Ювенильный – от рождения до полового созревания.
2. Пубертатный – период, в который происходит размножение.
3. Зрелость – период в который происходит размножение.
4. Старость – последний период, заканчивается смертью.

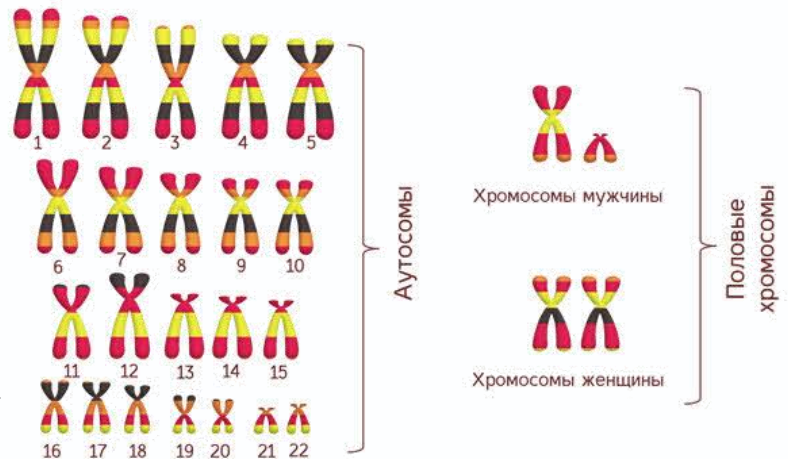
Постэмбриональное развитие	
Прямое	Непрямое
<ul style="list-style-type: none"> • Происходит без превращений (без метаморфозов), т.е. из зиготы/яйца — сразу во взрослый организм (имаго). • Молодая особь имеет сходство со взрослой особью. • 2 формы: неличиночная и внутриутробная. • Характерно для млекопитающих, пресмыкающихся, птиц и ракообразных.. 	<p>Происходит с превращением (с метаморфозом). Личинка не похожа на взрослую особь.</p> <p>Полный: яйцо — личинка — куколка — имаго (бабочки, жуки, перепончатокрылые, мухи, блохи) Неполный: яйцо — личинка — имаго (стрекозы, клопы, прямокрылые, вши, тараканы)</p>

Биологический смысл метаморфоза.

За счет разделения экологических ниш (личинки и взрослые особи живут в разной среде питаются разной пищей) снижается внутривидовая конкуренция, что способствует лучшему выживанию вида.

Кариотип человека

- 46 хромосом (диплоидный набор) или 23 пары.
- 22 пары аутосомы, 1 пара половых хромосом (XX у женщин и XY у мужчин).
- Построена идиограмма кариотипа человека. Согласно этой классификации хромосомы располагаются попарно в порядке убывания их величины. Аутосомы пронумерованы от 1 до 22, половые хромосомы не имеют номеров и обозначаются X и Y.



Для изучения исследуют клетки костного мозга или лейкоциты, т. к. их легче выделить из организма. В культуру клеток добавляют колхицин, который приостанавливает деление на стадии метафазы. На стадии метафазы хромосомы максимально спирализованы, лежат в одной плоскости, поэтому хорошо идентифицируются в световом микроскопе.

Международная программа «Геном человека»

Задачи программы:

- 1) Построить генетические карты хромосом, на которых были помечены гены, отстоящие друг от друга на расстоянии, не превышающем 2 млн оснований.
- 2) Составить физические карты хромосом.
- 3) Получить карту всего генома в виде охарактеризованных по отдельности фрагментов ДНК, входящих в состав генов.
- 4) Осуществить полное секвенирование ДНК, входящих в состав генов человека.
- 5) Нанести на полностью завершённую карту все гены человека.

- На кодирование белков используется около 1% генома.
- Есть участки генов, кодирующие РНК.
- Более 70% генома содержит «молчащую ДНК», которая не кодирует ни белки, ни РНК. Ее функции пока не выяснены.

Генеалогический метод

- Основан на построении и изучении родословных, отражающих проявление определенных признаков человека в ряду поколений.
- Можно установить, наследуется ли изучаемый признак, определить тип наследования и вероятность проявления признака в последующих поколениях.
- Эффективен при исследовании генных мутаций.

Тип наследования	Описание	Пример
Аутосомно - доминантный	<ul style="list-style-type: none"> • Проявляется в каждом поколении • Наследуется в равной степени у мужчин и женщин 	
Аутосомно - рецессивный	<ul style="list-style-type: none"> • Проявляется не в каждом поколении • Наследуется в равной степени у мужчин и женщин 	
Сцепленный с X – хромосомой доминантный	<ul style="list-style-type: none"> • Встречается в 2 раза чаще у женщин, чем у мужчин • Примеры: гипоплазия эмали зубов, наследственная форма рахита 	
Сцепленный с X – хромосомой рецессивный	<ul style="list-style-type: none"> • Преимущественно проявляется у мужчин • Передается мальчикам от матери. Сын никогда не наследует заболевание от отца • Примеры: гемофилия, дальтонизм 	
Сцепленный с Y хромосомой (голандрический)	<ul style="list-style-type: none"> • Встречается только у мужчин • Передается от отца ко всем сыновьям • Например: гипертрихоз 	

Близнецовый метод

- Сравнительное изучение фенотипа и генотипа близнецов.
- Используется для выявления влияния среды на развитие признаков.

Однояйцевые близнецы (монозиготные)	Разнояйцевые близнецы (гетерозиготные)
<ul style="list-style-type: none">• Развиваются из одной зиготы• На ранних стадиях дробления зигота дает начало двум или более эмбрионам• Монозиготные близнецы имеют одинаковый генотип (всегда одного пола, очень похожи, одинаковые отпечатки пальцев и т.д.)	<ul style="list-style-type: none">• В организме женщины созревают два или более яйцеклетки, которые оплодотворены разными сперматозоидами• Получаются разные зиготы• Каждая зигота дает начало новому организму• Гетерозиготные близнецы имеют разные генотипы

Цитогенетический метод

- Изучение хромосом под световым микроскопом.
- Выявление геномных и хромосомных мутаций.

Последовательность действий для получения кариотипа:

1. Помещение лейкоцитов в среду.
2. Культивирование клеток (митотические деления).
3. Остановка митоза на стадии метафазы колхицином.
4. Обработка гипотоническим раствором, изготовление препаратов, получение микрофотографий метафазных пластинок (кариотипов).
5. Составление кариограммы.

Биохимический метод

- Основан на взятии и исследовании биологических жидкостей (кровь, моча, лимфа, слюна, сперма и др.).
- Позволяет выявить наследственные заболевания, возникающие в результате генных мутаций и приводящие к нарушению обмена веществ (углеводного, липидного, белкового).
- Используется для диагностики генных болезней (фенилкетонурия, галактоземия и др.)
- Обнаруживается или сам аномальный белок, или аномальные продукты обмена.

Популяционно-статистический метод

- Основан на законе Харди-Вайнберга.
- Позволяет определить генетическую структуру популяции (частоту встречаемости нормальных и патологических генов, определить соотношение

гетерозигот – носителей патологических генов и людей с гомозиготными генотипами).

Условия действия закона:

- 1) Учитывается одна пара аутосомных генов, которые не снижают жизнеспособности.
- 2) В популяции существует панмиксия (свободное скрещивание).
- 3) Популяция многочисленна и все особи жизнеспособны.
- 4) В популяции не действуют эволюционные факторы.

Частоту доминантного гена A обычно обозначают буквой p , а частоту рецессивного гена a — буквой q .

- частота доминантных гомозигот $AA = p^2$,
- частота гетерозигот $Aa = 2pq$,
- частота рецессивных гомозигот $aa = q^2$

Если аллельных генов два, то сумма их частот равна единице (или 100 %):
 $p + q = 1$.

Сумма частот генотипов тоже равна единице (или 100 %): $p^2 + 2pq + q^2 = 1$.

Пример задачи:

В популяции гороха посевного (*Pisum sativum*) из 700 особей 112 растений имеют зеленую окраску семян. Рассчитайте частоты аллелей желтой и зеленой окраски семян, а также частоты всех возможных генотипов, если известно, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

Элементы ответа:

- 1) частота растений с зелеными семенами составляет $112/700 = 0,16$;
- 2) зеленую окраску семян имеют растения с генотипом aa , в равновесной популяции доля таких растений составляет q^2 ;
- 3) частота аллели q в популяции составляет $0,4$;
- 4) частота аллели p в популяции составляет $1 - q = 0,6$;
- 5) частота генотипа Aa (желтая окраска семян) в равновесной популяции равна $2pq = 0,48$;
- 6) частота генотипа AA (желтая окраска) в равновесной популяции равна $p^2 = 0,36$.

Полимеразная цепная реакция (ПЦР)

- Синтез большого количества копий фрагмента ДНК.
- Для ПЦР используется термостабильная ДНК-полимераза (выделена из термофильных бактерий), которая катализирует реакцию полимеризации ДНК.
- Используется для диагностики заболевания (наследственных и инфекционных), установления отцовства, клонирования генов.

Значение генетики для медицины

Медико-генетическое консультирование

- Консультирование семей с наследственными заболеваниями.
- Составление генеалогической карты семьи.
- Проведение биохимических и цитогенетических исследований.
- Выявление носителя аномального гена.
- Прогноз риска рождения ребенка с наследственным заболеванием.
- Дородовая диагностика, позволяющая выявить ряд заболеваний генной и хромосомной природы.

Дородовая диагностика

Неинвазивные методы	Инвазивные методы
<ul style="list-style-type: none">• УЗИ• Скрининг материнских сывороточных факторов. Помогают оценить риск (не дают точного диагноза) наследственных заболеваний	<ul style="list-style-type: none">• Хориоцентез – забор клеток ворсинок хориона (клетки плода).• Амниоцентез – забор околоплодной жидкости. В амниотической жидкости присутствуют клетки плода.• Кордоцентез – забор крови из пуповины. В пуповине кровь плода.

Неонатальный скрининг

С целью ранней диагностики и своевременного лечения проводится массовый неонатальный скрининг (3-4 день после рождения) всех новорожденных детей на 5 генных заболеваний: фенилкетонурия, галактоземия, муковисцидоз, адреногенитальный синдром, врожденный гипотериоз.

Наследственные заболевания человека

Генные заболевания	
Дальтонизм	потеря возможности частично различать цвета. Тип наследования: сцепление с X-хромосомой, рецессивный.
Гемофилия	нарушение свертываемости крови. Тип наследования: сцепление с X-хромосомой, рецессивный
Синдром Марфана	Изменение скелета. Тип наследования: аутосомно - доминантный.
Фенилкетонурия	нарушение аминокислотного обмена. Фенилаланин превращается в фенилпировиноградную кислоту, которая токсически действует на нервную систему. Слабоумие. Тип наследования: аутосомно-рецессивный.

Галактоземия	нарушение обмена лактозы. Слабоумие. Тип наследования: аутосомно-рецессивный.
Серповидно-клеточная анемия	замена аминокислоты ГЛУ на аминокислоту ВАЛ, деформация эритроцитов. Тип наследования: аутосомно-рецессивный
Хромосомные болезни	
Синдром Клайнфельтера	XXY, XXXY (лишняя половая хромосома). Геномная мутация.
Синдром Шершевского-Тернера	XO (отсутствие половой хромосомы). Геномная мутация.
Полисомии по X-хромосоме	Наиболее часто – трисомия X. (XXX, XXXX, XXXXX). Геномная мутация.
Синдром Дауна	Трисомия по 21-й хромосоме. Геномная мутация
Синдром Эдвардса	Трисомия по 18-й хромосоме. Геномная мутация
Синдром Патау	Трисомия по 13-й хромосоме. Геномная мутация
Синдром кошачьего крика	Делеция короткого плеча 5-й хромосомы. Хромосомная мутация.
Синдром Прадера - Вилли	Делеция в длинном плече 15-й хромосомы. Хромосомная мутация.
Болезни с наследственной предрасположенностью	
<p><i>Причина:</i> изменение нескольких генов (полигенные) и воздействие определенных факторов внешней среды.</p> <ul style="list-style-type: none"> • По наследству передается только предрасположенность к заболеванию. • Заболевание может и не развиваться у потомков. • Заболевания наследуются не по законам Менделя, могут клинически по-разному проявиться у разных людей. • Характерна высокая частота встречаемости. • Наследование и степень проявления зависит от степени выраженности у родителей, т.к. тяжесть обусловлена дефектом нескольких генов. • На развитие заболевания влияют факторы внешней среды. <p>Примеры: ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет, мигрень, эпилепсия, ревматизм и др.</p>	
Врожденные заболевания	
<ul style="list-style-type: none"> • Могут связаны с нарушением генетического материала (наследственные). • Могут быть связаны с нарушением эмбрионального развития, вызванное внешними воздействиями (перенесение беременной женщиной вирусного заболевания, радиоактивное излучение, прием беременной женщиной токсических веществ и др.). 	

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЧИВОСТИ

Изменчивость – это способность организма изменять свои признаки, результат взаимодействия генотипа со средой.

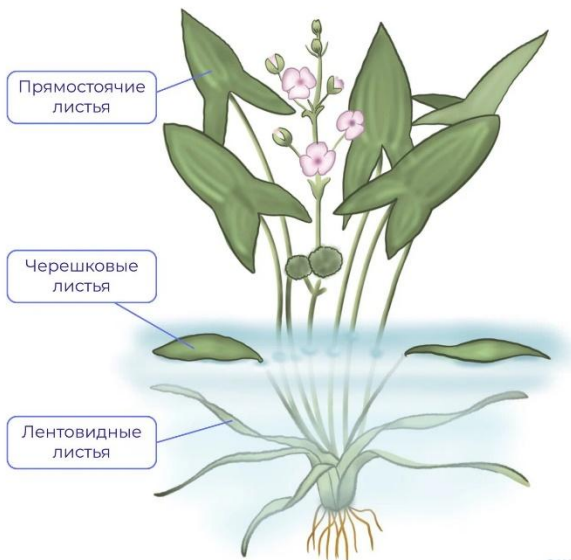
Ненаследственная	Наследственная	
= Фенотипическая = Модификационная	= Генотипическая = Неопределённая	
<ul style="list-style-type: none"> • Затрагивает фенотип • Групповой характер • Формируются в онтогенезе • Зависят от условий среды • Изменения адекватны условиям среды • Изменения в пределах нормы реакции • Изменения носят постепенный характер 	<ul style="list-style-type: none"> • Затрагивает генотип • Индивидуальный характер • Случайный (скачкообразный) характер • Изменения неадекватны условиям среды 	
Пример: изменение цвета кожи под воздействием ультрафиолетовых лучей (загар)	Комбинативная	Мутационная
	Сочетание родительских генов в новых комбинациях	За счет возникновения мутаций
	Пример: рождение ребенка с голубыми глазами у кареглазых родителей	Пример: в ходе мутации окраски глаз у дрозофил привела к образованию белоглазых мух

Ненаследственная изменчивость

Вариационный ряд – это ряд изменчивости признака, который образован отдельными значениями, расположенных в порядке увеличения или уменьшения выраженности признака.

Норма реакции – степень изменчивости признака, который ограничен генотипом.

Широкая норма реакции	Узкая норма реакции
<ul style="list-style-type: none"> • Широкий диапазон • Не жизненно важные • Примеры: надой молока у коров, вес и др. 	<ul style="list-style-type: none"> • Узкий диапазон • Жизненно важные • Примеры: размер глаза, сердца и др.



Листья стрелолиста в зависимости от среды, в которой они развиваются, имеют разную морфологию.



В зависимости от температуры меняется цвет шерсти у горностаевого кролика:

- Повышенная температура (кролик белый)
- Выступающие части темные, т.к. там пониженная температура.
- К спине кролика привязывают пузырь со льдом.
- На месте пузыря со льдом окраска шерсти приобретает темный цвет.

Наследственная изменчивость

Комбинативная изменчивость — появление новых сочетаний признаков вследствие комбинаций родительских генов.

Причины комбинативной изменчивости:

1. Кроссинговер во время профазы мейоза I: гомологичные хромосомы, из которых одна всегда отцовская, а другая — материнская, обмениваются своими плечами.
2. Расхождение хромосом в анафазе мейозе I.
3. Случайное сочетание гамет при оплодотворении и новое взаимодействие генов. Сила сцепления между двумя генами обратно пропорциональна расстоянию между ними.

Мутационная изменчивость — это наследственные изменения генотипа, происходящие за счет мутаций.

Мутации - внезапные (случайные) скачкообразные изменения наследственного материала.

Признаки мутационной изменчивости:

- Устойчивость — мутации не исчезают в течение жизни особи.
- Индивидуальный характер — мутационные изменения проявляются только у отдельных особей.
- Мутации ненаправленные — один и тот же фактор может стать стимулятором для появления различных мутационных изменений.
- Мутации неопределенны — нельзя предсказать какая мутация проявится, если воздействовать на организм тем или иным фактором.
- Мутации возникают постоянно, в течение всей жизни.
- Мутации могут повториться.

Мутагены — это факторы, вызывающие мутации.

Виды мутагенов:

- Физические мутагены (высокая температура, УФ-излучение, рентгеновские лучи, гамма-излучение, космическое излучение).
- Химические мутагены (алкалоиды, соли тяжелых металлов, азотистая кислота, пестициды, пищевые красители, консерванты и лекарства).
- Биологические мутагены (вирусы, белки).

Виды мутаций

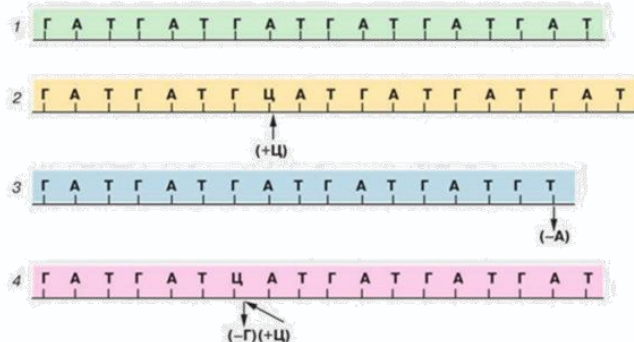
Мутации по локализации в клетке			
Ядерные		Цитоплазматические	
Аномалии в хромосомном аппарате ядра		Нарушение ДНК в митохондриях и хлоропластах	
Мутации по типу клеток			
Половые (генеративные)		Соматические	
<ul style="list-style-type: none">• возникают в половых клетках• передаются по наследству при половом размножении• Например: альбинизм, гемофилия		<ul style="list-style-type: none">• происходят в соматических клетках• могут передаваться только при бесполом размножении• например: аутоиммунные заболевания, опухоли, белая прядь волос у человека	
Мутации по способу возникновения			
Спонтанные		Индукцированные	
Происходят в природе произвольно		Возникают при воздействии на организм мутагенов	
Мутации по значению для организма			
Летальные	Вредные	Нейтральные	Полезные
Приводят к гибели организма	Снижают жизнеспособность мутантов	Не оказывают влияние на жизнеспособность	Повышают устойчивость организма к условиям среды

Генные мутации

Генные мутации – это результат изменения нуклеотидной последовательности в молекуле ДНК в пределах одного гена.

Этапы образования генной мутации:

1. В гене произошла точечная мутация.
2. Изменяется нуклеотидная последовательность иРНК.
3. Изменяется последовательность аминокислот.
4. Синтезируется другой белок.
5. Изменяется признак в организме.



Генные мутации: 1 – нормальный ген, 2 – инсерция, 3 – делеция, 4 – инверсия

Название типа генных мутаций	Описание
Инсерция	вставка одного или нескольких нуклеотидов
Делеция	выпадение одного или нескольких нуклеотидов
Инверсия	поворот на 180° участка гена
Дупликация	удвоение участка гена

Хромосомные мутации

Хромосомные мутации – это изменения структуры хромосом.

Название типа хромосомных мутаций	Описание
Делеция	потеря участка хромосомы в результате отрыва её части, при этом сохраняется её центромера, но теряется часть генов
Дупликация	удвоение генов в определённом участке хромосомы
Инверсия	поворот участка хромосомы на 180°, при этом меняется последовательность сцепления генов
Транслокация	обмен участками между нехомологичными хромосомами, результатом является изменение группы сцепления генов

Геномные мутации

Геномные мутации – это изменения числа хромосом

Название типа геномных мутаций	Описание
Полиплоидия	увеличение числа хромосом, кратное гаплоидному набору
Анеуплоидия	увеличение или уменьшение диплоидного набора хромосом на одну, реже на две хромосомы

Они являются результатом нарушения веретена деления, которое приводит к нерасхождению хромосом в мейозе

Мутационная теория

1. Мутации внезапны как дискретные изменения признаков.
2. Новые формы устойчивы.
3. В отличие от ненаследственных изменений, мутации не образуют непрерывных рядов, не группируются вокруг какого-либо среднего типа. Они являются собой качественные скачки изменений.
4. Мутации проявляются по-разному и могут быть полезными, вредными, летальными и нейтральными.
5. Вероятность обнаружения мутаций зависит от числа исследуемых особей.
6. Сходные мутации могут возникать неоднократно.

Частота мутаций зависит от:

- Воздействия мутагенов – факторов среды, которые существенно повышают частоту мутаций (рентгеновские лучи, радиоактивное излучение, химические вещества, такие как иприт, формальдегид, колхицин и др.)
- Продолжительность жизненного цикла. Чем короче жизненный цикл, тем выше частота мутаций.

Мутации чаще всего рецессивные и не проявляются в гетерозиготном состоянии. При коротком жизненном цикле рецессивные мутации проявляются чаще.

Закон гомологичных рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова:

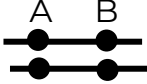
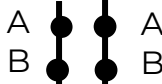
- Виды и роды, близкие генетически, связанные единством происхождения, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости.
- Зная, какие формы изменчивости встречаются у одного вида, можно предвидеть нахождение сходных форм у родственных ему видов.
- Чем ближе генетически в общей системе расположены роды и виды, тем полнее тождество в рядах изменчивости.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

Основные генетические понятия и символы

Понятие	Определение
Наследственность	Способность организмов сохранять и передавать свою генетическую информацию, признаки и особенности развития потомству
Изменчивость	Способность организма меняться в процессе онтогенеза под действием факторов среды
Ген	Участок молекулы ДНК, кодирующий белок
Локус	Местоположение определенного гена на хромосоме
Аллельные гены (аллели)	Парные гены, расположенные в одних и тех же локусах гомологичных хромосом и определяющие проявление одного признака.
Генотип	Совокупность всех генов организма
Фенотип	Совокупность всех признаков, которые проявляются у организма
Геном	Совокупность всех генов клетки характерных для гаплоидного (одинарного) набора хромосом особей одного вида
Доминантный признак	Преобладающий признак, который определяется доминантным геном. Доминантный ген записывается заглавными буквами латинского алфавита: А, В, С и т. д.
Рецессивный признак	Подавляемый признак, который определяется рецессивным геном. Рецессивный ген записывается строчными буквами латинского алфавита: а, b, с и т.д. И как вы можете наблюдать на схеме, проявляется только в гомозиготном состоянии аа
Гомозигота	Организм, имеющий одинаковые аллели одного гена в гомологичных хромосомах (АА, аа), т.е. аллели отвечающие за проявление одного и того же признака
Гетерозигота	Организм, имеющий разные аллели одного гена в гомологичных хромосомах (Аа)
Гибриды	Организмы, получившиеся в результате скрещивания
Чистая линия	Гомозиготный организм

Обозначения и схемы, используемые в генетике для записей схем скрещивания	
Родительские особи	P
Особи первого поколения	F ₁
Особи второго поколения	F ₂
Гаметы	G
Доминантные аллели	A, B, C, D и т.д.
Рецессивные аллели	a, b, c, d и т.д.
Аллели, сцепленные с X хромосомой	X ^{ab} , X ^{AB} , X ^{Ab} и т.д.
Аллели, сцепленные с Y хромосомой	Y ^A , Y ^a

Сцепленные гены	 
Особь мужского пола	♂
Особь женского пола	♀

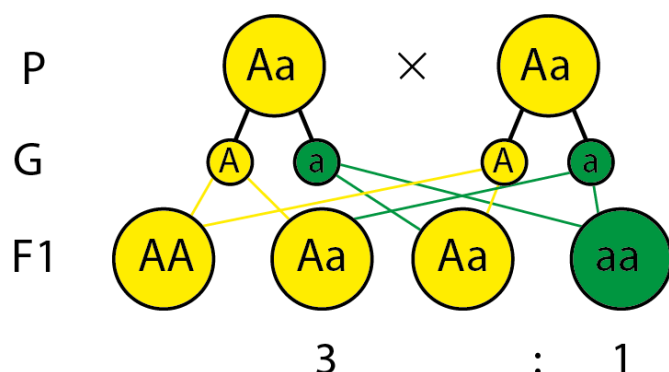
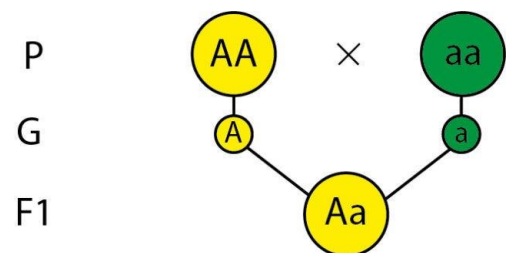
Моногибридное скрещивание

Моногибридное скрещивание – это скрещивание чистых линий, различающихся одним изучаемым признаком, за который отвечают аллели одного гена.

Особенности работы Менделя:

- Объект исследования – горох посевной.
- Горох – самоопыляющееся растение, то есть на протяжении многих поколений скрещивалось само с собой. Таким образом получают чистые линии.
- В исходные скрещивания брал чистые линии (гомозиготные организмы).
- Скрещивал сорта гороха, которые отличались по альтернативным признакам.
- Использовал гибридологический метод. Проводил анализ генотипа и фенотипа.
- При анализе исследования всегда обращал внимание на каждый признак отдельно.
- Работал с большими (репрезентативными) выборками. Проводил точный количественный учет проявления признаков.

Закон единообразия первого поколения или первый закон Менделя: при скрещивании двух гомозиготных особей, отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных признаков, все гибриды первого поколения будут одинаковы по фенотипу с одним из родителей.



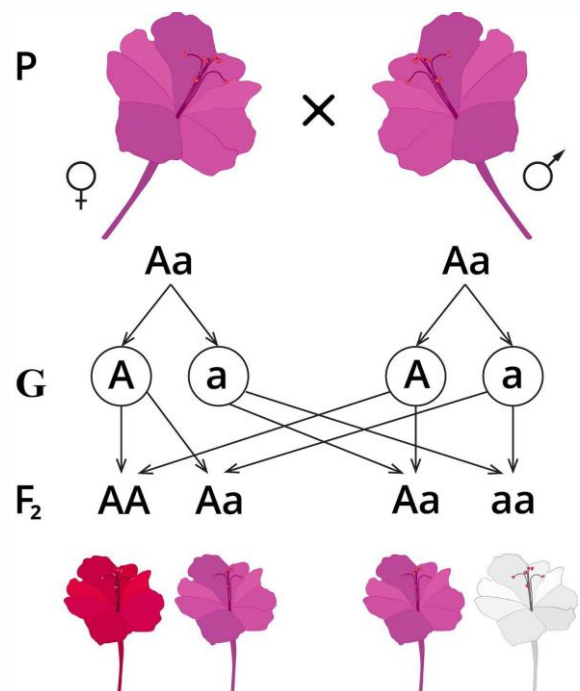
Закон расщепления (второй закон Менделя): при скрещивании двух гетерозиготных особей (гибридов первого поколения) во втором поколении наблюдается расщепление признаков по фенотипу в соотношении 3 : 1, по генотипу 1 : 2 : 1

Закон частоты гамет: в каждую гамету попадет только один аллель из пары аллелей данного гена родительской особи.

Взаимодействие аллельных генов		
Полное доминирование	Неполное доминирование	Множественный аллелизм
<ul style="list-style-type: none"> Доминантный аллель полностью подавляет рецессивный Пример: желтые и зеленые семена гороха 	<ul style="list-style-type: none"> Доминантный аллель не полностью подавляет рецессивный Гетерозиготы имеют промежуточный признак Пример: белые, розовые и красные цветы ночной красавицы 	<ul style="list-style-type: none"> Множественный аллелизм – явление, когда один признак контролируется тремя и более аллелями Кодоминирование. При проявлении в гетерозиготном состоянии двух доминантных аллелей, проявляются два признака Пример: группы крови человека

Неполное доминирование

- При неполном доминировании гетерозиготы проявляют промежуточный признак, поэтому какой аллель обозначить доминантным, а какой рецессивным, по большому счету условность.
- При скрещивании чистых линий в потомстве первого поколения наблюдаем единообразие, все потомки имеют промежуточный признак.
- При скрещивании потомков первого поколения в потомстве второго поколения наблюдается расщепление и по генотипу, и по фенотипу 1:2:1.



Множественный аллелизм

Множественный аллелизм – явление, когда один признак контролируется тремя или более аллелями. При этом у любого организма, соматические клетки которого содержат диплоидный набор хромосом, имеется не более двух аллелей каждого гена

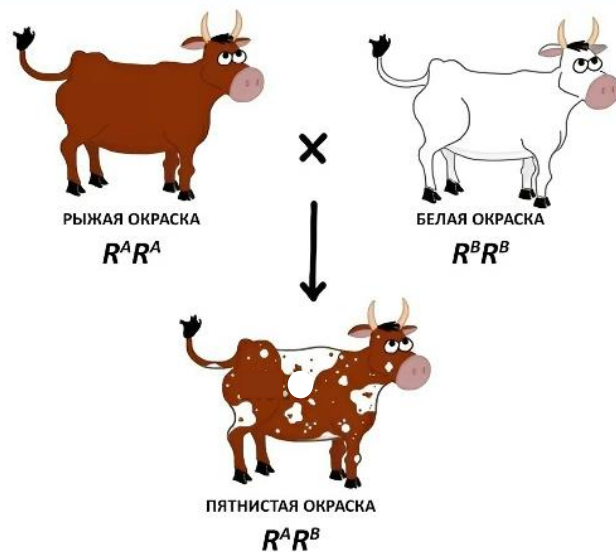
Множественные аллели нередко образуют серии, в которой каждый предыдущий аллель доминантен по отношению к последующим.



Так, ген, определяющий цвет шерсти кролика, представлен несколькими аллельными формами. При этом аллель C , обуславливающий черную окраску, доминирует над аллелями шиншилловой (cch), гималайской (ch) и белой (ca) окраски. Ген, контролирующий шиншилловую окраску, доминирует над генами, определяющими гималайскую и белую. И наконец, аллель ch доминантен по отношению к аллелю ca . Это можно выразить в виде: $C > cch > ch > ca$

Кодоминирование

Кодоминирование – один из видов множественного аллелизма. В случае кодоминирования у гетерозиготных особей полностью проявляются оба аллельных гена. Примером является наследование групп крови АВО у человека. Группы крови 0, А, В и АВ определяются геном I . Известны три разновидности этого гена: I^A , I^B , i^0 . Аллельные гены I^A и I^B полностью доминируют над i^0 , а между собой взаимодействуют по типу кодоминирования.

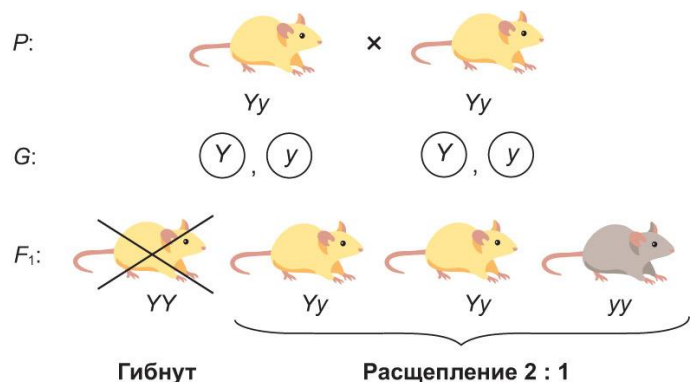


Летальное действие генов

У ряда организмов обнаружены гены, которые в гомозиготном состоянии вызывают нарушения индивидуального развития, приводящие к гибели особей на ранних этапах онтогенеза (чаще всего в эмбриональном периоде). Такие гены называются **летальными**.

Пример

У мышей летальным действием обладает доминантный ген Y , определяющий желтый цвет шерсти. Рецессивный ген y обуславливает серую окраску. Гомозиготные эмбрионы с генотипом YY погибают еще до рождения, а гетерозиготные мышата Yy являются жизнеспособными и имеют желтую шерсть.



Плейотропное (множественное) действие генов

Плейотропное действие – это явление, когда один ген контролирует несколько признаков.

Плейотропия объясняется тем, что один и тот же белок — продукт такого гена — может входить в состав разных тканей и (или) участвовать в различных биохимических процессах.

Примеры:

- У человека рецессивный ген, обуславливающий рыжий цвет волос, также определяет появление веснушек и окраску кожи, более светлую, чем у других людей.
- Доминантный ген, вызывающий развитие аномально длинных пальцев кистей и стоп («паучьих пальцев»), обуславливает дефект хрусталика глаза, пороки сердца и некоторые другие признаки.

Типы скрещиваний

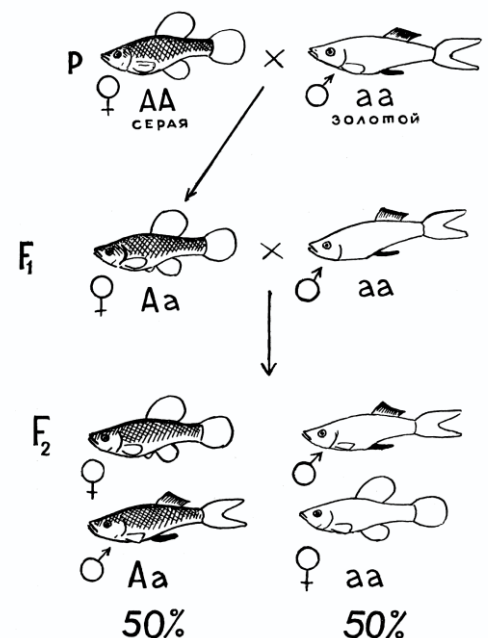
Анализирующее скрещивание – это скрещивание особи с доминантным признаком, но неизвестным генотипом, с рецессивной гомозиготой (aa). По результату скрещивания определяется генотип особи с доминантным признаком.

Если потомство окажется фенотипически однородным, значит исходная особь была доминантной гомозиготой (AA)	Если в потомстве будет расщепление 1:1, то исходная особь гетерозигота (Aa)
P: AA x aa G: A a F: Aa <i>Единообразие гибридов</i>	P: Aa x aa G: A a a F: Aa aa <i>Расщепление 1:1</i>

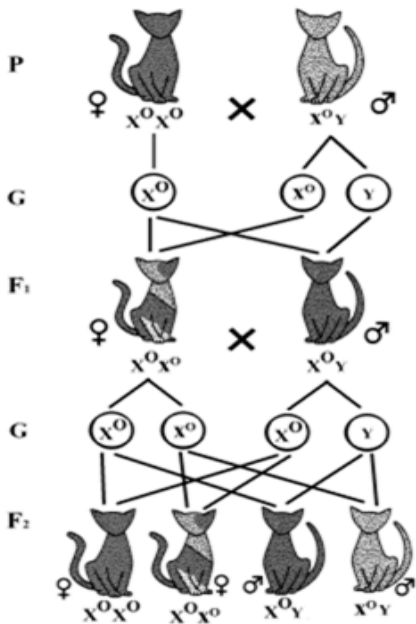
Возвратное скрещивание – это скрещивание гибрида с одной из родительских особей. Проводится для усиления желаемых свойств в гибридном потомстве.

Реципрокное (крисс-кросс) скрещивание – это два скрещивания, которые характеризуются взаимно противоположным сочетанием анализируемого признака и пола.

Если в одном скрещивании у животных самка имела доминантный признак, а самец — рецессивный, то во втором скрещивании, реципрокном первому, самка должна иметь рецессивный признак, а самец — доминантный. Применяется, чтобы определить роль пола в наследовании признака



Возвратное скрещивание



(сцеплен ли ген с половой хромосомой или локализован в аутосомах), для определения, от кого из родителей передаются цитоплазматические наследственные факторы.



Реципрокное скрещивание

Моногибридное скрещивание	
Явление, наблюдаемое в потомстве	Информация о родительских особях и особенностях взаимодействия генов
Единообразие гибридов по доминантному признаку	Родители – гомозиготы, полное доминирование
Единообразие гибридов по промежуточному признаку	Родители – гомозиготы, неполное доминирование
Расщепление 3 : 1	Родители – гетерозиготы, полное доминирование
Расщепление 1 : 2 : 1	Родители – гетерозиготы, неполное доминирование
Расщепление 2 : 1	Родители - гетерозиготы, доминантный ген обладает летальным действием
Расщепление 1 : 1	Один из родителей гетерозиготен, другой гомозиготен

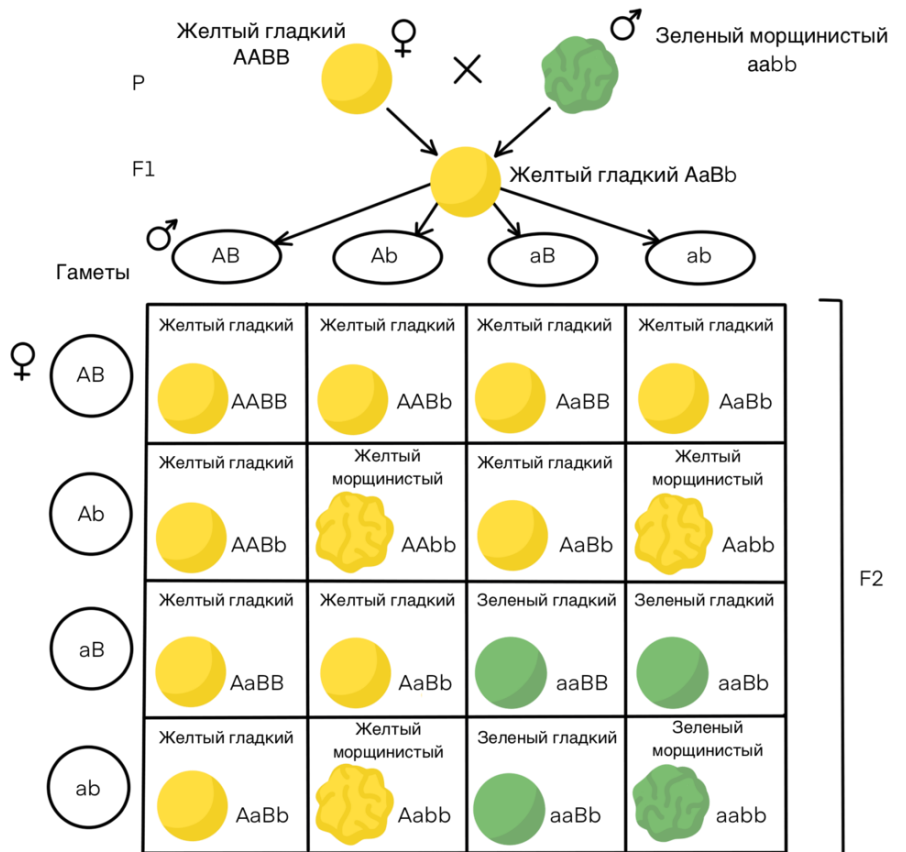
Дигибридное скрещивание

Дигибридное скрещивание – это скрещивание особей, различающихся по двум альтернативным признакам.

Закон независимого наследования признаков (третий закон Менделя). При скрещивании гибридов первого поколения, различающихся двумя парами признаков, локализованных в разных хромосомах, во втором поколении наследование каждой пары признаков идет независимо друг от друга. В результате образуется 4 фенотипические группы в соотношении 9 : 3 : 3 : 1, т.е. появляются группы с новыми сочетаниями признаков.

Цитологические основы дигибридного скрещивания.

- Гены, контролирующие разные пары признаков (т. е. неальтернативные признаки), называются неаллельными.
- Неаллельные гены располагаются в разных парах хромосом или в разных участках (локусах) гомологичных хромосом.
- В случае независимого наследования гены локализованы в негомологичных хромосомах, т. е. в разных парах.



Родительские особи имеют генотипы AABB и aabb, образуют по одному типу гамет: у одного – AB, у другого – ab. Потомки первого поколения AaBb единообразны.

Дигомозигота – организм гомозиготный по двум парам генов.

Дигетерозигота – организм гетерозиготный по двум парам генов.

Дигетерозигота AaBb образует 4 ($2^2=4$) типа гамет: AB, Ab, aB, ab в **равном соотношении**.

В основе независимого наследования лежит:

1. Случайное расхождение гомологичных хромосом в анафазе I мейоза, которое приводит к образованию гамет с различными комбинациями генов.
2. Случайное слияние гамет при оплодотворении, что обуславливает формирование разных типов зигот.

Взаимодействие неаллельных генов

Комплементарность

Доминантные гены разных аллелей совместно обуславливают появление нового признака, не определявшегося ни одним из этих генов по отдельности.

Пример.

Встречаются 3 формы плодов у тыквы. Доминантные аллели А и В совместно приводят к появлению плодов дисковидной формы, а по отдельности – сферической. В то же время рецессивные аллели этих генов обуславливают удлиненную форму плодов.

A₁B₁ - дисковидная
 A₁b₁ и a₁B₁ - округлая
 a₁b₁ – удлиненная

Во втором гибридном поколении происходит расщепление в соотношении:
 9 дисковидная (A₁B₁) : 6 округлая (A₁b₁ и a₁B₁) : 1 удлиненная (a₁b₁).



	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB (дисковидная)	AABb (дисковидная)	AaBB (дисковидная)	AaBb (дисковидная)
Ab	AABb (дисковидная)	AAbb (округлая)	AaBb (дисковидная)	Aabb (округлая)
aB	AaBB (дисковидная)	AaBb (дисковидная)	aaBB (округлая)	aaBb (округлая)
ab	AaBb (дисковидная)	Aabb (округлая)	aaBb (округлая)	Aabb (удлиненная)

Эпистаз

Тип взаимодействия, при котором ген одной аллели подавляет проявление генов другой аллельной пары. Такие гены, блокирующие фенотипическое проявление других неаллельных генов, называются эпистатическими, **генами-ингибиторами или супрессорами**.

Подавляемые гены, в свою очередь, получили название гипостатических. В зависимости от того, доминантным или рецессивным является ген-ингибитор, различают доминантный и рецессивный эпистаз.

Доминантный эпистаз.

Пример:

С – окрашенные (наличие пигмента)
 с – отсутствие пигмента
 I – подавление окраски (эпистатор)
 i – не подавляет окраску

Во втором гибридном поколении происходит расщепление в соотношении: 13 неокрашенные (белые) : 3 окрашенные.

P ♀ Ccli X ♂ Ccli

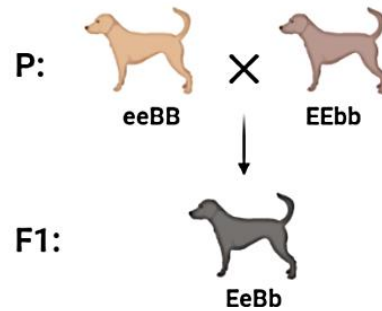
G ♂ (CI) (Ci) (cl) (ci)

F₂

♀ (CI)	CCII	CCli	CcII	Ccli
♀ (Ci)	CCli	CCii	Ccli	Ccii
♀ (cl)	CcII	Ccli	ccII	ccli
♀ (ci)	Ccli	Ccii	ccli	ccii

Рецессивный эпистаз.

Пример.



Соотношение классов расщепления



Черный
9/16



Коричневый
3/16



Рыжий
4/16

F₂:

	EB	Eb	eB	eb
EB	EEBB	EEBb	EeBB	EeBb
Eb	EEBb	EEbb	EeBb	Eebb
eB	EeBB	EeBb	eeBB	eeBb
eb	EeBb	Eebb	eeBb	eebb

Полимерия

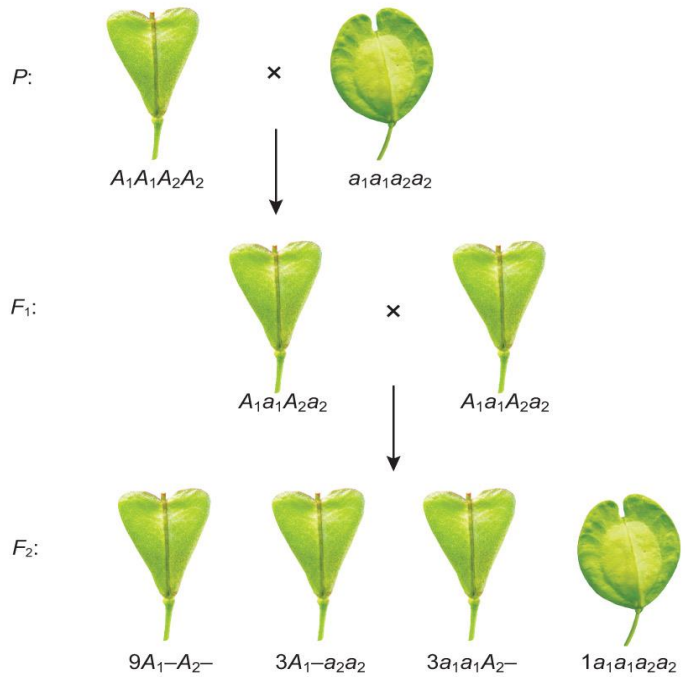
Тип взаимодействия, при котором гены двух или более аллелей проявляются сходным образом, определяя развитие одного и того же признака. В случае полимерии неаллельные гены, контролирующие тот или иной признак (полимерные гены).

Некумулятивная полимерия.

Доминантный признак проявляется в полной мере при наличии в генотипе хотя бы одного доминантного гена. То есть количество доминантных признаков не влияет на степень выраженности признака.

Пример.

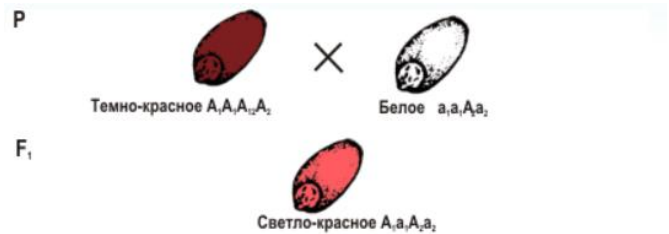
У пастушьей сумки форма плодов определяется двумя парами полимерных генов. При этом рецессивный признак — овальные плоды проявляется только у растений, имеющих генотип $a_1a_1a_2a_2$. Если в генотипе присутствует хотя бы один доминантный ген (неважно какой именно — A_1 или A_2), растение обладает доминантным признаком — плодами треугольной формы.



Кумулятивная полимерия.

Степень выраженности доминантного признака определяется количеством доминантных генов в генотипе.

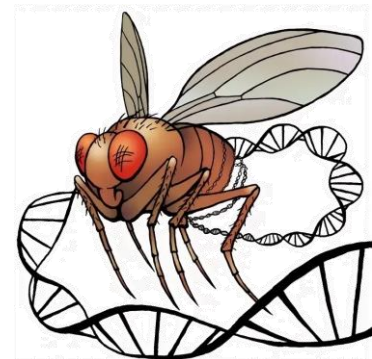
Наследование многих количественных признаков: рост человека, цвет кожи человека (т. е. количество меланина), яйценоскость кур, молочность коров, содержание сахарозы в корнеплодах сахарной свеклы, окраска зерен пшеницы и др.



Гаметы ♂	A_1A_2	A_1a_2	a_1A_2	a_1a_2
F ₁ ♀ A_1A_2	Темно-красное $A_1A_1A_2A_2$	Красное $A_1A_1A_2a_2$	Красное $A_1a_1A_2A_2$	Светло-красное $A_1a_1A_2a_2$
A_1a_2	Красное $A_1A_1A_2a_2$	Светло-красное $A_1A_1a_2a_2$	Светло-красное $A_1a_1A_2a_2$	Бледно-красное $A_1a_1a_2a_2$
a_1A_2	Красное $A_1a_1A_2A_2$	Светло-красное $A_1a_1A_2a_2$	Светло-красное $a_1a_1A_2A_2$	Бледно-красное $a_1a_1A_2a_2$
a_1a_2	Светло-красное $A_1a_1A_2a_2$	Бледно-красное $A_1a_1a_2a_2$	Бледно-красное $a_1a_1A_2a_2$	Белое $a_1a_1a_2a_2$



Сцепленное наследование генов



Хромосомная теория Т. Моргана

Сцепленное наследование - это наследование разных признаков, гены которых расположены в одной хромосоме.

Т.Морган изучал механизмы сцепленного наследования на плодовой мушке дрозофиле.

Дрозофила была удачным объектом исследования, т.к.:

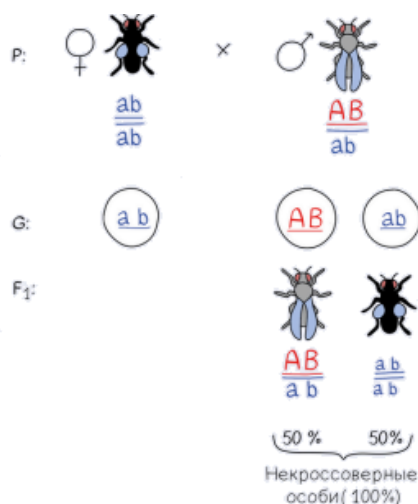
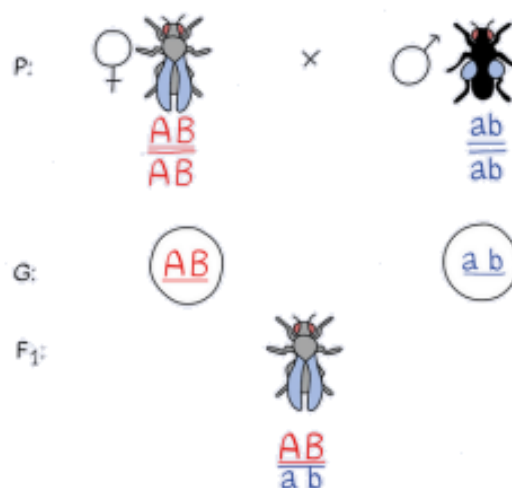
- Часто дает многочисленное потомство.
- Половой диморфизм (самки отличаются от самцов).
- Мало хромосом (диплоидный набор - 8 хромосом).
- Признаки легко различимые.
- Размножается на дешевых питательных средах.
- У самок происходит кроссинговер при образовании гамет (неполное сцепление), а у самцов нет (полное сцепление).

Работы Т. Моргана

Для скрещивания взял 2 чистые линии дрозофил, имеющих серое тело и нормальные (длинные) крылья, скрестили с чистой линией, особи которой имели черное тело и зачаточные крылья.

Полученные гибриды первого поколения в соответствии с первым законом Менделя были единообразными — серыми с нормально развитыми крыльями.

Следовательно, у дрозофилы серое тело (A) полностью доминирует над черным (a), а нормальные крылья (B) — над зачаточными (b). Все гибриды первого поколения — дигетерозиготы

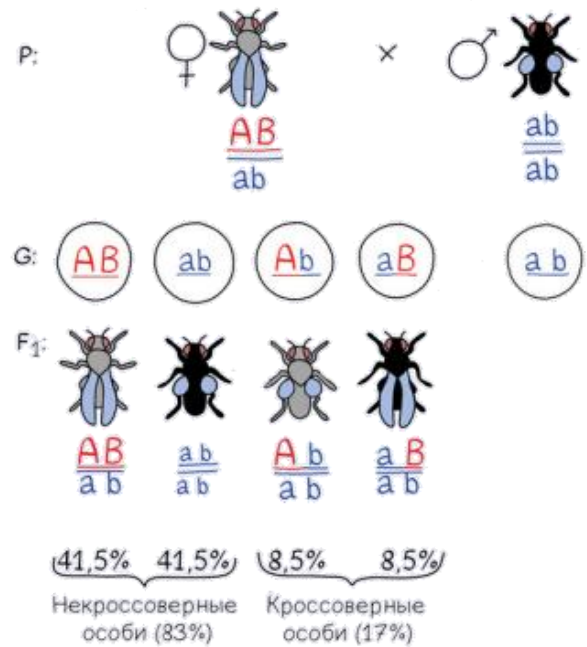


Далее Т. Морган провел анализирующее скрещивание с полученным в первом скрещивании самцом. В потомстве дигетерозиготного самца наблюдалось лишь два фенотипических класса. Половину потомков (50%) составляли особи с серым телом и нормальными крыльями, вторую половину — особи с черным телом и зачаточными крыльями (50%). Это свидетельствовало об отсутствии кроссинговера между сцепленными генами или, иначе говоря, о полном (абсолютном) сцеплении генов.

Т. Морган провел реципрокное скрещивание. Дигетерозиготную самку из гибридного поколения скрестили с рецессивным дигомозиготным самцом (черное тело и зачаточные крылья).

В потомстве было получено по 41,5% особей с серым телом, нормальными крыльями и черным телом, зачаточными крыльями, а также по 8,5% мух с серым телом, зачаточными крыльями и черным телом, нормальными крыльями.

Появление 4 фенотипических классов объясняется кроссинговером при образовании гамет у самок дрозофил.



Некроссоверные гаметы — гаметы, в процессе образования которых кроссинговер не произошел, их большинство.

Кроссоверные гаметы — гаметы, в процессе которых произошел кроссинговер, и их меньшая часть.

Обрати внимание!

Фенотипические классы кроссоверных особей малочисленные, т. е. кроссоверных особей всегда меньше.

$$\text{Частота кроссинговера} = \frac{\text{сумма кроссоверных гамет (особей)}}{\text{общее количество гамет (особей)}} \times 100 \%$$

Чем больше расстояние между генами, тем чаще между ними происходит кроссинговер. Морганида – это генетическое расстояние, на котором кроссинговер происходит с вероятностью 1%.

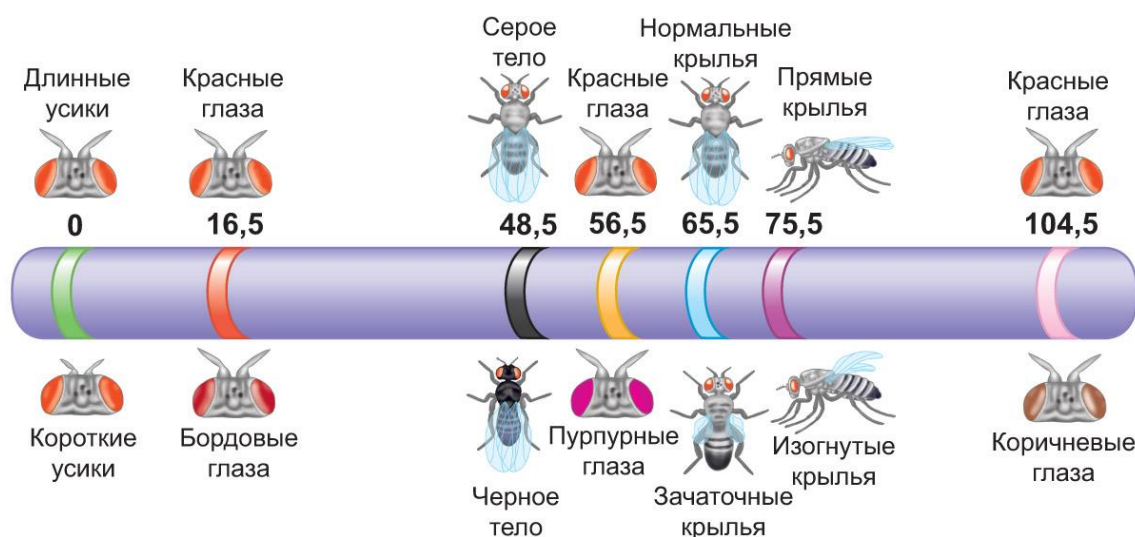
Основные положения хромосомной теории наследственности:

- Единицей наследственной информации является ген, локализованный в хромосоме.
- Каждая хромосома имеет множество генов. Гены располагаются в хромосомах последовательно.
- Гены одной хромосомы сцеплены поэтому наследуются преимущественно вместе.
- Сцепление может нарушаться в процессе мейоза в результате кроссинговера, что увеличивает количество комбинаций генов в гаметах.
- Частота кроссинговера между генами равна расстоянию между ними.

- В процессе мейоза гомологичные хромосомы, следовательно и аллельные гены, попадают в разные гаметы.
- Негомологичные хромосомы расходятся произвольно, независимо друг от друга и образуют различные комбинации в гаметах.

Генетическая карта хромосомы — это схема взаимного расположения генов, находящихся в одной группе сцепления, построенная с учетом расстояний между ними.

Для составления генетических карт всегда анализируется частота кроссинговера.



Генетика пола

Пол — это совокупность морфологических, физиологических, биохимических и других признаков организма, обеспечивающих воспроизведение себе подобных

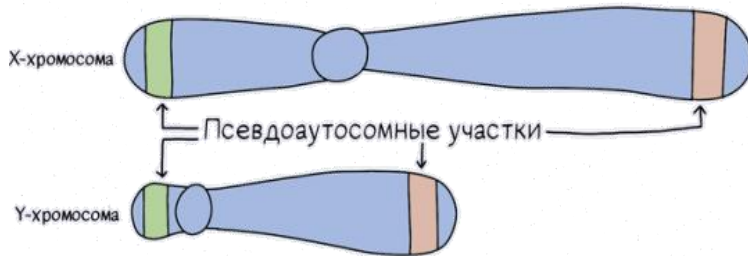
Хромосомное определение пола

Пол особи определяется половыми хромосомами.

- **Половые хромосомы** – пара хромосом, которая отличается у самцов и самок.
- **Аутосомы** – хромосомы, которые одинаковые у самцов и самок.

Например, у человека в соматических клетках 23 пары хромосом: 22 пары аутосомы, 1 пара половых хромосом (XX у женщин, XY у мужчин).

- У женщин X хромосомы гомологичные, т. е. между ними может происходить кроссинговер в процессе мейоза в любом месте.
- У мужчин X и Y хромосомы негомологичные, однако существуют **псевдоаутосомные участки**.
- В мейозе при сперматогенезе у мужчин псевдоаутосомные области половых хромосом X и Y конъюгируют между собой. В этих участках происходит кроссинговер. Это обеспечивает правильное расхождение половых хромосом в мейотических делениях, в результате чего каждый сперматозоид унаследует либо одну X-хромосому, либо одну Y-хромосому.

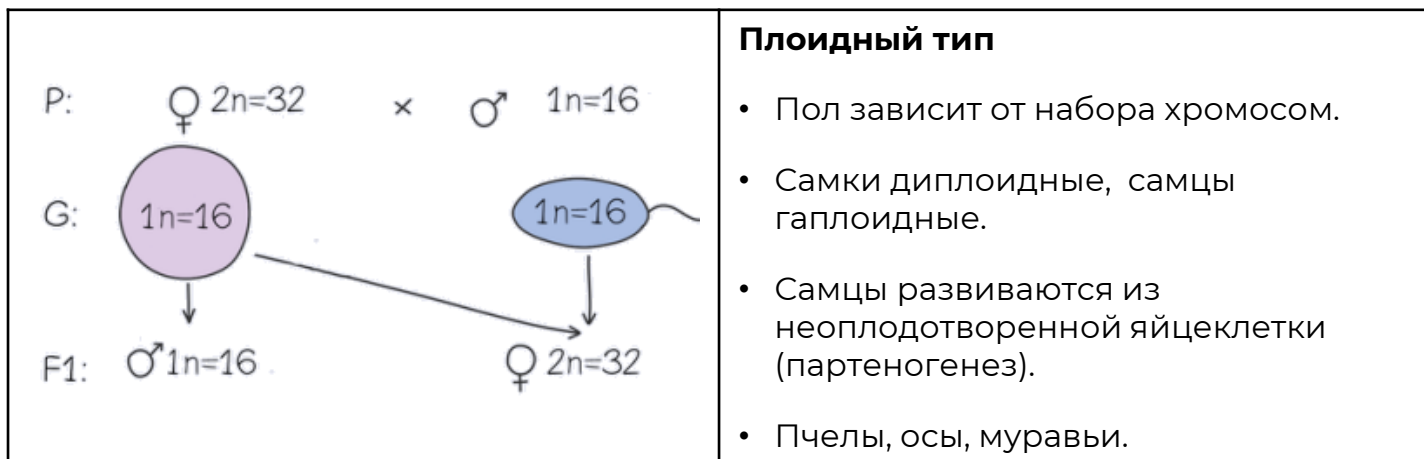


Пол, образующий одинаковые гаметы, называется **гомогаметным**.

Пол, образующий разные гаметы, называется **гетерогаметным**.

Варианты хромосомного механизма определения пола

<p>P: ♀ 44A+XX × ♂ 44A+XY</p> <p>G: $22A+X$ $22A+X$ $22A+Y$</p> <p>F1: ♀ 44A+XX ♂ 44A+XY</p>	<p>XУ-тип</p> <ul style="list-style-type: none"> • Гетерогаметный пол мужской. • Млекопитающие, пресмыкающиеся, земноводные, двукрылые насекомые
<p>P: ♀ 76A+ZW × ♂ 76A+ZZ</p> <p>G: $38A+Z$ $38A+W$ $38A+Z$</p> <p>F1: ♂ 76A+ZZ ♀ 76A+ZW</p>	<p>ZW-тип</p> <ul style="list-style-type: none"> • Гетерогаметный пол женский. • Птицы, бабочки
<p>P: ♀ 16A+XX × ♂ 16A+X0</p> <p>G: $8A+X$ $8A+X$ $8A+0$</p> <p>F1: ♀ 16A+XX ♂ 16A+X0</p>	<p>X0-тип</p> <ul style="list-style-type: none"> • У самок две половые хромосомы, у самцов одна половая хромосома. • Кузнечики.



Наследование признаков, сцепленных с полом

Сцепленное наследование – это наследование разных признаков, расположенных в одной хромосоме.

Закон сцепленного наследования генов: сцепленные гены, находящиеся в одной хромосоме, наследуются вместе и не проявляют независимого распределения.

Расположения доминантных и рецессивных аллелей генов одной группы сцепления:

- Цис-положение - доминантные аллели находятся в одной гомологичной хромосоме, а рецессивные в другой.
- Транс-положение - доминантные и рецессивные аллели гена находятся в разных гомологичных хромосомах.

Чем дальше гены расположены друг от друга, тем больше вероятность частоты кроссинговера, то есть именно кроссинговер нарушает сцепление.

Сцепление генов может быть:

- **Полное сцепление** — гены анализируемых признаков располагаются так близко, что между генами кроссинговер становится невозможным. В этом случае при мейозе будет образовываться два сорта гамет.

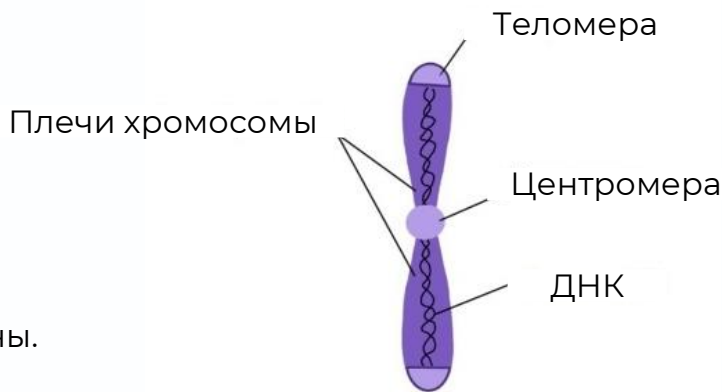
Например, при дигибридном скрещивании генотип особи записывают $AaBb$ ($ABab$), а гаметы AB и ab .

- **Неполное сцепление** — гены анализируемых признаков располагаются на некотором расстоянии друг от друга, что делает возможным кроссинговер между ними. Например, при дигибридном скрещивании генотип особи записывают $AaBb$ ($ABab$), а гаметы AB и ab , Ab и aB .

КЛЕТОЧНЫЙ ЦИКЛ

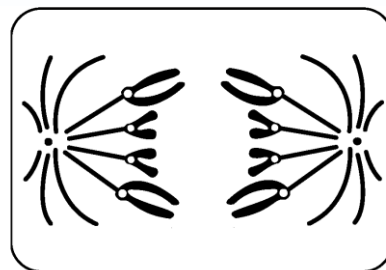
Хромосомы

- Хромосомы состоят из двух плеч, разделенных между собой перетяжкой центромерой.
- Центромера делит хромосому на плечи одинаковой или разной длины.

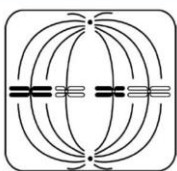


Хромосомы гомологичные?

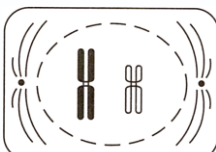
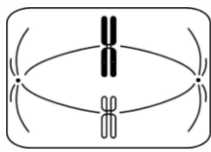
Гомологичные хромосомы – пара хромосом с одинаковым набором генов и похожей морфологией



Посмотри на размер хромосом
Гомологичные хромосомы
одинакового размера.

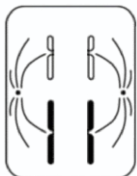


Если есть парочки хромосом одинакового размера, значит **диплоидный** набор (2n) хромосом.



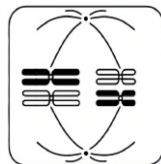
Если все хромосомы разного размера, значит они негомологичные, набор хромосом **гаплоидный** (n)

Хромосомы двуххроматидные (в виде крестиков) или однохроматидные (в виде палочек)?



$2n2c$

Однохроматидные (палочки)
коэффициент перед n =
коэффициенту перед c



$2n4c$

Двуххроматидные (крестики)
коэффициент перед n надо
умножить на 2 = коэффициент
перед c

Интерфаза

Клеточный цикл – это период жизнедеятельности клетки от момента её возникновения до момента её деления.

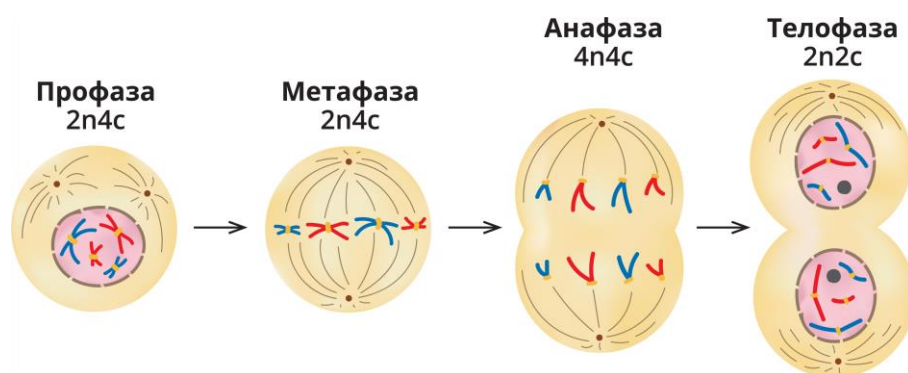
Интерфаза — это период клеточного роста, во время которого идет синтез ДНК и белков, и осуществляется подготовка к делению клетки.

Период	Хромосомный период	Описание
Пресинтетический или G1-фаза	2n (набор хромосом) 2c (количество ДНК)	Увеличивается количество органоидов, синтез всех видов РНК, рибосом, интенсивный рост клетки
Синтетический или S-фаза	2n4c Количество хромосом осталось прежним, а количество ДНК удвоилось	Репликация ДНК, построение второй хроматиды и формирование двуххроматидных хромосом
Постсинтетический или G2-фаза	2n4c	Интенсивный биосинтез веществ, синтез АТФ, удвоение центриолей

Митоз

Митоз – это не прямое деление клетки с образованием двух клеток, идентичных материнской клетки.

Фаза	Хромосомный набор	Описание
Профаза	2n4c	Двуххроматидные хромосомы спирализируются (конденсируются). Ядрышки растворяются. Центриоли расходятся к полюсам клетки. Ядерная оболочка растворяется. Образуются нити веретена деления
Метафаза	2n4c	Нити веретена деления присоединяются к центромерам. Двуххроматидные хромосомы выстраиваются на экваторе клетки и образуют метафазную пластинку
Анафаза	4n4c	Центромеры делятся. Однохроматидные хромосомы растягиваются нитями веретена деления к полюсам клетки
Телофаза	2n2c	Однохроматидные хромосомы деспирализуются. Формируется ядрышко. Восстанавливается ядерная мембрана. Делится цитоплазма.



Типы митоза:

1) Плевромитоз.

- деление клетки происходит под ядерной оболочкой, которая не разрушается или разрушается частично;
- в метафазе хромосомы не образуют метафазную пластинку;
- центриолей клеточного центра нет вместо них - полярные тельца.

2) Ортомитоз: есть центриоли клеточного центра, в метафазе хромосомы образуют метафазную пластинку

Ортомитоз бывает:

- открытый - ядерная оболочка разрушается полностью;
- полузакрытый - ядерная оболочка разрушается в области расположения веретена деления;
- закрытый - ядерная оболочка полностью сохраняется.

3) Амитоз – ядро в интерфазном состоянии делится перетяжкой, наследственный материал распределяется не равномерно. Амитоз распространен у простейших, низших грибов и человека.

Биологическое значение митоза:

1) Митоз лежит в основе процессов роста и вегетативного размножения всех эукариот.

2) Поддерживается постоянства числа хромосом в клеточных поколениях и осуществляется передача генетической информации.

Мейоз

Мейоз состоит из двух делений: первое редукционное, в котором число хромосом и молекул ДНК уменьшается вдвое, и второе – эквационное, во время которого число хромосом сохраняется, а количество ДНК уменьшается вдвое. Мейоз происходит при гаметогенезе у животных и при образовании спор у растений.

Мейоз – это непрямое деление клетки, в результате которого число хромосом в образующихся клетках уменьшается вдвое.



Фаза	Хромосомный набор	Описание
Редукционное деление		
Профаза I	2n4c	<p>1) <i>Лептотена</i>. Хромосомы очень тонкие. Каждая хромосома состоит из двух сестринских хроматид. Визуально хромосомы неразличимы.</p> <p>2) <i>Зиготена</i>. В клетке происходит конъюгация — объединение гомологичных хромосом. Данные гомологичные хромосомы, соединенные в пары, принято называть бивалентами. Оболочка ядра начинает распадаться, к противоположным полюсам клетки расходятся центриоли, начинают образовываться нити веретена деления, ядрышки исчезают.</p> <p>3) <i>Пахитена</i>. Спирализация и компактизация хромосом: они утолщаются и укорачиваются. Происходит кроссинговер. Кроссинговер — процесс, в ходе которого гомологичные хромосомы обмениваются участками. Кроссинговер приводит к рекомбинации генов, то есть теперь сестринские хроматиды в каждой хромосоме неодинаковы.</p> <p>4) <i>Диплотена</i>. Хромосомы отталкиваются друг от друга в области центромеры, а в области плеч они остаются соединенными. Хиазма — точка, в которой две гомологичные несестринские хроматиды обмениваются генетическим материалом в ходе кроссинговера.</p> <p>5) <i>Диакенез</i>. Гомологичные хромосомы отталкиваются еще сильнее и удерживаются только концами плеч. Образуется веретено деления.</p>
Метафаза I	2n4c	Биваленты перемещаются к экватору и выстраиваются в ряд, образуя метафазную пластинку. К центромере каждой двуххроматидной хромосомы прикрепляется одна нить веретена деления
Анафаза I	2n4c	Нити веретена деления разрывают биваленты. К противоположным полюсам клетки расходятся хромосомы. Каждая хромосома удвоена и состоит из двух сестринских хроматид

Телофаза I	$n2c$	Хромосомы деспирализуются, то есть становятся тонкими. Вокруг хромосом восстанавливается оболочка ядра и ядрышко. Далее цитоплазма клетки делится (цитокinesis). Образуются 2 дочерние клетки, ядра которых содержат число хромосом, уменьшенное вдвое по сравнению с материнской клеткой
Эквационное деление		
Профаза II	$n2c$	Постепенно разрушаются ядерная оболочка и ядрышко. Хромосомы спирализуются, то есть утолщаются и становятся хорошо различимы. Центриоли расходятся по полюсам клетки. Формируется веретено деления.
Метафаза II	$n2c$	Хромосомы выстраиваются в линию по экватору клетки. Одним концом нити веретена деления прикрепляются к центромерам, другим концом к центриолям
Анафаза II	$2n2c$	Нити веретена деления делят двуххроматидные хромосомы на две однохроматидные хромосомы. Дочерние хромосомы расходятся по полюсам клетки. В итоге из каждой хромосомы образовались 2 новые, при этом количество ДНК не поменялось. Хромосомный набор у каждого полюса — nc , в клетке — $2n2c$
Телофаза II	nc	Вокруг каждого набора хромосом образуется ядро с гаплоидным (одинарным) набором хромосом. Нити веретена деления исчезают. Происходит цитокinesis (деление цитоплазмы). В итоге из одной диплоидной клетки образовалось 4 клетки с гаплоидным набором хромосом

Биологическое значение мейоза:

- Мейоз основа комбинативной изменчивости.
- Образовавшиеся в результате мейоза клетки отличаются своими хромосомными наборами, что обеспечивает разнообразие живых организмов.
- Разные комбинации в клетках получаются за счет кроссинговера и случайного расхождения гомологичных хромосом в анафазе I
- Число хромосом при мейозе уменьшается в два раза, что необходимо при половом размножении. Процесс оплодотворения опять восстанавливает в зиготе диплоидный набор хромосом.

Следующая тема:
Гаметогенез.
Эмбриогенез



МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ

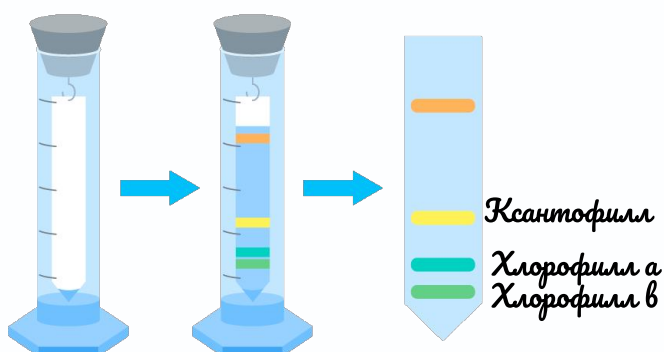
Общенаучные методы

Название метода	Характеристика
Теоретические методы	
Анализ	это метод исследования, характеризующийся выделением и изучением отдельных частей объекта исследования
Описание	это метод, заключающийся в сборе и изложении данных и их характеристик
Сравнение	это сопоставление свойств объектов
Абстрагирование	это выделение важных свойств и признаков биологических систем и исключение несуществующих
Обобщение	это процесс установления общих свойств и признаков
Классификация	это метод распределения объектов исследования на группы на основе их общих признаков
Моделирование	изучение биологических процессов или объектов, которых невозможно наблюдать непосредственно, на заместителях реальности – моделях
Эмпирические (практические) методы	
Эксперимент	это научно поставленный опыт, необходимый для подтверждения или опровержения гипотезы
Измерение	это метод, заключающийся в измерении и оценке определенных качеств
Наблюдение	это метод, с помощью которого исследователь собирает информацию об объекте с помощью органов чувств

Методы молекулярной биологии

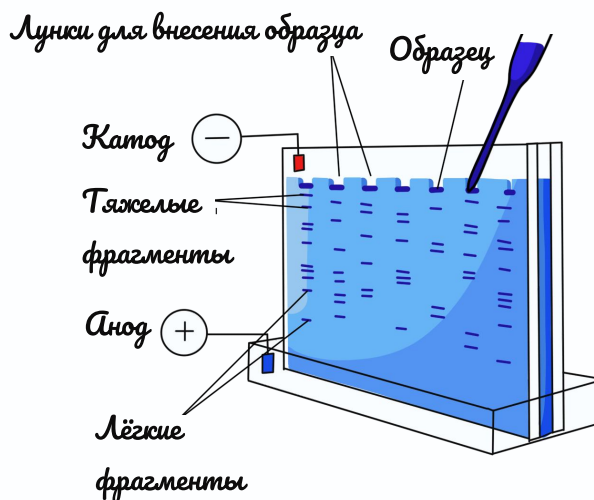
Хроматография

используется для разделения смеси пигментов. Данный метод основан на разной скорости движения растворённых в специальном растворе веществ через адсорбент. Скорость зависит от молекулярной массы (чем меньше масса, тем больше скорость).



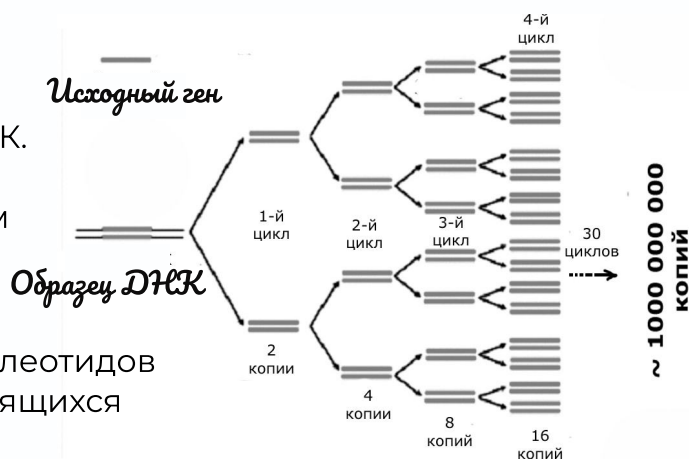
Электрофорез

применяется для разделения составляющих компонентов вещества (белков, ДНК и др), имеющих разные заряды. Вещества проходят через гель, в котором есть электрическое поле. Отрицательно заряженные компоненты вещества начинают двигаться в сторону положительно заряженного электрода с разной скоростью и происходит их расщепление.



ПЦР (полимеразная цепная реакция)

используется для выделения и синтеза конкретной нуклеотидной последовательности ДНК. В основе данного метода лежит механизм репликации ДНК ферментом ДНК-полимеразой



Секвенирование

Определение последовательности нуклеотидов ДНК с помощью флуоресцентных (светящихся под лазерными лучами) меток

Рентгеноструктурный анализ

используется для определения пространственной структуры молекул белка, ДНК и тд.

Биохимический метод

Анализ химического состава биологических жидкостей, клеток и тканей путём титрования и проведения качественных реакций.

Методы цитологии

Микроскопия

Световая микроскопия	Электронная микроскопия
<p>Механизм: Световой поток проходит через объект. Увеличение объекта достигается с помощью линз, через которые проходит свет</p>	<p>Механизм: Поток электронов проходит через объекты и создает изображение на фотопленке или экране</p>
<p>Плюсы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • можно изучить живые объекты • цветное изображение • простота в приготовлении препарата • световые микроскопы относительно электронных более компактные и дешёвые 	<p>Плюсы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • высокая разрешающая способность. Можно изучать объекты до 2 нм

Световая микроскопия	Электронная микроскопия
<p>Минусы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • небольшая разрешающая способность. В световом микроскопе можно рассматривать объекты 0,25 мкм 	<p>Минусы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • нельзя изучать живые объекты • сложная подготовка препарата. Изучаются мёртвые клетки, окрашенные красителями, которые содержат соединения урана или свинца. • чёрно-белое изображение • громоздкое и дорогое оборудование
<p>Что можно изучить:</p> <p>Клетки, форму клеток, органоиды (ядро, вакуоли, пластиды), хромосомы, митоз, мейоз, плазмолиз</p>	<p>Что можно изучить:</p> <p>строение органоидов (рибосомы, ЭПС, АГ, лизосомы), вирусы</p>

Центрифугирование

Метод позволяет разделить органоиды клетки и форменные элементы крови от плазмы. Раствор с органоидами помещают в центрифугу и при вращении возникает разная центробежная скорость. Более плотные и тяжёлые части клетки оказываются на дне пробирки.



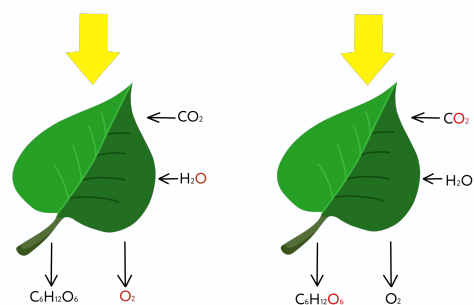
Скорость осаждения частиц при центрифугировании выражают в единицах Сведберга — S . Чем больше значение S , тем быстрее осаждается частица. Например, рибосомы 80S (у эукариот) крупнее и осаждаются быстрее, чем рибосомы 70S (у прокариот).

Скорость осаждения зависит от размера частицы, ее плотности и формы. Поэтому две частицы одинакового размера могут иметь разные значения S , если они имеют разную плотность или форму. Когда две частицы связываются вместе, величина S образовавшегося комплекса не будет равна сумме S исходных частиц. Например, рибосома эукариот 80S состоит из двух субъединиц большой 60S и малой 40S.

Метод меченых атомов

Радиоактивные изотопы часто используют в медицине для диагностики.

В клетке химические реакции, в которых участвуют радиоактивные изотопы, проходят аналогично реакциям с нерадиоактивными изотопами того же элемента. Поэтому атомы радиоактивных изотопов можно включать в состав биологически активных молекул, чтобы затем отслеживать путь атомов в процессе метаболизма



Методы генетики

Гибридологический

Данный метод применяют для изучения наследственных свойств организма путём скрещивания организмов с определёнными признаками.

Генеалогический метод

Составление и изучение родословных, определение характера наследования признака.

Близнецовый

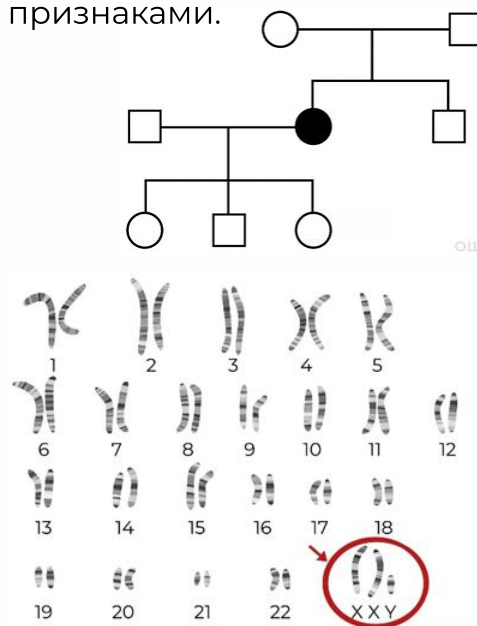
Данный метод применяют с целью анализа вклада генотипа и окружающей среды в формирование фенотипа

Популяционно-генетический

Анализ распределения значений признаков и частот аллелей в популяции.

Цитогенетический

Изучается структура, кариотип (набор хромосом) и форма хромосом.



Методы селекции

Гибридизация

Скрещивание разных организмов с целью получения гибридов с определёнными признаками. Отдалённая гибридизация – скрещивание организмов, относящихся к разным видам. Потомство чаще всего стерильно.

Искусственный отбор

Отбор особей с нужными человеку признаками.

Искусственный мутагенез

Используется в селекции растений и микроорганизмов. На организм воздействуют мутагенами. Например, колхицин – алкалоид, воздействующий на веретено деления и препятствующий расхождению хромосом.

Аутбридинг – неродственное скрещивание особей одного вида, которое повышает или сохраняет гетерозиготность особей.

Инбридинг – близкородственное скрещивание особей, которое повышает гомозиготность и закрепляет нужные признаки, при этом проявляются рецессивные мутации и снижается жизнеспособность особей.

Методы эволюционной биологии

Сравнительно-анатомический

Изучение и сравнение строения органов разных организмов (гомологичные и аналогичные органы, рудименты и атавизмы)

Палеонтологический

Изучение ископаемых остатков (филогенетический ряд, ископаемые переходные формы)

Эмбриологический

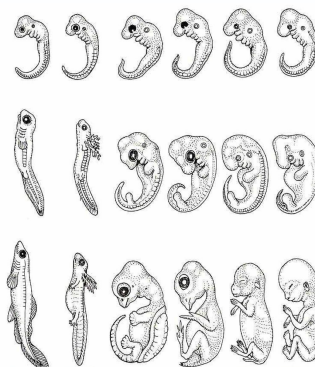
Изучение зародышевого развития разных организмов

Биогеографический

Изучение закономерностей распространения видов на планете

Радиоизотопное датирование

Метод определения возраста объектов, содержащие радиоактивные изотопы



Контроль

Учебные опыты неоднотипны по методике их организации. Для многих из них необходим контроль в виде второго объекта, прибора.

В таком эксперименте две составные части - опыт и контроль



Как поставить отрицательный контроль?



Опытные объекты – это те на которые оказывает определенное действие, чтобы узнать, к чему это приведет.

Контрольные объекты находятся в тех же общих условиях, что и опытные, но не подвергаются каким - либо воздействиям.

Положительный контроль – это воздействие на объект, результаты которого заранее известны.

Отрицательный контроль – это экспериментальный контроль, при котором изучаемый объект не подвергается экспериментальному воздействию.

Создать условия, при которых изучаемый объект не подвергается экспериментальному воздействию

Переменные

Независимая

это фактор, который выбирает или меняет сам учёный экспериментатор с целью выяснить её влияние на зависимую переменную (*причина*)

Зависимая

это переменная, которую экспериментатор измеряет и изменения которой он связывает с изменениями независимой переменной (*результат*)

Как определить зависимую и независимую переменные?



Задаём вопрос: какие условия задал экспериментатор?
Эти условия и есть *независимые переменные*.
Задаём вопрос: что изменилось под действием заданных условий?
Это и есть *зависимые переменные*.

Гипотеза

Гипотеза – это научное предположение, которое требует доказательств.
Нулевая гипотеза – это принимаемое по умолчанию предположение о том, что не существует связи между двумя наблюдаемыми событиями.
Альтернативная гипотеза – это предположение о наличии связи между двумя переменными.

Влияет ли интенсивность освещения на скорость фотосинтеза?



Нулевая гипотеза

Нет

Альтернативная гипотеза

Да

Не забудь попрактиковаться
задание 1 и 22

Следующая тема
"Химический состав
клетки"

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

Обмен веществ (метаболизм)

Пластический обмен = Анаболизм = Ассимиляция



- Энергия тратится
- Синтез сложных веществ из более простых.
- Например: фотосинтез, хемосинтез, трансляция, репликация, транскрипция

Энергетический обмен = Катаболизм = Диссимиляция

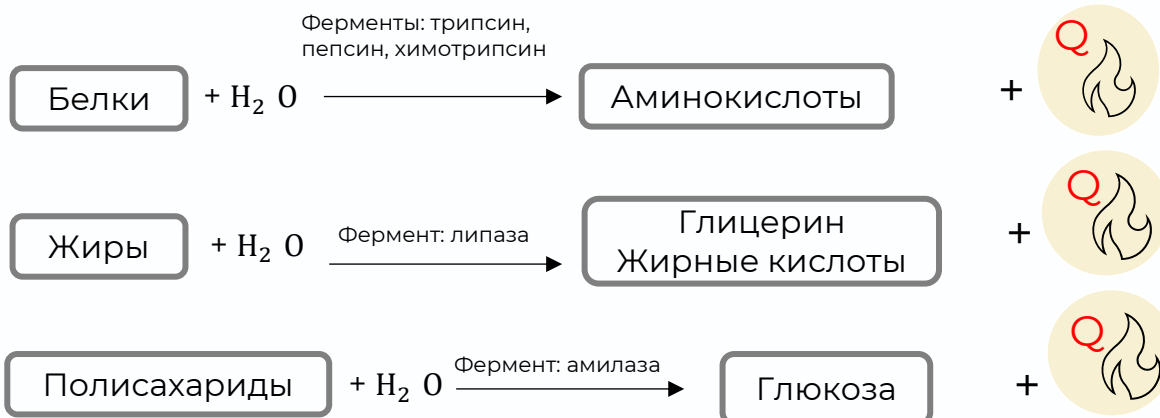


- Энергия выделяется (в виде тепла, запасается в АТФ)
- Сложные вещества расщепляются на более простые
- Например: клеточное дыхание, брожение, пищеварение, цикл Кребса

Энергетический обмен

1. Подготовительный этап

- Гидролитическое расщепление полимеров до мономеров.
- Протекает в пищеварительном тракте и лизосомах.
- Вся энергия рассеивается в виде тепла.



2. Бескислородный (Гликолиз, анаэробное окисление)

- Происходит в цитоплазме
- Молекула глюкозы расщепляется до 2-х молекул ПВК
- Синтезируется 2 АТФ

Молекула глюкозы активируется 2 молекулами АТФ, глюкоза фосфолируется и превращается во фруктозодифосфат.

Фруктозодифосфат распадается на две молекулы триозофосфата.

Триозы окисляются, теряя два атома водорода, которые соединяются с переносчиком водорода НАД.

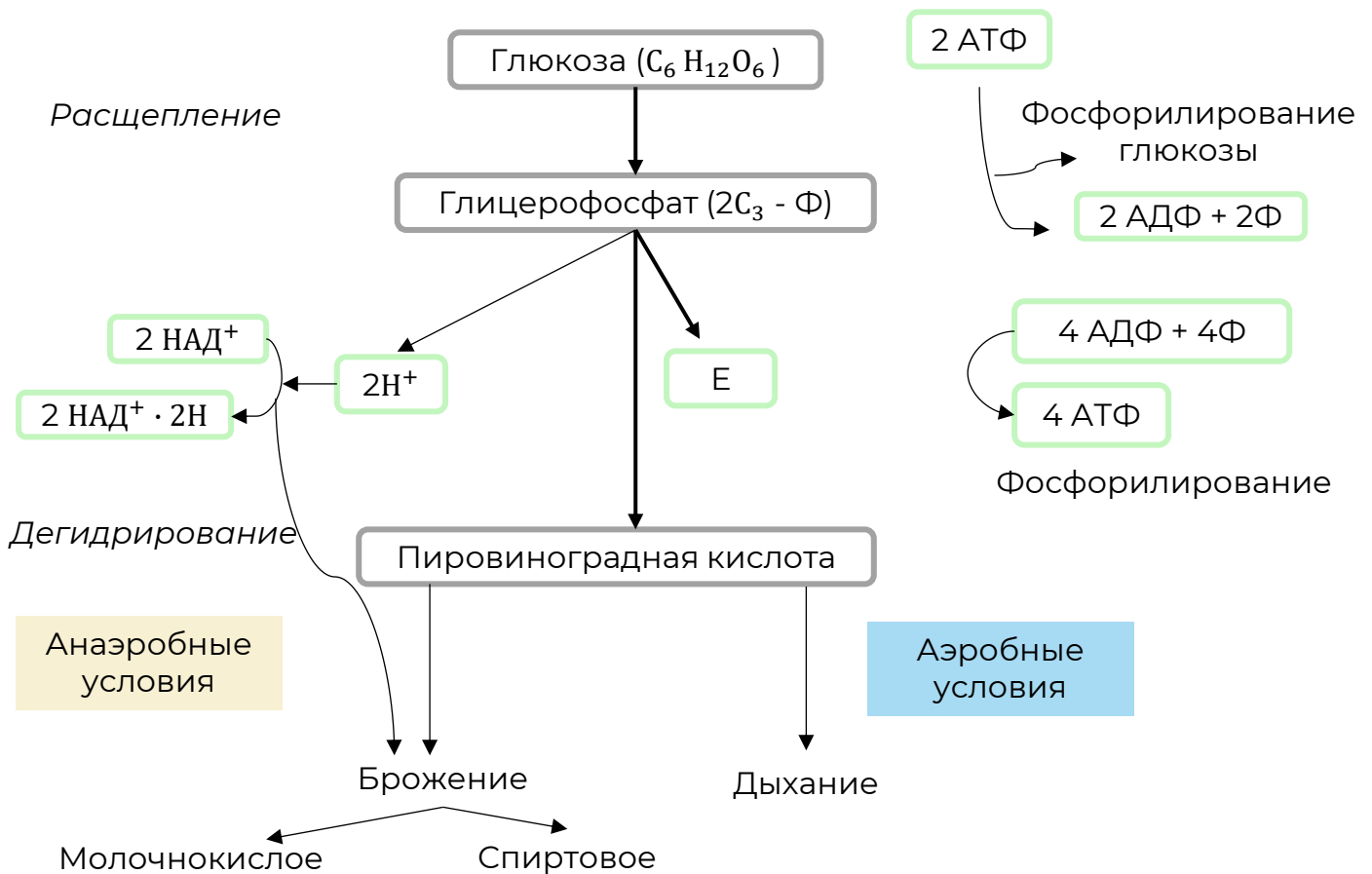
Образуется 2 молекулы ПВК и синтезируется 4 АТФ.

Дальнейшая судьба ПВК зависит от присутствия кислорода в клетке:

А) Если кислорода нет, у растений и дрожжей происходит спиртовое брожение, при котором сначала образуется уксусный альдегид, а затем этиловый спирт.

У бактерий и животных при недостатке кислорода происходит молочнокислое брожение с образованием молочной кислоты.

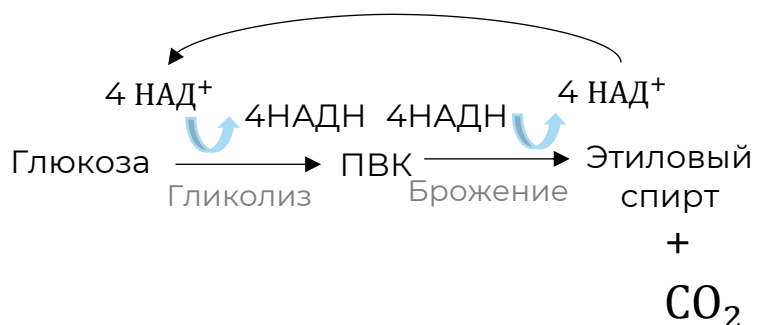
Б) При наличии кислорода молекула ПВК переходит в митохондрии для окисления.



Брожение – это процесс бескислородного расщепления органических веществ преимущественно углеводов, происходящий под действием ферментов.

Важно!

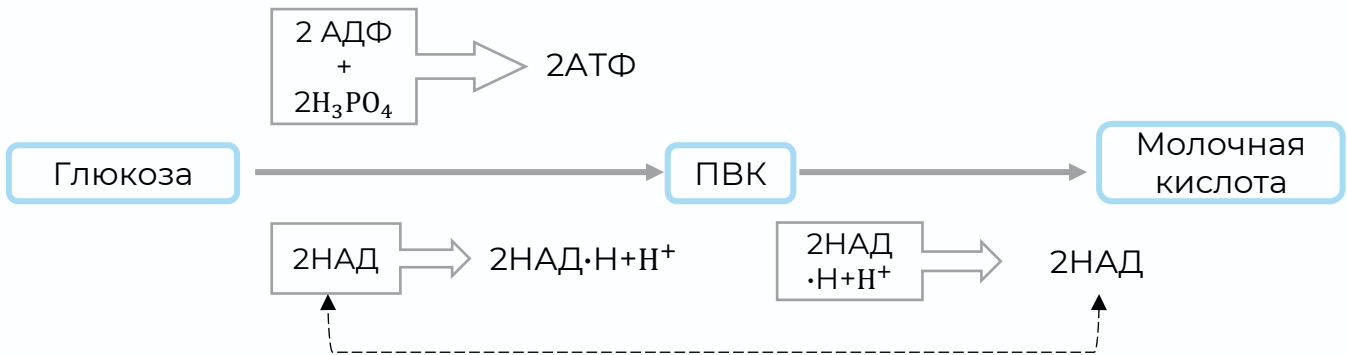
- Происходит в цитоплазме
- Кислород НЕ нужен
- Необходимы ферменты
- Выделяются побочные продукты
- Происходит регенерация НАД⁺



Молочнокислородное брожение

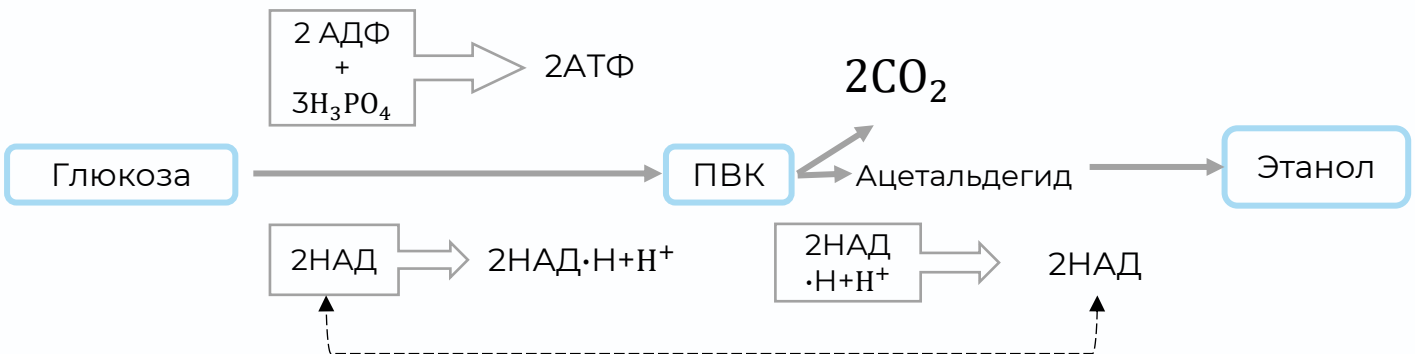
- Происходит у молочнокислых бактерий, в мышечных клетках человека и животных при недостатке кислорода.
- Протекает в 2 этапа, при этом АТФ не синтезируется.

Молочная кислота, образовавшаяся в мышцах, с током крови поступает в печень, где подвергается ферментативному окислению до ПВК. При наличии кислорода ПВК может вступать в кислородный этап клеточного дыхания. Кроме того, в клетках печени под действием ферментов ПВК может превращаться в глюкозу, которая запасается в виде гликогена или снова поступает в мышцы.



Спиртовое брожение

- Происходит у дрожжей, бактерий и растений.
- Протекает в 3 этапа, при этом образуется уксусный альдегид и этиловый спирт.

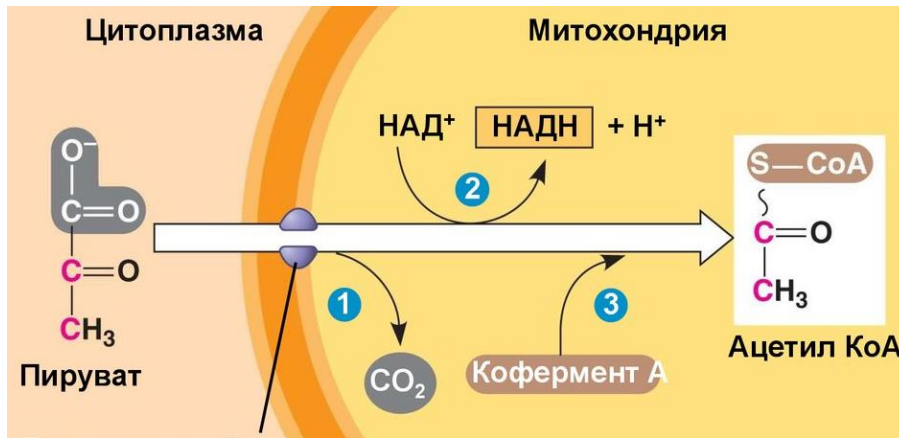


3. Кислородный (Клеточное дыхание, окислительное фосфорилирование)

- Происходит в митохондриях.
- Происходит полное расщепление ПВК до углекислого газа и воды.
- Синтезируется 30-32 АТФ

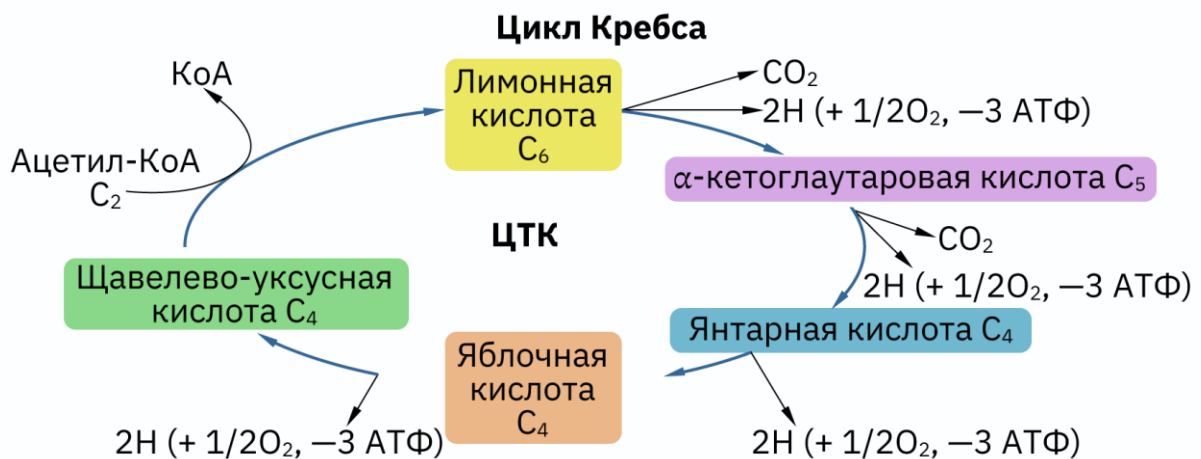
Окислительное декарбоксилирование

- ПВК поступает в матрикс митохондрий из цитоплазмы.
- От ПВК отщепляется CO_2 , образовавшийся двухуглеродный остаток – радикал уксусной кислоты – присоединяется к молекуле переносчика углеродных радикалов, кофермента А (КоА).
- Образуется ацетил-КоА.
- В результате этой реакции НАД^+ восстанавливается до НАДН .



Цикл Кребса

- Ацетил-КоА вступает в цикл Кребса, в ходе которого полностью расщепляется до углекислого газа и высвобождаются атомы водорода, которые связываются с НАД⁺ и ФАД.
- На 2 молекулы ПВК синтезируется 2 АТФ.
- Углекислый газ выходит из клетки как побочный продукт.
- НАДН + Н и ФАД·Н₂ идут к электрон-транспортной цепи.



Окислительное фосфорилирование

- Во внутренней мембране митохондрий содержатся белковые комплексы, образующие цепь переноса электронов, или электрон-транспортную цепь. В ее состав входят цитохромы и некоторые другие белки. Восстановленные коферменты НАД·Н + Н⁺ и ФАД·Н₂ отдадут атомы водорода переносчикам ЭТЦ, переходя при этом в окисленную форму.
- В результате функционирования компонентов ЭТЦ атомы водорода, полученные от НАД и ФАД, разделяются на протоны и электроны. Протоны переносятся через внутреннюю мембрану митохондрий и накапливаются в межмембранном пространстве. Электроны передаются от одного переносчика к другому и в итоге доставляются на внутреннюю сторону мембраны. Здесь их принимает конечный акцептор – кислород. При этом образуются анионы кислорода.
- Синтез АТФ. Во внутренней мембране митохондрий есть ферменты АТФ-синтетазы. Накопление протонов в межмембранном пространстве приводит к возникновению электрохимического потенциала на внутренней мембране

митохондрий. При достижении определенной концентрации протоны начинают перемещаться из межмембранного пространства в матрикс, проходя через каналы АТФ-синтетазы. Энергия движения протонов используется для синтеза молекул АТФ.

- Достигнув матрикса, протоны соединяются с анионами кислорода и образуется вода.

Важно!

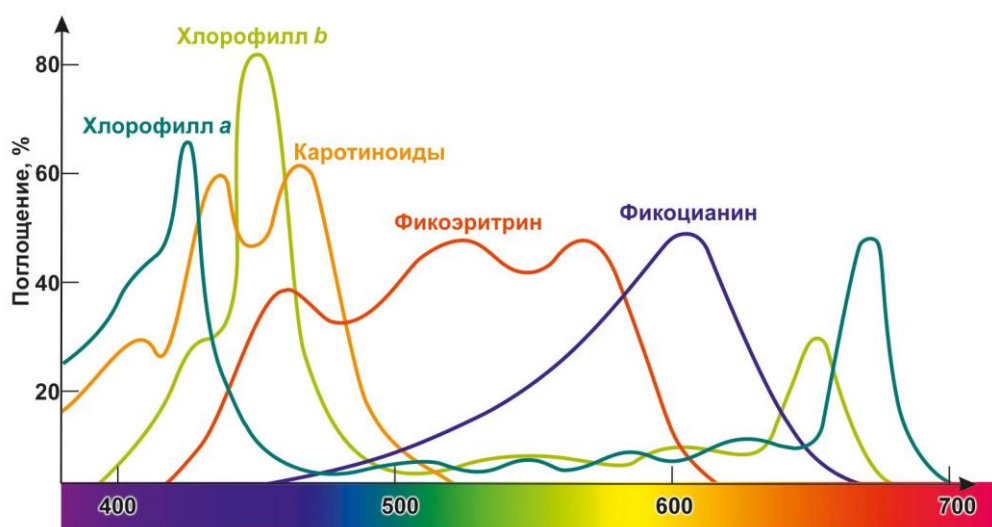
Ранее считалось, что в кислородном этапе синтезируется 36 АТФ, но согласно новым исследованиям 28-30 АТФ в зависимости от переносчика, который доставляет электроны. Расщепление и окисление органических веществ происходит ступенчато, при участии ряда ферментов. Поэтому энергия высвобождается поэтапно.



Пластический обмен

Фотосинтетические пигменты

Хлорофилл (а, b и др)	Каротиноиды	Фикобилины	
		Фикоэритрин	Фикоцианин
Окрашены в оттенки зеленого	Имеют разные оттенки желтого и оранжевого цвета	Красный цвет	Синий цвет
Поглощают сине-фиолетовую и красную части спектра	Поглощают синие и фиолетовые лучи спектра	Пигменты, способные поглощать оранжевый, желтый и зеленый свет, недоступный хлорофиллам и каротиноидам.	



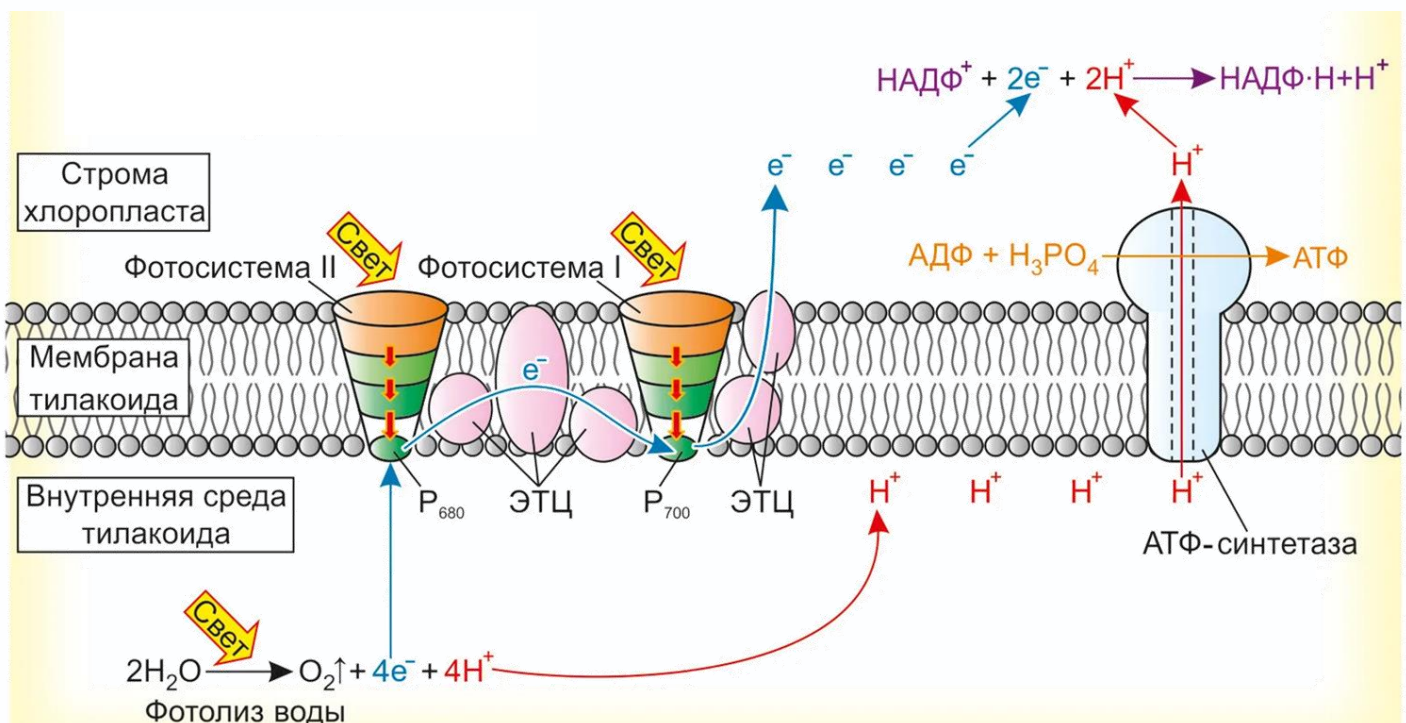
Фотосинтез

Фотосинтез – способ автотрофного питания, при котором из углекислого газа и воды синтезируется глюкоза за счет энергии солнечного света.

Эукариоты	Прокариоты
<ul style="list-style-type: none">• В хлоропластах.• Световая фаза происходит на внутренней мембране хлоропластов. В мембранах тилакоидов содержатся фотосинтетические пигменты.• Темновая фаза происходит в строме хлоропласта	<ul style="list-style-type: none">• Хлоропластов нет.• Световая фаза происходит на впячиваниях плазмолеммы внутрь клетки. На мембране содержатся фотосинтетические пигменты.• Темновая фаза происходит в цитоплазме.

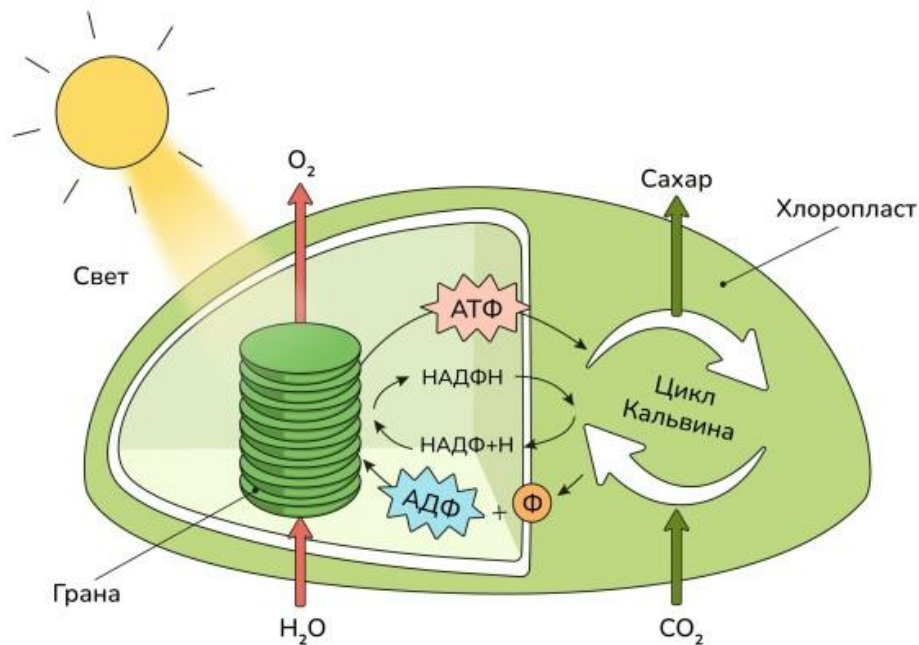
Световая фаза

1. Происходит в тилакоидах хлоропласта.
2. Энергия света поглощается хлорофиллом и переводит электроны в возбужденное состояние. Электроны из фотосистемы 1 и 2 поступают на цепь переносчиков электронов, таким образом в молекулах хлорофилла остаются электронные «дырки». Затем эти «дыры» в фотосистеме 1 заполняются электронами из фотосистемы 2, а «дыры» в фотосистеме 2 – электронами, которые образуются при фотолизе воды (разложение молекулы воды).
3. Молекулы воды разлагаются, образуя два протона и свободный кислород, который в качестве побочного продукта выделяется в атмосферу. При этом во время движения электроны теряют энергию, часть которой используется для синтеза АТФ.
4. Электрон из фотосистемы 1 движется к молекуле НАДФ⁺, восстанавливая его в НАДФ · Н.



Темновая фаза

- Происходит в строме хлоропластов и не требует наличие света.
- Цикл Кальвина. Молекула углекислого газа взаимодействует с 1,5 – ребулозодифосфатом и образуется промежуточное соединение С₆, которое затем разлагается на две молекулы фосфоглицериновой кислоты С₃. При этом расходуется энергия АТФ.
- Две молекулы триозы соединяются между собой, образуя глюкозу, которая превращается в полисахарид.
- Освобождённые молекулы АДФ и НАДФ⁺ вновь возвращаются к мембранам тилакоидов для участия в световых реакциях.

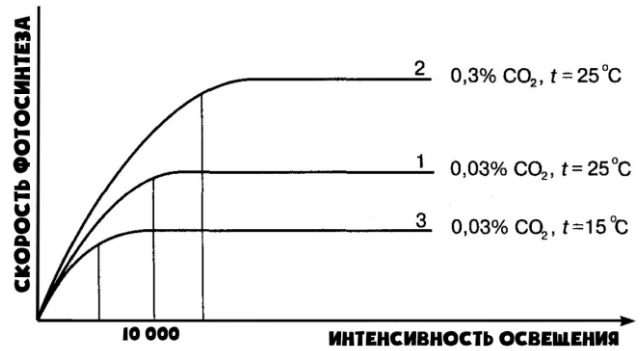


Признак сравнения	Световая фаза	Темновая фаза
Условия протекания	Обязательно наличие света	Наличие света не обязательно, может идти днём и ночью
Место протекания реакций в хлоропластах	На мембранах тилакоидов	В строме хлоропластов
Источник энергии	Солнечный свет	Энергия АТФ, НАДФ·2Н
Исходные вещества	Вода, АДФ, НАДФ	Углекислый газ, АТФ, НАДФ·2Н
Конечные продукты реакции	Кислород, АТФ, НАДФ·2Н	Глюкоза, АДФ, НАДФ

Чтобы углекислый газ поступал в растение, устьица должны быть открытыми. Однако при открытых устьицах происходит транспирация. Для растений, которые растут в засушливых местах обитания, крайне важно регулировать испарение воды, то есть днем при высоких температурах воздуха держать устьица закрытыми. У растений засушливых мест обитания есть необходимость фиксировать углекислый газ ночью, когда температура воздуха снижается. Есть 2 способа запасания углекислого газа: С₄-фотосинтез и САМ. Углекислый газ фиксируется ночью четырехуглеродным соединением и запасается, а днем углекислый газ отсоединяется от С₄-соединения и поступает в цикл Кальвина. У С₄-растений углекислый газ запасается в клетках обкладки проводящего пучка, а у САМ-растений – в вакуолях.

Влияние на скорость фотосинтеза различных факторов:

1. Длина световой волны. Наиболее интенсивнее процесс протекает под действием волн сине-фиолетовой и красной части солнечного спектра.
2. Концентрация углекислого газа. Чем выше концентрация углекислого газа, тем интенсивнее идёт процесс фотосинтеза.
3. Температура. Все реакции фотосинтеза катализируются ферментами, для которых оптимальной температурой является интервал 25-30 С. При более низких температурах скорость действия ферментов резко снижается.



ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА СКОРОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА

Хемосинтез

Хемосинтез — это процесс синтеза органических веществ из неорганических за счет энергии окисления неорганических веществ.

Группа хемосинтетиков	Характеристика
Нитрифицирующие бактерии	Окисляют аммиак, который образуется при гниении до солей азотной кислоты
Железобактерии	Окисляют двухвалентное железо в трёхвалентное, процесс сопровождается выделением энергии
Серобактерии	Окисляют сероводород до свободной кристаллической серы, а затем серу до серной кислоты
Водородные бактерии	Окисляют водород до воды

Сравнение хемосинтеза и фотосинтеза

Признак сравнения	Хемосинтез	Фотосинтез
Цель процесса	Получить глюкозу из углекислого газа	
Обмен веществ	Пластический обмен	
Какие организмы выполняют?	Автотрофы	
Какой источник энергии используется?	Окисление неорганических веществ	Свет
Источник протонов	Вода, сероводород, аммиак	Вода
Кислород выделяется	Нет	Да
Организмы	Бактерии	Растения, бактерии

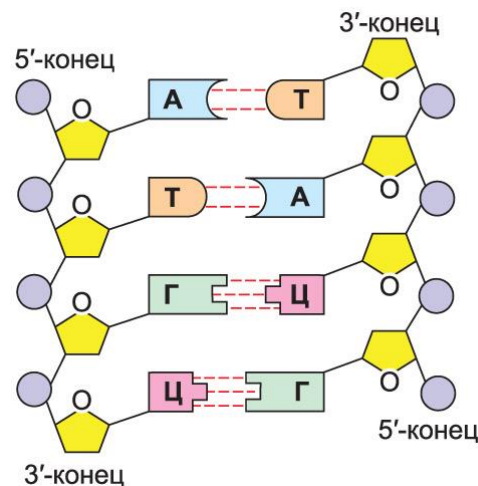
Биосинтез белка

К матричным реакциям относятся: репликация ДНК, транскрипция и трансляция.

Репликация ДНК

Репликация (редупликация) ДНК – процесс создания двух дочерних молекул ДНК на основе родительской молекулы ДНК.

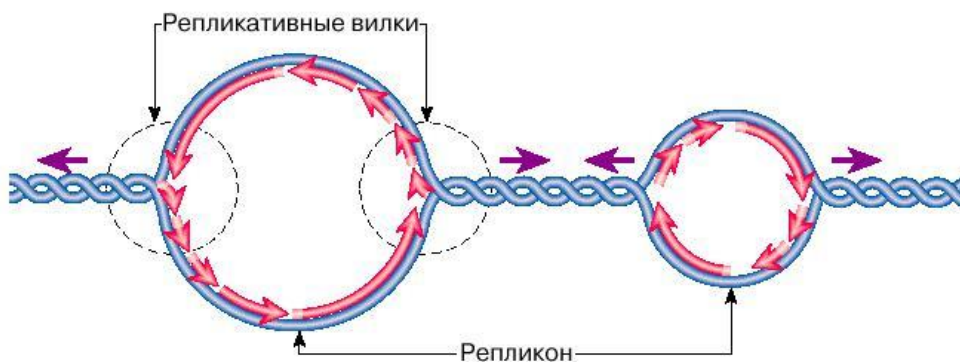
- Репликация происходит перед делением клетки (S-фаза интерфазы у эукариот).
- Она необходима для того чтобы дочерние клетки получили необходимый набор наследственной информации.
- В ходе репликации ДНК разделяется на две цепи, а затем из нуклеотидов формируется вдоль каждой цепи еще одна цепь, комплементарная ей. В ходе репликации реализуется принцип комплементарности (А-Т, Г-Ц).
- Комплементарные цепи антипараллельны
- Репликация – полуконсервативный процесс, т.е. в образовавшихся двух молекулах ДНК одна цепь – материнская, вторая – дочерняя (новая синтезированная цепь).



Механизм репликации:

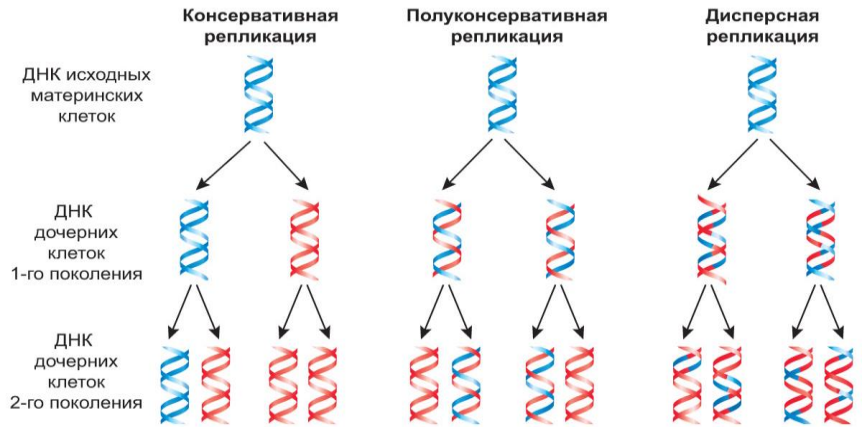
- Процесс начинается в строго определенных участках молекулы ДНК – точках начала репликации.
- Бактериальная хромосома имеет одну точку начала.
- У эукариот каждая молекула ДНК содержит множество точек начала репликации.
- Репликация начинается с образования репликационного пузыря, где две цепи материнской ДНК отделяются друг от друга.

Область расхождения двойной спирали ДНК на одинарные цепи называют репликационной вилкой.



1. *Полуконсервативный* – каждая молекула ДНК содержит одну старую и одну новую цепь.
2. *Консервативный* – в результате репликации образуется одна молекула ДНК, состоящая только из новых.

3. Дисперсионный – молекулы ДНК состоят из цепей, одни участки которых вновь синтезированы, а другие взяты из родительской молекулы ДНК.



Этапы репликации

Инициация

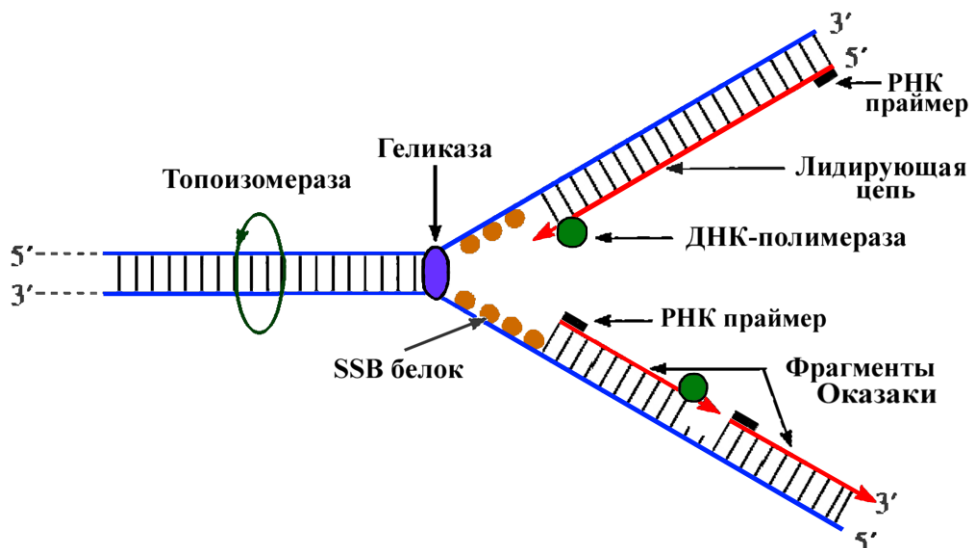
- Репликация молекулы ДНК начинается с разъединения двойной спирали с одного конца.
- Фермент ДНК-топоизомераза раскручивает цепи ДНК.
- Фермент хеликаза разрывает водородные связи между комплементарными азотистыми основаниями противоположных цепей. В результате образуется репликационная вилка.
- SSB – белки связывают одноцепочечные фрагменты ДНК и препятствуют комплементарному спариванию нуклеотидов другой цепи.

Элонгация

- К обоим цепям ДНК подходит фермент праймаза и начинает синтезировать короткие РНК-затравки (праймеры). Они необходимы для того, чтобы ДНК-полимераза «понимала» куда ей нужно присоединиться.
- На затравки присоединяется ДНК-полимераза и начинает синтез в направлении от 5' к 3'. При этом на одной из цепей (лидирующая цепь) синтез идёт непрерывно, а на другой (отстающая цепь) синтез идёт короткими фрагментами (фрагменты Оказаки).

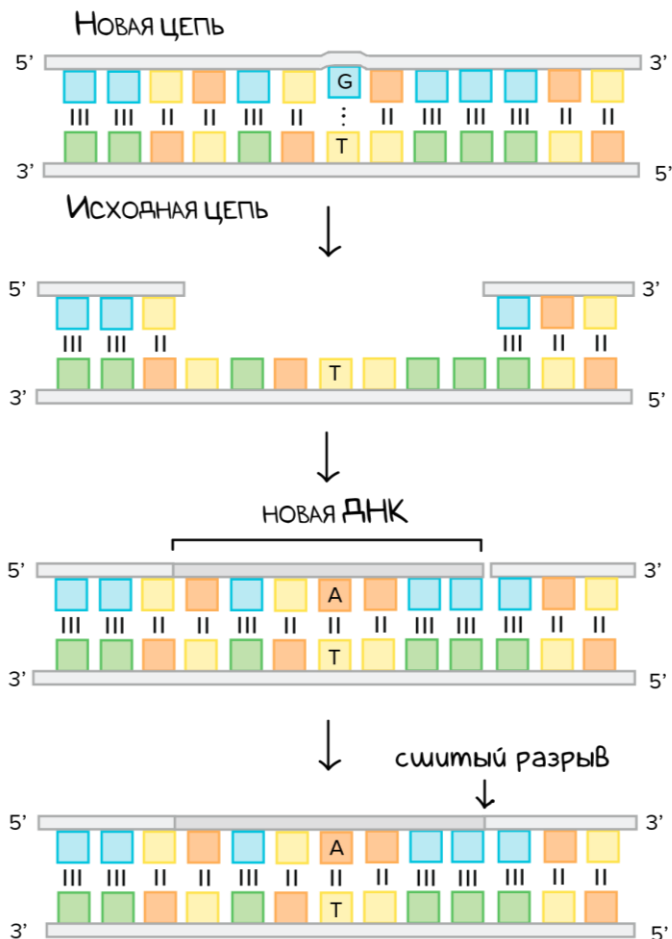
Терминация

- После окончания работы ДНК-полимеразы фермент экзонуклеаза удаляет праймеры.
- Фермент ДНК-лигаза сшивает между собой фрагменты Оказаки в единую цепь.



Репарация после репликации ДНК

Это особый процесс в клетках, который позволяет исправить повреждения и разрывы в молекулах ДНК, поврежденных при нормальном биосинтезе ДНК в клетке или в результате воздействия физических или химических факторов.



В новой цепи ДНК определяется несоответствие нуклеотидов

Новая цепь ДНК разрезается и неподходящий нуклеотид удаляется вместе с соседними нуклеотидами

Недостающий участок заполняется правильными нуклеотидами с помощью ДНК-полимеразы

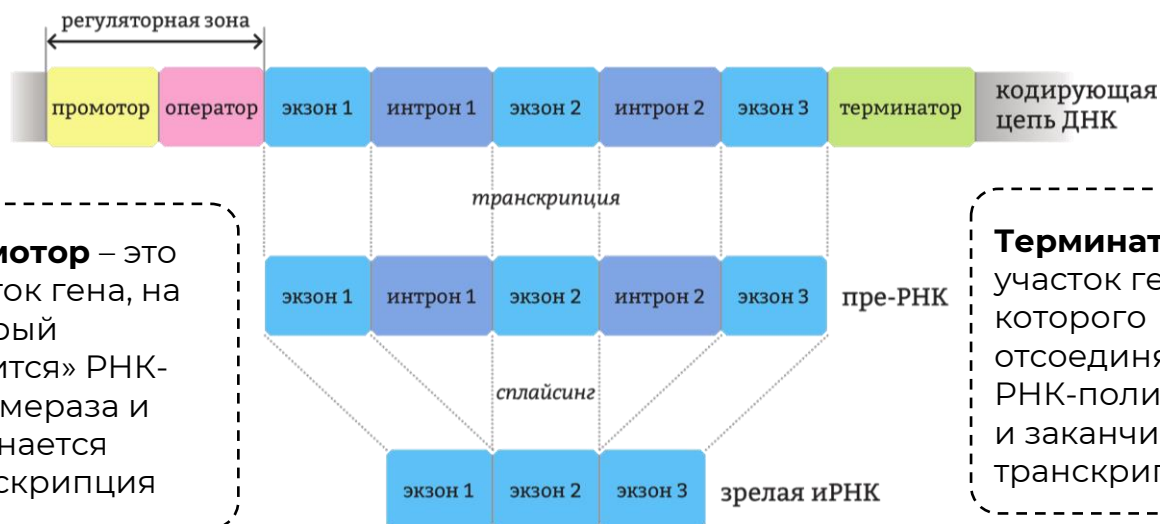
ДНК-лигаза сшивает разрывы в цепи ДНК

Ген

Это участок ДНК, задающий последовательность аминокислот полипептида или последовательность нуклеотидов РНК (тРНК, рРНК).

Строение гена у эукариот

Экзоны – информативные участки гена, а **интроны** – неинформативные участки.

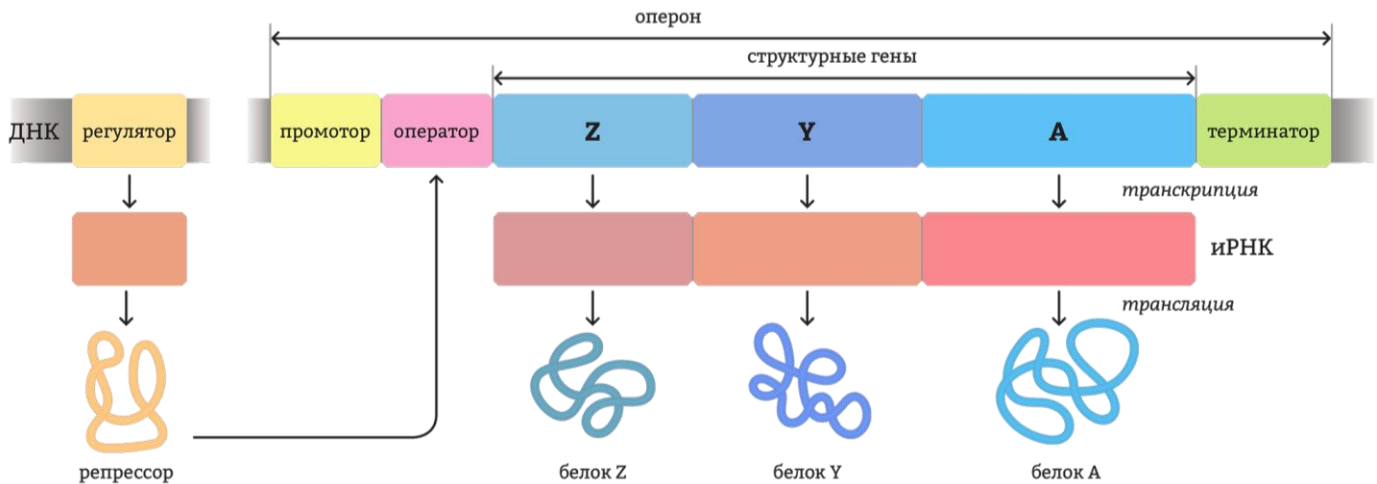


Промотор – это участок гена, на который «садится» РНК-полимераза и начинается транскрипция

Терминатор – участок гена, с которого отсоединяется РНК-полимераза и заканчивается транскрипция

Строение гена у прокариот

Для прокариот характерно объединение нескольких генов в единую функциональную систему – **оперон**.



В начале и в конце оперона есть единые регуляторные области для нескольких структурных генов. С транскрибируемого участка оперона считывается одна молекула иРНК, которая содержит несколько кодирующих последовательностей, в каждой из которых есть свой старт и стоп-кодон. С каждого из таких участков синтезируются один белок. Таким образом, с одной молекулы иРНК синтезируется несколько молекул белка.

Работу оперона могут регулировать другие гены, которые могут быть заметно удалены от самого оперона – **регуляторы**. Белок, транслируемый с этого гена называется **репрессор**. Он связывается с оператором оперона, регулируя экспрессию сразу всех генов, в нем содержащихся.

Генетический код

Генетический код — это система перевода последовательности нуклеотидов в нуклеиновой кислоте в аминокислотную последовательность белка

Свойство	Описание
Код треплетен	Каждой аминокислоте соответствует сочетание из трёх нуклеотидов (кодонов или триплетов). Существует один старт-кодон (иРНК 5'-АУГ-3') и три стоп-кодона (иРНК 5'-УАА-3', 5'-УГА-3', 5'-УАГ-3'). Стоп-кодона сигнализируют об окончании одного гена.
Код однозначен	Каждый кодон соответствует только одной аминокислоте
Код вырожден (избыточен)	Аминокислоты кодируются более чем одним кодоном
Код универсален	Все организмы, живущие на Земле, имеют один и тот же генетический код
Код непрерывен	Между триплетами нет промежутков
Код непрекываем	Конечный нуклеотид одного триплета не может служить началом другого

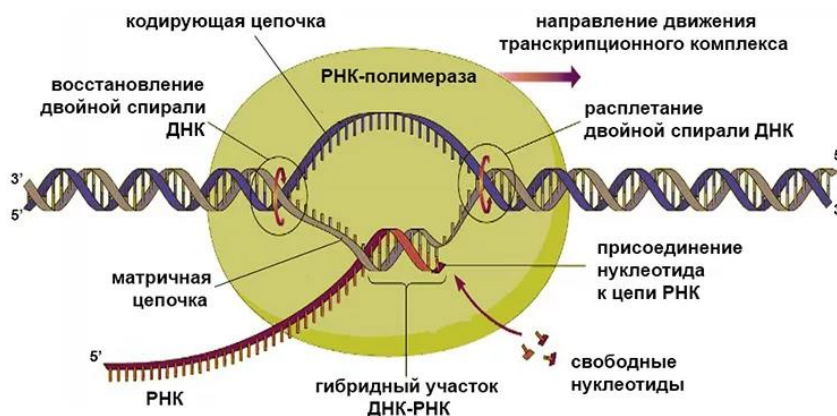
Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	–	–	А
	Лей	Сер	–	Три	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

Транскрипция – матричный синтез РНК

- ДНК служит матрицей для синтеза всех нуклеиновых кислот.
- Процесс биосинтеза РНК на ДНК называется транскрипцией.
- Этот процесс происходит в ядре клетки.
- На разных участках ДНК синтезируются разные виды РНК, которые в последствии участвуют в биосинтезе белка.

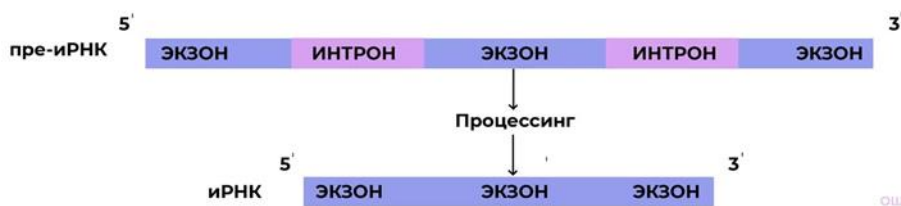
Этапы транскрипции:

1. **Инициация.** Фермент РНК-полимераза соединяется с определённой зоной на ДНК. Данная стартовая площадка называется *промотор*. Эта зона содержит старт-кодон. Под действием специальных белков раскручивается участок спирали ДНК, при этом разрушаются водородные связи. Одна из цепей ДНК и будет матричной или транскрибируемой.
2. **Элонгация.** На матричной цепи ДНК по принципу комплементарности выстраиваются нуклеотиды. Фермент РНК-полимераза, продвигаясь по цепи ДНК, соединяет между собой нуклеотиды. В результате синтезируется РНК-копия.
3. **Терминация.** Фермент РНК-полимераза отделяется от ДНК. Освобождается и синтезированная молекула РНК – копии, ДНК восстанавливая двойную спираль. Синтез завершён.



- У прокариот синтезируемые иРНК сразу взаимодействует с рибосомами и участвуют в синтезе белка.
- У эукариот синтез РНК происходит в ядре.
- ДНК эукариот имеет неинформативные участки – **интроны** и информативные участки – **экзоны**, которые переписываются на иРНК.
- После транскрипции молекула иРНК эукариотических клеток подвергается перестройке, т.е. из неё специальными ферментами «вырезаются» нуклеотидные последовательности - интроны, которые не несут информации о данном белке.
- Вырезание и сшивание экзонов (нуклеотидные последовательности, несущие информацию о первичной структуре белка) называется **сплайсинг**.

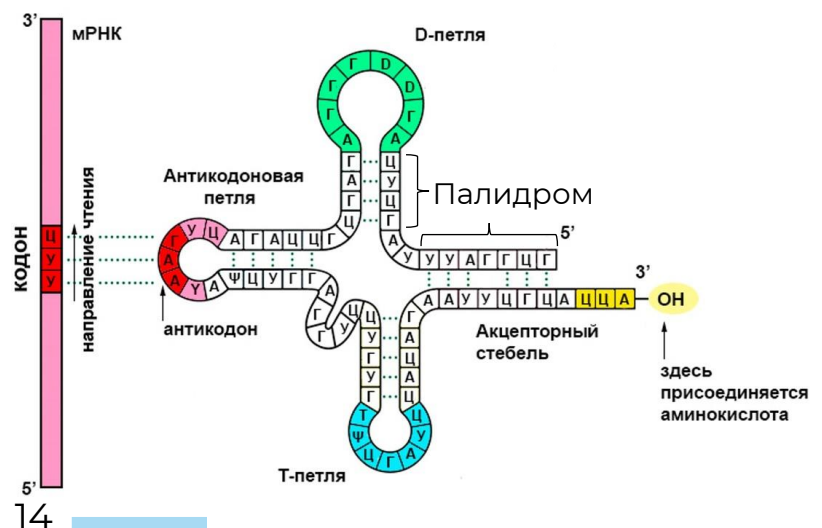
В результате **процессинга** образуется зрелая матричная РНК. В ядре клетки она взаимодействует со специальными белками и с их помощью через поры в ядерной мембране переносится в цитоплазму.



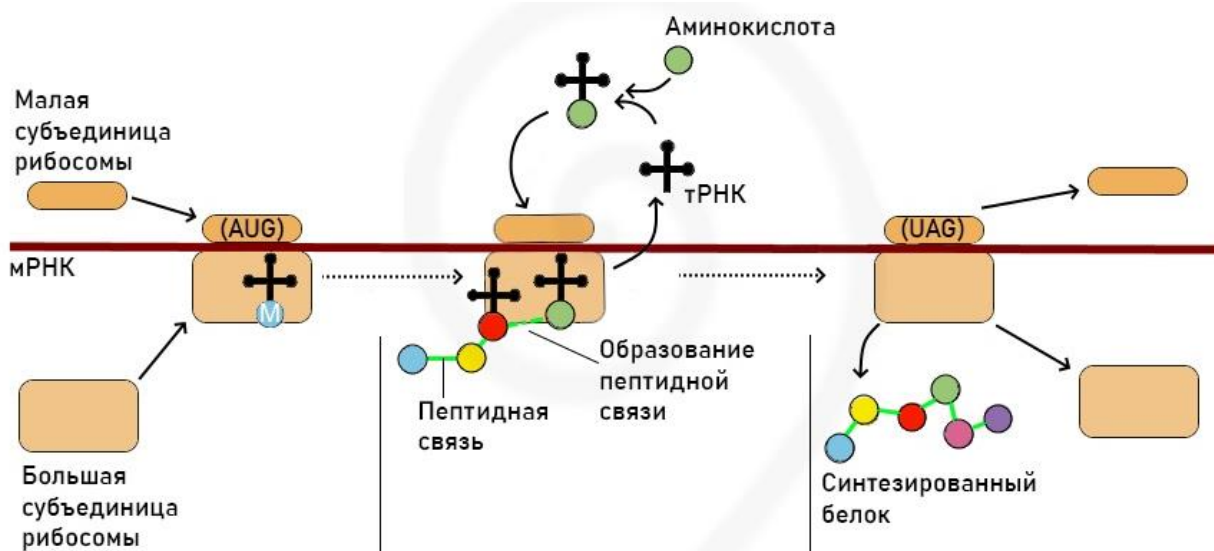
1. Изменение концов иРНК
 - Каждый из концов пре-иРНК модифицируется.
 - 5'-конец синтезируется первым и получает 5'-кэп-модифицированную форму гуанинового нуклеотида.
 - Специальный фермент добавляет еще 50-250 адениновых нуклеотидов к 3'-концу, образуя поли (А)-хвост.
 - 5'-кэп и 3'-поли (А)-хвост нужны чтобы:
 - Помогать экспорту зрелой иРНК из ядра
 - Помочь защитить РНК от гидролитических ферментов
 - Помогать рибосоме прикрепляться к 5'-концу, когда она попадает в цитоплазму.
2. Сплайсинг.
 - Вырезание участков, соответствующих интронам и соединение в одну непрерывную последовательность участков, комплементарных экзонам.
 - Этот процесс протекает в ядре клетки и катализируется сплайсосомами – особыми комплексами, состоящих из молекул РНК и белков. В результате сплайсинга длина созревающей РНК по сравнению с пре-иРНК уменьшается.

Трансляция

- Это процесс, посредством которого генетическая информация в виде последовательности нуклеотидов иРНК переводится в последовательность аминокислот в полипептиде



- Происходит на рибосоме в цитоплазме или на шероховатой ЭПС.
- тРНК:
- Доставляют аминокислоты к рибосомам.
 - Имеют форму клеверного листа.
 - 3' -конец цепи тРНК – акцепторный хвост – служит для присоединения аминокислоты.
 - Центральный треплет средней петли – антикодон. Последовательность нуклеотидов в составе антикодона определяет, с каким именно кодоном иРНК будет комплементарно соединяться та или иная тРНК и какую аминокислоту она будет переносить.
 - Палиндром – двуцепочечный участок, связанный водородными связями, обе цепи которого обладают одинаковой последовательностью нуклеотидов при прочтывании от 5' к 3'-концу.
 - Все виды РНК (тРНК, иРНК, рРНК) синтезируется с ДНК матрицы в процессе транскрипции.



Инициация

- Малая и большая субъединицы рибосом присоединяются к иРНК.
- Узнавание старт-кодона 5'-АУГ- 3'.
- тРНК с метионином попадает в пептидильный участок рибосомы

Элонгация

- Транспептидация – перенос растущего пептида на новоприбывшую аминокислоту.
- Транслокация – шаг рибосомы на один триплет

Терминация

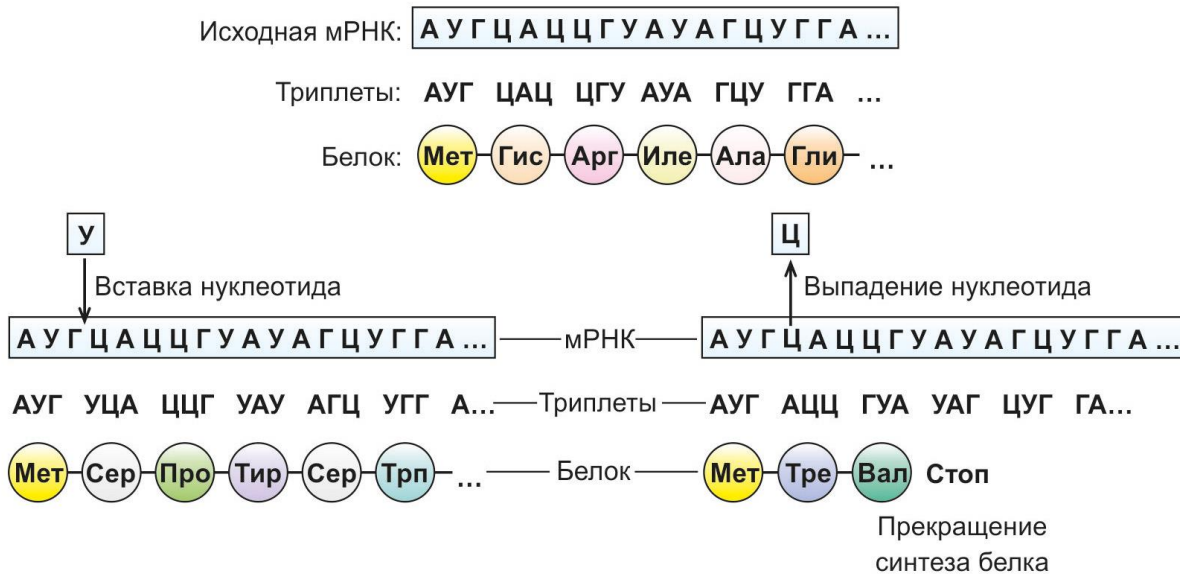
- Узнавание стоп-кодона
- Отсоединение готового белка от иРНК и рибосомы

Рамка считывания

Рамка считывания – один из трех возможных способов считывания нуклеотидной последовательности в виде триплетов.

- Рамка считывания определяется самым первым триплетом, с которого начинается трансляция.
- Последовательность кодонов, начинающуюся со старт – кодона (АУГ) и заканчивающуюся стоп-кодоном, называют открытой рамкой считывания

- Открытая рамка считывания потенциально способна кодировать белок.
- Основным признаком рамки считывания служит отсутствие стоп-кодона.
- Закрытая рамка считывания содержит стоп-кодон внутри последовательности, что не позволяет иРНК транслироваться в функционально активный белок из-за преждевременной терминации.



Регуляция активности генов у прокариот. Гипотеза оперона.

- Оперон – это группа генов прокариот, находящихся под общим промотором. Все эти гены транскрибируются на одну общую молекулу иРНК. Оперон является генетической единицей регуляции механизма синтеза белков.
- Промотор – посадочная площадка для РНК-полимеразы.
- Оператор – последовательность ДНК между промотором и структурными генами в опероне. Оператор способен связываться с репрессором. В этом случае РНК-полимераза не может начать синтез иРНК, и ген не экспрессируется.

Например: если бактерия кишечной палочки попадает в среду с лактозой, то она начинает синтезировать ферменты для расщепления лактозы. А если лактоза в среде заканчивается, то синтез ферментов сразу же прекращается.

Ферменты. Коферменты. Белки-активаторы и белки-ингибиторы.

Ферменты (энзимы) — это макромолекулы белковой природы, которые работают в качестве катализаторов, ускоряющие биохимические реакции.

Строение фермента:

1. Субстратный центр служит якорной площадкой для соединения фермента с субстратом.
2. Активный центр. Здесь происходит видоизменение субстрата, он делается доступным для проведения реакций.
3. Регуляторный центр (аллостерический). К этому центру могут присоединяться неорганические ионы, низкомолекулярные вещества, которые заставляют молекулу фермента принять такую форму, которая будет способствовать быстрому соединению с субстратом.



Свойства фермента:

1. Субстратная специфичность.

Реагент на который действует фермент, называется субстратом фермента. Фермент связывается с субстратом образуя фермент-субстратный комплекс. В то время, которое фермент и субстрат связаны, каталитическое действие фермента преобразует субстрат в продукт.

Каждый фермент действует только на определенное вещество - субстрат. То есть они могут ускорять только одну реакцию или реакции одного типа.

2. Индуцированное соответствие.

Как только субстрат входит в активный центр, фермент незначительно изменяет свою форму из-за взаимодействия между химическими группами на боковых цепях аминокислот, образующих активный центр. Фермент активнее обхватывает субстрат – это индуцированное соответствие, при котором увеличивается способность активного центра к катализу.

3. Активность ферментов.

Ферменты активны в определенных условиях.

А) температура. Каждый фермент имеет оптимальную температуру, при которой скорость катализируемой реакции максимальна. Не приводя к денатурации фермента, такая температура обеспечивает наибольшее число столкновений молекул и быстрое преобразование реагентов в продукт.

Б) pH среды. Значения pH, при котором наблюдается наиболее высокая скорость ферментативных реакций, называют оптимальными.

Механизм действия ферментов:

1. Фермент соединяется с субстратом и образуется фермент-субстратный комплекс.

2. В активном центре фермента происходят преобразования субстрата, изменяются связи в молекуле субстрата, его конфигурация.

3. Образуется комплекс фермента с видоизмененным субстратом

4. Происходит химическая реакция и образуется фермент-продуктный комплекс.

5. После окончания реакции комплекс распадается, продукт освобождается, а фермент восстанавливается.

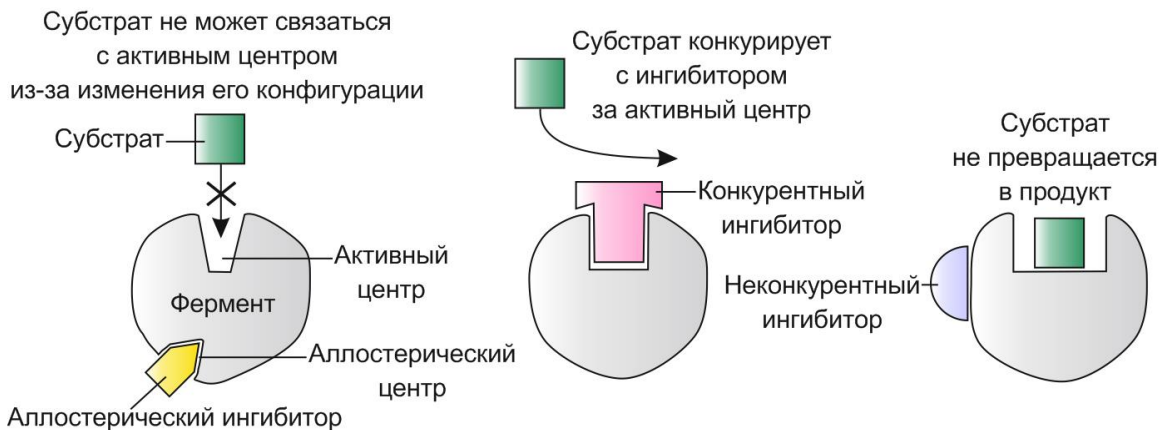
Для того чтобы осуществлять каталитическую активность, многим ферментам нужны небелковые помощники. Эти помощники называются **кофакторами**. Кофакторы бывают неорганическими (ионы цинка, железа, меди) и органические - **коферменты** (витамины, КоА, НАД, АТФ, НАДФ).

Белки – активаторы ускоряют скорость ферментативных реакций.

Ингибиторами называют вещества, вызывающие снижение активности фермента.

Виды ингибирования:

1. Конкурентное ингибирование. Ингибитор напоминает молекулу субстрата и может блокировать доступ субстрата к активному центру и тем самым снижает производительность фермента.
2. Неконкурентное ингибирование. Не происходит соперничества ингибитора с субстратом за связывание с активным центром напрямую. Ингибитор связывается с другой частью фермента, меняет пространственную конфигурацию и больше не может катализировать реакцию.



Скорость ферментативных реакций зависит от:

1. Природы и концентрации фермента и субстрата.
2. Температуры.
3. Давления.
4. Кислотности среды
5. Наличие ингибиторов.

Следующая тема: Клеточный цикл



РАЗМНОЖЕНИЕ ОРГАНИЗМОВ

Признак	Бесполое размножение	Половое размножение
Типы клеток, обеспечивающие размножение	Соматические	Гаметы
Количество родительских особей	Одна	Две
Потомство	Генетически однородно и не отличается от родителей	Генетически отличается от родителей
Значение	<ol style="list-style-type: none"> Усиливает роль стабилизирующих функций естественного отбора. Способствует сохранению наибольшей приспособленности к условиям существования. Увеличивает скорость размножения. 	<ol style="list-style-type: none"> Способствует генетическому разнообразию. Создаёт предпосылки для освоения разнообразных условий существования. Быстрее возникновение приспособления вида к меняющимся условиям обитания. Даёт эволюционные перспективы.

Бесполое размножение

Форма	Описание	Примеры организмов
Бинарное деление	Происходит митотическое деление материнской клетки с образованием двух дочерних.	Простейшие, одноклеточные водоросли
Шизогония (множественное деление)	Ядро клетки многократно делится без цитокинеза и формируется многоядерная форма – шизонт, который образует несколько десятков новых особей (мерозоитов)	Малярийный плазмодий
Спорообразование	Образование специализированных клеток — спор — в особых органах (спорангиях). Спора представляет собой небольшую клетку, состоящую из ядра и цитоплазмы	Споровые растений (хвощи, плауны, папоротники, мхи), грибы
Почкование	На материнской особи происходит образование выроста – почки, из которой развивается новая особь	Бактерии, дрожжи, гидра, губки
Фрагментация	Разделение особи на две или несколько частей, из которых развиваются новые особи	Нитчатые водоросли, черви, морские звёзды
Клонирование	Получение потомства путём пересадки ядра соматической клетки донора в яйцеклетку	В естественных условиях не встречается
Вегетативное	Новые особи образуются из частей тела материнского организма	Покрытосеменные растения, водоросли, грибы, лишайники
Полиэмбриония	Бластомеры, образовавшиеся после деления зиготы, отходят друг от друга и образуют несколько эмбрионов	Броненосцы, у человека

Половое размножение

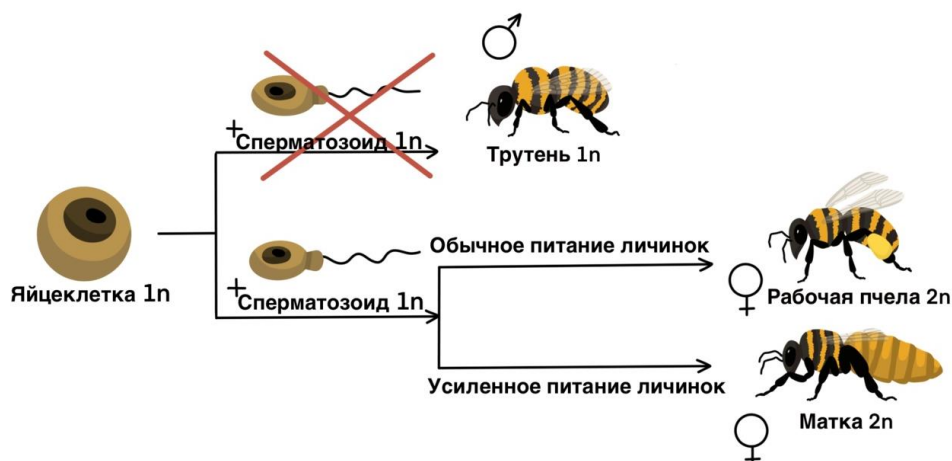
Копуляция (гаметогамия) – вид полового размножения, при котором у многоклеточных и одноклеточных организмов две различающиеся по полу клетки (гаметы) сливаются и образуют зиготу, содержащую одно ядро с новым набором наследственного материала. Из зиготы развивается новый организм.

Виды гамет	Описание	Представители
Изогамия	Гаметы не отличаются друг от друга по размерам, подвижны, имеют жгутики, однако физиологически они разделяются на «мужскую» и «женскую»	Протисты, водоросли
Гетерогамия	Гаметы отличаются друг от друга морфологически (одна крупнее другой) и физиологически, но оба типа гамет подвижны и имеют жгутики.	Водоросли
Оогамия	Гаметы сильно отличаются друг от друга и разделяются на женские — яйцеклетки и мужские — сперматозоиды. Яйцеклетки крупные и неподвижные, а сперматозоиды мелкие и подвижные. У семенных растений мужские гаметы неподвижны и называются спермиями. Они доставляются к яйцеклетке с помощью пыльцевой трубки.	Животные, растения, грибы

Партеногенез – вид полового размножения, когда развитие особи происходит из неоплодотворенного яйца.

Гаплоидный (генеративный) партеногенез – новый организм развивается из гаплоидной яйцеклетки.

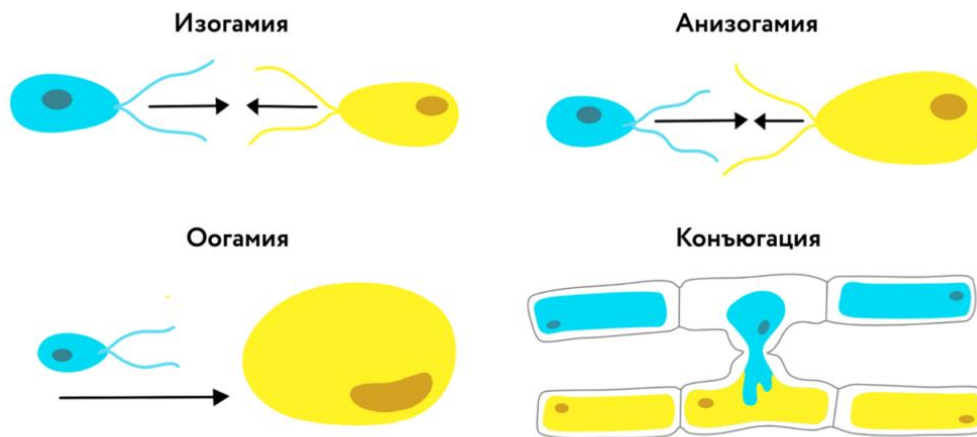
У пчел, паразитических ос, муравьев в результате партеногенеза из неоплодотворенных яиц получают самцы, а из оплодотворенных самки, что приводит к появлению различных каст.



Половой процесс

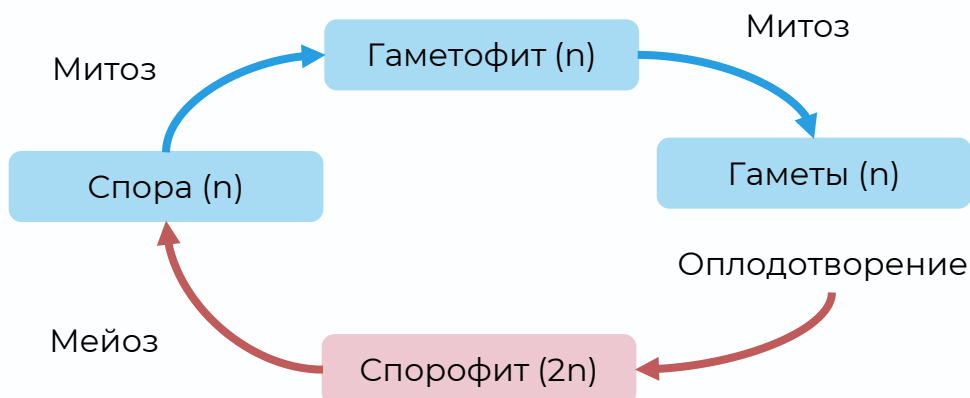
Половой процесс – биологическое явление, приводящее к обмену наследственным материалом между особями одного вида или к его объединению, что создает условия для возникновения разнообразия наследственной информации. Половой процесс не всегда приводит к увеличению числа особей.

Конъюгация – особая форма полового процесса, при которой происходит контакт одноклеточных организмов или соматических клеток многоклеточных организмов с образованием цитоплазматических мостиков для перехода ядер или всего содержимого клеток (инфузория туфелька, спирогира). При этом не происходит увеличения числа особей, но обеспечивается рекомбинация наследственного материала



Размножение растений

Гаметофит (половое поколение)	Спорофит (бесполое поколение)
<ul style="list-style-type: none"> Гаплоидный набор хромосом Образуются гаплоидные гаметы митозом 	<ul style="list-style-type: none"> Диплоидный набор хромосом Образуются гаплоидные споры мейозом



Отдел Зеленые водоросли

Преобладающее поколение – гаметофит. Взрослая особь имеет гаплоидный набор хромосом.

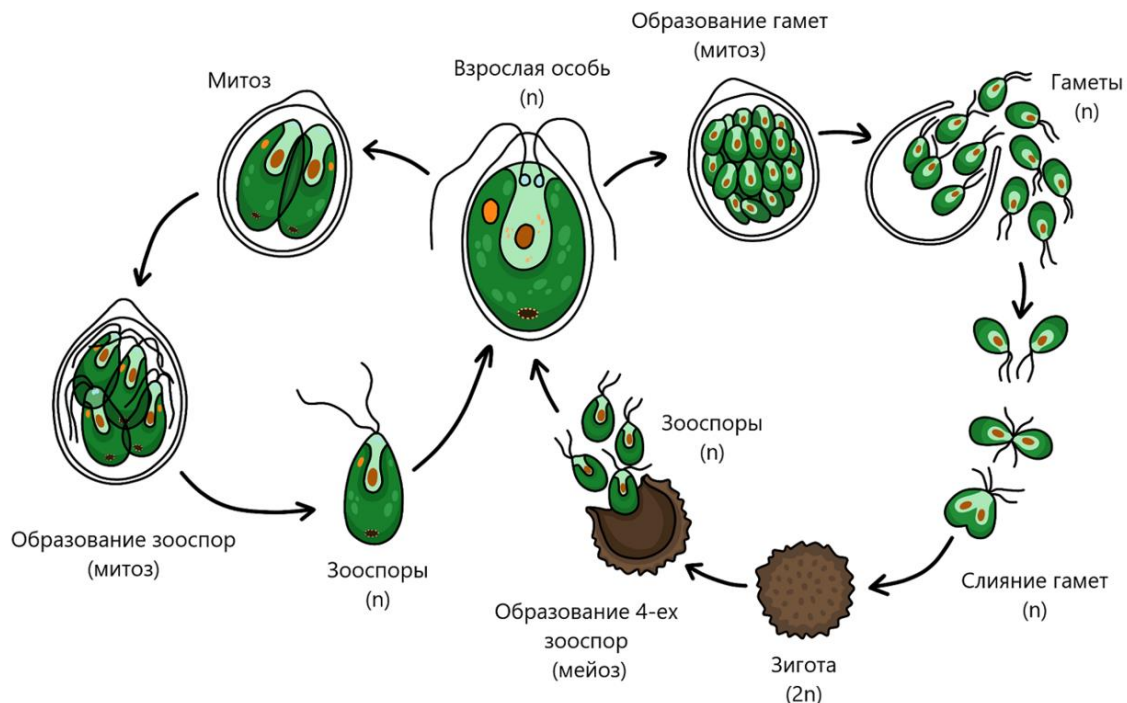
Размножение хламидомонады

Бесполое размножение

- При благоприятных условиях.
- Взрослая особь делится митозом.
- Получаются подвижные гаплоидные зооспоры, которые вырастают во взрослую хламидомонаду

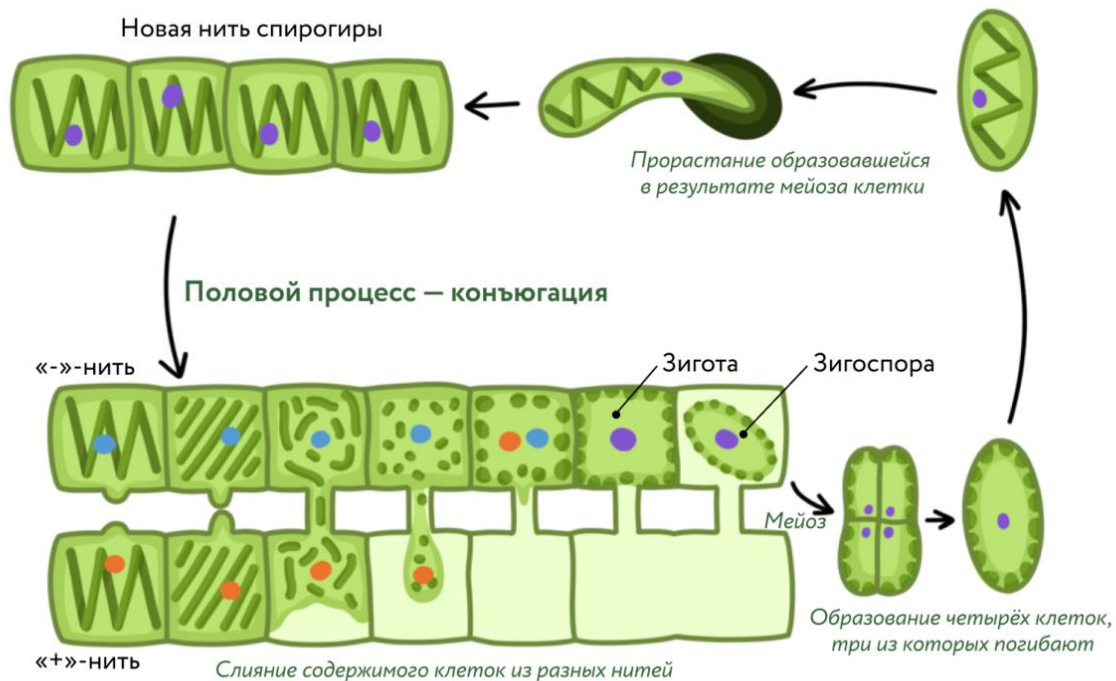
Половое размножение

- При неблагоприятных условиях.
- Взрослая особь делится митозом. Получаются гаплоидные гаметы.
- Гаметы отличаются от зооспор способностью сливаться.
- Слияние гамет дает диплоидную зиготу (спорофит). Зигота покрывается плотными оболочками (циста). В состоянии цисты переносит неблагоприятные условия.
- Диплоидная зигота делится мейозом получают гаплоидные зооспоры.
- Зооспоры вырастают во взрослую особь.



У зеленой нитчатой водоросли **спирогиры** происходит половой процесс **конъюгация**.

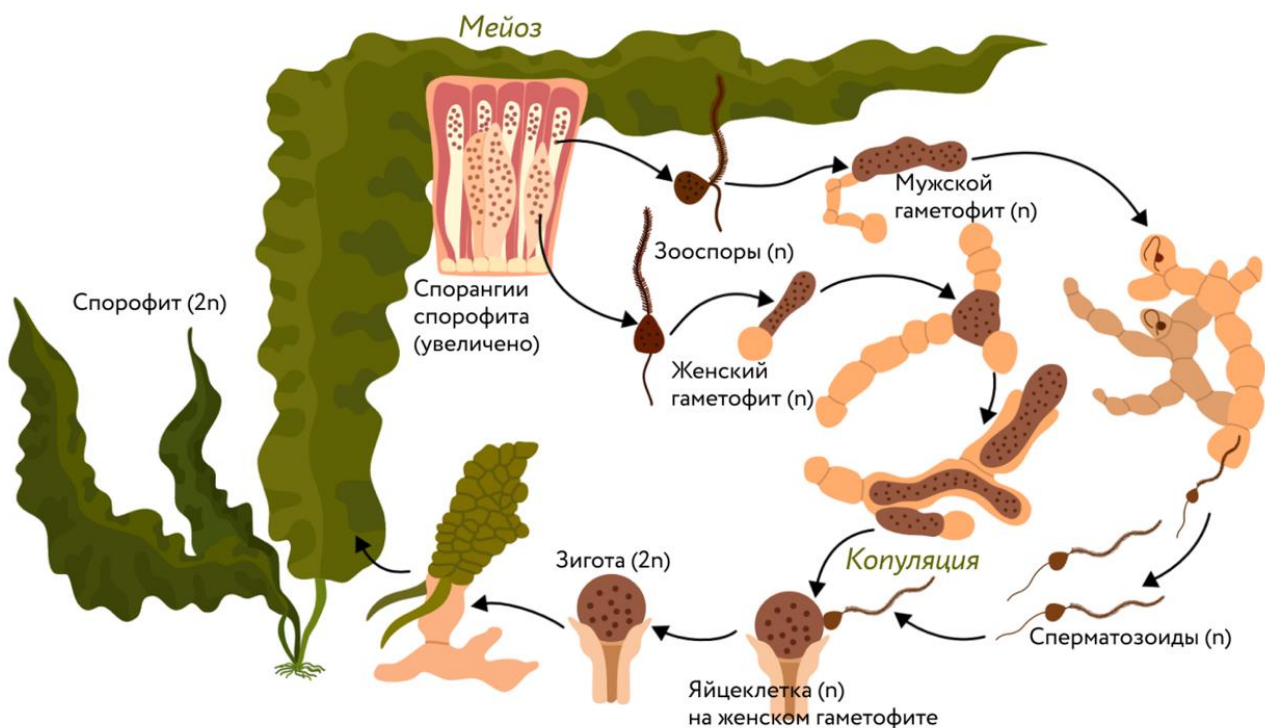
Содержимое клетки одной нити водоросли перетекает в клетку другой нити, получается диплоидная зигота. Зигота покрывается плотной оболочкой (зигоспора) и переживает неблагоприятные условия. Весной зигота делится мейозом, из 4 образовавшихся клеток 3 погибают, а одна дает начало гаметофиту.



Отдел Бурые водоросли

Преобладающее поколение – спорофит. Рассмотрим на примере ламинарии.

1. Спорофит (взрослая ламинария) имеет спорангии. Диплоидные клетки спорангиев делятся мейозом, образуют гаплоидные подвижные зооспоры.
2. Зооспоры прорастают в мелкие нитевидные образования (гаметофиты). Они раздельнополы.
3. На женском гаметофите митозом образуется яйцеклетка, на мужском – сперматозоид.
4. Гаметы сливаются, образуют зиготу, из которой вырастают крупные диплоидные талломы.



Общее для всех споровых растений – для оплодотворения нужна вода. Мужские гаметы (сперматозоиды) имеют жгутики, обладают подвижностью.

Отдел Моховидные

- Преобладающее поколение – гаметофит (зеленое листостебельное растение).
- Спорофит – коробочка на ножке (спорогон) – развивается на гаметофите.
- Спорофит не фотосинтезирует, питается за счет гаметофита.

Рассмотрим на примере кукушкиного льна.

1. Спора – одноклеточная структура, имеет защитные оболочки, не имеет запаса питательных веществ. Гаплоидная спора попадает во влажную почву и развивается (митоз) в зеленую нить протонему (предросток).
2. Протонемы образуют почки, которые развиваются в гаметофиты. Кукушкин лен двудомное растение (есть женские и мужские растения).
3. На женских гаметофитах развиваются архегонии (женские половые органы), на мужских гаметофитах развиваются антеридии (мужские половые органы).
4. В архегониях митозом образуются яйцеклетки, в антеридиях митозом образуются сперматозоиды.
5. Оплодотворение. Для оплодотворения нужна вода! Получается диплоидная зигота.
6. Из зиготы развивается (митозом) диплоидный спорофит (спорогон).
7. В диплоидном спорогоне мейозом образуются гаплоидные споры

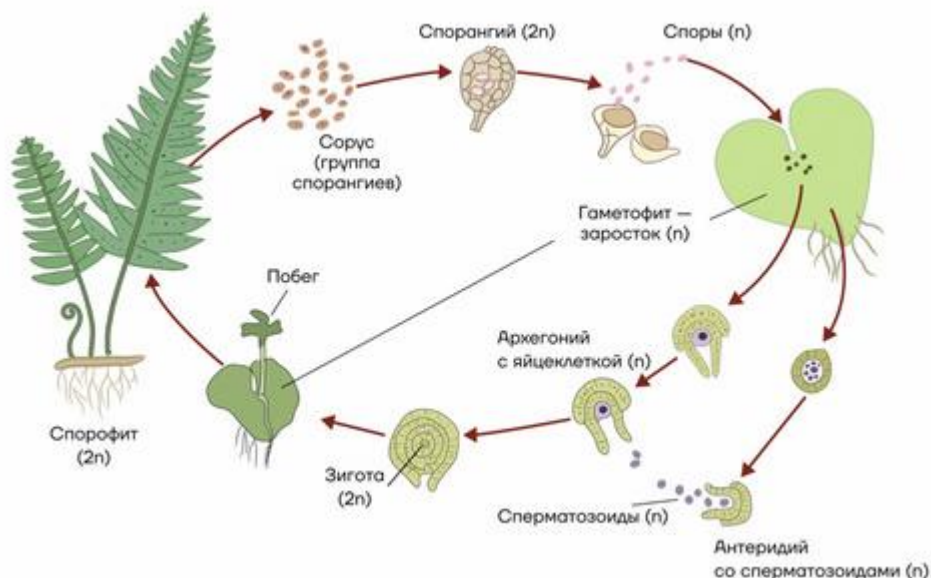


Отдел Папоротниковидные

- Жизненный цикл папоротников, хвощей и плаунов происходит аналогично.
- Преобладающее поколение – спорофит (взрослое растение).
- Гаметофит представлен заростком.

Рассмотрим на примере папоротника.

1. Гаплоидные споры прорастают (митозом), образуя гаметофит (заросток).
2. На заростке митозом образуются архегонии (женские половые органы) и антеридии (мужские половые органы).
3. В архегониях митозом образуются яйцеклетки, в антеридиях митозом образуются сперматозоиды.
4. Оплодотворение. Для оплодотворения необходима вода! Получается диплоидная зигота.
5. Из зиготы митозом развивается спорофит (взрослое растение).
6. На нижней стороне листа папоротника развиваются диплоидные сорусы. Сорус – группа спорангиев, прикрытые специальным покрывальцем (индузием).
7. В спорангиях мейозом образуются гаплоидные споры.



Семенные растения:

- Спорофит преобладает, гаметофит сильно редуцирован, развивается в спорофите и представлен несколькими клетками.
- Независимость оплодотворения от воды.
- Мужские гаметы (спермии) неподвижны.
- Семя (многоклеточный зародыш, запас питательных веществ, семенная кожура).

Отдел Голосеменные

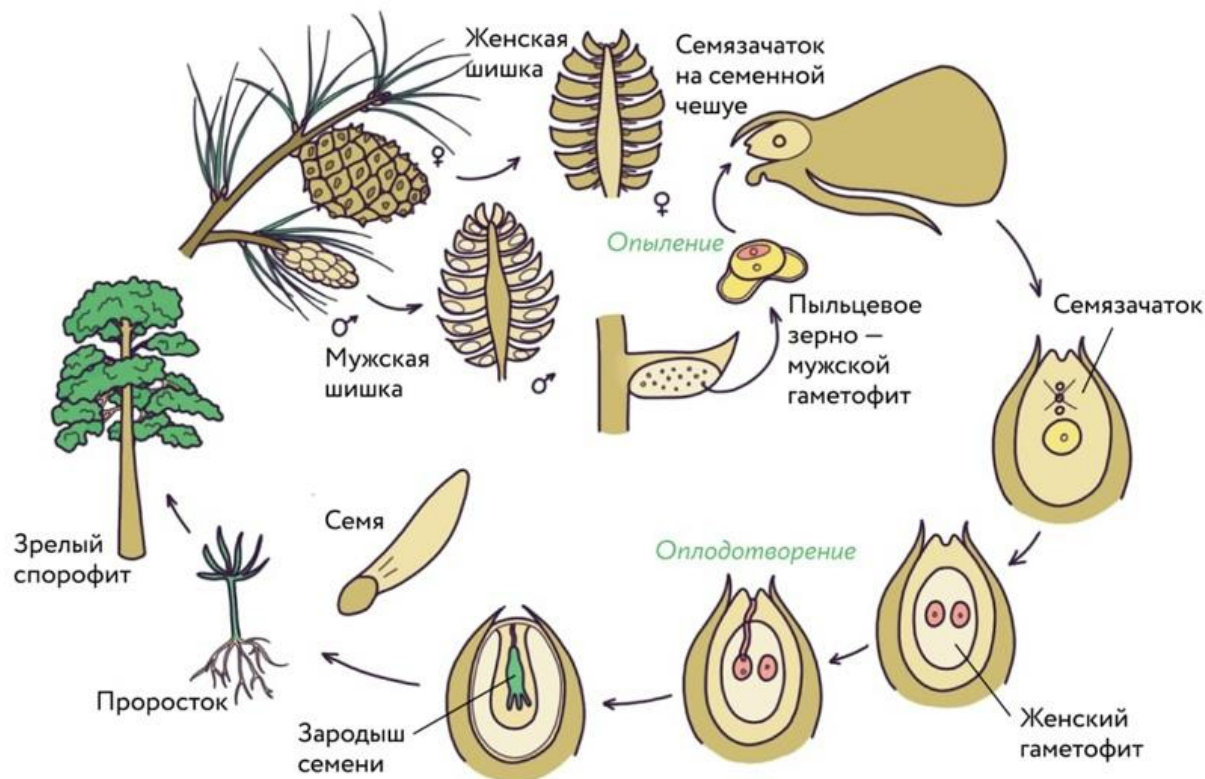
- Перенос пыльцы ветром.
- С момента опыления (попадания пыльцы на семяпочку) до момента оплодотворения (слияния яйцеклетки и спермия) проходит 12-15 месяцев (в зависимости от вида растения).

!!! Обрати внимание: эндосперм (запас питательных веществ) гаплоидный, получается митозом из гаплоидной мегаспоры (макроспоры).

1. Первый год

- Пыльца выходит из мужских шишек и садится на женские шишки. Чешуи на женских шишках захлопываются и замуровываются смолой.
- Таким образом в первый год происходит опыление (оплодотворения не происходит, пыльца лишь попадает на женские шишки).

2. Второй год



- После длительного ожидания пылинка наконец-то достигает женский гаметофит. И тут происходит оплодотворение.
- Вегетативная клетка прорастает внутрь, образуя пыльцевую трубку.
- 2 спермий проникают внутрь женского гаметофита через пыльцевую трубку.
- Один спермий оплодотворяет одну яйцеклетку — образуется диплоидная зигота. Зигота даст начало зародышу в семени.
- Второй спермий погибает! Вторая яйцеклетка тоже погибает!
- Оплодотворение произошло, образуется семя. Оплодотворение происходило внутри женской шишки — внутри семяпочки (семязачатка).
- Зигота ($2n$) даст начало зародышу ($2n$).
- Покровы семязачатка дадут начало семенной коже, которая будет защищать семя.
- Эндосперм (n) даст семени питательные вещества для роста. Обратите внимание, что у голосеменных эндосперм гаплоидный!

3. Третий год

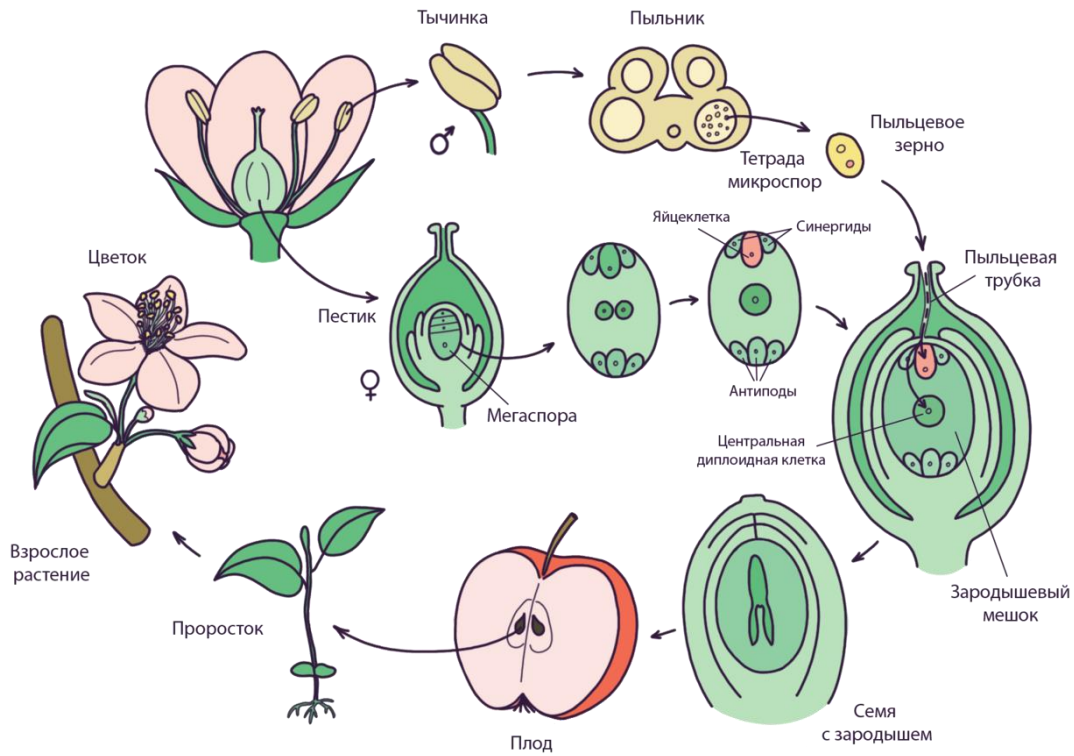
Женская шишка раскрывает чешуи, зрелые семена выпадают, попадая на землю. Семя прорастает.

Отдел Покрытосеменные

- У покрытосеменных появляется цветок и плод.
- Плоды развиваются из стенок завязи пестика. Функция плодов: защита и распространение семян.
- Двойное оплодотворение. В зародышевом мешке происходит 2 слияния.
 1. Спермий (n) + яйцеклетка (n) = зигота ($2n$)
 2. Спермий (n) + центральная клетка ($2n$) = $3n$ клетка, из которой разовьется эндосперм.

У однодольных растений запас питательных веществ находится в триплоидном эндосперме, а у большинства двудольных эндосперм не выражен, запас

питательных веществ находится в диплоидных семядолях. Но есть исключения: например, семена томата и мака (двудольные) содержат эндосперм.

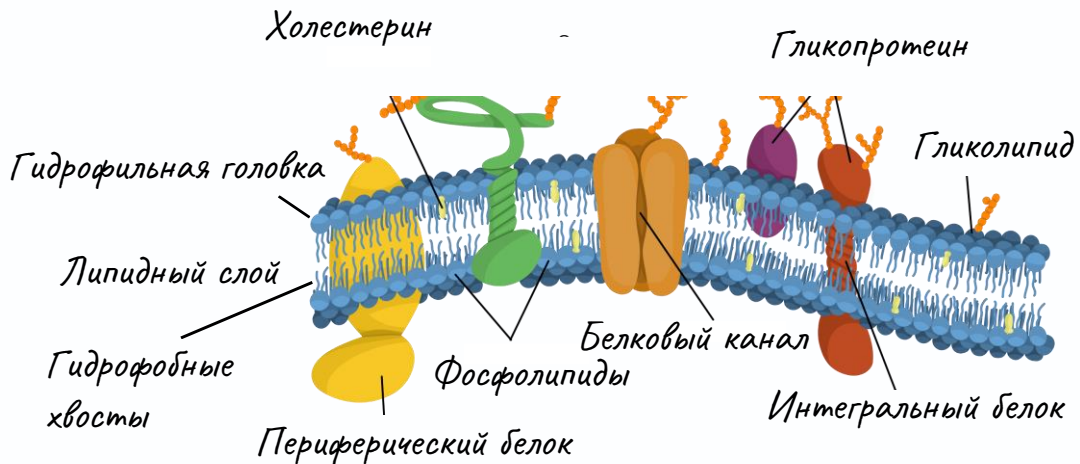


Следующая тема:
Закономерности
наследственности



СТРОЕНИЕ ЭУКАРИОТИЧЕСКОЙ КЛЕТКИ

Плазматическая мембрана



- **Бислой фосфолипидов** - является основой плазматической мембраны и выполняет структурную функцию.
- **Холестерин** - придает мембране жесткость, стабилизирует и регулирует проницаемость. Присутствует только в животной клетке.
- **Белки** осуществляют транспорт веществ и рецепторную функцию.
- **Гликокаликс** присутствует только в животной клетке, участвует в межклеточных контактах и выполняет рецепторную функцию.

Ненасыщенные липиды в плазмалеме	Насыщенные липиды в плазмалеме
 <p>Ненасыщенные жирные кислоты в хвостиках фосфолипидов изогнуты, это препятствует плотной упаковке и повышает тягучесть мембраны</p>	 <p>Насыщенные жирные кислоты в хвостиках фосфолипидов упакованы плотно друг к другу, что делает мембрану более вязкой.</p>

Двойной слой фосфолипидов обладает избирательной проницаемостью .

Пропускает

- Гидрофобные вещества
- Нейтральные небольшие молекулы (кислород, углекислый газ)



Не пропускает

- Полярные молекулы (сахара, белки)
- Ионы

Свойства плазматической мембраны:

1. *Текучесть.* Липидный слой имеет жидкостную структуру, поэтому липиды способны перемещаться и менять своё положение. Мембрана пластична и способна изменять свою форму без потери внутренних контактов.
2. *Самозамыкание.* В месте повреждения мембраны происходит спонтанное замыкание, препятствующее доступу воды в гидрофобный слой.
3. *Избирательная проницаемость.* Через мембрану свободно могут пройти гидрофобные вещества, мелкие незаряженные молекулы, но крупные полярные молекулы или заряженные ионы не могут проникнуть через плазматическую мембрану.

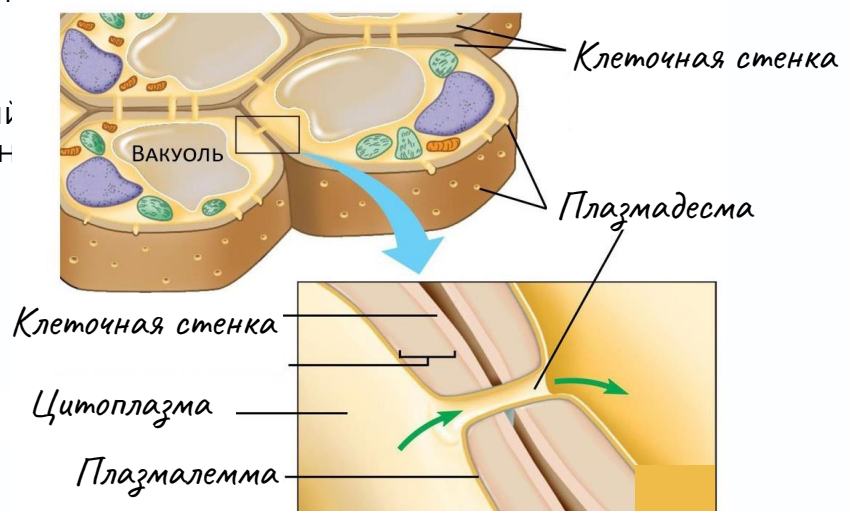
Функции мембраны:

- 1) Барьерная. Мембрана ограничивает свободную диффузию веществ или вообще не пропускает через себя вещества.
- 2) Поддержание формы клетки.
- 3) Транспортная. Мембрана обеспечивает поступление веществ в клетку и выделение их из клетки.
- 4) Рецепторная. Клетка опознаёт окружающие её клетки.

Надмембранный комплекс:

- Гликокаликс у животных.
- Клеточная стенка у растений (целлюлоза) и грибов (хитин)

У растений соседние клетки соединены между собой **плазмодесмами** (трубчатые цитоплазматические каналы). Внутри плазмодесм содержатся мембранные трубочки, которые связывают участки ЭПС двух клеток.



Плазмодесмы объединяют растительные клетки в ткани и образуют непрерывную систему – симпласт, по которой происходит транспорт веществ.

Пассивный транспорт

- Без затрат энергии.
- Идет по градиенту концентрации, т.е. из места большей концентрации в место меньшей концентрации вещества.

Простая диффузия

- Это перемещение молекул через фосфолипидный бислой.
- Транспортируются незаряженные и жирорастворимые молекулы (кислород, углекислый газ, этанол, холестерин).

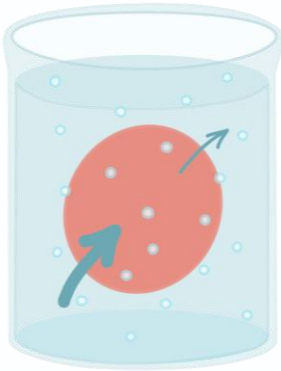
Облегченная диффузия

- Это транспорт молекул через белковые каналы и белков-переносчиков
- Аквапорины- белковые каналы для очень быстрого транспорта воды.
- Например, так переносятся молекулы глюкозы, аминокислоты, нуклеотиды.

Осмоз

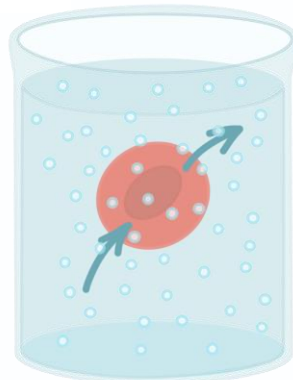
- Перемещение молекул воды через мембрану происходит с небольшой скоростью.

- Молекулы воды движутся из более разбавленного раствора в область менее разбавленного раствора.
- Чем более концентрированным является раствор, тем выше его осмотическое давление.



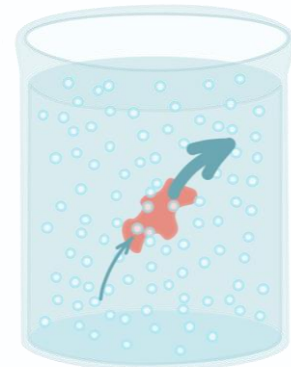
*Гипотонический
раствор*

Осмотическое давление раствора ниже чем в клетках.
Вода заходит в клетку.
В растительных клетках происходит деплазмолиз.
Животные клетки разбухают и лопаются.



*Изотонический
раствор*

Осмотическое давление раствора такое же, как в клетках



*Гипертонический
раствор*

Осмотическое давление раствора выше чем в клетках.
Вода выходит из клетки.
В растительных клетках происходит плазмолиз (отхождение клеточного содержимого от клеточной стенки).
Животные клетки сморщиваются.

Активный транспорт

- Против градиента концентрации
- С затратами энергии
- С помощью белков-переносчиков

Натрий-калиевый насос

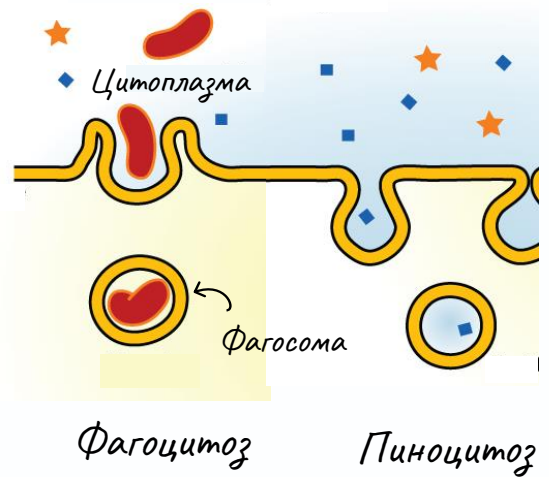
Для клеток животных натрий-калиевый насос является основным электрогенным насосом.

Ионы калия пассивно диффундируют через мембрану клетки во внешнюю среду через каналобразующие белки. Внутри клетки происходит постоянная закачивание ионов калия и отток ионов натрия. Одновременно с этим идёт процесс гидролиза АТФ.

Натрий –калиевый насос помогает запасать энергию, которая затем может использоваться клеткой для обменных процессах.

Эндоцитоз

Плазматическая мембрана образует впячивания с целью активного захвата объекта. Образуются мембранные пузырьки фагосомы. Затем с фагосомой сливается первичная лизосома и образуется вторичная лизосома. Содержимое пузырька расщепляется ферментами, а продукты поглощаются и усваиваются клеткой.
Фагоцитоз – поглощение твёрдых частиц.
Пиноцитоз – поглощение жидких веществ.



Экзоцитоз

Удаление продуктов метаболизма из клетки.

Цитоплазма

Цитоплазма = гиалоплазма + органоиды + ядро + включения

Цитоплазма состоит из гелеобразного вещества – гиалоплазмы (цитозоля). В цитозоле протекают различные реакции промежуточного обмена веществ (гликолиз, синтез высших жирных кислот, аминокислот), модификация белковых молекул.

В цитозоле можно обнаружить нити белковых молекул, образующие фибриллярный **цитоскелет** клетки.

Цитокелет – это трехмерная сеть из тонких белковых нитей и трубочек, пронизывающих гиалоплазму клетки. Состоит из микротрубочек, промежуточных филаментов и микрофиламентов.

Сама цитоплазма находится в постоянном движении – циклозе. Благодаря циклозу органоиды клетки способны обеспечивать связь между собой.

Микротрубочки

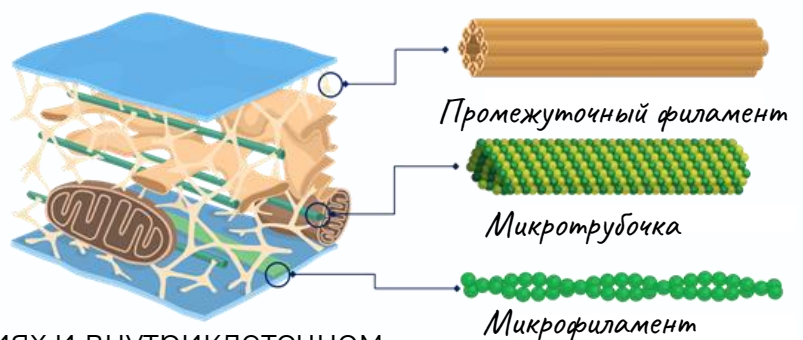
- Тонкие полые цилиндры, состоят из двух разных глобул белка тубулина
- Участвуют в транспорте веществ и органоидов внутри клетки с помощью моторных белков динеинов и кинезинов.
- Входят в состав жгутиков, ресничек, центриолей клеточного центра

Микрофиламенты

- Состоят из белка актина
- Могут собираться и разбираться

Промежуточные филаменты

- Состоят из фибриллярных белков
- Не участвуют в клеточных движениях и внутриклеточном транспорте
- Поддерживают форму клетки, участвуют в межклеточных контактах



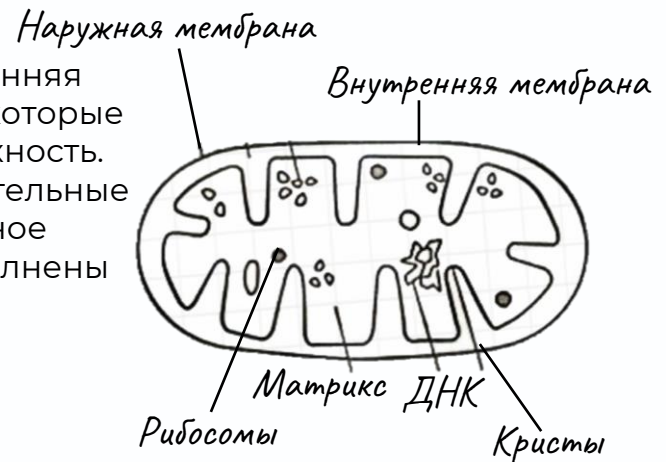
Органоиды

Двумембранные	Одномембранные	Немембранные
<ul style="list-style-type: none"> • Пластиды (хлоропласты, хромопласты, лейкопласты) • Митохондрия 	<ul style="list-style-type: none"> • Аппарат Гольджи • Эндоплазматическая сеть • Вакуоль • Лизосома • Пероксисома 	<ul style="list-style-type: none"> • Рибосомы • Клеточный центр • Жгутики • Реснички • Базальное тельце

Митохондрии

Строение: наружная мембрана гладкая, внутренняя мембрана имеет складки и выросты – *кристы*, которые увеличивают внутреннюю мембранную поверхность. На внутренней мембране располагаются дыхательные ферменты, которые обеспечивают окислительное фосфорилирование. Внутри митохондрии заполнены *матриксом*, в котором расположены кольцевая молекула ДНК, РНК и рибосомы 70 S. Много митохондрий в мышечных клетках.

Функции: участвуют в энергетическом обмене, осуществляя синтез АТФ.



Пластиды

Вид пластид	Строение	Функции
Хлоропласт	Является полуавтономным органоидом, способен к делению. Наружная мембрана гладкая, внутренняя мембрана образует выросты – тилакоиды. Тилакоиды представляют собой дисковидные мешочки, уложенные в стопки – граны. Многочисленные граны соединяются между собой ламеллами. Внутри заполнен стромой. В строму погружены мембранные структуры. В состав мембран входит фотосинтезирующий пигмент – хлорофилл и фермент АТФ-синтетаза, которая синтезирует АТФ. Также есть собственная кольцевая молекула ДНК, РНК и рибосомы 70 S.	На мембранах тилакоидов проходят реакции световой фазы фотосинтеза, а в строме – темновой фазы.
Лейкопласты	Бесцветные пластиды округлой формы, расположены в запасяющих тканях и в органах, скрытых от солнечного света. На свету могут превращаться в хлоропласты.	Запас органических веществ
Хромопласты	Содержат каротиноиды (красный, оранжевый, желтые пигменты). Не способны к фотосинтезу. Образуются из хлоропластов	Придают окраску плодам и цветкам

Теория симбиогенеза

Согласно данной теории, предлагаемые предки митохондрий были нефотосинтезирующими прокариотами, использующими кислород, в то время как предлагаемые предки хлоропластов были фотосинтезирующими прокариотами.

Типы симбиогенеза:

1) Первичный симбиогенез.

- Эукариотическая гетеротрофная клетка захватывает цианобактерии с образованием пластиды.
- Полученная пластида имеет две мембраны. При этом внутренняя мембрана сходна по составу плазмолеммой бактерии, а внешняя мембрана сходна по составу с плазмалеммой эукариотической клетки.
- В результате получились первичные пластиды.

2) Вторичный симбиогенез.

- Эукариотическая гетеротрофная клетка захватывает эукариотическую клетку, имеющую первичные пластиды.
- В результате получились вторичные пластиды.



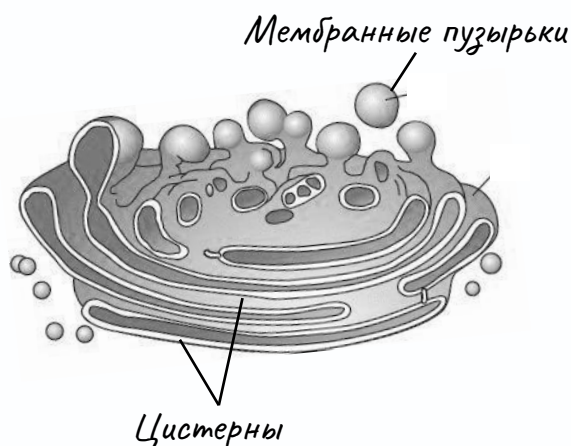
Строение хлоропласта

Аппарат Гольджи (Комплекс Гольджи)

Строение: состоит из цистерн, уложенных в стопку. Обратите внимание, что везикулы, сконцентрированы рядом с аппаратом Гольджи. Хорошо развит в секреторных клетках, синтезирующих ферменты, гормоны, медиаторы нервных импульсов.

Функции:

- Модификация, упаковка и транспорт белков, жиров и углеводов.
- Образование лизосом и секреторных пузырьков.
- Синтез гликокаликса и клеточной стенки растений.



Эндоплазматическая сеть (ЭПС)

Строение: представляет собой систему многочисленных замкнутых канальцев, цистерн. Различают гладкую и гранулярную (шероховатую) ЭПС. На поверхности гладкой ЭПС отсутствуют рибосомы, а на шероховатой, наоборот, усыпана ими. Лучше всего развита в клетках, которые секретируют белки, углеводы и липиды. Например, клетки поджелудочной железы, гипофиза, печени, половых желез. Хорошо развита в нервных клетках.

Функции:

- Шероховатая ЭПС: синтез и транспорт белка
- Гладкая ЭПС: синтез липидов и углеводов.

Лизосомы

Мембранные пузырьки, заполненные гидролитическими ферментами. Ферменты хорошо работают в кислой среде, поэтому при утечки освобождённые ферменты не будут проявлять активность из-за нейтральной pH среды цитозоля. Хорошо развиты в клетках, способных к фагоцитозу.

Первичные лизосомы содержат ферменты в неактивном состоянии. При сливании первичной лизосомы с фагоцитарным пузырьком ферменты активизируются и образуются вторичная лизосома.

Функции:

- Внутриклеточное пищеварение
- Защитная (поглощение вредных веществ, неработающих органоидов).

Пероксисома

Содержат фермент каталазу. Каталаза расщепляет перекись водорода.

Вакуоль

- Одномембранные мешки, заполненные клеточным соком.
- Встречается только в растительной клетке.
- Клеточный сок может содержать пигменты.
- Мембрана вакуоли называется тонопласт.

Функции:

- Осморегуляция. Поддержание тургора.
- Запас питательных веществ.

Немембранные органоиды		
Органоид	Строение	Функции
Рибосома	Состоит из двух субъединиц: большой и малой. Каждая субъединица состоит из рРНК и белка. У прокариот рибосомы 70 S, у эукариот – 80 S.	Биосинтез белка
Микротрубочки	Полые цилиндрические органоиды, состоят из белка тубулина	Образуют цитоскелет, клеточный центр, реснички, базальные тельца, придают форму клетки
Цитоскелет	Совокупность двух центриолей, микротрубочек, микрофиламентов и промежуточных филаментов.	Обеспечивает механическую опору клетки и поддерживает её форму
Клеточный центр	Есть у животных клеток и клеток низших растений. Состоит из центриолей и микротрубочек	Образует цитоскелет, веретено деления
Реснички и жгутики	Представляют собой выросты цитоплазмы. По периферии расположены 9 пар микротрубочек и ещё одна пара в центре. Пары микротрубочек связаны специальным белком-тубулином, который, затрачивая энергию АТФ, меняет свою пространственную конфигурацию, что и приводит к движению весь жгутик.	Обеспечивают движение клетки

Клеточные включения

это. продукты клеточного метаболизма. Они представлены полисахаридами (гликоген, крахмал), белками, липидами и кристаллами (оксалат кальция).

Ядро

Это отдельная структура клетки и не является органоидом.

Ядро отделено от цитоплазмы ядерной оболочкой, состоящей из двух мембран. В ядерной мембране расположены поры, через них происходит обмен веществ с цитоплазмой.

Ядро заполнено карิโอплазмой. Карิโอплазма в основном состоит из белков, ДНК и РНК.

Внутри ядра располагается ядрышко. Ядрышко место сборки рибосом и является непостоянной структурой ядра. Оно исчезает в начале деления клетки и вновь появляется к его концу. Само ядрышко состоит из белков и нуклеиновых кислот. Каждая молекула ДНК в ядре упакована благодаря белкам гистонам в отдельную хромосому. Сами молекулы ДНК в ядре не видны, они представлены тонкими нитями – хроматинами.

В промежутках между делениями нити хроматина плохо различимы в световой микроскоп и имеют вид мелкозернистых нитевидных структур. Длинные молекулы ДНК скручиваются, а белки же необходимы для правильной укладки ДНК.

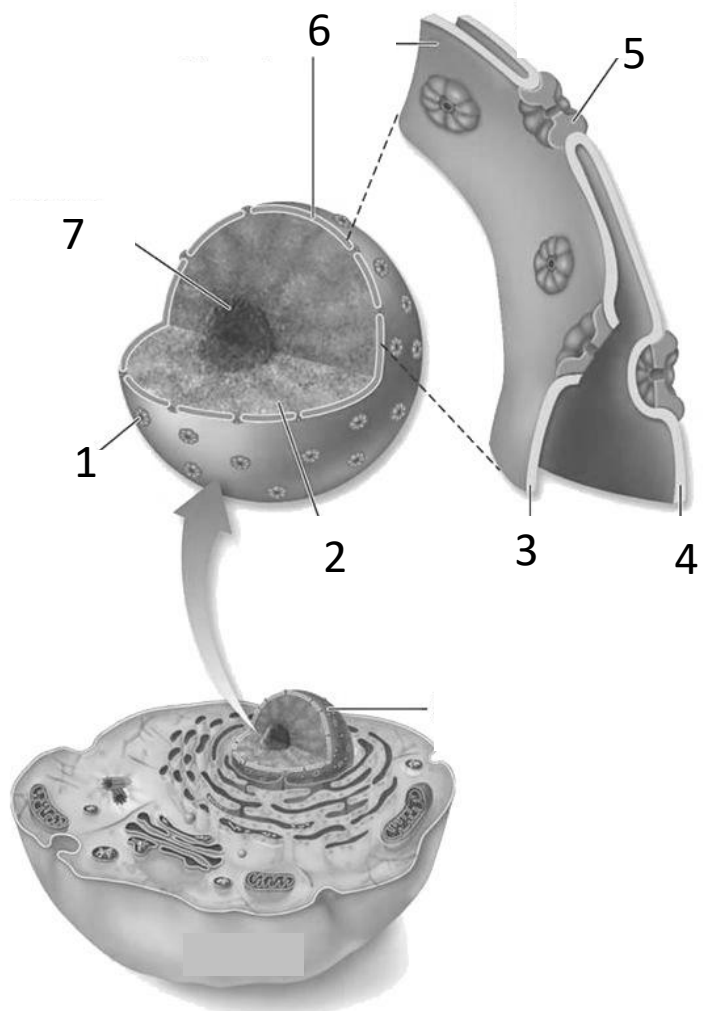
Эухроматин	Гетерохроматин
<ul style="list-style-type: none">• Деспирализованные нити ДНК• С этих участков активно идет синтез РНК• Слабое окрашивание• Сосредоточен в центре ядра	<ul style="list-style-type: none">• Часть молекул ДНК, которые остаются в спирализированном состоянии• Молекулы ДНК гетерохроматина неактивны, плотно упакованы• Интенсивное окрашивание

Функции:

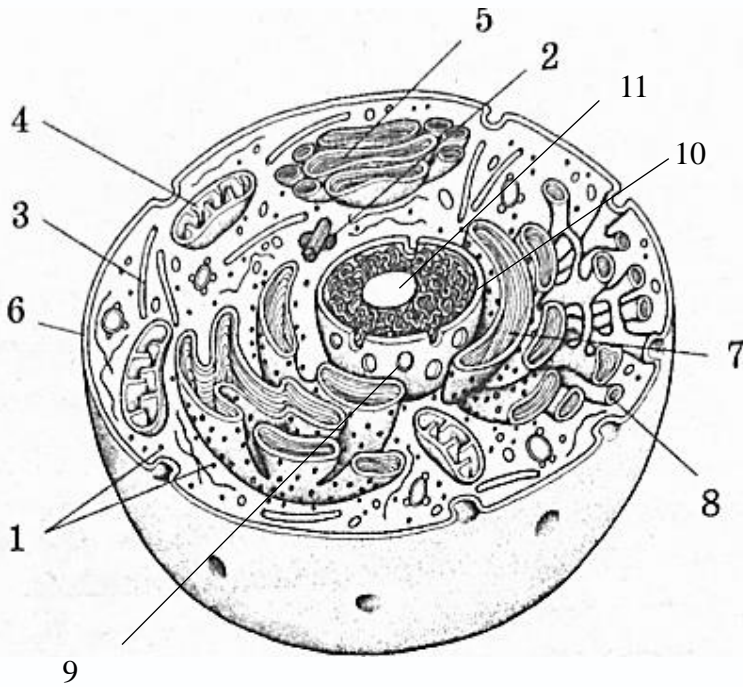
- Хранение, воспроизведение и передача наследственной генетической информации.
- Регуляция процессов обмена веществ, биосинтеза веществ, деления, жизненной активности клетки.
- Синтез всех видов РНК.

Строение ядра

- 1- ядерная пора
- 2 – карิโอплазма с хроматином
- 3 – внутренняя мембрана
- 4 – внешняя мембрана
- 5 – крупный белковый комплекс образует поры
- 6 – ядерная оболочка
- 7 - ядрышко

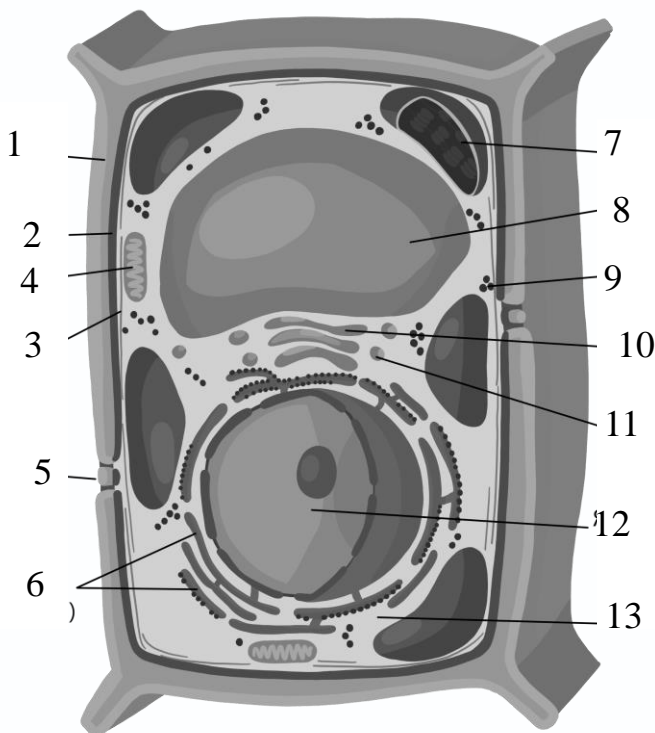


Животная клетка	Растительная клетка	Грибная клетка
<ul style="list-style-type: none"> • Нет клеточной стенки, есть гликокаликс • Нет пластид • Способна к фагоцитозу • Нет крупных вакуолей • Есть клеточный центр • Запасное питательное вещество - гликоген 	<ul style="list-style-type: none"> • Клеточная стенка (целлюлоза) • Нет гликокаликса • Есть пластиды • Неспособна к фагоцитозу • Крупная центральная вакуоль • Нет клеточного центра • Есть плазмодесмы • Запасное питательное вещество - гликоген 	<ul style="list-style-type: none"> • Клеточная стенка (хитин) • Нет гликокаликса • Нет пластид • Не способна к фагоцитозу • Могут иметь достаточно крупные вакуоли • Есть клеточный центр • Запасное питательное вещество - гликоген



Строение животной клетки

- 1- рибосомы
- 2 – клеточный центр
- 3 – цитоскелет
- 4 – митохондрия
- 5 – Аппарат Гольджи
- 6 – клеточная мембрана
- 7 – шероховатая ЭПС
- 8 – гладкая ЭПС
- 9 – ядерные поры
- 10 – ядро
- 11 – ядрышко

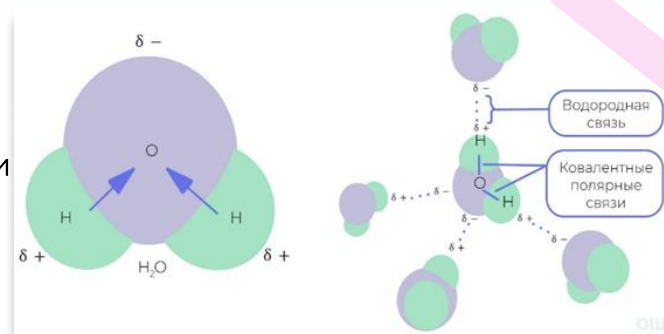


Строение растительной клетки

- 1- клеточная стенка
- 2 – клеточная мембрана
- 3 – цитоскелет
- 4 – митохондрия
- 5 – плазмодесма
- 6 – ЭПС
- 7 – хлоропласты
- 8 – центральная вакуоль
- 9 – рибосомы
- 10 – Аппарат Гольджи
- 11 – лизосомы
- 12 – ядро
- 13 – цитоплазма

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ

Вода

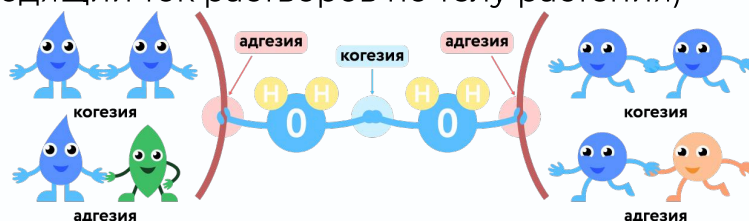


Молекула имеет вид диполя, т.е. на одном конце отрицательный заряд, а на другом положительный.

Свойства	Описание
Сцепление	<p>Когезия – это явление, при котором молекулы воды образуют между собой водородные связи, что позволяет им удерживаться вместе на небольших расстояниях друг от друга</p> <p>Адгезия – это явление, при котором молекулы воды образуют водородные связи с другими молекулами, имеющие полярные участки.</p>
Теплоёмкость	<p>Вода обладает высокой удельной теплоёмкостью за счет наличия большого количества водородных связей. Благодаря этому свойству тепло быстро и равномерно распределяется по всему объёму воды, находящиеся в клетках, что препятствует их перегреванию в отдельных точках.</p>
Расширение при замерзании	<p>При замерзании скорость движения молекул воды снижается и водородные связи становятся стабильными. Между молекулами воды возникает существенная дистанция, что и уменьшает плотность, таким образом лёд плавает на поверхности воды и формирует теплоизоляционный слой на поверхности водоёмов, что позволяет обитателям благополучно перезимовать.</p>
Полярный растворитель	<p>Гидрофильные вещества – это вещества, имеющие полярное или ионное строение, хорошо растворимы в воде.</p> <p>Гидрофобные вещества – это вещества, имеющие неполярное строение, нерастворимы в воде.</p>

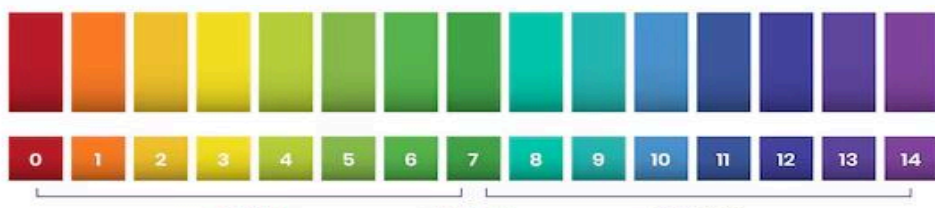
Функции воды:

- Вода – дисперсионная среда, играет важную роль в коллоидной системе цитоплазмы, определяет структуру и функциональную активность многих макромолекул, служит основной средой для протекания многих химических реакций.
 - Обеспечивает транспортировку веществ в организме (диффузия, кровообращение, восходящий, нисходящий ток растворов по телу растения)
 - Тургорное давление. Вода не сжимается, создает тургорное давление, определяет объем и упругость клеток и тканей.
 - Вода прозрачная, пропускает свет.
- Обеспечение фотосинтеза в водной среде



Минеральные соли

Ионы K^+ , Na^+	<ul style="list-style-type: none"> • Создают трансмембранный потенциал клетки • Обеспечивают проведение нервного импульса • Регулируют внутриклеточное осмотическое давление • Активизируют ферменты белкового синтеза • Стимулируют рост растений, выработку гормонов
Ионы Ca^{2+}	<ul style="list-style-type: none"> • Свёртываемость крови • Передача нервного импульса в синапсе • Сокращение скелетных мышц • Компоненты клеточной стенки растений • Входит в состав костей и зубов • Повышает ЧСС
Ионы Mg^{2+}	<ul style="list-style-type: none"> • Входит в состав хлорофилла • Содержится в костях и зубах • Принимает участие в синтезе ДНК • Активизирует энергетический обмен в клетке
Ионы Fe^{2+}	<ul style="list-style-type: none"> • Входит в состав гемоглобина и миоглобина • Содержится в хрусталике и роговице глаза • Принимает участие в клеточном дыхании
Ионы Cu^{2+}	<ul style="list-style-type: none"> • Входит в гемоцианин • Кофактор фермента, отвечающего за синтез мелатонина
Ионы Cl^-	<ul style="list-style-type: none"> • Входит в состав соляной кислоты • Определяет осмотическое давление
Ионы I^-	<ul style="list-style-type: none"> • Входит в состав тиреоидных гормонов щитовидной железы



кислая среда

*нейтральная
среда*

щелочная среда

Кислотность среды (pH) – концентрация ионов водорода в окружающей среде.

Буферные системы поддерживают определённый уровень концентрации ионов водорода (pH) в клетке

Опасность изменения pH связана

- 1) со снижением активности ферментов и гормонов, активных в узком диапазоне pH
 - 2) с изменением осмотического давления биологических жидкостей;
 - 3) с изменением скорости биохимических реакций, катализируемых катионами H^+
- При изменении pH крови на 0,3 единицы может наступить тяжелое коматозное состояние, а 0,4 единицы - смертельный исход.

Бикарбонатная буферная система

(HCO_3^- , H_2CO_3) сохраняет pH внеклеточной среды (плазмы крови) на уровне 7,4

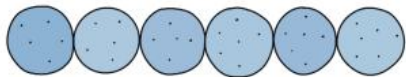
Фосфатная буферная система

(HPO_4^{2-} , H_2PO_4^-) поддерживает pH внутриклеточной жидкости в пределах 6,9–7,4

Ацидоз	Алкалоз
<ul style="list-style-type: none">• Закисление• Развивается в результате увеличения концентрации ионов водорода выше нормы или уменьшения концентрации ионов HCO_3^-• Снижение pH артериальной крови ниже 7,35	<ul style="list-style-type: none">• защелачивание• Происходит в следствие уменьшения концентрации ионов водорода в жидкостях организма или избытка ионов HCO_3^-• Увеличение pH артериальной крови более 7,35
Респираторный (газовый) ацидоз	Респираторный (газовый) алкалоз
<ul style="list-style-type: none">• Уменьшение выделения углекислого газа через легкие из-за нарушений функций легочной ткани, дыхательной мускулатуры, уменьшения активности дыхательного центра• Повышенная концентрация углекислого газа во вдыхаемом воздухе	<ul style="list-style-type: none">• Гипервентиляция в следствие прямой стимуляции дыхательного центра при поражении мозга• Гипервентиляция в следствие рефлекторной стимуляции дыхательного центра (например, при горной болезни)• Гипервентиляция в следствие использования ИВЛ
Метаболический (обменный) ацидоз	Метаболический (обменный) алкалоз
<ul style="list-style-type: none">• В результате избыточного образования или поступления в организм органических или неорганических кислот• При нарушении обмена веществ (сахарный диабет, голодание) когда в тканях образуется избыток продуктов неполного окисления, которые являются преимущественно кислотами (молочная кислота, кетоновые тела)• Интенсивная физическая работа• Гипоксия любого происхождения• Тяжелые поражения печени препятствуют нейтрализации кислот	<ul style="list-style-type: none">• В результате избыточной потери кислот, в основном составе соляной кислоты• Потеря калия из межклеточной жидкости• Поступление в организм щелочных металлов

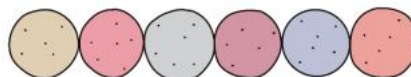
Полимер - это вещество, которое состоит из большого числа повторяющихся звеньев - **мономеров**.
 К полимерам относятся белки, полисахариды и нуклеиновые кислоты.
 Жиры не полимеры и не мономеры.

Гомополимеры



- В составе одинаковые мономеры.
- Полисахариды (целлюлоза, крахмал, гликоген)

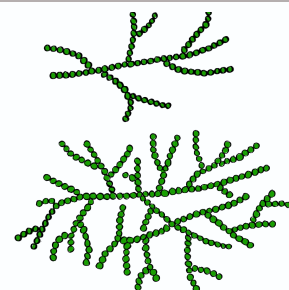
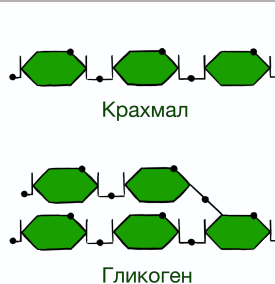
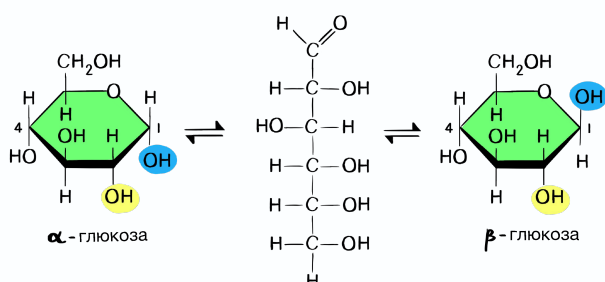
Гетерополимеры



- В составе разные мономеры.
- Регулярные (гиалурионовая кислота)
- Нерегулярные (белки, нуклеиновые кислоты)

Углеводы

Моносахариды	Дисахариды	Полисахариды
Сладкие на вкус, растворимы в воде		Не имеют вкуса, не растворимы в воде
<p>Триозы (C3)</p> <ul style="list-style-type: none"> • ПВК (пировиноградная кислота) • Лактат (молочная кислота) <p>Пентозы (C5)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Рибоза • Дезоксирибоза <p>Гексозы (C6)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Глюкоза • Фруктоза • Галактоза 	<p>Сахароза глюкоза + фруктоза</p> <p>Мальтоза глюкоза + глюкоза</p> <p>Лактоза глюкоза + галактоза</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Целлюлоза (клеточная стенка растений) • Хитин (клеточная стенка грибов, внешний скелет члестногих) • Гликоген (запасующий углевод животных и грибов) • Крахмал (запасующий углевод растений)



Функции углеводов:

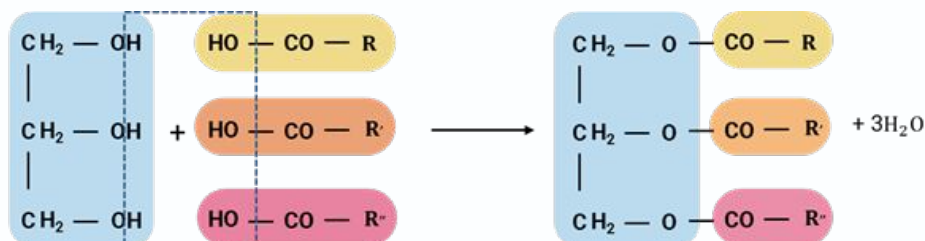
1. Энергетическая. Основной источник энергии для биосинтеза, транспорта веществ, движения, при расщеплении 1 г глюкозы выделяется 17,6 кДж энергии
2. Запасающая: крахмал, инулин у растений, гликоген у животных, грибов. Они расходуются по мере возникновения потребности в энергии.
3. Структурная:
 - глюкоза — компонент целлюлозы, крахмала, гликогена;
 - фруктоза — компонент инулина;
 - рибоза — компонент РНК, АТФ;
 - дезоксирибоза — компонент ДНК;
 - целлюлоза, хитин, муреин — строительный материал клеточных стенок.
4. Опорная: целлюлоза в клетках растений, хитин в клетках грибов и образует покровы членистоногих.
5. Рецепторная: углеводные компоненты мембран обеспечивают узнавание клеток, рецепцию гормонов и медиаторов.
6. Защитная: гликопротеиды — иммунные реакции организма, вязкие секреты желёз (слюна, слизь желудка, кишечника, восковой налёт плодов), выделяемые различными железами, богаты углеводами и их производными, в частности гликопротеидами. Они предохраняют стенки полых органов (пищевод, кишечник, желудок, бронхи) и плодов от механических повреждений, проникновения вредных бактерий и вирусов

Липиды

Хорошо растворяются в неполярных растворителях (бензине, хлороформе и др.), но нерастворимы или мало растворимы в воде

Триглицериды (жиры)

Сложные эфиры трёхатомного спирта глицерина и высокомолекулярных жирных кислот.



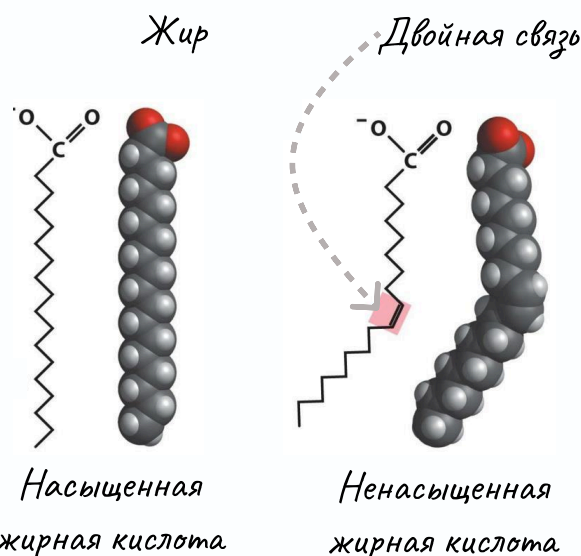
Глицерин

Жирные кислоты

Жир

В зависимости от состава жирных кислот выделяют две группы жиров:

- Жиры с насыщенными жирными кислотами имеют только одинарные связи, твёрдые (животные жиры, исключение пальмовое масло).
- Жиры с ненасыщенными жирными кислотами имеют одинарные и двойные связи, жидкие (растительные масла, исключение рыбий жир).



Фосфолипиды

Триглицериды, в молекуле которых одна молекула высших жирных кислот заменена на остаток фосфорной кислоты. Входят в состав клеточной мембраны

Воска

Сложные эфиры высших жирных кислот и высокомолекулярных одноатомных спиртов. Такой воск, как спермацет, накапливается в специальном органе кита и с его помощью кит может регулировать уровень глубины нахождения.

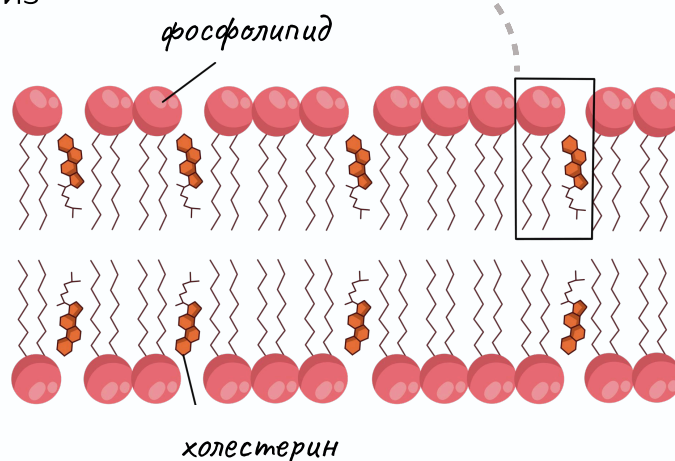
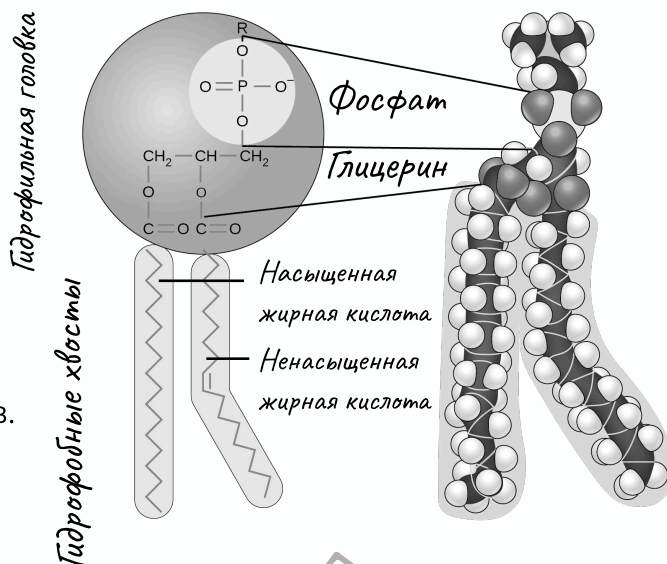
Стероиды

Высокомолекулярные спирты, состоящие из нескольких циклических блоков. Важную роль в организме человека и животных играет холестерин.

- Холестерин входит в состав мембран клеток и придаёт ей жесткость, стабильность и регулирует проницаемость.
- У растений и грибов холестерин не встречается.
- Производные холестерина образуют гормоны надпочечников, альдостерон, кортизол и половые гормоны.
- Необходим для синтеза витамина D.
- Предшественник желчных кислот

Функции липидов:

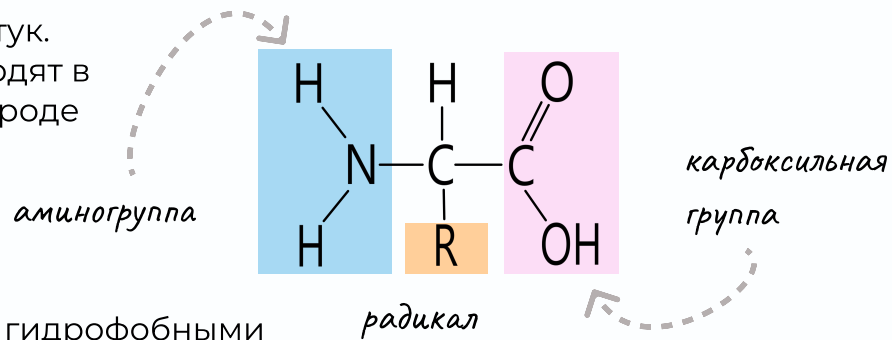
1. *Структурная.* Фосфолипиды – основа клеточных мембран. Холестерин – прочность животных мембран.
2. *Энергетическая.* Самые энергоёмкие.
3. *Запасная.* Запас питательных веществ у животных в виде подкожного жира. Запас в семенах растений (семена подсолнечника).
4. *Регуляторная.* Гормоны коры надпочечников: альдостерон, гидрокортизол. Половые гормоны: тестостерон, прогестерон, эстроген. Жирорастворимые витамины.
5. *Защитная.* Амортизация. Толстый слой жира защищает ткани и органы от повреждений. Воск покрывает эпидермис растений, кожу, перья, шерсть.
6. *Теплоизоляционная*
7. *Увеличение плавучести.* Плотность жира меньше воды.
8. *Электроизоляционная.* Миелин – оболочка липидной природы, покрывающая аксоны нервных клеток, выполняет функцию ускорения движения нервного импульса.
9. *Источник метаболической воды.* Метаболическая вода (эндогенная вода) – вода, образующаяся при окислении органических веществ. Из 1 г жира образуется 1,1 г воды (горб верблюда, курдюк барана).



Белки

Белки – это нерегулярные полимеры, мономерами которых являются аминокислоты.

Аминокислоты: 20 штук.
Протеиногенные, входят в состав белков. В природе около 200.

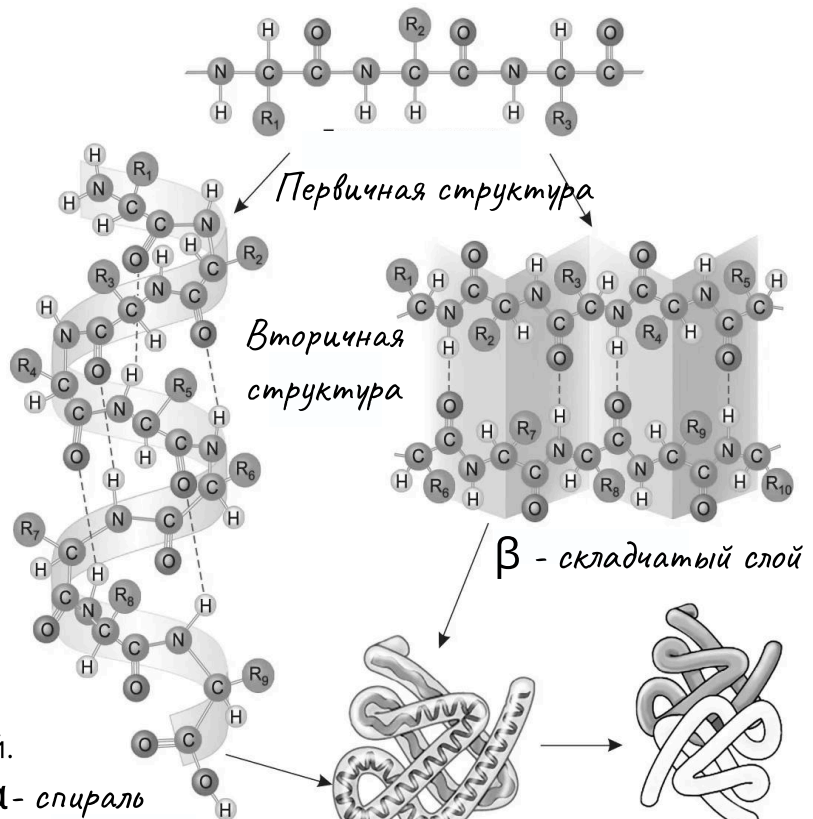


Радикалы могут быть гидрофобными и гидрофильными, это влияет на образование связей внутри белка, и как, следствие на форму белка.

Структуры белка

Первичная структура

- Определенная последовательность остатков аминокислот в линейной полипептидной цепи.
- Между аминокислотами пептидные связи.
- Последовательность аминокислот определяется структурой гена (последовательностью нуклеотидов в молекуле ДНК), кодирующего данный белок



Вторичная структура

- α -спираль и β -складчатый слой.
- Водородные связи между карбоксильными и амидными группами

Третичная структура

Чаще всего имеет форму глобулы.

В стабилизации третичной структуры белка принимают участие радикалы аминокислот:

- Ковалентные связи (между двумя остатками цистеина — дисульфидные мостики).
- Ионные связи между противоположно заряженными боковыми группами аминокислотных остатков.
- Водородные связи.
- Гидрофобные взаимодействия

Четвертичная структура

Комплекс из нескольких одинаковых или разных полипептидных цепей.

Формируются разные связи (водородные, ионные, гидрофобные и дисульфидные)

Денатурация

- Это утрата белковой молекулой своей природной (нативной) структуры под действием различных внешних факторов.
- При денатурации разрушаются химические связи (водородные, ионные, дисульфидные). Пептидные связи в норме не разрушаются.

Ренатурация

- Это восстановление нативной структуры белка
- Для этого необходимо короткое воздействие денатурирующих агентов.
- Ренатурация невозможна при разрушении первичной структуры.
- Часто осуществляется белками-шаперонами

Факторы денатурации

Физические

- Повышение или понижение температуры
- Радиация
- УФ-лучи
- Механическое воздействие

Биологические

- Токсины, яды живых организмов

Химические

- Окисление активными формами кислорода
- Изменение pH среды при воздействии кислот и щелочей
- Воздействие тяжелых металлов
- Воздействие агрессивных химикатов (формальдегид) и растворителей (спирт)

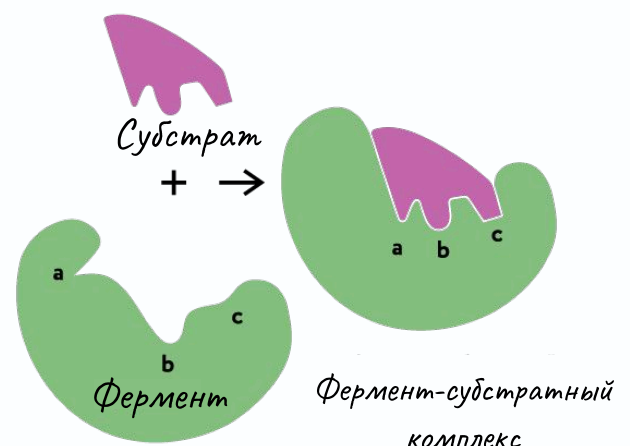
Функции белков

- Строительная (компоненты мембран, коллаген, тубулин)
- Транспортная (гемоглобин)
- Двигательная (актин, миозин)
- Защитная (антитела, лизоцим, тромбопластин, фибриноген)
- Гормональная (инсулин, глюкагон)
- Сигнальная (белки входят в состав гликокаликса, гормоны, нейромедиаторы)
- Запасующая (ферритин, миоглобин, легумин)
- Ферментативная
- Энергетическая (белки расщепляются с целью получения энергии в крайних случаях)

Ферменты (энзимы)

Строение фермента:

- **Активный центр** - участок фермента с уникальной структурой, которая связывается с субстратом и проводит реакцию
- Активный центр включает:
 - Субстратный центр (контактный) служит «якорной» площадкой для соединения фермента с субстратом;



- Каталитический центр фермента является его главной частью. Здесь происходит реакция.

- **Аллостерический центр** (регуляторный). С его помощью можно регулировать активность фермента (присоединять ингибитор или активатор). Имеется не у всех ферментов.

Свойства фермента:

- Активность (ферменты активны строго в определенных условиях)
- Специфичность (один фермент-один субстрат - одна реакция)

Факторы влияющие на скорость ферментативных реакций:

- Концентрация фермента: чем выше концентрация фермента, тем выше вероятность встречи субстрата с ферментом, соответственно, выше скорость ферментативных реакций.
- Концентрация субстрата: при высоких концентрациях субстрата активные центры ферментов оказываются заняты субстратом, поэтому скорость реакции не повышается.
- Температура и кислотность среды pH: все ферменты белки и при изменении температуры и кислотности среды происходит денатурация, скорость ферментативных реакций падает

Нуклеиновые кислоты

Нуклеиновые кислоты – это нерегулярные полимеры, мономерами которых являются нуклеотиды.

Мононуклеотид (нуклеотид) состоит из:

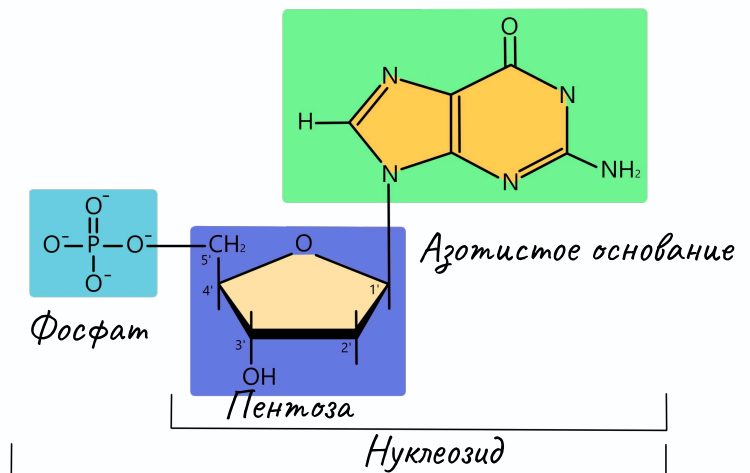
1. Азотистого основания.

Азотистые основания бывают пуриновые (аденин – А, гуанин – Г) и пиримидиновые (цитозин – Ц, тимин – Т, урацил – У).

2. Пятиуглеродного сахара (Пентозы)

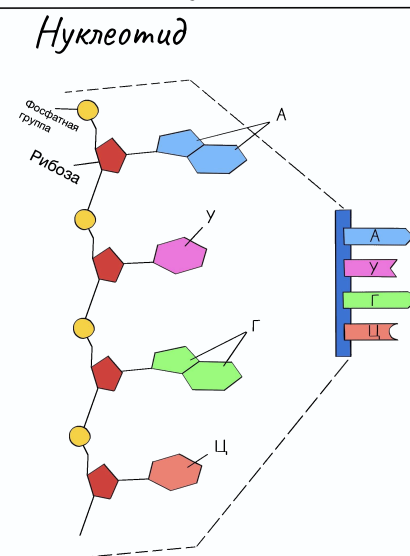
Рибоза (РНК) или Дезоксирибоза (ДНК).

3. Остатка фосфорной кислоты



РНК

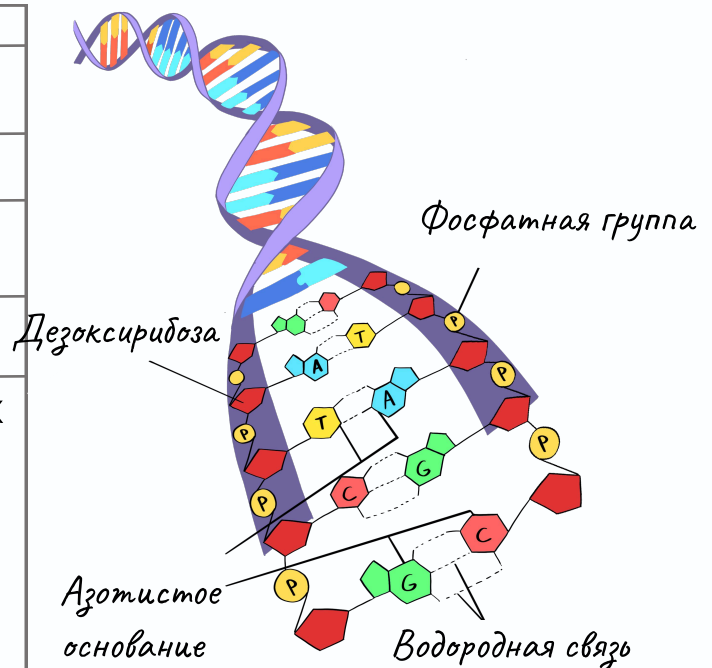
Признак	Характеристика
Количество нитей	Одна полинуклеотидная цепь
Пентоза	Рибоза
Азотистые основания	Аденин (А), Гуанин (Г), Цитозин (Ц), Урацил (У)
Химические связи	Водородные
Месторасположение в клетке	Ядро, митохондрии, рибосомы, хлоропласты, цитоплазма



Виды РНК	Функции
иРНК (матричная)	считывает информацию одного гена с ДНК, переносит информацию о первичной структуре белка из ядра к рибосоме, где становится матрицей для синтеза полипептида. Количество мРНК не превышает 3-5 % всех РНК, содержащихся в клетке
рРНК	входит в состав рибосом, участвует в сборке белка
тРНК	переносит аминокислоту к месту синтеза белка, самая маленькая из всех нуклеиновых кислот, имеет форму клеверного листа. Содержание тРНК составляет около 15% от общего количества клеточных РНК

ДНК

Признак	Характеристика
Количество нитей	Две спирально право закрученные цепи
Пентоза	Дезоксирибоза
Азотистые основания	Аденин (А), Гуанин (Г), Цитозин (Ц), Тимин (Т)
Химические связи	Водородные
Месторасположение в клетке	У эукариот молекулы ДНК находятся в ядре клетки, в митохондриях и пластидах. У прокариот оформленное ядро отсутствует, и ДНК находится в цитоплазме (нуклеоид).



Цепи ДНК антипараллельны (разнонаправлены), то есть против 3'-конца одной цепи находится 5'-конец другой и комплементарны.

Свойства ДНК:

1. Репарация - восстановление одной цепи ДНК по другой.
2. Репликация - самоудвоение ДНК

Принципы репликации

- ▶ **Комплементарность.** Каждая цепь молекулы ДНК содержит нуклеотидную последовательность, в точности комплементарную последовательности нуклеотидов другой цепи.
- ▶ **Полуконсервативный синтез.** Каждая цепь ДНК может служить матрицей для синтеза соответствующей недостающей цепи. Новые молекулы ДНК будут содержать одну новую и одну исходную материнскую ДНК.

Принцип комплементарности:

аденин комплементарен тимину, а цитозин — гуанину

Правило Чаргаффа: количество нуклеотидов с аденином в молекуле ДНК равно количеству нуклеотидов с тимином, а количество нуклеотидов с цитозином равно количеству нуклеотидов с гуанином.

Иными словами:

$$A = T; G = C \text{ или } (A + G) / (C + T) = 100 \%$$

- ▶ **Антипараллельность.** Две цепи в молекуле ДНК антипараллельны.
- ▶ **Челночный синтез.** Фермент ДНК-полимераза обеспечивает синтез новой цепи ДНК на матрице исходной цепи, соединяет нуклеотиды только в направлении от 5'-нуклеотида к 3'-нуклеотиду. Поэтому синтез одной цепи идёт непрерывно, а на другой фрагментами в обратном направлении. Затем фрагменты соединяются между собой в цепь.

Этапы репликации

1. Инициация (запуск)

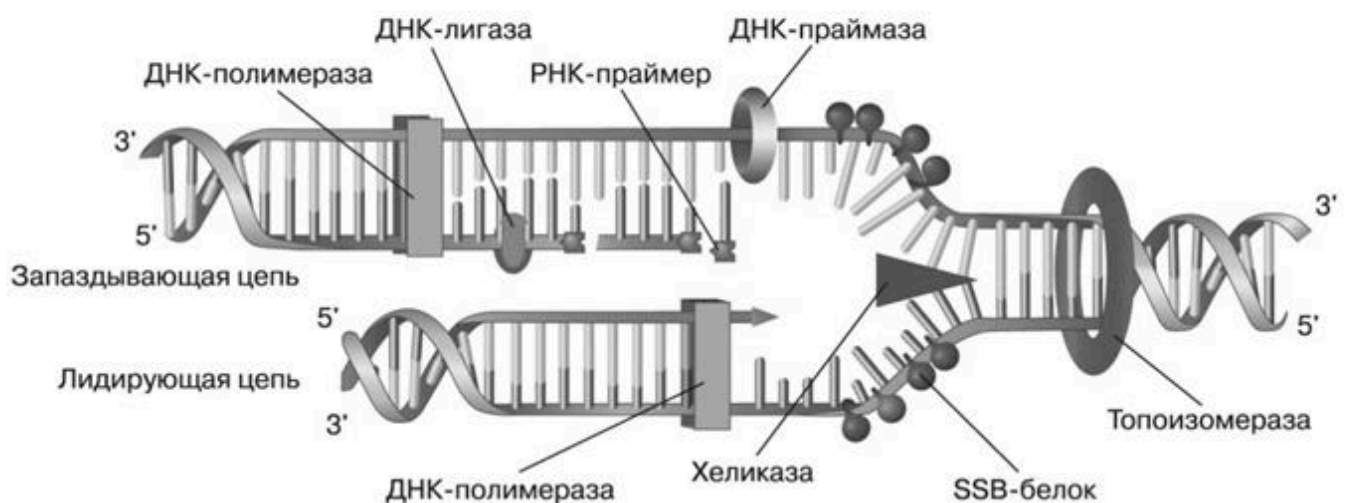
- Топоизомераза раскручивает спираль ДНК.
- Фермент хеликаза разъединяет водородные связи между цепями ДНК. В результате образуется репликационная вилка.
- SSB- белки (белки связывающие одноцепочечную ДНК) удерживают раскрученную материнскую цепь.
- Праймаза синтезирует РНК-праймер

2. Элонгация (удлинение, наращивание дочерних цепей ДНК)

- Присоединение ДНК-полимеразы к РНК-праймеру.
- Движение ДНК-полимеразы, синтез дочерней цепи ДНК комплементарной и антипараллельной материнской цепи в направлении от 5' к 3' концу.
- Синтез одной цепи идет непрерывно – лидирующая цепь. Синтез второй цепи идет фрагментами (челночный синтез) – отстающая цепь. Фрагменты отстающей цепи (фрагменты Оказаки) сшиваются ферментом лигазой

3. Терминация (остановка)

- Репликационная вилка достигает соседнего участка ДНК, на котором также осуществлялась репликация, ферменты завершают свою работу.
- ДНК спирализуется и приобретает вторичную структуру



РНК праймер удаляется с конца цепи ДНК, но нуклеотиды ДНК не могут присоединиться на концы. Поэтому ДНК укорачивается с каждой репликацией. Теломеры укорачиваются с каждой репликацией, следовательно клетка имеет ограниченное количество делений.

Предел Хейфлика - граница количества делений соматических клеток

Теломеры - неинформативные многократно повторяющиеся короткие нуклеотидные последовательности на концах линейной эукариотической ДНК, необходимы для защиты информативной части ДНК в следствии укорочения в процессе репликации.

АТФ

АТФ - это нуклеотид, состоящий из азотистого основания (аденина), сахара (рибозы) и трёх остатков фосфорной кислоты, следующих один за другим. Связи между остатками фосфорной кислоты богаты энергией и называются - макроэргическими. Синтезируется АТФ митохондриями в ходе кислородного этапа энергетического обмена и во время фотосинтеза..

