**Тема: « Репликация ДНК. Ген».**

**План лекции**

*1.Строение ДНК.*

*2. Синтез ДНК. Репликация. Функции ДНК.*

*3. Нуклеотиды.*

*4 .Нуклеиновые кислоты. Ген.*

**1.Изучение ДНК: строение, структура ДНК.**

Для детального понимания сути метода ПЦР-диагностики необходимо совершить небольшой экскурс в школьный курс биологии.

Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) — универсальный носитель генетической информации и наследственных признаков у всех существующих на Земле организмов. Исключение составляют только некоторые микроорганизмы, например, вирусы — универсальным носителем генетической информации у них является РНК - одноцепочечная рибонуклеиновая кислота.

**Строение ДНК-молекулы**

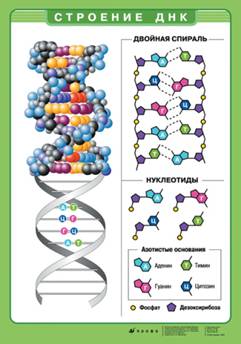
Открытие ДНК молекулы произошло в 1953 году. Френсис Крик и Джеймс Уотсон открыли структуру двойной спирали ДНК, их работа впоследствии была отмечена Нобелевской премией.

ДНК представляет собой двойную нить, скрученную в спираль. Каждая нить состоит из «кирпичиков» — из последовательно соединенных нуклеотидов. Каждый нуклеотид ДНК содержит одно из четырёх азотистых оснований — гуанин (G), аденин (A) (пурины), тимин (T) и цитозин (C) (пиримидины), связанное с дезоксирибозой, к последней, в свою очередь, присоединена фосфатная группа. Между собой соседние нуклеотиды соединены в цепи фосфодиэфирной связью, образованной 3’-гидроксильной (3’-ОН) и 5’-фосфатной группами (5’-РО3). Это свойство обуславливает наличие полярности в ДНК, т. е. противоположной направленности, а именно 5’- и 3’-концов: 5’-концу одной нити соответствует 3’-конец второй нити.

**Структура ДНК**

Первичная структура ДНК — это линейная последовательность нуклеотидов ДНК в цепи. Последовательность нуклеотидов в цепи ДНК записывают в виде буквенной формулы ДНК: например — AGTCATGCCAG, запись ведется с 5’- на 3’-конец цепи ДНК.

Вторичная структура ДНК образуется за счет взаимодействий нуклеотидов (в большей степени азотистых оснований) между собой, водородных связей. Классический пример вторичной структуры ДНК — двойная спираль ДНК. Двойная спираль ДНК — самая распространенная в природе форма ДНК, состоящая из двух полинуклеотидных цепей ДНК. Построение каждой новой цепи ДНК осуществляется по принципу комплементарности, т. е. каждому азотистому основанию одной цепи ДНК соответствует строго определенное основание другой цепи: в комплемнтарной паре напротив A стоит T, а напротив G располагается C и т.д.



**2.Синтез ДНК. Репликация**

Уникальным свойством ДНК является ее способность удваиваться (реплицироваться). В природе репликация ДНКпроисходит следующим образом: с помощью специальных ферментов (гираз), которые служат катализатором (веществами, ускоряющими реакцию), в клетке происходит расплетение спирали в том ее участке, где должна происходить репликация (удвоение ДНК). Далее водородные связи, которые связывают нити, разрываются и нити расходятся.

В построении новой цепи активным «строителем» выступает специальный фермент —ДНК-полимераза. Для удвоения ДНК необходим также стратовый блок или «фундамент», в качестве которого выступает небольшой двухцепочечный фрагмент ДНК. Этот стартовый блок, а точнее - комплементарный участок цепи родительской ДНК — взаимодействует с праймером — одноцепочечным фрагментом из 20—30 нуклеотидов. Происходит репликация или клонирование ДНК одновременно на обеих нитях. Из одной молекулы ДНК образуются две молекулы ДНК, в которых одна нить от материнской молекулы ДНК, а вторая, дочерняя, вновь синтезированная.

Таким образом, процесс репликации ДНК (удваивания) включает в себя три основных этапа:

* Расплетение спирали ДНК и расхождение нитей
* Присоединение праймеров
* Образование новой цепи ДНК дочерней нити

В основе анализа методом ПЦР лежит принцип репликации ДНК — синтеза ДНК, который современным ученым удалось воссоздать искусственно: в лаборатории врачи вызывают удвоение ДНК, но только не всей цепи ДНК, а ее небольшого фрагмента.

**Функции ДНК**

Молекула ДНК человека — носитель генетической информации, которая записана в виде последовательности нуклеотидов с помощью генетического кода. В результате описанной выше репликации ДНК происходит передача генов ДНК от поколения к поколению.

Изменение последовательности нуклеотидов в ДНК (мутации) может приводить к генетическим нарушениям в организме.

ДНК в клетке выполняет такие функции, как сохранение и передача генетической информации от клеток друг к другу и в более глобальном плане — от организма к организму. ДНК также отвечает за регуляцию всех происходящих в клетке процессов.

 Нуклеиновые кислоты представляют собой фосфорсодержащие биополимеры, которые принимают важное участие в жизни организмов. Эти кислоты и обеспечивают хранение и передачу информации о наследственных признаках. Они подразделяются на два вида: дезоксирибонуклеиновые и рибонуклеиновые кислоты и отличаются друг от друга тем, что молекула ДНК содержит дезоксирибозу в качестве углевода, молекула РНК— рибозу.

**3. Нуклеотиды**  — это мономерные структурные компоненты в нуклеиновых кислотах, а в свою очередь нуклеиновые кислоты являются биополимерами, состоящими из этих нуклеотидов.

**В составе каждого нуклеотида имеется азотистое основание (их всего пять: А- аденин,Г- гуанин,У- урацил, Т-тимин и Ц-цитозин), углевод (рибоза или дезоксирибоза) и остаток фосфорной кислоты.**

Сахар, который входит в состав нуклеотида, содержит пять углеродных атомов, и в  зависимости от этих атомов нуклеиновые кислоты могут быть двух видов

В 1953 г Джеймс Уотсон и Френсис Крик, основываясь на данных рентгеноструктурного анализа кристаллов ДН К, пришли к выводу, что ее молекула состоит из двух полимерных цепей, образующих двойную спираль, ДНК - это полинуклеотид, сложенный из отдельных кирпичиков мононуклеотидов. В состав мононуклеотидов входят нуклеозиды, соединенные остатками фосфорной кислоты. Каждый нуклеозид представляет собой одно из четырех азотистых оснований (аденин, тимин, гуанин, или цитозин), соединенное с остатком дезоксирибозы. Цепи ДНК способны разделяться с помощью специальных ферментов и служить матрицами при синтезе дочерних молекул.

**Важнейшее свойство ДНК — комплементарность ее цепей. Это означает, что против аденина в одной из цепей всегда стоит тимин в другой цепи, гуанин всегда соединен с цитозином. Комплементарные пары аденин и тимин соединены двумя водородными связями, а гуанин с цитозином тремя водородными связями. По наблюдению Эрвина Чаргаффа, сделанному им в 1951 г., относительные количества комплементарных пар оснований в молекуле ДНК равны, т.е. А = Т, G = С (правило Чаргаффа). Несмотря на это равенство, между разными видами организмов наблюдается значительное различие по отношению (А + T)/(G+C).**

Что касается индивидуальной изменчивости, то она основана на различиях в последовательности оснований в кодирующих и особенно в некодируюших участках генома. Помимо водородных связей между основаниями разных цепей стабильность двойной спирали ДНК обеспечивают гликозидные связи между азотистыми основаниями и остатками дезоксирибозы, а также фосфодиэфирные связи между двумя соседними остатками дезоксирибозы.

**4.НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ** – биологические полимерные молекулы, хранящие всю информацию об отдельном живом организме, определяющие его рост и развитие, а также наследственные признаки, передаваемые следующему поколению.

Впервые они были описаны в 1869 году швейцарским биохимиком Фридрихом Мишером. Из остатков клеток, содержащихся в гное, он выделил вещество, в состав которого входят азот и фосфор. Ученый назвал это вещество нуклеином (лат. nucleus– ядро), полагая, что оно содержится лишь в ядрах клеток. Позднее небелковая часть этого вещества была названа нуклеиновой кислотой.

 Значение нуклеиновых кислот в клетке очень велико. Особенности их химического строения обеспечивают возможность хранения, переноса и передачи по наследству дочерним клеткам информации о структуре белковых молекул, которые синтезируются в каждой ткани на определенном этапе индивидуального развития. Поскольку большинство свойств и признаков клеток обусловлено белками, то понятно, что стабильность нуклеиновых кислот - важнейшее условие нормальной жизнедеятельности клеток и целых организмов. Любые изменения строения нуклеиновых кислот влекут за собой изменения структуры клеток или активности физиологических процессов в них, влияя, таким образом, на их жизнеспособность.

В природе существуют нуклеиновые кислоты двух типов – ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) и РНК (рибонуклеиновая кислота).

*Дезоксирибонуклеи́новая кислота́ (ДНК*) — макромолекула, обеспечивающая хранение, передачу из поколения в поколение и реализацию генетической программы развития и функционирования живых организмов. Основная роль ДНК в клетках — долговременное хранение информации о структуре РНК и белков.

*Рибонуклеи́новые кисло́ты (РНК)* — одна из трех основных макромолекул (две другие — ДНК и белки), которые содержатся в клетках всех живых организмов.

ДНК и РНК полимеры. А если они полимеры, то должны существовать мономеры или мономерные звенья. Этими мономерными звеньями являются нуклеотиды.

*Нуклеотиды* – это органические вещества, молекулы которых состоят из остатка пентозы (рибозы или дезоксирибозы), к которому ковалентно присоединены остаток фосфорной кислоты и азотистое основание.

Азотистые основания – пиримидиновые и пуриновые основания. Пиримедин и пурин это гетероциклические соединения (содержат в цикле гетеро атомы).

 Приведем примеры пиримидиновых и пуриновых оснований. Важно то, что у этих оснований разные размеры. Два из них, тимин и цитозин (сокращенно их обозначают первыми буквами — Т и Ц), относятся к группе так называемых пиримидинов и отличаются сравнительно небольшой величиной. Два других — аденин (А) и гуанин (Г) относятся к пуринам и по размерам почти вдвое превосходят своих пиримидиновых собратьев.

Молекула ДНК содержит моносахарид дезоксирибозу, РНК - рибозу.

Рассмотрим строение фосфорной кислоты сахарный остаток углевод пентоза (2 – дезоксирибоза, β – рибоза). Разница у этих веществ в их строении. У дезоксирибозы на один кислород меньше.

Строение молекул нуклеиновых кислот.

ДНК является первичным носителем наследственной информации. Это означает, что вся информация о структуре, функционировании и развитии отдельных клеток и целостного организма записана в виде нуклеотидных последовательностей ДНК.

Обычно молекула ДНК рассматривается как двойная правозакрученная спираль, которая состоит из двух нитей (или цепей), связанных между собой водородными связями. Каждая нить представлена чередующимися остатками дезоксирибозы и фосфорной кислоты, причем, к дезоксирибозе ковалентно присоединяется азотистое основание. При этом азотистые основания двух нитей ДНК направлены друг к другу и за счет образования водородных связей образуют комплементарные пары: А=Т (две водородных связи) и Г≡Ц (три водородных связи). Поэтому нуклеотидные последовательности этих цепей однозначно соответствуют друг другу. Такая способность к избирательному соединению нуклеотидов, в результате чего формируются пары А – Т; Г – Ц, называется комплементарностью. Толщина спирали равна 20 Å (2 нм); шаг спирали составляет 34 Å (3,4 нм), на один виток спирали приходится 10,5 пар нуклеотидов.

Длина ДНК измеряется числом пар нуклеотидов (сокращ. – пн). Длина одной молекулы ДНК колеблется от нескольких тысяч пн (сокращ. – тпн) до нескольких миллионов пн (мпн). Например, у наиболее простых вирусов длина ДНК составляет примерно 5 тпн, у наиболее сложных вирусов – свыше 100 тпн, у дрожжей – 13,5 мпн, у мушки дрозофилы – 105 мпн, у человека – 2900 мпн (размеры ДНК даны для минимального набора хромосом – гаплоидного).

**Рибонуклеиновые кислоты (РНК)** – это нуклеиновые кислоты, мономерами которых являются рибонуклеотиды. В пределах одной молекулы РНК имеется несколько участков, которые комплементарны друг другу. Между такими комплементарными участками образуются водородные связи. В результате в одной молекуле РНК чередуются двуспиральные и односпиральные структуры, и общая конформация молекулы напоминает клеверный лист на черешке. Азотистые основания, входящие в состав РНК, способны образовывать водородные связи с комплементарными основаниями и ДНК, и РНК. При этом азотистые основания образуют пары А=У, А=Т и Г≡Ц. Благодаря этому возможна передача информации от ДНК к РНК, от РНК к ДНК и от РНК к белкам.

В клетках обнаруживается три основных типа РНК, выполняющих различные функции:

1**. *Информационная, или матричная РНК (иРНК, или мРНК).*** Составляет 5% клеточной РНК. Служит для передачи генетической информации от ДНК на рибосомы при биосинтезе белка. В эукариотических клетках иРНК (мРНК) стабилизирована с помощью специфических белков. Это делает возможным продолжение биосинтеза белка даже в том случае, если ядро неактивно.

2**. *Рибосомная, или рибосомальная РНК (рРНК****).* Составляет 85% клеточной РНК. Входит в состав рибосом, определяет форму большой и малой рибосомных субъединиц, обеспечивает контакт рибосомы с другими типами РНК.

3. ***Транспортная РНК (тРНК).*** Составляет 10% клеточной РНК. Транспортирует аминокислоты к соответствующему участку иРНК в рибосомах. Каждый тип тРНК транспортирует определенную аминокислоту.

Кроме того, в клетках имеются и другие типы РНК, выполняющие вспомогательные функции.

Все типы РНК образуется в результате реакций матричного синтеза. В большинстве случаев матрицей служит одна из цепей ДНК. Таким образом, синтез РНК на матрице ДНК является гетерокаталитической реакцией матричного типа. Этот процесс называется транскрипцией и контролируется определенными ферментами – РНК–полимеразами (транскриптазами).

**Ген**- участок хромосомы, передающий наследственную информацию.

**Генетический код** обладает следующими основными свойствами:

1. Генетический код триплетен: каждая аминокислота кодируется триплетом нуклеотидов ДНК и соответствующим триплетом иРНК. При этом кодоны не отделены друг от друга (отсутствуют «запятые»).

2. Генетический код является избыточным (вырожденным): почти все аминокислоты могут кодироваться разными кодонами. Только двум аминокислотам соответствует по одному кодону: метионину (АУГ) и триптофану (УГГ). Зато лейцину, серину и аргинину соответствует по 6 разных кодонов.

3. Генетический код является неперекрывающимся: каждая пара нуклеотидов принадлежит только одному кодону (исключения обнаружены у вирусов).

4. Генетический код един для подавляющего большинства биологических систем. Однако имеются и исключения, например, у инфузорий и в митохондриях разных организмов. Поэтому генетический код называют квазиуниверсальным.

**Контрольные задания:**

Выполните соответствие.

|  |  |
| --- | --- |
| 1. ДНК | А. Мономерная единица нуклеиновой кислоты |
| 2. РНК | Б. Двухцепочечный биологический полимер, мономерами которого являются нуклеотиды, содержащие дезоксирибозу. |
| 3. Буферность | В. Способность клетки поддерживать слабощелочную реакцию своего содержимого на постоянном уровне. |
|  |  |
| 4 Нуклеотид | Г. Молекула у которой один конец несет небольшой положительный заряд, а другой – отрицательный. |

1.В одной цепи ДНК количество аденина составляет 19%,количество тимина -31%,количество гуанина-8%,количество цитозина-42%.Пользуясь правилом Чаргаффа, определите процентное содержание нуклеотидов в целой молекуле. 

2.Пользуясь принципом комплементарности азотистых оснований, напишите последовательность нуклетиотидов в цепи ДНК, которая будет синтезирована на матрице-цепи

ДНК ААА ГЦА ЦАГ ГГГ АГГ ЦТТ ТЦА ЦАТ .

3.Ген со­дер­жит 1500 нук­лео­ти­дов. В одной из цепей со­дер­жит­ся 150 нук­лео­ти­дов А, 200 нук­лео­ти­дов Т, 250 нук­лео­ти­дов Г и 150 нук­лео­ти­дов Ц. Сколь­ко нук­лео­ти­дов каж­до­го вида будет в цепи ДНК, ко­ди­ру­ю­щей белок? Сколь­ко ами­но­кис­лот будет за­ко­ди­ро­ва­но дан­ным фраг­мен­том ДНК?

**ЛИТЕРАТУРА:**

1Беляев Д. К. Биология. 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / [Д.К. Беляев, Г.М. Дымшиц, Л.Н. Кузнецова и др.]; под ред. Д.К. Беляева и Г.М. Дымшица. - 3-е изд. - М.: Просвещение, 2016.

2.Захаров В.Б., Мамонтов С.Г., Сонин В.И. М. «Дрофа», 2013. Общая биология 10-11 кл.,624с: ил.;

3. У.Стаут и др. :«Биология»,в 3 томах, М., «Мир», 2016.

**ЛЕКЦИЯ** **по теме**: **« Вирусы: строение, виды, значение».**

**ПЛАН ЛЕКЦИИ**:

* 1. История открытия вирусов;
  2. Общая характеристика вирусов;
  3. Строение вирусов;
  4. Значение вирусов.

1. **ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ ВИРУСОВ.**

**Вирусы**представляют собой субмикроскопические внеклеточные формы жизни.

Открытие вирусов принадлежит Дмитрию Иосифовичу Ивановскому, который в 1892г. обнаружил возбудителя мозаичной болезни табака и его способность проходить через фильтры, не пропускающие бактерий. Он предположил, что возбудителем болезни табака являются либо мельчайшие бактерии, либо выделенные ими ядовитые вещества - токсины. По этой причине вирусы первоначально получили ***название фильтрующихся ядовитых жидкостей.***Повторив опыты Д.И. Ивановского и получив аналогичные результаты, голландский микробиолог Мартин Бейеринк в1898г. дал название «**фильтрующаяся вирусная жидкость**». Тогда же был описан вирусный возбудитель ящура крупного рогатого скота (Ф.Лефлер и П.Фрош, 1898), а в 1901г. У.Рид, используя существовавшую со времен Л.Пастера традицию называть инфекционное начало вирусом, назвал открытого им возбудителя желтой лихорадки просто вирусом (от лат. Virus - яд). Увидеть вирусы удалось лишь в электронный микроскоп спустя 50 лет после их открытия. Начиная с 1931г., когда был открыт способ культивирования вирусов в клетках эмбрионов цыплят, вирусы стали широко культивировать в лабораториях. В 1935 г. У.Стенли изолировал и кристаллизовал вирус табачной мозаики, а в 1956 г. ему удалось разделить вирусную частицу на белок и нуклеиновую кислоту, а затем вновь их соединить с образованием активного вируса.

К настоящему времени вирусы открыты у организмов практически всех систематических групп растений и животных (у микоплазм, бактерий, листостебельных растений, простейших, гельминтов, насекомых, земноводных, пресмыкающихся, птиц, млекопитающих). Известны вирусы, выделенные у человека. Можно сказать, что вирусы вездесущи.

В лабораторных условиях вирусы культивируют на куриных эмбрионах, в культивируемых соматических клетках, в эксплантантах органов, а также в организме восприимчивых животных. Они не способны к росту на питательных средах, используемых для культивирования бактерий или соматических клеток.

Наука, изучающая вирусы, называется *вирусологией.*

1. **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРУСОВ.**

Вирусы представляют собой субмикроскопические образования, состоящие из белка и нуклеиновой кислоты (*нуклеопротеины)* и организованные в форме вирусных частиц.

Размеры вирусных частиц составляют от 15-18 до 300-350 нм. С помощью электронного микроскопа установлено, что вирусы могут иметь различную форму: шаровидную (полиомиелит, ВИЧ), палочковидную (ВТМ), нитевидную (филовирусы), цилиндрическую (вирус бешенства) и др. В обычные микроскопы вирусы не видны, но в пораженных клетках можно увидеть их скопления (гигантские колонии). Число видов вирусов превышает тысячу. Все они объединены в царство Vira.

Вирусы не способны к воспроизведению в свободном состоянии. Их воспроизведение возможно только в клетках. Кроме того, оказавшись в клетках, они ведут себя как **облигатные внутриклеточные паразиты**, **вызывая болезни организмов**, в которых паразитируют. Следовательно, им присущи две формы существования, или *покоящаяся*, и внутриклеточная, или*репродуцирующаяся.*

В клетках-хозяевах «выключают» ДНК и используют свои ДНК и РНК, дают клетке команду синтезировать свои клетки; передаются из клетки в клетку в виде инертных частиц.

1. **СТРОЕНИЕ ВИРУСОВ.**

**Сердцевина вируса** состоит из фрагмента генетического материала (ДНК, РНК). Вирусы содержат всегда один тип нуклеиновой кислоты, причем как одноцепочечной, так и двухцепочечной, как линейной, так и кольцевой.

**Капсид (**от лат. capsa- вместилище) защитная белковая оболочка, которая защищает ДНК, РНК от ферментов-нуклеаз и УФ - излучений, обеспечивает вируса на поверхности клетки-хозяина. Он построен из полипептидных цепей, сложенных в несколько слоев. У отдельных вирусов капсид окружен дополнительной мембраной. Ее часто называют суперкапсидом.

**Суперкапсид** - дополнительная липопротеиновая оболочка, которая может содержать еще и углеводы и возникает из *плазматической мембраны клетки-хозяина* (характерна для высокоорганизованных вирусов - ВИЧ, гриппа, герпеса)

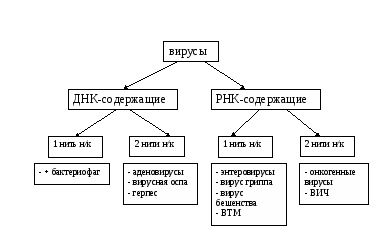
Полностью сформированная инфекционная частица вне клетки-хозяина называется **вирионом** (нуклеопротеинный комплекс). Если вирус находится внутри клетки-хозяина, то он существует в форме нуклеиновой кислоты.

Оболочка вируса построена из одинаковых повторяющихся субъединиц -**капсомеров**, которые образуют структуры с высокой степенью симметрии, способные кристаллизироваться. Большинство вирусов построено по одному из двух типов симметрии - *спиральной или кубической.*

По спиральному типу симметрии построено большинство вирусов, поражающих растения, и некоторые вирусы бактерий (бактериофаги). Большая часть вирусов, вызывающих инфекции у человека и животных, имеет кубический тип симметрии. Капсид имеет форму икосаэдра - правильного двадцатигранника с 12 вершинами 30 ребрами (вирус полиомиелита).

**Бактериофаги**- группа вирусов, поражающих бактерии. Открыты в 1915г. английским микробиологом Фредериком Туортом. Имеют*икосаэдрическую головку*(содержащую генетический материал) и *хвост,* обладающий спиральной симметрией. Эти вирусы обитают в кишечнике человека и животных, ини полезны, так как поражают бактерии. В медицине их применяют для лечения брюшного тифа, холеры.

**Классификация вирусов** строится по виду и форме их нуклеиновой кислоты, типу симметрии, наличию или отсутствию внешней мембраны.



**Отличие вируса от клетки:**

* вирусы не размножаются делением;
* в своем составе имеют только один тип нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК);
* никогда не размножаются вне клетки-хозяина;
* во внешней среде имеют форму кристаллов, не проявляя никаких свойств живого;
* не потребляют пищи;
* не вырабатывают энергию;
* не растут;
* нет обмена веществ;
* имеют неклеточное строение.

**Сходство с живыми организмами:**

* способность к размножению;
* наследственность;
* изменчивость;
* характерна приспособляемость к меняющимся условиям окружающей среды.

**Размножение**(репродукция) включает три процесса:

* репликацию вирусной нуклеиновой кислоты;
* синтез вирусных белков;
* сборку вирионов.

У вирусов нет пола. Репликация молекулы ДНК (РНК) внутри пораженной клетки - многоэтапный процесс, состоящий из **6 стадий:**

1. адсорбция - процесс прикрепления вирусных частиц к поверхности клетки
2. инъекция (у бактериофагов) - проникновение вирусной частицы в клетку и введение нуклеиновой кислоты из белкового капсида (фаг частично растворяет клеточную стенку и мембрану бактерии и за счет сократительной реакции хвостика впрыскивает свою ДНК в ее клетку)
3. репликация молекул вирусной нуклеиновой кислоты - происходит за счет нуклеотидов, накопленных в клетках хозяина
4. синтез вирусных белков и ферментов - происходит на рибосомах клетки
5. сборка вирусных частиц - за счет пораженных вирусных нуклеиновых кислот и вирусных белков
6. лизис - выход вирусных частиц из пораженной клетки. У бактерий сопровождается разрушением (лизисом) клетки. У эукариот происходит путем выпячивания оболочки клетки и «выталкиванием» вирусных частий в окружающую среду.

Новые вирусные частицы заражают еще непораженные клетки, и цикл развития вируса повторяется.

**4. ЗНАЧЕНИЕ ВИРУСОВ.**

Вирусы представляют собой важные объекты исследования для генетиков. На их основе приобретены существенные познания, касающиеся структур и функций нуклеиновых кислот.

Вирусы - возбудители инфекционных болезней, размножающиеся только в живых клетках. У человека они вызывают, среди прочих, такие заболевания, как бешенство, гепатит, грипп, корь, краснуху, оспу, ОРЗ, полиомиелит, энцефалит, папиллома, инфекционный насморк, СПИД, раковые опухоли. У животных - вирусная чума, ящур, бешенство. У растений - скручивание листьев, мозаика, полосатость, желтуха свеклы, вирус фруктовых деревьев.

Возбудитель СПИДа - вирус иммунодефицита человека (ВИЧ). Он был выделен в 1959г. в Заире, после чего второй случай выделения этого вируса датируется 1969г. в США. Имеет сферическую форму диаметром 100-150 нм. Наружная оболочка вируса состоит из клеточной мембраны клетки-хозяина. В мембрану встроены рецепторные «грибовидные» образования. Под наружной оболочкой располагается сердцевина вируса с генетическим материалом в виде двух молекул РНК (каждая из 9 генов ВИЧ) и фермента (обратная транскриптаза). Этот фермент катализирует реакцию обратной транскрипции в клетках лимфоцитов. Вирус поражает главным образом Т-хелперы лимфоцитов, на поверхности которых есть рецепторы, способные связываться с поверхностным белком ВИЧ. В таком состоянии он может сохраняться долго, не проявляя себя. Иммунная система организма человека утрачивает свои защитные свойства, и организм перестает бороться с любой инфекцией, раковыми клетками и погибает. Средняя продолжительность жизни инфицированного человека составляет 7-10 лет. Источником заражения служит только человек - носитель вируса иммунодефицита. СПИД передается половым путем, через кровь и ткани, содержащие вирус иммунодефицита, от матери к плоду.

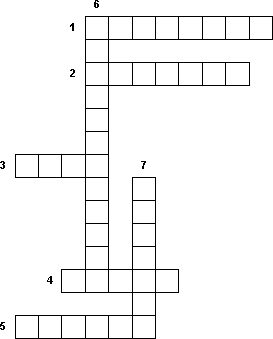
Вирусы (бактериофаги) используют в медицине в качестве лечебного и профилактического средства в случае отдельных бактериальных инфекций. Используют для лечения дизентерии, брюшного тифа, холеры.

**ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ НОВОГО МАТЕРИАЛА:**

# Кроссворд «Неклеточные формы жизни. Вирусы и бактериофаги»

Начало формы

Конец формы



1. Голландский ботаник, предложивший название «вирус».

2. Белковая оболочка вируса.

3. Вирусы, используемые человеком для борьбы с болезнетворными бактериями.

4. Внутриклеточный паразит.

5. Болезнь, вызванная вирусом эпидемического паротита.

6. Особая группа вирусов, которая заражает бактериальные клетки.

7. Болезнь, вызываемая вирусом гепатита.

1. Чем вирусы отличаются от других живых организмов?
2. Какое строение имеют вирусы?
3. Какие вирусы называют бактериофагами?
4. Какие болезни могут вызывать вирусы?

**ЛИТЕРАТУРА:**

1Беляев Д. К. Биология. 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / [Д.К. Беляев, Г.М. Дымшиц, Л.Н. Кузнецова и др.]; под ред. Д.К. Беляева и Г.М. Дымшица. - 3-е изд. - М.: Просвещение, 2016.

2.Захаров В.Б., Мамонтов С.Г., Сонин В.И. М. «Дрофа», 2013. Общая биология 10-11 кл.,624с: ил.;

3. У.Стаут и др. :«Биология»,в 3 томах, М., «Мир», 2016.

**Лекция по теме: «Закономерности наследственности при моногибридном скрещивании. Законы Г. Менделя».**

**План лекции:**

**1 Генетическая символика.**

**2 Первый закон Г Менделя**

**3. Второй закон Г. Менделя.**

**1.Генетическая символика**

Предложена Г. Менделем, используется для записи результатов скрещиваний: **Р** — родители; **F** — потомство, число внизу или сразу после буквы указывает на порядковый номер поколения (F1 — гибриды первого поколения — прямые потомки родителей, F2 — гибриды второго поколения — возникают в результате скрещивания между собой гибридов F1); × — значок скрещивания; **G** — мужская особь; **E** — женская особь; **A** — доминантный ген, **а** — рецессивный ген; **АА** — гомозигота по доминанте, **аа** — гомозигота по рецессиву, **Аа** — гетерозигота.

**2.Закон единообразия гибридов первого поколения, или первый закон Менделя**

Успеху работы Менделя способствовал удачный выбор объекта для проведения скрещиваний — различные сорта гороха. Особенности гороха: 1) относительно просто выращивается и имеет короткий период развития; 2) имеет многочисленное потомство; 3) имеет большое количество хорошо заметных альтернативных признаков (окраска венчика — белая или красная; окраска семядолей — зеленая или желтая; форма семени — морщинистая или гладкая; окраска боба — желтая или зеленая; форма боба — округлая или с перетяжками; расположение цветков или плодов — по всей длине стебля или у его верхушки; высота стебля — длинный или короткий); 4) является самоопылителем, в результате чего имеет большое количество чистых линий, устойчиво сохраняющих свои признаки из поколения в поколение.

Опыты по скрещиванию разных сортов гороха Мендель проводил в течение восьми лет, начиная с 1854 года. 8 февраля 1865 года Г. Мендель выступил на заседании Брюннского общества естествоиспытателей с докладом «Опыты над растительными гибридами», где были обобщены результаты его работы.

Опыты Менделя были тщательно продуманы. Если его предшественники пытались изучить закономерности наследования сразу многих признаков, то Мендель свои исследования начал с изучения наследования всего лишь одной пары альтернативных признаков.

Мендель взял сорта гороха с желтыми и зелеными семенами и произвел их искусственное перекрестное опыление: у одного сорта удалил тычинки и опылил их пыльцой другого сорта. Гибриды первого поколения имели желтые семена. Аналогичная картина наблюдалась и при скрещиваниях, в которых изучалось наследование других признаков: при скрещивании растений, имеющих гладкую и морщинистую формы семян, все семена полученных гибридов были гладкими, от скрещивания красноцветковых растений с белоцветковыми все полученные — красноцветковые. Мендель пришел к выводу, что у гибридов первого поколения из каждой пары альтернативных признаков проявляется только один, а второй как бы исчезает. Проявляющийся у гибридов первого поколения признак Мендель назвал доминантным, а подавляемый — рецессивным.

**При моногибридном скрещивании гомозиготных особей, имеющих разные значения альтернативных признаков, гибриды являются единообразными по генотипу и фенотипу.**

**Генетическая схема закона единообразия Менделя**

(**А** — желтый цвет горошин, **а** — зеленый цвет горошин)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Р | ♀**AA** желтые | × | ♂**аа** зеленые |
| Типы гамет | гамета **А** |  | гамета **а** |
| F1 | **Aа** желтые 100% | | |

**3.Закон расщепления, или второй закон Менделя**

Г. Мендель дал возможность самоопылиться гибридам первого поколения. У полученных таким образом гибридов второго поколения проявился не только доминантный, но и рецессивный признак. Результаты опытов приведены в таблице.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Признаки** | **Доминантные** | | **Рецессивные** | | **Всего** |
| **Число** | **%** | **Число** | **%** |
| Форма семян | 5474 | 74,74 | 1850 | 25,26 | 7324 |
| Окраска семядолей | 6022 | 75,06 | 2001 | 24,94 | 8023 |
| Окраска семенной кожуры | 705 | 75,90 | 224 | 24,10 | 929 |
| Форма боба | 882 | 74,68 | 299 | 25,32 | 1181 |
| Окраска боба | 428 | 73,79 | 152 | 26,21 | 580 |
| Расположение цветков | 651 | 75,87 | 207 | 24,13 | 858 |
| Высота стебля | 787 | 73,96 | 277 | 26,04 | 1064 |
| Всего: | 14949 | 74,90 | 5010 | 25,10 | 19959 |

Анализ данных таблицы позволил сделать следующие выводы:

1. единообразия гибридов во втором поколении не наблюдается: часть гибридов несет один (доминантный), часть — другой (рецессивный) признак из альтернативной пары;
2. количество гибридов, несущих доминантный признак, приблизительно в три раза больше, чем гибридов, несущих рецессивный признак;
3. рецессивный признак у гибридов первого поколения не исчезает, а лишь подавляется и проявляется во втором гибридном поколении.

Явление, при котором часть гибридов второго поколения несет доминантный признак, а часть — рецессивный, называют **расщеплением**. Причем, наблюдающееся у гибридов расщепление не случайное, а подчиняется определенным количественным закономерностям. На основе этого Мендель сделал еще один вывод: при скрещивании гибридов первого поколения в потомстве происходит расщепление признаков в определенном числовом соотношении.

**При моногибридном скрещивании гетерозиготных особей у гибридов имеет место расщепление по фенотипу в отношении 3:1, по генотипу 1:2:1.**

**Генетическая схема закона расщепления Менделя**

(**А** — желтый цвет горошин, **а** — зеленый цвет горошин):

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| P | ♀**Aa** желтые | | × | ♂**Aa** желтые | |
| Типы гамет | гамета **A** | гамета **a** |  | гамета **A** | гамета **a** |
| F2 | **AA**  желтые | **Aa**  желтые  75% |  | **Aa**  желтые | **aa**  зеленые  25% |

**Закон чистоты гамет**

С 1854 года в течение восьми лет Мендель проводил опыты по скрещиванию растений гороха. Им было выявлено, что в результате скрещивания различных сортов гороха друг с другом гибриды первого поколения обладают одинаковым фенотипом, а у гибридов второго поколения имеет место расщепление признаков в определенных соотношениях. Для объяснения этого явления Мендель сделал ряд предположений, которые получили название «гипотезы чистоты гамет», или «закона чистоты гамет». Мендель предположил, что:

1. за формирование признаков отвечают какие-то дискретные наследственные факторы;
2. организмы содержат два фактора, определяющих развитие признака;
3. при образовании гамет в каждую из них попадает только один из пары факторов;
4. при слиянии мужской и женской гамет эти наследственные факторы не смешиваются (остаются чистыми).

В 1909 году В. Иогансен назовет эти наследственные факторы генами, а в 1912 году Т. Морган покажет, что они находятся в хромосомах.

Для доказательства своих предположений Г. Мендель использовал скрещивание, которое сейчас называют анализирующим (**анализирующее скрещивание** — скрещивание организма, имеющего неизвестный генотип, с организмом, гомозиготным по рецессиву). Наверное, Мендель рассуждал следующим образом: «Если мои предположения верны, то в результате скрещивания F1 с сортом, обладающим рецессивным признаком (зелеными горошинами), среди гибридов будут половина горошин зеленого цвета и половина горошин — желтого». Как видно из приведенной ниже генетической схемы, он действительно получил расщепление 1:1 и убедился в правильности своих предположений и выводов, но современниками он понят не был. Его доклад «Опыты над растительными гибридами», сделанный на заседании Брюннского общества естествоиспытателей, был встречен полным молчанием.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Р | ♀**Аа** желтые | × | ♂**aа** зеленые |
| Типы гамет | гамета **A**    гамета **a** |  | гамета **a** |
| F | **Аа** желтые 50% |  | **аa** зеленые 50% |

**Цитологические основы первого и второго законов Менделя**

Во времена Менделя строение и развитие половых клеток не было изучено, поэтому его гипотеза чистоты гамет является примером гениального предвидения, которое позже нашло научное подтверждение.

Явления доминирования и расщепления признаков, наблюдавшиеся Менделем, в настоящее время объясняются парностью хромосом, расхождением хромосом во время мейоза и объединением их во время оплодотворения. Обозначим ген, определяющий желтую окраску, буквой **А**, а зеленую — **а**. Поскольку Мендель работал с чистыми линиями, оба скрещиваемых организма — гомозиготны, то есть несут два одинаковых аллеля гена окраски семян (соответственно, **АА** и **аа**). Во время мейоза число хромосом уменьшается в два раза, и в каждую гамету попадает только одна хромосома из пары. Так как гомологичные хромосомы несут одинаковые аллели, все гаметы одного организмы будут содержать хромосому с геном **А**, а другого — с геном **а**.

При оплодотворении мужская и женская гаметы сливаются, и их хромосомы объединяются в одной зиготе. Получившийся от скрещивания гибрид становится гетерозиготным, так как его клетки будут иметь генотип **Аа**; один вариант генотипа даст один вариант фенотипа — желтый цвет горошин.

У гибридного организма, имеющего генотип **Аа** во время мейоза, хромосомы расходятся в разные клетки и образуется два типа гамет — половина гамет будет нести ген **А**, другая половина — ген **а**. Оплодотворение — процесс случайный и равновероятный, то есть любой сперматозоид может оплодотворить любую яйцеклетку. Поскольку образовалось два типа сперматозоидов и два типа яйцеклеток, возможно возникновение четырех вариантов зигот. Половина из них — гетерозиготы (несут гены **А** и **а**), 1/4 — гомозиготы по доминантному признаку (несут два гена **А**) и 1/4 — гомозиготы по рецессивному признаку (несут два гена **а**). Гомозиготы по доминанте и гетерозиготы дадут горошины желтого цвета (3/4), гомозиготы по рецессиву — зеленого (1/4).

Контрольные задания:

**Задачи на моногибридное скрещивание**

Задача № 1. У крупного рогатого скота ген, обусловливающий черную окраску шерсти, доминирует над геном, определяющим красную окраску. Какое потомство можно ожидать от скрещивания гомозиготного черного быка и красной коровы?

Разберем решение этой задачи. Вначале введем обозначения. В генетике для генов приняты буквенные символы: доминантные гены обозначают прописными буквами, рецессивные — строчными. Ген черной окраски доминирует, поэтому его обозначим А. Ген красной окраски шерсти рецессивен — а. Следовательно, генотип черного гомозиготного быка будет АА. Каков же генотип у красной коровы? Она обладает рецессивным признаком, который может проявиться фенотипически только в гомозиготном состоянии (организме). Таким образом, ее генотип аа. Если бы в генотипе коровы был хотя бы один доминантный ген А, то окраска шерсти у нее не была бы красной. Теперь, когда генотипы родительских особей определены, необходимо составить схему теоретического скрещивания

Черный бык образует один тип гамет по исследуемому гену — все половые клетки будут содержать только ген А. Для удобства подсчета выписываем только типы гамет, а не все половые клетки данного животного. У гомозиготной коровы также один тип гамет — а. При слиянии таких гамет между собой образуется один, единственно возможный генотип — Аа, т.е. все потомство будет единообразно и будет нести признак родителя, имеющего доминантный фенотип — черного быка..

РАА \* аа

GА а

FАа

Таким образом, можно записать следующий ответ: при скрещивании гомозиготного черного быка и красной коровы в потомстве следует ожидать только черных гетерозиготных телят

Следующие задачи следует решить самостоятельно, подробно описав ход решения и сформулировав полный ответ.

Задача № 1. Какое потомство можно ожидать от скрещивания коровы и быка, гетерозиготных по окраске шерсти?

Задача № 2. У морских свинок вихрастая шерсть определяется доминантным геном, а гладкая — рецессивным.

1.3 Скрещивание двух вихрастых свинок между собой дало 39 особей с вихрастой шерстью и 11 гладкошерстных животных. Сколько среди особей, имеющих доминантный фенотип, должно оказаться гомозиготных по этому признаку?

**ЛИТЕРАТУРА:**

1Беляев Д. К. Биология. 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / [Д.К. Беляев, Г.М. Дымшиц, Л.Н. Кузнецова и др.]; под ред. Д.К. Беляева и Г.М. Дымшица. - 3-е изд. - М.: Просвещение, 2016.

2.Захаров В.Б., Мамонтов С.Г., Сонин В.И. М. «Дрофа», 2013. Общая биология 10-11 кл.,624с: ил.;

3. У.Стаут и др. :«Биология»,в 3 томах, М., «Мир», 2016.

**Лекция по теме: «Закономерности наследственности при дигибридном скрещивании. Законы Г. Менделя».**

**План лекции**

**1.Третий закон Г. Менделя.**

**2. Решение генетических задач.**

**1.Закон независимого комбинирования (наследования) признаков, или третий закон Менделя**

Организмы отличаются друг от друга по многим признакам. Поэтому, установив закономерности наследования одной пары признаков, Г. Мендель перешел к изучению наследования двух (и более) пар альтернативных признаков. Для дигибридного скрещивания Мендель брал гомозиготные растения гороха, отличающиеся по окраске семян (желтые и зеленые) и форме семян (гладкие и морщинистые). Желтая окраска (**А**) и гладкая форма (**В**) семян — доминантные признаки, зеленая окраска (**а**) и морщинистая форма (**b**) — рецессивные признаки.

Скрещивая растение с желтыми и гладкими семенами с растением с зелеными и морщинистыми семенами, Мендель получил единообразное гибридное поколение F1 с желтыми и гладкими семенами. От самоопыления 15-ти гибридов первого поколения было получено 556 семян, из них 315 желтых гладких, 101 желтое морщинистое, 108 зеленых гладких и 32 зеленых морщинистых (расщепление 9:3:3:1).

Анализируя полученное потомство, Мендель обратил внимание на то, что: 1) наряду с сочетаниями признаков исходных сортов (желтые гладкие и зеленые морщинистые семена), при дигибридном скрещивании появляются и новые сочетания признаков (желтые морщинистые и зеленые гладкие семена); 2) расщепление по каждому отдельно взятому признаку соответствует расщеплению при моногибридном скрещивании. Из 556 семян 423 были гладкими и 133 морщинистыми (соотношение 3:1), 416 семян имели желтую окраску, а 140 — зеленую (соотношение 3:1). Мендель пришел к выводу, что расщепление по одной паре признаков не связано с расщеплением по другой паре. Для семян гибридов характерны не только сочетания признаков родительских растений (желтые гладкие семена и зеленые морщинистые семена), но и возникновение новых комбинаций признаков (желтые морщинистые семена и зеленые гладкие семена).

**При дигибридном скрещивании дигетерозигот у гибридов имеет место расщепление по фенотипу в отношении 9:3:3:1, по генотипу в отношении 4:2:2:2:2:1:1:1:1, признаки наследуются независимо друг от друга и комбинируются во всех возможных сочетаниях.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Р | ♀**АABB** желтые, гладкие | × | ♂**aаbb** зеленые, морщинистые |
| Типы гамет | гамета **AB** |  | гамета **ab** |
| F1 | **AaBb** желтые, гладкие, 100% | | |
| P | ♀**АaBb** желтые, гладкие | × | ♂**AаBb** желтые, гладкие |
| Типы гамет | гамета **AB**    гамета **Ab**    гамета **aB**    гамета **ab** |  | гамета **AB**    гамета **Ab**    гамета **aB**    гамета **ab** |

**Генетическая схема закона независимого комбинирования признаков:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Гаметы: | ♂ | **AB** | **Ab** | **aB** | **ab** |
| ♀ |  |
| **AB** | | **AABB** желтые гладкие | **AABb** желтые гладкие | **AaBB** желтые гладкие | **AaBb** желтые гладкие |
| **Ab** | | **AABb** желтые гладкие | **AАbb** желтые морщинистые | **AaBb** желтые гладкие | **Aabb** желтые морщинистые |
| **aB** | | **AaBB** желтые гладкие | **AaBb** желтые гладкие | **aaBB** зеленые гладкие | **aaBb** зеленые гладкие |
| **ab** | | **AaBb** желтые гладкие | **Aabb** желтые морщинистые | **aaBb** зеленые гладкие | **aabb** зеленые морщинистые |

Анализ результатов скрещивания по фенотипу: желтые, гладкие — 9/16, желтые, морщинистые — 3/16, зеленые, гладкие — 3/16, зеленые, морщинистые — 1/16. Расщепление по фенотипу 9:3:3:1.

Анализ результатов скрещивания по генотипу: **AaBb** — 4/16, **AABb** — 2/16, **AaBB** — 2/16, **Aabb** — 2/16, **aaBb** — 2/16, **ААBB** — 1/16, **Aabb** — 1/16, **aaBB** — 1/16, **aabb** — 1/16. Расщепление по генотипу 4:2:2:2:2:1:1:1:1.

Если при моногибридном скрещивании родительские организмы отличаются по одной паре признаков (желтые и зеленые семена) и дают во втором поколении два фенотипа (21) в соотношении (3 + 1)1, то при дигибридном они отличаются по двум парам признаков и дают во втором поколении четыре фенотипа (22) в соотношении (3 + 1)2. Легко посчитать, сколько фенотипов и в каком соотношении будет образовываться во втором поколении при тригибридном скрещивании: восемь фенотипов (23) в соотношении (3 + 1)3.

Если расщепление по генотипу в F2 при моногибридном поколении было 1:2:1, то есть было три разных генотипа (31), то при дигибридном образуется 9 разных генотипов — 32, при тригибридном скрещивании образуется 33 — 27 разных генотипов.

Третий закон Менделя справедлив только для тех случаев, когда гены анализируемых признаков находятся в разных парах гомологичных хромосом.

**Цитологические основы третьего закона Менделя**

Пусть **А** — ген, обусловливающий развитие желтой окраски семян, **а** — зеленой окраски, **В** — гладкая форма семени, **b** — морщинистая. Скрещиваются гибриды первого поколения, имеющие генотип **АаВb**. При образовании гамет из каждой пары аллельных генов в гамету попадает только один, при этом в результате случайного расхождения хромосом в первом делении мейоза ген **А** может попасть в одну гамету с геном **В** или с геном **b**, а ген **а** — с геном **В** или с геном **b**. Таким образом, каждый организм образует четыре сорта гамет в одинаковом количестве (по 25%): **АВ**, **Ab**, **aB**, **ab**. Во время оплодотворения каждый из четырех типов сперматозоидов может оплодотворить любую из четырех типов яйцеклеток. В результате оплодотворения возможно появление девяти генотипических классов, которые дадут четыре фенотипических класса.

**2. Решение генетических задач.**

**Задачи на ди- и полигибридное скрещивание**

Задача № 1. Выпишите гаметы организмов со следующими генотипами: ААВВ; aabb; ААЬЬ; ааВВ; АаВВ; Aabb; АаВЬ; ААВВСС; ААЬЬСС; АаВЬСС; АаВЬСс.

 Задача № 2.Разберем один из примеров. При решении подобных задач необходимо руководствоваться законом чистоты гамет: гамета генетически чиста, так как в нее попадает только один ген из каждой аллельной пары. Возьмем, к примеру, особь с генотипом АаВbСс. Из первой пары генов — пары А — в каждую половую клетку попадает в процессе мейоза либо ген А, либо ген а. В ту же гамету из пары генов В, расположенных в другой хромосоме, поступает ген В или b. Третья пара также в каждую половую клетку поставляет доминантный ген С или его рецессивный аллель — с. Таким образом, гамета может содержать или все доминантные гены — ABC, или же рецессивные — abc, а также их сочетания: АВс, AbC, Abe, аВС, аВс, а bС.

 Чтобы не ошибиться в количестве сортов гамет, образуемых организмом с исследуемым генотипом, можно воспользоваться формулой N = 2n, где N — число типов гамет, а n — количество гетерозиготных пар генов. В правильности этой формулы легко убедиться на примерах: гетерозиготаАа имеет одну гетерозиготную пару; следовательно, N = 21 = 2. Она образует два сорта гамет: А и а. ДигетерозиготаАаВЬ содержит две гетерозиготные пары: N = 22 = 4, формируются четыре типа гамет: АВ, Ab, aB, ab. ТригетерозиготаАаВЬСс в соответствии с этим должна образовывать 8 сортов половых клеток N = 23 = 8), они уже выписаны выше.

**Контрольные задания:**

Задача № 3. У крупного рогатого скота ген комолости доминирует над геном рогатости, а ген черного цвета шерсти — над геном красной окраски. Обе пары генов находятся в разных парах хромосом.

1. Какими окажутся телята, если скрестить гетерозиготных по обеим парам

признаков быка и корову?

2. Какое потомство следует ожидать от скрещивания черного комолого быка, гетерозиготного по обеим парам признаков, с красной рогатой коровой?

Задача № 4. У человека ген карих глаз доминирует над геном, определяющим развитие голубой окраски глаз, а ген, обусловливающий умение лучше владеть правой рукой, преобладает над геном, определяющим развитие леворукости. Обе пары генов расположены в разных хромосомах. Какими могут быть дети, если родители их гетерозиготны?

**ЛИТЕРАТУРА:**

1Беляев Д. К. Биология. 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / [Д.К. Беляев, Г.М. Дымшиц, Л.Н. Кузнецова и др.]; под ред. Д.К. Беляева и Г.М. Дымшица. - 3-е изд. - М.: Просвещение, 2016.

2.Захаров В.Б., Мамонтов С.Г., Сонин В.И. М. «Дрофа», 2013. Общая биология 10-11 кл.,624с: ил.;

3. У.Стаут и др. :«Биология»,в 3 томах, М., «Мир», 2016.

**Лекция по теме: « Комбинативная и мутационная изменчивость. Типы мутаций».**

**План лекции**

**1. Генотипическая изменчивость**

**2. Геномные мутации.**

**3. Хромосомные мутации.**

**4. Модификации.**

**1. Генотипическая изменчивость**

Генотипическая изменчивость - комбинативная и мутационная. Уровень и место возникновения различных комбинаций генов и их роль в создании генетического разнообразия особей в пределах вида. Классификация мутаций по уровню и месту возникновения. Частота и причины мутаций. Значение мутаций для практики сельского хозяйства. Производственные условия как возможная причина повышенной частоты мутаций у человека. Закон гомологических рядов наследственной изменчивости (Н.И.Вавилов). Цитоплазматическая наследственность.

Фенотипическая изменчивость. Роль условий внешней среды в развитии и проявлении признаков. Статистические закономерности модификационной изменчивости. Вариационный ряд и вариационная кривая. Норма реакции. Управление доминированием.

Изучение темы позволяет вскрыть материальные основы изменчивости, помогает лучше разобраться в основных положениях современной теории эволюции.

Специфические функции **ДНК** обеспечивают явление наследственности. Наряду с этим всем живым организмам свойственна изменчивость, которая определяет большое разнообразие органических форм на нашей планете. Наследственность и изменчивость неразрывно связаны между собой.

В результате скрещивания организмов и взаимодействия факторов внешней среды происходят различные изменения в самой наследственности (генотипическая изменчивость) или в ее проявлениях (фенотипическая изменчивость).

Генотипическая изменчивость складывается из **МУТАЦИОННОЙ** **И КОМБИНАТИВНОЙ** изменчивости.

В основе наследственной изменчивости лежит половое размножение живых организмов, которое обеспечивает огромное разнообразие генотипов.

Чем обусловлена комбинативная изменчивость? Во-первых, тем, что генотип любой особи представляет собой сочетание генов материнского и отцовского организмов. Во-вторых, независимое расхождение гомологичных хромосом в первом мейотическом делении. В-третьих, рекомбинация генов (изменение состава групп сцепления), связанная с кроссинговером (перекрестом). И еще один фактор комбинативной изменчивости - случайное сочетание генов при оплодотворении. Все названные источники комбинативной изменчивости действуют независимо и одновременно, создавая огромное многообразие генотипов.

Мутационная изменчивость возникает в случае появления **МУТАЦИЙ - СТОЙКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ГЕНОТИПА (Т.Е. МОЛЕКУЛ ДНК),** которые могут затрагивать целые хромосомы, их части или отдельные гены.

Мутации могут быть полезными, вредными или нейтральными. Согласно современной классификации мутации принято делить на следующие группы.

**2. Геномные мутации.**

**ГЕНОМНЫЕ МУТАЦИИ** - связанные с изменением числа хромосом. Особый интерес представляет **ПОЛИПЛОИДИЯ** - кратное увеличение числа хромосом, т.е. вместо 2n хромосомного набора возникает набор 3n,4n,5n и более. Возникновение полиплоидии связанно с нарушением механизма деления клеток. В частности, нерасхождение гомологичных хромосом во время первого деления мейоза приводит к появлению гамет с 2n набором хромосом.

Полиплоидия широко распространена у растений и значительно реже у животных (аскарид, шелкопряда, некоторых земноводных). Полиплоидные организмы, как правило, характеризуются более крупными размерами, усиленным синтезом органических веществ, что делает их особенно ценными для селекционных работ.

Изменение числа хромосом, связанное с добавлением или потерей отдельных хромосом, называется **АНЕУПЛОИДИЕЙ**. Мутацию анеуплоидии можно записать как 2n-1, 2n+1, 2n-2 и т.д. Анеуплоидия свойственна всем животным и растениям. У человека ряд заболеваний связан именно с анеуплоидией. Например, болезнь Дауна связана с наличием лишней хромосомы в 21-й паре.

**3. Хромосомные мутации.**

**ХРОМОСОМНЫЕ МУТАЦИИ** - это перестройки хромосом, изменение их строения. Отдельные участки хромосом могут теряться, удваиваться, менять свое положение.

Схематично это можно показать следующим образом:

**ABCDE** нормальный порядок генов

**ABBCDE** удвоение участка хромосомы

**ABDE** потеря одного участка

**ABEDC** поворот участка на 180 градусов

**ABCFG** обмен участками с негомологичной хромосомой

Как и геномные мутации, хромосомные мутации играют огромную роль в эволюционных процессах.

3. **ГЕННЫЕ МУТАЦИИ** связаны с изменением состава или последовательности нуклеотидов **ДНК** в пределах гена. Генные мутации наиболее важны среди всех категорий мутаций.

Синтез белка основан на соответствии расположения нуклеотидов в гене и порядком аминокислот в молекуле белка. Возникновение генных мутаций (изменение состава и последовательности нуклеотидов) изменяет состав соответствующих белков-ферментов и в итоге к фенотипическим изменениям. Мутации могут затрагивать все особенности морфологии, физиологии и биохимии организмов. Многие наследственные болезни человека также обусловлены мутациями генов.

Мутации в естественных условиях случаются редко - одна мутация определенного гена на 1000-100000 клеток. Но мутационный процесс идет постоянно, идет постоянное накопление мутаций в генотипах. А если учесть, что число генов в организме велико, то можно сказать, что в генотипах всех живых организмов имеется значительное число генных мутаций.

**МУТАЦИИ - ЭТО КРУПНЕЙШИЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР, ОБУСЛАВЛИВАЮЩИЙ ОГРОМНУЮ НАСЛЕДСТВЕННУЮ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОРГАНИЗМОВ, ЧТО ДАЕТ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЭВОЛЮЦИИ**.

Причинами мутаций могут быть естественные нарушения в метаболизме клеток (спонтанные мутации), так и действие различных факторов внешней среды (индуцированные мутации). Факторы, вызывающие мутации называют мутагенами. Мутагенами могут быть физические факторы - радиация, температура .... К биологическим мутагена относят вирусы, способные осуществлять перенос генов между организмами не только близких, но далеких систематических групп.

Хозяйственная деятельность человека принесла в биосферу огромное количество мутагенов.

Большинство мутаций неблагоприятны для жизни особи, но иногда возникают такие мутации, которые могут представлять интерес для ученых-селекционеров. В настоящее время созданы методы направленного мутагенеза.

В 1920 году генетик-селекционер Н.И. Вавилов установил, что близкородственные виды и роды благодаря большому сходству их генотипов обладают большим сходством наследственной изменчивости **ЗАКОН ГОМОЛОГИЧЕСКИИХ РЯДОВ** отражает общебиологическое явление, характерное для всех живых организмов. Коротко суть этого закона в том, что если у одного из родственных организмов есть какой-либо признак, то мы можем ожидать сходный признак и у других.

Индивидуальное развитие особи происходит в тесной связи с условиями внешней среды. Так, например, при комнатной температуре цветки примулы имеют красную окраску. Но если растение поместить в оранжерею и содержать при температуре 30-35 градусов, то действе гена окраски подавляется и цветки у такого растения будут белыми. Возвращенное в комнатные условия растение преобретает красную окраску цветов.

Следовательно, наследуется не признак, а ген, обладающий способностью реализовать данный признак в зависимости от условий среды.

**4. Модификации.**

**ИЗМЕНЕНИЯ ФЕНОТИПА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НАЗЫВАЮТ МОДИФИКАЦИЯМИ**. Модификации не передаются по наследству . Модификации - проявление гена в разных условиях. Модификации носят приспособительный характер, к изменяющимся условиям внешней среды.

Пределы модификационной изменчивости обусловлены генотипом и называют **НОРМОЙ РЕАКЦИИ**. Одни признаки обладают широкой нормой реакции (рост, вес...), другие - узкой (цвет глаз, окраска шерсти...). Чем шире норма реакции, тем больше возможности у организма приспособиться к разным условиям среды обитания.

Знание нормы реакции дает возможность практикам получать новые признаки путем изменения среды обитания или управлять проявлением генов, управлять доминированием.

Понятия мутации и модификации можно сравнить в таблице:

|  |  |
| --- | --- |
| МУТАЦИИ | МОДИЦИКАЦИИ |
| 1.Неопределенность изменений (один и тот же фактор может вызывать изменения разных генов, или разные факторы вызывают одинаковые изменения). | 1. Определенность (каждый внешний фактор вызывает определенные изменения в определенных условиях). |
| 2. Уровень изменения не зависит от силы и длительности воздействия внешнего фактора, вызывающего изменения). | 2. Степень изменения признака прямопропорциональна силе или длительности действия фактора, вызывающего изменения. |
| 3. Как правило не носят приспособительного характера. | 3. Как правило, имеет приспособительное значение. |
| 4. Постоянный, не исчезают в течении жизни особи. | 4. После прекращения действия фактора в большинстве случаев исчазают |
| 5. Наследуются | 5. Не наследуются. |

**Контрольные вопросы.**

1. Что такое генотипическая изменчивость.

2. Назовите отличия геномных и хромосомных мутаций.

3.Какие вы знаете мутагенные факторы?

4. Назовите отличия мутаций и модификаций.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1Беляев Д. К. Биология. 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / [Д.К. Беляев, Г.М. Дымшиц, Л.Н. Кузнецова и др.]; под ред. Д.К. Беляева и Г.М. Дымшица. - 3-е изд. - М.: Просвещение, 2016.

2.Захаров В.Б., Мамонтов С.Г., Сонин В.И. М. «Дрофа», 2013. Общая биология 10-11 кл.,624с: ил.;

3. У.Стаут и др. :«Биология»,в 3 томах, М., «Мир», 2016.

**Лекция по теме: «Сцепленное с полом наследование».**

**План лекции**

**1. Закономерности сцепленного наследования.**

**2. Примеры сцепленного наследования.**

**3. Примеры решения задач на сцепленное с полом наследование.**

**1. Закономерности сцепленного наследования.**

## Наследование, сцепленное с полом

— особая форма наследова­ния признаков, гены которых расположены в половых хромосо­мах. Впервые установлена американским ученым Т. Морганом (1911) в опытах с плодовой мушкой дрозофилой. У человека X-хромосома, которую мужчина получает от матери, несет гены дальтонизма (цветовой слепоты) и гемофилии (несвертываемос­ти крови). Эти гены рецессивны; у женщин названные болезни проявляются крайне редко, а у мужчин чаще, так как в Y-xpoмосомах мужчин нет доминантного аллеля, подавляющего дей­ствие этих генов, Y-хромосома несет такие признаки, как, на пример, волосатость мочки ушей, перепонка между пальцами ног, поэтому эти признаки проявляются только у мужчин как носителей Y-хромосомы. Всего с полом сцеплено около 120 при­знаков.

Наследование, сцепленное с полом — наследование какого-либо гена, находящегося в половых хромосомах. Наследование признаков, проявляющихся только у особей одного пола , но не определяемых генами, находящимися в половых хромосомах, называется наследованием, ограниченным полом.  
Наследованием, сцепленным с X-хромосомой, называют наследование генов в случае, когда мужской пол гетерогаметен и характеризуется наличием Y-хромосомы (XY), а особи женского пола гомогаметны и имеют две X-хромосомы (XX). Таким типом наследования обладают все млекопитающие (в т.ч. человек), большинство насекомых и пресмыкающихся.  
Наследованием, сцепленным с Z-хромосомой, называют наследование генов в случае, когда женский пол гетерогаметен и характеризуется наличием Z-хромосомы (ZW), а особи мужского пола гомогаметны и имеют две Z-хромосомы (ZZ). Таким типом наследования обладают все представители класса птиц.  
Если аллель сцепленного с полом гена, находящегося в X-хромосоме или Z-хромосоме, является рецессивным, то признак, определяемый этим геном, проявляется у всех особей гетерогаметного пола, которые получили этот аллель вместе с половой хромосомой, и у гомозиготных по этому аллелю особей гомогаметного пола. Это объясняется тем, что вторая половая хромосома (Y или W) у гетерогаметного пола не несет аллелей большинства или всех генов, находящихся в парной хромосоме.  
Таким признаком гораздо чаще будут обладать особи гетерогаметного пола. Поэтому заболеваниями, которые вызываются рецессивными аллелями сцепленных с полом генов, гораздо чаще болеют мужчины, а женщины часто являются носителями таких аллелей.

**2. Примеры сцепленного наследования.**

Наследование таких признаков отклоняется от закономерностей, установленных Г.Менделем. Х-хромосома закономерно переходит от одного пола к другому, при этом дочь наследует Х-хромосому отца, а сын Х-хромосому матери. Наследование, при котором сыновья наследуют признак матери, а дочери - признак отца получило, название крисс-кросс (или крест-накрест). Известны нарушения цветового зрения, так называемая цветовая слепота. В основе появления этих дефектов зрения лежит действие ряда генов. Красно-зеленая слепота обычно называется дальтонизмом. Еще задолго до появления генетики в конце XVIII и в XIX в. было установлено, что цветовая слепота наследуется согласно вполне закономерным правилам. Так, если женщина, страдающая цветовой слепотой, выходит замуж за мужчину с нормальным зрением, то у их детей наблюдается очень своеобразная картина перекрестного наследования. Все дочери от такого брака получат признак отца, т.е. они имеют нормальное зрение, а все сыновья, получая признак матери, страдают цветовой слепотой (а-дальтонизм, сцепленный с Х-хромосомой). В том же случае, когда наоборот, отец является дальтоником, а мать имеет нормальное зрение, все дети оказываются нормальными. В отдельных браках, где мать и отец обладают нормальным зрением, половина сыновей может оказаться пораженными цветовой слепотой. В основном наличие цветовой слепоты чаще встречается у мужчин. Э.Вильсон объяснил наследование этого признака, предположив, что он локализовал в Х-хромосоме и что у человека гетерогаметным (XY) является мужской пол. Становится вполне понятным, что в браке гомозиготной нормальной женщины (Ха Ха) с мужчиной дальтоником (ХаY) все дети рождаются нормальными. Однако при этом, все дочери становятся скрытыми носителями дальтонизма, что может проявиться в последующих поколениях.

Другим примером наследования сцепленного с полом, может послужить рецессивный полулетальный ген, вызывающий несвертываемость крови на воздухе - гемофилию. Это заболевание появляется почти исключительно только у мальчиков. При гемофилии нарушается образование фактора VIII, ускоряющего свертывание крови. ген, детерминирующий синтех фактора VIII, находится в участке Х-хромосомы, недоминантным нормальным и рецессивным мутантным. Возможны следующие генотипы и фенотипы: Генотипы Фенотипы Хн Хн Нормальная женщина Хн Хn Нормальная женщина (носитель) ХнY Нормальный мужчина ХnY Мужчина гемофилик В гомозиготном состоянии у женщин ген гемофилии летален. Особей женского пола, гетерозиготных по любому из сцепленных с полом признаков, называют носителями соответствующего рецессивного гена. Они фенотипически нормальны, но половина их гамет несет рецессивный ген. Несмотря на наличие у отца нормального гена, сыновья матерей-носителей с вероятностью 50% будут страдать гемофилией.

*Один  из наиболее хорошо документированных примеров наследования гемофилии мы находим в родословной потомков английской королевы Виктории. Предполагают, что ген гемофилии возник в результате мутации у самой королевы Виктории  или у одного из ее родителей. Среди унаследовавших это врожденное заболевание - цесаревич Алексей, сын последнего русского царя Николая II. Мать цесаревича, царица Александра Федоровна , получила от своей бабушки королевы Виктории ген гемофилии и передала его в четвертом поколении бывшему наследнику царского престола.*

**Сцепленный тип наследования**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Пример родословной с Х-сцепленным доминантным типом наследования**  Примеры сцепленного с полом наследования:  Х-сцепленное наследование – гемофилия ,дальтонизм.  Благодаря хорошо известной родословной удалось проследить наследование гена гемофилии от английской королевы Виктории. Виктория и ее муж были здоровы. Известно также, что никто из ее предков не страдал гемофилией. Наиболее вероятно, что возникла мутация в гамете одного из родителей Виктории. Вследствие этого королева Виктория стала носительницей гена гемофилии и передала его многим своим потомкам. Все потомки мужского пола, которые получили от Виктории Х-хромосому с мутантным геном, страдали тяжелым недугом – гемофилией.  У-сцепленное наследование – гипертрихоз (повышенное оволосение ушной раковины), перепонки между пальцами.  Х- и У-сцепленное наследование – общая цветовая слепота.  http://niib_old.sfedu.ru/old/dat/localized/rus/uchebnaya_literatura/genetika_cheloveka/genetika_pola_/glava_12_nasledovanie_stseplennoe_s_polom/122_h__stseplenniiy_tip_nasledovaniya/files/2/clip_image002jpg.jpg |

**3. Примеры решения задач на сцепленное с полом наследование.**

Давайте разберем наследование, сцепленное с полом, на примерах.

**Задача 1:**

*У человека ген, вызывающий дальтонизм, локализован в Х-хромосоме. Состояние болезни вызывается рецессивным геном, состояние здоровья — доминантным.*

*Девушка, имеющая нормальное зрение, отец которой обладал цветовой слепотой, выходит за муж за нормального мужчину, отец которого также страдал цветовой слепотой. Какое зрение можно ожидать у детей от этого брака?*

Итак, запишем возможные [генотипы и фенотипы:](http://distant-lessons.ru/vse-zapisi-bloga-po-biologii/terminy-genetiki)

*ХdУ — больной мужчина*

*ХDУ — здоровый мужчина*

*ХDХD — здоровая женщина*

*ХDХd   — здоровая женщина (носитель)*

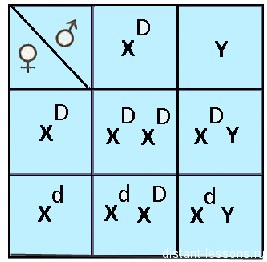
*ХdХd  — больная женщина*

Дано:

Здоровая женщина, но гетерозиготная, т.к. отец имел это заболевание. Значит, ее генотип будет -  ХDХd

Здоровый мужчина — т.к. у мужчин признак может нести только Х-хромосома, то здесь только один вариант: ХDУ

**Решетка Пеннета:**

[](http://distant-lessons.ru/wp-content/uploads/2012/11/nasledovanie-sceplennoe-s-polom.jpg)

Получившиеся генотипы и фенотипы:

ХDХD — здоровая женщина

ХDХd   — здоровая женщина (носитель)

ХDУ — здоровый мужчина

ХdУ — больной мужчина

Группы генов, расположенных в одной хромосоме, составляют группу сцепления. Это означает, что наследуются они вместе — сцепленно. Так и признаки, **сцепленные с полом**, передаются следующему поколению именно половыми хромосомами.

**Задача 2:**

Рецессивные гены, кодирующие признаки гемофилии и дальтонизма, сцеплены с **Х**-хромосомой. Мужчина, больной гемофилией, женится на здоровой женщине, отец которой был дальтоником, но не гемофиликом. Какое потомство получится от брака их дочери со здоровым мужчиной?

**Решение**

**А** – нормальная свертываемость, **а** – гемофилия,  
**В** – нормальное цветоощущение, **b** – дальтонизм.

1. Генотип мужчины – **ХаВY**, так как он несет признак гемофилии и не является дальтоником.
2. Отец женщины был дальтоником, следовательно, она получила от него рецессивный ген дальтонизма. Вторая аллель этого гена находится в доминантном состоянии, так как женщина является здоровой. По признаку гемофилии женщина гомозиготна, так как здорова (доминантный признак), и ее отец был здоров. Генотип женщины – **ХАВХАb**.
3. Генотип мужа дочери – **ХАВY**, так как он не страдает ни дальтонизмом, ни гемофилией.
4. По признаку гемофилии дочь является гетерозиготной, так как от отца она может получить только рецессивный ген, а от гомозиготной матери – только доминантный. Отец передал ей доминантный ген по признаку дальтонизма, а мать могла передать ей как доминантный, так и рецессивный ген. Следовательно, генотип дочери может быть **ХаВХАb** или **ХаВХАВ**. Задача имеет два варианта решения.

**Ответ**

В первом случае – 25% детей (половина мальчиков) будут болеть гемофилией, во втором – половина мальчиков будет страдать гемофилией, а половина – дальтонизмом.

**Контрольные задания.**

**Задача 1**

Рецессивные гены гемофилии и дальтонизма связаны с **Х**-хромосомой. Какое потомство будет получено от брака мужчины, больного гемофилией, и женщины, больной дальтонизмом (гомозиготной по признаку отсутствия гемофилии)?

**Задача 2**

Мужчина, страдающий гемофилией и дальтонизмом, женился на здоровой женщине, не являющейся носительницей генов этих заболеваний. Какова вероятность, что у ребенка от брака его дочери со здоровым мужчиной:

1. будет одно из этих заболеваний;
2. будут обе аномалии?

**ЛИТЕРАТУРА:**

1Беляев Д. К. Биология. 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / [Д.К. Беляев, Г.М. Дымшиц, Л.Н. Кузнецова и др.]; под ред. Д.К. Беляева и Г.М. Дымшица. - 3-е изд. - М.: Просвещение, 2016.

2.Захаров В.Б., Мамонтов С.Г., Сонин В.И. М. «Дрофа», 2013. Общая биология 10-11 кл.,624с: ил.;

3. У.Стаут и др. :«Биология»,в 3 томах, М., «Мир», 2016.

**Тема лекции : «Клеточный цикл. Деление клетки. Митоз. Мейоз».**

**План лекции**

**1. Клеточный цикл.**

**2. Митоз. Биологическое значение.**

**3. Мейоз. Биологическое значение.**

**1.Кле́точный цикл**  — это период существования клетки от момента её образования путем деления материнской клетки до собственного деления или гибели.

**Клеточный цикл**[**эукариот**](http://infourok.ru/go.html?href=https%3A%2F%2Fru.wikipedia.org%2Fwiki%2F%25D0%25AD%25D1%2583%25D0%25BA%25D0%25B0%25D1%2580%25D0%25B8%25D0%25BE%25D1%2582)**состоит из двух периодов:**

* **«интерфаза» -** период клеточного роста, во время которого идет синтез ДНК и белков и осуществляется подготовка к делению клетки.
* **«фаза М»** (от слова mitosis — митоз) - периода клеточного деления.

**I Интерфаза включает в себя три периода.**

**1.Пресинтетический период G1** наступает сразу после деления клетки. В это время в клетке происходит синтез белков, АТФ, разных видов РНК и отдельных нуклеотидов ДНК. Клетка растет, и в ней интенсивно накапливаются различные вещества. Каждая хромосома в этот период однохроматидна, генетический материал клетки обозначается

**2n 1xp 2с**

(n – набор хромосом, хр – число хроматид , с – количество ДНК ).

**2.В синтетическом периоде S** осуществляется редупликация молекул ДНК клетки. В результате удвоения ДНК в каждой из хромосом оказывается вдвое больше ДНК, чем было до начала S-фазы, но число хромосом не изменяется. Теперь генетический набор клетки составляет 2n 2xp 4с (диплоидный набор, хромосомы двухроматидны, количество ДНК – 4).

**3.В третьем периоде интерфазы – постсинтетическом G2** – продолжается синтез РНК, белков и накопление клеткой энергии. По окончании интерфазы клетка увеличивается в размерах и начинается ее деление.

**II Деление клетки.**

В природе существует 3 способа клеточного деления –

**Амитоз**(делятся прокариотические организмы и некоторые клетки эукариот например, мочевого пузыря, печени человека, а также старые либо поврежденные клетки)**.**

**Митоз –**универсальный способ деления эукариотических клеток, при котором из диплоидной материнской клетки образуются две подобные ей дочерние клетки**.**

**Мейоз –**это особый вид деления, когда из диплоидных (2п) соматических клеток половых органов образуются половые клетки (гаметы) у животных и растений или споры у споровых растений с гаплоидным (п) набором хромосом в этих клетках.

**Период клеточного деления (фаза М) включает две стадии:**

1. кариокинез (деление клеточного ядра);
2. цитокинез (деление цитоплазмы).

**2.Процесс митоза:**

При митозе происходит одно деление

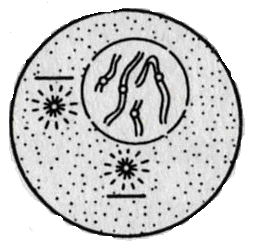
**Фаза митоза,набор хромосом (n-хромосомы,с - ДНК)**

**Рисунок**

**Характеристика фазы, расположение хромосом**

**Профаза**

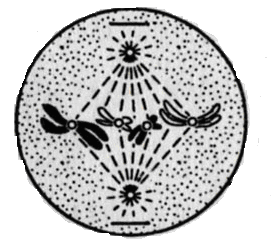
*2n4c*



Демонтаж ядерных мембран, расхождение центриолей к разным полюсам клетки, формирование нитей веретена деления, “исчезновение” ядрышек, конденсация двухроматидных хромосом.

**Метафаза**

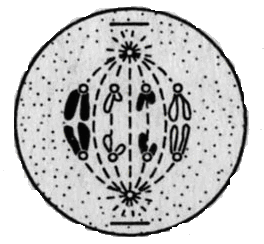
*2n4c*



Выстраивание максимально конденсированных двухроматидных хромосом в экваториальной плоскости клетки (метафазная пластинка), прикрепление нитей веретена деления одним концом к центриолям, другим – к центромерам хромосом.

**Анафаза**

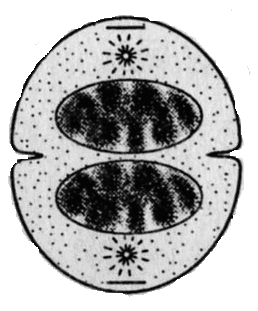
*4n4c*



Деление двухроматидных хромосом на хроматиды и расхождение этих сестринских хроматид к противоположным полюсам клетки (при этом хроматиды становятся самостоятельными однохроматидными хромосомами).

**Телофаза**

*2n2c*



Деконденсация хромосом, образование вокруг каждой группы хромосом ядерных мембран, распад нитей веретена деления, появление ядрышка, деление цитоплазмы (цитотомия). Цитотомия в животных клетках происходит за счёт борозды деления, в растительных клетках – за счёт клеточной пластинки.

**Биологическое значение митоза:**

1. Точное распределение хромосом и их генетической информации между дочерними клетками.
2. Обеспечивает постоянство кариотипа и генетическую преемственность во всех клеточных проявлениях; т.к. иначе было бы не возможным постоянство строения и правильность функционирования органов и тканей многоклеточного организма.
3. Обеспечивает важнейшие процессы жизнедеятельности – эмбриональное развитие, рост, восстановление тканей и органов, а также бесполое размножение организмов.

**3.Процесс мейоза:**

При митозе происходит два последовательных деление:

Мейоз I

Мейоз II

**Фаза мейоза,набор хромосом(n - хромосомы,**  
**с - ДНК)**

**Рисунок**

**Характеристика фазы, расположение хромосом**

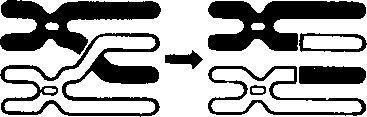
**Профаза 1***2n4c*



Демонтаж ядерных мембран, расхождение центриолей к разным полюсам клетки, формирование нитей веретена деления, “исчезновение” ядрышек, конденсация двухроматидных хромосом, конъюгация гомологичных хромосом.

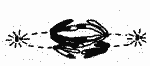
**Конъюгация хромосом**—спаривание гомологичных хромосом, которая наблюдается в профазе первого деления мейоза. и кроссинговер.

1. **Кроссинговер**- (перекрест) обмен участками между гомологичными хромосомами; гомологичные хромосомы остаются соединенными между собой.



Перекрест хромосом в мейозе

**Метафаза 1***2n4c*



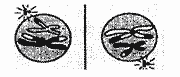
Выстраивание бивалентов в экваториальной плоскости клетки, прикрепление нитей веретена деления одним концом к центриолям, другим – к центромерам хромосом.

**Анафаза 1***2n4c*

http://festival.1september.ru/articles/516126/img3.gif

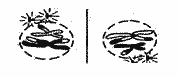
Случайное независимое расхождение двухроматидных хромосом к противоположным полюсам клетки (из каждой пары гомологичных хромосом одна хромосома отходит к одному полюсу, другая – к другому), перекомбинация хромосом.

**Телофаза 1**в обеих клетках по*1n2c*



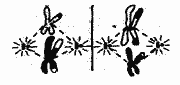
Образование ядерных мембран вокруг групп двухроматидных хромосом, деление цитоплазмы.

**Профаза 2***1n2c*



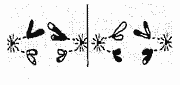
Демонтаж ядерных мембран, расхождение центриолей к разным полюсам клетки, формирование нитей веретена деления.

**Метафаза 2***1n2c*



Выстраивание двухроматидных хромосом в экваториальной плоскости клетки (метафазная пластинка), прикрепление нитей веретена деления одним концом к центриолям, другим – к центромерам хромосом.

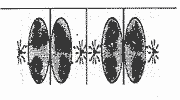
**Анафаза 2***2n2c*



Деление двухроматидных хромосом на хроматиды и расхождение этих сестринских хроматид к противоположным полюсам клетки (при этом хроматиды становятся самостоятельными однохроматидными хромосомами), перекомбинация хромосом.

**Телофаза 2***в обеих клетках по1n1c*

**Всего***4 по 1n1c*



Деконденсация хромосом, образование вокруг каждой группы хромосом ядерных мембран, распад нитей веретена деления, появление ядрышка, деление цитоплазмы (цитотомия) с образованием двух, а в итоге обоих мейотических делений – четырех гаплоидных клеток.

Биологическое значение мейоза и оплодотворения

Сущность процесса оплодотворения состоит в слиянии сперматозоида с яйцеклеткой с образованием диплоидной клетки - зиготы.

Если бы в процессе мейоза не происходило уменьшение числа хромосом, то в каждом следующем поколении в результате оплодотворения число хромосом увеличивалось бы вдвое- Благодаря мейозу зрелые половые клетки получают гаплоидное число хромосом, а при оплодотворении восстанавливается характерное для данного вида диплоидное (2л) число хромосом.

В ходе мейоза происходит перекрест и обмен участками гомологичных хромосом. Кроме того, материнские и отцовские хромосомы случайно распределяются между гаметами (гомологичные хромосомы каждой пары расходятся в стороны случайным образом независимо от других пар). Все эти процессы обеспечивают большое разнообразие гамет и увеличивают наследственную изменчивость организмов, что имеет большое значение для эволюции.

***Ответьте на вопросы:***

Для каких клеток свойственен митоз?

Для каких клеток свойственен мейоз?

Что такое жизненный цикл клетки?

В чем заключается биологическое значение митоза?

В чем заключается биологическое значение мейоза?

**ЛИТЕРАТУРА:**

1Беляев Д. К. Биология. 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / [Д.К. Беляев, Г.М. Дымшиц, Л.Н. Кузнецова и др.]; под ред. Д.К. Беляева и Г.М. Дымшица. - 3-е изд. - М.: Просвещение, 2016.

2.Захаров В.Б., Мамонтов С.Г., Сонин В.И. М. «Дрофа», 2013. Общая биология 10-11 кл.,624с: ил.;

3. У.Стаут и др. :«Биология»,в 3 томах, М., «Мир», 2016.

**Лекция по теме: «Возникновение и развитие эволюционных взглядов. Ч. Дарвин и его теория происхождения видов».**

**План лекции**

**1.Теории и гипотезы возникновения жизни.**

**2.Теория Ч. Дарвина.**

**3. Гомологичные аналогичные органы.**

**4.Рудименты, атавизмы.**

**1.Теории и гипотезы возникновения жизни.**

**1. Физические гипотезы.**

В основе физических гипотез лежит признание корен­ных отличий живого вещества от неживого. Рассмотрим гипотезу происхождения жизни, выдвинутую в 30-е годы XX века В. И. Вернадским. Взгляды на сущность жизни привели Вернадского к выводу, что она появилась на Земле в форме биосферы. Коренные, фундаментальные особенности живого веще­ства требуют для его возникновения не химических, а физических процессов. Это должна быть своеобразная катастрофа, потрясение самих основ мироздания. В соответствии с распространенными в 30-х годах XX века гипотезами образования Луны в результате отрыва от Земли вещества, заполнявшего ранее Тихоокеанскую впадину, Вернадский предположил, что этот процесс мог вызвать то спиральное, вихревое движение земного веще­ства, которое больше не повторилось. Вернадский происхождение жизни осмысливал в тех же масштабах и интервалах времени, что и возникнове­ние самой Вселенной. При катастрофе условия внезапно меняются, и из протоматерии возникают живая и неживая материя.

**2. Химические гипотезы.**

Эта группа гипотез основывается на химической спе-дифике жизни и связывает ее происхождение с историей Земли. Рассмотрим некоторые гипотезы этой группы.

• У истоков истории химических гипотез стояли *воззре­ния Э. Геккеля.* Геккель считал, что сначала под дей­ствием химических и физических причин появились со­единения углерода. Эти вещества представляли собой не растворы, а взвеси маленьких комочков. Первичные комочки были способны к накоплению разных веществ и росту, за которым следовало деление. Затем появи­лась безъядерная клетка — исходная форма для всех живых существ на Земле.

• Определенным этапом в развитии химических гипотез абиогенеза стала *концепция А. И. Опарина,* выдвинутая им в 1922—1924 гг. XX века. Гипотеза Опарина пред­ставляет собой синтез дарвинизма с биохимией. По Опарину, наследственность стала следствием отбора. В гипотезе Опарина желаемое выдастся за действитель­ное. Сначала нее особенности жизни сводятся к обмену веществ, а затем его моделирование объявляется реше­нном загадки возникновения жизни.

• *Гипотеза Дж. Берпапа* предполагает, что абиогенно воз­никшие небольшие молекулы нуклеиновых кислот из нескольких нуклеотидов могли сразу же соединяться с теми аминокислотами, которые они кодируют. В этой гипотезе первичная живая система видится как биохи­мическая жизнь без организмов, осуществляющая са­мовоспроизведение и обмен веществ. Организмы же, по Дж. Берналу, появляются вторично, в ходе обособ­ления отдельных участков такой биохимической жизни с помощью мембран.

• В качестве последней химической гипотезы возникнове­ния жизни на нашей планете рассмотрим *гипотезу Г. В. Войткевича,* выдвинутую в 1988 году. Согласно этой гипотезе, возникновение органических веществ пе­реносится в космическое пространство. В специфичес­ких условиях космоса идет синтез органических веществ (многочисленные орпанические вещества найдены в ме­теоритах — углеводы, углеводороды, азотистые осно­вания, аминокислоты, жирные кислоты и др.). Не ис­ключено, что в космических просторах могли образо­ваться нуклеотиды и даже молекулы ДНК. Однако, по мнению Войткевича, химическая эволюция на большин­стве планет Солнечной системы оказалась замороженной и продолжилась лишь на Земле, найдя там подхо­дящие условия.

**2.Теория Ч. Дарвина.**

Краткое изложение теории Ч. Дарвина.

1. В пределах каждого вида живых организмов существует индивидуальная наследственная изменчивость признаков.
2. Все живые организмы размножаются в геометрической прогрессии.
3. Условия среды разнообразны и изменчивы.
4. Жизненные ресурсы ограничены, и поэтому должна возникать борьба за существование.
5. В условиях борьбы за существование выживают и дают потомство наиболее приспособленные особи, имеющие те признаки, которые случайно оказались адаптивными к данным условиям среды.
6. Новые признаки возникают не направленно — в ответ на действие среды, а случайно. Немногие из них оказываются полезными в конкретных условиях.
7. Потомки выжившей особи, которые наследуют полезные признаки,оказываются более приспособленными к данной среде, чем другие представители популяции.

Выживание и преимущественное размножение приспособленных особей Дарвин назвал естественным отбором.

Естественный отбор в изолированных популяциях постепенно ведет к дивергенции (расхождению) признаков в этих популяциях и, в конечном счете, к видообразованию.

Итог естественного отбора:

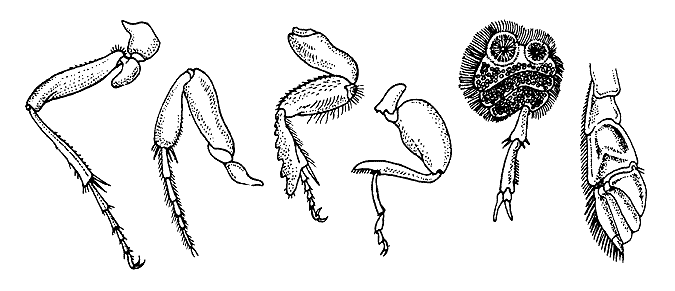
* Большое видовое разнообразие.
* Эволюция в различных **таксонах**(единицах систематики: видах, родах, семействах, классах и т.д.) идет в разных направлениях.
* Одновременно существуют примитивные и высокоразвитые формы.
* Любые адаптации относительны, и "работают" только при определенных условиях среды.

Доказательства данной теории в существовании атавизмов и рудиментов, аналогичных и гомологичных органов.

**3. Гомологичные аналогичные органы.**

**Аналогичные органы** — это органы, разные по происхождению, имеющие внешнее сходство и выполняющие сходные функции. Аналогичными есть жабры речного рака, головастика и жабры личинок стрекоз. Спинной плавник касатки (китообразные млекопитающие) аналогичен спинному плавнику акулы. Аналогичны бивни слона (разросшиеся резцы) и бивни моржа (гипертрофированные клыки), крылья насекомых и птиц, колючки кактусов (видоизмененные листья) и колючки барбариса (видоизмененные побеги), а также шипы шиповника (выросты кожицы).

Аналогичные органы возникают у далеких организмов вследствие приспособлений их к одинаковым условиям среды или выполнения органами одинаковой функции.



Видоизмененные конечности насекомых. 2. Крыло бабочки, птицы, летучей мыши.

**Гомологичные органы** — органы, сходные по происхождению, строению, расположению в организме. Конечности всех наземных позвоночных гомологичны, потому что они отвечают критериям гомологичности: имеют общий план строения, занимают сходное положение среди других органов, развиваются в онтогенезе из сходных эмбриональных зачатков. Гомологичны ногти, когти, копыта. Ядовитые железы змей гомологичны слюнным железам. Молочные железы — гомологи потовых желез. Усики гороха, иглы кактуса, иглы барбариса - гомологи, все они - видоизменение листьев.

Сходство в плане строения гомологичных органов есть следствие общности происхождения. Существование гомологичных структур есть следствие существования гомологичных генов. Различия возникают вследствие изменения функционирования этих генов под действием эволюционных факторов, а также вследствие ретардаций, акце-лераций и других изменений эмбриогенеза, ведущих к дивергенции форм и функций.

**4.Рудименты, атавизмы.**

****

**Рудименты** - **это третье веко у человека, аппендикс (червеобразный отросток слепой кишки), ушные мышцы, копчик — все это рудименты. У человека насчитывается около сотни рудиментов.** У безногой ящерицы — веретеницы — есть рудиментарный плечевой пояс конечностей. У китов есть рудимент тазового пояса. Наличие рудиментов объясняется тем, что эти органы у далеких предков были нормально развиты, но в процессе эволюции потеряли свое значение и сохранились в виде остатков.

У растений тоже бывают рудименты. На корневищах (видоизмененных побегах) пырея, ландыша, папоротника есть чешуйки. Это рудименты листьев. В краевых соцветиях сложноцветных (нивяника, астр, подсолнечника) под лупой видны недоразвитые тычинки.

Рудименты — важные доказательства исторического развития органического мира. Рудименты тазовых костей у китов и дельфинов подтверждают предположение о происхождении их от наземных четвероногих предков с развитыми задними конечностями. Рудиментарные задние конечности веретеницы и питона указывают на происхождение этих рептилий (так же, как и всех змей) от предков, имевших конечности.

**Атавизмы.** **У человека атавизмами есть хвост, волосяной покров на всем лице, многососковость. На вымени у некоторых коров появляется третья пара сосков.** Это указывает на то, что крупный рогатый скот произошел от животных, имевших более четырех сосков. У мух дрозофил — гомозигот по мутации тетраптера - вместо жужжалец развиваются нормальные крылья. Это не возникновение нового признака, а возврат к старому Антенна у дрозофилы иногда превращается в членистую ножку. У лошади может быть трехпалость, как у меригиппуса.

Отличие рудиментов от атавизмов:

* рудименты есть у всех особей вида, а атавизмы — лишь у немногих;
* рудименты несут определенную функцию, а атавизмы (все без исключения) не несут каких-либо функций.

**Контрольные задания:**

Завершите предложения, вписав необходимые термины или понятия.

1. Органы, имеющие единое происхождение, общий план строения, но выполняющие разные функции, – …

2. Органы, имеющие разное происхождение и внутреннее строение, выполняющие сходные функции и имеющие внешнее сходство, –…

3. Недоразвитые органы современных организмов, имевшиеся у предковых форм и утратившие в процессе эволюции свое значение у потомков, – …

4. Признаки предков, утраченные в ходе эволюции, появляющиеся у некоторых особей данного вида, – …

5. Процесс длительного исторического развития организмов, – …

**ЛИТЕРАТУРА:**

1Беляев Д. К. Биология. 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / [Д.К. Беляев, Г.М. Дымшиц, Л.Н. Кузнецова и др.]; под ред. Д.К. Беляева и Г.М. Дымшица. - 3-е изд. - М.: Просвещение, 2016.

2.Захаров В.Б., Мамонтов С.Г., Сонин В.И. М. «Дрофа», 2013. Общая биология 10-11 кл.,624с: ил.;

3. У.Стаут и др. :«Биология»,в 3 томах, М., «Мир», 2016.

**Лекция по теме: « Основные гипотезы происхождения жизни на Земле»**

**План лекции**

**1. Геохронологическая история Земли.**

**2. Основные этапы эволюции живых организмов.**

**3.Основные гипотезы происхождения жизни на Земле.**

**1.Геохронологическая история Земли.**

Историю Земли принято делить на промежутки времени, границами которых являются крупные геологические события: горообразовательные процессы, поднятие и опускание суши, изменение очертаний материков, уровня океанов. Движения и разломы земной коры, происходившие в разные геологические периоды, сопровождались усиленной вулканической деятельностью, в результате чего в атмосферу выбрасывалось огромное количество газов, пепла, что снижало прозрачность атмосферы и способствовало уменьшению количества поступающей на Землю солнечной радиации. Это было одной из причин развития оледенений, которые вызвали изменение климата, что оказало сильное влияние на развитие органического мира. В процессе эволюции постоянно возникали новые формы организмов, а прежние формы, оказавшиеся неприспособленными к новым условиям существования, вымирали.

В течение многих миллионов лет на планете накапливались остатки некогда живших организмов. На основе находок ископаемых форм в отложениях земных пластов удается проследить подлинную историю живой природы Применение радио-изотопного метода позволяет с большой точностью определить возраст пород в местах залегания палеонтологических остатков и возраст ископаемых организмов.

На основе данных палеонтологии всю историю жизни на Земле подразделяют на эры и периоды.

**2.Основные этапы эволюции живых организмов.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Эра** | **Период** | **Начало (млн. лет назад)** | **Эволюционные события** |
| **Кайнозойская (новой жизни)** | Четвертичный | 2,4 | растительный мир приобретает современный облик. Развитие многих групп морских н пресноводных моллюсков, кораллов, иглокожих и др. Формирование ныне существующих сообществ, возникновение и эволюция человека. |
| Неогеновый (неоген) | 2,5 | Преобладание покрытосеменных и хвойных, отступание лесов, увеличение площади степей. Видовой состав беспозвоночных приближается к современному. Расцвет плацентарных млекопитающих, сходных с современными. Появление человекообразных обезьян. |
| Палеогеновый (палеоген) | 66 | Расцвет диатомовых водорослей и основных групп покрытосеменных. Вымирание древнейших млекопитающих. Развитие сумчатых и примитивных плацентарных: насекомоядных, древних копытных, древних хищников. Начало развития антропоидов. |
| **Мезозойская (средней жизни)** | Меловой (мел) | 136 | В начале периода господство голосеменных и появление покрытосеменных, которые преобладают во второй половине периода. Развитие двустворчатых и брюхоногих моллюсков, других беспозвоночных. Развитие крупных рептилий в первой половине периода и их вымирание во второй половине периода. Развитие млекопитающих и птиц. |
| Юрский (юра) | 195 | Появление диатомовых водорослей. Господство папоротников и голосеменных. Расцвет головоногих и двустворчатых моллюсков. Расцвет пресмыкающихся: наземных, водоплавающих, летающих. Появление древних птиц, развитие древних млекопитающих. |
| Триасовый (триас) | 240 | Вымирание семенных папоротников. Развитие голосеменных. Вымирание многих животных, процветающих в палеозойскую эру. Вымирание стегоцефалов, развитие пресмыкающихся, появление древних млекопитающих. |
| **Палеозойская (древней жизни)** | Пермский  (пермь) | 285 | Распространение первых групп голосеменных. Уменьшение количества видов  хрящевых, кистеперых и двоякодышащих рыб. Развитие стегоцефалов, пресмыкающихся, часть которых были предковыми по отношению к млекопитающим и птицам. |
| Каменноугольный (карбон) | 345 | Расцвет плауновидных, хвощевидных, папоротниковидных, семенных папоротников; появление хвойных. Расцвет древних морских беспозвоночных. Появление первичнобескрылых и древнекрылых насекомых. Распространение акул, стегоцефалов. Появление и расцвет амфибий. Появление древних пресмыкающихся. |
| Девонский(девон) | 410 | Расцвет древних беспозвоночных, появление паукообразных. Расцвет панцирных, кистеперых и двоякодышащих рыб. В конце периода появление первых четвероногих — стегоцефалов (древних земноводных). |
| Силурийский (силур) | 435 | Возникновение современных групп водорослей и грибов. В конце периода достоверное появление первых наземных растений. Появление наземных членистоногих —- скорпионов. Появление древних панцирных и хрящевых рыб. |
| Ордовикский (ордовик) | 500 | Обилие морских водорослей. Предположительное появление первых наземных растений — риниофитов. Появление первых позвоночных— бесчелюстных. |
| Кембрийский (кембрий) | 570 | Жизнь сосредоточена в морях. Эволюция водорослей; развитие многоклеточных форм. Расцвет морских беспозвоночных с хитиново-фосфатной раковиной. |
| **Протерозойская (ранней жизни)** | Поздний протерозой | 1650 | Развитие водорослей, различных многоклеточных примитивных организмов, не имеющих скелетных образований. |
| Ранний протерозой | 2600 | Развитие одноклеточных прокариоти-ческих и эукариотических фотосинте-зирующих организмов. Возникновение полового процесса. |
| **Архей** | Не под-разд. | 3500— 3800 | Возникновение жизни на Земле, появление первых клеток — начало биологической эволюции. Появление анаэробных автотрофных организмов, бактерий, цианобактерий. |

**3.Основные гипотезы происхождения жизни на Земле.**

**1. Креационизм.**

Согласно этой теории жизнь возникла в результате какого-то сверхъестественного события в прошлом. Ее при­держиваются последователи почти всех наиболее распро­страненных религиозных учений. Традиционное иудейско-христианское представление о сотворении мира, изложенное в Книге Бытия, вызывало и продолжает вызывать споры. Хотя все христиане призна­ют, что Библия — это завет Господа людям, по вопросу одлине «дня», упоминавшегося в Книге Бытия, суще­ствуют разногласия. Некоторые считают, что мир и все населяющие его организмы были созданы за 6 дней по 24 часа. Другие христиане не относятся к Библии как к научной книге и считают, что в Книге Бытия изложено в понятной для людей форме теологическое откровение о сотворении всех живых существ всемогущим Творцом. Процесс божественного сотворения мира мыслится как имевший место лишь однажды и потому недоступный для наблюдения. Этого достаточно, чтобы вынести всю концеп­цию божественного сотворения за рамки научного иссле­дования. Наука занимается только теми явлениями, кото­рые поддаются наблюдению, а потому она никогда не будет в состоянии ни доказать, ни опровергнуть эту концепцию.

**2. Теория стационарного состояния.**

Согласно этой теории, Земля никогда не возникала, а существовала вечно; она всегда способна поддерживать жизнь, а если и изменялась, то очень мало; виды тоже существовали всегда. Современные методы датирования дают все более вы­сокие оценки возраста Земли, что позволяет сторонни­кам теории стационарного состояния полагать, что Земля и виды существовали всегда. У каждого вида есть две возможности — либо изменение численности, либо вы­мирание. Сторонники этой теории не признают, что наличие или отсутствие определенных ископаемых остатков может указывать на время появления или вымирания того или иного вида, и приводят в качестве примера представителя кистеперых рыб — латимерию. По палеонтологическим данным, кистеперые вымерли около 70 млн. лет назад. Однако это заключение пришлось пересмотреть, когда в районе Мадагаскара были найдены живые представители кистеперых. Сторонники теории стационарного состояния утверждают, что, только изучая ныне живущие виды и сравнивая их с ископаемыми остатками, можно делать вывод о вымирании, да и то он может оказаться невер­ным. Внезапное появление какого-либо ископаемого вида в определенном пласте объясняется увеличением числен­ности его популяции или перемещением в места, благо­приятные для сохранения остатков.

**3. Теория панспермии.**

Эта теория не предлагает никакого механизма для объяснения первичного возникновения жизни, а выдвига­ет идею о ее внеземном происхождении. Поэтому ее нельзя считать теорией возникновения жизни как таковой; она просто переносит проблему в какое-то другое место во Вселенной. Гипотеза была выдвинута Ю. Либихом и Г. Рихтером в середине **XIX** века. Согласно гипотезе панспермии жизнь существует веч­но и переносится с планеты на планету метеоритами. Простейшие организмы или их споры («семена жизни»), попадая на новую планету и найдя здесь благоприятные условия, размножаются, давая начало эволюции от про­стейших форм к сложным. Возможно, что жизнь на Земле возникла из одной-едидственной колонии микроорганиз­мов, заброшенных из космоса. Для обоснования этой теории используются многократ­ные появления НЛО, наскальные изображения предме­тов, похожих на ракеты и «космонавтов», а также сооб­щения якобы о встречах с инопланетянами. При изучении материалов метеоритов и комет в них были обнаружены многие «предшественники живого» — такие вещества, как цианогены, синильная кислота и органические соедине­ния, которые, возможно, сыграли роль «семян», падав­ших на голую Землю. Сторонниками этой гипотезы были лауреаты Нобелев­ской премии Ф. Крик, Л. Оргел. Ф. Крик основывался на двух косвенных доказательствах:

• универсальности генетического кода;

• необходимости для нормального метаболизма всех живых существ молибдена, который встречается сей­час на планете крайне редко.

Но если жизнь возникла не на Земле, то как она воз­никла вне ее?

**Контрольные задания:**

1. Опишите эволюцию живых организмов в Кайнозойскую эру.

* + ***Выберите правильное высказывание (да – нет)***

|  |  |
| --- | --- |
| 1.Жизнь возникла биогенным путем.  2.В настоящее время на Земле невозможно самозарождение живых  организмов.  3.В породах возрастом 3,5 млрд лет найдены останки вирусов.  3.Первыми растениями на суше были псилофиты.  4.Рептилии произошли от млекопитающих.  5.В архейской эре появились все типы животных.  6.Млекопитающие появились в палеозое.  7.Первыми семенными растениями были плауны.  8.Первыми животными на суше были простейшие.  9.Рыбы произошли от бесчерепных.  10.В протерозойской эре появились хвощи.  11Млекопитающие появились в мезозое. |  |

3. Опишите гипотезы происхождения жизни на Земле.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1Беляев Д. К. Биология. 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / [Д.К. Беляев, Г.М. Дымшиц, Л.Н. Кузнецова и др.]; под ред. Д.К. Беляева и Г.М. Дымшица. - 3-е изд. - М.: Просвещение, 2016.

2.Захаров В.Б., Мамонтов С.Г., Сонин В.И. М. «Дрофа», 2013. Общая биология 10-11 кл.,624с: ил.;

3. У.Стаут и др. :«Биология»,в 3 томах, М., «Мир», 2016.

|  |
| --- |
|  |

**Тема: Общая характеристика биосферы.**

**План лекции:**

***1.Общая характеристика биосферы. Биосфера и ее границы. Абиотическая и биотическая часть. Закон биогенной миграции. Структурные элементы биосферы.***

***2.Понятие ноосферы. Признаки.***

**Содержание лекции:**

**1.Биосфера и ее границы.**

**Биосфера** - особая оболочка Земли, населенная живыми организмами. Первые представления о биосфере как «зоне жизни» дал Ж. Б. Ламарк, термин предложил австрийский ученый Е.Зюсс (1975), а целостное учение о биосфере создал наш выдающийся соотечественник В.И. Вернадский («Биосфера» 1926). Наука, изучающая возникновение, эволюцию, структуру и механизмы функционирования биосферы, называется **биосферологией.**

**Биосфера** - это часть геологических оболочек Земли, заселенная живыми организмами: в литосфере - до 4-5 км в глубину (ограничительный фактор - температура), в гидросфере - по всей глубине (до 11 034 м);

в атмосфере - до 20-25 км в высоту (ограничительный фактор - ультрафиолетовые лучи).

**Биосфера** - это открытая саморегулируемая самовосстанавливающая система, элементарной единицей которой является биогеоценозы. Основным условием существования биосферы является круговорот веществ. В *структуре биосферы выделяют абиотических и биотических компоненты, связь между которыми осуществляется за счет* ***биогенной миграции веществ****.*

|  |  |
| --- | --- |
| **БИОСФЕРА** | |
| ***Биогенная миграция элементов*** | |
| ***Компонент биосферы:*** | |
| **Абиотический** | **Абиотический** |
| Лито-, гидро- и атмосфера где происходит выветривание, растворение, и химические преобразования и др. | Продуценты, консументы и редуценты которые обеспечивают реализацию основных функций живого вещества. |

***Закон биогенной миграции химических элементов (В.И. Вернадский):***

*Миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере в целом осуществляется или при непосредственном участии живого вещества, или есть в среде, особенности которой обусловлены живым веществом.*

**Структурными элементами биосферы есть 7 типов веществ**: живая, биогенная, абиотическая, биогенно-абиотическая, радиоактивная, космическая, рассеянные атомы. Биосфера существует со времени появления жизни на Земле и на современном этапе своего развития постепенно переходит в *ноосферу*.

***2.Ноосфера*** - это новое состояние биосферы, при котором определяющим фактором становится умственная деятельность человека. Понятие ноосферы было введено Е. Леура и П.Т. где Шарденом в 1927 году. Учение о ноосфере создал и развивал В.И. Вернадский (1864-1945). Определяющим фактором развития ноосферы является научная мысль и человеческий труд, а характерной чертой - экологизация всех сфер жизни. ***Признаками ноосферы*** называют следующие:

1) процессы, которые ведут к рассеиванию энергии, а не накопления, 2) массовое использование для получения энергии продуктов фотосинтеза прошлых геологических эпох, 3) в массовых количествах создаются вещества, которых раньше в биосфере не было;

4) выход в космос и создание биосферы на других планетах;

5) превращение человечества в глобальную автотрофную цивилизацию при овладении производством искусственных продуктов и др..

**Контроль знаний и умений:**

Дать ответ на вопросы:

1.Что такое биосфера?

2.Какие основные положения учения В. И. Вернадского о биосфере?

Литература

1. Учебник «Биология.10-11класс», созданный под редакцией академика Д.К. Беляева и профессора Г.М. Дымшица / авт.-сост. Г.М. Дымшиц и О.В. Саблина.- М.: Просвещение, 2018г., с243-247

**Дополнительные источники:**

1. А.Ю. Ионцева. «Весь школьный курс в схемах и таблицах» – М.: Эксмо, 2014.: С. 294-304

2. Е.Н. Демьянков, А.Н. Соболев «Сборник задач и упражнений. Биология 10-11» - М.: ВАКО. С 140-151 учебное пособие для общеобразовательных организации, 2014.

**Тема: Влияние живых существ на состав биосферы. Саморегуляция биосферы.**

**План лекции:**

***1.Живое вещество биосферы. Функции. Влияние живых существ на состав биосферы.***

***2.Саморегуляция в биосфере. Круговорот веществ в биосфере. Биосфера и человечество.***

**Содержание лекции:**

***1.Живое вещество биосферы, ее свойства и функции***.

***Живое вещество*** - вся совокупность живых организмов на планете. Понятие «живого вещества» ввел в науку В.И. Вернадский. Живое вещество является наиболее мощным геохимическим и энергетическим фактором, ведущей силой планетарного развития. На ее долю приходится всего 0,01% от массы всей биосферы (97% - растения и 3% - животные и другие организмы), однако именно с ней связаны важнейшие функции живой оболочки. Основными свойствами живого вещества является высокоорганизованная внутренняя структура. Обмен веществ, рост, самовоспроизведение, способность накапливать и передавать энергию по цепям питания, изменение абиотической среды, адаптивность и др..

Наибольшее скопление живого вещества наблюдается на границе трех оболочек: атмо-, гидро-и литосферы (в тропических лесах и тропической литорали).

***Функциями живого вещества в биосфере является:***

***газовая*** - влияние живых организмов на газовый состав атмосферы (образование кислорода, выделение углекислого газа, фиксация азота и т.п.); **концентрационная** - поглощение живыми организмами определенных химических элементов и их накопление (накопление моллюсками в раковинах Кальция, диатомовыми водорослями, хвощами, злаками - соединений кремния, морскими водорослями - Йода) **окислительно-восстановительная -** живые организмы окисляют и восстанавливают определенные соединения (железо-, серобактерии) **биохимическая** - синтез и расщепление органических соединений, что обуславливает биологический круг обращение и биогенной миграции атомов.

**Роль живых организмов в преобразовании оболочек Земли**

Живые организмы участвуют в преобразовании оболочек Земли, то есть обеспечивают планетарную роль живого вещества.

С участием живого происходит:

• Образование осадочных пород (известняк и раковин моллюсков).

• Образование полезных ископаемых (каменный уголь с вымерших хвощей, плаунов и папоротников, залежи серы серобактериями).

• Разрушение горных пород (лишайники).

• Образование почвы (почвенные бактерии).

• Образование кислорода, из которого формируется озоновый экран Земли (растения, цианобактерии).

• Влияние на концентрацию азота и образования оксидов азота, аммиака.

• Влияние на концентрацию углекислого газа (животного в результате дыхания).

• Заболачивание (торфяные мхи) и др..

**2.Круговорот веществ в биосфере (биологический круговорот) -** это перемещение, распределение и концентрация химических элементов и веществ, происходящих с помощью живых организмов. Круговорот веществ в природе замкнутый не полностью, часть элементов откладывается в виде пород органического происхождения. Прямо или косвенно биологический круговорот веществ в биосфере осуществляется за *счет солнечной энергии и сил гравитации*. Биологический круговорот веществ в природе, в отличие от геологического, быстрый и разомкнут (часть элементов откладывается в виде пород органического происхождения). Через воздух осуществляется 98,3% круговорота веществ, через воду - 1,7%. В биогенной миграции элементов участвуют разные организмы, и поэтому выделяют три типа круговорота, осуществляемые, *многоклеточными организмами микроорганизмами и* *человеком*. На сегодня наблюдается нарушение круговорота веществ в биосфере, баланса между биологическими и геологическими круговоротами, главными причинами, которых являются:

1) достаточно сильное искусственное ускорение процессов выветривания пород и ускоренные темпы гибели биоты, что ведет к замедлению биологического круговорота;

2) создание человеком веществ, которые в дальнейшем не могут быть использованы организмами.

 К важнейшим циклам принадлежит круговорот воды, кислорода, углерода, азота, фосфатов, сульфатов. Для примера можно рассмотреть круговорот азота.

**Круговорот азота. Азот -** инертный элемент, и поэтому достаточно редко встречается в связанном виде. Это необходимый компонент аминокислот и белков. Никакой другой элемент так не ограничивает ресурсы питательных веществ в экосистемах, как азот. Он становится доступным для живых организмов в результате азотфиксации, к которой способны определенные бактерии и цианобактерии. **Азотфиксация -** *процесс связывания молекулярного азота атмосферы с образованием азотсодержащих соединений, осуществляется азот фиксирующими организмами, вследствие чего свободный азот почвы и атмосферы становится доступным для растений.*

Разложение азотсодержащих органических соединений с образования аммиака (дезаминирование) осуществляется амиакофсирующими бактериями из родов Bacillus, Pseudomonas, Clostridium и др.. Как правило, выделенный вследствие аммонификации аммиак растворяется в грунтовой воде, присоединяет протоны и превращается в аммоний NH4 **+. Аммонификация -** *процесс разложения микроорганизмами азотсодержащих соединений до аммиака, вследствие чего трудноусвояемый азот органических соединений растительных и животных остатков переходит в доступную для растений форму.*

Аммиак и аммонийные соединения способны к капитальному окислению с образованием азотной и азотной кислот, используемых в процессе нитрификации бактериями родов Nitrosomonas, Nitrobacter и др.. Благодаря их деятельности в почве образуются нитриты и нитраты**. Нитрификация -** *процесс преобразованиями микроорганизмами восстановленных соединений азота (аммиака и аммонийных соединений) в окислении неорганические нитриты и нитраты, свидетельствующие о завершении процессов минерализации в экосистеме.*

Замыкают цикл Азота микробиологические процессы денитрификации, которые превращают нитриты и нитраты до газообразного азота, предотвращая их накоплению в почве. Не использованный бактериями (Pseudomonas) и растениями азот в результате эрозии почв, как и фосфор поступают в водоемы, что приводит к ***эвтрофикации*** с последующими негативными явлениями. Аэробные бактерии в таких водоемах уступают место анаэробным. В результате продукты реакций окисления (CO2, HNO3, H2PO4 т.д.) заменяются на продукты ответных реакций (CH4, H4S, NH3). Из воды исчезают фитопланктон, многоклеточные водоросли, рыбы и постепенно вода приобретает зловонный запах.

**Денитрификация** - *процесс превращения микроорганизмами окисленных соединений азота (нитратов, нитритов) до газообразного молекулярного азота и его оксидов.*

**Контроль знаний и умений:**

Дать ответ на вопросы:

1.Что такое ноосфера, и какое значение она имеет для нашей планеты?

2.Как роль играют живые организмы на нашей планете?

Литература

1. Учебник «Биология.10-11класс», созданный под редакцией академика Д.К. Беляева и профессора Г.М. Дымшица / авт.-сост. Г.М. Дымшиц и О.В. Саблина.- М.: Просвещение, 2018г., с243-247

**Дополнительные источники:**

1. А.Ю. Ионцева. «Весь школьный курс в схемах и таблицах» – М.: Эксмо, 2014.: С. 294-304

2. Е.Н. Демьянков, А.Н. Соболев «Сборник задач и упражнений. Биология 10-11» - М.: ВАКО. С 140-151 учебное пособие для общеобразовательных организации, 2014.

**Лекция по теме: « Предмет экологии. Среды обитания организмов».**

**План лекции**

1. Что изучает экология.

2. Организм и среды обитания.

3. Средообразующая деятельность организмов.

**1. Что изучает экология.**

В последнее время слово "экология" стало очень популярным; наиболее часто его употребляют, говоря о неблагополучном состоянии окружающей нас природы. Иногда этот термин используют в сочетании с такими словами, как "общество", "семья", "культура", "здоровье". Неужели экология столь обширная наука, что способна охватить большинство проблем, стоящих перед человечеством? Можно ли дать конкретный ответ на вопрос — что же изучает эта наука?

С первых шагов своего развития человек неразрывно связан с природой. Он всегда находился в тесной зависимости от растительного и животного мира, от их ресурсов и был вынужден повседневно считаться с особенностями распределения и образа жизни зверей, рыб, птиц и др. Конечно, представления древнего человека об окружающей среде не носили научного характера и были не всегда осознанными, но с течением времени именно они послужили источником накопления экологических знаний.

Уже в самых древних рукописях не только упоминаются различные животные и растения, но приведены и некоторые сведения об их образе жизни, о значении окружающей среды обитания для организмов, в том числе и для человека.

Термин экология был предложен в 1866 г. немецким биологом Эрнстом Геккелем. Слово "экология" (от греч. ойкос — дом, жилище, родина и логос — наука) означает дословно "наука о доме, о месте своей жизни". В более общем смысле экология — это наука, изучающая взаимоотношения организмов с окружающей их средой обитания (в том числе многообразие взаимосвязей их с другими организмами и сообществами).

В качестве самостоятельной науки экология оформилась лишь в XX в. А по-настоящему большое значение экологии как науки стали понимать недавно. Этому есть объяснение, которое связано с тем, что рост численности населения Земли и усиливающееся воздействие на природную среду поставили человека перед необходимостью решать ряд новых жизненно важных задач. Человеку надо знать, как устроена и как функционирует окружающая его природа. Экология как раз и изучает эти проблемы.

Идеи экологии как фундаментальной научной дисциплины имеют очень важное значение. И если мы признаём актуальность этой науки, нам надо научиться правильно пользоваться ее законами, понятиями, терминами. Ведь они помогают людям определять свое место в окружающей их среде, правильно и рационально использовать природные богатства.

Во второй половине XX в. происходит своего рода "экологизация" современных наук. Это связано с осознанием огромной роли экологических знаний, с пониманием того, что деятельность человека зачастую не только наносит вред окружающей среде, но, воздействуя на нее негативно, изменяя условия жизни людей, угрожает самому существованию человечества.

Если в период своего возникновения экология в основном изучала взаимоотношения организмов со средой и была составной частью биологии, то современная экология охватывает чрезвычайно широкий круг вопросов и тесно переплетается с целым рядом смежных наук. Среди них прежде всего биология (ботаника и зоология), география, геология, физика, химия, генетика, математика, медицина, агрономия, архитектура.

В настоящее время в экологии выделяют такие научные отрасли, как популяционная экология, географическая экология, химическая экология, промышленная экология, экология растений, животных, человека. В основе всех направлений современной экологии лежат фундаментальные биологические идеи об отношениях живых организмов с окружающей их средой.

Природа гораздо сложнее, чем мы можем себе это представить. Первый закон экологии гласит: "Что бы мы ни делали в природе, все вызывает в ней те или иные последствия, часто непредсказуемые" .

Следовательно, результаты нашей деятельности можно предвидеть, только всесторонне проанализировав ее влияние на природу. Для экологического анализа необходимо привлечь знания различных наук, чтобы понять, каким образом происходит воздействие человека на окружающую среду, и найти те пределы изменения условий, которые позволяют не допускать экологического кризиса. Таким образом, экология становится теоретической основой для рационального использования природных ресурсов.

Современная экология — универсальная, бурно развивающаяся, комплексная наука, имеющая большое практическое значение для всех жителей нашей планеты. Экология — наука будущего, и возможно, само существование человека будет зависеть от прогресса этой науки.

**2. Организм и среды обитания.**

Поверхность Земли (ее суша, воды) и окружающее воздушное пространство, населенные живыми организмами, образуют биосферу, то есть область жизни. Биосфера — закономерный продукт эволюции Земли, в преобразованиях которой живое вещество играет огромную роль. К такому выводу пришел Владимир Иванович Вернадский. Исследуя химический состав и химическую эволюцию земной коры, он доказал, что они не могут быть объяснены лишь геологическими причинами, без учета роли живого вещества в геохимической миграции атомов.

Биосфера характеризуется многообразием природных условий, зависящих от географической широты, рельефа местности, от сезонных изменений климата. Но основной источник разнообразия биосферы — это деятельность самих живых организмов.

Между организмами и окружающей их неживой природой происходит непрерывный обмен веществ, и поэтому в каждый данный момент различные участки суши и моря отличаются друг от друга по физическим и химическим показателям.

В биосфере представлено более двух миллионов видов живых организмов. Многие виды включают в себя миллионы особей, определенным образом распределенных в пространстве. Каждый вид по-своему взаимодействует с окружающей средой. Деятельность живых организмов создает удивительное разнообразие окружающей нас природы. Оно и служит гарантией сохранения жизни на Земле.

В пределах биосферы можно выделить четыре основные среды обитания: водную, наземно-воздушную, почвенную и среду, образуемую самими живыми организмами.

Вода служит средой обитания многих организмов. Из водной среды они получают необходимые для жизни вещества: пищу, воду, газы. Водные организмы приспособлены к главным особенностям водной среды в своих способах движения, дыхания, питания и размножения.

Наземно-воздушная среда, освоенная в ходе эволюции позже водной, более сложна и разнообразна, требует более высокого уровня организации живого.

Наиболее важным фактором жизни пребывающих здесь организмов являются свойства и состав окружающих их воздушных масс. Плотность воздуха гораздо меньше плотности воды, поэтому у наземных организмов сильно развиты опорные ткани — внутренний и наружный скелет. Формы движения наземных животных крайне разнообразны, например бег, прыжки, ползание, полет. По воздуху передвигаются птицы и летающие насекомые. Потоки воздуха разносят семена растений, споры, микроорганизмы.

Почва — верхний слой суши, образованный минеральными частицами, переработанными жизнедеятельностью живых существ. Это важный и очень сложный компонент биосферы, тесно связанный с другими ее частями. Жизнь почвы необычайно богата. Некоторые организмы проводят в почве всю жизнь, другие — часть жизни. Между частицами почвы имеются многочисленные полости, которые могут быть заполнены водой или воздухом. Поэтому почву населяют как водные, так и дышащие воздухом организмы. Огромную роль играет почва в жизни растений.

Тела многих организмов служат жизненной средой для других организмов. Очевидно, что жизнь внутри другого организма характеризуется большим постоянством по сравнению с жизнью в открытой среде. Поэтому организмы, находящие себе место в теле растений или животных, часто полностью утрачивают органы и системы, необходимые свободноживущим видам. Взамен органов чувств или органов движения у них возникают приспособления (часто весьма изощренные) для удержания себя в теле хозяина и эффективного размножения.

**3.СРЕДООБРАЗУЮЩАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗМОВ**

Живые организмы не только испытывают влияние со стороны окружающей их среды, но сами активно влияют на среду своего обитания. В результате жизнедеятельности физические и химические свойства среды (газовый состав воздуха и воды, структура и свойства почвы, даже климат местности) могут заметно меняться.

Наиболее простым влиянием жизни на среду является механическое воздействие. Строя норы, прокладывая ходы, животные сильно изменяют свойства грунта. Почва изменяется и под действием корней высших растений, она уплотняется, становясь менее подверженной разрушению потоками воды или ветром.

Живущие в толще воды мелкие рачки, личинки насекомых, моллюски, многие рыбы имеют своеобразный тип питания — фильтрацию. Постоянно пропуская воду через ротовой аппарат, эти животные непрерывно отцеживают из нее пищевые частицы, содержащиеся в твердых взвесях. Эта деятельность оказывает огромное воздействие на качество вод. Ее можно сравнить с гигантским фильтром, ведущим постоянную очистку природных вод.

Однако влияние механического воздействия гораздо слабее воздействия организмов на физические и химические свойства среды. Наибольшая роль здесь принадлежит зеленым растениям, благодаря которым формируется химический состав атмосферы. Фотосинтез является главным поставщиком кислорода в атмосферу, обеспечивая тем самым жизнь многочисленным организмам, включая и человека.

Растения перемещают огромные массы воды и растворенных в ней веществ снизу вверх из почвенного раствора — в корни, стебли, листья. Живые организмы оказываются важнейшим звеном в глобальном переносе химических элементов — постоянно происходящем в биосфере круговороте веществ.

Организмы оказывают решающее влияние на состав и плодородие почв. Благодаря их деятельности, в частности переработке организмами мертвых корней, опавших листьев, иных омертвевших тканей, в почве образуется особое вещество — гумус. В его образовании участвует огромное число организмов: бактерий, грибов, простейших клещей, многоножек, дождевых червей, насекомых и их личинок, пауков, моллюсков, кротов и других землероев. Питаясь, они не только преобразуют мертвое органическое вещество в гумус, но и перемешивают его, соединяют его с минеральными частицами, формируя тем самым почвенную структуру.

**Контрольные задания.**

Вставьте биологические термины по смыслу.

|  |
| --- |
| 1. Существа, населяющие наземно-воздушную среду\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. 2. **Э**лементы окружающей среды, которые вызывают у живых организмов и их сообществ приспособительные реакции (адаптации). 3. Обитатели почв\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. 4. Часть природы (совокупность конкретных абиотических и биотических условий),непосредственно окружающая живые организмы и оказывающая прямое или косвенное влияние на их состояние, рост, развитие, размножение, выживаемость\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. 5. Наилучшее сочетание условий для организмов \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. 6. наука о взаимоотношениях живых организмов и среды их обитания*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.* |
|  |
|  |
|  |

1. Учебник «Биология.10-11класс», созданный под редакцией академика Д.К. Беляева и профессора Г.М. Дымшица / авт.-сост. Г.М. Дымшиц и О.В. Саблина.- М.: Просвещение, 2018г., с243-247

**Дополнительные источники:**

1. А.Ю. Ионцева. «Весь школьный курс в схемах и таблицах» – М.: Эксмо, 2014.: С. 294-304

2. Е.Н. Демьянков, А.Н. Соболев «Сборник задач и упражнений. Биология 10-11» - М.: ВАКО. С 140-151 учебное пособие для общеобразовательных организации, 2014.

**Тема занятия: «Эволюция животных. Эволюция органов и систем».**

**План лекции**

### 1.ГРУППЫ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ ЭВОЛЮЦИОННОГО ПРОЦЕССА.

### 2. **Типы тканей многоклеточных животных.**

### 3. **Органы и системы органов**.

**Биологическая эволюция** — естественный процесс развития живой природы, который сопровождается изменением генетического состава популяций, формированием адаптаций, видообразованием и вымиранием видов, преобразованием экосистем и биосферы в целом.

### 1.ГРУППЫ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ ЭВОЛЮЦИОННОГО ПРОЦЕССА

#### **1. Палеонтологические доказательства**

* **Ископаемые остатки** и отпечатки древних организмов показывают, как шла их эволюция.
* **Филогенетические ряды**: ряды видов последовательно сменяют друг друга в процессе эволюции.
* **Переходные формы**: латимерия — происхождение земноводных от рыб; стегоцефал — рептилий от амфибий.

#### **2. Эмбриологические доказательства**

**Эмбриологические** — зародыши всех позвоночных животных на ранних стадиях очень похожи друг на друга.

* Сходство зародышей позвоночных животных:  
  ► форма тела; наличие хорды, хвоста;  
  ► зачатки конечностей;  
  ► жаберные карманы;  
  ► один круг кровообращения.
* Расхождение признаков зародышей:  
  ► по мере развития черты сходства между зародышами разных видов ослабевают;  
  ► сначала появляются признаки рода, а затем вида

**Закон зародышевого сходства** (К. М. Бэр): на ранних стадиях зародыши всех позвоночных сходны между собой, более развитые формы проходят этапы развития примитивных. Только на более поздних фазах появляются признаки класса, затем отряда, семейства, рода, вида и особи. В эмбриональном развитии организмы имеют признаки своих эволюционных предков: все организмы начинают развитие с зиготы; двухслойный зародыш (гаструла); сходные стадии зародышевого развития (сходная последовательность закладки органов).

**Биогенетический закон Геккеля — Мюллера**: каждая особь в индивидуальном развитии (онтогенез) кратко и сжато повторяет историю развития своего вида (филогенез). Этот закон устанавливает соотношение между онтогенезом (процесс индивидуального развития организма) и филогенезом.

**Филогенез — историческое развитие органического мира, его типов, классов, отрядов, семейств, родов и видов.**

**Филогенетический ряд** — ряд ископаемых форм, последовательно связанных между собой в процессе эволюции как общими, так и частными чертами строения.



### 2. **Типы тканей многоклеточных животных**

У многоклеточных животных тело состоит из большого числа клеток. **Эктодерма – наружный зародышевый лист,**

**энтодерма – внутренний зародышевый лист,**

**мезодерма – средний зародышевый лист .**

**Напимер:** 1.легкие – энтодерма

2.позвоночник – энтодерма                                                                                                                    3. спинной мозг – эктодерма

4.орган зрения – эктодерма

5.яичники – мезодерма

6. кишечник – энтодерма

7. скелет – мезодерма

Эти клетки составляют различные **ткани**, выполняющие разные функции. В животном организме имеются: **1) покровные (эпителиальные), 2) соединительные, 3) мышечные и 4) нервная ткани.**

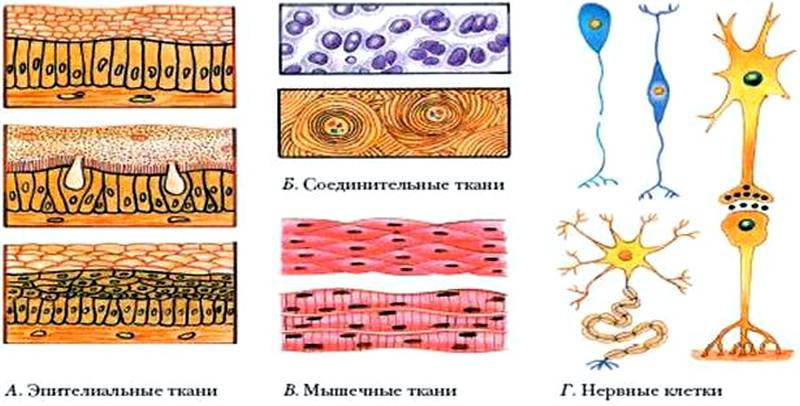
**Ткань** — это группа клеток, сходных по строению, происхождению и выполняющих определённую функцию.

**Эпителиальные ткани** (эпителии) образуют внешние покровы животных, снаружи защищая тело от механических повреждений, от проникновения вредных и ненужных веществ и паразитов. Они состоят из одного или нескольких слоёв плотно прилегающих друг к другу клеток. Эпителиями покрыты полости разных внутренних органов, например полости желудка, кишечника, поэтому они выполняют не только защитную, но и многие другие функции.

##### Клетки эпителия, которыми изнутри покрыт кишечник, всасывают питательные вещества. Эпителий, выстилающий лёгкие, играет важную роль в дыхании: его клетки участвуют в поглощении кислорода из воздуха и удалении углекислого газа из организма.

У многих животных эпителиальные ткани формируют ***железы*** — небольшие органы, которые выделяют во внешнюю среду различные вещества. Образование выделяемых веществ происходит в эпителиальных клетках.

##### В коже у земноводных есть железы, выделяющие слизь, у птиц и зверей — выделяющие густую жирную жидкость, которая делает волосы и перья эластичными и препятствует их намоканию. У пауков имеются железы, выделяющие паутинную нить.



Из **соединительных тканей** состоят кости, хрящи, сухожилия, которые обеспечивают телу опору и участвуют в передвижении. Соединительная ткань входит в состав кожи, придавая ей прочность. Соединительной тканью является **кровь**, участвующая в транспорте веществ по организму, а также **жировая ткань**, в которой запасаются питательные вещества (жир).

**Мышечные ткани** формируют мышцы, т. е. отвечают за движение организма и его частей относительно друг друга. Они же поддерживают форму тела и защищают внутренние органы. Эти ткани состоят из прилегающих друг к другу вытянутых в длину клеток. Эти клетки обладают исключительным свойством: они способны сокращаться (напрягаться) и расслабляться. При сокращении мышечная клетка укорачивается, а при расслаблении приобретает прежний вид. Из мышечной ткани состоят стенки сердца (это мышечный орган). Мышечная ткань есть в стенках желудка и кишечника, и, переваривая пищу, они тоже сокращаются и расслабляются.

Из **нервной ткани** состоят мозг и нервы. Нервная ткань обеспечивает согласованную работу всех органов, благодаря ей работают мышцы тела и организм реагирует на воздействия внешней среды. Клетки нервной ткани особенные: они имеют длинные и короткие отростки, которыми соединяются друг с другом и передают электрические сигналы от органов к мозгу и от мозга к органам.

Схема «Ткани, органы животных»



### 3. **Органы и системы органов**

Ткани в организме животного формируют органы. Обычно органы образованы из тканей двух и более типов, например, стенки крупных кровеносных сосудов состоят из слоя эпителиальной ткани, слоя мышечной ткани, а сверху покрыты соединительной тканью.

**Орган** — это структура организма, которая отличается особым строением и выполняет определённые функции.

Орган действует не изолированно, а совместно с другими органами: в организме существуют **системы органов**, которые отвечают за важнейшие жизненные процессы. Названия системам органов даны в соответствии с выполняемыми функциями: у животных различают: 1) опорно-двигательную, 2) дыхательную, 3) пищеварительную, 4) кровеносную, 5) выделительную, 6) половую, 7) нервную системы.



Опорно-двигательная система выполняет опорную и двигательную функции, а также защитную функцию. Особенно выраженной защитной функцией обладают череп у позвоночных животных и панцирь у рака, скорпиона, насекомых. Пищеварительная система органов отвечает за переваривание пищи, дыхательная — за газообмен, выделительная — за выведение ненужных веществ из организма, половая — за размножение.

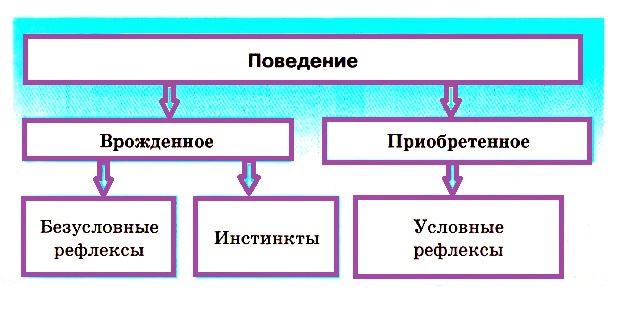
Кровеносная система переносит по телу различные вещества и выполняет транспортную функцию. Вместе с тем она участвует в газообмене, поглощая кислород в органах дыхания и выделяя принесённый от других органов углекислый газ. Кровь участвует в защите организма: сгусток крови закрывает рану от проникновения микробов, а некоторые клетки крови уничтожают микробов, попавших внутрь.

Нервная система участвует в регуляции работы организма и обеспечивает его связь с внешней средой. За восприятие того, что происходит во внешней среде, отвечают органы чувств — органы зрения, слуха, обоняния, осязания, равновесия, вкуса.

Существуют системы органов, имеющие необычное строение: их элементы не контактируют друг с другом непосредственно, а расположены в разных частях организма (эндокринная система, иммунная система).

### **Поведение животных**

**Поведение** — совокупность направленных активных действий организма в ответ на внешние и внутренние воздействия, возникающие в различных ситуациях.



**Рефлекс** — опосредованная нервной системой ответная реакция организма на изменения внешней и внутренней среды в результате раздражения рецепторов. **Безусловные рефлексы** — это характерные для данного вида врожденные неизменяемые реакции организма на те или иные воздействия. **Условные рефлексы** — это индивидуально приобретенные в процессе жизни реакции, выработка которых связана с формированием временных нервных связей в высшем отделе нервной системы.

**Инстинкт** — совокупность сложных, наследственно обусловленных актов поведения, характерных для особей данного вида при определенных условиях.



#### **4. Сравнительно-анатомические доказательства эволюции животного мира**



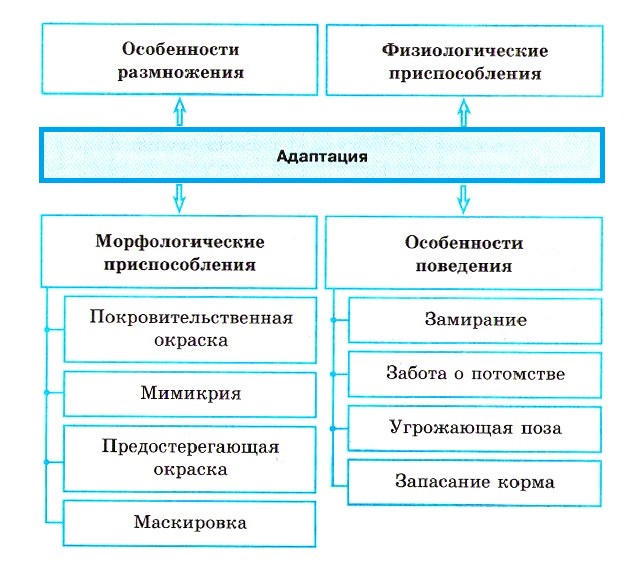
АДАПТАЦИЯ

**Адаптация** — приспособление организма к внешним условиям в процессе эволюции. Адаптации делятся на организменные (присущи каждому организму данного вида и позволяют ему выживать в определённых условиях среды) и видовые (направлены на существование вида как целостной системы). К организменным адаптациям относят:

***Морфологические*** — средства пассивной защиты организмов, наличие которых определяет сохранение жизни особи в борьбе за существование,

***Биохимические*** — все биохимические процессы.

***Поведенческие*** — всё многообразие форм поведения, направленного на выживание организмов, к ***Физиологические*** — устойчивость физиологических параметров. При изменении условий среды эти адаптации становятся бесполезными.



**Ответить на контрольные вопросы:**

1. Приведите примеры эмбриологических и палеонотологических доказательств эволюционного процесса.
2. Опишите покровную (эпителиальную) ткань животных организмов.
3. Приведите примеры адаптации животных организмов к внешней среде обитания.
4. Перечислите анатомические доказательства эволюции животного мира.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1Беляев Д. К. Биология. 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / [Д.К. Беляев, Г.М. Дымшиц, Л.Н. Кузнецова и др.]; под ред. Д.К. Беляева и Г.М. Дымшица. - 3-е изд. - М.: Просвещение, 2016.

2.Захаров В.Б., Мамонтов С.Г., Сонин В.И. М. «Дрофа», 2013. Общая биология 10-11 кл.,624с: ил.;

3. У.Стаут и др. :«Биология»,в 3 томах, М., «Мир», 2016.

**Тема лекции : «Экологические факторы. Закономерности действия экологических факторов на организм и популяции».**

План лекции

1. Экологические факторы.

2. Понятие о популяции.

3. Экологические стратегии популяций

**1. Экологические факторы.**

Любые свойства и компоненты внешней среды оказывающее влияние на организмы, называют **экологическими факторами.**

Экологические факторы подразделяют на три группы:

1) ***абиотические*** (факторы неживой природы: свет, температура, влажность атмосферное давление, ветер, рельеф, содержание газов и минеральных веществ, радиационный фон и др.);

2) ***биотические*** (факторы, обусловленные деятельностью других организмов);

3) ***антропогенные*** (факторы, обусловленные деятельностью        человека).

Сегодня мы с вами подробно рассмотрим абиотические факторы. Важнейшие **абиотические факторы** для любого организма – свет, тепло и влага. Каково же влияние каждого из них на живые организмы?

**1 . Свет в жизни организмов.**

Из **физики** мы знаем, что из поступающей на Землю солнечной энергии до 19% света рассеивается в атмосфере (парами и пылью, молекулами газов), около 34% отражается от атмосферы (от облаков) в космическое пространство и только 47% солнечной энергии достигает биосферы.

**Ионизирующее излучение** почти полностью задерживается верхними слоями атмосферы. Доля ультрафиолетовых лучей составляет около 1%. Остальное количество поступающей на землю лучистой энергии распределяется практически поровну на видимую и инфракрасную части спектра.Воздействие ионизирующего излучения связано с радиоактивностью; особенно выражено в последние десятилетия в связи с техногенными загрязнениями и катастрофами и проявляется на клеточном уровне (мутагенный эффект), влияет на обмен веществ.

**Ультрафиолетовые** лучи в умеренных дозах стимулируют рост и размножение клеток, способствуют синтезу биологически активных веществ, витаминов, антибиотиков, повышают устойчивость к болезням. УФ с длиной волн 300-320 нм способствуют выработке витамина D, регулирующего обмен витаминами С и Р. Этим обеспечивается нормальное развитие скелета.  Велико влияние этих витаминов на растущее поколение. Многие звери по утрам выносят из нор своих детенышей на солнце (барсуки, лисы, волки). У птиц – “солнечное купание”. Передозировка УФ вредна, особенно для деления клеток, поэтому используют УФ для дезинфекции помещений. Как защита от излишних доз УФ, при длине волны 320–330 нм в коже человека и других млекопитающих образуется пигмент меланин (загар).

**Инфракрасное излучение** (ИК) воспринимается всеми организмами как тепло. Воздействуя на тепловые центры нервной системы животных, эти лучи регулируют окислительные процессы и двигательные реакции в отношении источников тепла.

Только на свету идет процесс фотосинтеза растений. Фотосинтез растений, обеспечивающий планету главным биологическим ресурсом – органическим веществом.

По отношению к свету растения и животные делятся на группы:

* **Гелиофиты** -  виды открытых мест (дуб монгольский, сосна могильная, береза белая, кустистые лишайники, овсяница овечья, клевер ползучий, подсолнечник и др.), в сухих местах обычно образуют разреженный и невысокий покров. При интенсивности до 13,5%, свет оказывает стимулирующее действие на рост растений, при большей – действует угнетающе. У гелиофитов высоки траты на дыхание. **Характерные признаки**: листья плотные, кожистые, иногда блестящие с толстой кутикулой, хвоя утолщенная, укороченные побеги, опушение, на листьях и побегов сизый восковой налет – все это защищает лист от перегрева и интенсивного испарения. Обычны темно-зеленый цвет листьев, для трав – розеточные формы.
* **Сциофиты**(теневые) – не выносят сильного освещения, растут под пологом леса при сильном затенении (лесное разнотравье, папоротники, мхи, плауны, кислица, хвощи, подрост хвойных), при выставлении на простор жизненность их резко ухудшается. Представлены в основном лесными травами. **Характерные признаки:** нежные тонкие листья с тонкой кутикулой, обычно матовые, неопушенные, более светлого цвета, чем у растений открытых мест, побеги вытянутые. Устьиц на единицу площади меньше.
* **Факультативные гелиофиты** (теневыносливые) занимают промежуточное положение между двумя группами. Легко переносят небольшое затенение. Эффективно используют боковое освещение (рассеянное), для листьев характерно мозаичное расположение. Это большинство лесных растений (клены, липы, лианы, многие травы, кустарнички).

**Из животных различают:**

* **Дневные животные**, преимущественно  ведущие дневной образ жизни
* **Ночные животные** – совы, некоторые грызуны. У многих из этих животных есть особенно развитый смысл видения, которое помогает им видеть в темноте, и у них превосходный слух. Ночью многие животные пустыни, например, активны, потому что прохладно и их норма водной потери уменьшена. Два известных ночных животных - летучие мыши и совы.
* **Сумеречные животные**, предпочитающие сумерки другому времени дня.  Когда животные наиболее активны  на рассвете и во время сумерек, используют это чтобы питаться, искать воду,потому что хищники не столь активны в это время. Это облегчает им скрыться от потенциальных угроз. Кролики и кошки, хомяки, ушастые ежи, крысы и мыши  являются  сумеречными.

**2. Температура в жизни организмов**

Тепло один из наиболее важных факторов, определяющих существование развитие и распространение организмов по Земному шару. При этом важно не только количество тепла, но и распределение его в течение суток, вегетационного сезона, года. Приход тепла к разным участкам планеты неодинаков, с удалением от экватора не только снижается поступление его, но и увеличивается амплитуда сезонных и суточных колебаний.

Температурные пределы, в которых может протекать жизнь, составляет всего 300°, от -200°С до +100°С, но для большинства организмов  этот диапазон еще уже – от 39° в море (-3,3 – +35,6°С) до 125° на суше (-70 – +55°С). Нормальное строение и работа белка осуществляются при 0-+50°С.

Значение температуры заключается в том, что она изменяет скорость протекания физико-химических реакций в клетках, а это отражается на росте, развитии, размножении, поведении и во многом определяет географическое распространение растений и животных.

По отношению к температуре все организмы делятся на **криофилы (холодолюбивые) и термофилы (теплолюбивые).**

**Криофилы** не выносят высоких температур и могут сохранять активность клеток при -8-10°С (бактерии, грибы, моллюски, членистоногие, черви и др.). Они населяют холодные и умеренные зоны земных полушарий.

**ПРИМЕР**. В условиях Крайнего Севера, в Якутии деревья и кустарники не вымерзают при – 70°С. “Рекордсмен” – лиственница даурская. За полярным кругом при такой же температуре выживают лишайники, некоторые виды водорослей, ногохвостки, в Антарктиде – пингвины. Семена и споры многих растений, нематоды, коловратки переносят замораживание до температуры близкой к абсолютному нулю (271°С). Животные больших глубин переносят температуру около 0°С.

**Термофилы** приспособились к условиям высоких температур, обитают преимущественно в тропических районах Земли. Среди них также преобладают беспозвоночные (моллюски, членистоногие, черви и др.), многие из которых живут только в тропиках.

**ПРИМЕР**. Пресмыкающиеся, некоторые виды жуков, бабочек выдерживают температуру до 45–50°С. В пустыне Палестины максимальная активность у кузнечиков наблюдается при 40-градусной жаре. В горячих источниках Калифорнии при температуре 52°С обитает рыба – пятнистый ципринодон, а на Камчатке при 75–80°С живут сине-зеленые водоросли. Верблюжья колючка, кактусы переносят нагревание воздуха до 70°С.

**Как же происходит адаптация растений к различным неблагоприятным температурам?**

Они приспосабливаются с помощью анатомо-морфологических и физиологических механизмов. К анатомо-морфологическим адаптациям растений к холоду относится:

**маленький рост при сохранении больших размеров репродуктивных органов.** (ива полярная, березка арктическая, многочисленные арктические растения).

**Формирование укороченных побегов**(у лиственницы, ивы).Ива чукотская и дуб монгольский адаптируются при помощи неопадения отмерших листьев с крон. Береза шерстистая, лапчатка земляниколистная, прострелы, лиственница курильская опушают побеги и листья.

**При высоких температурах растения утолщают покровную ткань, и образует восковой налет на листьях** - это уменьшает интенсивность испарение воды, образует толстый слой кутикулы, имеют толстый слой пробкового слоя для изоляции камбия от перегрева, листья принимают вертикальную ориентацию и имеют войлочное опушение. В холодных районах растут, в основном многолетники, в жарких – много однолетников.

И наконец, **физиологические (биохимические) адаптации** к ним относится:

снижение интенсивности транспирации, уменьшающее теплоотдачу;

накопление в клетках сахаров и других веществ, увеличивающих концентрацию клеточного сока; накопление в клетках антоцианов, обеспечивающих в холодное время сезона красный цвет и оттенки фотосинтезирующего аппарата (побеги шиповника ветрениц и тополя);

выделение веществ, зачерняющих поверхность вокруг стволов .

**3. Влага в жизни организмов**.

Вода – основа клеток, тканей, растительных и животных соков. Только при наличии воды в организме протекают процессы фотосинтеза, терморегуляции, обменных процессов. Наиболее высоко содержание воды в периоды активной жизнедеятельности и в молодом возрасте.

Но и в состоянии покоя растения не теряют влагу полностью. В сухих лишайниках содержится до 5–7% воды, в зерновках злаков – 12–14%.

В процессе эволюции у растений и животных выработались многочисленные **сложные приспособления**. Растения пустынь и степей приспособились к острому дефициту влаги, болотные и влажно-тропические растения – к избытку, а лесным видам необходима высокая влажность воздуха и умеренная влажность почв. Как и в отношении остальных факторов, эти приспособления-адаптации группируются в анатомо-морфологические, физиологические и поведенческие. Источниками влаги для растений служат запасы ее в почве и атмосфере (осадки, туманы, конденсаты), для наземных животных – вода в водоемах, водяные пары в атмосфере и сочная пища. Влажный воздух обладает хорошей теплопроводностью. При высокой влажности в холодном воздухе у гомотермных животных усиливаются процессы метаболизма, а у пойкилотермных животных и растений они замедляются. В сухом воздухе при низкой температуре охлаждение происходит медленнее, а в сухом и жарком воздухе активизируются процессы терморегуляции, усиливается испарение с поверхности. Во влажном и жарком воздухе испарения с поверхности резко падает и высока вероятность нагрева организма до температуры воздуха (перегрев). Наиболее благоприятные условия складываются в диапазоне температур 17–23°С и в диапазоне относительной влажности воздуха 85–100%.

Существуют экологические группы растений и животных по отношению к водному режиму.

По отношению к водному режиму экотопа (экотоп – совокупность факторов местообитания) растения делятся на **влаголюбивые (гигрофиты),** сухолюбивые (**ксерофиты**) и умеренно влаголюбивые (**мезофиты**).

* **Гигрофиты** (калужницы, болотные осоки, злаки, папоротник оноклея чувствительная,росянка, недотрога обыкновенная, все бальзамины, аир, белокрыльник, рдесты, рогоз, сфагнумы, рис, кислица) обитают в очень влажных местах и обладают низкой засухоустойчивостью. У них всегда открыты устьица и процесс транспирации регулируется слабо. Устьца располагаются с обеих сторон, немногочисленны. Листья крупные тонкие. Потеря 15-20% запаса воды для них невосполнима. Они растут или в глубокой тени под пологом влажного леса (теневые гигрофиты) или на открытом месте на переувлажненных или покрытых водой почвах (световые гигрофиты). Для них характерны толстые слаборазветвленные корни с минимальным количеством сосущих корней. В органах обилие воздушных полостей (аэренхима) для аэрации тканей.
* **Мезофиты**– способны непродолжительно переносить незначительные почвенную и атмосферную засухи. К ним относятся луговые и многие лесные травы (лиственные и хвойные деревья лесов умеренной полосы, многие кустарники, большинство сельскохозяйственных культур).Устьица расположены на нижней стороне листьев. Листья большие с умеренно развитыми тканями. Благодаря регулированию устьичной транспирации, характеризуются большой пластичностью по отношению к условиям увлажнения. Могут расти вместе с гигрофитами и с ксерофитами, приобретая черты близкие той или другой группе. Для них типичны хорошо развитые корневые системы смешанного типа, с густой сетью сосущих корней.
* **Ксерофиты**– растения сухого и жаркого климата и местообитаний – пустынь, степей, саванн, в лесной зоне – растения сухих сосняков и широколиственных лесов на крутых южных склонах. Они не выносят переувлажнения, но хорошо приспособились к длительным засухам. Для них характерны два способа преодоления засухи: активное регулирование водного баланса и способность выносить сильное иссушение тканей. У ксерофитов очень мощные корневые системы – по массе в 9-10 раз превышают надземные органы.
* Виды с наиболее выраженными перечисленными свойствами представлены**склерофитами** (от греч. «склеро» – твердый, жесткий; саксаул, чертополох, полыни, ковыли, молочаи). Устьиц много, но они при недостатке воды закрываются. Растения могут полностью терять все листья и до 15% воды. В клетках склерофитов преобладает связанная вода. Растения наших мест обитания.

-  Другая большая группа ксерофитов –**суккуленты** (от лат. «суккулентус» - сочный, жирный), растут в жарком сухом климате там, где проходят кратковременные, но сильные обильные ливни. Во время дождей накапливают в листьях (алоэ, агавы, молодило) или стеблях (молочаи, кактус опунция) большие запасы воды, а потом медленно ее расходуют. Устьиц мало, они мелкие, в углублениях, и открываются только ночью.

* В северных широтах и высоко в горах аналоги ксерофитам –**психрофиты** (влажные и холодные места – мхи, багульник болотный, андромеда) и**криофиты** (сухие и холодные места – лишайники, вересковые кустарнички, брусника). Они испытывают недостаток влаги из-за физиологической недоступности почвенной влаги, обусловленной низкими температурами почв.
* **Тропофиты** – в жарких районах с чередованием засушливого и влажного сезонов (баобабы в Африке), растения сбрасывают листву и пребывают в состоянии глубокого покоя летом.
* **Эуксерофиты**– растения степей с розеточной формой листьев (кошачья лапка) и сильным опушением листьев. В сухих дубняках в верхней части южных склонов это характерно для полыни побегоносной . Стипоксерофиты – тоже растения степных экосистем («стипо» – степь), узколистные, дерновинные злаки (вейники, типчаки, тонконог, мискантус), из с/х культур – кукуруза. Они слабо транспирируют, в сухую погоду листья сворачиваются в трубочку. Растения наших мест обитания.
* **Эфемеры** (весенние и осенние) – однолетние растения (незабудка песчаная, вероника весенняя, маки альпийские, в Приморье на горе Ольховая – офелия), и эфемероиды – многолетние растения (крокусы, тюльпаны, прострелы), тоже обитатели засушливых местообитаний. Они избегают летних засух в связи с особенностями жизненных циклов. В короткие сроки – за 15-30 дней, растения успевают пройти весь жизненный цикл и уйти на покой до следующей весны.  **Эфемерами могут быть и животные** – в Приморье бабочки-поденки, в Африке рыбы, обитающие в небольшие водоемах – африканские нотобранхи.

Среди животных тоже можно выделить три экологических группы, но из-за подвижного образа жизни они выражены неявно.

* **Гигрофилы**– не могут накапливать и долго удерживать в тканях запасы воды – многие членистоногие: мокрицы, ногохвостки, комары, белоножки (гнус), а также наземные моллюски и амфибии. Нуждаются в постоянно высокой влажности воздуха.
* **Мезофиллы** – животные, обитающие в условиях умеренной влажности. Их большинство, как среди насекомых, так и среди млекопитающих.
* **Ксерофилы** – сухолюбы и термофилы одновременно, не переносят высокую влажность воздуха. У них хорошо развиты механизмы водообмена и функции удержания воды в теле. У пресмыкающихся отсутствуют кожные железы, из тела выделяется мочевая кислота, а не мочевина (для растворения мочевины нужно больше воды). У черепахи вода запасается в мочевом пузыре, грызуны воду получают с пищей. Верблюд, тушканчики, курдючные овцы воду получают в результате окисления жиров, при котором образуется метаболическая вода.

**2. Понятие о популяции. Типы популяций**

**Популяция (populus – от лат. народ. население) – одно из центральных понятий в биологии и обозначает совокупность особей одного вида, которая обладает общим генофондом и имеет общую территорию. Она является первой надорганизменной биологической системой.** С экологических позиций четкого определения определение популяции еще не выработано. Наибольшее признание получила трактовка С.С. Шварца**, популяция – группировка особей, которая является формой существования вида и способна самостоятельно развиваться неопределенно долгое время.**

Основным свойством популяций, как и других биологических систем является то, что они находятся в беспрерывном движении, постоянно изменяются. Это отражается на всех параметрах: продуктивности, устойчивости, структуре, распределении в пространстве. Популяциям присущи конкретные генетические и экологические признаки, отражающие способность систем поддерживать существование в постоянно меняющихся условиях: рост, развитие, устойчивость. Наука, объединяющая генетические, экологические и эволюционные подходы к изучению популяций, известна как популяционная биология.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

ПРИМЕРЫ. Одна из нескольких стай рыб одного вида в озере; микрогруппировки ландыша Кейске в белоберезняке, растущие у оснований деревьев и на открытых местах; куртины деревьев одного вида (дуба монгольского, лиственницы, и др.), разобщенные лугами, куртинами других деревьев или кустарников, или болотцами.

**Основные характеристики популяций**

Численность и плотность – основные параметры популяции. **Численность**– общее количество особей на данной территории или в данном объеме. **Плотность**– количество особей или их биомасса на единице площади или объема. В природе происходит постоянные колебания численности и плотности.

**Динамика численности**и плотности определяется в основном рождаемостью, смертностью и процессами миграции. Это показатели, характеризующие изменение популяции в течение определенного периода: месяца, сезона, года и т.д. Изучение этих процессов и причин их обусловливающих очень важно для прогнозов состояния популяций.

**6. Экологические стратегии популяций**

Каковы бы не были приспособления особей к совместному проживанию в популяции, каковы бы не были приспособления популяции к тем или иным факторам, все они в конечном итоге направлены на длительное выживание и продолжение себя в любых условиях существования. Среди всех приспособлений и особенностей можно выделить комплекс основных признаков, которые называются экологической стратегией. Это общая характеристика роста и размножения данного вида, включающая темп роста особей, период достижения ими половой зрелости, периодичность размножения, предельный возраст и пр.

Экологические стратегии очень разнообразны и хотя между ними существует множество переходов, из них можно выделить два крайних типа: r-стратегию и K-стратегию.

**r-стратегия**– ею обладают быстро размножающиеся виды (r-виды); для нее характерен отбор на повышение скорости роста популяции в периоды низкой плотности. Она характерна для популяций в среде с резкими и непредсказуемыми изменениями условий или в эфемерных, т.е. существующих короткое время (пересыхающие лужи, заливные луга, временные водотоки)

Основные признаки r-видов: высокая плодовитость, короткое время регенерации, высокая численность, обычно малые размеры особей (у растений мелкие семена), малая продолжительность жизни, большие траты энергии на размножение, кратковременность местообитаний, низкая конкурентоспособность. R-виды быстро и в больших количествах заселяют не занятые территории, но, как правило, скоро – в течение жизни одного-двух поколений сменяются К-видами.

К r-видам относятся бактерии, все однолетние растения (сорняки) и насекомые-вредители (тли, листоеды, стволовые вредители, стадная фаза саранчи). Из многолетников – пионерные виды: Иван-чай, многие злаки, полыни, эфемерные растения, из древесных видов – ивы, березы белая и каменная, осина, чозения, из хвойных – лиственница; они появляются первыми на нарушенных землях: гарях, горных полигонах, строительных карьерах, по обочинам дорог.

**K-стратегия –**этой стратегией обладают виды с низкой скоростью размножения и высокой выживаемостью (К-виды); она определяет отбор на повышение выживаемости при высокой плотности популяции, приближающейся к предельной.

Основные признаки К-видов: низкая плодовитость, значительная продолжительность жизни, крупные размеры особей и семян, мощные корневые системы, высокая конкурентоспособность, устойчивость на занимаемой территории, высокая специализация образа жизни. Скорость размножения К-видов с приближением к предельной плотности популяции падает и быстро увеличивается при низкой плотности; родители заботятся о потомках. К-виды часто становятся доминантами биогеоценозов.

К К-видам относятся все хищники, человек, реликтовые насекомые (крупные тропические бабочки, в т.ч. дальневосточные, реликтовый усач, жук-олень, жужелицы и др.), одиночная фаза саранчи, почти все деревья и кустарники. Наиболее яркие представители растений – все хвойные, дуб монгольский, орех маньчжурский, лещины, клены, разнотравье, осоки.

Разные популяции по-разному используют одну и ту же среду обитания, поэтому в ней одновременно могут существовать виды обоих типов стратегией.

**ПРИМЕРЫ.**В лесах на экологическом профиле "Горнотаежный" весной до распускания листьев на деревьях, спешат зацвести, отплодоносить и закончить вегетацию эфемероиды: хохлатки, адонис амурский, ветреницы, фиалка восточная (желтая). Под пологом леса начинается цветение пионов, лилий, воронца остроконечного. На открытых участках в сухих дубняках южного склона разрастаются овсяница овечья и марьянник розовый. Дуб, овсяница и другие виды – K-стратеги, марьянник – r-

**Контрольные задания:**

*Вопрос 1.* Какие лучи согревают живые организмы?

*Вопрос 2.* На какие группы делят экологические факторы?

*Вопрос 3.* К какой экологической группе по отношению к свету следует отнести  ель?

*Вопрос 4.* Каково значение видимого света?

*Вопрос 5.* Чем хладнокровные животные отличаются от теплокровных?

*Вопрос 6.* Когда температура тела воробья выше: зимой или летом? (

*Вопрос 7.* Укажите приспособление верблюжьей колючки к недостатку влаги. *Вопрос 8*Перечислите известные вам абиотические факторы.

*Вопрос 9.* Какой экологический фактор возник с появлением человечества?

*Вопрос 10*. Что такое популяции,Основные характеристики популяций.

Литература

1. Учебник «Биология.10-11класс», созданный под редакцией академика Д.К. Беляева и профессора Г.М. Дымшица / авт.-сост. Г.М. Дымшиц и О.В. Саблина.- М.: Просвещение, 2018г., с243-247

**Дополнительные источники:**

1. А.Ю. Ионцева. «Весь школьный курс в схемах и таблицах» – М.: Эксмо, 2014.: С. 294-304

2. Е.Н. Демьянков, А.Н. Соболев «Сборник задач и упражнений. Биология 10-11» - М.: ВАКО. С 140-151 учебное пособие для общеобразовательных организации, 2014.

**Лекция по теме: Экосистемы. Классификация и свойства экосистем.**

План лекции

1. Состав и структура экосистем.
2. Экологические пирамиды
3. Виды экосистем.

**1.Состав и структура экосистем**

**Экосистема – это совокупность всех живых организмов, проживающих на общей территории вместе с окружающей их неживой средой.**

Экосистема - основная функциональная единица в экологии, поскольку в неё входят и организмы и неживая среда - компоненты, взаимно влияющие на свойства друг друга и необходимые для поддержания жизни в той её форме, которая существует на Земле.

Примером может служить луг, лес, озеро.

Достаточно часто понятие экосистемы отождествляют с понятием биогеоценоз, однако эти термины не являются синонимами. Понятие экосистемы более широкое, охватывает все виды совокупностей живых организмов и среды обитания, биогеоценозом можно назвать лишь природные образования (лес, луг и т.п.). Т.о. любой биогеоценоз является экосистемой, но не любая экосистема является биогеоценозом.

В **состав** экосистемы представлен двумя группами компонентов: абиотическими – компоненты неживой природы (экотоп) и биотическими - компоненты живой природы (биоценоз).

Совершенно очевидным является тот факт, что экосистема является не однородной в пространстве и времени, в связи с чем, достаточно важным является рассмотрение **пространственной структуры** биогеоценоза. Прежде всего это ярусное строение фитоценозов, являющееся приспособлением в борьбе за солнечный свет. В широколиственных лесах выделяют до 6 ярусов.

Участие различных видов в формировании экосистемы не одинаково, так в экосистеме представители одного вида могут доминировать (например: сосна обыкновенная в сосновом бору), другие могут встречаться единично (снежный барс).

Виды, которые преобладают по численности, называются доминантными. Среди них есть такие, без которых другие виды существовать не могут или эдифакторы. Второстепенные виды - малочисленные и даже редкие играют огромную роль в формировании устойчивой экосистемы. Так был установлен всемирный закон устойчивости экосистем, согласно которому: чем выше биоразнообразие экосистемы, соответственно, чем больше «второстепенных» видов, тем она устойчивее.

С точки зрения трофической структуры (от греч. trophe – питание) экосистему можно разделить на два яруса:

1. верхний автотрофный (самостоятельно питающийся) ярус или «зеленый пояс», включающий растения или их части, содержащие хлорофилл, где преобладают фиксация энергии света, использование простых неорганических соединений и накопление сложных органических соединений. Организмы, входящие в «зеленый пояс», называются **автотрофными** (от лат.: auto-сам, trofo-питание). Основной особенностью данных организмов является способность синтезировать органические вещества из неорганических в процессе фотосинтеза. Так как, будучи автотрофами, они создают первичное органическое вещество, продуцируя его из неорганического, они носят название **продуцентов**.
2. нижний гетеротрофный (питаемый другими) ярус, или «коричневый пояс», в котором преобладает использование, трансформация и разложение сложных соединений. Организмы, входящие в данный пояс не могут строить собственное вещество из минеральных компонентов, вынуждены использовать то, что создано автотрофами, поедая их. Они называются гетеротрофами (от лат.: hetero-другими trofo-питание).

Однако специфика гетеротрофов может быть различна. Так часть организмов, использующая в питании готовые питательные вещества растений называются **фитофагами** - травоядными *(фитос - pастение, фагос - пожиpатель, гр.)*или растительноядными. Фитофаги - вторичные аккумуляторы солнечной энергии, первоначально накопленной растениями. консументами первого порядка (например: заяц, корова). Данная группа организмов относится к **первичным консументам**.

Многим животным эволюция предопределила необходимость использования животных белков. Это группа **зоофагов** или хищников, поедающих фитофагов и более мелких хищников. Хищники - важнейшие pегулятоpы биологического равновесия: они не только pегулиpуют количество животных-фитофагов, но выступают как санитары, поедая в первую очередь животных больных и ослабевших. Примером может служить поедание хищными птицами мышей-полевок. Данная группа организмов относится к **вторичным консументам**. Животные, питающиеся консументами второго порядка носят название консументов третьего порядка и т.д.

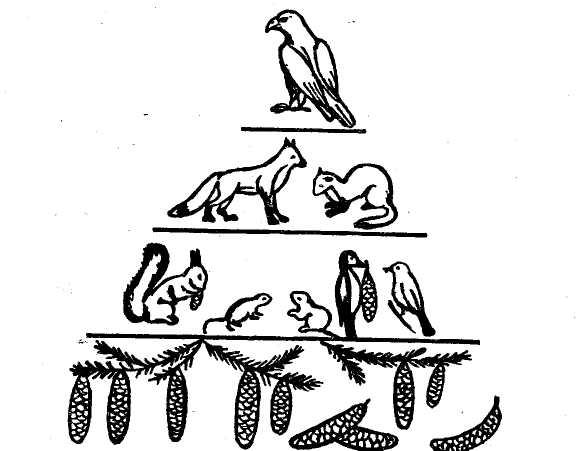
В любой системе неизбежно образуются органические отходы (трупы животных, экскременты и т.п.), которые также могут служить пищей для гетеротрофных организмов, получивших название **редуцентов** или **сапрофитов**.

Все организмы, входящие в состав экосистемы, связаны тесными пищевыми связями (так один организм служит пищей для другого, который поедается третьим и т.д.). таким образом, в биогеоценозе образуется цепь последовательной передачи вещества и эквивалентной ему энергии от одних организмов к другим, или так называемая трофическая цепь.

Примерами таких цепей могут служить:

* ягель → олень → волк (экосистема тундры);
* трава → корова → человек (антропогенная экосистема);

микроскопические водоросли (фитопланктон) → жучки и дафнии (зоопланктон) → плотва → щука → чайки (водная экосистема).

**2. Экологические пирамиды**

Функциональные взаимосвязи, т. е. трофическую структуру, можно изобразить графически, в виде так называемых **экологических пирамид.** Основанием пирамиды служит уровень продуцентов, а последующие уровни питания образуют этажи и вершину пирамиды. Известны три основных типа экологических пирамид: 1) **пирамида чисел**, отражающая численность организмов на каждом уровне (пирамида Элтона); 2) **пирамида биомассы**, характеризующая массу живого вещества, - общий сухой вес, калорийность и т. д.; 3) **пирамида продукции** (или энергии), имеющая универсальный характер, показывающая изменение первичной продукции (или энергии) на последовательных трофических уровнях.

Пирамида чисел отображает отчетливую закономерность, обнаруженную Элтоном: количество особей, составляющих последовательный ряд звеньев от продуцентов к консументам, неуклонно уменьшается (рис. 5.). В основе этой закономерности лежит, во-первых, тот факт, что для уравновешивания массы большого тела необходимо много маленьких тел; во-вторых, от низших трофических уровней к высшим теряется количество энергии (от каждого уровня до предьщущего доходитлишь 10% энергии) и, в-третьих - обратная зависимость метаболизма от размера особей (чем мельче организм, тем интенсивнее обмен веществ, тем выше скорость роста их численности и биомассы).

В наземных экосистемах действует следующее правило **пирамиды биомасс**: суммарная масса растений превышает массу всех травоядных, а их масса превышает всю биомассу хищников. Это правило соблюдается, и биомасса всей цепочки изменяется с изменениями величины чистой продукции, отношение годового прироста которой к биомассе экосистемы невелико и колеблется в лесах разных географических зон от 2 до 6%. И только в луговых растительных сообществах она может достигать 40—55%, а в отдельных случаях, в полупустынях — 70—75 %.

Для экосистемы океана характерна тенденция накапливания биомассы на высоких уровнях, у хищников. Хищники живут долго и скорость оборота их генераций мала, но у продуцентов — у фитопланктонных водорослей, оборачиваемость может в сотни раз превышать запас биомассы. Это значит, что их чистая продукция и здесь превышает продукцию, поглощенную консументами, т. е. через уровень продуцентов проходит больше энергии, чем через всех консументов.

Отсюда понятно, что еще более совершенным отражением влияния трофических отношений на экосистему должно **быть правило пирамиды продукции (или энергии):**на каждом предыдущем трофическом уровне количество биомассы, создаваемой за единицу времени (или энергии), больше, чем на последующем.

Трофические или пищевые цепи могут быть представлены в форме пирамиды. Численное значение каждой ступени такой пирамиды может быть выражены числом особей, их биомассой или накопленной в ней энергией.

В соответствии с **законом пирамиды энергий Р.Линдемана и правила десяти процентов**, с каждой ступени на последующую ступень переходит приблизительно 10 % (от 7 до 17 %) энергии или вещества в энергетическом выражении (рис.7). Заметим, что на каждом последующем уровне при снижении количества энергии ее качество возрастает, т.е. способность совершать работу единицы биомассы животного в соответствующее число раз выше, чем такой же биомассы растений.

Ярким примером является трофическая цепь открытого моря, представленная планктоном и китами. Масса планктона рассеяна в океанической воде и, при биопродуктивности открытого моря менее 0,5 г/м2сут-1, количество потенциальной энергии в кубическом метре океанической воды бесконечно мало в сравнении с энергией кита, масса которого может достигать нескольких сотен тонн. Как известно, китовый жир - это высококалорийный продукт, который использовали даже для освещения.

В соответствии с последней цифрой сформулировано **правило одного процента**: для стабильности биосферы в целом доля возможного конечного потребления чистой первичной продукции в энергетическом выражении не должно превышать 1%.

# 3.Виды экосистем:

Существует несколько классификаций экосистем. Во-первых экосистемы подразделяются **по характеру происхождения** и делятся на природные (болото, луг) и искусственные (пашня, сад, космический корабль).

**По размерам** экосистемы подразделяются на:

1. микроэкосистемы (например, ствол упавшего дерева или поляна в лесу)
2. мезоэкосистемы (лесной массив или степной колок)
3. макроэкосистемы (тайга, море)
4. экосистемы глобального уровня (планеты Земля)

Энергия – наиболее удобная основа для классификации экосистем. Различают четыре фундаментальных типа экосистем по **типу источника энергии:**

1. движимые Солнцем, малосубсидируемые
2. движимые Солнцем, субсидируемые другими естественными источниками
3. движимые Солнцем и субсидируемые человеком
4. движимые топливом.

В большинстве случаев могут использоваться и два источника энергии - Солнце и топливо.

**Природные экосистемы, движимые Солнцем,** - это открытые океаны, высокогорные леса. Все они получают энергию практически только от одного источника - Солнца и имеют низкую продуктивность. Ежегодное потребление энергии оценивается ориентировочно в 103-104 ккал-м2. Организмы, живущие в этих экосистемах, адаптированы к скудному количеству энергии и других ресурсов и эффективно их используют. Эти экосистемы очень важны для биосферы, так как занимают огромные площади. Океан покрывает около 70 % поверхности земного шара. По сути дела, это основные системы жизнеобеспечения, механизмы, стабилизирующие и поддерживающие условия на «космическом корабле» - Земле. Здесь ежедневно очищаются огромные объемы воздуха, возвращается в оборот вода, формируются климатические условия, поддерживается температура и выполняются другие функции, обеспечивающие жизнь. Кроме того, без всяких затрат со стороны человека здесь производится некоторое количество пищи и других материалов. Следует сказать и о не поддающихся учету эстетических ценностях этих экосистем.

**Природные экосистемы, движимые Солнцем,** - это экосистемы, обладающие естественной плодородностью и производящие излишки органического вещества, которые могут накапливаться. Они получают естественные энергетические субсидии в виде энергии приливов, прибоя, течений, поступающих с площади водосбора с дождем и ветром органических и минеральных веществ и т. п. Потребление энергии в них колеблется от 1\*104 до 4\*104 ккал\*м-2\*год-1. Прибрежная часть эстуария типа Невской губы - хороший пример таких экосистем, которые более плодородны, чем прилегающие участки суши, получающие то же количество солнечной энергии. Избыточное плодородие можно наблюдать и в дождевых лесах.

**Экосистемы,** **движимые** **Солнцем** - это наземные и водные агроэкосистемы, получающие энергию не только от Солнца, но и от человека в виде энергетических дотаций. Высокая продуктивность их поддерживается мышечной энергией и энергией топлива, которые тратятся на возделывание, орошение, удобрение, селекцию, переработку, транспортировку и т.п. Хлеб, кукуруза, картофель «частично сделаны из нефти». Самое продуктивное сельское хозяйство получает энергии примерно столько же, сколько самые продуктивные природные экосистемы второго типа. Их продукция достигает приблизительно 50 000 ккал\*м-2 год-1. Различие между ними заключается в том, что человек направляет как можно больше энергии на производство продуктов питания ограниченного вида, а природа распределяет их между многими видами и накапливает энергию на «черный день», как бы раскладывая ее по разным карманам. Эта стратегия называется «стратегией повышения разнообразия в целях выживания».

**Индустриально-городские экосистемы, движимые топливом**, - венец достижений человечества. В индустриальных городах высококонцентрированная энергия топлива не дополняет, а заменяет солнечную энергию. Пищу - продукт систем, движимых Солнцем, - в город ввозят извне. Особенностью этих экосистем является огромная потребность плотно населенных городских районов в энергии - она на два-три порядка больше, чем в первых трех типах экосистем. Если в несубсидируемых экосистемах приток энергии колеблется от 103до 104 ккал\*м-2год-1, а в субсидируемых системах второго и третьего типа - от 104 до 4\*104 ккал\*м-2год-1, то в крупных индустриальных городах потребление энергии достигает нескольких миллионов килокалорий на 1 м2: Нью-Йорк -4,8\*106, Токио – 3\*106, Москва - 106 ккал\*м-2год-1.

Потребление энергии человеком в городе в среднем составляет более 80 млн ккал\*год-1; для питания ему требуется всего около 1 млн ккал\*год-1, следовательно, на все другие виды деятельности (домашнее хозяйство, транспорт, промышленность и т. д.) человек расходует в 80 раз больше энергии, чем требуется для физиологи­ческого функционирования организма. Разумеется, в развиваю­щихся странах положение несколько иное.

Контрольные задания:

Задание 1.

|  |
| --- |
| Основным признаком экосистемы является |
| **Варианты ответов:**  1) отсутствие конкуренции между видами  2) разнообразие рельефа  3) однообразный видовой состав  4) наличие пищевых связей |

Задание 2.

|  |
| --- |
| 1.Какие связи в экосистеме существуют между организмами..  2 Приспособленность растений к совместному проживанию в экосистеме леса проявляется в..  3В экосистеме смешанного леса большое число и разнообразие видов, поэтому она в отличие от экосистемы березовой рощи… |
| Тип вариантов ответов:  1Какие связи в экосистеме существуют между организмами  1) генетические  2) абиотические  3) пищевые  4) антропогенные  2. Приспособленность растений к совместному проживанию в экосистеме леса проявляется в  1) использовании кислорода в процессе дыхания  2) использовании углекислого газа и воды в процессе фотосинтеза  3) ярусном расположении  4) размножении семенам  3. В экосистеме смешанного леса большое число и разнообразие видов, поэтому она в отличие от экосистемы березовой рощи  1) не способна к саморегуляции  2) не изменяется а течение года  3) более устойчива  4) способна к саморазвитию |

Литература

1. Учебник «Биология.10-11класс», созданный под редакцией академика Д.К. Беляева и профессора Г.М. Дымшица / авт.-сост. Г.М. Дымшиц и О.В. Саблина.- М.: Просвещение, 2018г., с243-247

**Дополнительные источники:**

1. А.Ю. Ионцева. «Весь школьный курс в схемах и таблицах» – М.: Эксмо, 2014.: С. 294-304

2. Е.Н. Демьянков, А.Н. Соболев «Сборник задач и упражнений. Биология 10-11» - М.: ВАКО. С 140-151 учебное пособие для общеобразовательных организации, 2014.

**Тема лекции : « Этапы эволюции приматов. Движущие силы антропогенеза»**

План лекции

1.Систематическое положение вида Человек разумный.

2. Основные этапы эволюции человека

**1.Систематическое положение вида Человек разумный.**

|  |  |
| --- | --- |
| Царство | Животные |
| П/Царство | Многоклеточные |
| Раздел | Двусторонне-симметричные |
| Тип | Хордовые |
| П/Тип | Позвоночные |
| Группа | Челюстноротые |
| Класс | Млекопитающие |
| Отряд | Приматы |
| П/Отряд | Обезьяны |
| Секция | Узконосые |
| Н/Семейство | Высшие узконосые или гоминиды |
| Семейство | Гоминиды |
| Род | Человек |
| Вид | Человек разумный Homo sapiens |

**2.Основные этапы эволюции человека**

Древнейшие люди  или обезьянолюди или архантропы (от греч. "архайос"- древний и "антропос"- человек), представленные несколькими видами:

* Питекантроп
* Синантроп
* Гейдельбергский человек

Характеристика

* рост 165-170 см;
* объем мозга 900-1100 см3 , лоб покатый, над глазами сплошной костный валик;
* постоянное прямохождение (ходили на двух ногах, слегка наклоняясь вперед);
* формирование речи, хотя подбородочного выступа не было;
* поддержание и использование огня;
* жили первобытным стадом;
* изготовляли примитивные каменные орудия труда (копье, сколотый камень, скребок, рубило).

     Вывод:

На этой стадии формирование физического облика человека, связанного с совершенствованием вертикальной походки, развитием мозга, находилось под контролем естественного отбора.

Древние люди или палеоантропы ( от греч. "палео"- древний и "антропос"- человек)

Появились около 300 тыс. лет назад.

Неандертальцы

Характеристика

|  |  |
| --- | --- |
| * рост 165-170 см; * объем мозга до 1700см3; * низкий скошенный лоб; * мощный надглазничный валик; * нижние конечности короче, чем у современных людей; * развитая мускулатура; * каменные орудия были разнообразны; * не только поддерживали, но и добывали огонь; * более совершенная, по сравнению с архантропами речь. |  |

Человек современного типа

Кроманьонцы

Появились 40-50 тыс. лет назад

Характеристика:

* рост до 180 см;
* объем мозга около 1600 см3;
* отсутствует сплошной надглазничный валик;
* плотное телосложение;
* прямая современная походка и человеческая рука;
* изготовление сложных орудий труда из кости и камня;
* развитая членораздельная речь;
* возникновение искусства;
* первые шаги земледелия, выведение культурных растений;

Вывод:

Начиная с кроманьонцев, эволюция биологическая все больше переходит в эволюцию социальную (общественную). В результате прогрессивного развития кроманьонского человека появился современный человек с характерными расовыми признаками

**Контрольные задания:**

Биологический диктант

*Выбрать номера тезисов, содержание которых имеет отношение*

|  |  |
| --- | --- |
| 1 вариант  к человекообразным обезьянам | 2 вариант  к человеку |

1. Объем головного мозга 1400 -1600 г.

2. Объем головного мозга 600 г.

3. Поверхность коры больших  полушарий 1250 см2

4. Поверхность коры больших полушарий 360 см2.

5. Лицо короткое, не выдается вперед.

6. Лицо вытянутое, выдается вперед.

7. Челюсти короткие.

8. Челюсти длинные, вытянутые, крупные.

9. Клыки не крупнее предкоренных зубов.

10. Клыки крупнее предкоренных зубов.

11. Череп сочленен с позвоночником в центре основания.

12. Череп сочленен с позвоночником в задней части.

13. Позвоночный столб с S-образным изгибом.

14. Позвоночный столб прямой или вогнутый назад.

15. Туловище короче нижних конечностей.

16. Туловище длиннее нижних конечностей.

17. Нижние конечности короче верхних конечностей.

18. Нижние конечности длиннее верхних конечностей.

19.  Большой палец параллелен остальным пальцам руки.

20. Большой палец перпендикулярен остальным пальцам руки.

21. Нижние конечности изогнуты, колени вывернуты наружу.

22. При выпрямленном положении тела нижние конечности могут разгибаться в тазобедренном суставе.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1Беляев Д. К. Биология. 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / [Д.К. Беляев, Г.М. Дымшиц, Л.Н. Кузнецова и др.]; под ред. Д.К. Беляева и Г.М. Дымшица. - 3-е изд. - М.: Просвещение, 2016.

2.Захаров В.Б., Мамонтов С.Г., Сонин В.И. М. «Дрофа», 2013. Общая биология 10-11 кл.,624с: ил.;

3. У.Стаут и др. :«Биология»,в 3 томах, М., «Мир», 2016.