

**Қостанай облысы әкімдігі білім басқармасының
«Қостанай жоғары политехникалық колледжі» КМҚК
КГКП «Костанайский политехнический высший колледж»
Управления образования акимата Костанайской области**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«БИОЛОГИЯ»**

г. Костанай, 2022 г

Содержание

I раздел. Молекулярная биология и биохимия.

1. Тема 1.1. Значение воды для жизни.
2. Тема 1.2. Классификация углеводов.
3. Тема 1.3. Структурные компоненты липидов.
4. Тема 1.4. Классификация белков по составу.
5. Тема 1.5. Строение молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты.
6. Тема 1.6. Строение молекулы рибонуклеиновой кислоты.

II раздел. Клеточная биология.

1. Тема 2.1. Особенности строения и функций органоидов в клетке
2. Тема 2.2. Взаимосвязь между структурой, свойствами и функциями клеточной мембраны
3. Тема 2.3. Особенности структуры и функции клеток бактерий, грибов, растений и животных.

III раздел. Питание.

1. Тема 3.1. Питание клетки.
2. Тема 3.2. Структурные компоненты хлоропласта и их функции.
3. Тема 3.3. Световая фаза фотосинтеза.
4. Тема 3.4. Факторы, влияющие на скорость фотосинтеза.
5. Тема 3.5. Хемосинтез.

IV раздел. Дыхание.

1. Тема 4.1. Строение и функции аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ).
2. Тема 4.2. Этапы энергетического обмена.
3. Тема 4.3. Структурные компоненты митохондрий и их функции.

V-VIII раздел. Клеточный цикл. Размножение.

1. Тема 5-8.1. Митоз.
2. Тема 5-8.2. Гаметогенез. Стадии гаметогенеза человека.
3. Тема 5-8.3. Возникновение онкологических новообразований.
4. Тема 5-8.4. Старение. Теории о процессе старения.

IX раздел.

1. Тема 9.1 Модификационная изменчивость
2. Тема 9.2. Цитологические основы наследования признаков. Решение задач.
3. Тема 9.3. Хромосомная теория наследственности.
4. Тема 9.4. Теория мутации Хуго де Фриза. Спонтанные мутации.

X-XII раздел. Эволюционное развитие. Основы селекции. Многообразие живых организмов.

1. Тема 10-12.1. Взаимосвязь между наследственной изменчивостью и эволюцией.
2. Тема 10-12.2 Доказательства эволюции.
3. Тема 10-12.3. Способы видообразования. Механизмы видообразования.
4. Тема 11-13.4. Способы улучшения сельскохозяйственных растений и животных с помощью методов селекции.

XIII раздел. Координация и регуляция.

1. Тема 13.1. Строение нервных клеток. Рефрактерный период и его роль.
2. Тема 13.2. Виды механорецепторов.

XIV раздел. Движение.

1. Тема 14.1. Строение поперечнополосатой мышечной ткани. Механизм сокращения мышечного волокна.
2. Тема 14.2. Строение, локализации и общие свойства быстрых и медленных

мышечных волокон.

XV раздел. Биотехнология.

1.Тема15.1.Положительные и отрицательные стороны использования микроорганизмов в промышленности, сельском хозяйстве, медицине и быту.

Раздел. Молекулярная биология и биохимия.

Урок № 1

Тема: Вода и ее роль в жизнедеятельности клетки

Информационный блок.

Роль воды в клетке. Вода — одно из самых распространенных веществ на нашей планете. В клетке в количественном отношении она также занимает первое место среди других химических соединений. Чем выше интенсивность обмена веществ в той или иной клетке, тем больше в ней содержится воды.

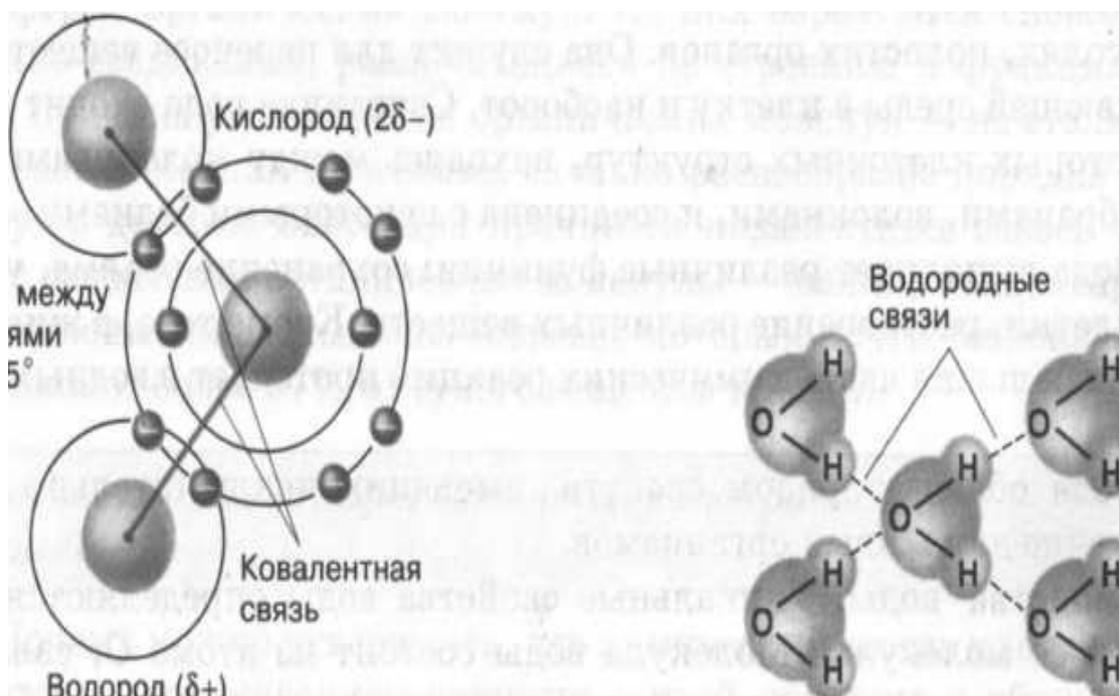
Вода в клетке находится в двух формах: свободной и связанной. Свободная вода находится в межклеточных пространствах, сосудах, вакуолях, полостях органов. Она служит для переноса веществ из окружающей среды в клетку и наоборот. Связанная вода входит в состав некоторых клеточных структур, находясь между молекулами белка, мембранами, волокнами, и соединена с некоторыми белками.

Вода выполняет различные функции: сохранение объема, упругости клетки, растворение различных веществ. Кроме того, в живых системах большая часть химических реакций протекает в водных растворах.

Вода обладает рядом свойств, имеющих исключительно важное значение для живых организмов.

Свойства воды. Уникальные свойства воды определяются структурой ее молекулы. Молекула воды состоит из атома О, связанного с двумя атомами Н полярными ковалентными связями. Характерное расположение электронов в молекуле воды придает ей электрическую асимметрию. Более электроотрицательный атом кислорода притягивает электроны атомов водорода сильнее, в результате общие пары электронов смещены в молекуле воды в его сторону. Поэтому, хотя молекула воды в целом не заряжена, каждый из двух атомов водорода обладает частично положительным зарядом (обозначаемым δ^+), а атом кислорода несет частично отрицательный заряд (δ^-). Молекула воды поляризована и является диполем (имеет два полюса) (рис. 6).

Частично отрицательный заряд атома кислорода одной молекулы воды притягивается частично положительными атомами водорода других молекул. Таким образом, каждая молекула воды стремится связаться водородной связью с четырьмя соседними молекулами воды соседними молекулами воды.



Когда вещество переходит в раствор, его молекулы или ионы могут двигаться более свободно и, следовательно, реакционная способность вещества возрастает. Это объясняет, почему вода является основной средой, в которой протекает большинство химических реакций, а все реакции гидролиза и многочисленные окислительно-восстановительные реакции идут при непосредственном участии воды.

Вещества, плохо или вовсе нерастворимые в воде, называются *гидрофобными* (от греч. *phobos* — страх). К ним относятся жиры, нуклеиновые кислоты, некоторые белки. Такие вещества могут образовывать с водой поверхности раздела, на которых протекают многие химические реакции. Следовательно, тот факт, что вода не растворяет неполярные вещества, для живых организмов также очень важен. К числу важных в физиологическом отношении свойств воды относится ее способность растворять газы (O_2 , CO_2 и др.).

Вода обладает высокой теплоемкостью, т. е. способностью поглощать тепловую энергию при минимальном повышении собственной температуры. Большая теплоемкость воды защищает ткани организма от быстрого и сильного повышения температуры. Многие организмы охлаждаются, испаряя воду (транспирация у растений, потоотделение у животных).

Вода обладает также высокой теплопроводностью, обеспечивая равномерное распределение тепла по всему организму. Следовательно, высокая удельная теплоемкость и высокая теплопроводность делают воду идеальной жидкостью для поддержания теплового равновесия клетки и организма.

Вода практически не сжимается, создавая тур горное давление, определяя объем и упругость клеток и тканей. Так, именно гидростатический скелет поддерживает форму у круглых червей, медуз и других организмов.

Вода характеризуется оптимальным для биологических систем значением силы поверхностного натяжения, которое возникает благодаря образованию водородных связей между молекулами воды и молекулами других веществ. Благодаря силе поверхностного натяжения происходит капиллярный кровоток, восходящий и нисходящий токи растворов в растениях.

Критерий оценивания:

Объясняет фундаментальное значение воды для жизни на Земле.

Задание:

1. В чем особенность строения молекулы воды?
2. Каково значение воды как растворителя?
3. Что такое теплопроводность и теплоемкость воды?
4. Почему считают, что вода является идеальной жидкостью для клетки?
5. Какова роль воды в клетке?
6. Какие структурные и физико-химические свойства воды определяют ее биологическую роль в клетке?

Урок № 2

Тема: Классификация углеводов.

Информационный блок.

Углеводы и их классификация. Углеводы, или *сахариды*, входят в состав клеток всех живых организмов. Содержание углеводов в животных клетках составляет 1—5%, а в некоторых растительных клетках может достигать до 90%.

Различают три основных класса углеводов: моносахариды, олигосахариды и полисахариды.

Моносахариды (греч. *monos* — один) — бесцветные, кристаллические вещества, легко растворимые в воде и имеющие сладкий вкус.

Из моносахаридов наибольшее значение для живых организмов имеют *рибоза*, *дезоксирибоза*, *глюкоза*, *фруктоза*, *галактоза* (рис. 8).

Рибоза входит в состав РНК, АТФ, витаминов группы В, ряда ферментов. Дезоксирибоза входит в состав ДНК. Глюкоза (виноградный сахар) является мономером полисахаридов (крахмала, гликогена, целлюлозы). Она есть в клетках всех организмов. Фруктоза входит в состав олигосахаридов, например сахарозы. В свободном виде содержится в клетках растений. Галактоза также входит в состав некоторых олигосахаридов, например лактозы.

Олигосахариды (греч. *oligos* — немного) образованы двумя (тогда их называют *дисахариды*) или несколькими моносахаридами, связанными ковалентно друг с другом с помощью гликозидной связи. Большинство олигосахаридов растворимы в воде и имеют сладкий вкус. Из олигосахаридов наиболее широко распространены дисахариды: *сахароза* (тростниковый сахар), *мальтоза* (солодовый сахар), *лактоза* (молочный сахар)

Полисахариды (греч. *poly* — много) являются полимерами и состоят из неопределенно большого (до нескольких сотен или тысяч) числа остатков молекул моносахаридов, соединенных ковалентными связями. К ним относятся *крахмал*, *гликоген*, *целлюлоза*, *хитин* и др. Интересно, что крахмал, гликоген и целлюлоза, играющие важную роль в живых организмах, построены из мономеров глюкозы, но связи в их молекулах различны. Кроме того, у целлюлозы цепи не ветвятся, а у гликогена они ветвятся сильнее, чем у крахмала. С увеличением количества мономеров растворимость полисахаридов уменьшается и исчезает сладкий вкус.

Некоторые углеводы способны образовывать комплексы с белками (*гликопротеиды*) и липидами (*гликолипиды*).

Функции углеводов. Основная функция углеводов — *энергетическая*. При их ферментативном расщеплении и окислении молекул углеводов выделяется энергия, которая обеспечивает жизнедеятельность организма. При полном расщеплении 1 г углеводов освобождается 17,6 кДж.

Углеводы выполняют запасающую функцию. При избытке они накапливаются в клетке в качестве запасющих веществ (крахмал, гликоген) и при необходимости используются организмом как источник энергии. Очень важной является структурная или строительная функция углеводов. Они используются в качестве строительного материала. Так, целлюлоза благодаря особому строению нерастворима в воде и обладает высокой прочностью. Углеводы выполняют защитную функцию. Так, камеди (смолы, выделяющие при повреждении стволов и веток растений, например слив, вишен), препятствующие проникновению в раны болезнетворных микроорганизмов, являются производными моносахаридов.

Твердые клеточные стенки одноклеточных и хитиновые покровы членистоногих, в состав которых входят углеводы, также выполняют защитные функции.

Критерий оценивания:

1. Классифицирует углеводы по их структуре, составу и функциям;

Задание:

1. Какие углеводы называются моно-, олиго- и полисахаридами?
2. Какие функции выполняют углеводы в живых организмах?
3. Почему углеводы считаются главными источниками энергии в клетке?

Урок № 3

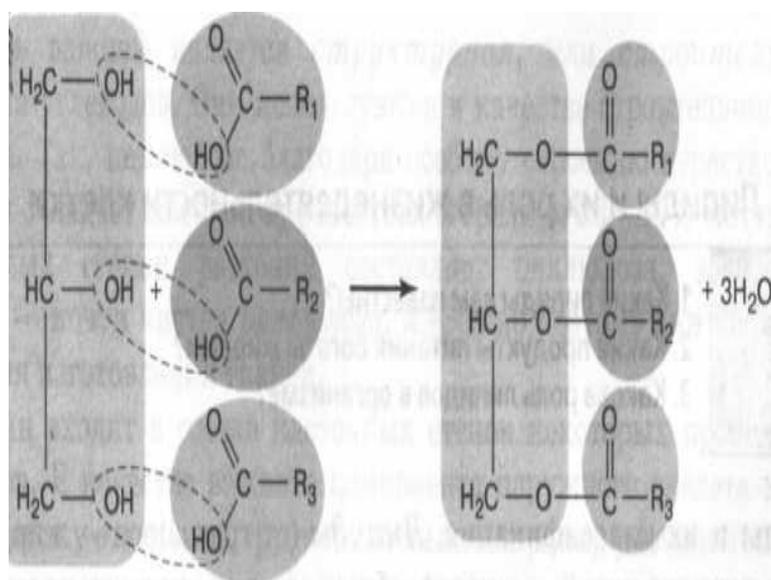
Тема. Структурные компоненты липидов.

Информационный блок.

Липиды (от греч. *lipos* — жир) — обширная группа жиров и жироподобных веществ, которые содержатся во всех живых клетках. Большинство их неполярны и, следовательно, гидрофобны. Они практически нерастворимы в воде, но хорошо растворимы в органических растворителях (бензин, хлороформ, эфир и др.). В некоторых клетках липидов очень мало, всего несколько процентов, а вот в клетках подкожной жировой клетчатки млекопитающих и семенах, например подсолнечника, их содержание достигает 90%.

По химическому строению липиды весьма разнообразны.

Нейтральные жиры — наиболее простые и широко распространенные липиды. Их молекулы образуются в результате присоединения трех остатков высокомолекулярных жирных кислот к одной молекуле трехатомного спирта глицерина (смотреть на рисунке).



Глицерин

Три жирные
кислоты

Молекула жира

Образование молекулы жира из глицерина и трех жирных кислот (**R₁**, R₂, R₃ могут быть одинаковыми, но чаще бывают представлены разными жирными кислотами)

Среди соединений этой группы различают жиры, остающиеся твердыми при температуре 20 °С, и масла, которые в этих условиях становятся жидкими. Масла более типичны для растений, но могут встречаться и у животных.

Воска — сложные эфиры, образуемые жирными кислотами и многоатомными спиртами. Они покрывают кожу, шерсть, перья животных, смягчая их и предохраняя от действия воды. Восковой защитный слой покрывает также стебли, листья и плоды многих растений.

Фосфолипиды по своей структуре сходны с жирами, но в их молекуле один или два остатка жирных кислот замещены остатком фосфорной кислоты.

Фосфолипиды являются составным компонентом клеточных мембран.

Липиды могут образовывать сложные соединения с веществами других классов, например с белками — *липопротеиды* и с углеводами — *гликолипиды*.

Функции липидов.

Одна из основных функций — *энергетическая*. При полном окислении 1 г жира выделяется 38,9 кДж энергии. То есть жиры дают более чем в 2 раза больше энергии по сравнению с углеводами. У позвоночных животных примерно половина энергии, потребляемой клетками в состоянии покоя, образуется за счет окисления жиров.

Жиры являются основным *запасающим веществом* у животных, а также у некоторых растений. Они могут использоваться также и в качестве источника воды (при окислении 1 г жира образуется более 1 г воды). Это особенно ценно для пустынных животных, обитающих в условиях дефицита воды.

Благодаря низкой теплопроводности липиды **выполняют защитную функцию**, т. е. служат для теплоизоляции организмов. Например, у многих позвоночных животных хорошо выражен подкожный жировой слой, что позволяет им жить в условиях холодного климата, а у китообразных он играет еще и другую роль — способствует плавучести.

Восковой налет на различных частях растений препятствует излишнему испарению воды, у животных он играет роль водоотталкивающего покрытия.

Липиды выполняют и *строительную функцию*, так как нерастворимость в воде делает их важнейшими компонентами клеточных мембран (фосфолипиды, липопротеины, гликолипиды, холестерин).

Многие производные липидов (например, гормоны коры надпочечников, половых желез, витамины А, D, Е) участвуют в обменных процессах, происходящих в организме. Следовательно, этим веществам присуща и *регуляторная функция*.

Критерий оценивания:

Описывает химическое строение и функции жиров;

Задание:

1. Какие вещества относятся к липидам?
2. Какое строение имеют жиры?
3. Какие функции выполняют липиды?
4. Какие клетки и ткани наиболее богаты липидами?

Урок № 4

Тема Классификация белков по составу.

Информационный блок.

Белки и их строение. Среди органических компонентов клетки самыми важными являются белки. Они очень разнообразны и по строению, и по функциям. Содержание белков в различных клетках может колебаться от 50 до 80%.

Белки представляют собой высокомолекулярные (молекулярная масса до 1,5 млн углеродных единиц) органические соединения. Кроме С, О, Н, N, в состав белков могут входить S, P, Fe. Белки построены из мономеров, которыми являются аминокислоты. Поскольку в состав молекул белков может входить большое число аминокислот, то их молекулярная масса бывает очень большой.

В клетках разных живых организмов встречается свыше 170 различных аминокислот, но бесконечное разнообразие белков создается за счет различного сочетания всего 20 аминокислот. Из них может быть образовано $2 \cdot 432 \cdot 902 \cdot 008 \cdot 176 \cdot 640 \cdot 000$ комбинаций, т. е. различных белков, которые будут обладать совершенно одинаковым составом, но различным строением. Но и это огромное число не предел — белок может состоять и из большего числа аминокислотных остатков, и, кроме того, каждая аминокислота может встречаться в белке несколько раз.

Молекула аминокислоты состоит из двух одинаковых для всех аминокислот частей, одна из которых является аминогруппой ($-\text{NH}_2$) с основными свойствами, другая — карбоксильной группой ($-\text{COOH}$) с кислотными свойствами. Часть молекулы, называемая радикалом (R), у разных аминокислот имеет различное строение (рис. 12).

Наличие в одной молекуле аминокислоты и основной, и кислотной групп обуславливает их амфотерность и высокую реактивность. Через эти группы происходят соединения аминокислот при образовании белка. В ходе реакции полимеризации выделяется молекула воды, а освободившиеся электроны образуют ковалентную связь, которая получила название

АМИНОКИСЛОТЫ



R радикал

Серосодержащие
 $\text{NH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$



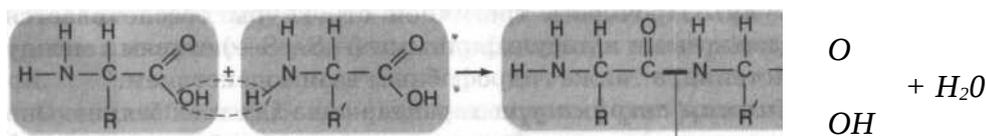
цистеин

Циклические (содержат
бензольное кольцо)
 $\text{NH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$



фенилаланин

К свободным карбоксильной и аминогруппе могут присоединяться другие аминокислоты, удлиняя «цепь», называющуюся *полипептидной*. На одном конце такой цепи всегда будет группа NH_2 (этот конец называется N-концом), а на другом конце — группа COOH (этот конец получил название С-конца)



Пептидная связь

Полипептидные цепи белков бывают очень длинными и включают самые различные комбинации аминокислот. В состав белка может входить не одна, а две полипептидные цепи и более. Так, в молекуле инсулина — две цепи, а иммуноглобулины состоят из четырех цепей.

Бактерии и растения могут синтезировать все необходимые им аминокислоты из более простых веществ. Многие животные, в том числе и человек, способны синтезировать не все аминокислоты, поэтому так называемые *незаменимые аминокислоты* (лизин, валин, лейцин, изолейцин, треонин, фенилаланин, триптофан, тирозин, метионин) они должны получать с пищей в готовом виде.

Классификация белков. Среди белков различают **протеины**, состоящие только из белков, и **протеиды** — содержащие небелковую часть (например, гемоглобин).

Кроме **простых белков**, состоящих только из аминокислот, есть еще и **сложные**, в состав которых могут входить углеводы (**гликопротеиды**), жиры (**липопротеиды**), нуклеиновые кислоты (**нуклеопротеиды**) и др.

Уровни организации белковой молекулы. Молекулы белков могут принимать различные пространственные формы — **конформации**, которые представляют собой четыре уровня их организации (рис. 14).

Линейная последовательность аминокислот в составе полипептидной цепи представляет **первичную структуру белка**. Она уникальна для любого белка и определяет его форму, свойства и функции.

Вторичная структура белков возникает в результате образования водородных связей между группами $-\text{COOH}$ и $-\text{NH}_2-$ разных аминокислотных остатков полипептидной цепи. Хотя водородные связи мало прочные, но благодаря их значительному количеству в комплексе они обеспечивают довольно прочную структуру.

Третичная структура представляет собой причудливую, но для каждого белка специфическую конфигурацию, имеющую вид клубка (глобулу). Прочность третичной структуры обеспечивается ионными, водородными и дисульфидными ($-\text{S}-\text{S}-$) связями между остатками цистеина, а также гидрофобным взаимодействием.

Четвертичная структура характерна не для всех белков. Она возникает в результате соединения нескольких глобул в сложный комплекс. Например, гемоглобин крови человека представляет комплекс из четырех таких субъединиц. Утрата белковой молекулой своей природной структуры называется **денатурацией**. Она может возникать под воздействием температуры, химических веществ, обезвоживания, облучения и других факторов. Если при денатурации не нарушена первичная структура, то при восстановлении нормальных условий белок способен воссоздавать свою структуру

Функции белков. Белки выполняют целый ряд функций как в каждой клетке, так и в целом организме. Функции белков многообразны. Белки выполняют **строительную функцию**.

Очень важна **ферментативная функция** белков. Белковые молекулы ферментов способны ускорять течение биохимических реакций в клетке в сотни миллионов раз. К настоящему времени выделено и изучено более тысячи ферментов, каждый из которых способен влиять на скорость течения той или иной биохимической реакции.

Молекулы одних ферментов состоят только из белков, другие включают белок и небелковое соединение, или **кофермент**. В качестве коферментов выступают различные вещества, как правило витамины и неорганические — ионы различных металлов.

Важное значение имеет **транспортная функция** белков. Так, гемоглобин переносит кислород из легких к клеткам других тканей. В мышцах эту функцию выполняет белок миоглобин. Сывороточный альбумин крови способствует переносу липидов и жирных кислот, различных биологически активных веществ. Белки-переносчики осуществляют перенос веществ через клеточные мембраны.

Специфические белки выполняют **защитную функцию**. Они предохраняют

организм от вторжения чужеродных организмов и от повреждения. Так, антитела, вырабатываемые лимфоцитами, блокируют чужеродные белки; интерфероны — универсальные противовирусные белки; фибриноген, тромбин и другие предохраняют организм от кровопотери, образуя тромб.

Многие живые существа для обеспечения защиты выделяют белки, называемые **токсинами**, которые в большинстве случаев являются сильными ядами. В свою очередь, некоторые организмы способны вырабатывать **антитоксины**, которые подавляют действие этих ядов.

Регуляторная функция присуща белкам-гормонам (регуляторам). Они регулируют различные физиологические процессы. Например, наиболее известным гормоном является инсулин, регулирующий содержание глюкозы в крови. При недостатке инсулина в организме возникает заболевание, известное как сахарный диабет.

Белки могут выполнять **энергетическую функцию**, являясь одним из источников энергии в клетке. При полном расщеплении 1 г белка до конечных продуктов выделяется 17,6 кДж энергии. Но в качестве источника энергии белки используются крайне редко. Аминокислоты, высвобождающиеся при расщеплении белковых молекул, используются для построения новых белков.

Роль белка в жизни клетки огромна. Современная биология показала, что сходство и различие организмов определяются в конечном счете набором белков. Чем ближе организмы друг к другу в систематическом положении, тем более сходны их белки.

Критерий оценивания:

Исследует влияние различных условий на структуру белков; определяет белки по их структуре, составу и функциям;

Задание.

1. Какие вещества называются белками?
2. Что такое первичная структура белка?
3. Как образуются вторичная, третичная и четвертичная структуры белка?
4. Что такое денатурация белка?
5. По какому признаку белки делятся на простые и сложные?
6. Какие функции белков вам известны?

Тема. Строение молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты.

Информационный блок.

В 1869 году швейцарский биохимик Фридрих Мишер обнаружил в ядре клеток соединения с кислотными свойствами и с еще большей молекулярной массой, чем белки. Альтман назвал их нуклеиновыми кислотами, от латинского слова «нуклеус» - ядро. Так же, как и белки, нуклеиновые кислоты являются полимерами. Мономерами их служат нуклеотиды, в связи с чем нуклеиновые кислоты можно еще назвать полинуклеотидами.

Нуклеиновые кислоты были найдены в клетках всех организмов, начиная от простейших и кончая высшими. Самое удивительное, что химический состав, структура и основные свойства этих веществ оказались сходными у разнообразных живых организмов. Но если в построении белков принимают участие около 20 видов аминокислот, то разных нуклеотидов, входящих в состав нуклеиновых кислот, всего четыре.

Нуклеиновые кислоты различают на две разновидности — дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК) и рибонуклеиновую кислоту (РНК). В состав ДНК входят азотистые основания (аденин (А), гуанин (Г), тимин (Т), цитозин (Ц)), дезоксирибоза $C_5H_{10}O_4$ и остаток фосфорной кислоты. В состав РНК вместо тимина входит урацил (У), а вместо дезоксирибозы — рибоза ($C_5H_{10}O_5$). Мономерами ДНК и РНК являются нуклеотиды, которые состоят из азотистых, пуриновых (аденин и гуанин) и пиримидиновых (урацил, тимин и цитозин) оснований, остатка фосфорной кислоты и углеводов (рибозы и дезоксирибозы).

Молекулы ДНК содержатся в хромосомах ядра клетки живых организмов, в эквивалентных структурах митохондрий, хлоропластов, в прокариотных клетках и во многих вирусах. По своей структуре молекула ДНК похожа на двойную спираль.

Структурная модель ДНК в виде двойной спирали впервые предложена в 1953 г. американским биохимиком Дж. Уотсоном и английским биофизиком и генетиком Ф. Криком, удостоенными вместе с английским биофизиком М. Уилкинсоном, получившим рентгенограмму ДНК, Нобелевской премии 1962 г. Нуклеиновые кислоты - это биополимеры, макромолекулы которых состоят из многократно повторяющихся звеньев - нуклеотидов. Поэтому их называют также полинуклеотидами.

Важнейшей характеристикой нуклеиновых кислот является их нуклеотидный состав. В состав нуклеотида - структурного звена нуклеиновых кислот - входят три составные части: азотистое основание - пиримидиновое или пуриновое. В нуклеиновых кислотах содержатся основания 4-х разных видов: два из них относятся к классу пуринов и два - к классу пиримидинов. Азот, содержащийся в кольцах, придает молекулам основные свойства. Моносахарид - рибоза или 2-дезоксирибоза. Сахар, входящий в состав нуклеотида, содержит пять углеродных атомов, т.е. представляет собой пентозу. В зависимости от вида пентозы, присутствующей в нуклеотиде, различают два вида нуклеиновых кислот - рибонуклеиновые кислоты (РНК), которые содержат рибозу, и дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК), содержащие дезоксирибозу. Остаток фосфорной кислоты. Нуклеиновые кислоты являются кислотами потому, что в их молекулах содержится фосфорная кислота.

Нуклеотид - фосфорный эфир нуклеозида. В состав нуклеозида входят два компонента: моносахарид (рибоза или дезоксирибоза) и азотистое основание

Метод определения состава НК основан на анализе гидролизатов, образующихся при их ферментативном или химическом расщеплении. Обычно используются три способа химического расщепления НК. Кислотный гидролиз в жестких условиях (70%-ная хлорная кислота, 100°C, 1 ч или 100%-ная муравьиная кислота, 175 °C, 2 ч), применяемый для анализа как ДНК, так и РНК, приводит к разрыву всех N-гликозидных связей и образованию смеси пуриновых и пиримидиновых оснований.

Нуклеотиды соединяются в цепь посредством ковалентных связей. Образованные таким образом цепи нуклеотидов объединяются в одну молекулу ДНК по всей длине водородными связями: адениновый нуклеотид одной цепи соединяется с тиминным нуклеотидом другой цепи, а гуаниновый — с цитозинным. При этом аденин всегда распознает только тимин и связывается с ним и наоборот. Подобную пару образуют гуанин и цитозин. Такие пары оснований, как и нуклеотиды, называются комплементарными, а сам принцип формирования двухцепочной молекулы ДНК — принципом комплементарности. Число нуклеотидных пар, например, в организме человека составляет 3 — 3,5 млрд.

ДНК — материальный носитель наследственной информации, которая кодируется последовательностью нуклеотидов. Расположение четырех типов нуклеотидов в цепях ДНК определяет последовательность аминокислот в молекулах белка, т.е. их первичную структуру. От набора белков зависят свойства клеток и индивидуальные признаки организмов. Определенное сочетание нуклеотидов, несущих информацию о структуре белка, и последовательность их расположения в молекуле ДНК образуют генетический код. Ген (от греч. *genos* — род, происхождение) — единица наследственного материала, ответственная за формирование какого-либо признака. Он занимает участок молекулы ДНК, определяющий структуру одной молекулы белка. Совокупность генов, содержащихся в одинарном наборе хромосом данного организма, называется геномом, а генетическая конституция организма (совокупность всех его генов) — генотипом. Нарушение последовательности нуклеотидов в цепи ДНК, а следовательно, в генотипе приводит к наследственным изменениям в организме — мутациям.

Для молекул ДНК характерно важное свойство удвоения — образования двух одинаковых двойных спиралей, каждая из которых идентична исходной молекуле. Такой процесс удвоения молекулы ДНК называется репликацией. Репликация включает в себя разрыв старых и формирование новых водородных связей, объединяющих цепи нуклеотидов. В начале репликации две старые цепи начинают раскручиваться и отделяться друг от друга. Затем по принципу комплементарности к двум старым цепям пристраиваются новые. Так образуются две идентичные двойные спирали. Репликация обеспечивает точное копирование генетической информации, заключенной в молекулах ДНК, и передает ее по наследству от поколения к поколению.

Функции ДНК

В молекуле ДНК с помощью биологического кода зашифрована последовательность аминокислот в пептидах. Каждая аминокислота кодируется сочетанием трех нуклеотидов, в этом случае образуется 64 триплета, из которых 61 кодируют аминокислоты, а 3 являются бессмысленными и выполняют функцию знаков препинания (АТТ, АЦТ, АТЦ). Шифрование одной аминокислоты несколькими триплетами получило название как *вырожденность триплетного кода*. Важными свойствами генетического кода является его специфичность (каждый триплет способен кодировать только одну аминокислоту), универсальность (свидетельствует о единстве происхождения всего живого на Земле) и неперекрываемость кодонов при считывании.

ДНК выполняет следующие функции:
хранение наследственной информации происходит с помощью гистонов. Молекула ДНК сворачивается, образуя вначале нуклеосому, а после гетерохроматин, из которого состоят хромосомы;
передача наследственного материала происходит путем репликации ДНК;
реализация наследственной информации в процессе синтеза белка.

Критерий оценивания:

1. Устанавливает связь между структурой дезоксирибонуклеиновой кислоты и ее выполняемой функцией.

Задание:

1. Где в клетке находятся нуклеиновые кислоты?
2. Какое строение имеют молекулы ДНК ?
3. Чем отличаются составы нуклеотидов ДНК и РНК?
4. Какие углеводы входят в состав нуклеотидов ДНК?
5. Какую роль выполняют эти НК?

Урок № 6

Тема. Строение молекулы рибонуклеиновой кислоты.

Информационный блок.

Рибонуклеиновые кислоты (РНК) — нуклеиновые кислоты, полимеры нуклеотидов, в состав которых входят остаток ортофосфорной кислоты, рибоза (в отличие от ДНК, содержащей дезоксирибозу) и азотистые основания — аденин, цитозин, гуанин и урацил (в отличие от ДНК, содержащей вместо урацила тимин). Эти молекулы содержатся в клетках всех живых организмов, а также в некоторых вирусах.

Клеточные РНК образуются в ходе процесса, называемого транскрипцией, то есть синтеза РНК на матрице ДНК, осуществляемого специальными ферментами — РНК-полимеразами. Затем матричные РНК (мРНК) подвергаются сплайсингу и принимают участие в процессе, называемом трансляцией. Трансляция — это синтез белка на матрице мРНК при участии рибосом. Другие РНК после транскрипции подвергаются химическим модификациям, и после образования вторичной и третичной структур выполняют функции, зависящие от типа РНК.

Для одноцепочечных РНК характерны разнообразные пространственные структуры, в которых часть нуклеотидов одной и той же цепи спарены между собой. Некоторые высокоструктурированные РНК принимают участие в синтезе белка клетки, например, транспортные РНК служат для узнавания кодонов и доставки соответствующих аминокислот к месту синтеза белка, а рибосомные РНК служат структурной и каталитической основой рибосом.

Однако функции РНК в современных клетках не ограничиваются их ролью в трансляции. Так малые ядерные РНК принимают участие в сплайсинге эукариотических матричных РНК и других процессах.

Помимо того, что молекулы РНК входят в состав некоторых ферментов (например, теломеразы) у отдельных РНК обнаружена собственная энзиматическая активность, способность вносить разрывы в другие молекулы РНК или, наоборот, «склеивать» два РНК-фрагмента. Такие РНК называются рибозимами.

Геномы ряда вирусов состоят из РНК, то есть у них она играет роль, которую у высших организмов выполняет ДНК. На основании разнообразия функций РНК в клетке была выдвинута гипотеза, согласно которой РНК — первая молекула, которая была способна к самовоспроизведению в добиологических системах.

Азотистые основания в составе РНК могут образовывать водородные связи между цитозином и гуанином, аденином и урацилом, а также между гуанином и урацилом. Однако возможны и другие взаимодействия, например, несколько аденинов могут образовывать петлю, или петля, состоящая из четырёх нуклеотидов, в которой есть пара оснований аденин — гуанин

Важная структурная особенность РНК, отличающая её от ДНК — наличие гидроксильной группы в 2' положении рибозы, которая позволяет молекуле РНК существовать в А, а не В-конформации, наиболее часто наблюдаемой у ДНК. У А-формы глубокая и узкая большая бороздка и неглубокая и широкая малая бороздка. Второе последствие наличия 2' гидроксильной группы состоит в том, что конформационно пластичные, то есть не принимающие участие в образовании двойной спирали, участки молекулы РНК могут химически атаковать другие фосфатные связи и их расщеплять.

«Рабочая» форма одноцепочечной молекулы РНК, как и у белков, часто обладает третичной структурой. Третичная структура образуется на основе элементов вторичной структуры, образуемой с помощью водородных связей внутри одной молекулы. Различают несколько типов элементов вторичной структуры — стебель-петли, петли и псевдоузлы¹²⁰. В силу большого числа возможных вариантов спаривания оснований предсказание вторичной структуры РНК — гораздо более сложная задача, чем

предсказание вторичной структуры белков, но в настоящее время есть эффективные программы, например.

Примером зависимости функции молекул РНК от их вторичной структуры являются участки внутренней посадки рибосомы (IRES). IRES — структура на 5' конце информационной РНК, которая обеспечивает присоединение рибосомы в обход обычного механизма инициации синтеза белка, требующего наличия особого модифицированного основания (кэпа) на 5' конце и белковых факторов инициации. Первоначально IRES были обнаружены в вирусных РНК, но сейчас накапливается всё больше данных о том, что клеточные мРНК также используют IRES-зависимый механизм инициации в условиях стресса.

Многие типы РНК, например, рРНК и мяРНК в клетке функционируют в виде комплексов с белками, которые ассоциируют с молекулами РНК после их синтеза или (у эукариот) экспорта из ядра в цитоплазму. Такие РНК-белковые комплексы называются рибонуклеопротеиновыми комплексами или рибонуклеопротеидами.

6. Типы РНК

Матричная (информационная) РНК — РНК, которая служит посредником при передаче информации, закодированной в ДНК к рибосомам, молекулярным машинам, синтезирующим белки живого организма. Кодированная последовательность мРНК определяет последовательность аминокислот полипептидной цепи белка. Однако подавляющее большинство РНК не кодируют белок. Эти некодирующие РНК могут транскрибироваться с отдельных генов (например, рибосомальные РНК) или быть производными интронов. Классические, хорошо изученные типы некодирующих РНК — это транспортные РНК (тРНК) и рРНК, которые участвуют в процессе трансляции. Существуют также классы РНК, ответственные за регуляцию генов, процессинг мРНК и другие роли. Кроме того, есть и молекулы некодирующих РНК, способные катализировать химические реакции, такие, как разрезание и лигирование молекул РНК. По аналогии с белками, способными катализировать химические реакции — энзимами (ферментами), каталитические молекулы РНК называются рибозимами

Роль разных типов РНК в синтезе белка (по Уотсону)

Информация о последовательности аминокислот белка содержится в мРНК. Три последовательных нуклеотида (кодон) соответствуют одной аминокислоте. В эукариотических клетках транскрибированный предшественник мРНК или пре-мРНК процессируется с образованием зрелой мРНК. Процессинг включает удаление некодирующих белок последовательностей (интронов). После этого мРНК экспортируется из ядра в цитоплазму, где к ней присоединяются рибосомы, транслирующие мРНК с помощью соединённых с аминокислотами тРНК.

В безядерных клетках (бактерии и археи) рибосомы могут присоединяться к мРНК сразу после транскрипции участка РНК. И у эукариот, и у прокариот цикл жизни мРНК завершается её контролируемым разрушением ферментами рибонуклеазами.

Транспортные (тРНК) — малые, состоящие из приблизительно 80 нуклеотидов, молекулы с консервативной третичной структурой. Они переносят специфические аминокислоты в место синтеза пептидной связи в рибосоме. Каждая тРНК содержит участок для присоединения аминокислоты и антикодон для узнавания и присоединения к кодомам мРНК. Антикодон образует водородные связи с кодоном, что помещает тРНК в положение, способствующее образованию пептидной связи между последней аминокислотой образованного пептида и аминокислотой, присоединённой к тРНК.

Рибосомальные РНК (рРНК) — каталитическая составляющая рибосом. Эукариотические рибосомы содержат четыре типа молекул рРНК: 18S, 5.8S, 28S и 5S. Три из четырёх типов рРНК синтезируются в ядрышке. В цитоплазме рибосомальные РНК соединяются с рибосомальными белками и формируют нуклеопротеин, называемый рибосомой. Рибосома присоединяется к мРНК и синтезирует белок. рРНК составляет до 80 % РНК, обнаруживаемой в цитоплазме эукариотической клетки.

Критерий оценивания:

Различает строение и функции типов молекул рибонуклеиновой кислоты;

Задание:

1. Где в клетке находятся нуклеиновые кислоты?
2. Какое строение имеют молекулы РНК ?
3. Чем отличаются составы нуклеотидов ДНК и РНК?
4. Какие углеводы входят в состав нуклеотидов РНК ?

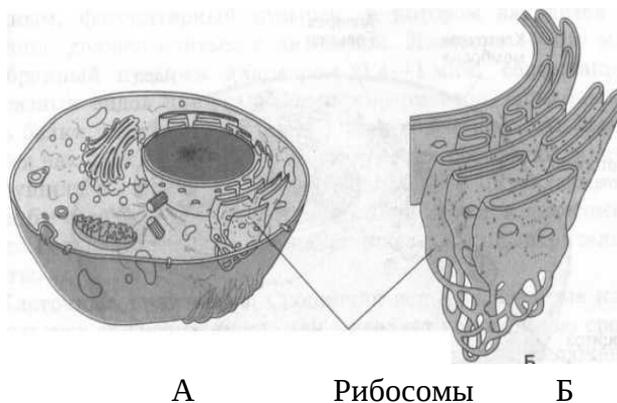
II раздел. Клеточная биология.

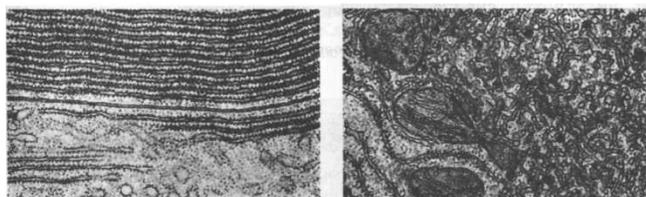
Урок № 1

Тема. Особенности строения и функций органоидов в клетке Информационный блок

Эндоплазматическая сеть (ЭПС). Эндоплазматическая сеть, или эндоплазматический ретикулум, представляет собой систему трубочек и полостей, пронизывающих цитоплазму клетки. ЭПС образована мембраной, которая имеет такое же строение, как и плазматическая мембрана. Трубочки и полости ЭПС могут занимать до 50% объема клетки и нигде не обрываются и не открываются в цитоплазму (рис. 31). Различают *гладкую* и *шероховатую* (гранулярную) ЭПС. На шероховатой ЭПС расположено множество рибосом. Именно здесь синтезируется большинство белков. На поверхности гладкой ЭПС идет синтез углеводов и липидов. Вещества, синтезированные на мембранах ЭПС, переносятся внутрь трубочек ретикулума и по ним транспортируются к местам накопления или использования в биохимических реакциях. Шероховатая сеть лучше развита в тех клетках, которые синтезируют белки для нужд всего организма (например, белковые гормоны), а гладкая — в тех клетках, которые синтезируют, к примеру, сахара и липиды. В гладкой ЭПС, кроме того, накапливаются ионы кальция — важные регуляторы всех функций клеток и целого организма.

Комплекс (аппарат) Гольджи. Система внутриклеточных цистерн, в которых накапливаются вещества, синтезированные клеткой, носит название комплекса (аппарата) Гольджи. Здесь же эти вещества претерпевают дальнейшие биохимические превращения, упаковываются в мембранные пузырьки и переносятся в те места цитоплазмы, где они необходимы, или же транспортируются к клеточной мембране и выходят за пределы клетки. Комплекс Гольджи построен из мембран и расположен рядом с ЭПС, но не сообщается с ее каналами. Поэтому все вещества, синтезированные на мембранах ЭПС, переносятся в комплекс Гольджи внутри мембранных пузырьков, отпочковывающихся от ЭПС и сливающихся затем с комплексом Гольджи. Еще одна важная функция комплекса Гольджи — это сборка мембран клетки. Вещества, из которых состоят мембраны (белки, липиды), поступают в комплекс Гольджи из ЭПС, в полостях комплекса Гольджи собираются участки мембран, из которых изготавливаются особые мембранные пузырьки. Они передвигаются по цитоплазме в те места клетки, где требуется достроить мембрану.





В

Г

Рис. 31. Строение эндоплазматической сети: А — расположение в клетке; Б — схема участка ЭПС; В — микрофотография участка шероховатой ЭПС; Г — микрофотография участка гладкой ЭПС

Лизосомы. Когда в клетку попадают пищевые частицы, их необходимо переварить, т. е. разрушить до таких веществ, которые клетка может использовать. Для того чтобы переваривание стало возможным, фагоцитарный пузырек, в котором находится пищевая частица, должен слиться с лизосомой. Лизосома — это маленький мембранный пузырек диаметром 0,4—1 мкм, содержащий около 50 разных видов пищеварительных ферментов, способных расщеплять белки, углеводы, липиды, нуклеиновые кислоты. Все эти ферменты находятся в лизосомах в неактивном состоянии, иначе бы они разрушили мембрану лизосомы, вышли бы в цитоплазму и переварили бы содержимое самой клетки. Формируются лизосомы в комплексе Гольджи, где накапливаются пищеварительные ферменты.

Критерий оценивания:

Объясняет особенности строения и функции органоидов клетки, видимые под электронным микроскопом;

Задание:

1. В каких клеточных органоидах перевариваются пищевые вещества?
2. Какую функцию в клетке выполняет эндоплазматическая сеть?
3. Какие функции выполняет комплекс Гольджи?
4. Какие клеточные включения вы знаете? Какова их роль в клетке?

Урок №2.

Тема. Особенности структуры и функции клеток бактерий, грибов, растений и животных.

Информационный блок.

Сейчас нельзя с полной уверенностью сказать, когда и как возникла на Земле жизнь. Мы также точно не знаем, как питались первые живые существа на Земле: автотрофно или гетеротрофно. Но в настоящее время на нашей планете мирно сосуществуют представители нескольких царств живых существ. Несмотря на большое различие в строении и образе жизни, очевидно, что между ними сходств больше, чем различий, и все они, вероятно, имеют общих предков, живших в далекой архейской эре.

О наличии общих «дедушек» и «бабушек» свидетельствует целый ряд общих признаков у клеток эукариот: простейших, растений, грибов и животных. К этим признакам можно отнести:

общий план строения клетки: наличие клеточной мембраны, цитоплазмы, ядра, органоидов;

принципиальное сходство процессов обмена веществ и энергии в клетке;
кодирование наследственной информации при помощи нуклеиновых кислот;
единство химического состава клеток;
сходные процессы деления клеток.

Различия в строении клеток растений и животных. В процессе эволюции, в связи с неодинаковыми условиями существования клеток представителей различных царств живых существ, возникло множество отличий. Сравним строение и жизнедеятельность клеток растений и животных (табл.)

Сравнение клеток растений и животных

Признаки	Клетки растений	Клетки животных
Способ питания	Автотрофы	Гетеротрофы
Клеточная стенка	Есть. Клетка не меняет своей формы	Нет. Клетка может менять форму
Пластиды	Хлоропласты, хромопласты, лейкопласты	Нет
Вакуоли	Немногочисленные крупные полости, заполненные клеточным соком. Содержат запас питательных веществ. Обеспечивают тургорное давление	Многочисленные мелкие пищеварительные, у некоторых — сократительные. Строение не такое, как у вакуолей растений
Синтез АТФ	В пластидах и митохондриях	В митохондриях
Запасной углевод	Крахмал	Гликоген
Способ хранения питательных веществ	Чаще располагаются в клеточном соке вакуоли	Расположены в цитоплазме в виде клеточных включений
Центриоли	Нет	Есть
Деление	Образуется перегородка	Образуется перетяжка

	между клетками	дочерними	между клетками	дочерними
--	-------------------	-----------	-------------------	-----------

Главное отличие между клетками этих двух царств заключается в способе их питания. Клетки растений, содержащие хлоропласты, являются автотрофами, т. е. сами синтезируют необходимые для жизнедеятельности органические вещества за счет энергии света в процессе фотосинтеза. Клетки животных — гетеротрофы, т. е. источником углерода для синтеза собственных органических веществ для них являются органические вещества, поступающие с пищей. Эти же пищевые вещества, например углеводы, служат для животных источником энергии. Есть и исключения, такие как зеленые жгутиконосцы, которые на свету способны к фотосинтезу, а в темноте питаются готовыми органическими веществами. Для обеспечения фотосинтеза в клетках растений содержатся пластиды, несущие хлорофилл и другие пигменты.

Так как растительная клетка имеет клеточную стенку, защищающую ее содержимое и обеспечивающую постоянную ее форму, то при делении между дочерними клетками образуется перегородка, а животная клетка, не имеющая такой стенки, делится с образованием перетяжки.

Особенности клеток грибов. Еще совсем недавно грибы относили к растениям, однако сейчас эта весьма своеобразная и большая по числу видов группа живых существ выделена в отдельное царство. Грибы, так же как и животные, •⁺ гетеротрофы, питаются готовыми органическими соединениями. Они могут быть **сапротрофами**, т. е. питаться органикой мертвых существ, **паразитами**, т. е. питаться живой органикой, или **симбионтами** высших растений, находясь с ними во взаимовыгодной связи. Пластид и хлорофилла клетки грибов не содержат. Среди грибов существуют и «хищники», образующие в почве клейкие петли, в которых запутываются мелкие круглые черви. После этого клетки грибницы проникают в пойманного червя, разрастаются в нем и высасывают его содержимое. У клеток грибов, как и у растений, есть клеточная стенка поверх плазматической мембраны. Часто в состав клеточной стенки у грибов входит хитин — вещество, образующее наружные покровы у членистоногих. Запасным питательным веществом в клетках грибов является углевод гликоген, как у животных, а не крахмал, как у растений. Тело гриба образовано нитевидными структурами в один ряд клеток — **гифами**. У некоторых грибов перегородки между клетками утрачиваются, и возникает грибница, состоящая из одной гигантской многоядерной клетки. Грибы не способны к активному движению, зато они могут расти неограниченно — это признаки, которые объединяют грибы с растениями. Способы размножения грибов многообразны. Они могут размножаться бесполом путем (частями грибницы, спорами), а также половым путем.

Таким образом, выделение грибов в самостоятельное царство, насчитывающее более 100 тыс. видов, абсолютно оправдано. Свое происхождение грибы ведут или от древнейших нитчатых водорослей, утерявших хлорофилл, т. е. от растений, или от каких-то неведомых нам древнейших гетеротрофов, т. е. животных.

Критерий оценивания: Объясняет особенности строения и функции органоидов клетки, видимые под электронным микроскопом;

Задание:

1. Чем растительная клетка отличается от животной?
2. Каковы различия в делении растительных и животных клеток?
3. Почему грибы выделены в самостоятельное царство?
4. Что общего и какие различия в строении и жизнедеятельности можно выделить, сравнивая грибы с растениями и животными?
5. На основании каких признаков можно предположить, что все эукариоты имели общих предков?

Урок №3

Тема. Взаимосвязь между структурой, свойствами и функциями клеточной мембраны.

Информационный блок.

В клеточной мембране имеются липиды трех классов: фосфолипиды (представляются собой комбинацию жиров и фосфора) гликолипиды (представляют собой комбинацию жиров и углеводов), холестерол.

Фосфолипиды и гликолипиды в свою очередь состоят из гидрофильной головки, в которую отходят два длинных гидрофобных хвостика. Холестерол же занимает пространство между этими хвостиками, не давая им изгибаться, все это в некоторых случаях делает мембрану определенных клеток весьма жесткой. Помимо всего этого молекулы холестерола упорядочивают структуру клеточной мембраны.

Но как бы там ни было, а самой важной частью строения клеточной мембраны является белок, точнее разные белки, играющие различные важные роли. Несмотря на разнообразие белков содержащихся в мембране есть нечто, что их объединяет – вокруг всех белков мембраны расположены аннулярные липиды. Аннулярные липиды – это особые структурированные жиры, которые служат своеобразной защитной оболочкой для белков, без которой они бы попросту не работали.

Структура клеточной мембраны имеет три слоя: основу клеточной мембраны составляет однородный жидкий билипидный слой. Белки же покрывают его с обеих сторон напоподобие мозаики. Именно белки помимо описанных выше функций также играют роль своеобразных каналов, по которым сквозь мембрану проходят вещества, неспособные проникнуть через жидкий слой мембраны. К таким относятся, например, ионы калия и натрия, для их проникновения через мембрану природой предусмотрены специальные ионные каналы клеточных мембран. Иными словами белки обеспечивают проницаемость клеточных мембран.

Свойства и функции

Барьерная функция клеточной мембраны – мембрана как самый настоящий пограничник, стоит на страже границ клетки, задерживая, не пропуская вредные или попросту неподходящие молекул

Транспортная функция клеточной мембраны – мембрана является не только пограничником у ворот клетки, но и своеобразным таможенным пропускным пунктом, через нее постоянно проходит обмен полезными веществами с другими клетками и окружающей средой.

Матричная функция – именно клеточная мембрана определяет расположение органоидов клетки относительно друг друга, регулирует взаимодействие между ними.

Механическая функция – отвечает за ограничение одной клетки от другой и параллельно за правильное соединение клеток друг с другом, за формирование их в однородную ткань.

Защитная функция клеточной мембраны является основой для построения защитного щита клетки. В природе примером этой функции может быть твердая древесина, плотная кожа, защитный панцирь у черепахи, все это благодаря защитной функции мембраны.

Энергетическая функция – фотосинтез и клеточное дыхание были бы невозможны без участия белка, содержащегося в клеточной мембране. Именно через белковые каналы происходит важный клеточный энергообмен, в этом заключаются самые главные функции белка в клеточной мембране.

Рецепторная функция – и опять возвращаемся к белкам мембраны, помимо собственно энергообмена они обладают еще одной очень важной функцией – они служат рецепторами клеточной мембраны, благодаря которым клетка получает сигнал от гормонов и нейромедиаторов. Все это необходимо для нормального течения гормональных процессов и проведения нервного импульса.

Ферментативная функция – еще одна важная функция, осуществляемая некоторыми белками клетки. Например, благодаря этой функции в эпителии кишечника происходит синтез пищеварительных ферментов.

Также помимо всего этого через клеточную мембрану осуществляется клеточный обмен, который может проходить тремя разными реакциями:

Фагоцитоз – это клеточный обмен, при котором встроенные в мембрану клетки-фагоциты захватывают и переваривают различные питательные вещества.

Пиноцитоз – представляет собой процесс захвата мембраной клетки, соприкасающиеся с ней молекулы жидкости. Для этого на поверхности мембраны образуются специальные усики, которые как будто окружают каплю жидкости, образуя пузырек, который впоследствии «проглатывается» мембраной.

Экзоцитоз – представляет собой обратный процесс, когда клетка через мембрану выделяет секреторную функциональную жидкость на поверхность.

Критерий оценивания: определяет связь между структурой, свойствами и функциями клеточной мембраны, используя жидкостно – мозаичную модель.

Задание:

Какие виды эндоцитоза существуют в природе?

1. Мембранам клеток, каких организмов не характерен фагоцитоз?
2. Какому учёному принадлежит право открытия явления фагоцитоза?
3. Почему клетки в тканях не распадаются, а удерживаются друг возле друга?

III раздел. Питание.

Урок № 1

Тема. Питание клетки.

Информационный блок.

Способы питания. Организмы, обитающие на Земле, представляют собой **открытые системы**, т. е. они непрерывно обмениваются энергией и веществом с окружающей средой. Энергия необходима каждой клетке, чтобы осуществлять многочисленные реакции превращения веществ и синтеза тех продуктов, которые клетка использует для своего пластического обмена: построения органоидов, деления, накопления питательных веществ и т. п. Иными словами, энергия необходима клетке для процессов ассимиляции. Однако для «клеточного строительства» необходима не только энергия, но и «стройматериалы». Поэтому значительная часть веществ, получаемых клеткой извне, используется не для получения энергии, а для построения и восстановления клеточных структур.

Питанием называют совокупность процессов, включающих поступление в организм, переваривание, всасывание и усвоение им пищевых веществ. В процессе питания организмы получают химические соединения, используемые ими для всех процессов жизнедеятельности. По способу получения органических веществ, т. е. по способу питания, все живые организмы делятся на автотрофы и гетеротрофы

Автотрофы могут сами синтезировать необходимые им органические вещества, получая из окружающей среды углерод в виде CO_2 , и минеральные соли. Одним автотрофам источником энергии реакций биосинтеза служит солнечный свет; такие организмы называются **фототрофами**, или **фотосинтетиками**. Другие автотрофы используют для синтеза органических веществ энергию, высвобождающуюся в ходе химических превращений неорганических соединений. Их называют **хемотрофами**, или **хемосинтетиками**. К фототрофным относятся клетки зеленых растений, содержащие хлорофилл и бактерии, способные к фотосинтезу (например, цианобактерии), а к хемотрофным — некоторые другие бактерии.

Гетеротрофы не могут сами синтезировать весь набор необходимых им для жизнедеятельности органических веществ. Поэтому они поглощают нужные им соединения из окружающей среды. Затем они строят из полученных органических веществ собственные белки, липиды, углеводы.

К гетеротрофам относятся животные, грибы и многие бактерии. Кроме того, клетки растений, неспособные к фотосинтезу (например, клетки корня), также питаются гетеротрофно, поскольку получают органические вещества из других органов зеленого растения.

Существуют также организмы, способные использовать **оба способа питания**. Это, например, эвглена зеленая, которую ботаники относят одноклеточным зеленым водорослям, а зоологи — к жгутиковым простейшим. И те и другие правы, поскольку на свету этот организм — фототроф, а в темноте — гетеротроф. Некоторые растения, например нерина мухоловка или росянка, способны пополнять нехватку азота влей и перевариванием насекомых, другие растения частично перешли к паразитическому образу жизни и, помимо фотосинтеза, могут получать органические вещества из организма хозяина при помощи особых видоизменений корней (омела, петров крест, повилика).

Полученные авто- или гетеротрофным путем органические вещества не могут непосредственно обеспечивать энергией процессы, происходящие в клетке. За счет энергии химических связей этих веществ сначала обязательно синтезируется

универсальный для всех живых существ источник энергии — АТФ.

Критерий оценивания:

Объясняет способы питания.

Задание:

- 1.Какие организмы являются гетеротрофами?
- 2.Какие организмы на Земле практически не зависят от энергии солнечного света?

Урок № 2

Тема. Структурные компоненты хлоропласта и их функции.

Информационный блок.

Хлоропласты (пластиды) – двумембранные органоиды. Органоиды, состоящие из двух мембран, называются *двумембранными*. К ним относятся митохондрии и пластиды. Важнейшая часть эукариотической клетки – ядро, которое также отделено от цитоплазмы двойной мембраной.

Митохондрии и пластиды – это *полуавтономные органоиды*, способные реализовать собственную генетическую информацию. Они содержат свою вне хромосомную ДНК, все необходимые виды РНК и рибосомы, могут синтезировать собственные белки.

Как показали исследования, митохондрии и пластиды содержат кольцевую *внеядерную ДНК*. Ее принято называть *цитоплазматической ДНК*, или *цитоплазматической наследственностью*, противопоставляя это понятие ядерной наследственности, или ДНК хромосом.

Виды пластид. Как вы помните, существуют три вида пластид. Бесцветные *лейкопласты* накапливают крахмал или иные вещества. Они часто содержатся в клубнях, семенах, сердцевине стеблей. *Хромoplastы* бывают разных ярких цветов: желтого, красного, оранжевого. Они содержат пигмент – *каротин* (морковь, персики, томаты, тыква). Также этот вид пластид привлекает насекомых, окрашивая в соответствующие цвета лепестки роз, подсолнечника, тюльпанов и т. д. Еще в них могут накапливаться вредные вещества (красные и желтые опадающие осенние листья).

Хлоропласты – самые известные и распространенные пластиды. Их основная функция – осуществление процесса *фотосинтеза*. По общему плану строения все пластиды сходны между собой, но мы остановимся на особенностях строения хлоропластов именно в связи с выполняемыми ими функциями.

Итак, они имеют две мембраны. *Наружная мембрана* хлоропласта гладкая. Она ограничивает хлоропласт от окружающей его цитоплазмы. Именно непроницаемость наружной мембраны для электронов хлорофилла делает фотосинтез возможным. Кроме того, как и любая наружная мембрана, она осуществляет избирательную проницаемость и обмен веществ между хлоропластом и «окружающей средой» (цитоплазмой).

Внутренняя мембрана – важнейшая часть хлоропласта, в которой протекают реакции взаимодействия света с *хлорофиллом*. Именно тут *энергия света переходит в химическую энергию АТФ*. То есть молекулы хлорофилла и других вспомогательных пигментов закрепляются на внутренней мембране хлоропласта. Внутренняя мембрана уже не гладкая, она образует впячивающиеся внутрь складки, называемые *тилакоидами*. Тилакоиды образуют «стопочки» из мембраны, погруженные внутрь хлоропласта (рис. 7), которые называют *тилакоидами гран*, или просто *гранами*. Между этими «стопочками» есть одиночные мембранные перетяжки, переходы – *тилакоиды стромы*, или *ламеллы*.

Строма – это жидкость внутри хлоропласта. В ней плавают кольцевая ДНК, разные виды РНК и рибосомы. Именно они синтезируют все ферменты, осуществляющие жизненные процессы самого хлоропласта и химические реакции фотосинтеза. Так, например, в строме происходит образование органических веществ – синтез углеводов (глюкозы, сахара, крахмала). Также именно в строме разлагается вода, из которой выделяется свободный кислород. Ведь газ, которым мы все дышим, образуется именно в ходе одного из этапов фотосинтеза. Чтобы эти реакции успешно происходили, в строме

синтезируются все необходимые ферменты.

Пигменты фотосинтеза. Для того чтобы свет мог оказывать влияние на растительный организм и, в частности, использоваться в процессе фотосинтеза, необходимо его поглощение фоторецепторами-пигментами.

Пигменты – это окрашенные вещества, которые поглощают свет определенной длины волны. Непоглощенные участки солнечного спектра отражаются, что и обуславливает окраску пигментов. Так, зеленый пигмент хлорофилл поглощает красные и синие лучи, тогда как зеленые лучи в основном отражаются. И поэтому листья кажутся зелеными.

Состав пигментов зависит от систематического положения группы организмов. У фотосинтезирующих бактерий и водорослей пигментный состав очень разнообразен (хлорофиллы, бактериохлорофиллы, бактериородопсин, каротиноиды, фикобилины). Их набор и соотношение специфичны для различных групп и во многом зависят от среды обитания организмов. Пигменты фотосинтеза у высших растений значительно менее разнообразны.

Критерий оценивания:

Устанавливает взаимосвязь между структурой и функцией хлоропласта.

Задание:

1. Как вы понимаете, что такое *двумембранные* и *полуавтономные органоиды*? Одинаковы ли эти понятия?
2. Назовите иные пигменты, кроме хлорофилла.

Применение

1. Сравните виды пластид и установите связь между их цветом (пигментами и непигментными веществами) и видами пластид.
2. Назовите причины, по которым хлоропласты относятся к полуавтономным органоидам.

Урок 3

Тема. Световая фаза фотосинтеза.

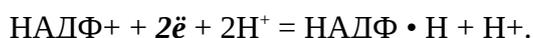
Информационный блок.

Фотосинтез. Солнце было и остается неисчерпаемым источником энергии для нашей планеты. Важнейшим ароморфозом архейской эры стало возникновение фотосинтеза — процесса, с помощью которого часть живых существ «научилась» использовать энергию солнечного света для синтеза необходимых им веществ.

Фотосинтезирующими органоидами зеленых растений служат хлоропласты. Структурной и функциональной единицей хлоропластов являются **тилакоиды** — плоские мембранные мешочки, уложенные в стопки (**граны**). На мембранах тилакоидов расположены особые комплексы, в которые входят молекулы хлорофилла, а также переносчиков электронов — **цитохромов**. Хлорофилл обладает особой химической структурой, которая позволяет ему улавливать кванты света. Существует несколько видов молекул хлорофилла, различающихся по длине волны улавливаемых квантов. Основными «ловцами» световых частиц являются хлорофиллы (с длиной волны улавливаемых квантов 700 нм) и a_n (680 нм). Другие пигменты выполняют вспомогательную роль.

Фотосинтез происходит в две фазы — световую и темновую. Во время световой фазы накапливается энергия, необходимая для синтеза органических веществ, происходящего в темновой фазе. Световая фаза. Процесс световой фазы фотосинтеза растений включает в себя нециклическое фосфорилирование и фотолиз воды. Реакции происходят на мембранах хлоропластов.

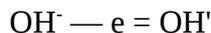
Фотосистема I. Молекулы хлорофилла поглощают свет с длиной волны 700 нм. Электроны, получившие избыток энергии, участвуют в реакции диссоциации воды ($H_2O = H^+ + OH^-$). Электроны и ионы водорода реагируют с НАДФ⁺ (никотинамидадениндинуклеотидфосфата):



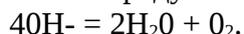
Полученное в данной реакции вещество НАДФ · Н играет роль восстановителя в реакциях темновой фазы.

Процесс распада воды до H^+ и OH^- , протекающий при участии электронов, имеющих избыток энергии за счет фотореакций, получил название **фотолиза воды**.

Фотосистема II. Молекулы хлорофилла поглощают свет с длиной волны 680 нм. Электроны с избыточной энергией по системе цитохромов переносятся на молекулы хлорофилла a_x и занимают пустующие орбитали, которые раньше занимали электроны, связавшиеся с ионами водорода в ходе фотолиза воды. (При прохождении электронов по цепочке цитохромов часть их энергии используется для синтеза АТФ.) В результате возникает нехватка электронов в молекулах хлорофилла a_n . Эта нехватка восполняется электронами гидроксид-анионов (OH^-), которые образовались в ходе того же фотолиза воды. Отдавая электроны молекулам хлорофилла a_n , эти ионы превращаются в гидроксид-радикалы:



Гидроксид-радикал — это чрезвычайно неустойчивое химическое соединение, поэтому, только образовавшись, оно самопроизвольно превращается в воду и свободный кислород, выделяемый растением во внешнюю среду:



Таким образом, **кислород, которым дышит подавляющее большинство живых организмов на Земле, представляет собой побочный продукт фотосинтеза, образующийся вследствие фотолиза воды.**

В реакциях световой фазы фотосинтеза накапливается энергия (НАДФ-Н и АТФ), которая тратится в процессах темновой фазы. Синтез АТФ из АДФ за счет энергии света — очень эффективный процесс: за одно и то же время в хлоропластах образуется в 30 раз больше АТФ, чем в митохондриях.

Критерий оценивания:

Объясняет процессы, протекающие при световой фазе фотосинтеза.

Задание:

1. Что представляла собой «великая кислородная революция»?
2. Какое соединение является источником углерода для сахаров, синтезированных в процессе фотосинтеза?
3. Какие процессы происходят в световую фазу фотосинтеза? На каких структурах хлоропластов они протекают?
4. Какие процессы происходят в темновую фазу фотосинтеза? Где в хлоропластах они осуществляются?

Урок № 4

Тема. Факторы, влияющие на скорость фотосинтеза.

Информационный блок.

Факторы, влияющие на фотосинтез. Как вы помните, на физиологические процессы в живых организмах оказывают влияние различные факторы, как внешние, так и внутренние. К внутренним факторам, влияющим на фотосинтез, будут относиться особенности строения хлоропластов, тип хлорофилла, особенности других пигментов и биохимическая конструкция всех ферментов и молекул-переносчиков, задействованных в этом процессе. К внешним факторам будут относиться условия окружающей среды, которые необходимы для фотосинтеза, либо те, что могут отрицательно повлиять на растение, даже не участвуя в фотосинтезе непосредственно.

Лимитирующие факторы фотосинтеза – это те условия, при увеличении (улучшении) которых скорость и эффективность процесса фотосинтеза будут возрастать. Какие же внешние факторы необходимы для осуществления процесса фотосинтеза? Прежде всего, это *свет, вода и углекислый газ*. Так как почти все биохимические процессы в живой клетке контролируются ферментами, следовательно, для фотосинтеза будет иметь значение и *температура* окружающей среды.

Главным лимитирующим фактором является тот, который в данный момент времени более всего затрудняет фотосинтез. Так, если света совсем мало, лимитирующим фактором становится свет. При улучшении освещения до нормальных значений свет уже перестает ограничивать фотосинтез, и лимитирующим фактором становится какой-то иной. Например, количество углекислого газа в воздухе, увеличение его концентрации вызовет повышение уровня фотосинтеза.

Впервые ввел понятие и описал роль *лимитирующих факторов* английский биохимик **Фредерик Блэкман** (1866–1947) в 1905 г.

Во времена Блэкмана ученые не знали того, что знаете вы сейчас. Не были еще изучены биохимические механизмы цикла Кальвина и взаимодействие света с хлорофиллом, не было понятия о процессе фотоллиза воды. Было известно только то, что углекислый газ, свет и вода исчезают в листе. Вместо них образуются кислород, глюкоза или крахмал (молекулы которого получаются из молекул глюкозы путем полимеризации – однотипного последовательного соединения). Суть работы Блэкмана заключалась в том, что он изменял два условия в жизни растения – количество света и углекислого газа в воздухе. Именно после этих опытов он предположил, что фотосинтез состоит из двух фаз: быстрой – *световой* и медленной – *темновой*.

Значения лимитирующих факторов сегодня изучены достаточно хорошо. Так *температура* окружающей среды, после повышения которой интенсивность фотосинтеза перестает расти, составляет 25°C. В организмах животных эффективность работы ферментов продолжает расти при повышении температуры примерно до 40°C. Но у растений при повышении температуры выше 25°C эффективность фотосинтеза перестает возрастать. При дальнейшем повышении температуры даже снижается. Видимо, происходит закрывание устьиц, и организм растения начинает экономить воду. Зеленым клеткам мякоти листа начинает не

хватать углекислого газа, так как через закрытые устья он не может попасть в растение. Лимитирующим фактором в данном случае становится не столько слишком высокая температура, сколько недостаток CO₂.

Вода – одно из условий жизнедеятельности организма растений вообще и фотосинтеза в частности. Кроме того, что вода используется в реакциях фотолиза, она влияет и на все другие жизненные процессы, определяет вязкость цитоплазмы, состав клеточного сока, тургорное давление, транспорт веществ по растению, эффективность работы ферментов и т. д. Ученые выявили, что даже если растения испытывают незначительный, временный недостаток влаги, приводящий к увяданию, их урожайность заметно снижается.

Свет – важнейший фактор фотосинтеза. Сколько света нужно растениям, чтобы эффективность фотосинтеза была максимальной? Ученые называют цифру – 10 000 люкс. Для сравнения: освещение в яркий (не пасмурный), летний, солнечный день соответствует 100 000 люкс. Следовательно, в естественных природных условиях освещать растение сильнее не имеет смысла, ведь интенсивность фотосинтеза не будет при этом возрастать.

Углекислый газ в современной атмосфере имеет концентрацию 0,03%. Точно установлено, что эффективность фотосинтеза у всех видов растений будет возрастать с повышением концентрации CO₂ от 0,3 до 0,5%. Большинство видов растений отрицательно реагирует на длительное воздействие CO₂ концентрацией выше 0,5%. Так тропические виды, экспериментально содержащиеся в условиях с концентрацией 0,5% CO₂, интенсивно развивались, но очень быстро старели и погибали. Дальнейшая эффективность повышения CO₂ под вопросом, но в искусственно созданной атмосфере даже с такой высокой концентрацией CO₂, как 2,5–5%, мгновенной гибели растений не наступало. Принято считать, что даже если оптимальная концентрация CO₂ зависит от вида растений, среднее ее значение составляет 0,1%.

Лимитирующими факторами могут быть загрязняющие или ядовитые агенты, находящиеся в окружающей среде. Так пыль, оседающая на листья, препятствует проникновению солнечного света, осажаясь на поверхности листа. Забивая устья, препятствует газообмену с воздухом. Нарушают функционирование листьев и подавляют фотосинтез различные промышленные загрязнители, такие как диоксид серы, сажа, соединения меди и других металлов. Действие некоторых гербицидов, направленное против сорняков, тоже основано на веществах, подавляющих фотосинтез.

Практическое значение изучения лимитирующих факторов велико, так как эффективность фотосинтеза у культурных растений непосредственно влияет на их урожайность. Чтобы добиться максимальной урожайности, важно знать оптимальные условия фотосинтеза. Ученые совершенствуют методы повышения эффективности синтеза органических веществ, отдельные для каждого сорта культурных растений. Одним из ученых, уделявших большое внимание изучению роли света и хлорофилла в процессе фотосинтеза, был **Климент Аркадьевич Тимирязев**.

Критерий оценивания:

Исследует и объясняет лимитирующие факторы фотосинтеза.

Задание:

1. Как вы понимаете, что такое факторы, влияющие на фотосинтез?
2. Определите связь между понятием «лимитирующий фактор» и другими фотосинтеза.

Урок № 5
Тема. Хемосинтез.

Информационный блок.

Хемосинтез — это способ автотрофного питания, при котором источником энергии для синтеза органических веществ служат реакции окисления неорганических соединений. Подобный вариант получения энергии используется только бактериями. Явление хемосинтеза открыто в 1887 г. русским ученым **С. Н. Виноградовым**. Выделяют несколько групп хемотрофных организмов. **Железобактерии** окисляют двухвалентное железо до трехвалентного, **серобактерии** — сероводород до молекулярной серы или до солей серной кислоты. Очень важной группой хемо синтетиков являются **нитрифицирующие бактерии**, окисляющие аммиак, образующийся в процессе гниения органических веществ, до азотистой и азотной кислот, которые, взаимодействуя с почвенными минералами, образуют нитриты нитраты.

Необходимо отметить, что выделяющаяся в реакциях окисления неорганических соединений энергия не может быть непосредственно использована бактериями в процессах ассимиляции. Сначала эта энергия переводится в энергию макроэргических связей АТФ и только затем тратится на синтез органических соединений.

Хемо синтезирующие организмы (например, серобактерии) могут жить в океанах на огромной глубине, в тех местах, где из разломов земной коры в воду выходит сероводород. Конечно же кванты света не могут проникнуть в воду на глубину около 10 км. Таким образом, хемо синтетики — единственные организмы на Земле, не зависящие от энергии солнечного света. С другой стороны, аммиак, который используется нитрифицирующими бактериями, выделяется в почву при гниении остатков растений или животных. В этом случае жизнедеятельность хемо синтетиков косвенно зависит от солнечного света, так как аммиак образуется при распаде органических соединений, полученных за счет энергии Солнца.

Роль хемо синтетиков для всех живых существ очень велика, так как они являются непременным звеном природного круговорота важнейших элементов: серы, азота, железа и др. Хемо синтетики важны также в качестве природных усвоителей таких ядовитых веществ, как аммиак и сероводород. Огромное значение имеют нитрифицирующие бактерии, которые обогащают почву нитритами и нитратами, в форме которых растениями усваивается азот. Некоторые хемо синтетики (в частности, серобактерии) используются для очистки сточных вод.

Критерий оценивания:

Объясняет структуру хемосинтеза.

Задание:

- 1.Какие бактерии-хемо синтетики особенно важны для сельского хозяйства?
- 2.Где чаще обитают бактерии-хемо синтетики

УП-УШ раздел. Клеточный цикл. Размножение.

Тема. Митоз.

Информационный блок.

Митоз — это процесс непрямого деления соматических клеток эукариот, в результате которого наследственный материал сначала удваивается, а затем равномерно распределяется между дочерними клетками. Он является основным способом деления клеток эукариот. Продолжительность митоза у животных клеток составляет 30—60 мин, а у растительных — 2—3 ч. Митоз включает в себя два процесса — деление ядра (**кариокинез**) и деление цитоплазмы (**цитокинез**).

Фазы митоза. Митоз подразделяют на четыре последовательные фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу (рис. 47).

Профаза. В ядре происходит спирализация ДНК; в микроскоп хорошо видны туго скрученные хромосомы. Заметно, что каждая хромосома состоит из двух хроматид, объединенных в области центромеры. Ядрышки исчезают. Центриоли расходятся к полюсам клетки. Отходящие от них микротрубочки начинают образовывать **веретено деления**. Ядерная оболочка разрушается.



Интерфаза

Профаза

Метафаза

Удвоение ДНК в ядре делящейся клетки	Образование хромосом с двумя хроматидами, разрушение ядерной оболочки	Образование веретена деления, укорочение хромосом, формирование эква- ториальной пластинки
-----------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------

Профаза - разделение хроматид и расхождение их к полюсам вдоль волокон веретена деления.

Метафаза. Хромосомы располагаются таким образом, что их

центромеры находятся в плоскости экватора клетки. Образуется так называемая **метафазная пластинка**, состоящая из хромосом. Нити веретена деления от центросом прикрепляются к центромере каждой хромосомы.

Анафаза. Каждая хромосома продольно расщепляется на две идентичные хроматиды, которые расходятся противоположным полюсам клетки. Таким образом, за счет идентичности дочерних хроматид у двух полюсов клетки оказывается одинаковый генетический материал: такой же, какой был в клетке до начала митоза.

Телофаза. Дочерние хромосомы деспирализуются у полюсов клетки и становятся доступными для транскрипции. Начинается синтез белков. Формируются ядерные оболочки и ядрышки. Нити веретена деления распадаются.

На этом кариокинез заканчивается, и начинается цитокинез. При этом у животных клеток в экваториальной плоскости возникает перетяжка. Она углубляется до тех пор, пока не происходит разделения двух дочерних клеток. В образовании перетяжки важную роль играют структуры цитоскелета. Растительные клетки не могут делиться таким образом, так как имеют жесткую клеточную стенку. В них образуется внутриклеточная перегородка.

С момента разделения дочерних клеток каждая из них вступает в интерфазу нового клеточного цикла.

Биологическое значение митоза заключается в воспроизводстве клеток с количественно и качественно одинаковой генетической информацией. Это обеспечивается тем, что при репликации ДНК возникают два одинаковых набора хромосом, которые в процессе митоза равномерно распределяются по дочерним клеткам. Митоз необходим для нормального развития и роста многоклеточного организма. Он же лежит в основе процессов заживления повреждений и бесполого размножения.

Амитоз. Прямое деление клеток, или **амитоз**, встречается относительно редко. При амитозе ядро начинает делиться без видимых предварительных изменений. При этом не обеспечивается равномерное распределение ДНК между двумя дочерними клетками, так как при амитозе хромосомы не образуются. Иногда при амитозе не происходит цитокинеза. В этом случае образуется двуядерная клетка. Если же деление цитоплазмы все-таки произошло, то велика вероятность, что обе дочерние клетки будут неполноценными. Амитоз часто встречается в отмирающих тканях, а также в клетках опухолей.

Критерий оценивания:

Исследует фазы митоза с помощью готовых микропрепаратов

Задание.

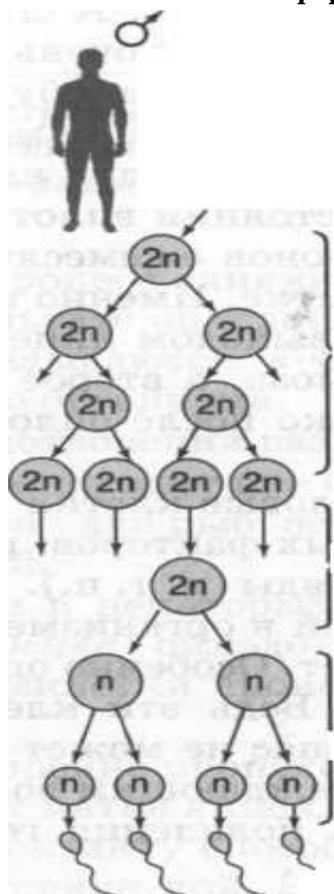
1. Чем митоз отличается от амитоза?
2. Какие фазы выделяют в процессе митоза?
3. В какую фазу митоза образуется веретено деления?
4. Каково биологическое значение митоза?

Урок 2

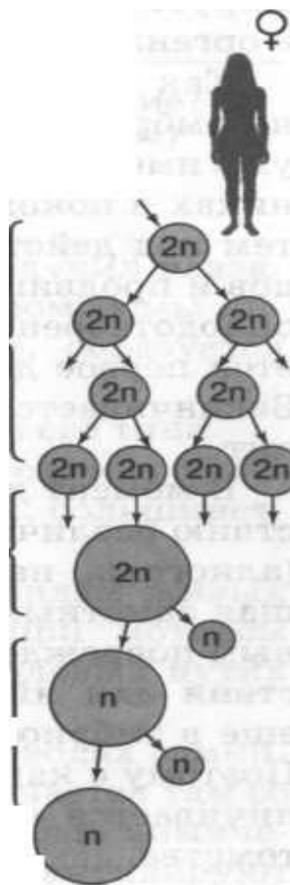
Тема. Гаметогенез. Стадии гаметогенеза человека.

Информационный блок.

Процесс
половых
получил
яйцеклеток



клеток —
название
называется-



Гаметогенез.
формирования
гамет —
гаметогенеза.
Формирование
оогенезом, а

сперматозоидов — **сперматогенезом.** Между этими двумя процессами много общего и в них выделяют несколько фаз.

Первая фаза гаметогенеза называется **фазой размножения.** Во время этой фазы первичные половые клетки многократно делятся **митозом**, сохраняя диплоидный набор хромосом в ядрах. Таким образом увеличивается количество будущих гамет. У самцов млекопитающих (в том числе и у человека) этот процесс идет с момента наступления половой зрелости до глубокой старости. А вот у самок млекопитающих первичные половые клетки делятся только в период внутриутробного развития плода и до наступления полового созревания сохраняются в покое.

Вторая фаза гаметогенеза — **фаза роста.** В этот период будущие сперматозоиды и яйцеклетки увеличиваются в размерах, происходит репликация ДНК, запасаются вещества, необходимые для последующих делений.

Третью фазу гаметогенеза называют **фазой созревания.** Во время этой фазы будущие гаметы делятся мейозом, в результате которого из каждой диплоидной клетки получается 4 гаплоидных.

Особенности сперматогенеза и оогенеза. При образовании сперматозоидов каждая из четырех дочерних клеток полноценна и способна оплодотворить яйцеклетку. А вот при созревании яйцеклеток мейотическое деление протекает иначе: цитоплазма распределяется между дочерними клетками неравномерно.

При этом только одна из образовавшихся четырех клеток становится жизнеспособной яйцеклеткой, а три остальные дочерние клетки превращаются в так называемые **направительные тельца** с минимальным содержанием питательных веществ, которые затем разрушаются. Смысл образования направительных телец заключается в

уменьшении количества зрелых, способных к оплодотворению яйцеклеток. И в результате зрелая яйцеклетка имеет достаточное количество питательных веществ.

В сперматогенезе выделяют еще одну, заключительную фазу — **фазу формирования**. Ее сущность заключается в том, что у сперматозоидов возникают специфические приспособления, в частности жгутик, и они приобретают подвижность.

Несмотря на то что в женском эмбрионе закладывается очень большое количество яйцеклеток, созревают из них лишь немногие. За период, когда женщина способна к деторождению, окончательно формируется около 10^6 яйцеклеток. А сперматозоидов в течение жизни в организме мужчины созревает очень много — до 10^{11} . Как мы уже говорили, оогенез у будущей девочки начинается еще на эмбриональных стадиях, и к моменту рождения в ее организме уже имеется полный набор будущих яйцеклеток. Они хранятся в яичниках в покоящемся состоянии вплоть до полового созревания, а затем под действием гормонов ежемесячно выходят в просвет яйцеводов и продвигаются к матке. Именно в этот момент может произойти оплодотворение. Перед выходом яйцеклетки из яичника заканчивается первое деление мейоза, а второе деление доходит до метафазы. Заканчивается оно только после оплодотворения, если оно происходит.

В момент деления половые клетки особенно чувствительны к действию различных вредных факторов: радиации, химических веществ (алкоголь, наркотики, яды и т. п.). Доза радиации, не вызывающая заметных изменений в организме, может привести к значительным повреждениям гамет. Особенно опасны неблагоприятные воздействия для яйцеклеток. Ведь эти клетки начинают формироваться еще в эмбрионе, и их запас не может пополняться в течение жизни. Поэтому с каждым повреждающим воздействием на яйцеклетки увеличивается вероятность появления генетических отклонений у потомства.

Критерий оценивания:

Объясняет особенности формирования гамет животных, различия между сперматогенезом. Анализирует схему гаметогенеза у человека.

Задание:

1. Где формируются половые клетки у животных?
2. От чего, как правило, зависит размер яйцеклеток?
3. На какие фазы подразделяется гаметогенез?
4. Каковы особенности строения сперматозоида?
5. Когда и где заканчивается митоз при созревании яйцеклетки?

Урок 3

Тема. Возникновение онкологических новообразований.

Информационный блок.

Существует много различных типов рака, поэтому нет единого ответа на вопрос, что вызывает рак. Однако во многих случаях повреждение клеток является основным фактором образования рака. Как ни странно, это может показаться – все мы несем в себе рак. Рак возникает, когда клетки нашего тела начинают вести себя иначе, чем обычно – они бесконтрольно растут, размножаются и распространяются.

Рак – это заболевание клеток организма. Это приводит к увеличению количества раковых клеток. Если клетки тела здоровы, их рост, развитие и деление, а также их смерть проходят без каких-либо проблем. Однако в случае раковых клеток эта регуляция отсутствует. Таким образом, они снова и снова делятся, так что в конечном итоге они образуют комок. Врачи также называют злокачественные раковые клетки злокачественными клетками. Эти клетки все глубже проникают в прилегающие ткани, где они размножаются и все больше разрушают здоровые ткани.

Медицинские работники различают два разных типа рака. Это относится к:

- Твердые (твердые или твердые) опухоли;
- Злокачественный гемобластоз.

Группа солидных опухолей включает карциномы, которые возникают из дегенеративных клеток кожного покрова (эпителиальных клеток), клеток желез или клеток слизистой оболочки, а также саркомы, которые частично образованы из мышечных клеток, костных клеток, жировых клеток или дегенерированных клеток соединительной ткани.

Возникновение злокачественных гемобластозов, переносимых компонентами клеток крови или кроветворных органов. Лейкоз – это форма гемобластоза.

Причины и факторы риска

Несмотря на интенсивные исследования, до сих пор не удалось выяснить точные причины рака. Считается, что на развитие рака влияют многочисленные факторы риска. В некоторых случаях за раком скрываются генетические триггеры. Но также важен образ жизни пострадавших. К наиболее важным факторам риска относятся:

- Генетическая предрасположенность
- Нездоровая диета, такая как употребление слишком большого количества красного мяса, чрезмерное употребление алкоголя и недостаток клетчатки, фруктов и овощей, все это увеличивает риск рака желудочно-кишечного тракта
- Потребление табака, которое может быть причиной развития рака легких или рака дыхательных путей.
- Ионизирующее излучение, такое как рентгеновские лучи, радоновые лучи или радиационные аварии
- Экологические токсины
- Интенсивное УФ-излучение, которое может вызвать рак кожи

- Определенные инфекции, такие как инфекции впч (вирус папилломы человека) или инфекции гепатита в

Типичной характеристикой рака является то, что на ранних стадиях он обычно не вызывает никаких симптомов или вызывает лишь незначительные симптомы. Однако различные предупреждающие знаки могут указывать на опухолевое заболевание, хотя рак не всегда нужно скрывать за ними. Однако, если симптомы сохраняются в течение более длительного периода времени, следует проконсультироваться с врачом. В качестве возможных симптомов рака можно выделить:

- Постоянный кашель, сопровождающийся кровянистой мокротой и охриплостью
- Изменения кожи
- Кровь в стуле
- Постоянные проблемы с пищеварением, желудком, кишечником или глотанием
- Шишки, которые можно почувствовать под кожей, женской грудью или мужскими яичками.
- Необъяснимая боль
- Бледность и анемия
- Хроническая усталость и плохая работоспособность
- Постоянная боль при мочеиспускании
- Язвы или язвы, которые не заживают
- Стойкая потеря аппетита
- Похудание, которое невозможно объяснить

Ранняя диагностика рака чрезвычайно важна, поскольку значительно улучшает перспективы лечения. Чем раньше обнаружена опухоль, тем больше шансов на выздоровление. Первым шагом в диагностике является подробный опрос пациента, в котором врач описывает симптомы, условия жизни и историю болезни. После анамнеза будет проведен медицинский осмотр.

Врач может использовать различные методы обследования, чтобы определить точное положение опухоли. Например, анализы крови предоставляют важную информацию. Один из возможных вариантов является определением опухолевых маркеров в крови. Опухолевые маркеры являются собственными веществами организма, которые размножаются в некоторых видах рака. Эти вещества либо образуются самими опухолевыми клетками, либо их образование стимулируется.

Критерий оценивания:

Объясняет возникновение онкологических новообразований неконтролируемым делением клеток;

Задание:

1. Причины онкологических новообразований.

Урок 4

Тема. Старение. Теории о процессе старения.

Информационный блок.

Сегодня существует несколько альтернативных теорий, которые отчасти противоречат друг другу, а отчасти – дополняют. Современная биология уделяет проблеме старения очень большое внимание, и с каждым годом появляются новые факты, позволяющие глубже понять механизмы этого процесса.

Молекулярно-генетические теории. Гипотеза, согласно которой причиной старения являются изменения генетического аппарата клетки, является одной из наиболее признанных в современной геронтологии. Молекулярно-генетические теории подразделяются на две большие группы. Одни ученые рассматривают возрастные изменения генома как наследственно запрограммированные. Другие считают, что старение – результат накопления случайных мутаций. Отсюда следует, что процесс старения может являться или закономерным результатом роста и развития организма, или следствием накопления случайных ошибок в системе хранения и передачи генетической информации.

Теория свободных радикалов. Практически одновременно выдвинутая Д. Харманом (1956) и Н.М. Эмануэлем (1958), свободно радикальная теория объясняет не только механизм старения, но и широкий круг связанных с ним патологических процессов (сердечно-сосудистых заболеваний, ослабления иммунитета, нарушений функции мозга, катаракты, рака и некоторых других). Согласно этой теории, причиной нарушения функционирования клеток являются необходимые для многих биохимических процессов свободные радикалы – активные формы кислорода, синтезируемые главным образом в митохондриях – энергетических фабриках клеток. Если очень агрессивный, химически активный свободный радикал случайно покидает то место, где он нужен, он может повредить и ДНК, и РНК, и белки, и липиды. Природа предусмотрела механизм защиты от избытка свободных радикалов: кроме супероксиддисмутазы и некоторых других синтезируемых в митохондриях и клетках ферментов, антиоксидантным действием обладают многие вещества, поступающие в организм с пищей – в том числе витамины А, С и Е. Регулярное потребление овощей и фруктов и даже несколько чашек чая или кофе в день обеспечат вам достаточную дозу полифенолов, также являющихся хорошими антиоксидантами. К сожалению, избыток антиоксидантов – например, при передозировке биологически активных добавок – не только не полезен, но может даже усилить окислительные процессы в клетках.

Старение – это ошибка. Гипотеза «старения по ошибке» была выдвинута в 1954 г. американским физиком М. Сциллардом. Исследуя эффекты воздействия радиации на живые организмы, он показал, что действие ионизирующего излучения существенно сокращает срок жизни людей и животных. Под воздействием радиации происходят многочисленные мутации в молекуле ДНК и инициируются некоторые симптомы старения, такие как седина или раковые опухоли. Из своих наблюдений Сциллард сделал вывод, что мутации являются непосредственной причиной старения живых организмов. Однако он не объяснил факта старения людей и животных, не подвергавшихся облучению. Его последователь Л. Оргель считал, что мутации в генетическом аппарате клетки могут быть либо спонтанными, либо возникать в ответ на воздействие агрессивных факторов – ионизирующей радиации, ультрафиолета, воздействия вирусов и токсических (мутагенных) веществ и т.д. С течением времени система репарации ДНК изнашивается, в результате чего происходит старение организма.

Теория апоптоза. Академик В.П. Скулачев называет свою теорию теорией клеточного апоптоза. Апоптоз – процесс запрограммированной гибели клетки. Как деревья избавляются от частей, чтобы сохранить целое, так и каждая отдельная клетка,

пройдя свой жизненный цикл, должна отмереть и ее место должна занять новая. Если клетка заразится вирусом, или в ней произойдет мутация, ведущая к озлокачанию, или просто истечет срок ее существования, то, чтобы не подвергать опасности весь организм, она должна умереть. В отличие от некроза – насильственной гибели клеток из-за травмы, ожога, отравления, недостатка кислорода в результате закупоривания кровеносных сосудов и т.д., при апоптозе клетка аккуратно само разбирается на части, и соседние клетки используют ее фрагменты в качестве строительного материала. Самоликвидации подвергаются и митохондрии – изучив этот процесс, Скулачев назвал его митоптозом. Митоптоз происходит, если в митохондриях образуется слишком много свободных радикалов. Когда количество погибших митохондрий слишком велико, продукты их распада отравляют клетку и приводят к ее апоптозу.

Старение, с точки зрения Скулачева, – результат того, что в организме гибнет больше клеток, чем рождается, а отмирающие функциональные клетки заменяются соединительной тканью. Суть его работы – поиск методов противодействия разрушению клеточных структур свободными радикалами. По мнению ученого, старость – это болезнь, которую можно и нужно лечить, программу старения организма можно вывести из строя и тем самым выключить механизм, сокращающий нашу жизнь. По мнению Скулачева, главная из активных форм кислорода, приводящих к гибели митохондрий и клеток – перекись водорода. В настоящее время под его руководством проходит испытания препарат SKQ, предназначенный для предотвращения признаков старения.

Теория соматических мутаций. Многие работы показали увеличение с возрастом числа соматических мутаций и других форм повреждения ДНК, предлагая репарацию (ремонт) ДНК в качестве важного фактора поддержки долголетия клеток. Повреждения ДНК типичны для клеток, и вызываются такими факторами как жесткая радиация и активные формы кислорода, и потому целостность ДНК может поддерживаться только за счет механизмов репарации. Действительно, существует зависимость между долголетием и репарацией ДНК, как это было продемонстрировано на примере фермента поли-АДФ-рибоза-полимеразы-1 (PARP-1), важного игрока в клеточном ответе на вызванное стрессом повреждение ДНК. Более высокие уровни PARP-1 ассоциируются с большей продолжительностью жизни.

Теория бактериальной интоксикации организма. Оригинальную гипотезу выдвинул выдающийся русский биолог И.И. Мечников (1845-1916), который считал старение результатом интоксикации организма продуктами обмена бактерий, обитающих в кишечном тракте, и продуктами азотистого обмена веществ самого организма (мочевая кислота). Образуются ядовитые вещества, в том числе - скатол, индол, фенол (карболовая кислота), крезол, кадаверин (трупный яд), тирамин и другие токсины.

Теломерная теория Оловникова. Во многих клетках человека утрата способности их к делению связана с утратой теломер на концах хромосом, после определённого количества делений. Это происходит из-за отсутствия фермента теломеразы, который обычно экспрессируется только у зародышевых и стволовых клеток. Недавно было обнаружено, что окислительный стресс также может иметь влияние на утрату теломер, значительно ускоряя этот процесс в определённых тканях.

Критерий оценивания:

Объясняет процесс старения

Задание:

1. Назовите основные теории старения

У раздел. Дыхание.

Урок №1.

Тема. Структура и функции аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ).

Информационный блок.

АТФ. Структура. Функции. Нуклеотиды являются структурной основой для целого ряда важных для жизнедеятельности органических веществ. Наиболее широко распространенными среди них являются макроэргические соединения (высокоэнергетические соединения, содержащие богатые энергией, или макроэргические, связи), а среди последних — **аденозинтрифосфат (АТФ)**.

АТФ состоит из азотистого основания аденина, углевода рибозы и (в отличие от нуклеотидов ДНК и РНК) трех остатков фосфорной кислоты (рис. 21).

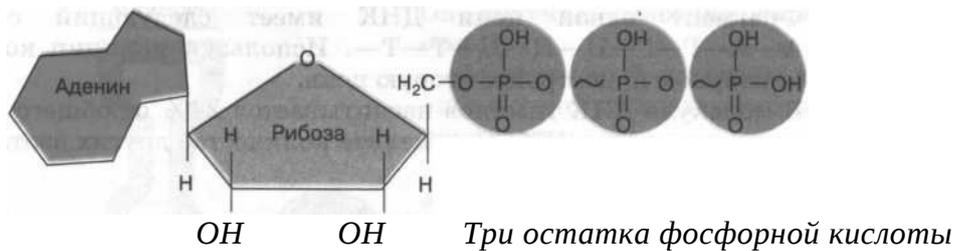
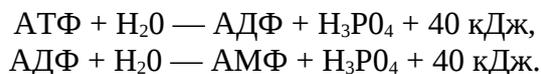


Рис. 21. Структура молекулы АТФ

АТФ — универсальный хранитель и переносчик энергии в клетке.

Практически все идущие в клетке биохимические реакции, которые требуют затрат энергии, в качестве ее источника используют АТФ. При отделении одного остатка фосфорной кислоты АТФ переходит в **аденозиндифосфат (АДФ)**, если отделяется еще один остаток фосфорной кислоты (что бывает крайне редко), то АДФ переходит в **аденозинмонофосфат (АМФ)**. При отделении третьего и второго остатков фосфорной кислоты освобождается большое количество энергии (до 40 кДж). Именно поэтому связь между этими остатками фосфорной кислоты называют **макроэргической** (она обозначается символом ~). Связь между рибозой и первым остатком фосфорной кислоты макроэргической не является, и при ее расщеплении выделяется всего около 14 кДж энергии.



Макроэргические соединения могут образовываться и на основе других нуклеотидов. Например, гуанозинтрифосфат (ГТФ) играет важную роль в ряде биохимических процессов, однако АТФ является наиболее распространенным и универсальным источником энергии для большинства биохимических реакций, протекающих в клетке. АТФ содержится в цитоплазме, митохондриях, пластидах и ядрах.

Витамины.

Биологически активные органические соединения — витамины (от лат. *vita* — жизнь) совершенно необходимы в малых количествах для нормальной жизнедеятельности организмов. Они играют важную роль в процессах обмена, часто являясь составной частью ферментов.

Витамины обозначают латинскими буквами, хотя у каждого из них есть и название.

Например, витамин С — аскорбиновая кислота, витамин А — ретинол и так далее. Одни витамины растворяются в жирах, и их называют жирорастворимыми (А, D, Е, К), другие — растворимы в воде (С, В, РР, Н) и соответственно называются водорастворимыми.

Как недостаток, так и избыток витаминов может привести к серьезным нарушениям многих физиологических функций в организме.

Критерий оценивания:

Описывает строение и функции аденозинтрифосфата (АТФ)

Задание:

1. Какое строение имеет молекула АТФ?
2. Какую функцию выполняет АТФ?
3. Какие связи называются макроэргическими?
4. Какую роль выполняют в организме витамины?

Урок № 2

Тема. Этапы энергетического обмена.

Информационный блок.

Диссимиляция. Универсальным источником энергии во всех клетках служит АТФ (аденозинтрифосфат). Это вещество синтезируется результате реакции **фосфорилирования**, т. е. присоединения и остатка фосфорной кислоты к молекуле АДФ (аденозиндифосфата): $\text{АДФ} + \text{H}_3\text{PO}_4 + 40 \text{ кДж} = \text{АТФ} + \text{H}_2\text{O}$.

На эту реакцию затрачивается энергия, и теперь эта энергия находится в форме энергии химических связей АТФ. Вы уже знаете, что и распаде АТФ до АДФ клетка за счет макроэргической связи в молекуле АТФ получит приблизительно 40 кДж энергии.

Откуда же берется энергия для синтеза АТФ из АДФ?

Она выделяется в процессе диссимиляции, т. е. в реакциях расщепления органических веществ в клетке. В зависимости от специфики организма. И условий его обитания диссимиляция может проходить в два или три этапа.

Этапы энергетического обмена. Большинство живых существ, обитающих на Земле, относятся к **аэробам**, т. е. используют в процессах обмена веществ кислород из окружающей среды. У аэробов энергетический обмен происходит в три этапа: **подготовительный, бескислородный** и **кислородный**. В результате этого органические вещества распадаются до простейших неорганических соединений. У организмов, обитающих в бескислородной среде и не нуждающихся в кислороде, — **анаэробов**, а также у аэробов при недостатке кислорода диссимиляция происходит в два этапа: **подготовительный** и **бескислородный**. В двухэтапном варианте энергетического обмена энергии запасается гораздо меньше, чем в трехэтапном.

Рассмотрим подробнее три этапа энергетического обмена. **Первый** этап называется **подготовительным** и заключается в распаде крупных органических молекул до более простых: полисахаридов — до моносахаридов, липидов — до глицерина и жирных кислот, белков — до аминокислот. Внутри клетки распад органических веществ происходит в лизосомах под действием целого ряда ферментов. В ходе этих реакций энергии выделяется мало, при этом она не запасается в виде АТФ, а рассеивается в виде тепла. Образующиеся в ходе подготовительного этапа соединения (моносахариды, жирные кислоты, аминокислоты и др.) могут использоваться клеткой в реакциях пластического обмена, а также для дальнейшего расщепления с целью получения энергии.

Второй этап энергетического обмена, называемый **бескислородным**, заключается в ферментативном расщеплении органических веществ, которые были получены в ходе подготовительного этапа. Кислород в реакциях этого этапа не участвует.

Так как наиболее доступным источником энергии в клетке является продукт распада полисахаридов — глюкоза, то второй этап мы рассмотрим на примере именно ее бескислородного расщепления — гликолиза.

Гликолиз — это многоступенчатый процесс бескислородного расщепления молекулы глюкозы, содержащей 6 атомов углерода ($C_6H_{12}O_6$), до двух молекул трехуглеродной пировиноградной кислоты, или ПВК ($C_3H_4O_3$). Реакции гликолиза катализируются многими ферментами, и протекают они в цитоплазме клеток. В ходе гликолиза при расщеплении 1 М глюкозы выделяется 200 кДж энергии, но 60% ее рассеивается в виде тепла. Оставшихся 40% энергии оказывается достаточно для синтеза из двух молекул АДФ двух молекул АТФ.

Получившаяся пировиноградная кислота в клетках животных, а также клетках многих грибов и микроорганизмов превращается в молочную кислоту $C_3H_6O_3$.
 $C_6H_{12}O_6 + 2H_3PO_4 + 2АДФ > 2C_3H_6O_3 + 2АТФ + 2H_2O$.

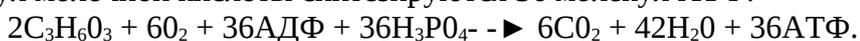
В большинстве растительных клеток, а также в клетках некоторых грибов (например, дрожжей) вместо гликолиза молекула глюкозы в анаэробных условиях превращаем] в этиловый спирт и CO_2 :



Существуют также и такие микроорганизмы, в клетках которых в анаэробных условиях образуются не молочная кислота и не этиловый спирт, а, например, уксусная кислота или ацетон и т. д. Однако всех этих случаях распад одной молекулы глюкозы, так же как и в случае гликолиза, приводит к запасанию двух молекул АТФ.

В результате ферментативного бескислородного расщепления глюкоза распадается не до конечных продуктов (CO_2 и H_2O), а до соединений, которые еще богаты энергией и, окисляясь далее, могут дать ее в больших количествах (молочная кислота, этиловый спирт и др.)

Поэтому в аэробных организмах после гликолиза (или спиртового вложения) следует завершающий этап энергетического обмена — **полное кислородное расщепление**, или **клеточное дыхание**. И процессе этого третьего этапа органические вещества, образовавшееся в ходе второго этапа при бескислородном расщеплении и содержащие большие запасы химической энергии, окисляются до коричневых продуктов CO_2 и H_2O . Этот процесс, так же как и гликолиз, является многостадийным, но происходит не в цитоплазме, а в митохондриях. В результате клеточного дыхания при распаде двух молекул молочной кислоты синтезируются 36 молекул АТФ:



Кроме того, нужно помнить, что две молекулы АТФ запасаются в ходе бескислородного расщепления каждой молекулы глюкозы. Таким образом, суммарно энергетический обмен клетки в случае распада глюкозы можно представить следующим образом:



Для энергетического обмена, т. е. для получения энергии в виде АТФ, большинство организмов использует углеводы, но для этих целей может быть использовано окисление и липидов, и белков.

Однако мономеры белков, т. е. аминокислоты, слишком нужны клетке для синтеза собственных белковых структур. Поэтому белки обычно представляют собой «неприкосновенный запас» клетки и редко расходуются для получения энергии.

Критерий оценивания:

Описывает этапы энергетического обмена;

Вопросы по домашнему заданию.

1. В клетках каких организмов происходит спиртовое брожение?
2. Откуда берется энергия для синтеза АТФ из АДФ?
3. Какие этапы выделяют в энергетическом обмене?
4. В чем отличия энергетического обмена у аэробов и анаэробов?

Урок №3

Тема. Структурные компоненты митохондрий и их функции

Информационный блок.

Митохондрии. Органоиды клетки, участвующие в процессе клеточного дыхания и запасующие для клетки энергию в виде АТФ (т. е. в такой форме, в которой энергия доступна для использования во всех процессах клетки, требующих затрат энергии), имеют название «митохондрии». Митохондрии встречаются практически во всех клетках эукариот, за исключением некоторых паразитических простейших и эритроцитов млекопитающих. Количество митохондрий в клетке варьирует от единиц (сперматозоиды, некоторые водоросли и простейшие) до тысяч.

Особенно много митохондрий в тех клетках, которые нуждаются в больших количествах энергии (у животных — клетки печени, мышечные клетки). Чаще всего митохондрии имеют шарообразную, овальную или палочковидную формы но у некоторых грибов описаны гигантские разветвленные митохондрии, в нейронах — нитевидные митохондрии. Несмотря на разнообразие формы, все митохондрии имеют единый план строения. Они образованы двумя мембранами. Внешняя мембрана гладкая, а внутренняя образует многочисленные выступы и перегородки — **кристы**, имеющие большую поверхность. На кристах и происходят процессы клеточного дыхания, необходимые для синтеза АТФ.

Только митохондрии и пластиды, в отличие от других органоидов клетки, имеют собственную генетическую систему, обеспечивающую их самовоспроизводство. ДНК митохондрии имеет форму замкнутого кольца, как у прокариот. В митохондриях также имеется собственная РНК и особые рибосомы. Если клетке предстоит деление или она интенсивно расходует энергию, митохондрии начинают делиться и их число возрастает. Если же потребность в энергии снижена, то число митохондрий в клетках заметно уменьшается.

Критерий оценивания:

Устанавливает взаимосвязь структуры митохондрий

Вопросы по домашнему заданию.

1. Сколько митохондрий может содержаться в различных клетках?
2. Почему ДНК митохондрий наследуется только по линии матери?

Х раздел. Закономерности наследственности и изменчивости**Урок №1**

Тема. Модификационная изменчивость.

Информационный блок.

Модификационная изменчивость. Все признаки живого организма определяются комбинацией генов, составляющих генотип этого организма. Однако гены постоянно испытывают воздействия со стороны внешней среды, и степень проявления действия генов может быть различной.

Если путем вегетативного размножения получить несколько кустов, например, крыжовника из одного, «родительского» куста, то генотипы новых кустов будут абсолютно одинаковы. Однако фенотипы их обязательно будут отличаться. Эти различия

в числе и размере листьев, длине стеблей и т. П. будут вызваны различной степенью воздействия факторов внешней среды: влажности, освещенности, качества почвы.

Такие изменения признаков организма, которые не затрагивают его гены и не могут передаваться следующим поколениям, называются модификационными, а этот вид изменчивости – **модификационной**. Чаще всего модификациям подвержены количественные признаки – рост, вес, плодовитость и т. П.

Классическим примером модификационной изменчивости может служить изменчивость формы листьев у растения стрелолиста, укореняющегося под водой. У одной особи стрелолиста бывают три вида листьев (рис. 65), в зависимости от того, где лист развивается: под водой, на поверхности или на воздухе. Эти различия в форме листьев определяются степенью их освещенности, а набор генов в клетках каждого листа одинаков.

Для различных признаков и свойств организма характерна большая или меньшая зависимость от условий окружающей среды. Например, у человека цвет радужки и группа крови определяются только соответствующими генами, и условия жизни на эти признаки влиять не могут. А вот рост, вес, физическая выносливость сильно зависят от внешних условий, например от качества питания, физической нагрузки и др. Пределы модификационной изменчивости какого-либо признака называют **нормой реакции**. Норма реакции обусловлена генетически и наследуется.

Изменчивость признака иногда бывает очень большой, но она не может выходить за пределы нормы реакции. У одних признаков норма реакции очень широка (например, настриг шерсти с овец, молочность коров), а другие признаки характеризуются узкой нормой реакции (окрас шерсти у кроликов).

Из сказанного выше следует очень важный вывод. *Наследуется не сам признак, а способность проявлять этот признак в определенных условиях, иными словами, наследуется норма реакции организма на внешние условия.*

Итак, можно перечислить следующие основные характеристики модификационной изменчивости:

- модификационные изменения не передаются потомкам;
- модификационные изменения возникают у многих особей вида и зависят от воздействия окружающей среды;
- модификационные изменения возможны только в пределах нормы реакции, т. Е. в конечном счете они определяются генотипом.

Критерий оценивания:

Исследует закономерности модификационной изменчивости;

Задание:

1. Какие виды изменчивости вам известны?
2. Каковы основные признаки модификационной изменчивости?
3. Что такое норма реакции?
4. Какие формы наследственной изменчивости вы знаете?
5. Каковы причины комбинативной изменчивости?

Урок №2.

Тема. Цитологические основы наследования признаков. Решение задач.

Информационный блок.

Моногибридное скрещивание. Мендель начал свои исследования закономерностей наследования с *моногибридного скрещивания*. Он выбрал две чистые линии растений гороха, которые отличались только по одному признаку: у одних окраска горошин была всегда желтая, а у других – всегда зеленая (при условии самоопыления). Если пользоваться современной терминологией, то можно сказать, что клетки растений гороха одного сорта содержат по два гена, кодирующих только желтую окраску, а другого сорта – по два гена, кодирующих только зеленую окраску семян. Гены, ответственные за проявление одного признака (например, формы или цвета семян), получили название **аллельных генов**. Если организм содержит два одинаковых аллельных гена (например, оба гена зеленого цвета семян или, наоборот, оба гена желтого цвета), то такие организмы называют **гомозиготными**. Если же аллельные гены различны (например, если один из них определяет желтую окраску семян, а другой – зеленую), то такие организмы называют **гетерозиготными**. Чистые линии образованы только гомозиготными растениями, поэтому при самоопылении они всегда воспроизводят один вариант проявления признака. В опытах Менделя, например, это был один из двух возможных цветов семян гороха – или всегда желтый, или всегда зеленый.

Правило единообразия гибридов первого поколения. Г. Мендель начал свои исследования со скрещивания растений гороха, исходно отличающихся только цветом горошин (желтым или зеленым). В первом поколении семена у всех растений оказались исключительно желтыми. Когда Г. Мендель повторил свои опыты по моногибридному скрещиванию, но использовал в них растения, отличающиеся друг от друга по другому признаку, по форме семян (гладкие или морщинистые), то все гибридные растения первого поколения имели гладкие семена. Проявляющиеся у гибридов признаки (желтизну или гладкость семян) Мендель назвал **доминантными**, а подавляемые признаки (зеленый цвет или морщинистую форму семян) – **рецессивными**. Доминантный признак принято обозначать прописными латинскими буквами (А, В, С), а рецессивные – строчными (а, b, с).

На основе полученных в своих экспериментах данных Г. Мендель сформулировал **правило единообразия гибридов первого поколения**: *при скрещивании двух гомозиготных организмов, отличающихся друг от друга одним признаком, все гибриды первого поколения будут иметь признак одного из родителей, и поколение по данному признаку будет единообразным.*

Правило расщепления. Г. Мендель продолжил свои опыты, вырастив растения гороха из семян, полученных в первом поколении. Затем он скрестил эти растения и обнаружил, что у растений второго поколения большинство горошин, а именно $\frac{3}{4}$, были желтыми, а меньшая часть, а именно $\frac{1}{4}$, – зелеными. Конечно, Г. Мендель подсчитывал число желтых и зеленых горошин в потомстве от многих пар скрещиваемых растений гороха, чтобы добиться статистической надежности полученного результата.

Явление, при котором скрещивание приводит к образованию части потомства с доминантным, а части – с рецессивным признаком, получило название *расщепления*.

Затем Г. Мендель подтвердил характер расщепления в опытах с другими признаками растений гороха и обосновал **правило расщепления**: *при скрещивании двух потомков (гибридов) первого поколения между собой во втором поколении наблюдается расщепление и снова появляются особи с рецессивными признаками; эти особи составляют $\frac{1}{4}$ часть от всего числа потомков второго поколения.*

Закон чистоты гамет. Для того чтобы объяснить, какие клеточные механизмы могут лежать в основе правила единообразия гибридов первого поколения и правила расщепления, Г. Мендель предположил, что в каждой клетке организма (в его опытах – растения гороха) находится по два «элемента наследственности», отвечающих за каждый

определенный признак. В клетках гибридов первого поколения, хотя они имеют только желтые семена, все равно присутствуют оба «элемента», отвечающие и за желтый, и за зеленый цвета горошин: один – от материнского, а другой – от отцовского растения. Только один из них проявляет свой эффект (доминирует), а второй – нет. Откуда же во втором поколении появляются растения с зелеными горошинами? Связь между поколениями обеспечивается через половые клетки – гаметы. Значит, каждая гамета (в отличие от клеток тела или соматических клеток) содержит только один «элемент наследственности» из двух имеющихся в соматических клетках – желтого или зеленого цвета горошин. Таким образом Г. Мендель сформулировал **закон чистоты гамет**: при образовании гамет в каждую из них попадает только один из двух «элементов наследственности», отвечающих за данный признак.

Из опытов Г. Менделя по моногибридному скрещиванию, помимо закона чистоты гамет, следует также, что гены передаются из поколения в поколение не меняясь. Иначе невозможно объяснить тот факт, что в первом поколении после скрещивания гомозигот с желтыми и зелеными горошинами все семена были желтые, а во втором поколении снова появились зеленые горошины. Следовательно, ген «зеленого цвета горошин» не исчез и не превратился в ген «желтого цвета горошин», а просто не проявился в первом поколении, подавленный доминантным геном желтизны.

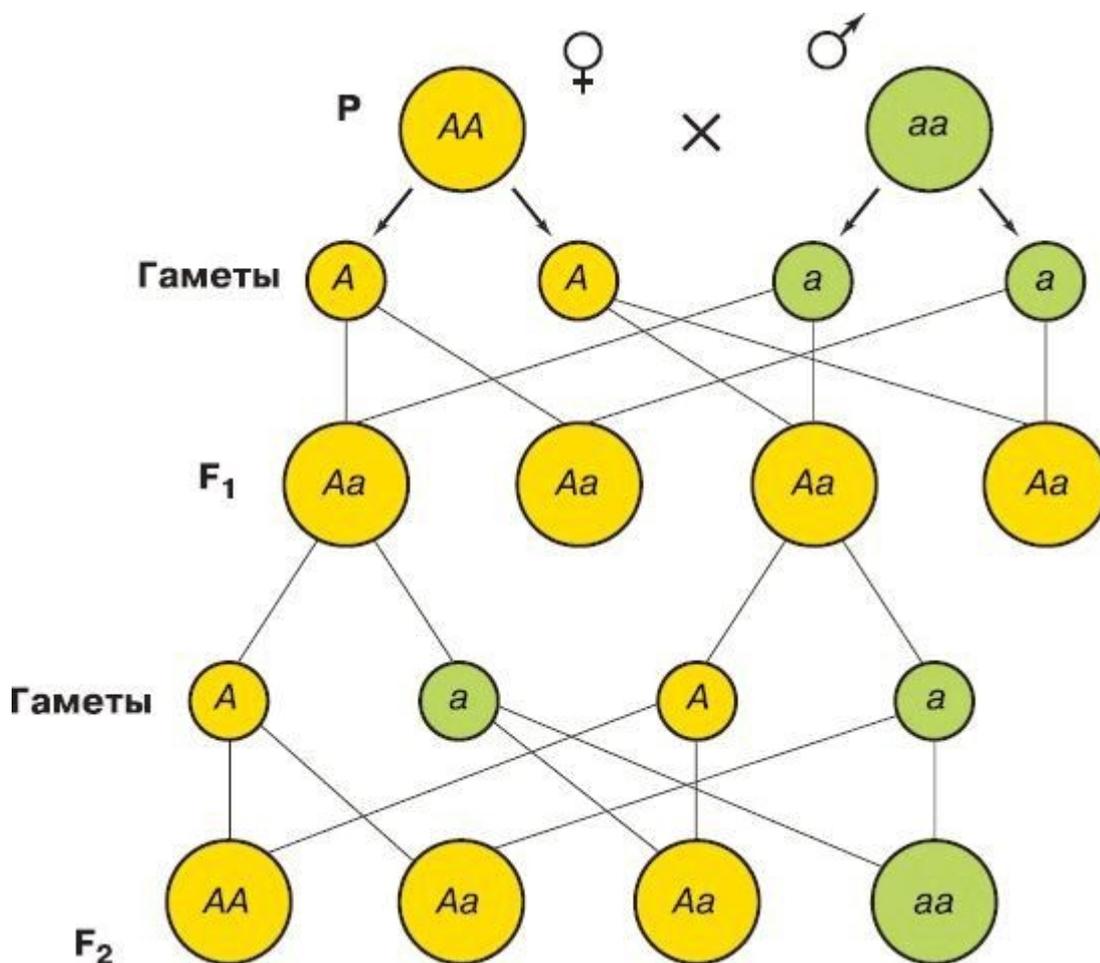


Рис. 57. Цитологические основы моногибридного скрещивания

Цитологические основы закономерностей наследования при моногибридном скрещивании. Как можно схематически представить себе закономерности наследования признаков, открытые Г. Менделем, используя современные понятия?

Символ ♀ обозначает женскую особь, символ ♂ – мужскую, × – скрещивание, P – родительское поколение, F₁ – первое поколение потомков, F₂ – второе поколение

потомков, A – доминантный ген, отвечающий за желтый цвет горошин, a – рецессивный ген, отвечающий за зеленый цвет семян гороха (рис. 57).

В результате мейоза в гаметах родительских особей будут присутствовать по одному гену, отвечающему за наследование цвета семян: в случае женской гаметы – A , в случае мужской – a . В первом поколении (F_1) соматические клетки будут гетерозиготными (Aa), поэтому половина гамет гибридов первого поколения будет содержать ген A , а другая половина – a . В результате случайных комбинаций гамет во втором поколении (F_2) возникнут следующие комбинации: AA , Aa , aA , aa . Растения с тремя первыми комбинациями генов будут иметь желтые семена, а с четвертой – зеленые.

Критерий оценивания:

Применяет цитологические основы дигибридного скрещивания, наследования признаков сцепленных с полом и множественный аллелизм при решении задач;

Задание:

1. Почему Г. Мендель опылял растения гороха искусственно?
2. Какие организмы называются гомозиготными по какому-либо признаку?

Урок №3

Тема. Хромосомная теория наследственности. .

Информационный блок.

Хромосомная теория наследственности. Как уже говорилось выше, Г. Мендель опередил свое время. Современники не оценили его работы по достоинству просто потому, что не поняли их. Действительно, в 1865 г. еще не было изучено ядро, не были описаны митоз и мейоз, а уж о ДНК и строении хромосомы ученые просто не имели никакого представления. Таким образом, гипотетические «наследственные факторы», о которых говорил Г. Мендель, трудно было ввести в систему тогдашних знаний о клетке.

В 1902 г. американец Уильям Сеттон предположил, что элементы наследственности, которые мы сегодня называем генами, могут располагаться в хромосомах. Но вместе с тем стали накапливаться сведения о том, что в некоторых случаях расщепления по правилам Менделя не происходит. Например, у душистого горошка два признака – форма пыльцы и окраска цветков – не дают независимого расщепления в потомстве в соотношении 3:1, и потомки остаются похожими на родительские особи. При последующем анализе оказалось, что гены этих двух признаков лежат в одной хромосоме.

Действительно, генов, кодирующих различные признаки, у любого организма очень много. Так, по приблизительным подсчетам, у человека 30–40 тыс. генов, а видов хромосом всего 23. Все это огромное количество генов размещается в этих хромосомах.

Каковы же принципы наследования генов, расположенных на одной хромосоме? Современная хромосомная теория наследственности создана выдающимся американским генетиком Томасом Морганом (1866–1945).

Первое положение этой теории гласит: *ген представляет собой участок хромосомы*. Хромосомы, таким образом, представляют собой группы сцепления генов.

Второе положение утверждает, что *аллельные гены (гены, отвечающие за один признак) расположены в строго определенных местах (локусах) гомологических хромосом*.

Наконец, согласно третьему положению, *гены располагаются в хромосомах линейно, т. е. друг за другом*.

Основным объектом, с которым работали Морган и его ученики, была плодовая мушка дрозофила, имеющая диплоидный набор из 8 хромосом. Эксперименты показали, что *гены, находящиеся в одной хромосоме, при мейозе попадают в одну гамету, т. е. наследуются сцепленно*. Это явление получило название **закона Моргана**.

Кроссинговер. Однако в тех же опытах было описано и отклонение от этого закона. Среди гибридов второго поколения обязательно было малое число особей с рекомбинацией тех признаков, гены которых лежат в одной хромосоме. Как это можно объяснить?

Для этого необходимо вспомнить ход мейоза, а именно то, что в профазу первого мейотического деления гомологичные хромосомы конъюгируют и могут обмениваться гомологичными участками. Этот процесс, как мы помним, называется **кроссинговер**; он очень важен для повышения разнообразия потомков. Кроссинговер также был открыт Т. Морганом и его сотрудниками, поэтому хромосомную теорию можно дополнить еще одним, четвертым, положением: *в процессе образования гамет между гомологичными хромосомами происходит конъюгация, в результате которой они могут обмениваться аллельными генами, т. е. может происходить кроссинговер*.

Таким образом, при кроссинговере происходит нарушение закона Моргана, и гены одной хромосомы не наследуются сцепленно, так как часть из них заменяется на аллельные гены гомологичной хромосомы. Иными словами, сцепление генов является неполным.

Критерий оценивания:

Описывает хромосомную теорию.

Задание:

1. Что такое хромосомы? Какова их роль?

2. Знал ли Г. Мендель о существовании хромосом?
3. Можно ли назвать гены, определяющие цвет семян гороха, и гены, определяющие цвет венчика цветков гороха, аллельными?

Урок №4

Тема. Теория мутации Хуго де Фриза. Спонтанные мутации..

Информационный блок.

Мутации могут затрагивать генотип в различной степени, поэтому их можно делить на *генные, хромосомные и геномные*.

Генные, или точечные, мутации. Такие мутации встречаются наиболее часто. Они возникают при замене нуклеотидов в пределах одного гена на другие нуклеотиды. Такие ошибки могут возникать в случае, если при репликации ДНК перед делением клетки вместо комплементарных пар азотистых оснований А-Т и Г-Ц появятся «неправильные» сочетания А-Ц или Т-Г. Так могут возникнуть мутации, которые при делениях будут передаваться следующим поколениям клеток, а если мутирует половая клетка – то и следующему поколению организмов. В результате деятельности «испорченного» гена будет синтезироваться белок с неправильной последовательностью аминокислот. Структура такого белка будет искажена, и он не сможет выполнять свои функции в организме. Но чаще в результате мутаций возникают неблагоприятные изменения.

Хромосомные мутации. Хромосомной мутацией называется значительное изменение в структуре хромосомы, затрагивающее несколько генов в пределах этой хромосомы (рис. 66). Например, может возникать так называемая *утрата*, когда отрывается концевая часть хромосомы и все гены, находившиеся в этой части, теряются. Такая хромосомная мутация в 21 хромосоме человека вызывает развитие острого лейкоза – белокровия, приводящего к смерти. Иногда хромосома утрачивает свою срединную часть. Такая хромосомная мутация называется *делецией*. Последствия делеции могут быть различными – от смерти или тяжелого наследственного заболевания до отсутствия каких-либо нарушений (если утеряна та часть ДНК, которая не несет информации о свойствах организма).

Еще один вид хромосомных мутаций – удвоение какого-либо участка хромосомы. При этом часть генов будет встречаться в хромосоме два раза. Этот процесс может происходить несколько раз – у дрозофилы в одной из хромосом нашли восьмикратно повторяющийся ген. Такой вид мутаций – *дупликация* – менее опасен для организма, чем утрата или делеция.

При *инверсии* хромосома разрывается в двух местах, и получившийся фрагмент, повернувшись на 180°, снова встраивается в место разрыва. Например, в участке хромосомы содержатся гены АБВГДЕЖЗИК. Между Б-В и Е-Ж произошел разрыв, и фрагмент ВГДЕ перевернулся и встроился в этот разрыв. В результате хромосома будет иметь совсем другую структуру – АБЕДГВЖЗИК.

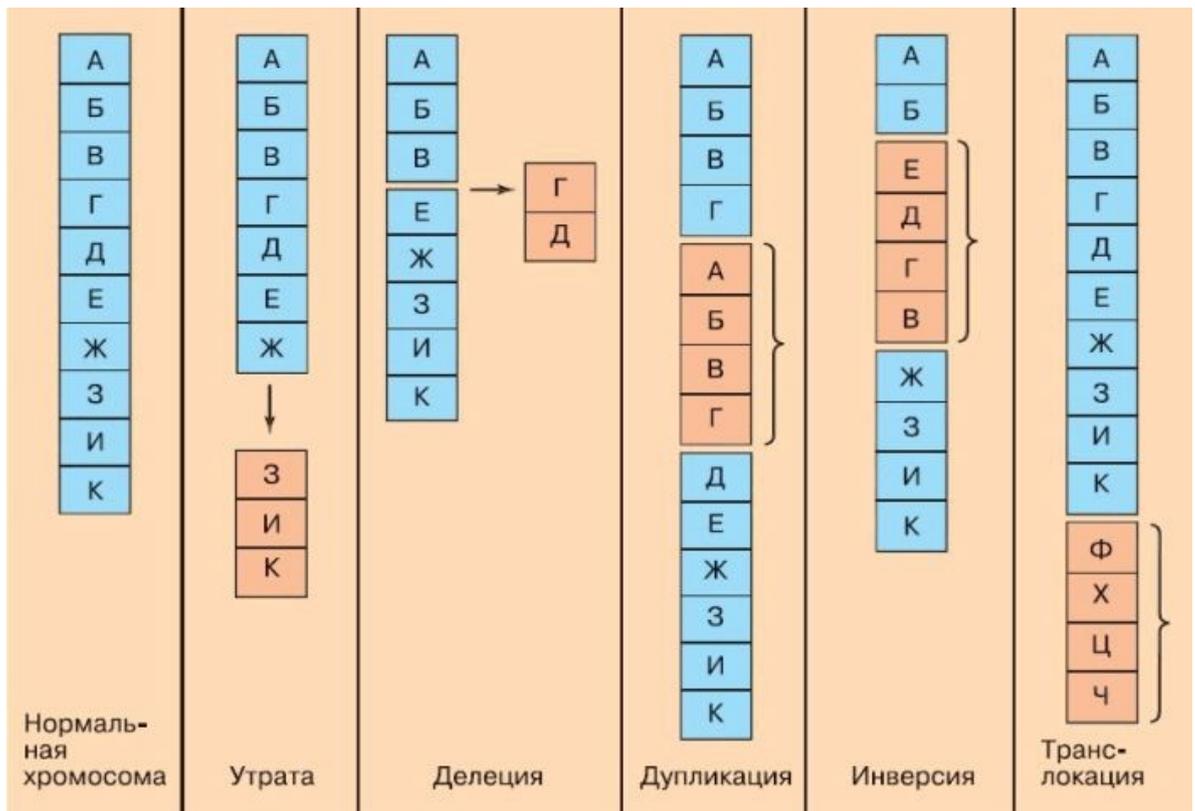


Рис. 66. Виды хромосомных мутаций

Еще один вид хромосомных мутаций – **транслокация**. При этой мутации участок хромосомы прикрепляется к другой хромосоме, негомологичной ей.

Хромосомные мутации чаще всего возникают при нарушениях процесса деления клеток, например при неравном кроссинговере, когда хромосомы обмениваются неравными участками и одна из гомологичных хромосом вообще лишается каких-то генов, а другая, наоборот, приобретает «лишние» гены, ответственные за какой-либо признак.

Геномные мутации. В этом случае в геноме или отсутствует какая-либо хромосома, или, напротив, присутствует лишняя. Чаще всего такие мутации возникают, когда при образовании гамет в мейозе хромосомы какой-либо пары расходятся и обе попадают в одну гамету, а в другой гамете одной хромосомы хватать не будет. Как наличие лишней хромосомы, так и отсутствие нужной приводят к неблагоприятным изменениям в фенотипе. Например, при не расхождении хромосом у женщин могут образовываться яйцеклетки, содержащие две 21-е хромосомы. Если такая яйцеклетка будет оплодотворена, то на свет появится ребенок с *синдромом Дауна*.

Частным случаем геномных мутаций является **полиплоидия**, т. е. кратное увеличение числа хромосом в клетках в результате нарушений их расхождения в митозе или в мейозе. Соматические клетки таких организмов содержат $3n$, $4n$, $8n$ и т. п. хромосом – в зависимости от того, сколько хромосом было в гаметах, образовавших этот организм. Полиплоидия часто встречается у бактерий и растений, но очень редко – у животных. Многие виды культурных растений – полиплоиды. Так, полиплоидны три четверти всех культивируемых человеком злаков. Если гаплоидный набор (n) для пшеницы равен 7, то основной сорт, разводимый в наших условиях – мягкая пшеница, – имеет по 42 хромосомы, т. е. $6n$. Полиплоидами являются окультуренная свекла, гречиха и т. п. Как правило, растения-полиплоиды имеют повышенные жизнеспособность, размеры, плодовитость. В настоящее время разработаны специальные методы получения полиплоидов. Например, растительный яд колхицин способен разрушать веретено

деления при образовании гамет, в результате чего получаются гаметы, содержащие по $2n$ хромосом. При слиянии таких гамет в зиготе окажется $4n$ хромосом.

Критерий оценивания:

Называет основные положения теории Хуго де Фриза;
причины мутагенеза и типы мутаций;

Задание:

1. Какие виды мутаций вы знаете и каково их биологическое и практическое значение
2. В чем отличие хромосомных мутаций от геномных.

XI–XIII раздел. Эволюционное развитие. Основы селекции. Многообразие живых организмов.

Урок №1

Тема. Взаимосвязь между наследственной изменчивостью и эволюцией.
Информационный блок.

Чарлз Дарвин и основные положения его теории. Ч. Дарвин (1809–1882) – великий английский биолог – создатель основ современной теории эволюции биологических видов.

С детства Ч. Дарвин увлекался сбором коллекций, химическими опытами, наблюдениями за животными. Студентом он изучал научную литературу, овладел методикой полевых исследований. Ч. Дарвин окончил университет в Кембридже в 22 года и сразу по окончании университета был приглашен в 5-летнее кругосветное путешествие на корабле «Бигль» в качестве натуралиста. В возрасте 50 лет, после 30-летних изучений и наблюдений он написал и в 1859 г. опубликовал «Происхождение видов» – одну из наиболее замечательных и серьезных книг за всю историю человечества. Ее полное название – «О происхождении видов путем естественного отбора или Сохранении благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь» («On the origin of species by means of natural selection or The preservation of favoured races in the struggle for life»). Книга вызвала сенсацию. Ее идеи сыграли выдающуюся роль в развитии науки.

Дарвин не сомневался ни в существовании Творца, ни в его ответственности за все происходящее на Земле. Он просто верил, что Бог выражает себя через естественнонаучные законы, которые могут быть изучены и познаны.

Посетив несколько раз сравнительно молодые вулканические острова Галапагосского архипелага, заселенные живыми организмами с южноамериканского континента, Дарвин столкнулся с тем, что островные растения и животные отличаются от тех же видов на континенте. Здесь Дарвин обнаружил гигантских черепах и странный вид игуаны. Игуана на материке – обычная сухопутная ящерица, живущая в засушливых районах. На острове она кормилась в море и питалась водорослями. Кроме того, он нашел ископаемые остатки гигантского ленивца и броненосца, существенно превосходивших размерами своих родственников, все еще населяющих Центральную и Южную Америку.

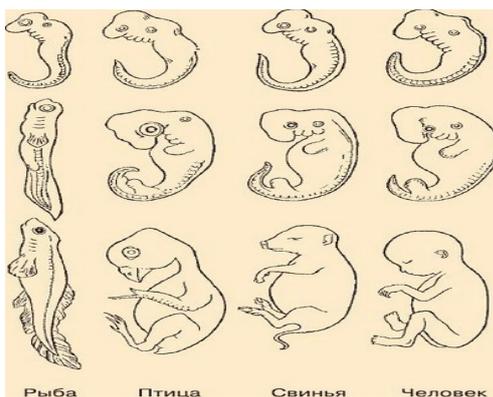


Рис. 71. Сходство эмбрионов позвоночных на ранних стадиях развития

Дарвин предположил, что на острова животные попали с материка и здесь, приспособляясь к местным условиям, изменились.

В Австралии его заинтересовали сумчатые и яйцекладущие, которые вымерли в других местах земного шара. Эти примитивные животные оказались в Австралии в изоляции (ведь Австралия как материк обособилась еще до возникновения высших млекопитающих) и развивались независимо от эволюции млекопитающих, шедшей на других материках своим чередом.

Все увиденное привело Дарвина к выводу, что изменения организмов соответствуют изменениям условий их жизни.

Дарвин был хорошо знаком с принципами селекции домашних животных. Отмечал, что различия между разными породами одного и того же вида одомашненных животных порой даже более значительны, чем между разными видами диких животных. Породы животных и сорта культурных растений созданы человеком в процессе отбора особей с нужными человеку признаками. Например, если селекционер, разводя голубей, заинтересован в сохранении и увеличении числа особей с длинными крыльями, он отбирает этих особей, поддерживая условия, способствующие их выживанию и размножению. Отбор, который осуществляет человек, называют **искусственным**. Сама возможность такого отбора определяется **наследственной изменчивостью** (по Дарвину – *неопределенной*) – уклонениями признаков отдельных организмов, которые наследуются.

Из поколения в поколение человек отбирал и оставлял на племя особей с определенными, интересными для него наследуемыми признаками и устранял других особей от размножения. В результате были получены новые породы и сорта, признаки и свойства которых соответствовали интересам и потребностям человека. *Наследственная изменчивость и производимый человеком отбор представляют собой движущие силы эволюции пород и сортов.*

Однако свойства, полезные с точки зрения человека, могут оказаться бесполезными и даже вредными в борьбе за жизнь, происходящей в дикой природе. В природе действует другой вид отбора – **естественный**. Его требования сводятся лишь к одному – способности выжить. Если организм живет в холодном климате, то те свойства, которые способствуют его лучшей теплоизоляции, являются полезными, или приспособительными (адаптивными), так как они увеличивают вероятность его выживания. В результате естественного отбора именно адаптивные свойства закрепляются в популяции, отражаясь в облике и привычках входящих в нее организмов. Таким образом, требования внешней среды – решающий фактор, определяющий различия между популяциями близких видов.

Важным моментом развития теории Дарвина стало его знакомство с работами *Томаса Роберта Мальтуса* (1766–1834), книгу которого Дарвин прочитал через два года после возвращения из экспедиции. Мальтус доказывал, что популяции растений и животных стремятся размножиться в геометрической прогрессии и теоретически любой организм может заполнить Землю очень быстро. Несложный подсчет приводит к выводу, что одна бактерия, например, за трое суток способна дать потомство, общая масса которого достигает тысячи тонн. Фактически этого никогда не случается, и численность вида остается более или менее постоянной из-за того, что жизненные ресурсы ограничены и достаются лишь немногим – тем, кто способен одержать победу в борьбе за жизнь.

Итак, способность организмов к изменчивости обеспечивает их разнообразие по спектру признаков и степеней их проявления. Каждый организм имеет возможность продуцировать больше потомков, чем может выжить. В результате *борьбы за существование* происходит **естественный отбор**, или, по словам Дарвина, «сохранение благоприятных индивидуальных различий и уничтожение вредных». Особи с полезными в данных обстоятельствах физическими, поведенческими или иными свойствами имеют более высокие шансы выжить по сравнению с остальными. Наличие полезных свойств позволяет организмам оказываться победителями в борьбе за существование. Выживая, они имеют преимущество в передаче этих передовых свойств потомству. Естественный отбор закрепляет полезные в данных условиях жизни свойства организмов, что отражается, в конечном счете, в их облике и привычках. В результате естественного отбора полезные свойства накапливаются в популяции, и сама она постепенно изменяется. Требования внешней среды могут различаться в разных участках обитания одного или близких видов, поэтому естественный отбор приводит к различиям между населяющими такие участки популяциями и видами.

Заслуга Дарвина состоит в том, что он указал на вид как на узловую этап эволюционного процесса, объяснил изменение организмов действием законов природы, без вмешательства сверхъестественных сил, вскрыл движущие силы и выявил причины протекания биологической эволюции.

В основу своего объяснения механизмов эволюции Ч. Дарвин положил три главных фактора: изменчивость организмов, борьбу за существование и естественный отбор, среди которых естественный отбор является направляющей, движущей силой.

Теорию Дарвина можно сформулировать в виде довольно простых положений:

1. Организмы изменчивы. Трудно найти такое свойство или признак, по которому особи, принадлежащие к данному виду, были бы полностью тождественны.

2. Различия между организмами, хотя бы частично, передаются по наследству.

3. Теоретически при благоприятных условиях любые организмы могут размножаться в геометрической прогрессии и в состоянии заполнить Землю, однако такого не случается, так как жизненные ресурсы ограничены, что приводит к борьбе за существование, в которой выживают не все.

4. В результате борьбы за существование происходит естественный отбор – выживают те особи, которые располагают полезными в данных условиях свойствами. Выжившие передают эти свойства своему потомству. Следовательно, эти свойства закрепляются в череде последующих поколений.

Индивидуальные наследственные уклонения (наследственная изменчивость), борьба за существование и естественный отбор в длинном ряду поколений обеспечивают приспособительные изменения организмов к конкретным условиям существования. Этими же процессами определяется многообразие видов и общее повышение уровня организации организмов, населяющих Землю.

Хотя многие религиозные лидеры критиковали дарвиновскую теорию, его идеи были столь убедительны и обоснованны, что большинство ученых принимают их по сей день. Учение Ч. Дарвина позволило привести в гармонию разрозненные знания о законах, которым подчиняется организация жизни на нашей планете. В прошедшем столетии эволюционное учение Ч. Дарвина было развито и конкретизировано благодаря созданию хромосомной теории наследственности, развитию молекулярно-генетических исследований, систематики, экологии, эмбриологии, палеонтологии и многих других областей биологии.

Критерий оценивания:

Объясняет взаимосвязь между наследственной изменчивостью и эволюцией;

Задание:

1. Как Ж. Б. Ламарк объяснял ход эволюции у растений и животных?
2. Что принято за единицу классификации в системе природы Линнея?
3. В чем состоят основные положения учения Ч. Дарвина?
4. Какие факты позволяют говорить о борьбе за существование? Как проявляется эта борьба в природе?

Урок №2

Тема. Доказательства эволюции.

Информационный блок.

Термин «эволюция» (от лат. *evolutio* – разворачивание) ввел в XVIII в. швейцарский натуралист Шарль Боннэ.

Под *эволюцией* в биологии понимают необратимое историческое развитие живой природы. Эволюция организмов затрагивает все процессы жизни, происходящие на молекулярном уровне, на уровне отдельных биохимических или физиологических процессов, всего организма, вплоть до процессов, развивающихся в сообществах организмов, экосистемах и биосфере в целом. В биологии эволюция рассматривается как сила, ведущая к образованию новых форм организмов, как процесс, благодаря которому до клеточные формы жизни, возникшие более 3 млрд лет назад, дали начало исключительно сложным многоклеточным организмам нашего времени. Понятие «эволюция» пронизывает все области биологии как основная объединяющая идея наших представлений о жизни и о функциях организмов.

Еще в древности были собраны данные, свидетельствующие об огромном многообразии живых существ, и делались попытки систематизировать накопленные знания о них. Задолго до нашей эры древнегреческий философ *Аристотель* описал более 500 видов различных растений и животных, сгруппировал и расположил их в определенном порядке, от примитивных к все более сложным.

Интерес к биологии возрос в эпоху Великих географических открытий. Благодаря открытию Америки (1492) флора и фауна Евразийского континента пополнились новыми видами. Картофель, подсолнечник, кукуруза, фасоль, чай, томаты, хлопчатник, табак – вот лишь крохотная часть завезенных из Америки видов растений, которые стали играть важную роль в экономической жизни многих стран Старого света.

В науке шло описание новых видов, делались попытки классификации живых организмов, осмысливались вопросы о степени родства различных групп организмов.

Система органической природы К. Линнея. Решающий вклад в создание системы природы внес в XVIII в. выдающийся шведский естествоиспытатель *Карл Линней* (1707–1778). Линней разделил каждое из царств природы (он выделил три царства: Растения, Животные и Минералы) на соподчиненные группы: классы, отряды, роды и виды. За единицу классификации он принял *вид* – совокупность особей, сходных по строению. Растения были разделены на 24 класса и 116 отрядов на основе анализа строения органов размножения. Отряды включали в себя роды, роды – виды, которые, в свою очередь, подразделялись на подвиды. Животные были разделены на 6 классов (Млекопитающие, Птицы, Амфибии, Рыбы, Черви и Насекомые). К. Линней отнес человека к классу млекопитающих и отряду приматов. Отнесение человека к миру животных, помещение его в один отряд с обезьянами потребовало от Линнея большой гражданской смелости, так как отвергало представление о человеке как о центральном обособленном объекте живой природы.

Линней установил принцип соподчиненности систематических категорий (рис. 70), считая, что соседние категории связаны не только сходством, но и родством: чем дальше расположены категории друг от друга, тем меньше степень их родства.

Критерий оценивания:

Анализирует доказательства эволюции.

Задание:

1. Как Ж. Б. Ламарк объяснял ход эволюции у растений и животных?
2. Что принято за единицу классификации в системе природы Линнея?
3. В чем состоят основные положения учения Ч. Дарвина?

4. Какие факты позволяют говорить о борьбе за существование? Как проявляется эта борьба в природе?

Урок №3

Тема. Способы видообразования. Механизмы видообразования.

Информационный блок.

Вид. С развитием биологии пришло понимание того, что по сравнению с бесконечным разнообразием условий, в которых протекает жизнь, разнообразие форм организмов конечно; оно как бы собрано в «узлы» – биологические виды.

Биологический вид – это совокупность особей, обладающих способностью к скрещиванию с образованием плодovитого потомства; населяющих определенный ареал; обладающих рядом общих морфологических и физиологических признаков и сходством во взаимоотношениях с биотической и абиотической средой.

Биологический вид – не только систематическая категория. Это целостный и обособленный от других видов элемент живой природы. Целостность вида проявляется в том, что его особи могут жить и размножаться, лишь взаимодействуя друг с другом благодаря выработанным в процессе эволюции взаимным приспособлениям организмов: особенностям скоординированности строения материнского организма и эмбриона, системам сигнализации и восприятия у животных, общности территории, сходству жизненных привычек и реакций на сезонные изменения климата и др. Видовые приспособления обеспечивают сохранение вида, хотя иногда они могут повредить отдельным особям. Речной окунь, например, питается собственной молодью, за счет чего вид выживает при недостатке корма, даже несмотря на утрату части приплода. Каждый вид существует в природе как исторически возникшее целостное образование.

Обособленность вида поддерживается репродуктивной изоляцией (см. § 59), которая препятствует его смешению с другими видами при размножении. Изоляция обеспечивается различиями в строении половых органов, разобщенностью ареалов, расхождением в сроках или местах размножения, различиями поведения, экологической разобщенностью и другими механизмами, о которых вы узнаете из последующих разделов. Обособленность видов препятствует возникновению промежуточных форм. Береза бородавчатая, например, не растет на моховых болотах, где обычно растет береза карликовая. Благодаря изоляции виды не смешиваются друг с другом.

Критерии вида. Характерные признаки и свойства, по которым одни виды отличаются от других, называют **критериями вида**.

Морфологический критерий – это сходство внешнего и внутреннего строения организмов. Карл Линней, например, определял виды как целостные группы организмов, отличные от других жизненных форм по признакам строения. Иными словами, наличие черт строения, которые делают некоторую группу организмов похожими друг на друга и одновременно отличными от всех других групп, и есть критерий для причисления их к данному виду.

Особи в пределах вида иногда настолько изменчивы, что только по морфологическому критерию не всегда удается определить вид. Существуют виды морфологически сходные. Это – виды-двойники, которые открыты во всех систематических группах. Например, у черных крыс известно два вида-двойника – с 38 и 49 хромосомами; у малярийного комара – 6 видов-двойников, у небольшой рыбки щиповки, широко распространенной в пресных водоемах, – 3 таких вида. Виды-двойники встречаются среди самых различных организмов: рыб, насекомых, млекопитающих, растений, однако особи таких видов-двойников не скрещиваются между собой (рис. 72).

Генетический критерий – это характерный для каждого вида набор хромосом; строго определенное их число, размеры и формы, состав ДНК. Хромосомный набор – главный видовой признак. Особи разных видов имеют разные наборы хромосом, поэтому они не могут скрещиваться и репродуктивно ограничены друг от друга в естественных условиях.



Рис. 72. Виды-двойники: тетраплоидный (слева) и диплоидный (справа) виды щиповки

Физиологический критерий – сходство реакций организма на внешние воздействия, ритмов развития и размножения. В основе этого критерия лежит сходство всех процессов жизнедеятельности, и прежде всего размножения. Представители разных видов, как правило, не скрещиваются или их потомство бесплодно. Однако встречаются исключения. Например, собаки могут давать потомство, спариваясь с волками. Плодовитыми могут быть гибриды некоторых видов птиц (канарейки, зяблики), а также растений (тополя, ивы). Следовательно, физиологический критерий также недостаточен для определения видовой принадлежности особей.

Экологический критерий – это характерное для вида положение в природных сообществах, его связи с другими видами, наборы факторов внешней среды, необходимые для существования.

Географический критерий – область распространения, определенный ареал, занимаемый видом в природе.

Исторический критерий – общность предков, единая история возникновения и развития вида.

Критерии вида связаны между собой и определяют качественную особенность вида. Но ни один из них не является абсолютным. Например, два разных вида могут не различаться по анатомическому строению и обладать одинаковыми хромосомными наборами. Но если они различаются по поведению, то не скрещиваются между собой и, следовательно, обособлены один от другого. Лишь в совокупности перечисленные критерии позволяют с достаточной надежностью установить принадлежность организма к тому или иному виду.

Виды представляют собой определенный уровень организации живой материи – видовой.

Критерий оценивания:

Называет способы видообразования;

классифицирует основные механизмы видообразования

Задание.

1. Дайте определение биологического вида.
2. Какие критерии вида вам известны?
3. Что такое целостность вида, как она проявляется?
4. Почему важно сохранять виды в природе?

Урок №4

Тема. Способы улучшения сельскохозяйственных растений и животных с помощью методов селекции.

Информационный блок.

Селекция – наука о выведении новых и совершенствовании существующих сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов с необходимыми человеку свойствами.

Сортом, породой и штаммом называют популяцию организмов (растений, животных и микроорганизмов), искусственно созданную человеком, которая характеризуется определенным генофондом, наследственно закрепленным морфологическими и физиологическими признаками, определенным уровнем и характером продуктивности.

В задачи селекции входит:

- повышение продуктивности сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов;
- изучение разнообразия растений, животных и микроорганизмов, являющихся объектами селекционной работы;
- анализ закономерностей наследственной изменчивости при гибридизации и мутационном процессе;
- исследование роли среды в развитии признаков и свойств организмов;
- разработка систем искусственного отбора, способствующих усилению и закреплению полезных для человека признаков у организмов с различными типами размножения;
- создание устойчивых к заболеваниям и климатическим условиям сортов и пород;
- получение сортов, пород и штаммов, пригодных для механизированного промышленного выращивания, разведения и уборки.

Теоретической базой селекции является генетика. Она также использует достижения теории эволюции, молекулярной биологии, биохимии и других биологических наук. Селекция, опираясь на комплекс наук, использует научные открытия для преобразования наследственности растений, животных и микроорганизмов.

Основные методы селекции. К методам селекции традиционно относят *отбор, гибридизацию, мутагенез*. Во второй половине XX в. стали применять принципиально новые методы экспериментальной биологии – *клеточную и генную инженерию*. Это направление легло в основу новой области биологии – биотехнологии.

Биотехнология – это промышленное использование биологических процессов и систем на основе получения высокоэффективных форм микроорганизмов, культур клеток и тканей растений и животных с заданными свойствами.

В основе селекции как науки лежит разработанная Ч. Дарвином концепция искусственного отбора. На ранних этапах социальной эволюции человека искусственный отбор проводился бессознательно. Люди сохраняли потомство от лучших представителей и употребляли в пищу худших без сознательного намерения вывести более совершенную породу или сорт.

При *методическом отборе* человек сознательно систематически отбирает представителей с определенными качествами и стремится к выведению нового сорта или породы.

Различают два вида искусственного отбора: массовый и индивидуальный. При *массовом отборе* выделяют группу особей с желаемыми признаками. Потомство при таком отборе генетически неоднородно и поэтому дает расщепление признаков при размножении. В связи с этим отбор проводят в ряде поколений.

При *индивидуальном отборе* выделяют единичные особи с ценными качествами и отдельно выращивают их потомство. При последующем самоопылении у растений или близкородственных скрещиваниях у животных выводят чистые линии. *Чистая линия* – группа генетически однородных (гомозиготных) организмов, представляющих ценный исходный материал для селекции.

Отбор тем эффективнее, чем разнообразнее в наследственном отношении исходный материал. Одним из путей увеличения разнообразия материала для селекции является **гибридизация**. Она бывает двух видов: *близкородственная*, позволяющая перевести рецессивные гены в гомозиготное состояние; *неродственная*, помогающая объединить в одном организме гены, ответственные за ценные признаки разных особей.

При близкородственной гибридной – **инбридинге** (англ. inbreeding, от in – в, внутри и breeding – разведение) – повышается степень гомозиготности организмов. Многократный инбридинг может привести к резкому ослаблению или вырождению потомков.

Неродственная гибридная может быть *внутривидовой* – скрещивание особей разных сортов или пород одного вида и *отдаленной* – скрещивание особей разных видов и родов.

При гибридной особей разных линий – **аутбридинге** (англ. out – вне и breeding – разведение) – удается получить гетерозиготные гибриды, превосходящие по своим качествам родительские формы. В этом случае проявляется эффект **гетерозиса** (греч. heteroiosis – изменение, превращение) – гибридной силы, основной причиной которого является отсутствие проявления вредных рецессивных аллелей в гетерозиготном состоянии. Эффект гетерозиса широко применяют для получения высокоурожайных гибридов кукурузы, огурцов, сахарной свеклы и других культурных растений. В птицеводстве межлинейная гибридная мясных пород кур дает возможность получить гетерозисных цыплят – бройлеров. Уже со второго поколения эффект гетерозиса угасает (рис. 93).

При отдаленной гибридной, из-за генетических, морфологических, физиологических и иных различий организмов, применяют специальные методы преодоления нескрещиваемости. Межвидовые (межродовые) гибриды часто оказываются бесплодными вследствие нарушения процессов гаметогенеза. В то же время отдаленная гибридная может привести к возникновению форм, представляющих хозяйственную ценность из-за ярко выраженного гетерозиса. Так, например, при скрещивании лошади с ослом получается выносливый, сильный и долгоживущий гибрид – мул. Интересно, что у лошака – гибрида ослицы и жеребца – эффект гетерозиса практически отсутствует.



Рис. 93. Угасание гетерозиса во втором поколении гибридной кукурузы (начинают преобладать мелкие растения, несущие признаки исходных форм)

Отличаются большой силой и выносливостью *нары* – гибриды одногорбого и двугорбого верблюдов. Ценны *бестеры* – гибриды белуги и стерляди.

В естественных условиях частота мутирования генов сравнительно невелика. Повышения количества мутаций можно достичь, действуя на организм различными мутагенами (радиация, ультрафиолетовые лучи, некоторые химические вещества). Мутации не носят направленного характера, но они поставляют материал, из которого селекционер отбирает организмы с интересующими его признаками.

Традиционные, описанные выше методы селекции имеют естественные ограничения в области изменения генотипа организма. Методы клеточной и генной инженерии открывают возможности создания организмов с новыми, в том числе и не встречающимися в природе, комбинациями наследственных признаков.

Критерий оценивания.

Раскрывает способы улучшения сельскохозяйственных растений и животных с помощью методов селекции;

Задание:

1. Какие задачи решает селекция?
2. Чем методический отбор отличается от бессознательного?
3. В чем отличие массового отбора от индивидуального?
4. Чем можно объяснить явление гетерозиса при неродственной гибридизации?
5. Почему межвидовые гибриды, как правило, стерильны?

Раздел.IV Координация и регуляция.

Урок №1

Тема. Строение нервных клеток. Рефрактерный период. Строение центральной нервной системы.

Информационный блок.

Нервная система – самая важная система организма, объединяющая деятельность всех органов и обеспечивающая его взаимодействие с окружающей средой.

Нервная система:

1. Центральная (ЦНС) – головной мозг, спинной мозг
2. Периферическая (ПНС) – нервы, нервные узлы
3. ПНС
4. Соматическая (произвольная регуляция)

Автономная (непроизвольная регуляция) – симпатическая, парасимпатическая

Отделы нервной системы

Центральный – представлен спинным и головным мозгом, которые защищены мозговыми оболочками, состоящими из соединительной ткани.

Периферический – образован нервами и нервными узлами.

Автономный (вегетативный) – управляет работой внутренних органов, не подчиняется воле человека, состоит из двух отделов: симпатического и парасимпатического.

Симпатический отдел – усиливает и ускоряет работу сердца, сужает просветы артерий, а просветы бронхов расширяет, усиливает секрецию потовых желез.

Парасимпатический – замедляет и ослабляет сокращение сердца.

Нервная система состоит из нервной ткани, которая образована нейронами, окруженными нейроглией. Нейроны – одноядерные клетки, состоящие из аксонов и дендритов. Аксоны – длинные отростки, дендриты – короткие. Нервные клетки образуют постоянные контакты с другими клетками. Место контакта – синапс.

Головной и спинной мозг состоят из серого вещества (скопление тел нервных клеток) и белого вещества (образованного отростками нервных клеток). Нейроны бывают трех типов: чувствительные, двигательные и вставочные.

По чувствительным нейронам импульсы передаются от органов чувств и внутренних органов в мозг. Вставочные нейроны образуют белое вещество спинного мозга, Двигательные проводят импульс от мозга к рабочим органам.

Проведение нервных импульсов по длинному отростку клетки – важнейшая функция нейрона. Нервный импульс, возникающий в нейроне, пробегает по всей длине отростка. Окончания длинных отростков подходят к другим нервным клеткам, образуя специализированные контакты.

Функция таких контактов заключается в передаче влияния от одной нервной клетки к другой. Нервный импульс, поступивший по длинному отростку к следующей нервной клетке, может вызвать в ней либо возбуждение, либо торможение. Если нейрон возбужден, в нем возникает свой нервный импульс, который, добежав до окончания длинного отростка, может возбудить целую группу следующих нейронов, находящихся с ним в контакте. А волокна, входящие в состав нервов, несут к мышцам и железам. В ряде случаев нервный импульс, добравшись до соседнего нейрона, не только не возбуждает его, а, наоборот, временно затрудняет развитие в нем возбуждения или даже угнетает его. Этот процесс называют торможением нервной клетки. Торможение не позволяет возбуждению беспредельно распространяться в нервной системе. Благодаря взаимодействию возбуждения и торможения в каждый момент времени нервные импульсы могут формироваться только в строго определенной группе нервных клеток. Этим обеспечивается координированная деятельность нервных клеток. Возбуждение и торможение являются двумя важнейшими процессами, протекающими в нейронах. Все нервные клетки по их функциям можно разделить на три типа: чувствительные нейроны

передают в мозг нервные импульсы от органов зрения, слуха и др., а также от внутренних органов. Большая часть нейронов относится к типу вставочных. Это их тела образуют основную массу серого вещества мозга. Они как бы вставлены между чувствительными нейронами, осуществляя связь между ними.

Исполнительные нейроны формируют ответные нервные импульсы и передают их мышцам и железам.

3. Строение спинного мозга.

Спинной мозг разделён на две части — правую и левую. Поверх него имеются три оболочки: твёрдая, мягкая (сосудистая) и паутинная. Между двумя последними находится пространство, наполненное спинномозговой жидкостью. В центральной области спинного мозга можно обнаружить серое вещество, на горизонтальном срезе похожее по своему виду на «мотылька». Серое вещество сформировано из тел нервных клеток (нейронов), общее количество которых достигает 13 миллионов. Клетки схожие по строению и имеющие одинаковые функции создают ядра серого вещества. В сером веществе существует три вида выступов (рогов), которые подразделяются на передний, задний и боковой рог серого вещества. Передние рога характеризуются наличием больших двигательных нейронов, задние рога сформированы малыми вставочными нейронами, а боковые рога являются местом расположения висцеральных моторных и чувствительных центров. Белое вещество спинного мозга со всех сторон окружает серое вещество, образуя слой созданный миелинизированными нервными волокнами, тянущимися в восходящем и нисходящем направлении. Пучки нервных волокон, образованные совокупностью отростков нервных клеток, формируют проводящие пути. Различают три вида проводящих пучков спинного мозга: короткие, которые задают связь сегментов мозга на разных уровнях, восходящие (чувствительные) и нисходящие (двигательные). В формировании спинного мозга участвует 31-33 пары нервов, разделённых на отдельные участки, называемые сегментами. Число сегментов всегда аналогично количеству пар нервов. Функция сегментов заключается в иннервировании конкретных областей человеческого организма. **Функции спинного мозга**

Спинной мозг наделён двумя важнейшими функциями — рефлекторной и проводниковой. Наличие простейших двигательных рефлексов (отдёргивание руки при ожоге, разгибание коленного сустава при ударе молоточком по сухожилию и т.д.) обусловлено рефлекторной функцией спинного мозга. Связь спинного мозга со скелетными мышцами возможна благодаря рефлекторной дуге, являющейся путём прохождения нервных импульсов. Проводниковая функция заключается в передаче нервных импульсов от спинного к головному мозгу при помощи восходящих путей движения, а также от головного мозга по нисходящим путям к органам различных систем организма.

4. Рефлекс, рефлекторная дуга.

Рефлекс (от лат. "рефлексус" - отражение) - реакция организма на изменения внешней или внутренней среды, осуществляемая при посредстве центральной нервной системы в ответ на раздражение рецепторов.

Рефлексы проявляются в возникновении или прекращении какой-либо деятельности организма: в сокращении или расслаблении мышц, в секреции или прекращении секреции желез, в сужении или расширении сосудов и т. п.

Благодаря рефлекторной деятельности организм способен быстро реагировать на различные изменения внешней среды или своего внутреннего состояния и приспособляться к этим изменениям. У позвоночных животных значение рефлекторной функции центральной нервной системы настолько велико, что даже частичное выпадение ее (при оперативном удалении отдельных участков нервной системы или при заболеваниях ее) часто ведет к глубокой инвалидности и невозможности осуществлять необходимые жизненные функции без постоянного тщательного ухода.

Значение рефлекторной деятельности центральной нервной системы в полной мере было раскрыто классическими трудами И. М. Сеченова и И. П. Павлова. И. М. Сеченов еще в 1862 г. в своем составившем эпоху труде "Рефлексы головного мозга" утверждал: "Все акты сознательной и бессознательной жизни по способу происхождения суть рефлексы".

Виды рефлексов

Все рефлекторные акты целостного организма разделяют на *безусловные и условные рефлексы*.

Безусловные рефлексы передаются по наследству, они присущи каждому биологическому виду; их дуги формируются к моменту рождения и в норме сохраняются в течение всей жизни. Однако они могут изменяться под влиянием болезни.

Условные рефлексы возникают при индивидуальном развитии и накоплении новых навыков. Выработка новых временных связей зависит от изменяющихся условий среды. Условные рефлексы формируются на основе безусловных и с участием высших отделов головного мозга.

Любой рефлекс в организме осуществляется при помощи рефлекторной дуги.

Рефлекторная дуга - это путь, по которому раздражение (сигнал) от рецептора проходит к исполнительному органу. Структурную основу рефлекторной дуги образуют нейронные цепи, состоящие из рецепторных, вставочных и эффекторных нейронов. Именно эти нейроны и их отростки образуют путь, по которому нервные импульсы от рецептора передаются исполнительному органу при осуществлении любого рефлекса.

В периферической нервной системе различают рефлекторные дуги (нейронные цепи) соматической нервной системы, иннервирующие скелетную и мускулатуру вегетативной нервной системы, иннервирующие внутренние органы: сердце, желудок, кишечник, почки, печень и т.д.

Рефлекторная дуга состоит из пяти отделов:

рецепторов, воспринимающих раздражение и отвечающих на него возбуждением. Рецепторами могут быть окончания длинных отростков центростремительных нервов или различной формы микроскопические тельца из эпителиальных клеток, на которых оканчиваются отростки нейронов. Рецепторы расположены в коже, во всех внутренних органах, скопления рецепторов образуют органы чувств (глаз, ухо и т. д.).

чувствительного (центростремительного, афферентного) нервного волокна, передающего возбуждение к центру; нейрон, имеющий данное волокно, также называется чувствительным. Тела чувствительных нейронов находятся за пределами центральной нервной системы - в нервных узлах вдоль спинного мозга и возле головного мозга.

Простейшую рефлекторную дугу можно схематически представить как образованную всего двумя нейронами: рецепторным и эффекторным, между которыми имеется один синапс. Такую рефлекторную дугу называют двунейронной и моносинаптической. Моносинаптические рефлекторные дуги встречаются весьма редко. Примером их может служить дуга миотатического рефлекса.

В большинстве случаев рефлекторные дуги включают не два, а большее число нейронов: рецепторный, один или несколько вставочных и эффекторный. Такие рефлекторные дуги называют многонейронными и полисинаптическими. Примером полисинаптической рефлекторной дуги является рефлекс отдергивания конечности в ответ на болевое раздражение.

Рефлекторная дуга соматической нервной системы на пути от ЦНС к скелетной мышце нигде не прерывается в отличие от рефлекторной дуги вегетативной нервной

системы, которая на пути от ЦНС к иннервируемому органу обязательно прерывается с образованием синапса - вегетативного ганглия.

Для осуществления любого рефлекса необходима целостность всех звеньев рефлекторной дуги. Нарушение хотя бы одного из них ведет к исчезновению рефлекса.

Схема реализации рефлекса

В ответ на раздражение рецептора нервная ткань приходит в состояние возбуждения, которое представляет собой нервный процесс, вызывающий или усиливающий деятельность органа. В основе возбуждения лежит изменение концентрации анионов и катионов по обе стороны мембраны отростков нервной клетки, что приводит к изменению электрического потенциала на мембране клетки.

В двухнейронной рефлекторной дуге (первый нейрон - клетка спинномозгового ганглия, второй нейрон - двигательный нейрон [мотонейрон] переднего рога спинного мозга) дендрит клетки спинно-мозгового ганглия имеет значительную длину, он следует на периферию в составе чувствительных волокон нервных стволов. Заканчивается дендрит особым приспособлением для восприятия раздражения - рецептором.

Возбуждение от рецептора по нервному волокну центростремительно (центрипетально) передается в спинномозговой ганглий. Аксон нейрона спинномозгового ганглия входит в состав заднего (чувствительного) корешка; это волокно доходит до мотонейрона переднего рога и с помощью синапса, в котором передача сигнала происходит при помощи химического вещества - медиатора, устанавливает контакт с телом мотонейрона или с одним из ее дендритов. Аксон этого мотонейрона входит в состав переднего (двигательного) корешка, по которому центробежно (центрифугально) сигнал поступает к исполнительному органу, где соответствующий двигательный нерв заканчивается двигательной бляшкой в мышце. В результате происходит сокращение мышцы.

В основе функционирования нервной системы лежит рефлекторный принцип, или осуществление рефлекторных реакций.

Рефлексом называют стереотипную ответную реакцию организма на действие раздражителя, осуществляющуюся при участии центральной нервной системы.

Из этого определения вытекает, что не все ответные реакции можно относить к рефлекторным. Например, каждая клетка, обладая раздражимостью, способна отвечать на действие раздражителей изменением метаболизма. Но эту реакцию мы не назовем рефлекторной. Рефлекторные реакции возникли у живых организмов, располагающих нервной системой, и осуществляются при участии нейронной цепи, получившей название рефлекторной дуги.

Элементы рефлекторной дуги

Рефлекторная дуга включает пять звеньев.

Начальным звеном является сенсорный рецептор, образованный нервным окончанием чувствительного нейрона или чувствительной клеткой сенсоэпителиального происхождения.

В состав дуги кроме рецептора входят: афферентный (чувствительный, центростремительный) нейрон, ассоциативный (или вставочный) нейрон, эфферентный (двигательный, центробежный) нейрон и эффектор.

Эффектором могут быть мышца, на волокнах которой заканчивается синапсом аксон эфферентного нейрона, экзо- или эндокринная железа, иннервируемые эфферентным нейроном. Вставочных нейронов может быть один или много или ни одного. Афферентный и вставочный нейроны обычно располагаются в нервных центрах.

Критерий оценивания: Описывает и объясняет инициацию и трансмиссию потенциала действия в миелинизированных аксонах нейронов; Раскрывает значение рефрактерного периода и миелиновой оболочки

Задание:

1. Виды нервных клеток
2. Описать строение ЦНС.
3. Схема рефрактерного периода.

Урок №2

Тема. Виды механорецепторов. Взаимосвязь холинергического синапса. Передача гормональных сигналов через мембранные рецепторы.

Информационный блок.

Все живые организмы нуждаются в информации об окружающей среде как для поисков пищи и особей другого пола, так и при избегании разного рода опасностей. Кроме того, они должны ориентироваться в пространстве и оценивать его важнейшие свойства. Эту возможность обеспечивают сенсорные системы.

Разнообразные раздражители классифицируют, прежде всего, по модальности, т. е. по той форме энергии, которая свойственна каждому из них. Так, раздражители делят на механические, химические, тепловые, осмотические, световые, электрические и др. Эти раздражители передаются с помощью различных форм энергии; например, свет — фотонами, химические раздражители — молекулами и ионами, тепловые — с помощью температуры, механические — посредством механической формы энергии.

Кроме того, все раздражители независимо от их модальности подразделяются на адекватные и неадекватные. Адекватность раздражителя проявляется в том, что его пороговая интенсивность значительно ниже по сравнению с неадекватными раздражителями, например воздействие светового и механического стимулов на рецепторы глаза. Ощущение света возникает у человека, когда минимальная интенсивность светового раздражителя составляет всего 10 — 10 Вт. Но ощущение вспышки можно вызвать и при механическом воздействии на глаз (это явление называют механическим фосфеном). Большинству людей оно знакомо по собственному опыту. Так, механическое давление на глазное яблоко воспринимается как свет, а от резкого удара по глазам «из глаз сыплются искры», хотя никакого света при этом не было. Для возникновения вспышки света механическим путем мощность стимула должна быть более 10~ Вт.

Следовательно, разница между световым и механическим пороговым раздражителями для рецепторов глаза человека достигает 13—14 порядков.

Деятельность любой сенсорной системы начинается с восприятия рецепторами внешней для мозга физической и химической энергии, трансформации ее в нервные импульсы и передачи их в мозг через цепи нейронов, образующих ряд уровней.

Данная работа посвящена рецепторам и рассматривает основные механизмы физиологии рецепции, которые свойственны всем сенсорным модальностям.

Рецепторы представляют собой конечные специализированные образования, предназначенные для трансформации энергии различных видов раздражителей в специфическую активность нервной системы.

Рецепторные клетки отличаются от остальных, по крайней мере, в двух отношениях. Во-первых, энергия раздражителя служит для них лишь стимулом к запуску процессов, совершаемых за счет потенциальной энергии, которая накоплена вследствие обменных реакций в самой клетке. Во-вторых, рецепторная клетка обладает на выходе электрической энергией, обязательно передаваемой другим клеткам, которые сами не способны воспринимать энергию данного внешнего воздействия.

Основной структурной единицей большинства рецепторных аппаратов является клетка, снабженная подвижными волосками, или ресничками. Эти волоски представляют собой как бы периферические подвижные антенны, действующие подобно усилителям по отношению к воспринимаемым раздражителям и участвующие в трансформации раздражителя в нервную сигнализацию. Волоски содержат в своем составе 9 пар периферических и 2 центральные фибриллы. Центральные фибриллы выполняют опорную роль, а периферические, содержащие миозиноподобные макромолекулы, сокращаются под воздействием АТФ. Благодаря их автоматическим движениям осуществляются непрерывные поиски адекватного стимула и обеспечиваются наилучшие условия для взаимодействия с ним. Следовательно, в одной и той же клетке представлены и собственно рецепторная, и моторная функции.

Другая сторона деятельности рецепторных элементов заключается во взаимодействии энергии внешнего стимула с поверхностью антенн, которые покрыты мембраной (мембрана образована из двойного слоя липидов, ограниченного с обеих сторон слоем белковых молекул). Специфической особенностью рецепторных мембран является включение в их состав биологически активных веществ — пигментов, ферментов, ацетилхолинэстеразы и др.

Следовательно, общий механизм рецепции складывается из механо-химических молекулярных процессов, обеспечивающих движение антенн, и общих биохимических циклов при взаимодействии специфического стимула с рецепторными мембранами антенн.

Однако не следует думать, что этой схемой ограничивается восприятие стимула рецепторной клеткой, у некоторых рецепторов во взаимодействии со стимулом принимает участие вся клетка (например, хеморецепторные клетки, чувствительные к напряжению кислорода в крови), у других (вкусные луковицы позвоночных), восприятие осуществляется микроворсинками. В большей части рецепторов кожи, внутренних органов и мышц участки преобразования стимула находятся в окончаниях нервных волокон.

Пороги восприятия высокоспециализированными рецепторами адекватных стимулов чрезвычайно низки. Для возбуждения фоторецептора достаточно одного кванта света, обонятельные рецепторы информируют организм о появлении в атмосфере единичных молекул пахучих веществ, волосковые рецепторы лабиринта способны обнаружить движение примерно такое же малое, как диаметр атома водорода. По характеру взаимодействия раздражителей всю совокупность рецепторов подразделяют на экстероцепторы, воспринимающие раздражения внешних агентов, и интероцепторы, сигнализирующие о раздражителях внутренней среды. К первым относят такие высокоспециализированные образования, как рецепторы органов слуха, зрения, обоняния, вкуса, осязания; ко вторым — рецепторы внутренних органов. Одной из разновидностей интероцепторов следует считать проприоцепторы (рецепторы опорно-двигательного аппарата).

У экстерорецепторов в большей степени выражена так называемая специализация, под которой понимают высокую избирательную чувствительность к адекватному раздражителю (закон специфической перепой энергии Мюллера). Обладая чрезвычайно высокой чувствительностью к адекватному раздражителю, экстероцепторы, как правило, могут реагировать и на неадекватные стимулы, но лишь на очень интенсивные. Поэтому принято считать экстероцепторы мономодальными рецепторными приборами.

Среди интероцепторов также есть мономодальные образования, например хеморецепторы каротидной зоны, предназначенные для химического анализа крови, направляющейся к мозгу. Однако большинство интероцепторов являются полимодальными, т. е. способными реагировать не на один, а на несколько разных по модальности раздражителей, например на температурные, химические и механические.

Разница в порогах восприятия адекватных и неадекватных раздражителей у полимодальных рецепторов не столь ярко выражена, как у мономодальных.

Наиболее понятная и удобная классификация рецепторов исходит из различной модальности воспринимаемых ими раздражителей. В соответствии с этим разнообразием все рецепторы живых организмов можно разбить на несколько групп.

1. Механо-рецепторы приспособлены к восприятию механической энергии раздражающего стимула. Восприятие механического раздражителя необходимо как самым низшим организмам, таким, как бактерии и простейшие, так и высокоорганизованным позвоночным животным. У беспозвоночных они представлены первичной механо-чувствительностью всей поверхностной мембраны (бактерии, простейшие) и специализированными рецепторами, выполняющими экстеро- и проприоцептивные функции у многоклеточных. У позвоночных механо-рецепторы подразделяются на рецепторы кожи, сердечно-сосудистой системы, внутренних органов, опорно-двигательного аппарата и акустико-латеральной системы. Механо-рецепторную функцию различных тканей и органов выполняют рецепторы реснитчатого типа, тогда как в акустико-латеральной системе рецепторными клетками являются волосково-реснитчатые. Механо-рецепторы представляют периферические отделы соматической, скелетно-мышечной, слуховой и вестибулярной сенсорных систем, а также боковой линии.

2. Терморецепторы воспринимают температурные раздражения. Они объединяют рецепторы кожи и внутренних органов, а также центральные термочувствительные нейроны. У позвоночных терморецепторы подразделяются на холодовые и тепловые; они обнаруживают тепловое излучение косвенно по его влиянию на температуру кожи. У некоторых позвоночных (гремучие змеи) имеются специализированные рецепторы, непосредственно воспринимающие инфракрасные лучи.

3. Хеморецепторы чувствительны к действию химических агентов. У наземных животных они образуют периферические отделы обонятельной и вкусовой сенсорных систем, тогда как для водных животных эти понятия теряют смысл, что заставляет использовать термин хемо-рецепция или химическая чувствительность. Интероцепторы (сосудистые и тканевые) участвуют в оценке химического состава внутренней среды и связаны с работой висцерального анализатора.

4. Фоторецепторы воспринимают световую энергию. Они представлены цилиарными рецепторами, т.е. производными клетки со жгутиком, и рабдомерными, у которых жгутик отсутствует, а собственно фоторецепторная часть клетки образована совокупностью микроволн.

5. Электро-рецепторы чувствительны к действию электромагнитных колебаний. Они обнаружены в составе боковой линии у круглоротых, пластино-жаберных, многих костистых рыб и некоторых хвостатых амфибий. К ним относятся ампулированные и бугорковые электро-чувствительные рецепторные органы.

6. Болевые рецепторы воспринимают болевые раздражения. Однако наряду со специализированными нервными окончаниями болевые стимулы могут восприниматься также и другими типами сенсорных аппаратов.

На уровне молекул и клеточных мембран основные рецепторные механизмы в пределах данной модальности имеют много общих свойств у разных типов и видов животных. Однако в зависимости от образа жизни, среды обитания и ряда других биологических факторов рецепторные приборы организмов могут существенно различаться.

У некоторых животных организм может быть вообще лишен многих рецепторов, например в случае крайней адаптации ленточного червя к паразитическому существованию в кишечнике хозяина.

В других случаях живые организмы не могут воспринимать ту или иную модальность или имеют ограниченный диапазон для ее анализа.

Например, у человека не обнаружены электро-рецепторы, существующие у рыб; нет рецепторов, воспринимающих прямое инфракрасное излучение, как у гремучей змеи; глаз человека не воспринимает поляризацию света, как глаза некоторых насекомых; его ухо не ощущает ультразвуковых колебаний, как слуховой аппарат летучих мышей и многих ночных млекопитающих.

Однако бесспорно, что рецепторные аппараты обеспечивают каждый организм достаточным количеством информации, которая необходима для его нормального существования, так как они приспособлены к восприятию именно тех сигналов, которые существенны именно для данного вида животного.

Важнейшее свойство рецепторов — избирательная чувствительность к адекватным раздражителям. Выраженность этого свойства у тех или иных рецепторных аппаратов обусловлена в значительной мере их структурными особенностями. На основании этого все рецепторы могут быть разделены на две группы: первичные (первично-чувствующие) и вторичные (вторично-чувствующие)

К первичным относят такие рецепторные аппараты, у которых действие адекватного стимула осуществляется непосредственно периферическим отростком сенсорного нейрона, который, таким образом, первично встречается с раздражителем. Этот сенсорный нейрон находится на периферии, а не в центральной нервной системе, и представляет собой преобразованный в ходе эволюции биполярный нейрон, на одном полюсе которого расположен дендрит с ресничкой или дендритными отростками, а на другом — центральный отросток — аксон, по которому возбуждение передается в соответствующий центр. К вторичным рецепторам относят такие рецепторы, у которых между окончаниями сенсорного нейрона и точкой приложения стимула располагается дополнительная специализированная (рецептирующая) клетка нервного происхождения. Возбуждение, возникающее в рецептирующей клетке, передается через синапс на сенсорный нейрон. Следовательно, сенсорный нейрон возбуждается уже не первично внешним стимулом, а опосредованно (вторично) благодаря воздействию рецептирующих клеток. Последние не имеют периферических и центральных отростков, но восприятие стимула у них осуществляется с помощью жгутикообразных волосков.

Первичные рецепторы, впервые появляющиеся уже у кишечнополостных, являются основным универсальным типом рецепторных элементов, с которыми связаны все виды рецепции у беспозвоночных. Интересно отметить, что вторичночувствующие эпителиальные клетки обнаружены недавно в органах гравитации у таких низкоорганизованных животных, как гребневики.

У позвоночных животных первичные рецепторы представлены тканевыми рецепторами и проприоцепторами, а также терморецепторами и обонятельными клетками. К вторичным рецепторам следует отнести рецепторные элементы органов боковой линии (механо- и электрорецепторы), волосковые клетки внутреннего уха, рецепторные клетки вкусовых луковиц и фоторецепторы глаза позвоночных.

2. Адаптация рецепторов

Постоянно действующий стимул лишь в редких случаях создает в рецепторах постоянный уровень возбуждения на неопределенный срок. Чаще при длительном раздражении возбуждение слабеет в большей или меньшей степени. Это явление называется адаптацией рецепторов. В его основе лежат весьма сложные процессы, протекающие в рецепторах и в центральных отделах нервной системы. Субъективно адаптация проявляется по отношению к воздействию постоянного раздражителя. Например, войдя в прокуренное помещение, человек через несколько минут перестает ощущать столь резкий вначале запах табака. Точно так же мы не замечаем непрерывного давления на кожу привычной одежды или яркого света, который вначале нас ослепляет.

В зависимости от способности изменять свою активность в ходе действия длительного раздражения все рецепторы могут быть разделены на две группы: быстро

адаптирующиеся, или фазные, и медленно адаптирующиеся, или тонические (рис.3). Существует также и промежуточный тип рецепторов — фазотонические.

Фазные рецепторы возбуждаются в начальный и конечный периоды деформации их мембран при низких (тактильные рецепторы) и высоких (фонорецепторы) частотах механического раздражения. Примером очень быстро адаптирующегося рецептора может служить тельце Пачини, генерирующее всего один-два импульса (on-ответ) в момент начала действия стационарной деформации и один-два ПД (off-ответ) в момент выключения раздражения.

Тонические рецепторы возбуждаются в течение всего периода деформации их мембран. В начальный момент действия раздражителя наблюдаются высокочастотные разряды, после которых импульсация устанавливается на более низком уровне соответственно величине приложенного давления и сохраняется в течение всего времени действия раздражителя. Примером тонического рецептора является медленный рецептор растяжения у ракообразных, активность которого может сохраняться на одном уровне в течение нескольких часов.

В фазотонических рецепторах электрические процессы регистрируются все время, пока длится раздражение, однако амплитуда РП и частота ПД резко снижаются при длительном его воздействии. Рецепторный потенциал таких рецепторов имеет два четко выраженных компонента: начальный — фазный, последующий — тонический.

Таким образом, организм, имея в своем составе все три типа рецепторов, получает информацию о начальных и конечных моментах воздействия раздражителя, а также о его силе и длительности.

На основе деятельности тонических рецепторов может постоянно анализироваться и проследиваться уровень сенсорного воздействия. Фазный тип реагирования обеспечивает возможность отражать моменты изменения этого уровня, а фазно-тонический — объединяет в себе те и другие свойства.

Адаптационные процессы в рецепторах могут определяться внешними и внутренними факторами. В качестве внешнего фактора в механизме адаптации могут выступать свойства вспомогательных структур. Например, как показали специальные эксперименты, основной причиной быстрой адаптации телец Пачини являются свойства вспомогательных структур (капсулы рецептора), которые не пропускают к нервному окончанию статической составляющей раздражающего действия. Динамическая же составляющая стимула хорошо проходит через элементы капсулы, хотя и уменьшается несколько по амплитуде. Однако после удаления капсулы рецептор начинает вести себя как тонический и генерировать РП в течение действия достаточно продолжительного стимула,

Внутренние факторы механизма адаптации связаны с изменениями физико-химических процессов в самом рецепторе. Сравнительный анализ характеристик мембранных ионных каналов быстро адаптирующихся и медленно адаптирующихся волокон свидетельствует о различии их натриевых и калиевых систем. Различный набор этих ионных каналов может, по-видимому, определять фазный или тонический тип активности сенсорного прибора.

В явлениях адаптации важную роль могут играть также эфферентные влияния от расположенных выше нервных центров. При наличии тормозной эфферентной регуляции процессы адаптации в рецепторах ускоряются. Например, стационарная импульсация, поступающая от центров к рецепторам растяжения ракообразных, способна превратить ответ тонического рецептора в фазный.

Таким образом, из представленного следует, что для адаптации рецепторов нет единого общего закона и в каждой сенсорной системе может быть свое сочетание факторов, которое и определяет изменение возбудительного процесса.

Заключение

Рецепторам принадлежит важнейшая роль в получении организмом информации о внешней и внутренней средах. Благодаря их большому разнообразию в организме животные и человек способны воспринимать стимулы разных модальностей. Процесс передачи сенсорного сообщения сопровождается многократным преобразованием и перекодированием и завершается общим анализом и синтезом (опознаванием образа). После этого происходит выбор или разработка программы ответной реакции- организма. Без информации, поступающей в мозг, не могут осуществляться простые и сложные рефлекторные акты вплоть до психической деятельности

Критерий оценивания: Описывает реакцию механорецепторов (тельца Пачини) на раздражители; системы управления в биологии.

Задание:

1. На какие группы классифицируют механорецепторы.?
2. Что является структурной единицей репторов?

Раздел. Движение.

Урок №1.

Тема. Строение поперечнополосатой мышечной ткани. Механизм сокращения мышечного волокна.

Информационный блок.

Поперечнополосатые мышцы являются активной частью опорно-двигательного аппарата, включающего, кроме них, кости, связки и сухожилия.

В результате сократительной деятельности поперечнополосатых мышц, происходящей под влиянием импульсов, приходящих из ЦНС, возможны: 1) передвижение организма в пространстве; 2) перемещение частей тела относительно друг друга; 3) поддержание позы. Кроме того, один из результатов мышечного сокращения — выработка тепла.

У человека, как и у всех позвоночных, волокна скелетных мышц обладают тремя важнейшими свойствами: 1) возбудимостью, т.е. способностью отвечать на раздражитель, изменениями ионной проницаемости и мембранного потенциала; 2) «проводимостью» — способностью к проведению потенциала действия вдоль всего волокна; 3) сократимость, т.е. способностью сокращаться или изменять напряжение при возбуждении.

В естественных условиях возбуждение и сокращение мышц вызываются нервными импульсами, поступающими к мышечным волокнам из нервных центров. Чтобы вызвать возбуждение в эксперименте, применяют электрическую стимуляцию. Непосредственное раздражение самой мышцы называется прямым раздражением; раздражение двигательного нерва, ведущее к сокращению иннервированной этим нервом мышцы, называется непрямым раздражением. Ввиду того что возбудимость мышечной ткани ниже, чем нервной, приложение электродов раздражающего тока непосредственно к мышце еще не обеспечивает прямого раздражения: ток, распространяясь по мышечной ткани, действует в первую очередь на находящиеся в ней окончания двигательных нервов и возбуждает их, что ведет к сокращению мышц. Чтобы получить в эксперименте эффект чисто прямого раздражения, необходима либо выключить в мышце двигательные нервные окончания ядом кураре, либо приложить стимул через введенный внутрь мышечного волокна микроэлектрод.

Электрическую активность целой мышцы при возбуждении можно зарегистрировать при помощи приложенных к мышце или вколотых в нее электродов и дальнейшего усиления отводимых потенциалов.

Эта методика получила название *электромиографии*, а регистрируемая с ее помощью кривая *электромиограммы*. Последняя представляет собой результат интерференции множества потенциалов действия, асинхронно возникающих в различных мышечных волокнах. Метод электромиографии можно использовать при обследовании человека. Он широко применяется в физиологии спорта и медицине для оценки состояния двигательного аппарата и диагностики ряда заболеваний. Электроды различных типов позволяют отводить внеклеточно потенциалы целой мышцы, отдельных двигательных единиц и даже отдельных волокон. Электромиография позволяет выявлять разнообразные нарушения иннервации мышц и их управления ЦНС.

Для внутриклеточной регистрации мембранных потенциалов отдельных мышечных волокон в эксперименте применяют внутриклеточные микроэлектроды.

Регистрация механической активности мышц называется *миографией*. Для такой регистрации в настоящее время применяют специальные датчики, преобразующие механические изменения (линейные перемещения или напряжение) в колебания электрического. **ТИПЫ СОКРАЩЕНИЯ МЫШЦЫ**

Потенциал действия, распространяющийся по мышечному волокну, активирует его сократительный аппарат, инициируя акт сокращения. В зависимости от условий, в которых происходит мышечное сокращение, различают два его типа — изотоническое и изометрическое

Изотоническим называют такое сокращение мышцы, при котором ее волокна укорачиваются, но напряжение остается постоянным.

Изометрическим, называют такое сокращение, при котором мышца укоротиться не может, т. е. когда оба ее конца неподвижно закреплены. В этом случае длина мышечных волокон остается неизменной, а напряжение их по мере развития сократительного процесса возрастает.

Естественные сокращения в организме не бывают чисто изотоническими, так как, даже поднимая постоянный груз, мышца изменяет свое напряжение вследствие реальной нагрузки. Например, при изменении суставного угла руки или ноги меняется плечо рычага, на который действует мышца.

По отношению к целостному организму применяется иная классификация типов сокращения: выделяют изометрическое сокращение, при котором длина мышцы не изменяется, concentрическое, при котором мышца укорачивается, и эксцентрическое, совершаемое в условиях удлинения мышцы (например, медленное опускание груза). В естественных двигательных актах обычно можно наблюдать все три типа сокращения мышц.

Критерий оценивания.

Исследует ультраструктуру поперечнополосатых мышц; объясняет механизм мышечного сокращения с помощью теории скользящих нитей

Задание.

1 Назовите структуру мышечного волокна.

2. Опишите механизм сокращения мышечного волокна?

3 Какими свойствами обладают скелетные мышцы?

Раздел. Движение.

Урок №1.

Тема. Строение, локализации и общие свойства быстрых и медленных мышечных волокон.

Информационный блок.

Быстрые (белые) мышечные волокна

По аналогии с медленными, можно догадаться, что быстрые мышечные волокна способны к высокоинтенсивной, тяжелой, но кратковременной работе. Эти волокна используют бескислородный способ получения энергии, а значит используют, главным образом, углеводы. Именно поэтому они белого цвета. Их быстрое утомление связано с тем, что во время сокращения мышечного волокна образуется молочная кислота и, чтобы вывести её, необходимо некоторое время.

Но белые мышечные волокна также бывают разными.

Подтипы быстрых мышечных волокон:

подтип 2А или промежуточные мышечные волокна

Их ещё называют переходными, потому что эти волокна могут использовать как аэробный так и анаэробный способ получения энергии. По сути, это что-то среднее между красными и белыми волокнами. Подтип 2Б или истинные БМВ

Эти волокна используют только анаэробный (бескислородный) способ получения энергии и обладают максимальной силой. Они способны к существенному росту, поэтому все программы по набору мышечной массы рассчитаны на работу именно этих волокон.

Когда включаются в работу БМВ

Это происходит, когда нужно приложить максимум усилий в короткий промежуток времени. Т.е. при анаэробных тренировках:

- бодибилдинг
- пауэрлифтинг
- тяжелая атлетика
- спринтерский бег и плавание
- боевые искусства

Эти тренировки способствуют увеличению мышцы в объёме за счёт увеличения поперечного сечения мышечного волокна.

Тренировка БМВ направлена на:

- увеличение силы
- увеличение мышечной массы

Может ли меняться соотношение быстрых и медленных мышечных волокон в теле

На этот счёт существует несколько мнений и, как обычно, в защиту каждого из них приводят различные доводы.

Считается, что первостепенное соотношение мышечных волокон заложено в нас генетически и именно поэтому одним людям намного легче даётся бег, а другим силовая нагрузка. Но, с другой стороны, исследуя людей, занимающихся разными видами спорта, было выявлено, что, например, у тяжелоатлетов преобладают быстрые мышечные волокна, а у марафонцев медленные. Соответственно, предполагают, что тренировки способны немного «перераспределять» соотношение и количество мышечных волокон в теле. Хотя, относительно второго подхода, не совсем понятно, было ли причиной преобладания тех или иных волокон определённый вид спорта, или всё-таки этот выбор спорта был последствием генетических задатков.

Ещё один важный момент, который нужно понимать – мышцы и волокна – это не одно и то же. Все крупные мышцы тела состоят из разных видов мышечных волокон. Не существует абсолютно «быстрых» и «абсолютно» медленных мышц, просто в них может преобладать то или иное мышечное волокно.

Как определить какие мышечные волокна преобладают

Это можно сделать, отдав образцы тканей в лабораторию для исследования, или самостоятельно провести **тест на соотношение мышечных волокон**. Рассмотрим как это делать на примере упражнения подъём гантелей на бицепс:

- 1) необходимо подобрать такой вес гантелей, при котором Вы сможете выполнить только одно повторение этого упражнения – это будет **максимальный вес**
- 2) после этого нужно отдохнуть около 15 минут и выполнить это упражнение с весом, составляющим 80% от максимального ровно столько раз, сколько получится сделать это без дополнительной помощи
- 3) на основании полученного количества раз интерпретировать результаты
- 4) проделать тоже самое со всеми основными группами мышц

Подводя итог, хочу сказать, что информация и типах мышечных волокон нужна Вам для того, чтобы понимать какое качество можно развить, задействуя, те или иные волокна. Так, если основная цель – развитие выносливости, то неразумно заниматься силовыми тренировками. И соответственно, выполняя монотонное кардио, Вы не сможете добиться увеличения мышечной массы.

Медленные волокна обладают низкой скоростью сокращения и максимально приспособлены к выполнению продолжительной непрерывной работы. Они окружены сетью капилляров, которые постоянно доставляют кислород. Также эти волокна называют красными из-за своего цвета. Цвет обуславливает белок **миоглобин**. Этот тип волокон способен получать энергию не только из углеводов, но и из жиров.

Т.е. во всех случаях, когда Вы совершаете достаточно длительную и монотонную работу, которая не требует «взрывных» усилий. А значит интервальную кардио тренировку уже нельзя будет отнести, к примеру работы исключительно ММВ.

Принято считать, что красные мышечные волокна не способны к существенной гипертрофии, т.е. не увеличиваются в объёме. Именно поэтому Вы никогда не увидите «накаченного» марафонца.

Критерий оценивания: Различает быстрые и медленные мышечные волокна; устанавливает связь строения, локализации и общих свойств быстрых и медленных мышечных волокон.

Задание:

1. Назовите сходства и различия быстрых и медленных мышц.?
2. Когда включаются в работу ММВ?
3. ММВ начинают сокращаться при выполнении разного вида кардио нагрузки, которые требуют выносливости:

Раздел 17. Биотехнологии.

Урок №1.

Тема. Положительные и отрицательные стороны использования микроорганизмов.

Информационный блок.

Благодаря большому разнообразию синтезируемых ферментов микроорганизмы могут выполнять многие химические процессы более эффективно и экономично, чем если бы эти процессы проводились химическими методами. Изучение биохимической деятельности микроорганизмов позволило подобрать условия для максимальной активности их как продуцентов различных полезных ферментов - возбудителей нужных химических реакций и процессов. Микроорганизмы все шире применяются в различных отраслях химической и пищевой промышленности, сельском хозяйстве, медицине.

В нашей стране создана и успешно развивается новая отрасль промышленности - микробиологическая, все производства которой базируются на деятельности микроорганизмов.

Микроорганизмы, с помощью которых производят пищевые продукты, называют культурными. Их получают из чистых культур, которые выделяют из отдельных клеток. Последние хранят в музейных коллекциях и снабжают ими различные производства.

В результате осуществляемых культурными микроорганизмами химических реакций растительное или животное сырье превращается в пищевые продукты. С помощью микроорганизмов получают многие жизненно важные продукты питания, и хотя изготовление их знакомо человеку с древних времен, роль в нем микроорганизмов открыта сравнительно недавно.

Хлебопекарное производство.

Хлебопечение основано на деятельности дрожжей и молочнокислых бактерий, развивающихся в тесте. Совместное действие этих микроорганизмов приводит к сбраживанию сахаров муки. Дрожжи вызывают спиртовое брожение, молочнокислые бактерии - молочнокислое. Образующиеся при этом молочная и другие кислоты подкисляют тесто, поддерживая оптимальный для жизнедеятельности дрожжей уровень pH. Углекислый газ разрыхляет тесто и ускоряет его созревание.

Применение культурных микроорганизмов в виде прессованных хлебопекарных дрожжей, сушеных или жидких заквасок улучшает вкус и аромат хлеба.

Производство сыра.

Сыростреление основано на деятельности многих видов микроорганизмов: молочнокислые (термофильный стрептококк), пропионовокислые бактерии и др. Под действием молочнокислых бактерий происходит накопление молочной кислоты и сквашивание молока, под действием других полезных микроорганизмов созревает сыр. Участвуют в этом процессе также некоторые плесневые грибы. Сычужный фермент и молочнокислые бактерии производят глубокое расщепление белков, сахара и жира. Различные бактерии вызывают накопление в острых сырах летучих кислот, придающих им специфический аромат.

Получение кисломолочных продуктов.

Творог, сметану, масло, ацидофилин, простоквашу готовят на чистых культурах с применением различных заквасок. Молоко предварительно пастеризуют. Для производства творога и сметаны применяют мезофильные молочнокислые бактерии;

ряженки, варенца и подобных продуктов - термофильные стрептококки и болгарскую палочку; ацидофилина - кислотовыносливые молочнокислые бактерии; кефира - многокомпонентные закваски, состоящие из дрожжей, молочнокислых и часто уксуснокислых бактерий. Для изготовления кисломолочного масла в пастеризованные сливки вносят закваску молочнокислых бактерий и выдерживают до требуемой кислотности.

Пивоваренное, спиртовое, ликеро-водочное и винодельческое производства.

Вино, пиво, квас, водку и другие напитки готовят с применением дрожжей, вызывающих спиртовое брожение сахаросодержащих жидкостей. В результате брожения жидкости (сусла, бражки, сока и т. п.) образуется алкоголь, CO₂ и незначительные количества побочных продуктов. Подсобную роль выполняют молочнокислые бактерии: они подкисляют среду и облегчают деятельность дрожжей (например, при производстве кваса). В производстве спирта и пива для осахаривания заторов применяют также ферментные препараты грибного и бактериального происхождения.

Квашение и соление.

Сущность этого способа консервирования состоит в создании условий для преимущественного развития одних микроорганизмов - молочнокислых бактерий и подавления развития других - гнилостных бактерий. Заквашивают капусту, огурцы, помидоры, яблоки, арбузы. Применяют этот способ также при закладывании на длительное хранение корма для скота - заквашивается зеленая масса из трав, растительных остатков и др. Этот процесс носит название силосования кормов.

Получение органических кислот.

Уксусную, молочную и лимонную кислоты производят также с помощью микроорганизмов. Молочную кислоту получают способом брожения из сахаросодержащего сырья - патоки, крахмала, молочной сыворотки и др.

Молчнокислые бактерии выращивают на средах, содержащих до 15 % сахара. Выход молочной кислоты достигает 60-70 % массы содержащегося в заторе сахара.

Промышленное получение уксуса для пищевых целей основано на уксуснокислом брожении. Уксуснокислые бактерии в специальных чанах на буковых стружках окисляют поступающую питательную среду - уксусно-спиртовой раствор - до уксусной кислоты.

Лимонную кислоту раньше получали из плодов цитрусовых. В настоящее время ее также получают путем брожения. Возбудителем брожения является грибок *Аспергиллус нигер*, основное сырье - черная патока. Брожение происходит в растворе с содержанием 15 % сахара в аэробных условиях при температуре около 30 °С. Лимонная кислота используется в кондитерской промышленности, производстве безалкогольных напитков, сиропов, кулинарии и медицине.

Критерии оценивания: Называет преимущества и недостатки живых организмов, используемых в биотехнологии;

Задание:

1. Назовите положительные и отрицательные стороны микроорганизмов?
2. В чем заключается производство сыров?
3. Как получают органические кислоты?