**МБОУ «НОВО-АРЫШСКАЯ СОШ»**

**Рыбно-Слободского муниципального района Республики Татарстан**

**Энергетический обмен в клетке**

**(11 класс)**

**Учитель химии и биологии высшей квалификационной категории**

**Набиуллина Галия Гимрановна**

**15 декабря, 2016г.**

**Цели урока:**

*Образовательные:*

1. Сформировать знания о трех этапах энергетического обмена на примере углеводного обмена;
2. дать характеристику реакциям и условиям, необходимым для их протекания на каждом этапе;
3. показать роль ферментов в процессах метаболизма;
4. научить учащихся решать задачи с использованием уравнений бескислородного и кислородного расщепления глюкозы;
5. отработать умение производить расчеты количества вещества и объема по формулам.

*Развивающие:*

1. формировать умение анализировать полученную информацию, применять при высказывании суждений ранее полученные знания, использовать межпредметные связи, совершенствовать навыки решения задач;
2. развитие речи учащихся;
3. развитие умения работать с таблицами;
4. развитие умения определять вещества по формулам;
5. развитие навыков вычислительной деятельности.

*Воспитательные:*формирование диалектико-материалистического мировоззрения.

*Оборудование:*

* Компьютер,
* мультимедийныйпроектор,
* презентация «Энергетический обмен в клетке»,
* раздаточный материал: рабочая таблица для заполнения *(Приложение 1),* задачи *(Приложение 2),*
* Таблицы «Строение клетки», «Строение митохондрий».

**Характер познавательной деятельности:**

* Репродуктивная - слушаю, запоминаю, работаю со схемами, с таблицей.
* Продуктивная - поисково-исследовательская - решить задачу, что-то отыскать.
* Творческая - решение той или иной задачи повышенной сложности.

**Ход урока**

***Повторение ранее изученных тем:***

*Фронтальный опрос*

1. Какие уровни организации живой материи существуют на нашей планете?
2. Перечислите основные признаки живого.
3. Какие уровни живой материи мы изучили и изучаем в настоящее время? *(молекулярный, клеточный)*
4. Какая наука изучает состав клетки? *(молекулярная биология или биохимия)*
5. Какая наука изучает клетки живых организмов? *(цитология)*
6. Назовите основные группы химических веществ, входящих в состав клетки?
7. Перечислите неорганические и органические вещества клетки.
8. На какие виды по особенностям строения делятся органоиды клетки?
9. Назовите 1-мембранные органоиды *(ЭПС, аппарат Голъджи, лизосомы),*2-х мембранные органоиды *(митохондрии, пластиды, ядро)*и немембранные *(рибосомы, клеточный центр и цитоскелет, состоящий из микротрубочек и белковых нитей)*
10. Как называются вещества, ускоряющие химические реакции? Из каких веществ они состоят? *(белки)*
11. Назвать составные части фермента:

а) активная часть *(голофермент)*б) все белковые молекулы *(апофермент)*в) небелковое соединение *(кофермент)*

**I. Актуализация знаний**

***Вступительное слово учителя:***

Основной источник энергии на Земле - это Солнце. Солнечная энергия в результате сложного многоступенчатого процесса фотосинтеза аккумулируется в виде органических веществ - белков, жиров, углеводов и АТФ.

Животные организмы не способны использовать энергию света и получают её за счёт окисления органических соединений, поступающих с пищей. Для всех организмов характерен обмен веществ.

***Вопросы****к****учащимся:***

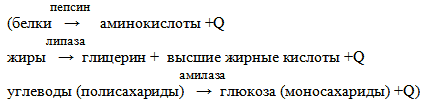
1. Как еще научно называется этот процесс? *(метаболизм)*
2. Дать, определение этому *процессу (совокупность реакций ассимиляции и диссимиляции)*
3. Что представляет собой процесс ассимиляции веществ? *(реакции синтеза)*
4. Что представляет собой процесс диссимиляции? *(химическое расщепление – распад веществ до конечных продуктов)*

**II. Изучение новой темы.**

Превращение веществ и энергии в процессе д/с включает в себя 3 этапа:

*1. Подготовительный этап (пищеварение)***–** протекает вне клеток в пищеварительном тракте под действием ферментов, секретируемых пищеварительными железами, у од­но­кле­точ­ных – фермента­ми ли­зо­сом. Состоит в гидролизе крупных молекул на более мелкие. В ходе этих превраще­ний энер­гии вы­де­ля­ет­ся мало, она рас­се­и­ва­ет­ся в виде тепла, и АТФ не об­ра­зу­ет­ся.

*Учитель:*Покажите по таблице, какие превращения происходят в пищеварительном тракте, назовите ферменты, участвующие в процессе



*Учитель:* Какую роль ферменты играют в реакциях катаболизма?

*Учитель:* Мы знаем, что энергетическая функция характерна и для белков и для жиров и для углеводов, какова очередность их использования организмом?

В первую очередь для расщепления используются углеводы. Жиры составляют «первый резерв» и используются тогда, когда исчерпан запас углеводов. Белки вовлекаются в обмен после израсходования всех запасов углеводов и жиров, при длительном голодании.

*2. Гликолиз (бескислородное расщепление)*

Гликолиз ( греч. glycos **–** сладкий, lysis **–** расщепление).Это сложный многоступенчатый процесс, представляющий каскад следующих друг за другом 10 реакций .Протекает в цитоплазме клетки. В нем участвует множество ферментов, находящихся в гиалоплазме (коллоидном веществе цитоплазмы) и не связанных с мембранами.

Конечными продуктами гликолиза являются 2 молекулы пировиноградной кислоты (ПВК), 2 молекулы АТФ и 2 молекулы восстановленного НАД∙Н2 (НАД – кофермент никотинамидадениндинуклеотид – переносчик протонов).

С6Н12О6 + 2АДФ + 2Н3РО4 + 2НАД+ = 2 С3Н4О3 +2 НАД∙Н2 + 2АТФ + 2Н2О

При невозможности дальнейшего кислородного окисления (у облигатных анаэробов) ПВК может окисляться в молочную кислоту (у животных и некоторых бактерий)

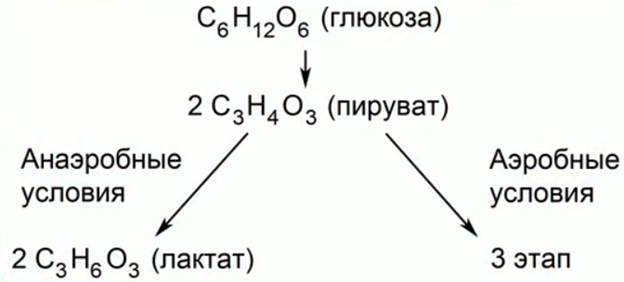
2 С3Н4О3 + 2НАД ∙Н2 → 2С3Н6О3 + 2НАД+

В мик­ро­ор­га­низ­мах, ко­то­рые су­ще­ству­ют без до­сту­па кис­ло­ро­да – по­лу­ча­ют энер­гию в про­цес­се бро­же­ния, на­чаль­ный этап ана­ло­ги­чен гли­ко­ли­зу: рас­пад глю­ко­зы до двух мо­ле­кул пи­ро­ви­но­град­ной кис­ло­ты, и далее она за­ви­сит от фер­мен­тов, ко­то­рые на­хо­дят­ся в клет­ке – пи­ро­ви­но­град­ная кис­ло­та может пре­об­ра­зо­вы­вать­ся в спирт, ук­сус­ную кис­ло­ту, про­пи­о­но­вую и мо­лоч­ную кис­ло­ту. В от­ли­чие от того, что про­ис­хо­дит в жи­вот­ных тка­нях, у мик­ро­ор­га­низ­мов этот про­цесс носит на­зва­ние мо­лоч­но­кис­ло­го бро­же­ния. Все про­дук­ты бро­же­ния ши­ро­ко ис­поль­зу­ют­ся в прак­ти­че­ской де­я­тель­но­сти че­ло­ве­ка: это вино, квас, пиво, спирт, кис­ло­мо­лоч­ные про­дук­ты. При бро­же­нии, так же, как и при гли­ко­ли­зе, вы­де­ля­ет­ся всего две мо­ле­ку­лы АТФ. Этиловый спирт (у дрожжей и растений)

2 С3Н4О3 → 2СО2 + 2 СН3СОН (уксусный альдегид)

2 СН3СОН + 2НАД ∙Н2 →2С2Н5ОН + 2НАД+

Если же дальнейшее кислородное окисление, возможно, то ПВК поступает из цитоплазмы в митохондрии, где претерпевает дальнейшие превращения. Гликолиз – эволюционно наиболее древний путь расщепления глюкозы. У анаэробов он является единственным процессом получения энергии.



*3. Дыхание (кислородное расщепление)*

Цепь физиологических процессов, происходящих в организме растений и животных, при которых поглощается кислород, выделяется углекислый газ и вода, а так же энергия, обеспечивающая жизнедеятельность организма.

*1.У животных различают дыхание внешнее (органы дыхания и дыхательные пути) и внутриклеточное (митохондрии), поскольку кислород усваивается только в митохондриях*.

*2.У растений дыхание осуществляется всеми органами, кислород же усваивается также только в митохондриях клеток.*

В кислородном процессе принимают участие, кроме субстратов, многочисленные ферменты, молекулы-переносчики, вода, молекулярный кислород. ***Основное условие*** *нормального течения кислородного процесса – целостность митохондриальных мембран.*

Для того, чтобы понять механизм аэробного дыхания, нужно вспомнить строение митохондрий.



Дыхание происходит в 2 этапа:

**1 этап** - *цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса)*

**Ханс Адольф Кребс (1900-81)** Британский биолог немецкого происхождения. В 1953 г. вместе с Фрицем ЛИПМАНОМ получил Нобелевскую премию в области физиологии и медицины за открытие ***ЦИКЛА КРЕБСА,*** процесса, результатом которого является производство энергии в живых организмах (ДЫХАНИЕ).

Образовавшиеся в процессе гликолиза органические вещества поступают на ферментативный кольцевой «конвейер», который называют в честь описавшего его ученого циклом Кребса. Все ферменты, катализирующие реакции этого цикла, локализованы в митохондриях. На всех стадиях этого процесса происходит поглощение кислорода и выделение СО2, Н2О и энергии, запасаемой в молекулах АТФ.

На этом этапе расщеплению подвергается 2 молекулы ПВК.

Трикарбоновые кислоты образуются в этом цикле как промежуточные продукты. Все ферменты этого цикла локализованы в митохондриях, в их внутреннем пространстве, которое заполнено матриксом – полужидким белковым веществом.

Попадая в митохондрии ПВК окисляется и превращается в богатое энергией производное уксусной кислоты – ацетилкофермент А (ацетил - КоА). Такое превращение происходит при участии гигантского ферментативного комплекса, в состав которого входят 60 белковых молекул трех типов и присоединенные к ним молекулы переносчики электронов.

Существенно, что при окислении глюкозы, жирных кислот и некоторых аминокислот образуется одинаковый конечный продукт - ацетил–КоА. При этом происходит «обезличивание» первичного источника энергии. Следовательно, в цикл трикарбоновых кислот поступают молекулы ацетил – КоА из разных источников.

Цикл начинается образованием лимонной кислоты при взаимодействии ацетил–КоА и щавелево-уксусной кислоты и заканчивается образованием щавелево-уксусной кислоты (для нового цикла), двух молекул углекислого газа (он свободно проникает через мембраны и удаляется в окружающую среду), одной молекулы АТФ и четырех молекул восстановленных коферментов (ФАД∙Н2 и 3НАД∙Н2), то есть часть молекул окисляется до конечных продуктов, а часть продолжает «крутиться» в цикле.

2 С3Н4О3 + 3 Н2О → 3СО2 +10 Н

**2 этап** – *окислительное фосфорилирование (фосфорилирование – синтез АТФ)*

Последовательные ферментативные реакции, в ходе которых электроны перемещаются по цепи переноса от ФАД∙Н2 и НАД∙Н2 к молекулярному кислороду с образованием АТФ (и воды).

Эти реакции идут в такой последовательности:

1. Атом водорода с помощью ферментов-переносчиков поступает во внутреннюю мембрану митохондрий, образующую кристы, где он окисляется:

Н - e – → Н+

1. Протон Н+ выносится переносчиками на наружную поверхность мембраны крист. Для протонов эта мембрана, так же как и наружная мембрана митохондрии, непроницаема, поэтому они накапливаются в межмембранном пространстве, образуя протонный резервуар.
2. Электроны водорода переносятся на внутреннюю поверхность мембраны крист и тут же присоединяются к кислороду с помощью фермента оксидазы, образуя отрицательно заряженный активный кислород.

О2 +2е- → О2-

1. Катионы и анионы по обе стороны мембраны создают разноименно заряженное электрическое поле, и когда разность потенциалов достигнет некоторого критического уровня (200мВ), начинает действовать протонный канал. Он возникает в молекулах ферментов АТФ- синтетаз, которые встроены во внутреннюю мембрану, образующую кристы. Если внутренняя мембрана повреждена, то окисление НАДН2 продолжается, но не работает АТФ-синтетаза и образования АТФ не происходит, вся энергия выходит в форме тепла.
2. Силой электрического поля ионы Н+ проталкиваются через канал АТФ-синтетаз и устремляются внутрь митохондрии, создавая высокий уровень энергии, большая часть которой идет на синтез АТФ, а сами протоны взаимодействуют с активным кислородом, образуя воду и молекулярный кислород.

4Н+ + 2О2- → 2Н2О +О2

*Таким образом, кислород, поступающий в митохондрии в процессе дыхания организма, необходим для присоединения протонов Н+*. При его отсутствии весь процесс в митохондриях прекращается.

Процесс кислородного расщепления выражается уравнением.

2С3Н4О3 + 6О2 + 36АДФ +36Н3РО4 → 6СО2 + 36 АТФ + 42 Н2О

Просуммировав это уравнением с уравнением гликолиза, получим:

С6Н12О6 + 6О2 + 38АДФ +38Н3РО4 → 6СО2 + 38 АТФ + 44 Н2О

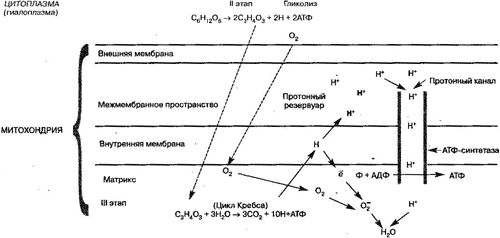
Образовавшиеся молекулы АТФ выходят за пределы митохондрий и участвуют во всех процессах клетки, где необходима энергия

Схема 1. Синтез АТФ в митохондрии клетки

**III. Закрепление материала.**

*Подумайте:*

1. Во сколько раз кислородный процесс более эффективен, чем бескислородный? (18)
2. У новорожденных детей детенышей животных, рождающихся голыми, у животных, впадающих в зимнюю спячку, на спине расположен жир бурого цвета. Клетки его содержат много митохондрий, мембраны которых пронизаны порами. Ионы водорода проходят через них свободно.
3. *Возможен ли синтез АТФ в клетках бурого жира?*
4. *Во что преобразуется в них энергия дыхания?*

(Если внутренняя мембрана повреждена (пронизаны порами), то окисление НАДН2 продолжается, но не работает АТФ-синтетаза и образования АТФ не происходит, вся энергия выходит в форме тепла)

ответить на вопросы теста: 1-й вариант- нечетные вопросы, 2-й вариант – четные;

после сдачи листочков еще раз заострить внимание на вопросах, вызвавших затруднения у учащихся.

**Тест**

1. Большинство организмов используют для клеточного дыхания в первую очередь:   
   а) углеводы; б) белки и углеводы; в) белки и липиды; г) липиды и углеводы.
2. Крахмал и гликоген вовлекаются в энергетический обмен:   
   а) непосредственно сразу; б) только лишь после того как они будут гидролизованы до дисахаридов; в) только лишь после того как они будут гидролизованы до моносахаридов; г) только лишь после того как они будут окислены до углекислого газа и воды.
3. Жиры вовлекаются в энергетический обмен:  
   а) постоянно, наряду с белками; б) постоянно, наряду с углеводами; в) главным образом тогда, когда израсходован запас углеводов; г) главным образом тогда, когда израсходован запас углеводов и белков.
4. Белки вовлекаются в энергетический обмен:  
   а) постоянно, наряду с жирами; б) постоянно, наряду с углеводами; в) главным образом тогда, когда израсходован запас углеводов; г) главным образом тогда, когда израсходован запас углеводов и жиров.
5. Гликолизом называется последовательность реакций, в результате которых:  
   а) крахмал и гликоген расщепляются до глюкозы; б) глюкоза расщепляется на 2 молекулы пировиноградной кислоты; в) глюкоза расщепляется на 2 молекулы молочной кислоты; г) глюкоза расщепляется на углекислый газ и воду.
6. Реакции гликолиза протекают:   
   а) в матриксе митохондрий при аэробных условиях; б) на кристах митохондрий при аэробных условиях; в) в лизосомах при анаэробных условиях; г) в лизосомах при аэробных условиях.
7. Чистый выход АТФ в реакциях гликолиза при расщеплении 1 молекулы глюкозы составляет:  
   а) 2 молекулы; б) 4 молекулы; в) 36 молекул; г) 38 молекул.
8. При анаэробном дыхании пировиноградная кислота (ПВК) - продукт расщепления глюкозы, превращается в:   
   а) углекислый газ и воду; б) этиловый спирт и углекислый газ; в) молочную кислоту и углекислый газ; г) молочную кислоту и углекислый газ либо этиловый спирт и углекислый газ.
9. В каком случае происходит анаэробный гликолиз?  
   а) в эритроцитах человека; б) в матриксе митохондрий; в) в клетках мышц при накоплении молочной кислоты; г) на наружной мембране митохондрий.
10. Для какого из названных организмов анаэробный гликолиз - единственный источник АТФ?  
    а) волк; б) змея; в) лягушка; г) почвенные бактерии.
11. При аэробном дыхании пировиноградная кислота (ПВК) - продукт расщепления глюкозы, окисляется до:  
    а) углекислого газа и воды; б) этилового спирта и углекислого газа; в) молочной кислоты и углекислого газа; г) молочной кислоты и углекислого газа либо до этилового спирта и углекислого газа.
12. Непременным участником всех этапов окисления глюкозы является:  
    а) кислород; б) ферменты; в) энергия света; г) углекислый газ.
13. Непосредственным источником энергии для образования АТФ служат:   
    а) ферменты; б) вода; в) ионы водорода и электроны; г) хлорофилл.
14. Реакции цикла трикарбоновых кислот ( цикл Кребса) протекают в клетке:   
    а) в матриксе митохондрий при аэробных условиях; б) на кристах митохондрий при аэробных условиях; в) в лизосомах при анаэробных условиях; г) в лизосомах при аэробных условиях.

*Правильные ответы:1а 2в 3в 4г 5б 6в 7а 8г 9в 10г 11а 12б 13в 14а*

**IV. Разбор задачи**

***Задача 1***

На основании уравнения полного окисления глюкозы решите: сколько граммов глюкозы и литров кислорода израсходует 6 школьников на уроке продолжительностью 40 минут, если за одну минуту один школьник расходует 8 кДж энергии (моль глюкозы дает 1520 кДж энергии), а кислород доставляется в достаточном количестве.

Решение:

1. Узнать, сколько энергии расходует один ученик за урок: 8кДж ×40 = 320 кДж
2. Узнать, сколько энергии расходуют за урок 20 учеников: 320 кДж ×6 = 1920 кДж или
3. 48 АТФ (1920/ 40 кДж)
4. Определить количество расходуемой глюкозы по итоговому уравнению полного расщепления глюкозы ( так как кислорода достаточно, идет полное окисление)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| хмоль хмоль |  | 1920 кДж |
| С6Н12О6 + 6О2 + 38АДФ +38Н3РО4 → 6СО2+ 44 Н2О + 38 АТФ (1520 кДж) | | |
| 1 моль 6моль  Х(С6Н12О6 )=1.26моль М=12×6+1×12+16×6=180г/моль m=180гХ1.26=226,8г С6Н12О6 ) | Х (О2 )=7,58моль  Vm= 22.4 л/моль  V= 7,58моль×22,4л/моль=169,8л. | |

Ответ:

1. 6 учеников на уроке продолжительностью 450 минут израсходовали 226,8г. глюкозы.
2. на полное окисление использованной глюкозы пошло 169,8л. кислорода.

***Задача 2***

В процессе диссимиляции произошло расщепление 12 моль глюкозы, из которых полному расщеплению подверглась третья часть молекул.

Определите:

1. сколько моль молочной кислоты и углекислого газа при этом образовалось
2. Сколько моль АТФ синтезировалось
3. Сколько энергии и в какой форме аккумулировано в образовавшихся молекулах АТФ
4. Сколько моль кислорода израсходовано на полное окисление 4 моль глюкозы

Решение:

1. Всего расщепилось 12 моль глюкозы, из которых 4 моль подверглись полному расщеплению, а другие 8 – неполному.  
   Уравнение полного расщепления 1 моль глюкозы:  
   С6Н12О6 + 6О2 + = 6СО2+ 44 Н2О + 38 АТФ  
   По условию полному расщеплению подверглось 4 моль глюкозы, тогда:  
   4 × С6Н12О6 + 4 × 6О2 + = 4 × 6СО2+ 4 × 44 Н2О + 4 × 38 АТФ  
   Следовательно, при полном расщеплении глюкозы использовано 24 моль кислорода, выделено 24 моль углекислого газа и синтезировано 152 моль АТФ
2. Для других 8 моль глюкозы кислорода не хватило, и они подверглись неполному расщеплению до молочной кислоты.
3. Записываем реакцию неполного расщепления 1 моль глюкозы: С6Н12О6 = 2С3Н6О3 +2АТФ  
   Находим количество молочной кислоты и АТФ для 8 моль глюкозы, подвергшихся гликолизу:  
   8 С6Н12О6 = 2×8 С3Н6О3 +2×8 АТФ
4. Таким образом при неполном окислении глюкозы образовалось 16 моль молочной кислоты и 16 моль АТФ.

Ответ:

1. молочной кислоты образовалось 16 моль, углекислого газа -24 моль;
2. АТФ синтезировано 168 (152 моль при полном окислении и 16 при неполном);
3. Энергии аккумулировано 6720кДж (40 кДж× 168) в форме макроэргических связей;
4. При полном окислении глюкозы использовано 24 моль кислорода.

V. Домашнее задание

Решить задачу: При марафонском беге мышцы ног за 3 минуты расходуют 55кДж энергии. Определите: а) сколько всего глюкозы израсходуют мышцы за 4 часа, если кислород доставляется кровью к мышцам в достаточном количестве, для полного окисления; б) накопится ли в мышцах молочная кислота.

**Используемая литература:**

1. Абитуриенту Владивостокского государственного медицинского университета: Учебное пособие. (Под редакцией академика Ю.В.Каминского). - Владивосток, 1998- 213 с.
2. Биология: Школьный курс. М.: АСТ – ПРЕСС, 2000. – 576с. – Универсальное учебное пособие
3. Богданова Т.Л., Солодова Е.А. Биология: справочник для старшеклассников и поступающих в вузы 3-е изд. – М.: АСТ - ПРЕСС ШКОЛА, 2006. – 816 с.
4. Высоцкая Л.В., С.М.Глаголев, Г. М. Дымшиц и др Общая биология: учеб. Для 10-11 кл. с углубл. изуч. М.: Просвещение, 1995. – 544с.
5. Полянский Ю.И. Учебник для 10-11 классов средней школы. М.: Просвещение, 1991. – 288с