

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I

Кафедра химии

## **Реферативный доклад**

# **«Биологическое значение окислительно- восстановительных процессов»**

Подготовил студент

ФААЭ-1-3А

Шептухин К.А.

Воронеж 2017

## Содержание

- Введение
- Получение энергии организмами
- История развития знаний о биологическом окислении
- Виды биологического окисления
- Участники процесса
- Стадии биологического окисления
- Окислительно-восстановительные реакции процесса
- Энергетический выход тканевого дыхания
- Молочнокислое брожение
- Спиртовое брожение
- Маслянокислое брожение

## Введение

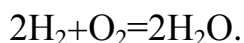
Без энергии невозможно существование ни одного живого существа. Ведь каждая химическая реакция, любой процесс требуют ее присутствия. Любому человеку легко понять это и почувствовать. Если весь день не употреблять пищу, то уже к вечеру, а возможно, и раньше, начнутся симптомы повышенной усталости, вялости, сила значительно уменьшится. Каким же способом разные организмы приспособились к получению энергии? Откуда она берется и какие процессы при этом происходят внутри клетки? Попробуем разобраться в данной работе.

## Получение энергии организмами

Каким бы способом ни потребляли существа энергию, в основе всегда лежат ОВР (окислительно-восстановительные реакции). Примеры можно привести разные. Уравнение фотосинтеза, который осуществляют зеленые растения и некоторые бактерии – это тоже ОВР. Естественно, что процессы будут отличаться в зависимости от того, какое живое существо имеется в виду. Так, все животные – это гетеротрофы. То есть такие организмы, которые не способны самостоятельно формировать внутри себя готовые органические соединения для дальнейшего их расщепления и высвобождения энергии химических связей. Растения, напротив, являются самым мощным продуцентом органики на нашей планете. Именно они осуществляют сложный и важный процесс под названием фотосинтез, который заключается в формировании глюкозы из воды, углекислого газа под действием специального вещества – хлорофилла. Побочным продуктом является кислород, который является источником жизни для всех аэробных живых существ. Окислительно-восстановительные реакции, примеры которых иллюстрируют данный процесс:



Также существуют и такие представители биомассы планеты, которые способны использовать энергию химических связей неорганических соединений. Их называют хемотрофы. К ним относят многие виды бактерий. Например, водородные микроорганизмы, окисляющие молекулы субстрата в почве. Процесс происходит по схеме:



## **История развития знаний о биологическом окислении**

Процесс, который лежит в основе получения энергии, сегодня вполне известен. Это биологическое окисление. Биохимия настолько подробно изучила тонкости и механизмы всех стадий действия, что загадок почти не осталось. Однако так было не всегда.

Первые упоминания о том, что внутри живых существ происходят сложнейшие преобразования, которые являются по природе химическими реакциями, появились примерно в XVIII веке. Именно в это время Антуан Лавуазье, знаменитый французский химик, обратил свое внимание на то, как схожи биологическое окисление и горение. Он проследил примерный путь поглощаемого при дыхании кислорода и пришел к выводу, что внутри организма происходят процессы окисления, только более медленные, чем снаружи при горении различных веществ. То есть окислитель – молекулы кислорода – вступают в реакцию с органическими соединениями, а конкретно, с водородом и углеродом из них, и происходит полное превращение, сопровождающееся разложением соединений. Однако, хоть данное предположение по сути своей вполне реально, непонятными оставались многие вещи. Например: раз процессы схожи, то и условия их протекания должны быть идентичными, но окисление происходит при низкой температуре тела; действие не сопровождается выбросом колоссального количества тепловой энергии и не происходит образования пламени; в живых существах не менее 75-80% воды, но это не мешает «горению» питательных веществ в них. Чтобы ответить на все эти вопросы и понять, что на самом деле представляет собой биологическое окисление, понадобился не один год.

Существовали разные теории, которые подразумевали важность наличия в процессе кислорода и водорода. Самые распространенные и наиболее успешные были: теория Баха, именуемая перекисной; теория Палладина, основывающаяся на таком понятии, как «хромогены». В дальнейшем было еще много ученых, как в России, так и других странах мира, которые постепенно вносили дополнения и изменения в вопрос о том, что же такое биологическое окисление. Биохимия современности, благодаря их трудам, может рассказать о каждой реакции этого процесса. Среди самых известных имен в этой области можно назвать следующие: Митчелл; С. В. Северин; Варбург; В. А. Белицер; Ленинджер; В. П. Скулачев; Кребс; Грин; В. А. Энгельгардт; Кейлин и другие.

## Виды биологического окисления

Можно выделить два основных типа рассматриваемого процесса, которые протекают при разных условиях. Так, самый распространенный у многих видов микроорганизмов и грибов способ преобразования получаемой пищи – анаэробный. Это биологическое окисление, которое осуществляется без доступа кислорода и без его участия в какой-либо форме. Подобные условия создаются там, куда нет доступа воздуху: под землей, в гниющих субстратах, илах, глинах, болотах и даже в космосе. Этот вид окисления имеет и другое название – гликолиз. Он же является одной из стадий более сложного и трудоемкого, но энергетически богатого процесса – аэробного преобразования или тканевого дыхания. Это уже второй тип рассматриваемого процесса. Он происходит во всех аэробных живых существах-гетеротрофах, которые для дыхания используют кислород. Таким образом, виды биологического окисления следующие.

- Гликолиз, анаэробный путь. Не требует присутствия кислорода и заканчивается разными формами брожения.
- Тканевое дыхание (окислительное фосфорилирование), или аэробный вид. Требуется обязательного наличия молекулярного кислорода.

## Участники процесса

Перейдем к рассмотрению непосредственно самих особенностей, которые включает в себе биологическое окисление. Определим основные соединения и их аббревиатуры, которые в дальнейшем будем использовать.

Ацетилкоэнзим-А (ацетил-КоА) – конденсат щавелевой и уксусной кислоты с коферментом, формирующийся на первой стадии цикла трикарбоновых кислот.

Цикл Кребса (цикл лимонной кислоты, трикарбоновых кислот) – ряд сложных последовательных окислительно-восстановительных преобразований, сопровождающихся высвобождением энергии, восстановлением водорода, образованием важных низкомолекулярных продуктов. Является главным звеном ката- и анаболизма.

НАД и НАД\*Н – фермент-дегидрогеназа, расшифровывающийся как никотинамидадениндинуклеотид. Вторая формула – это молекула с присоединенным водородом.

НАДФ - никотинамидадениндинуклетид-фосфат.

ФАД и ФАД\*Н – флавинадениндинуклеотид - кофермент дегидрогеназ.

АТФ – аденозинтрифосфорная кислота.

ПВК – пировиноградная кислота или пируват.

Сукцинат или янтарная кислота,  $H_3PO_4$  – фосфорная кислота.

ГТФ – гуанозинтрифосфат, класс пуриновых нуклеотидов.

ЭТЦ – электроно-транспортная цепь.

Ферменты процесса: пероксидазы, оксигеназы, цитохромоксидазы, флавиновые дегидрогеназы, различные коферменты и прочие соединения. Все эти соединения являются непосредственными участниками процесса окисления, которое происходит в тканях (клетках) живых организмов.

### Стадии биологического окисления

Стадия	Процессы и значение
Гликолиз	Суть процесса заключается в бескислородном расщеплении моносахаридов, которое предшествует процессу клеточного дыхания и сопровождается выходом энергии, равным двум молекулам АТФ. Также образуется пируват. Это начальная стадия для любого живого организма гетеротрофа. Значение в образовании ПВК, который поступает на кристы митохондрий и является субстратом для тканевого окисления кислородным путем. У анаэробов после гликолиза наступают процессы брожения разного типа.
Окисление пирувата	Этот процесс заключается в преобразовании ПВК, образовавшейся в ходе гликолиза, в ацетил-КоА. Он осуществляется при помощи специализированного ферментного комплекса пируватдегидрогеназы. Результат – молекулы ацетил-КоА, которые вступают в цикл Кребса. В этом же процессе осуществляется восстановление НАД до НАДН. Место локализации – кристы митохондрий.
Распад бета-жирных кислот	Этот процесс осуществляется параллельно с предыдущим на кристах митохондрий. Суть его в том, чтобы переработать все жирные кислоты в

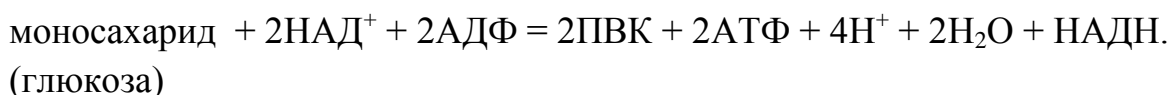
	ацетил-КоА и поставить его в цикл трикарбоновых кислот. При этом также восстанавливается НАДН.
Цикл Кребса	<p>Начинается с превращения ацетил-КоА в лимонную кислоту, которая и подвергается дальнейшим преобразованиям. Одна из важнейших стадий, которые включает в себя биологическое окисление. Данная кислота подвергается:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• дегидрированию</li> <li>• декарбоксилированию</li> <li>• регенерации</li> </ul> <p>Каждый процесс совершается несколько раз. Результат: ГТФ, диоксид углерода, восстановленная форма НАДН и ФАДН<sub>2</sub>. При этом ферменты биологического окисления свободно располагаются в матриксе митохондриальных частиц.</p>
Окислительное фосфорилирование	<p>Это последняя стадия преобразования соединений в организмах эукариот. При этом происходит преобразование аденозиндифосфата в АТФ. Энергия, необходимая для этого, берется при окислении тех молекул НАДН и ФАДН<sub>2</sub>, которые сформировались на предыдущих стадиях. Путем последовательных переходов по ЭТЦ и понижением потенциалов происходит заключение энергии в макроэргические связи АТФ.</p>

Это все процессы, которые сопровождают биологическое окисление при участии кислорода. Естественно, что описаны они не полностью, а лишь по сущности, так как для подробного описания нужна целая глава книги. Все биохимические процессы живых организмов чрезвычайно многогранны и сложны.

### **Окислительно-восстановительные реакции процесса**

Окислительно-восстановительные реакции, примеры которых могут проиллюстрировать описанные выше процессы окисления субстрата, следующие.

Гликолиз:



Окисление пирувата:  
ПВК + фермент =  $\text{CO}_2$  + ацетальдегид.  
Затем следующий этап:  
ацетальдегид + Кофермент А = ацетил-КоА.

Множество последовательных преобразований лимонной кислоты в цикле Кребса. Данные окислительно-восстановительные реакции, примеры которых приведены выше, отражают суть происходящих процессов лишь в общем виде. Известно, что соединения, о которых идет речь, относятся к высокомолекулярным, либо имеющим большой углеродный скелет, поэтому изобразить все полными формулами просто не представляется возможным.

### **Энергетический выход тканевого дыхания**

По приведенным выше описаниям очевидно, что подсчитать суммарный выход всего окисления по энергии несложно.

Две молекулы АТФ дает гликолиз.

Окисление пирувата 12 молекул АТФ.

22 молекулы приходится на цикл трикарбоновых кислот.

Итог: полное биологическое окисление по аэробному пути дает выход энергии, равный 36 молекулам АТФ.

Значение биологического окисления очевидно. Именно эта энергия используется живыми организмами для жизни и функционирования, а также для согревания своего тела, движения и прочих необходимых вещей.

### **Анаэробное окисление субстрата**

Второй вид биологического окисления – анаэробный. То есть тот, что осуществляется у всех, но на котором останавливаются микроорганизмы определенных видов. Это гликолиз, и именно с него четко прослеживаются различия в дальнейшем преобразовании веществ между аэробами и анаэробами. Стадии биологического окисления по данному пути немногочисленны. Гликолиз, то есть окисление молекулы глюкозы до пирувата. Брожение, приводящее к регенерации АТФ. Брожение может быть разных типов, в зависимости от организмов, его осуществляющих.



## **Молочнокислое брожение**

Осуществляется молочнокислыми бактериями, а также некоторыми грибами. Суть состоит в восстановлении ПВК до молочной кислоты. Этот процесс используют в промышленности для получения: кисломолочных продуктов; квашеных овощей и фруктов; силоса для животных. Этот вид брожения является одним из самых применяемых в нуждах человека.

## **Спиртовое брожение**

Известно людям с самой древности. Суть процесса заключается в превращении ПВК в две молекулы этанола и две диоксида углерода. Благодаря такому выходу продукта, данный вид брожения используют для получения: хлеба; вина; пива; кондитерских изделий и прочего. Осуществляют его грибы дрожжи и микроорганизмы бактериальной природы.

## **Маслянокислое брожение**

Достаточно узкоспецифичный вид брожения. Осуществляется бактериями рода Клостридиум. Суть состоит в превращении пирувата в масляную кислоту, придающую продуктам питания неприятный запах и прогорклый вкус. Поэтому реакции биологического окисления, идущие по такому пути, практически не используют в промышленности. Однако эти бактерии самостоятельно засевают продукты питания и наносят вред, понижая их качество.

## **Использованная литература:**

1. Петрова Л. Биологическое окисление. Окислительно-восстановительные реакции: примеры [электронный ресурс]. 2015. Режим доступа: <http://fb.ru/article/199151/biologicheskoe-okislenie-okislitelno-vosstanovitelnyie-reaktsii-primeryi>