

Энергетический обмен



Этапы энергетического обмена



Первая стадия
подготовительная

Вторая стадия
бескислородное окисление

Третья стадия
кислородное окисление

Проходит в
пищеварительном тракте или
в пищеварительных вакуолях

Проходит в цитоплазме
клеток

Проходит в митохондриях

Биополимеры
распадаются до
мономеров: белки до
аминокислот,
полисахариды до
моносахаридов, липиды
до глицерина и жирных
кислот

В результате процессов
окисления без участия
кислорода (гликолиза,
спиртового брожения и пр.)
мономеры биополимеров
распадаются на более
простые соединения
(молочная кислота, этиловый
спирт, ацетон, уксусная
кислота и т.д.)

Дальнейшее окисление
веществ с участием
кислорода до конечных
продуктов – углекислого
газа и воды

Энергия рассеивается в
виде тепла

Энергия используется на
синтез АТФ (при окислении
одной молекулы глюкозы
синтезируется 2 молекулы
АТФ)

Энергия используется на
синтез АТФ (при окислении
одной молекулы глюкозы
синтезируется 36 молекул
АТФ)

Энергетический обмен

Энергетический обмен:

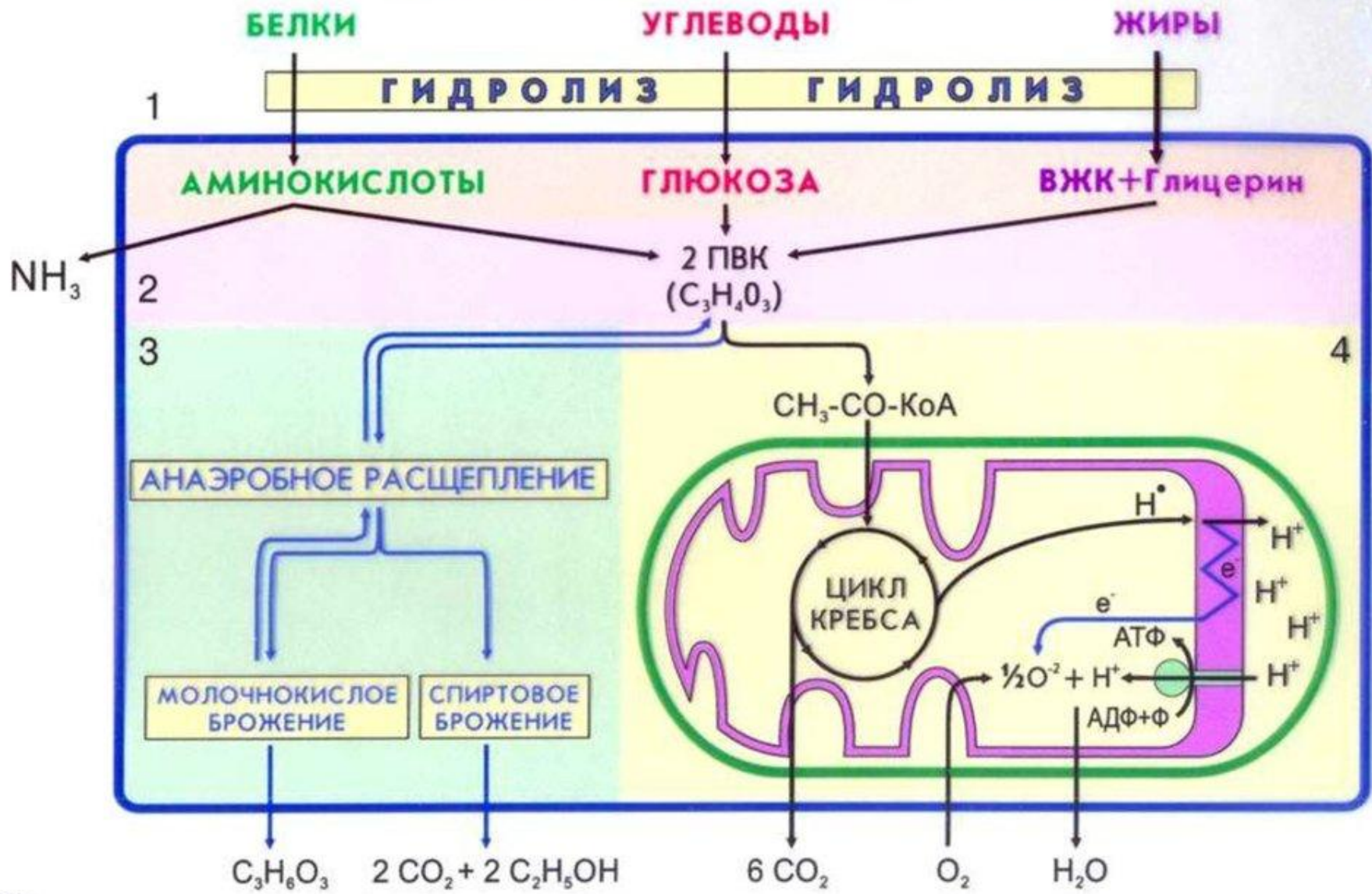
катаболизм или диссимиляция

1 Это совокупность реакций расщепления органических веществ, сопровождающихся выделением энергии.

2 Энергия, освобождающаяся при распаде органических веществ, не сразу используется клеткой, а запасается в форме АТФ и других высокоэнергетических соединений. -АТФ - универсальный источник энергообеспечения клетки.

3 Синтез АТФ происходит в клетках всех организмов в процессе фосфорилирования - присоединения неорганического фосфата к АДФ.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН КЛЕТКИ



1 - Подготовительный этап
 2 - Бескислородный этап

3 - Бескислородное расщепление
 4 - Окисление

ЭТАПЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА

- У **аэробных** организмов - живущих в кислородной среде - выделяют три этапа энергетического обмена:
 - подготовительный,
 - бескислородное окисление и
 - кислородное окисление
- У **анаэробных** организмов - живущих в бескислородной среде - и аэробных при недостатке кислорода - два этапа:
 - подготовительный
 - бескислородное окисление.

Экскреция. Конечные продукты обмена веществ

- **Экскреция** - это выделение из организма продуктов обмена веществ, особенно азотосодержащих соединений (белков и т. п.). Жиры и углеводы расщепляются на воду и углекислый газ.
- **Аммиак** выделяют прокариоты, растения и большинство водных животных. Он хорошо растворяется в воде.
- **Мочевую кислоту** выделяет большинство наземных животных: насекомые, пресмыкающиеся, птицы. Она плохо растворяется в воде.
- **Мочевину** выделяют грибы, хрящевые рыбы, взрослые земноводные, все млекопитающие. Хорошо растворяется в воде.
- **Гуанин** выделяют паукообразные, частично - птицы.

Экскреция – выделение не подлежащих дальнейшему использованию в организме веществ из клеток и из кровяного русла с мочой и потом.

Секреция- выделение клеткой веществ, которые используются внутри самого организма.

Окисление и восстановление

- Потеря электронов называется окислением, приобретение — восстановлением, при этом донор электронов окисляется, акцептор восстанавливается.
- Следует отметить, что биологическое окисление в клетках может происходить как с участием кислорода:
- $A + O_2 \rightarrow AO_2$,
- так и без его участия, за счет переноса атомов водорода от одного вещества к другому. Например, вещество «А» окисляется за счет вещества «В»:
- $AH_2 + B \rightarrow A + BH_2$
- или за счет переноса электронов, например, двухвалентное железо окисляется до трехвалентного:
- $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$.

Подготовительный этап

- **Заключается в ферментативном расщеплении сложных органических веществ до простых:**
- **белковые молекулы - до аминокислот,**
- **жиры - до глицерина и карбоновых кислот**
- **углеводы - до глюкозы**
- **нуклеиновые кислоты - до нуклеотидов.**
- **Распад высокомолекулярных органических соединений осуществляется или ферментами желудочно-кишечного тракта или ферментами лизосом.**
- **Вся высвобождающаяся при этом энергия рассеивается в виде тепла.**
- **Образовавшиеся небольшие органические молекулы могут быть использованы в качестве «строительного материала» или могут подвергаться дальнейшему расщеплению.**

Бескислородное окисление, или гликолиз

- Этот этап заключается в дальнейшем расщеплении органических веществ, образовавшихся во время подготовительного этапа.
- Происходит **в цитоплазме** клетки и в присутствии кислорода не нуждается.
- Главным источником энергии в клетке является глюкоза.
- Процесс бескислородного неполного расщепления глюкозы - **гликолиз**.

Гликолиз

- Гликолиз - сложный многоступенчатый процесс, включающий в себя десять реакций.
- Во время этого процесса происходит дегидрирование глюкозы, акцептором водорода служит кофермент НАД⁺ (**никотинамидадениндинуклеотид**).
- Глюкоза в результате цепочки ферментативных реакций превращается в две молекулы пировиноградной кислоты ($C_3H_4O_3$) или молочной кислоты. $C_3H_6O_3$
- При этом суммарно образуются **2 молекулы АТФ** и восстановленная форма переносчика водорода НАД·Н₂:
- $C_6H_{12}O_6 + 2АДФ + 2Н_3РО_4 + 2НАД^+ \rightarrow 2C_3H_4O_3 + 2АТФ + 2H_2O + 2НАД \cdot H_2$.

Гликолиз

- Дальнейшая судьба ПВК зависит от присутствия кислорода в клетке.
- Если кислорода нет, **у дрожжей и растений происходит спиртовое брожение**, при котором сначала происходит образование уксусного альдегида, а затем этилового спирта:
 - $C_3H_4O_3 \rightarrow CO_2 + CH_3COH$,
 - $CH_3COH + НАД \cdot H_2 \rightarrow C_2H_5OH + НАД^+$.
- У животных и некоторых бактерий при недостатке кислорода происходит молочнокислое брожение с образованием молочной кислоты:
 - $C_3H_4O_3 + НАД \cdot H_2 \rightarrow C_3H_6O_3 + НАД^+$.
- В результате гликолиза одной молекулы глюкозы высвобождается 200 кДж, из которых 120 кДж рассеивается в виде тепла, а 80% запасается в связях АТФ.

Значение гликолиза

- **Гликолиз имеет чрезвычайно большое физиологическое значение, несмотря на его низкую эффективность.**
- **В условиях дефицита кислорода организм благодаря гликолизу может получать энергию.**

Кислородное окисление, или дыхание
Происходит расщепление ПВК в
митохондриях и при обязательном
присутствии кислорода.

- **1.ПВК транспортируется в митохондрии.**
- **2.Здесь происходит дегидрирование -**
отщепление водорода
- **3.декарбоксилирование - отщепление CO_2**
от ПВК
- **4.С образованием двухуглеродной**
ацетильной группы, которая вступает в
цикл реакций, получивших название
реакций цикла Кребса.

Кислородное окисление - дыхание

- **Идет дальнейшее окисление, связанное с дегидрированием и декарбоксилированием.**
- **В результате:**
- **на каждую разрушенную молекулу ПВК из митохондрии удаляется три молекулы CO_2 ;**
- **образуется пять пар атомов водорода, связанных с переносчиками ($4\text{НАД}\cdot\text{H}_2$, $\text{ФАД}\cdot\text{H}_2$)**
- **а также одна молекула АТФ.**

Суммарная реакция

- Суммарная реакция гликолиза и разрушения ПВК в митохондриях до водорода и углекислого газа выглядит следующим образом:
- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{CO}_2 + 4\text{АТФ} + 12\text{H}_2$.
- две пары атомов водорода - $2\text{НАД}^*\text{H}_2$ образовались в результате гликолиза
- десять пар - в цикле Кребса.

Дыхательная цепь

- **Последним этапом является окисление пар атомов водорода с участием кислорода до воды с одновременным фосфорилированием АДФ до АТФ.**
- **Водород передается трем большим ферментным комплексам –**
- **Флавопротеины**
- **Коферменты Q (ацетил- кофермент А)**
- **Цитохромы**
дыхательной цепи, расположенным во внутренней мембране митохондрий.
- **У водорода отбираются электроны, которые в матриксе митохондрий в конечном итоге соединяются с кислородом:**
- **$O_2 + e^- \rightarrow O_2^-$.**

Протонный резервуар

- Протоны закачиваются в межмембранное пространство митохондрий, в «протонный резервуар».
- Внутренняя мембрана непроницаема для ионов водорода, с одной стороны она заряжается отрицательно
- (за счет O_2^-), с другой - положительно (за счет H^+).
- Когда разность потенциалов на внутренней мембране достигает 200 мВ, протоны проходят через **канал фермента АТФ-синтетазы, образуется АТФ**
- а **цитохромоксидаза** катализирует восстановление кислорода до воды.
- Так в результате окисления двенадцати пар атомов водорода образуется 34 молекулы АТФ.