

## *Урок 15.*

### *Тема: «Метаболизм. Энергообмен»*

#### *Задачи:*

*Дать характеристику реакциям обмена веществ – реакциям пластического и энергетического обменов. Изучить реакции трех этапов энергообмена.*

# 1. Пластический и энергетический обмены



Для нормального протекания химических процессов необходим постоянный обмен веществами между клеткой и окружающей средой, а также постоянное превращение энергии в клетке.

Часть получаемых извне белков, жиров, углеводов, витаминов, микроэлементов – **строительный материал**, они расходуются клетками на синтез необходимых им соединений, построение клеточных структур.

Но большая часть органических веществ пищи является **энергетическим материалом**, разрушаясь до конечных продуктов, они обеспечивают организм энергией.

# 1. Пластический и энергетический обмены



Взаимосвязи пластического и энергетического обмена веществ.

Из поступающих в клетку компонентов пищи под действием биологических катализаторов — ферментов синтезируются новые молекулы для замены израсходованных веществ, для построения органоидов.

**Весь набор реакций биологического синтеза веществ в клетке (биосинтеза) получил название ассимиляции или пластического обмена.**

# 1. Пластический и энергетический обмены



Взаимосвязи пластического и энергетического обмена веществ.

Наряду с процессами синтеза новых веществ в клетках происходит постоянный распад сложных органических веществ до более простых, при этом высвобождается энергия. Чаще всего эта энергия запасается в виде аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). Далее энергия АТФ используется для различных нужд клетки, в том числе и для реакций биосинтеза.

*Совокупность реакций распада веществ клетки, сопровождающихся выделением энергии, получила название диссимиляции.*

# 1. Пластический и энергетический обмены



Взаимосвязи пластического и энергетического обмена веществ.

Ассимиляция и диссимиляция — противоположные процессы обмена веществ и энергии, получившего название **метаболизма** (от греч. metabole — превращение): в первом случае вещества образуются, во втором — разрушаются. Но они тесно взаимосвязаны и друг без друга невозможны. Ведь если в клетке не будут синтезироваться и запасаться сложные вещества, то нечему будет распадаться, когда потребуется энергия. А если вещества не будут распадаться, то где взять энергию для синтеза необходимых веществ?

## *Подведем итоги:*

Меньшая часть получаемых извне белков, жиров, углеводов, витаминов, микроэлементов организмом является:

*Строительным материалом.*

Большая часть органических веществ, получаемых организмом, является:

*Энергетическим материалом.*

Пластический обмен:

*Совокупность реакций биологического синтеза веществ в клетке (биосинтеза) получил название ассимиляции, или пластического обмена.*

Энергетический обмен:

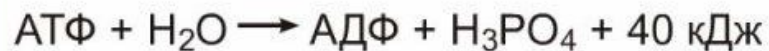
*Совокупность реакций распада веществ клетки, сопровождающихся выделением энергии, получила название диссимиляции.*

Метаболизм:

*Обмен веществ и энергии (от греч. metabole — превращение), состоит из реакций ассимиляции, когда вещества образуются, и диссимиляции, когда вещества разрушаются.*

## 2. Энергетический обмен

Реакции, идущие с выделением энергии



АТФ обеспечивает энергией все функции клетки: механическую работу, биосинтез веществ, деление и т. д. В среднем содержание АТФ в клетке составляет около 0,05% ее массы, но в тех клетках, где затраты АТФ велики (например, в клетках печени, поперечно-полосатых мышц), ее содержание может достигать до 0,5%.

Синтез АТФ в клетках происходит главным образом в митохондриях. Как вы помните, на синтез 1 молекулы АТФ из АДФ необходимо затратить 40 кДж.



## 2. Энергетический обмен

	I подготовительный этап
Где происходит расщепление?	В органах пищеварения. В лизосоме в клетке.
Чем активизируется расщепление?	Ферментами пищеварительных соков.
До каких веществ расщепляются соединения клетки?	Белки → аминокислоты. Жиры → глицерин + жирные кислоты. Углеводы → глюкоза.
Сколько выделяется энергии?	Мало, рассеивается в виде тепла.
Сколько синтезируется энергии в виде АТФ?	—

Энергетический обмен в клетке подразделяют на три этапа. Первый этап — **подготовительный**. Во время него крупные пищевые полимерные молекулы распадаются на более мелкие фрагменты. Полисахариды распадаются на ди- и моносахариды, белки — до аминокислот, жиры — до глицерина и жирных кислот. В ходе этих превращений энергии выделяется мало, она рассеивается в виде тепла, и АТФ не образуется.

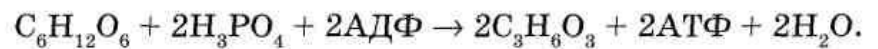


## 2. Энергетический обмен

	II бескислородный этап
Где происходит расщепление?	Внутри клетки.
Чем активизируется расщепление?	Ферментами мембран клеток.
До каких веществ расщепляются соединения клетки?	Глюкоза → 2 молекулы молочной кислоты + энергия.
Сколько выделяется энергии?	За счет 34% - синтезируется АТФ, 66% - рассеивается в виде тепла.
Сколько синтезируется энергии в виде АТФ?	2 молекулы АТФ.

Второй этап — **неполное бескислородное расщепление** веществ. На этом этапе вещества, образовавшиеся во время подготовительного этапа, разлагаются при помощи ферментов в отсутствие кислорода.

Разберем этот этап на примере **гликолиза** — ферментативного расщепления глюкозы. Гликолиз происходит в животных клетках и у некоторых микроорганизмов. Суммарно этот процесс можно представить в виде следующего уравнения:



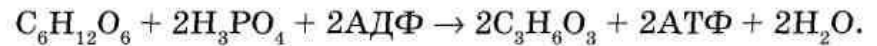
## 2. Энергетический обмен

	II бескислородный этап
Где происходит расщепление?	Внутри клетки.
Чем активизируется расщепление?	Ферментами мембран клеток.
До каких веществ расщепляются соединения клетки?	Глюкоза → 2 молекулы молочной кислоты + энергия.
Сколько выделяется энергии?	За счет 34% - синтезируется АТФ, 66% - рассеивается в виде тепла.
Сколько синтезируется энергии в виде АТФ?	2 молекулы АТФ.

Таким образом, при гликолизе из одной молекулы глюкозы образуются две молекулы трехуглеродной пировиноградной кислоты ( $C_3H_4O_3$ ), которая во многих клетках, например в мышечных, при недостатке кислорода превращается в молочную кислоту ( $C_3H_6O_3$ ).

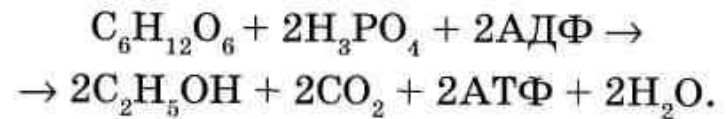
Высвободившейся при гликолизе энергии достаточно для превращения двух молекул АДФ в две молекулы АТФ.

*Только 40% выделившейся энергии запасается клеткой в виде АТФ, а остальные 60% — рассеиваются в виде тепла. Гликолиз происходит в цитоплазме клеток.*



## 2. Энергетический обмен

У большинства растительных клеток и некоторых грибов второй этап энергетического обмена представлен *спиртовым брожением*:



Исходные продукты спиртового брожения те же, что и у гликолиза, но в результате образуется этиловый спирт, углекислый газ, вода и две молекулы АТФ. Есть такие микроорганизмы, которые разлагают глюкозу до ацетона, уксусной кислоты и других веществ, но в любом случае «энергетическая прибыль» клетки составляет две молекулы АТФ.

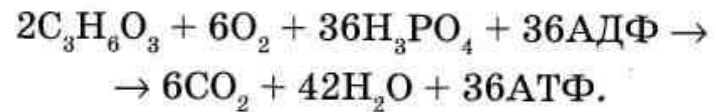


Примеры пищевых продуктов - результатов брожения.

## 2. Энергетический обмен

	III кислородный этап
Где происходит расщепление?	В митохондриях.
Чем активизируется расщепление?	Ферментами митохондрий.
До каких веществ расщепляются соединения клетки?	Пировиноградная кислота до $\text{CO}_2$ и $\text{H}_2\text{O}$
Сколько выделяется энергии?	Более 55% энергии запасается в виде АТФ.
Сколько синтезируется энергии в виде АТФ?	36 молекул АТФ.

Третий этап энергетического обмена — *полное кислородное расщепление, или клеточное дыхание*. При этом вещества, образовавшиеся на втором этапе, разрушаются до конечных продуктов —  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Этот этап можно представить себе в следующем виде:



Таким образом, окисление двух молекул трехуглеродной кислоты, образовавшихся при ферментативном расщеплении глюкозы, до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  приводит к выделению большого количества энергии, достаточного для образования 36 молекул АТФ.



## 2. Энергетический обмен

	I подготовительный этап	II бескислородный этап	III кислородный этап
Где происходит расщепление?	В органах пищеварения. В лизосоме в клетке.	Внутри клетки.	В митохондриях.
Чем активизируется расщепление?	Ферментами пищеварительных соков.	Ферментами мембран клеток.	Ферментами митохондрий.
До каких веществ расщепляются соединения клетки?	Белки → аминокислоты. Жиры → глицерин + жирные кислоты. Углеводы → глюкоза.	Глюкоза → 2 молекулы молочной кислоты + энергия.	Пировиноградная кислота до $\text{CO}_2$ и $\text{H}_2\text{O}$
Сколько выделяется энергии?	Мало, рассеивается в виде тепла.	За счет 40% - синтезируется АТФ, 60% - рассеивается в виде тепла.	Более 55% энергии запасается в виде АТФ.
Сколько синтезируется энергии в виде АТФ?	—	2 молекулы АТФ.	36 молекул АТФ.

Этапы энергетического обмена веществ.

Клеточное дыхание происходит на кристах митохондрий. Коэффициент полезного действия этого процесса выше, чем у гликолиза, и составляет приблизительно 55%. В результате полного расщепления одной молекулы глюкозы образуется 38 молекул АТФ.

## *Подведем итоги:*

На подготовительном этапе:

*Крупные пищевые полимерные молекулы распадаются на более мелкие фрагменты. Полисахариды распадаются на ди- и моносахариды, белки — до аминокислот, жиры — до глицерина и жирных кислот. В ходе этих превращений энергии выделяется мало, она рассеивается в виде тепла, и АТФ не образуется.*

При гликолизе в животных клетках при разрушении молекулы глюкозы образуется:

*2 молекулы пировиноградной кислоты, которые при недостатке кислорода превращаются в 2 молекулы молочной кислоты. При этом образуется еще 2 молекулы АТФ.*

При гликолизе в растительных и грибных клетках при разрушении молекулы глюкозы образуется :

*2 молекулы пировиноградной кислоты, которые при недостатке кислорода превращаются в 2 молекулы этилового спирта. При этом образуется еще 2 молекулы АТФ.  
лучами.*

## *Подведем итоги:*

Какая часть энергии запасается при гликолизе в форме АТФ, какая часть – рассеивается в форме тепла?

*40% выделившейся энергии запасается клеткой в виде АТФ, а остальные 60% — рассеиваются в виде тепла.*

Где происходят реакции гликолиза?

*На мембранах цитоплазмы клеток.*

Где происходят реакции третьего этапа энергетического обмена, кислородного окисления?

*В митохондриях.*

Что образуется при разрушении 2 молекул пировиноградной кислоты в митохондриях?

*6 молекул  $\text{CO}_2$ , 42 молекулы  $\text{H}_2\text{O}$  и 36 молекул АТФ.*

Какая часть энергии запасается в митохондриях в форме АТФ, какая часть – рассеивается в форме тепла?

*55% - в форме АТФ, 45% - в форме тепла.*

Сколько всего молекул АТФ образуется в реакциях энергетического обмена при полном разрушении молекулы глюкозы?

*38 молекул, 2 – при гликолизе, 36 – в митохондриях.*