



# Обмен веществ и энергии

## *Метаболизм*

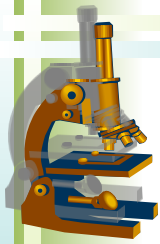




# Гомеостаз

(Постоянство внутренней среды )

- ✓ **Нарушение гомеостаза ведет к повреждению и гибели клеток. Все реакции, протекающие в клетке, направлены на поддержание гомеостаза.**
- ✓ **Получаемые извне белки, жиры, углеводы, витамины и микроэлементы используются клетками для синтеза необходимых им веществ и построения клеточных структур.**
- ✓ **Для построения клеточных структур необходимо затрачивать энергию.**



# Метаболизм в клетках

**Энергетический обмен**  
(катаболизм,  
диссимиляция)

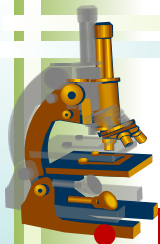
**распад, расщепление органических веществ**

**С выделением энергии**

**Пластический обмен**  
(анаболизм,  
ассимиляция)

**синтез органических веществ**

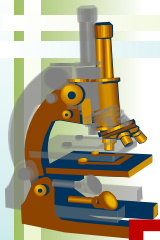
**С поглощением энергии**



# Стадии метаболизма:

- **Подготовительная стадия:** переваривание пищи и доставка питательных веществ и кислорода к клеткам
- **Обмен веществ и энергии в клетках**
- **Заключительная стадия:** удаление продуктов распада





# **Ферменты, их химическая природа, роль в метаболизме**

- Ферменты – это всегда специфические белки – катализаторы
- Каждый фермент обладает специфичностью, потому что, как правило, катализирует определенный вид реакций.
- Узнав свой субстрат, фермент взаимодействует с ним и ускоряет его превращение.
- Ферменты – белки, при кипячении разрушаются и теряют свои ферментативные свойства.

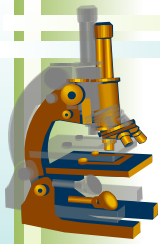


# Принцип действия ферментов

Фермент и субстрат должны  
ПОДХОДИТЬ  
друг к другу «как ключ к замку»

**Субстрат** - вещество  
на которое действует  
фермент

фермент



# Ферменты

**Простые**

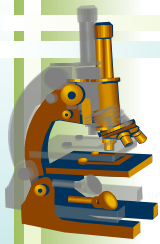
**Белковый  
компонент**

**Сложные**

**Белковый  
компонент**

**+**

**Небелковая часть  
(кофермент: ионы  
металлов или  
витамины)**



# Активность ферментов

- Зависит от температуры, кислотности среды, количества субстрата, с которым он взаимодействует.
  - При повышении температуры активность ферментов увеличивается (при высоких температурах белок денатурируется).
  - Среда, в которой могут функционировать ферменты, для каждой группы различна (в кислой, в слабокислой, в щелочной или слабощелочной среде):
    - в кислой среде активны ферменты желудочного сока
    - в слабощелочной - ферменты кишечного сока
    - в щелочной - фермент поджелудочной железы
- Большинство же ферментов активны в нейтральной среде.





# Сказ о дележе наследства

Умирал старый араб. Все его богатство состояло из 17 прекрасных белых верблюдов. Он собрал своих сыновей и объявил им свою последнюю волю: «Мой старший сын, опора семьи, должен получить после моей смерти половину верблюдов. Среднему сыну я завещаю треть всех верблюдов. Но и мой младший, любимый сын должен получить свою долю — одну девятую часть стада».

Сказав это, старый араб умер. Похоронив отца, три брата стали делить верблюдов. Но исполнить волю отца они не смогли: невозможно было разделить 17 верблюдов ни пополам, ни на три части, ни на девять частей. Но тут через пустыню проходил дервиш. Бедный, как все ученые, он вел с собой черного облезлого верблюда, нагруженного книгами. Братья обратились к нему за помощью. И дервиш сказал: «Выполнить волю вашего отца очень просто. Я дарю вам моего верблюда, а вы попробуйте разделить наследство». У братьев оказалось 18 верблюдов, и все разрешилось. Старший сын получил половину верблюдов – 9, средний – треть стада – 6 и младший сын получил свою долю – двух верблюдов.

Но 9, 6 и 2 дают 17, и после дележа оказался лишний верблюд — старый облезлый верблюд ученого. И дервиш сказал: «Отдайте мне назад моего верблюда за то, что я помог разделить вам наследство, а то мне придется самому тащить книги через пустыню».

Вот этот черный верблюд и подобен ферменту. Он сделал возможным такой процесс, который без него был бы немыслим, а сам остался без изменений. Это действительно основное свойство ферментов, да и вообще всякого катализатора. **Ферменты – это прежде всего катализаторы.**



# Энергетический обмен (диссимилиация, катаболизм)

- Часть поступивших в клетку органических веществ окисляется кислородом до конечных продуктов распада –  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , аммиак  $\text{NH}_3$ , мочевины

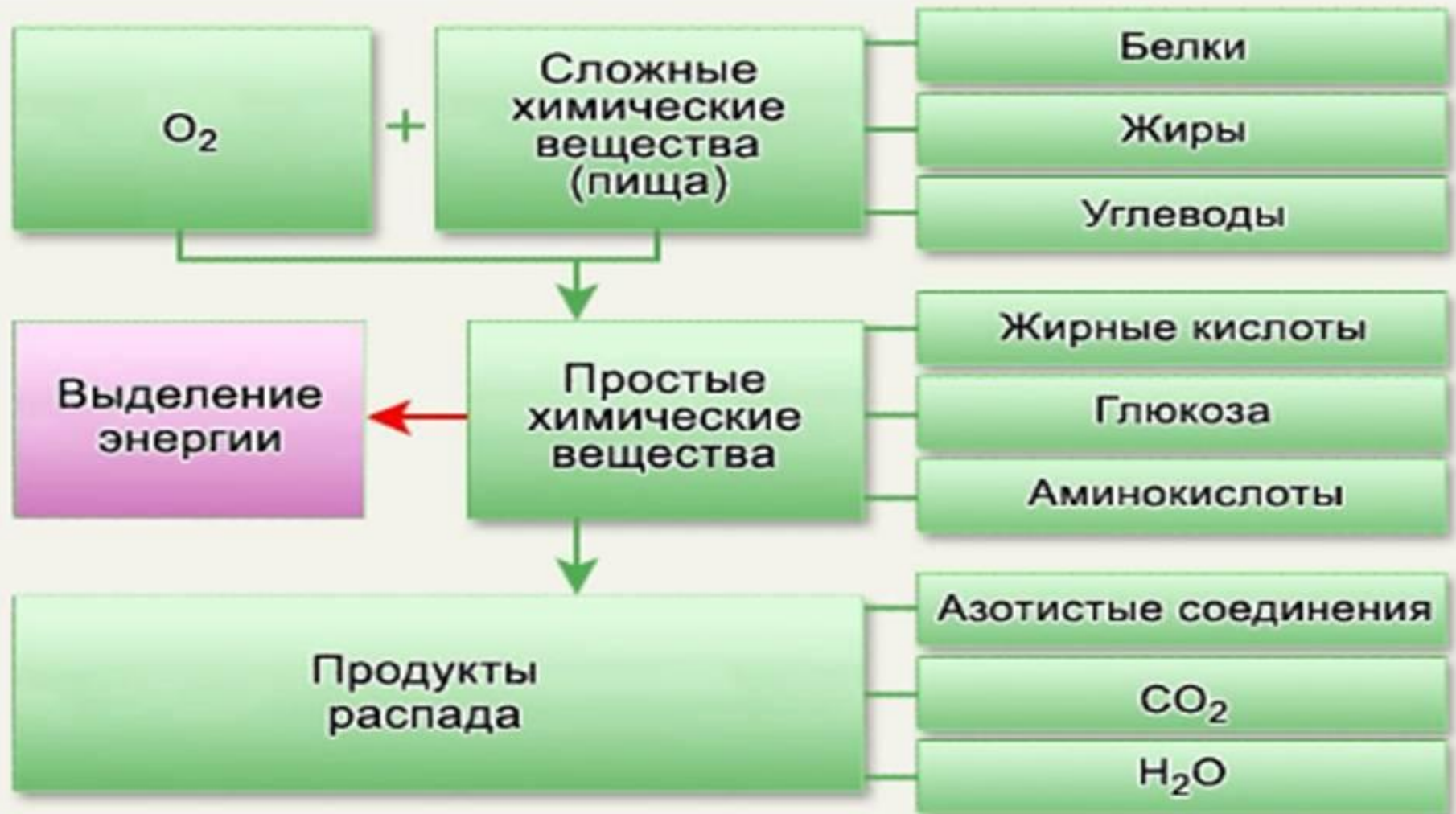
При этом выделяется энергия!

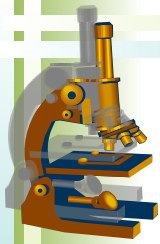
1 г углеводов – 17,17 кДж

1 г жиров – 38,92 кДж

1 г белков – 17,17 кДж

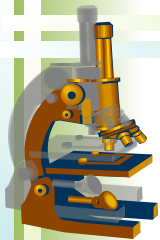
# Энергетический обмен





# Энергетический обмен

- Это совокупность химических реакций постепенного распада органических соединений, сопровождающихся высвобождением энергии, часть которой расходуется на синтез АТФ.
- Процессы расщепления органических соединений у *аэробных* организмов происходят в три этапа, каждый из которых сопровождается несколькими ферментативными реакциями.



## ***Первый этап*** – **подготовительный**

**В желудочно-кишечном тракте многоклеточных организмов он осуществляется пищеварительными ферментами. У одноклеточных – ферментами лизосом.**

**Сложные углеводы (крахмал, целлюлоза)**

**→ простые углеводы (глюкоза, фруктоза)**

**Жиры → глицерин и жирные кислоты**

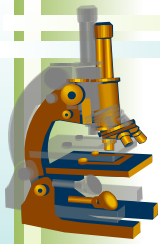
**Белки → аминокислоты**

**Этот процесс называется пищеварением.**

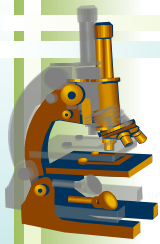


## **Второй этап – бескислородный (гликолиз).**

- Постепенное расщепление и окисление глюкозы с накоплением энергии в виде 2 молекул АТФ. Гликолиз происходит в цитоплазме клеток.
- Он состоит из нескольких последовательных реакций превращения молекулы глюкозы в две молекулы пировиноградной кислоты (пирувата) и две молекулы АТФ, в виде которой запасается часть энергии, выделившейся при гликолизе:  
$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 2\text{АДФ} + 2\text{Ф} \rightarrow 2\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3 + 2\text{АТФ}.$$
Остальная энергия рассеивается в виде тепла.
- В клетках дрожжей и растений (*при недостатке кислорода*) пируват распадается на этиловый спирт и углекислый газ. Этот процесс называется **спиртовым брожением**.



**Энергии, накопленной при гликолизе, слишком мало для организмов, использующих кислород для дыхания. Вот почему в мышцах при больших нагрузках и нехватке кислорода образуется молочная кислота ( $C_3H_6O_3$ ), которая накапливается в виде лактата. Появляется боль в мышцах. У нетренированных людей это происходит быстрее, чем у людей тренированных.**



## ***Третий этап – кислородный***

**Состоит из двух последовательных процессов:**

- 1) цикла Кребса, названного по имени Нобелевского лауреата Ганса Кребса**
- 2) окислительного фосфорилирования.**

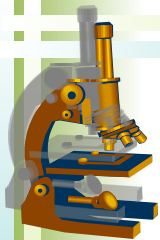
**При кислородном дыхании пируват окисляется до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , а энергия, выделяющаяся при окислении, запасается в виде 36 молекул АТФ.**

**(34 молекулы в цикле Кребса и 2 молекулы в ходе окислительного фосфорилирования).**

**Эта энергия распада органических соединений обеспечивает реакции их синтеза в пластическом обмене.**

**Кислородный этап возник после накопления в атмосфере достаточного количества молекулярного кислорода и появления аэробных организмов.**





## **Окислительное фосфорилирование или клеточное дыхание**

- Происходит, на внутренних мембранах митохондрий, в которые встроены молекулы-переносчики электронов.
- В ходе этой стадии освобождается большая часть метаболической энергии.
- Молекулы-переносчики транспортируют электроны к молекулярному кислороду.
- Часть энергии рассеивается в виде тепла, а часть расходуется на образование АТФ.
- Суммарная реакция энергетического обмена:



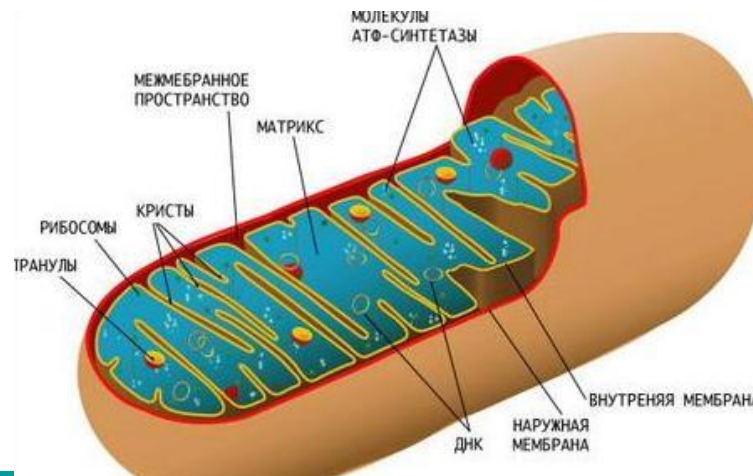


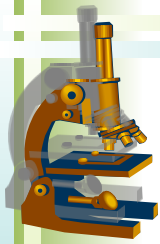
Основная функция **МИТОХОНДРИИ** – образование АТФ (**аденозинтрифосфорной кислоты**).

Окисление органических веществ и образование небольших количеств АТФ происходит в отсутствие кислорода (анаэробное окисление, **гликолиз**).

На этом этапе подготавливается «топливо» для митохондрии.

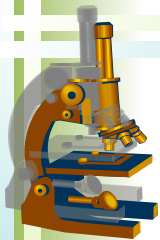
Синтез основной массы АТФ осуществляется с потреблением кислорода и происходит на мембранах митохондрии.





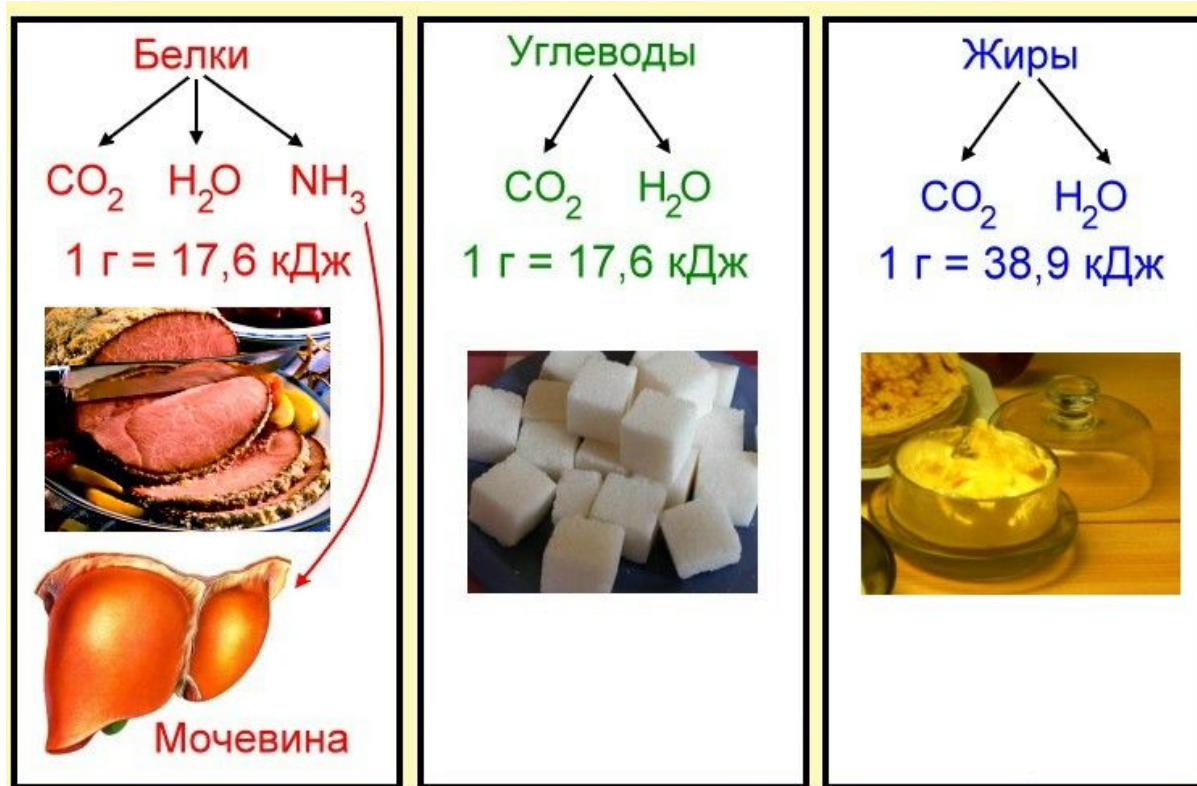
# Пластический обмен (анаболизм, ассимиляция)

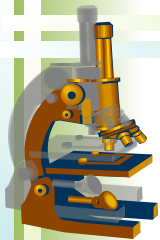
- ✓ Поступившие в клетку аминокислоты, простые углеводы, глицерин и жирные кислоты «строят» **новые молекулы** белков, углеводов и жиров, свойственные данному организму
- ✓ Они идут на строительство утраченных частей клеток, **создание новых клеток**
- ✓ За счёт пластического обмена происходит рост, **деление, развитие клеток и всего организма**



# Заключительная стадия обмена:

Конечные продукты обмена - углекислый газ  $\text{CO}_2$ , аммиак  $\text{NH}_3$ , вода  $\text{H}_2\text{O}$ , мочевина - попадают в кровь и выводятся из организма лёгкими и почками





## Сравнительная таблица

<b>признаки</b>	<b>пластический обмен</b>	<b>энергетический обмен</b>
<b>Значения в клетке</b>	Для построения клетки	Выработка энергии
<b>Энергия</b>	Поглощение	Освобождается
<b>Питательные вещества</b>	Усваивание	Распадаются
<b>Место в клетке</b>	Рибосомы	Митохондрии