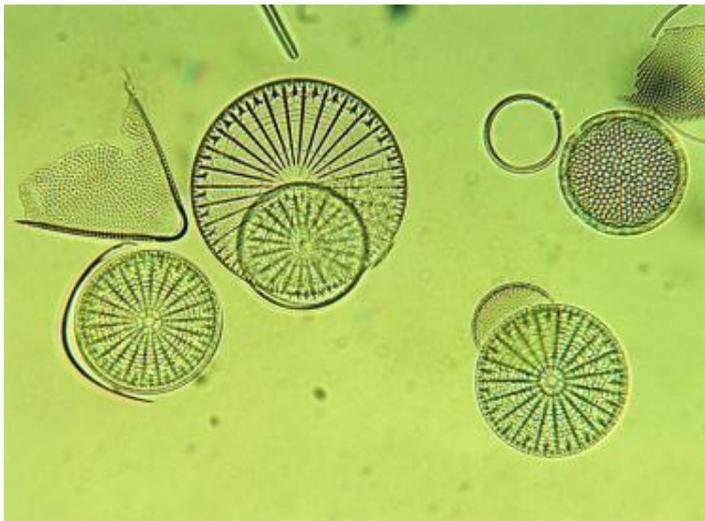


# ОБМЕН ВЕЩЕСТВ- ОСНОВА СУЩЕСТВОВАНИЯ КЛЕТКИ



# Метаболизм



**АНАБОЛИЗМ**

**Синтез**

Ассимиляция  
Пластический  
обмен



**КАТАБОЛИЗМ**

**Распад**

Диссимиляция  
Энергетический  
обмен

- Наличие энергии в виде АТФ.
- Наличие ферментов – биологических катализаторов.
- Функциональная активность органоидов, ответственных за проведение реакций окисления и синтеза.
- Чёткое управление со стороны клеточного ядра.
- Наличие исходных веществ.

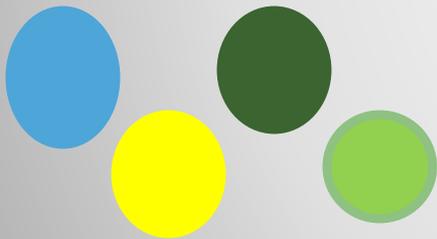
## Условия метаболизма

# АНАБОЛИЗМ

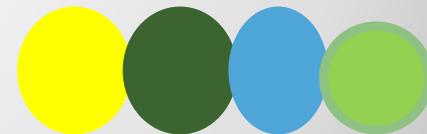
– это совокупность химических реакций направленных на образование веществ

## Биосинтез сложных веществ

аминокислоты



белок



нуклеотиды

нуклеиновые кислоты

глюкоза

крахмал



# Пластический обмен интенсивно проходит в молодом возрасте

**У насекомых  
синтез хитина**



**У позвоночных  
синтез кератина**



**У растений  
синтез целлюлозы**

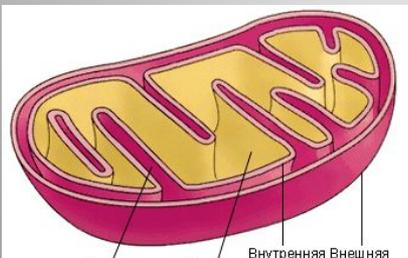


# КАТАБОЛИЗМ

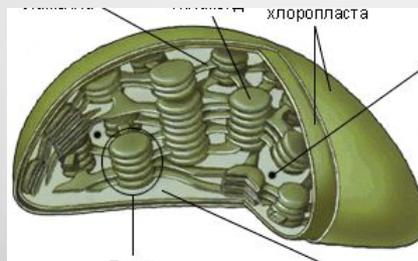
-ЭТО СОВОКУПНОСТЬ  
реакций, в которых происходит  
распад органических веществ  
с высвобождением энергии

Энергия в виде АТФ

АТФ - аденозинтрифосфат



МИТОХОНДРИИ



пластиды

В  
ЦИТОПЛАЗМЕ

# Аденозинтрифосфорная кислота

## Строение

Это нуклеотид

Три  
остатка  
фосфорной  
кислоты

Аденин

Рибоза

-Ф-Ф-Ф

АМФ

АДФ

АТФ

# Как происходит образование энергии в клетке?

Азотистое основание

Аденин

моносахарид

Рибоза

Три  
остатка  
фосфорной  
кислоты

-Ф-Ф-Ф



Макроэргические связи

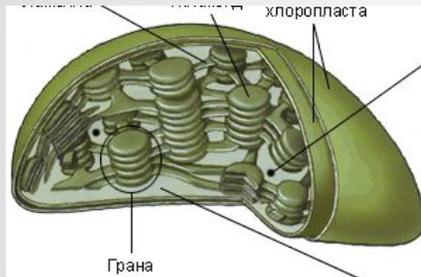
Аденин

Рибоза

-Ф-Ф-Ф

# Энергия накапливается в виде АТФ и расходуется по мере необходимости.

В каких органоидах синтезируется АТФ у эукариот?



На какие процессы расходуется АТФ?

Деление клеток, образование веществ, терморегуляцию, рост

Растения преобразуют энергию солнечных лучей в энергию АТФ в процессе фотосинтеза.

Хемосинтезирующие бактерии запасают энергию в форме АТФ, получаемую при химических реакциях окисления различных неорганических соединений.

Гетеротрофы получают энергию в результате окисления молекул органических веществ, поступающих с пищей.

В ходе биологического окисления расщепление сложных органических веществ осуществляется поэтапно и может идти двумя путями:

- 1) Неполное окисление органических веществ;
- 2) Полное окисление органических веществ до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

## **Способы получения энергии живыми существами**

# Этапы энергетического обмена

организмы

**АЭРОБЫ**  
**(+O<sub>2</sub>)**

**3 этапа**  
**энергетического**  
**обмена**

**АНАЭРОБЫ**  
**(-O<sub>2</sub>)**

**2 этапа**  
**энергетического**  
**обмена**

# Заполните таблицу

| Этапы энергетического обмена | Исходные продукты | Конечные продукты | Как используется энергия | Где протекает |
|------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|---------------|
| Подготовительный             |                   |                   |                          |               |
| Безкислородный               |                   |                   |                          |               |
| Кислородный                  |                   |                   |                          |               |

## Биологическое окисление



Процесс энергетического обмена можно разделить на три этапа:

на первом этапе происходит пищеварение, то есть **сложные органические молекулы** расщепляются до мономеров;

на втором происходит **бескислородное окисление этих мономеров;**

на последнем этапе происходит **окисление с участием кислорода в митохондриях.**

катаболизм

Подготовительный этап

бескислородное расщепление ГЛЮКОЗЫ-ГЛИКОЛИЗ

Кислородное расщепление ГЛЮКОЗЫ

Этапы энергетического обмена

- Происходит в ЖКТ.
- Заключается в первичном расщеплении органических веществ на составные части, всасывании в кровь и распределению по клеткам тела.
- В результате образуется небольшое количество рассеянной в виде тепла энергии.

**Подготовительный этап**

# Биологическое окисление

## *Подготовительный этап.*



Под действием ферментов пищеварительного тракта или ферментов лизосом

Сложные органические молекулы расщепляются:

**белки** до ....

**жиры** — до ....

**углеводы** — до ....

**нуклеиновые кислоты** — ....

Вся энергия при этом рассеивается в виде тепла.

# ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

пищеварительный канал

БЕЛКИ

АМИНОКИСЛОТЫ

УГЛЕВОДЫ

ГЛЮКОЗА  
 $C_6H_{12}O_6$

ЖИРЫ

ГЛИЦЕРИН

ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ

ЦИТОПЛАЗМА КЛЕТКИ

ГЛИКОЛИЗ (БЕСКИСЛОРОДНЫЙ ЭТАП)

ПИРОВИНОГРАДНАЯ  
КИСЛОТА  
 $2C_3H_4O_3$

$2ATP + 2НАД \cdot H_2$

$2H_2O + ТЕПЛО$

МИТОХОНДРИИ

КЛЕТОЧНОЕ ДЫХАНИЕ (КИСЛОРОДНЫЙ ЭТАП)

$36ATP + 2НАД \cdot H_2$

$42H_2O + 6CO_2 + ТЕПЛО$

ИТОГО:

$38ATP + 4НАД \cdot H_2$

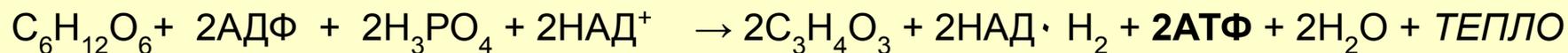
# Анаэробное дыхание

Это путь получения энергии наиболее древний, поскольку на ранних этапах развития жизни на Земле кислород в атмосфере отсутствовал.

**ГЛИКОЛИЗ** – процесс ферментативного анаэробного расщепления глюкозы и других органических соединений.

Этот процесс так же называется **брожением**. Термин «брожение» обычно применяют по отношению к процессам, протекающим в клетках микроорганизмов или растений.

Гликолиз идет в цитоплазме клеток и не связан с какими-либо мембранными системами.

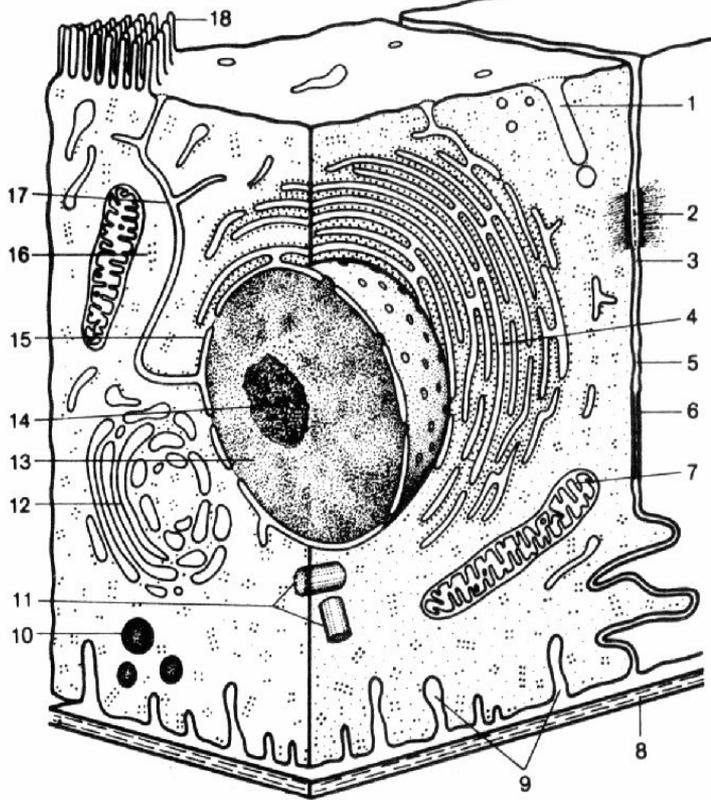


- Большая часть энергии (60%) в реакции гликолиза рассеивается в виде тепла, и только 40% идет на синтез АТФ.



## Неполное окисление органических веществ

### Гликолиз, или бескислородное окисление .



Окисление глюкозы в клетках происходит без кислорода с участием ферментов. Реакции протекают в цитоплазме, **глюкоза** с помощью 9 ферментативных реакций распадается на **2 молекулы ПВК** — **пировиноградной кислоты  $C_3H_4O_3$** , которая во многих клетках превращается в **молочную кислоту  $C_3H_6O_3$**  и при этом суммарно образуются **2 молекулы АТФ** .

При этом образуется 200 кДж энергии, 120 рассеивается в форме тепла, 80 кДж запасается в форме 2 моль АТФ:



# Клеточное дыхание

У прокариот клеточное дыхание происходит на впячиваниях плазматической мембраны, а у эукариот – на мембранах специальных клеточных органоидов – **митохондрий**.

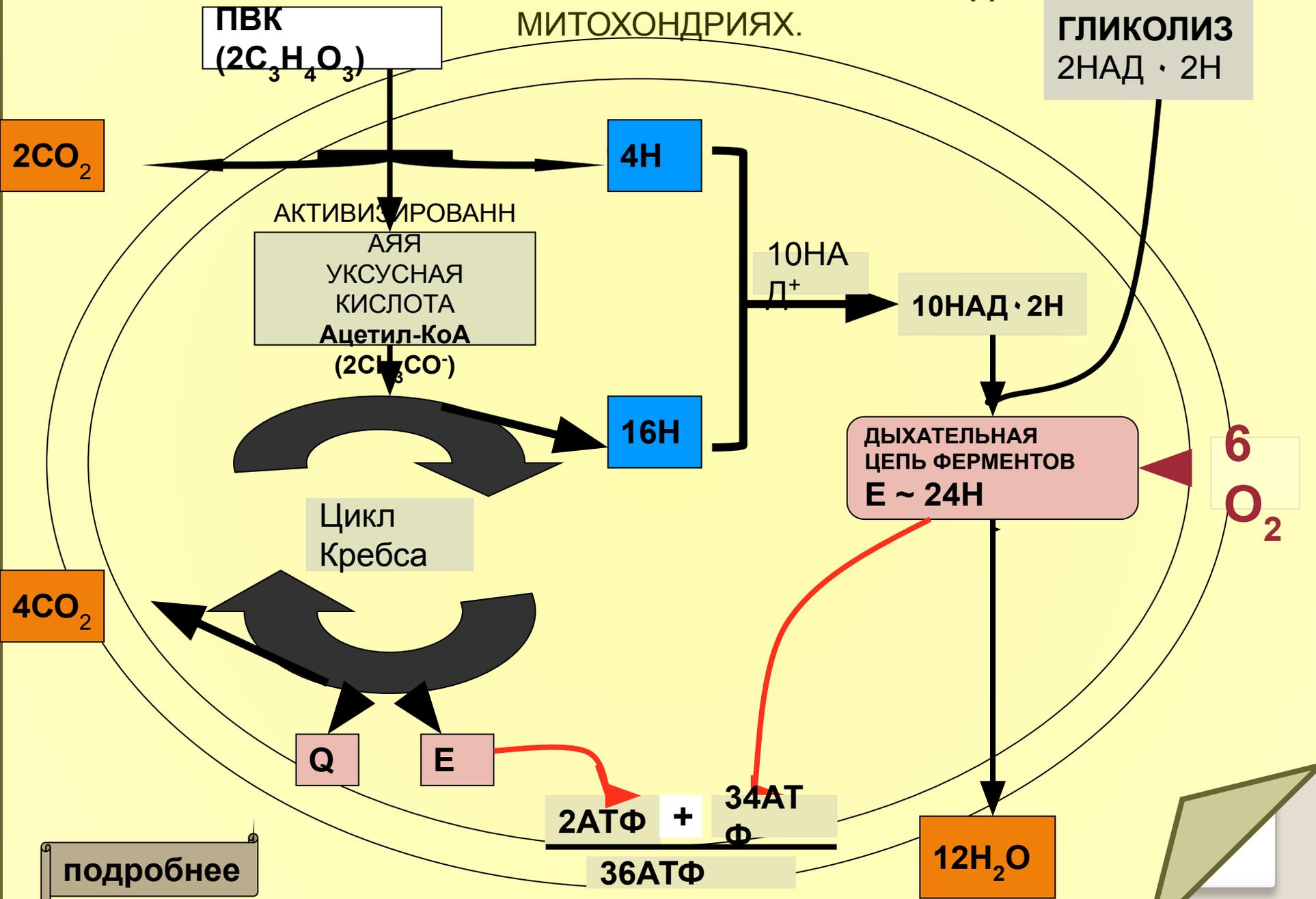
**Митохондрии** иногда называют «клеточными электростанциями». В клетке их количество сильно зависит от активности клетки.

Каждая митохондрия окружена двумя мембранами. Внутренняя мембрана сложена в складки, называемые **кристами**.

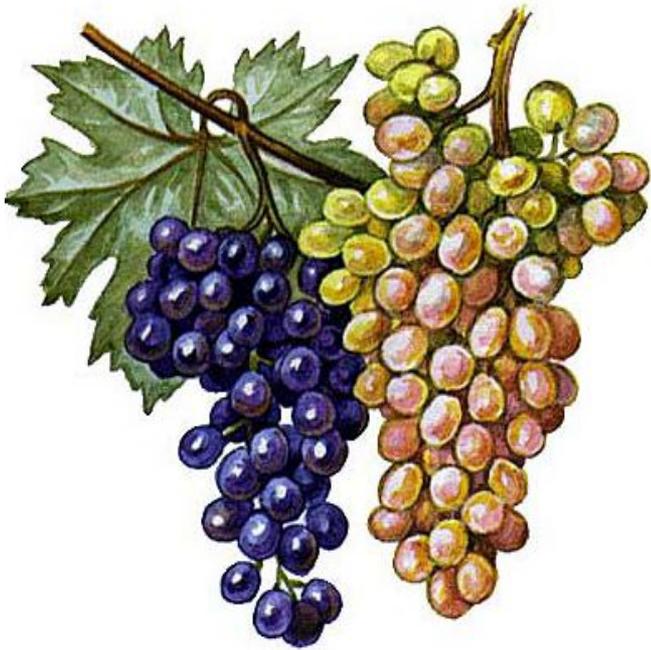
Важнейшей функцией митохондрий является синтез АТФ, происходящий за счёт окисления органических веществ.



# СХЕМА БИОЛОГИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ ПИРОВИНОГРАДНОЙ КИСЛОТЫ В МИТОХОНДРИЯХ.



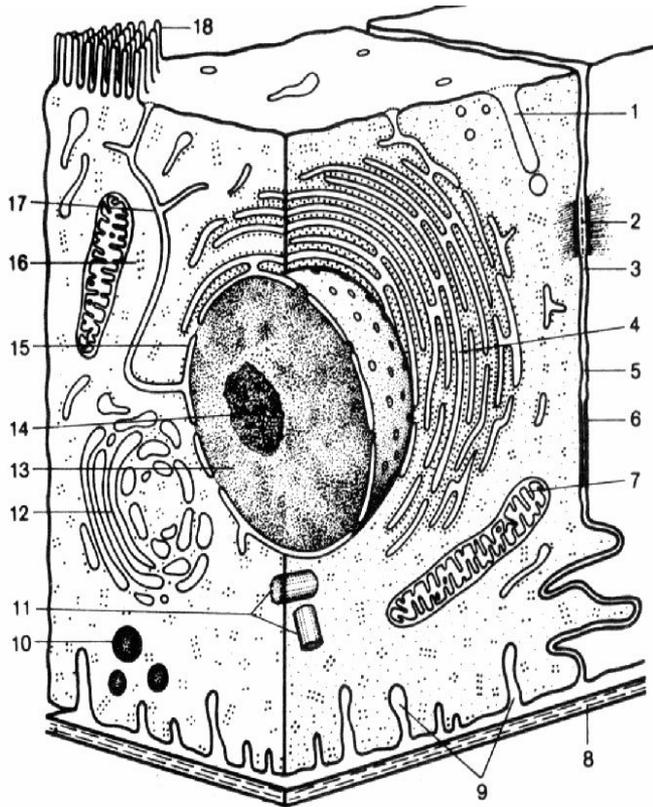
## Неполное окисление



Дальнейшая судьба ПВК зависит от присутствия  $O_2$  в клетке.

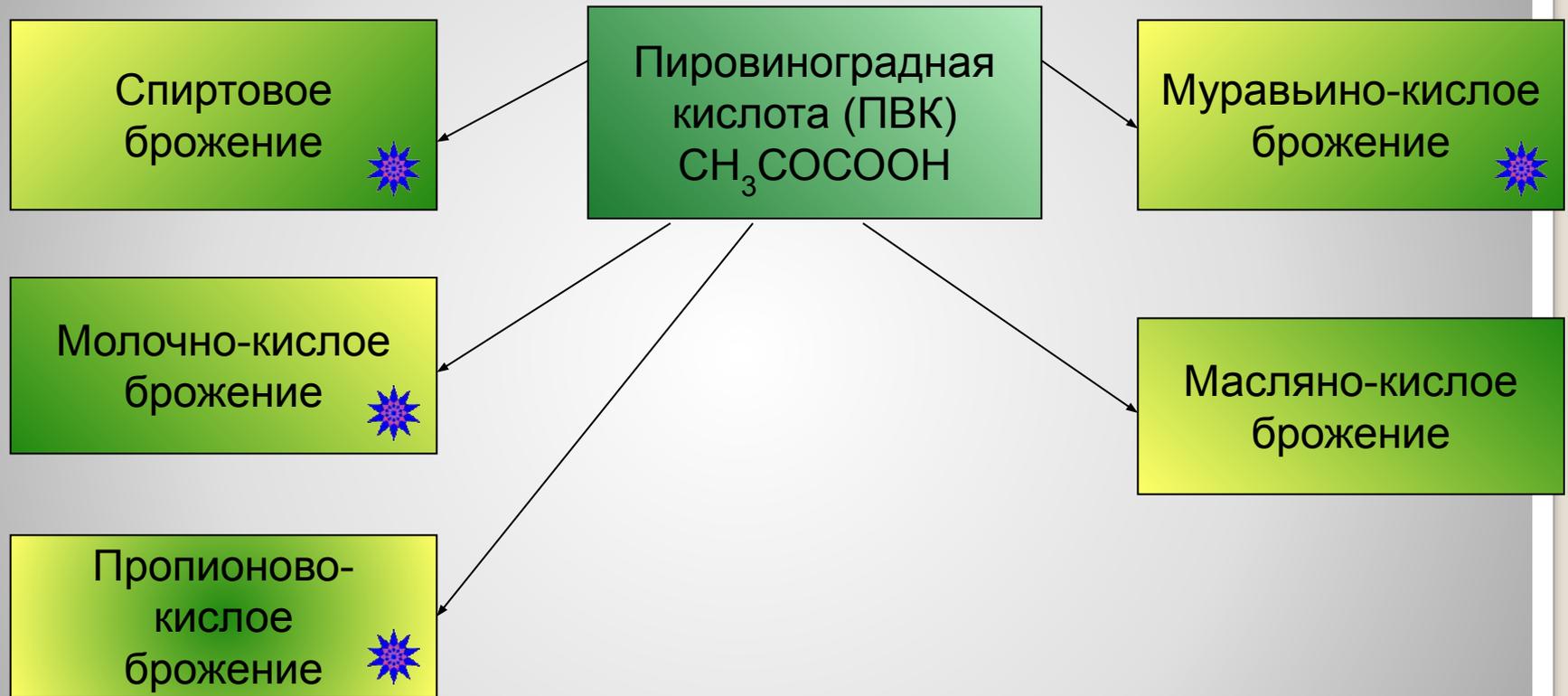
Если  $O_2$  нет, происходит **анаэробное брожение (дыхание)**, причем у дрожжей и растений происходит *спиртовое брожение*, при котором сначала происходит образование уксусного альдегида, а затем этилового спирта.

## Неполное окисление



В результате гликолиза 40% выделившейся энергии запасается в виде АТФ, 60% - рассеивается в виде тепла.

**БРОЖЕНИЕ** – один из способов использования живыми организмами углеводов. В зависимости от конечного продукта реакции различают несколько видов брожения.

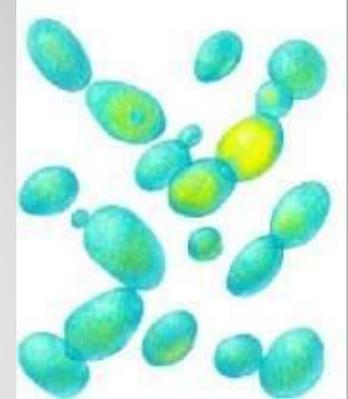


Недостатком процессов брожения является извлечением незначительной доли той энергии, которая заключена в связях органических молекул. Для многих одноклеточных и многоклеточных (особенно ведущих паразитический образ жизни) этого вполне достаточно.

# Спиртовое брожение

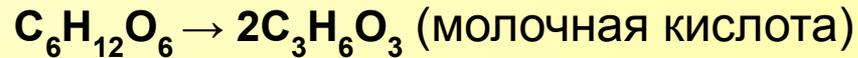


- Среди прокариот этот тип брожения распространен не очень широко, наиболее часто он встречается в группе дрожжей.
- Важно подчеркнуть, что дрожжи – эукариотические организмы и аэробы, но в анаэробных условиях брожение идет наиболее эффективно. Если добавить кислород, то брожение ослабнет.
- Этот эффект был обнаружен Л. Пастером при исследовании способов изготовления вина и пива. Он же изобрел способ остановки превращения спирта в уксус уксуснокислыми бактериями – пастеризацию (нагревание вина или пива до 65-70°C). При этом бактерии гибнут, и уксус не образуется.
- Спиртовое брожение происходит у хвойных растений зимой, когда устьица хвои закупориваются смолой, и газообмен с внешней средой прекращается.



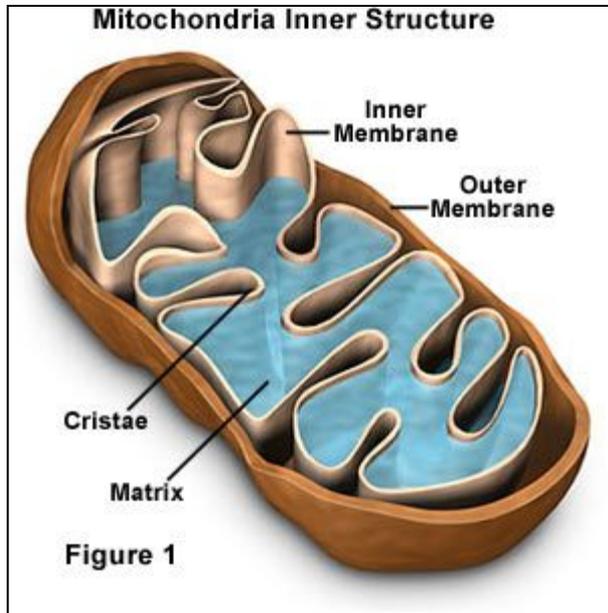
Дрожжи — мельчайшие одноклеточные грибы. Их размеры сравнимы с размерами бактерий.

# Молочнокислое брожение



- Молочнокислые бактерии (лактобактерии) относятся к группе стрептококков. Это анаэробные организмы, которые могут жить и в присутствии кислорода тоже. Лактобактерии живут в молоке и продуктах его переработки, на растениях и растительных остатках, в кишечнике и на слизистых оболочках человека и животных; практически не встречаются в почве и воде. Более 90% продуктов брожения этих бактерий составляет молочная кислота.
- Молочнокислые бактерии используются человеком в его хозяйственной деятельности. Запасание корма для скота (изготовление силоса), квашение капусты, изготовление различных кисломолочных продуктов: сметаны, йогурта, кефира, простокваши, творога, кумыса и тд.
- Молочнокислые бактерии предотвращают развитие гнилостных процессов в кишечнике, и поэтому употребление молочнокислых продуктов очень полезно для здоровья.
- У человека накопление молочной кислоты путем брожения в мышечных клетках происходит при интенсивной физической нагрузке.
- Кроме того, хрусталик и роговица глаза человека слабо снабжается кровью, поэтому и окислительный метаболизм выражен незначительно, а энергия в основном образуется при сбраживании глюкозы до молочной кислоты.

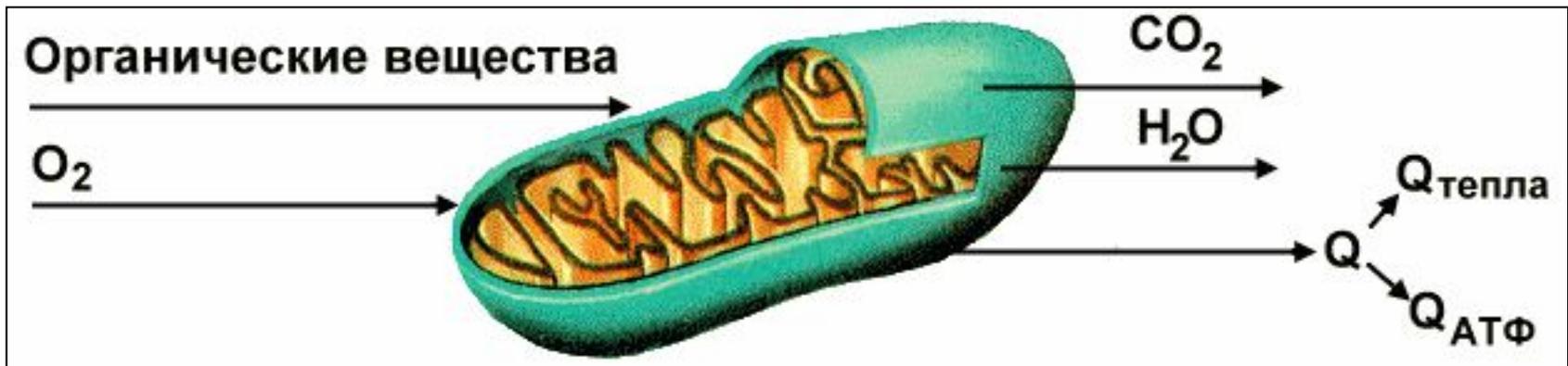
## Полное окисление

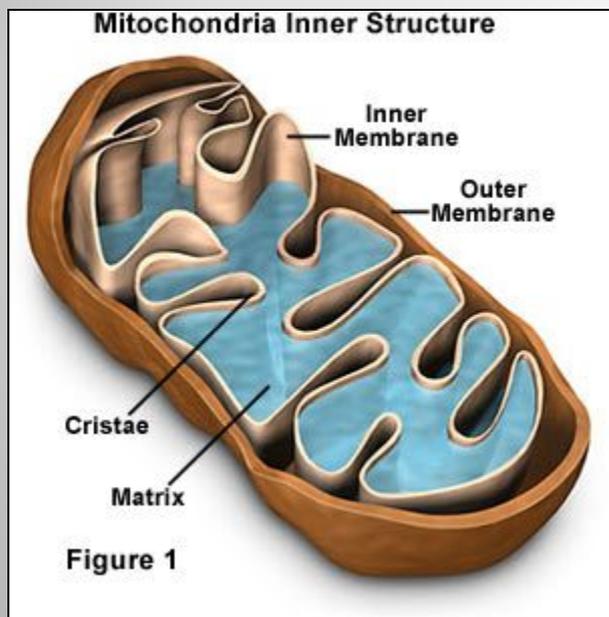


Третий этап энергетического обмена — *кислородное окисление*, или *дыхание*, происходит в митохондриях.

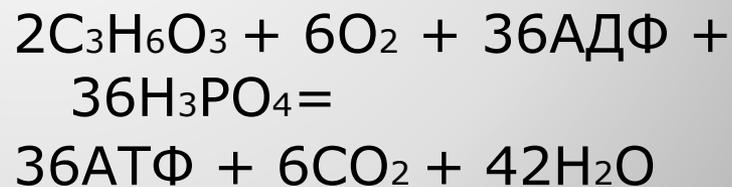
Вспомним, как устроены митохондрии?  
Каковы функции митохондрий?

Каково происхождение митохондрий?





Органические вещества, образовавшиеся на II этапе (например,  $C_3H_6O_3$ ), поступают на ферментативный «конвейер» и расщепляются с участием кислорода до конечных продуктов:



**Полное окисление**

## Третий этап – биологическое окисление, или дыхание

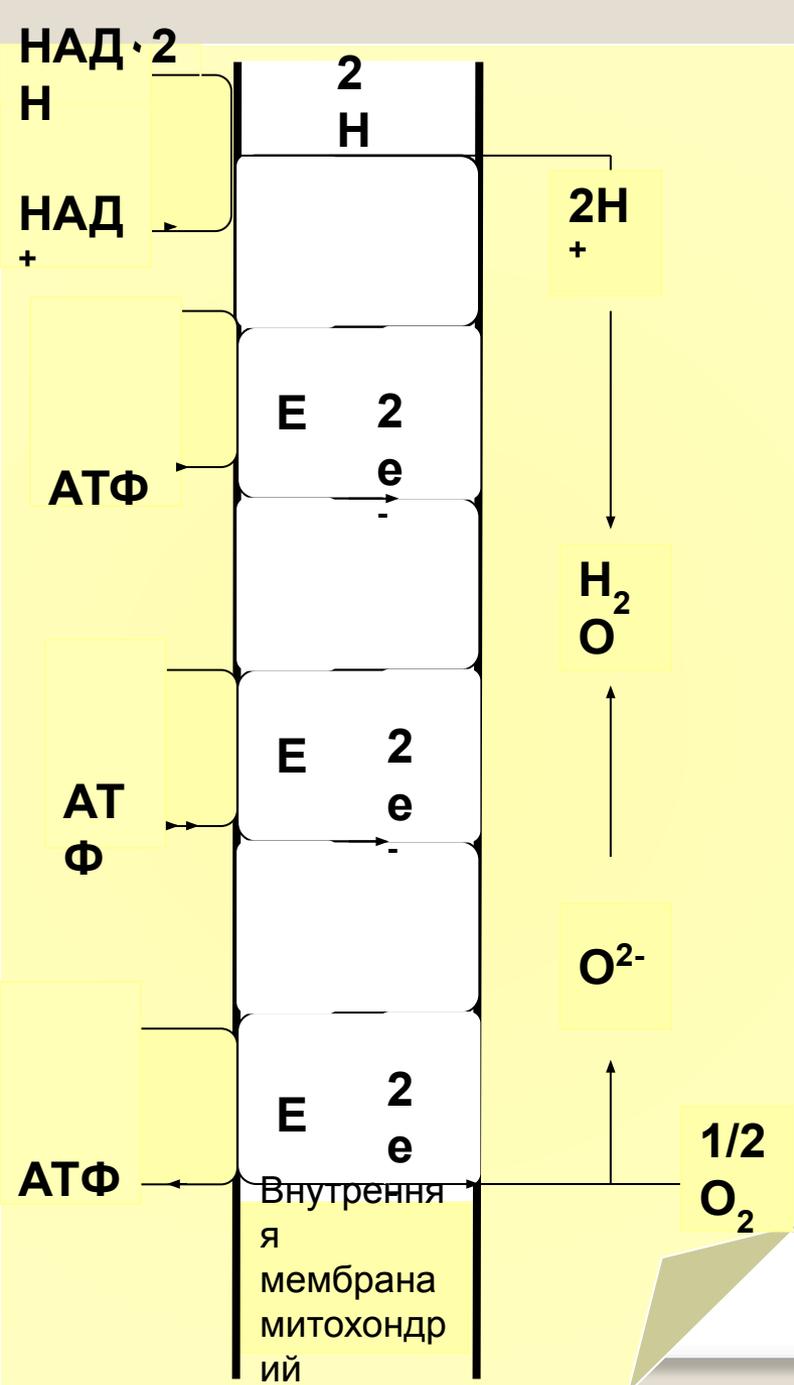
Этот этап протекает только в присутствии кислорода и иначе называется кислородным.

1. Пировиноградная кислота (ПВК) из цитоплазмы поступает в митохондрии, где теряет молекулу углекислого газа и превращается в активированную уксусную кислоту (ацетил-коэнзим А, ацетил-КоА), и НАД•Н<sub>2</sub>.
2. В матриксе митохондрий уксусная кислота вступает в сложный цикл биохимических превращений, который получил название Цикл Кребса. В результате ряда последовательных реакций происходит отщепление углекислого газа и окисление – снятие водорода с образующихся веществ. Углекислый газ, выделяется из митохондрий, а далее из клетки и организма в процессе дыхания. Весь водород, который снимается с промежуточных веществ, соединяется с переносчиком НАД<sup>+</sup>, и образуется НАД•2Н.

Общее уравнение декарбоксилирования и окисления ПВК:

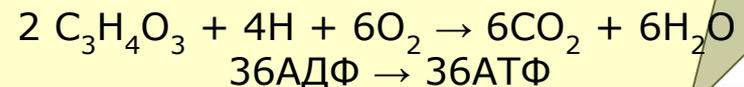


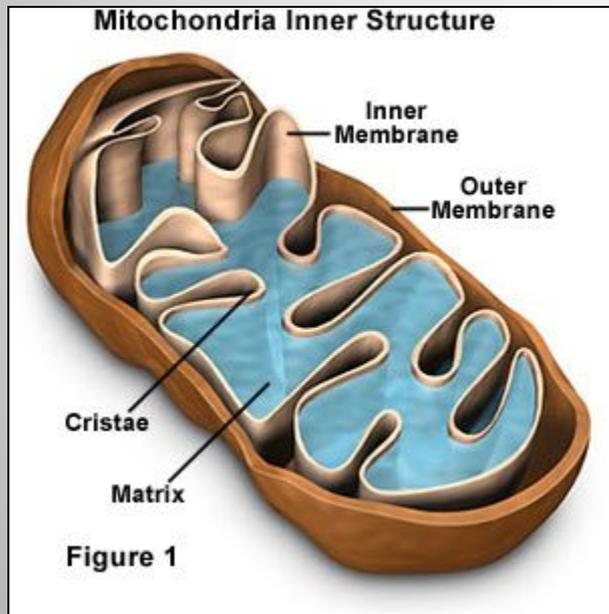
Проследим теперь путь молекул НАД•2Н.



Молекулы НАД•2Н поступают на кристы митохондрий, где расположена дыхательная цепь ферментов. На этой цепи происходит отщепление водорода от переносчика с одновременным снятием электронов. Каждая молекула восстановленного НАД•2Н отдает два водорода и два электрона. Они поступают на дыхательную цепь ферментов, которая состоит из белков – цитохромов. Перемещаясь по этой системе каскадно, электрон теряет энергию. За счет этой энергии в присутствии фермента АТФ-азы синтезируются молекулы АТФ. Одновременно с этими процессами происходит перекачивание ионов водорода через мембрану на наружную её сторону. В процессе окисления 12 молекул НАД•2Н, которые образовались при гликолизе (2 молекулы) и в результате реакций в цикле Кребса (10 молекул), синтезируются 36 молекул АТФ.

Конечным акцептором электронов является молекула кислорода, поступающая в митохондрии при дыхании. Атомы кислорода на наружной стороне мембраны принимают электроны и заряжаются отрицательно. Положительные ионы водорода соединяются с отрицательно заряженным кислородом, и образуются молекулы воды.





В результате полного окисления органических веществ 60% энергии запасается в виде молекул АТФ, 40% - рассеивается в виде тепла.

## Биологическое окисление

Процесс окисления глюкозы в клетке сходен с процессом горения. Как и при горении, так и при дыхании глюкоза окисляется при участии молекулярного кислорода до конечных продуктов – углекислого газа и воды с выделением энергии. Объясните, чем же отличаются эти процессы, если их можно выразить общим уравнением:



**Биологическое окисление и горение**

- **1. Процесс расщепления высокомолекулярных органических веществ до низкомолекулярных называется:**

диссоциацией

диссимилиацией

ассимиляцией

денатурацией

Тест «Обмен веществ – основа существования клетки»

- **2. Процесс образования сложных органических веществ из простых называется:**

диссоциацией

диссимиляцией

ассимиляцией

денатурацией

Тест «Обмен веществ – основа существования клетки»

● **3. Как ещё называют анаболизм?**

диссимиляцией

ассимиляцией

энергетический обмен

Тест «Обмен веществ – основа  
существования клетки»

● **4. Как ещё называют катаболизм?**

ассимиляцией

пластический обмен

энергетический обмен

Тест «Обмен веществ – основа  
существования клетки»

- **5. Пластический обмен особенно интенсивно происходит:**

в старом организме

в молодом организме

Тест «Обмен веществ – основа существования клетки»

- **6. В процессе анаболизма:**  
высвобождение энергии  
идет накопление энергии

Тест «Обмен веществ – основа существования клетки»

- **7. В процессе катаболизма:**  
высвобождение энергии  
идет накопление энергии

Тест «Обмен веществ – основа существования клетки»

- **8. Универсальным аккумулятором энергии является:**

жир

ДНК

АТФ

глюкоза

Тест «Обмен веществ – основа существования клетки»

- **9. Отделение от аденозинтрифосфорной кислоты одного остатка фосфата сопровождается выделением:**

12 кДж энергии

17,6 кДж энергии

38,9 кДж энергии

40 кДж энергии

Тест «Обмен веществ – основа существования клетки»

Разделите процессы на два столбика:  
**анаболизм и катаболизм**

1. Испарение воды
2. Расщепление жиров
3. Биосинтез белка
4. Фотосинтез
5. Расщепление белков
6. Дыхание
7. Биосинтез жиров
8. Расщепление углеводов

**Домашнее задание:**

§ 9, стр. 30-32

КОНСПЕКТ