

## *Глава III.*

Обеспечение клеток энергией.

# Тема: Энергетический обмен. Анаэробный гликолиз

Задачи:

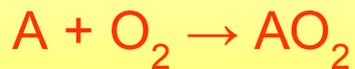
Дать характеристику различным формам биологического окисления, разобрать анаэробный путь окисления - гликолиз

# Биологическое окисление и горение

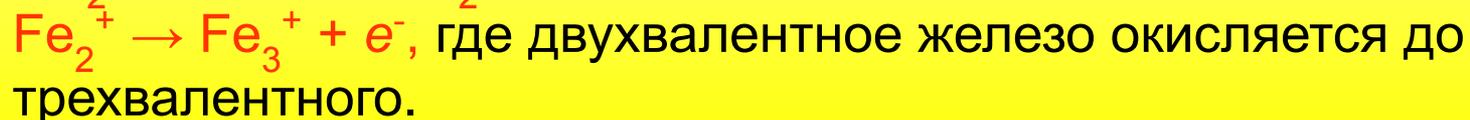
Обмен веществ (метаболизм) = ассимиляции + диссимиляции

Органические вещества пищи являются основным источником не только *материи*, но и *энергии* для жизнедеятельности клеток организма. При образовании сложных органических молекул была затрачена энергия, потенциально она находится в форме образованных химических связей. В результате реакций энергетического обмена происходит окисление сложных молекул до более простых и разрушение химических связей, при этом происходит высвобождение энергии.

Биологическое окисление в клетках происходит *с участием O<sub>2</sub>*:



и без его участия, *за счет дегидрирования* или *переноса электронов* от одного вещества к другому:



# Биологическое окисление и горение



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, субстратное фосфорилирование;**

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

# Биологическое окисление и горение

## *Подготовительный этап.*



Под действием ферментов пищеварительного тракта или ферментов лизосом

Сложные органические молекулы расщепляются:

**белки** до ....

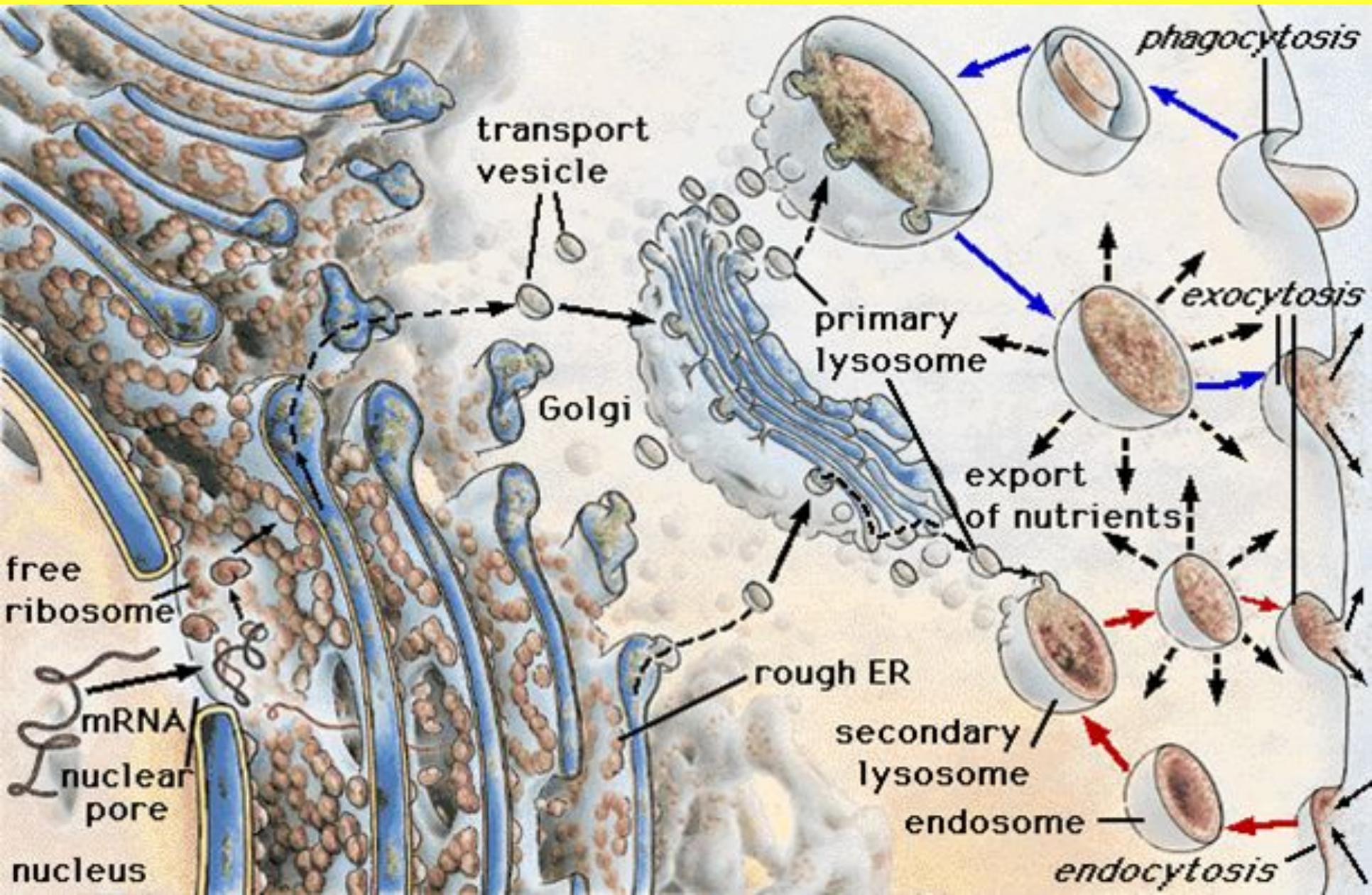
**жиры** — до ....

**углеводы** — до ....

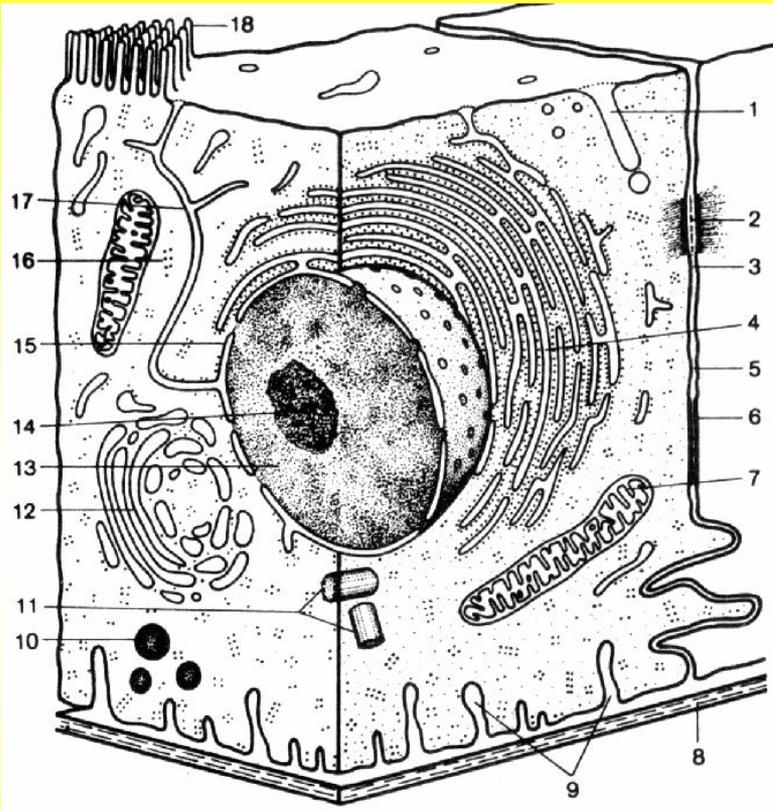
**нуклеиновые кислоты** — ....

Вся энергия при этом рассеивается в виде тепла.

# Биологическое окисление и горение



## Гликолиз, или бескислородное окисление, субстратное фосфорилирование.

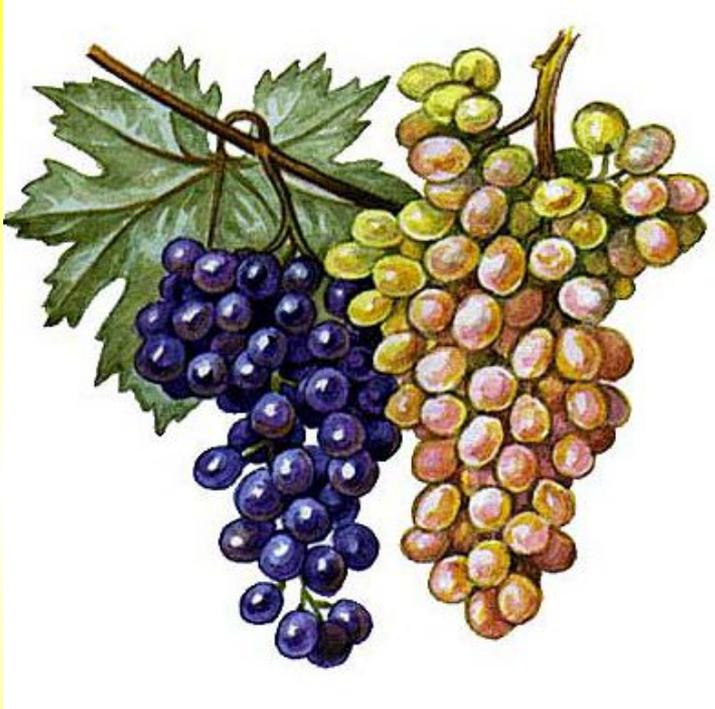


Окисление глюкозы в клетках без участия кислорода происходит путем дегидрирования, акцептором H служит кофермент НАД<sup>+</sup>. Реакции протекают в цитоплазме, **глюкоза** с помощью 10 ферментативных реакций превращается в **2 молекулы ПВК — пировиноградной кислоты** и образуется восстановленная форма переносчика водорода НАД·Н<sub>2</sub> (никотинамидаденин-динуклеотида).

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



## Гликолиз, или бескислородное окисление, субстратное фосфорилирование.

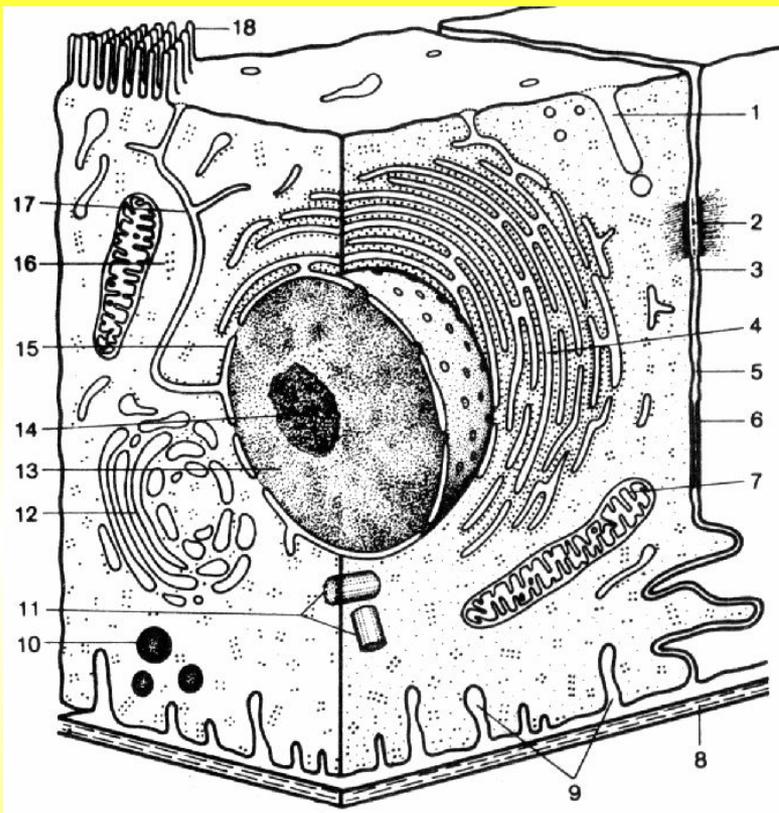


Дальнейшая судьба ПВК зависит от присутствия  $O_2$  в клетке.

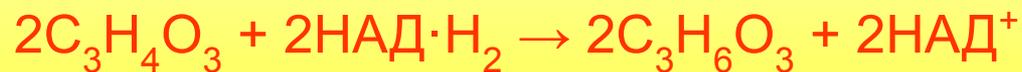
Если  $O_2$  нет, происходит **анаэробное брожение (дыхание)**, причем у дрожжей и растений происходит *спиртовое брожение*, при котором сначала происходит образование уксусного альдегида, а затем этилового спирта:



## Гликолиз, или бескислородное окисление, субстратное фосфорилирование.



У животных и некоторых бактерий при недостатке  $O_2$  происходит **молочнокислое брожение** с образованием молочной кислоты:



## Повторение. Какие ответы верны:

*\*\*Тест 1. На подготовительном этапе энергетического обмена происходит:*

1. Гидролиз белков до аминокислот. 
2. Гидролиз жиров до глицерина и карбоновых кислот. 
3. Гидролиз углеводов до моносахаридов. 
4. Гидролиз нуклеиновых кислот до нуклеотидов. 

*Тест 2. Обеспечивают гликолиз:*

1. Ферменты пищеварительного тракта и лизосом.
2. Ферменты цитоплазмы. 
3. Ферменты цикла Кребса.
4. Ферменты дыхательной цепи.

*Тест 3. В результате бескислородного окисления в клетках у животных при недостатке  $O_2$  образуется:*

1. ПВК.
2. Молочная кислота. 
3. Этиловый спирт.
4. Ацетил-КоА.

## Повторение. Какие ответы верны:

*Тест 4. В результате бескислородного окисления в клетках у растений при недостатке  $O_2$  образуется:*

1. ПВК.
2. Молочная кислота.
3. Этиловый спирт. 
4. Ацетил-КоА.

*Тест 5. При гликолизе моль глюкозы образуется всего энергии:*

1. 200 кДж. 
2. 400 кДж.
3. 600 кДж.
4. 800 кДж.

*Тест 6. Три моль глюкозы подверглось гликолизу в животных клетках при недостатке кислорода. При этом углекислого газа выделилось:*

1. 3 моль.
2. 6 моль.
3. 12 моль.
4. Углекислый газ в животных клетках при гликолизе не выделяется. 

## Повторение. Какие ответы верны:

**\*\*Тест 7. К биологическому окислению относятся:**

1. Окисление вещества А в реакции:  $A + O_2 \rightarrow AO_2$ . 
2. Дегидрирование вещества А в реакции:  $AH_2 + B \rightarrow A + BH_2$ . 
3. Потеря электронов ( $Fe^{2+}$  в реакции  $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$ ). 
4. Приобретение электронов ( $Fe^{3+}$  в реакции  $Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$ ). 

**\*\*Тест 8. Реакции подготовительного этапа происходят:**

1. В пищеварительном тракте. 
2. В митохондриях.
3. В цитоплазме.
4. В лизосомах. 

**Тест 9. Энергия, которая выделяется в реакциях подготовительного этапа:**

1. Рассеивается в форме тепла. 
2. Запасается в форме АТФ.
3. Большая часть рассеивается в форме тепла, меньшая — запасется в форме АТФ.
4. Меньшая часть рассеивается в форме тепла, большая — запасется в форме АТФ.

## *Повторение. Какие ответы верны:*

*Тест 10. Энергия, которая выделяется в реакциях гликолиза:*

1. Рассеивается в форме тепла.
2. Запасается в форме АТФ.
3. 120 кДж рассеивается в форме тепла, 80 кДж — запасается в форме АТФ. 
4. 80 кДж рассеивается в форме тепла, 120 кДж — запасается в форме АТФ.

## *Дайте краткие ответы на вопросы:*

1. Что такое ассимиляция (определение)?
2. Что такое диссимиляция (определение)?
3. Какие организмы называются автотрофами (определение)?
4. На какие группы делятся автотрофы?
5. Какие организмы называются гетеротрофами?
6. Какие три этапа энергетического обмена вам известны?
7. Продукты гидролиза белков, жиров, углеводов, нуклеиновых кислот на подготовительном этапе?

8. Что происходит с энергией, выделяющейся на подготовительном этапе энергообмена?
9. Где расположены ферменты бескислородного этапа энергообмена?
10. Какие продукты и сколько энергии образуется при гликолизе?