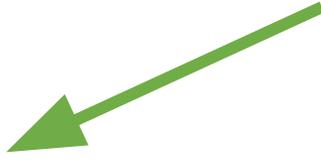


# Обмен веществ

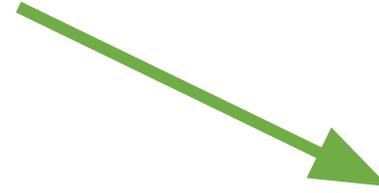
# Обмен веществ — совокупность процессов преобразования веществ и энергии



## Энергетический обмен (катаболизм, диссимиляция)

Процессы расщепления веществ с высвобождением энергии АТФ

- Дыхание
- Брожение

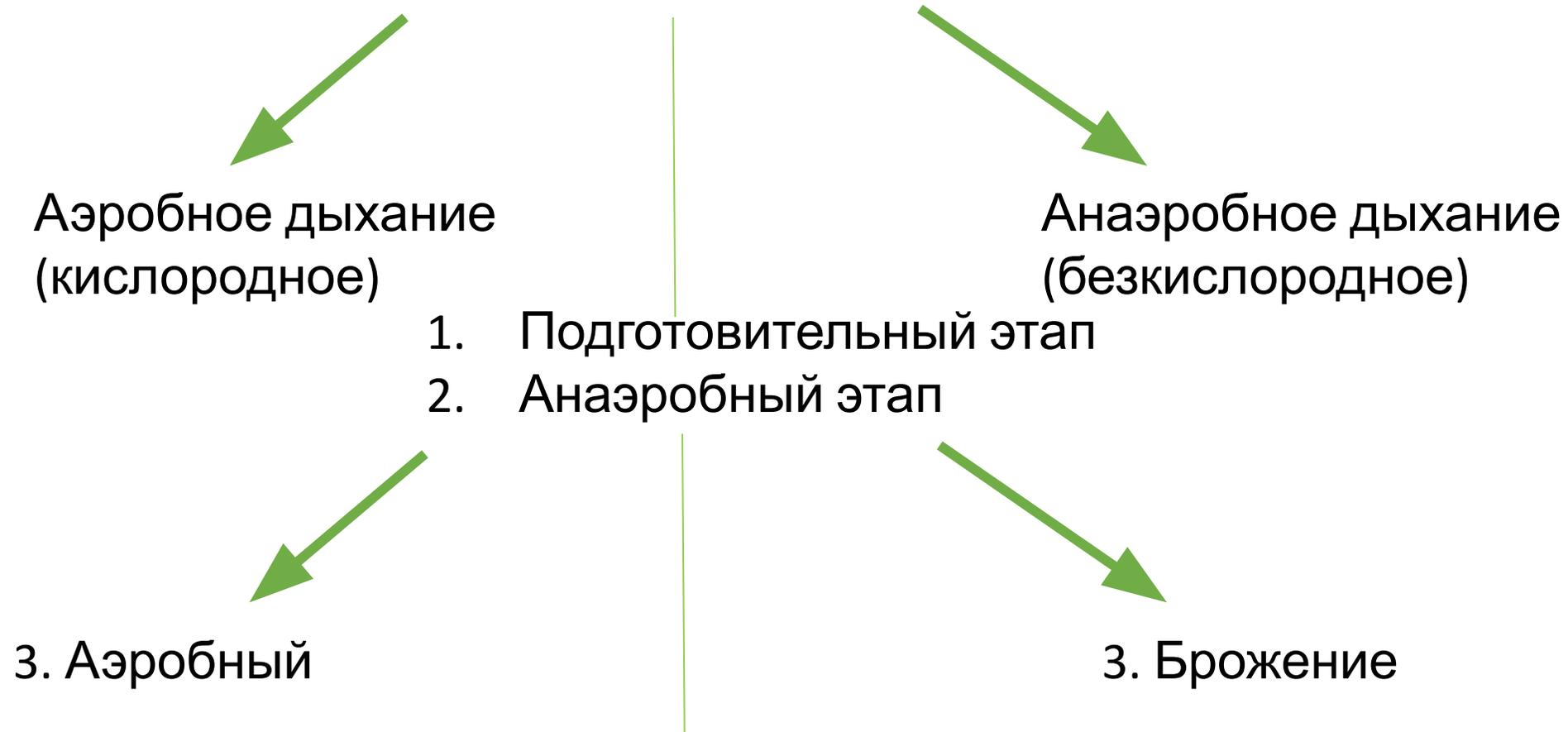


## Пластический обмен (анаболизм, ассимиляция)

Совокупность реакций синтеза, которые идут с затратой энергии АТФ

- Фотосинтез
- Хемосинтез
- Синтез белка

# Энергетический обмен (дыхание)



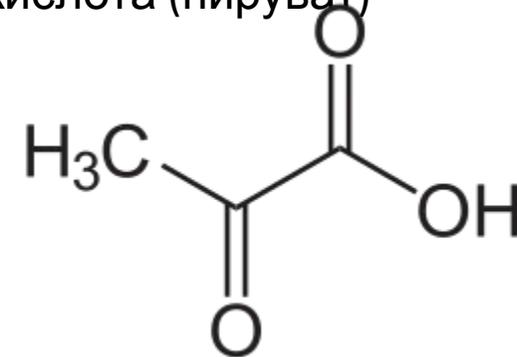
# Подготовительный этап

- Полимеры расщепляются до мономеров
  - Полисахариды – моносахариды
  - Белки – аминокислоты
  - Липиды – глицерин и жирные кислоты
  - Нуклеиновые кислоты – нуклеотиды
- Полученная энергия рассеивается в виде тепла и не накапливается

# Анаэробный этап

- Протекает в цитоплазме
- Процесс бескислородного расщепления глюкозы называется **гликолизом**
- $C_6H_{12}O_6 + 2H_3PO_4 + 2ADP + 2NAD^+ \rightarrow 2C_3H_4O_3 + 2ATP + 2H_2O + 2NADH + H^+$
- **NAD** — никотинамидадениндинуклеотид образуется из NAD<sup>+</sup> вследствие прямого переноса называется субстратным фосфорилированием.

Пировиноградная кислота (пируват)

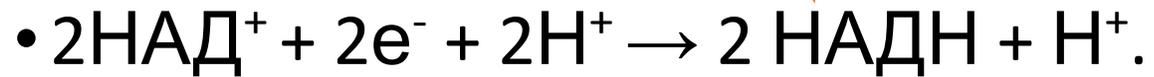


# НАД -

## Никотинамидадениндинуклеотид

Окисленная форма

Восстановленная форма



Это кофермент, он является переносчиком электронов во множестве реакций

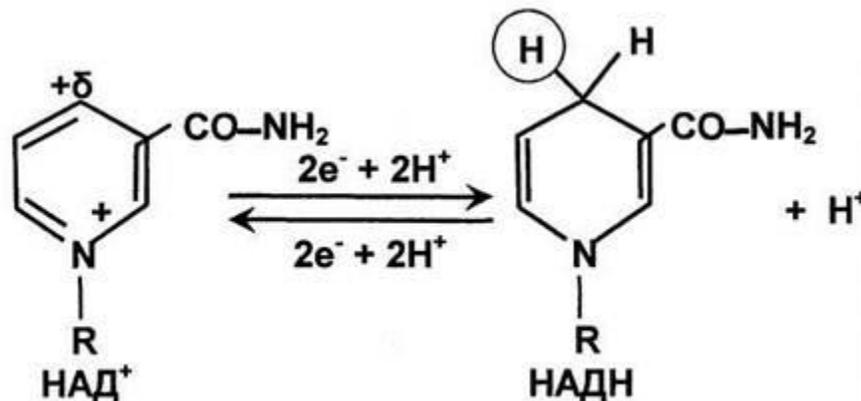
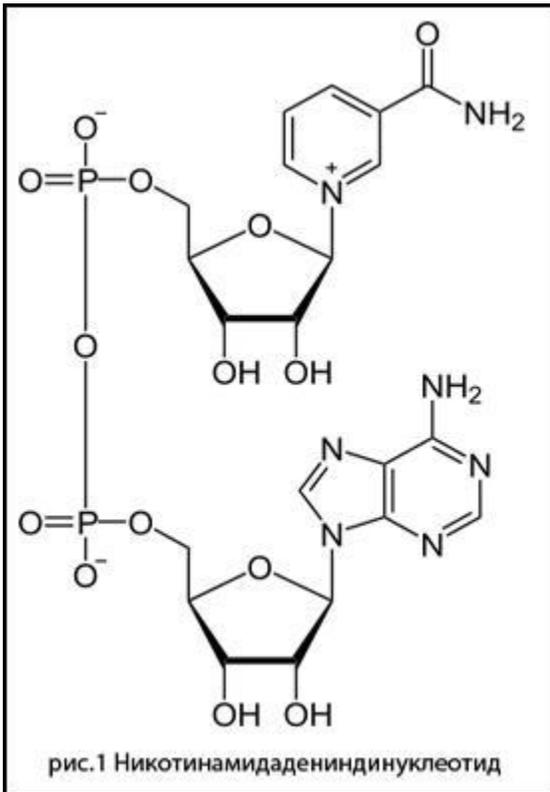
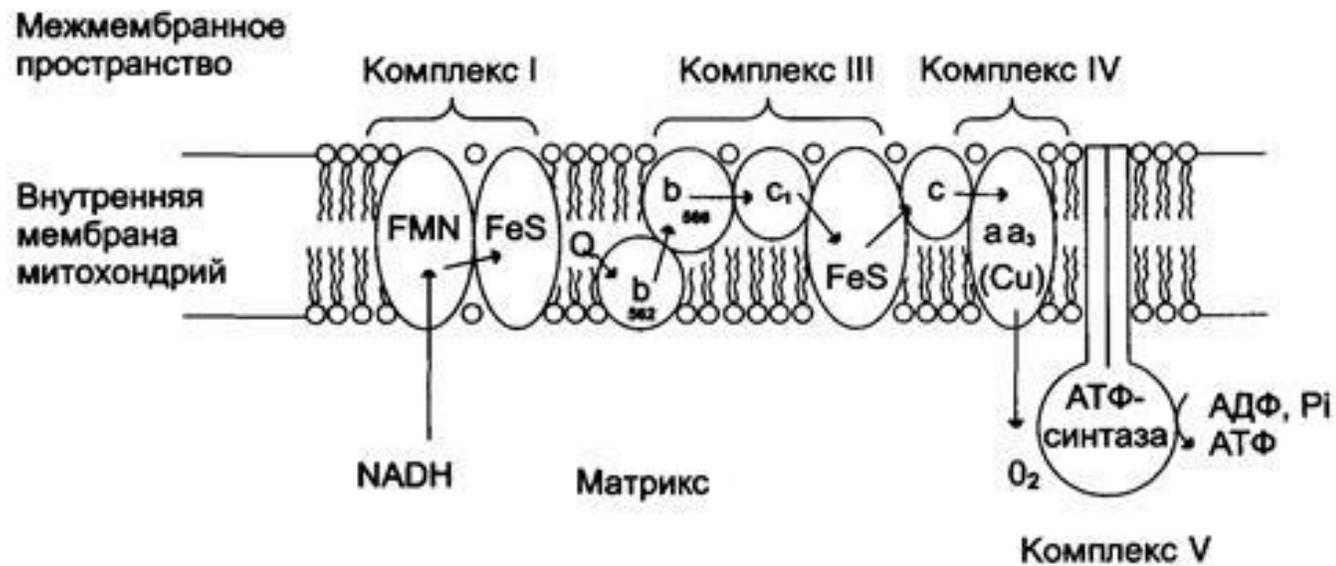


Рис. 19 В прямой реакции  $\text{НАД}^+$  присоединяет 2 электрона и протон от окисляемого субстрата. Второй протон остается в среде. В обратной реакции  $\text{НАДН}$  является донором электронов и протона.

# Аэробный этап – протекает только в присутствии кислорода (тканевое дыхание)

- Происходит в митохондриях
- Сначала идет активация пировиноградной кислоты:
- $$\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3 + 2\text{НАД}^+ \text{Н-КоА} \rightarrow \text{СН}_3\text{СО-КоА} + \text{СО}_2 + 2\text{НАДН} + \text{Н}^+$$

Кофермент А      Ацетилкофермент А
- Далее ацетил-КоА вовлекается в цикл Кребса (цикл трикарбоновых кислот) в ходе которого ацетил-КоА окисляется до  $\text{CO}_2$ , а за счет электронов восстанавливается  $\text{НАД}^+$  в  $\text{НАДН}$ , который в свою очередь отдает электроны в ЦПЭ (цепь переноса электронов) на внутренней мембране митохондрий.
- В итоге акцептором электронов является кислород:  $\frac{1}{2} \text{O}_2 + 2\text{e}^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O}$



- Из-за разницы в количестве  $H^+$  в матриксе и межмембранном пространстве начинает работать АТФ-синтаза, которая производит АТФ
- Процесс синтеза АТФ в митохондриях сопряженный с окислением называется **окислительным фосфорилированием**
- Реакция этапа:
- $2C_3H_4O_3 + 6O_2 + 36H_3PO_4 + 36ADP \rightarrow 6CO_2 + 38H_2O + 36ATP$

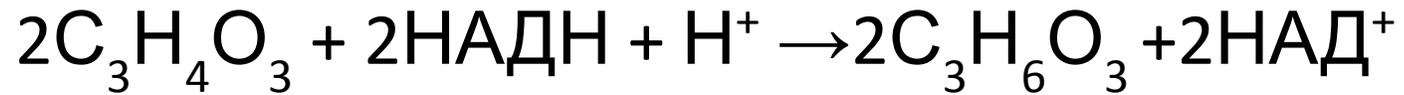
# Итого, при кислородном дыхании:

- Совокупность реакций гликолиза и кислородного дыхания в митохондриях:

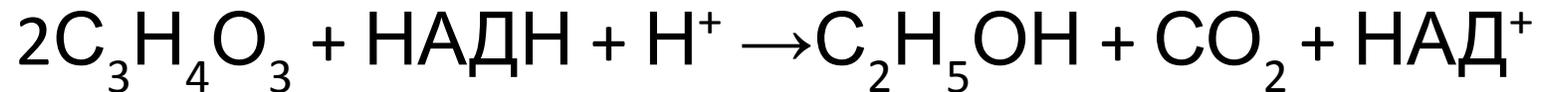


# Брожение

- В отсутствие кислорода или при его недостатке происходит брожение.
- В скелетных мышцах при недостатке кислорода происходит молочнокислое брожение:



- Спиртовое брожение (у дрожжей):

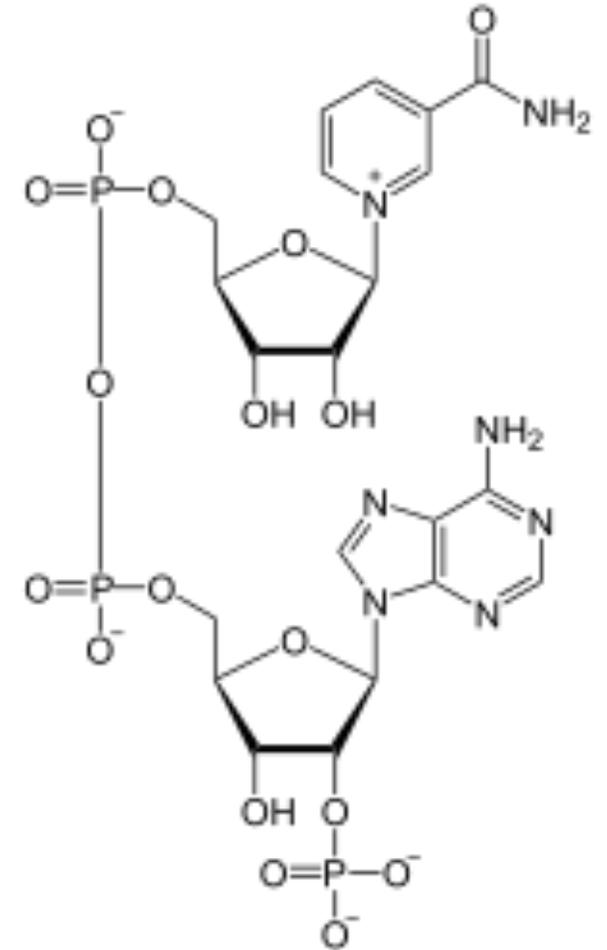


- Здесь АТФ не образуется. Поэтому в итоге бескислородного дыхания выгода АТФ только **2** шт.

# Пластический обмен

# Фотосинтез

- Процесс преобразования энергии света в энергию химических связей органических соединений.
- Смысл в том, чтобы преобразовать энергию света в АТФ и восстановить кофермент НАДФ (здесь он переносчик электронов).



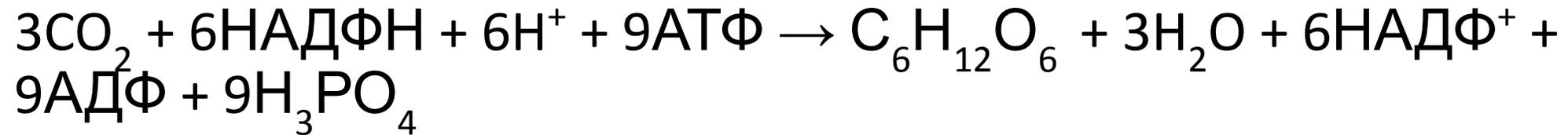
# Световая фаза

- Протекает в мембранах тилакоидов
- Фотоны попадают на молекулы хлорофилла, переводят его в возбужденное состояние и он теряет электрон, который идет на ЦПЭ, потом на НАДФ.
- При этом недостаток электронов может восполняться при помощи фотолиза воды:  $\underline{\text{H}_2\text{O}} \rightarrow \underline{\frac{1}{2} \text{O}_2} + \underline{2\text{e}^-} + \underline{2\text{H}^+}$  (кислород – побочный продукт)
- При работе ЦПЭ возникает разница протонов между стромой и межмембранным пространством, из-за чего начинает работать АТФ-синтаза и производит АТФ (этот процесс называется фотофосфорилированием):

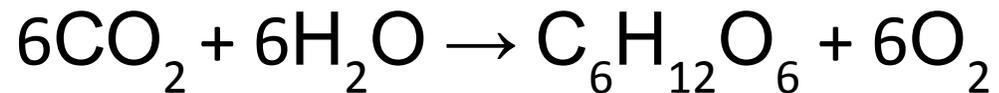


# Темновая фаза

- Проходит в строме хлоропласта, идет синтез органики
- Это называется цикл Кальвина:



- Суммарное уравнения фотосинтеза:



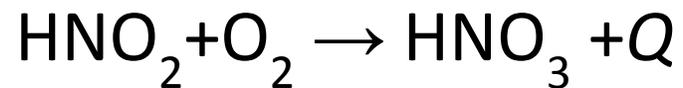
# Продуктивность фотосинтеза

- Это масса синтезируемой за 1 час глюкозы на  $1 \text{ дм}^2$  листовой поверхности.

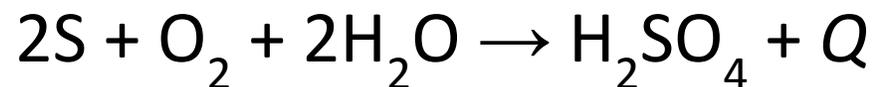
# Хемосинтез

- процесс синтеза органических соединений за счет химической энергии неорганических соединений (только прокариоты)

- Нитрифицирующие бактерии

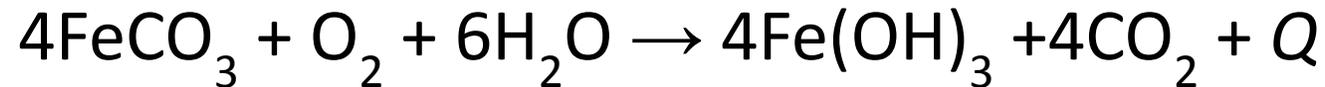


- Серобактерии



# Хемосинтез

- Железобактерии



- Водородные бактерии



Источником углерода для синтеза органических соединений у хемосинтезирующих бактерий выступает  $\text{CO}_2$  или  $\text{CH}_4$