

# ФИЗИОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ



Лекция №6

# **ВОПРОСЫ**

- 1. Метаболизм микроорганизмов**
  - а) Механизм питания**
  - б) Дыхание. Энергетический обмен.**
- 2. Рост и размножение**

# Источники энергии для организмов

- СВЕТ

- ВОССТАНОВЛЕННЫЕ  
ХИМИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

*Способность использовать химическую энергию присуща всем без исключения организмам. Особенно многообразны возможности прокариот*

# **Основные катаболические системы клетки (4):**

- гликолиз,**
- окислительный  
пентозофосфатный путь  
(ФОСФОГЛИКАНОВЫЙ)**
- путь Энтнера-Дудорова  
(КЕТОДЕЗОКСИ-  
ФОСФОГЛИКАНОВЫЙ КДФГ-  
путь)**
- цикл трикарбоновых кислот**

## **Общее для всех катаболических путей**

- многоступенчатость**
- окисление субстрата  
сопряжено с  
образованием энергии  
(АТФ)**

# **СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ У ПРОКАРИОТ**

- Брожение**
- Дыхание**
- Фотосинтез**

# КЛАССИФИКАЦИЯ М/О ПО СПОСОБУ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ

## ✓ ФОТОТРОФЫ

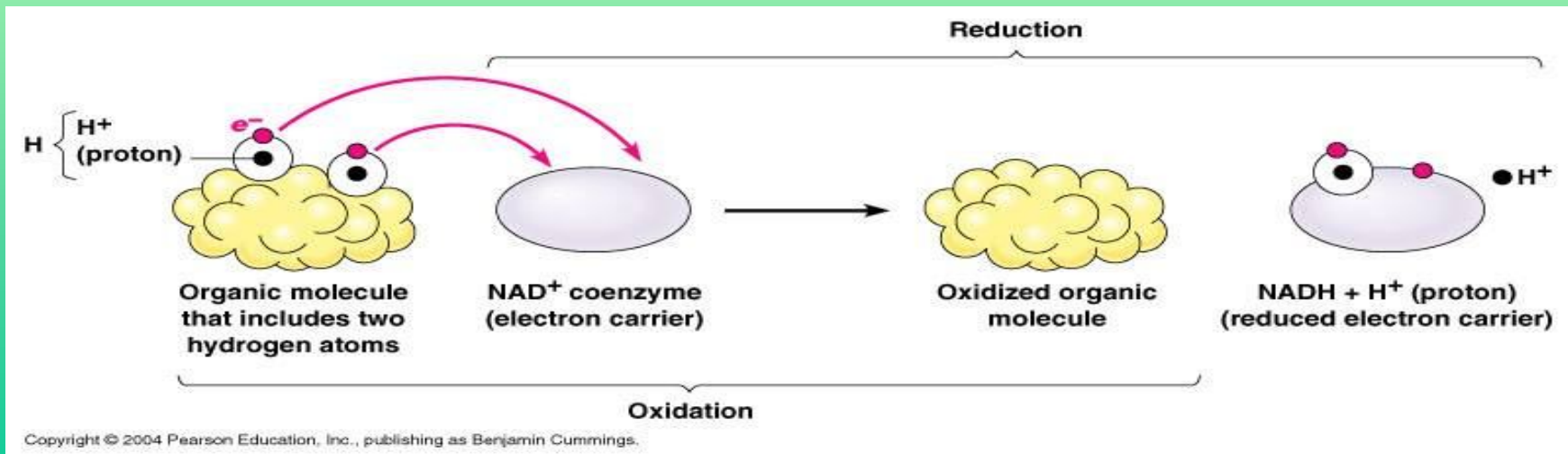
❖ За счет фотосинтеза  
(солнечная энергия)

## ХЕМОТРОФЫ

❖ За счет хемосинтеза  
(окислительно-восстанови-  
тельные реакции)

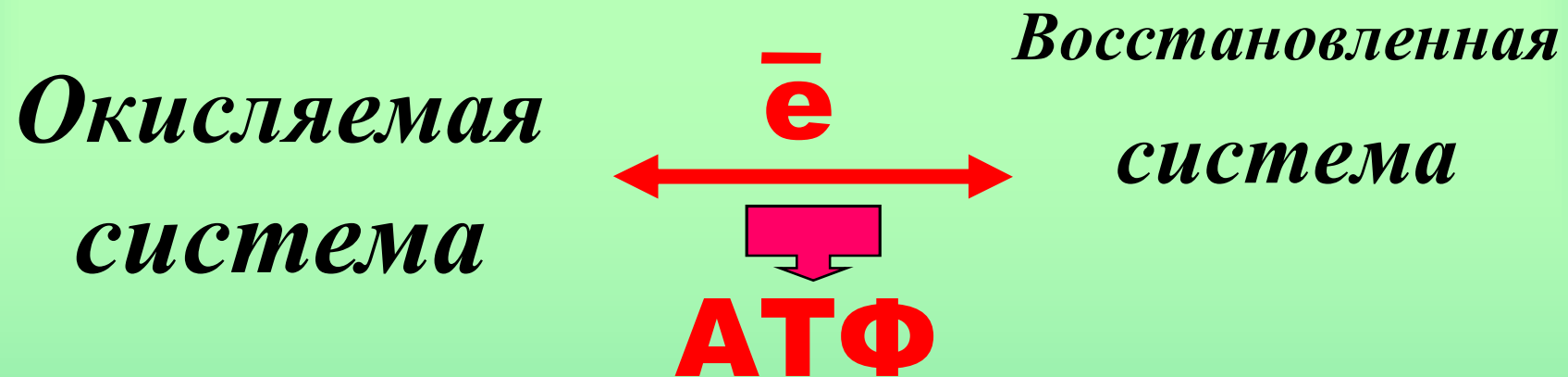
# ДЫХАНИЕ ХЕМОТРОФОВ

## Цепь последовательных ОКИСЛИТЕЛЬНО- ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ





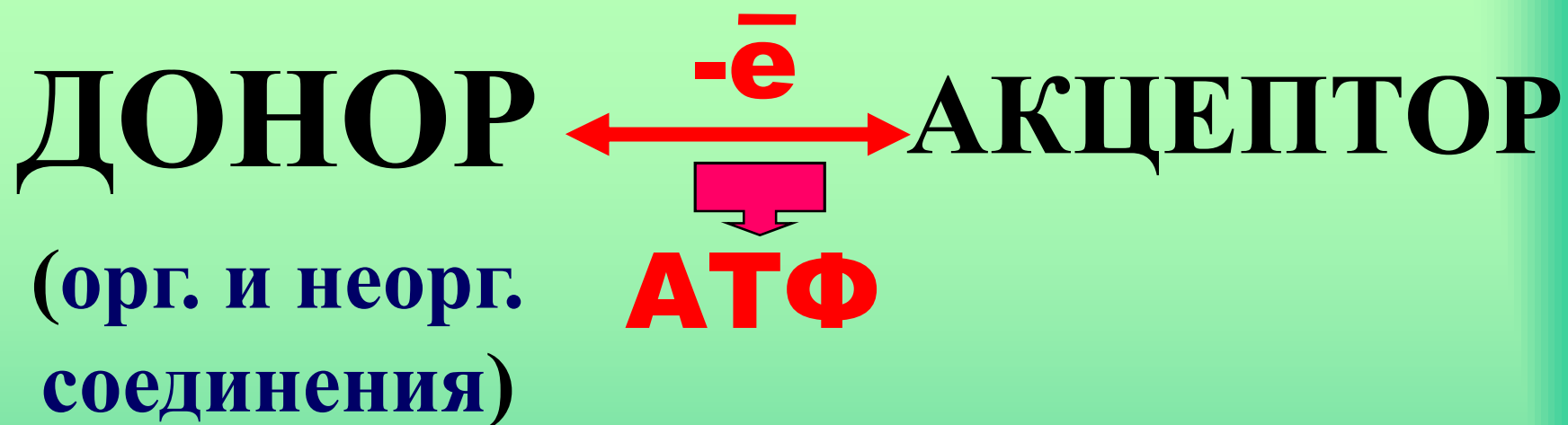
# ДЫХАНИЕ ХЕМОТРОФОВ



**ДОНОР**

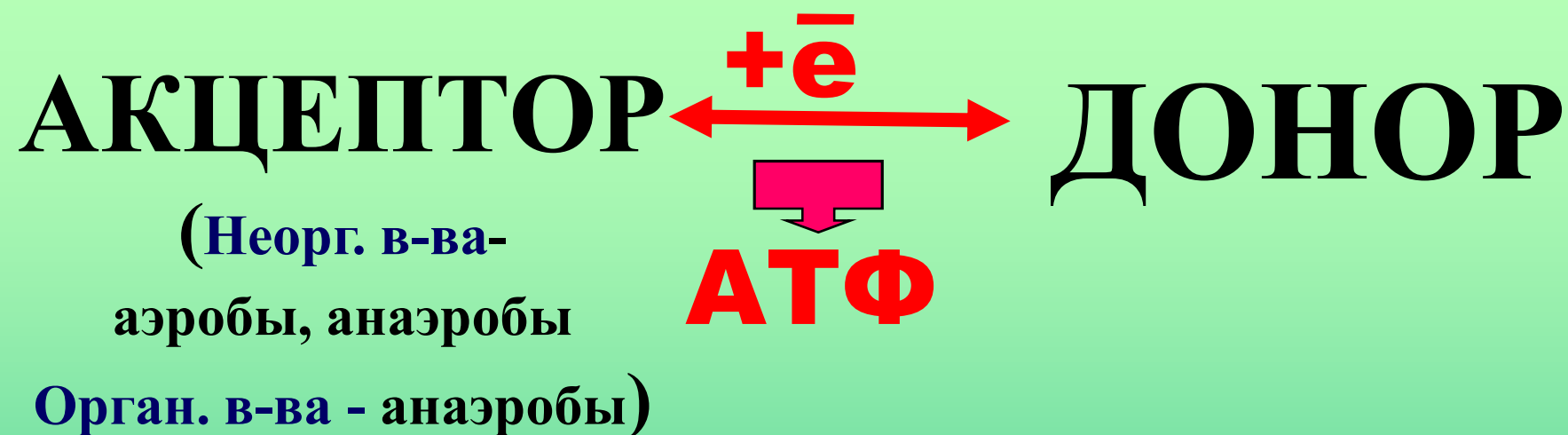
**АКЦЕПТОР**

# ОКИСЛЕНИЕ



ДЕГИДРИРОВАНИЕ (-H<sup>2</sup>)

# ВОССТАНОВЛЕНИЕ



Гидрирование (+H)

**ДЫХАНИЕ**  
**ХЕМОТРОФОВ**  
**участвуют**

**ДОНОР**      **АКЦЕПТОР**

**ФАД, НАДФ, НАД –**  
**коферменты, переносчики  $e^-$**

# ОСОБЕННОСТИ ДЫХАНИЯ

- ✓ Отсутствие органов дыхания и энергетической системы (мезосома – аналог митохондрий)
- ✓ Разнообразные способы получения энергии

# ТИПЫ ДЫХАНИЯ М/О

**АЭРОБЫ**

**АНАЭРОБЫ**

**факультативные**

**облигатные**

**облигатные**

**микроаэрофилы**

**строгие**

**аэротолерантные**

# ХИМИЗМ ДЫХАНИЯ

АЭРОБЫ

АНАЭРОБЫ

↓  
Прямое окисление

↓  
• Непрямое  
(ФОСФОРИЛИРОВАНИЕ)



# **ФОСФОРИЛИРОВАНИЕ**

**1. СУБСТРАКТНОЕ**



**2. ОКИСЛЯЕМОЕ**



# ФОСФОРИЛИРОВАНИЕ

## 1. СУБСТРАКТНОЕ

УГЛЕВОДЫ  
(ЛИПИДЫ)



**КЛАССИФИКАЦИЯ М/О ПО  
СПОСОБУ ПОЛУЧЕНИЯ  
ЭНЕРГИИ**

**✓ ФОТОТРОФЫ**

❖ За счет фотосинтеза  
(солнечная энергия)

**ХЕМОТРОФЫ**

❖ За счет хемосинтеза  
(окислительно-восстанови-  
тельные реакции)

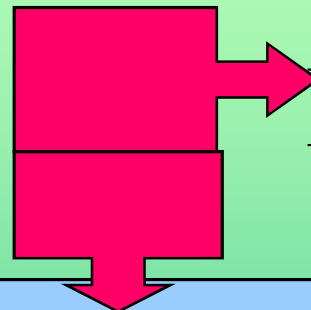
# **ПУТИ СУБСТРАКТНОЕ ФОСФОРИЛИРОВАНИЕ**

- 1. ГЛИКОЛИЗ**
- 2. ФОСФОГЛИКАНОВЫЙ  
пентозофосфатный путь**
- 3. КЕТОДЕЗОКСИФОСФО-  
ГЛИКАНОВЫЙ путь Энтнера-  
Дудорова (КДФГ-путь)**

# ПУТИ СУБСТРАКТНОЕ ФОСФОРИЛИРОВАНИЕ

## 1. ГЛИКОЛИЗ

УГЛЕВОДЫ



ПИРУВАТЫ

2АТФ, 2НАД\*Н2

АНАЭРОБНЫЙ, брожение

## Брожение, примитивные черты

- *Донор и акцептор электронов – органические вещества*, т.е. не происходит полного высвобождения энергии хим.соединения
- *Энергия запасается в молекулах АТФ в реакциях субстратного фосфорилирования.*
- *Катализ с помощью растворимых ферментов*
- *Энергетический выход*: при окислении 1 молекулы глюкозы образуется 2 молекулы АТФ

# **ВИДЫ БРОЖЕНИЯ**

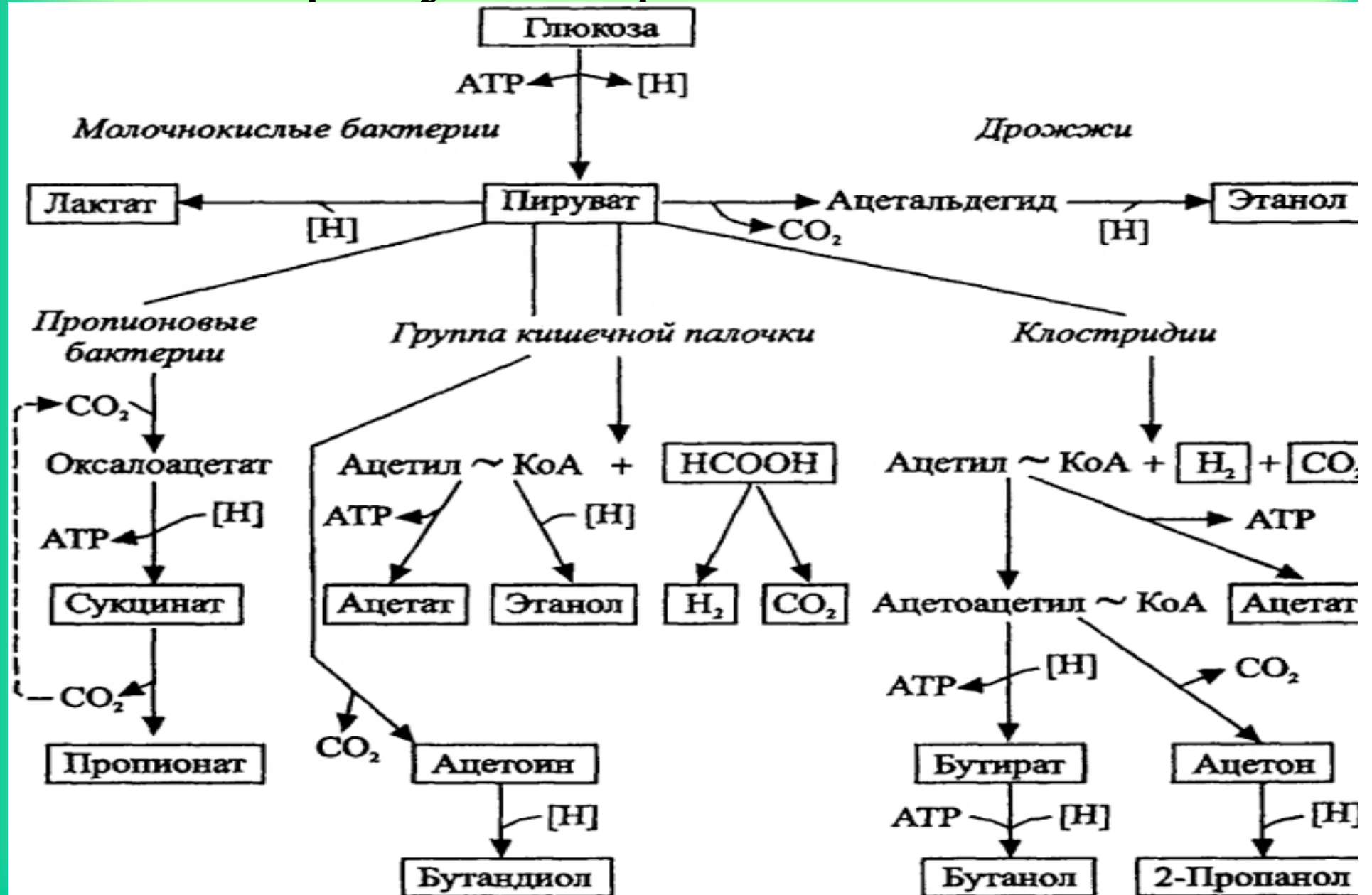
**1. Молочнокислое**

**2. Муравьинокислое**

**3. Маслянокислое**

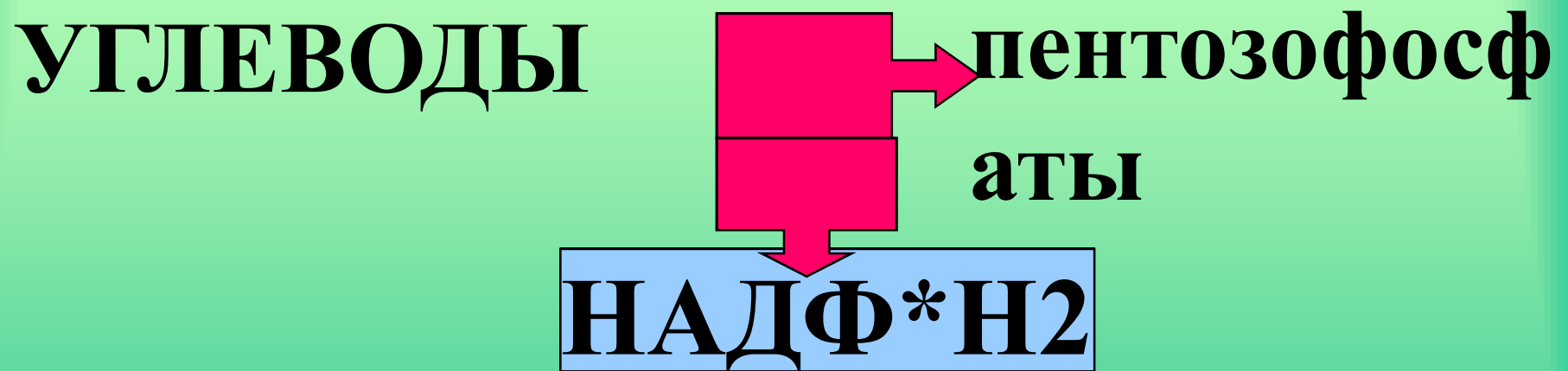
**4. Пропионовокислое**

# Продукты брожения глюкозы



# ПУТИ СУБСТРАКТНОЕ ФОСФОРИЛИРОВАНИЕ

## 2. ФОСФОГЛИКАНОВЫЙ

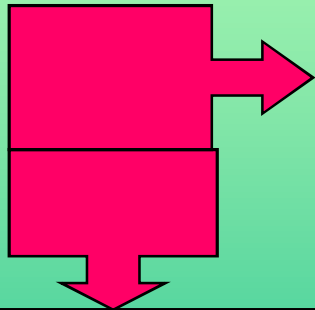


АЭРОБНЫЙ, не энергетический



# ПУТИ СУБСТРАКТНОЕ ФОСФОРИЛИРОВАНИЕ

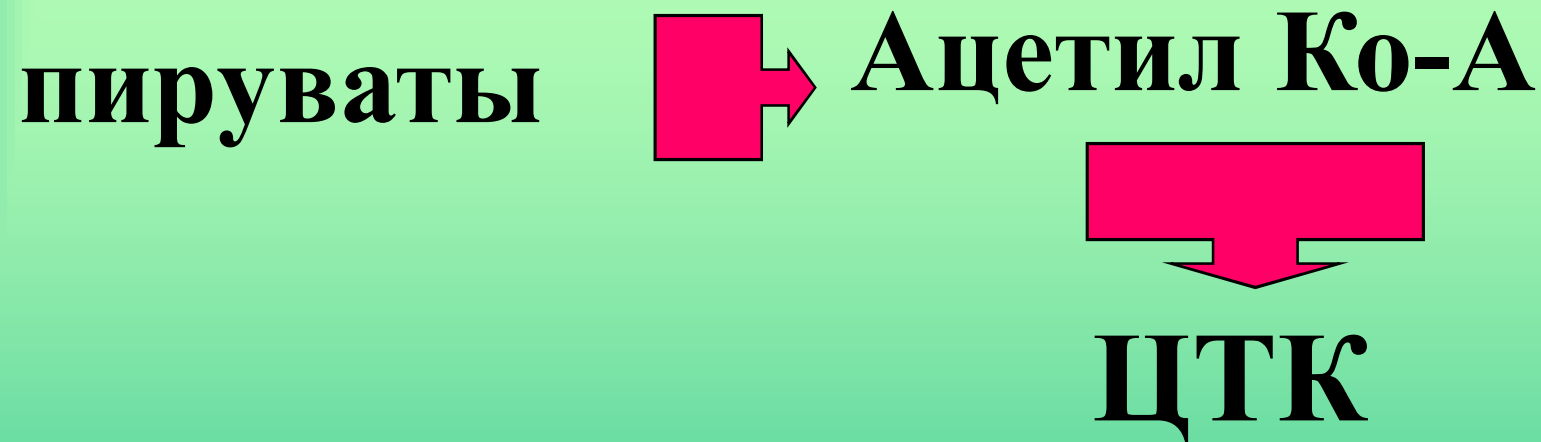
## 3. КЕТОДЕЗОКСИ- ФОСФОГЛИКАНОВЫЙ

УГЛЕВОДЫ  пируваты

1 АТФ, 1 НАДФ\*Н<sub>2</sub>, 1 НАД\*Н<sub>2</sub>

АЭРОБНЫЙ, без брожения

# ФОСФОРИЛИРОВАНИЕ 2.ОКИСЛЯЕМОЕ



НАД\*Н<sub>2</sub>, ФАД\*Н<sub>2</sub>, НАДФ\*Н<sub>2</sub>

# ОКИСЛЯЕМОЕ ФОСФОРИЛИРОВАНИЕ

НАД\*Н<sub>2</sub>, ФАД\*Н<sub>2</sub>, НАДФ\*Н<sub>2</sub>

**ЦИТОХРОМЫ**

*(дегидрогеназы)*

**ОКСИДАЗЫ**

(O<sub>2</sub>)

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

**каталаза**

H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>

2H

**РЕДУКТАЗЫ**

(NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, C, S,)

NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

**АЭРОБЫ    АНАЭРОБЫ**

**Жизнь**

**при  $O_2$**

**без  $O_2$**

**Рост на ПЖА**

**На поверхности**

**На дне**

# КУЛЬТИВИРОВАНИЕ АНАЭРОБОВ



## СРЕДА ВИЛЬСОНА-БЛЕРА (ЖЕЛЕЗО-СУЛЬФИТНЫЙ АГАР)

используется для выделения  
анаэробных бактерий.

Готовится из питательного агара, к  
которому добавляют 1% глюкозы,  
хлорид железа и сульфит натрия.

**Анаэробные клостридии  
(*Clostridium perfringens*)  
образуют на среде  
колонии черного цвета  
за счет образования  
соединений железа с  
серой.**

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

**АЭРОБЫ АНАЭРОБЫ**

**Фосфорилирование (+АТФ)**

**при  
субстратном и  
окисляемом**

**при субстракт-  
ном**

# **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**

**АЭРОБЫ АНАЭРОБЫ**

**ФЕРМЕНТЫ**

**Цитохромы,  
Дегидрогеназы  
Оксидазы,  
Каталаза**

**Редуктазы,  
Нитрат-,  
Аденилсульфат-**

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

## АЭРОБЫ АНАЭРОБЫ

### Конечный акцептор

$O_2$

Органические

в-ва,

C, S,  $NO_2$ ,  $NO_3$



# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

**АЭРОБЫ    АНАЭРОБЫ**

**Конечный продукт**



Органические  
кислоты,  $\text{CH}_4$ ,  
 $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

**АЭРОБЫ**      **АНАЭРОБЫ**

**Количество образ. энергия**

**E.coli 1 мол-лу глюкозы**

**688 ккал**

**31,2 ккал**

# **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКЗОЭНЕРГИИ М/О**

**ЭНДОЭНЕРГИЯ – 10-40%**

## **ЭКЗОЭНЕРГИЯ**

- 1. В парниковом хозяйстве**
- 2. Выращивание молодняка  
(глубокая навозная подстилка)**
- 3. Бурое сено**

# **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКЗОЭНЕРГИИ М/О**

**ЭНДОЭНЕРГИЯ – 10-40%**

## **ЭКЗОЭНЕРГИЯ**

**4.Силосование корма**

**5.Обеззараживание навоза**

**6.Очистка руды от примесей**

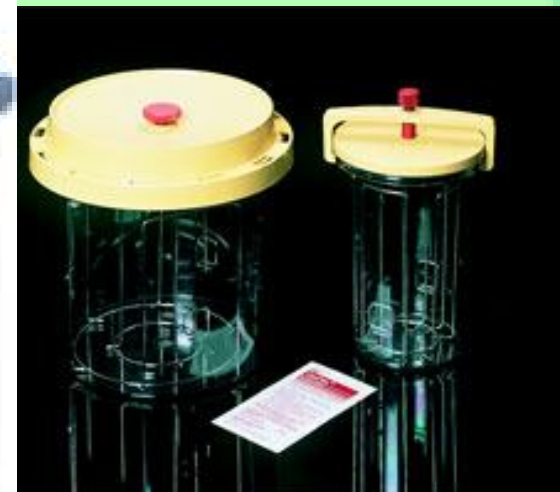
# Типы анаэробного дыхания у бактерий

Энергетический процесс	Конечный акцептор электронов	Продукты восстановления
Нитратное дыхание и денитрификация	$\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$	$\text{NO}_2^-$ , $\text{NO}$ , $\text{N}_2\text{O}$ , $\text{N}_2$
Сульфатное и серное дыхание	$\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{S}^0$	$\text{H}_2\text{S}$
Карбонатное дыхание	$\text{CO}_2$	ацетат
Фумаратное дыхание	фумарат	сукцинат

# Создание анаэробных условий



**Анаэростат** Питательные среды закладываются в емкость и инкубируются при анаэробной атмосфере. Анаэробная среда может создаваться по выбору посредством так называемых генераторов анаэробов или через продувку  $\text{CO}_2$ .



**GasPak** — система химическим путем обеспечивает постоянство газовой смеси приемлемой для роста большинства анаэробных микроорганизмов. В герметичном контейнере, в результате реакции воды с таблетками *боргидрида натрия и бикарбоната натрия* образуется водород и диоксид углерода. Водород затем реагирует с кислородом газовой смеси на палладиевом катализаторе с образованием воды, уже вторично вступающей в реакцию гидролиза боргидрида.

# Вопросы

1. Микроорганизмы, получающие энергию (синтез АТФ), в результате ОВР относятся

**А) автотрофы, Б) фототрофы, В) хемотрофы, Г) гетеротрофы**

2. Ферменты – цитохромы синтезируются бактериями -

**А) аэробами, Б) строгие анаэробы, В) аэротолерантные анаэробы, Г) облигатные анаэробы**

# Вопросы (тесты)

3. Выберите путь субстратного фосфорилирования не энергетический

**А)** гликолиз, **Б)** ФОСФОГЛИКАНОВЫЙ, **В)** КЕТО-ДЕЗОКСИФОСФОГЛИКАНОВЫЙ, **Г)** цикл трикарбоно-вых кислот

4. Выберите конечный продукт восстановления при анаэробном дыхании

**А)** перекись водорода, **Б)** сероводород, **В)** водород, **Г)** кислород