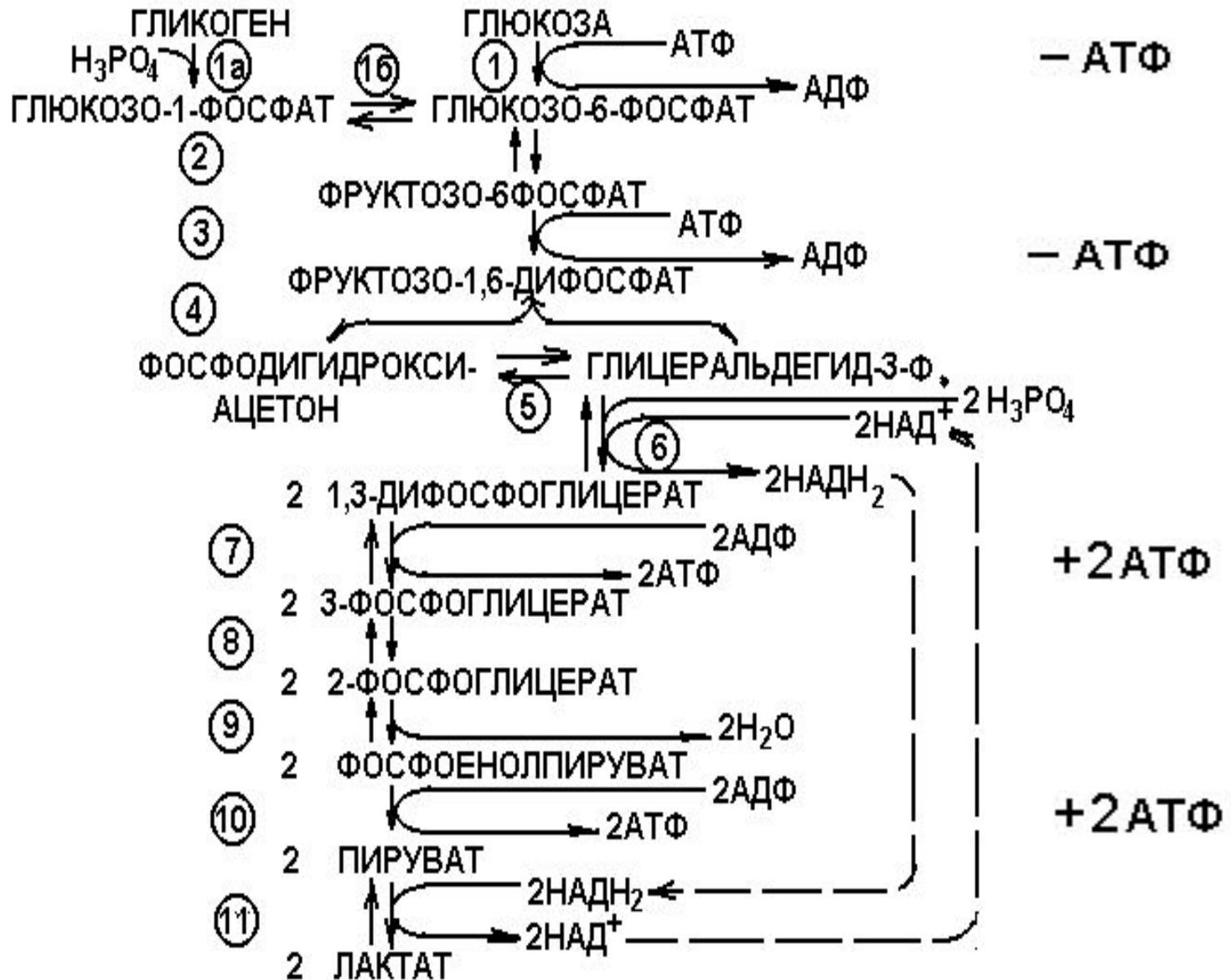


# Анаэробный распад

## УГЛЕВОЛОД



# Ферменты анаэробных гликолиза и гликогенолиза

1. Гексокиназа (глюкокиназа) ( $Mg^{2+}$ ) (2.7.1.1.)
2. Глюкозофосфатизомераза (5.3.1.9.)
3. Фосфофруктокиназа ( $Mg^{2+}$ ) (2.7.1.11.)
4. Фруктозо-1,6-дифосфатаальдолаза (4.1.2.13.)
5. Триозофосфатизомераза (5.3.1.1.)
6. Глицеральдегидфосфатдегидрогеназа (1.2.1.12.)
7. Фосфоглицераткиназа (2.7.2.3.)
8. Фосфоглицеромутаза ( $Mg^{2+}$ ) (5.4.2.1.)
9. Енолаза ( $Mg^{2+}$ ;  $Mn^{2+}$ ) (4.2.1.11.)
10. Пируваткиназа ( $Mg^{2+}$ ;  $Mn^{2+}$ ;  $K^+$  или  $Na^+$ ) (2.7.1.40.)
11. Лактатдегидрогеназа (1.1.1.27.)
- 1а. Фосфорилаза (2.4.1.1.) и амило-1,6-глюкозидаза
- 1б. Фосфоглюкомутаза (2.7.5.1.)

# Молочнокислое брожение

- Известны две группы молочнокислых бактерий. Одни из них в процессе брожения углеводов образуют только молочную кислоту, другие из каждой молекулы глюкозы “производят” по одной молекуле молочной кислоты, этанола и  $\text{CO}_2$ .
- Стадии молочнокислого брожения, катализируемые ферментами бактерий первого вида, аналогичны стадиям анаэробного гликолиза; второго типа - смесь реакций анаэробного гликолиза и спиртового брожения.



# Спиртовое брожение

Суммарная реакция:

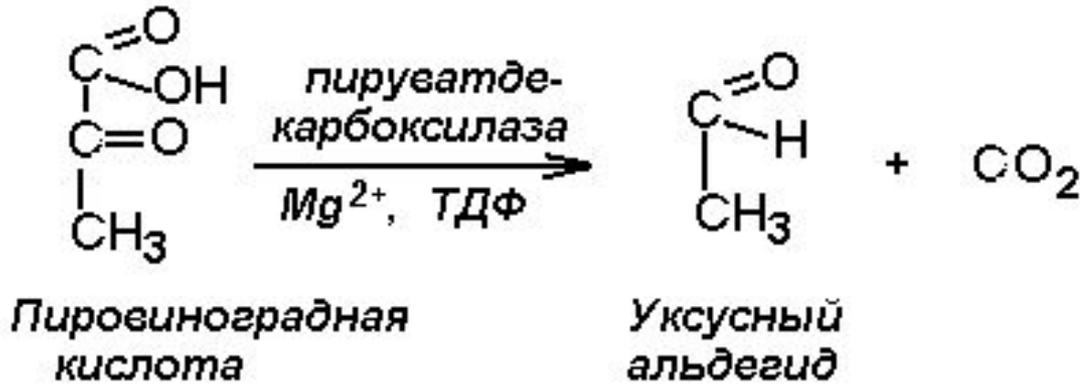


## Смешанный тип брожения

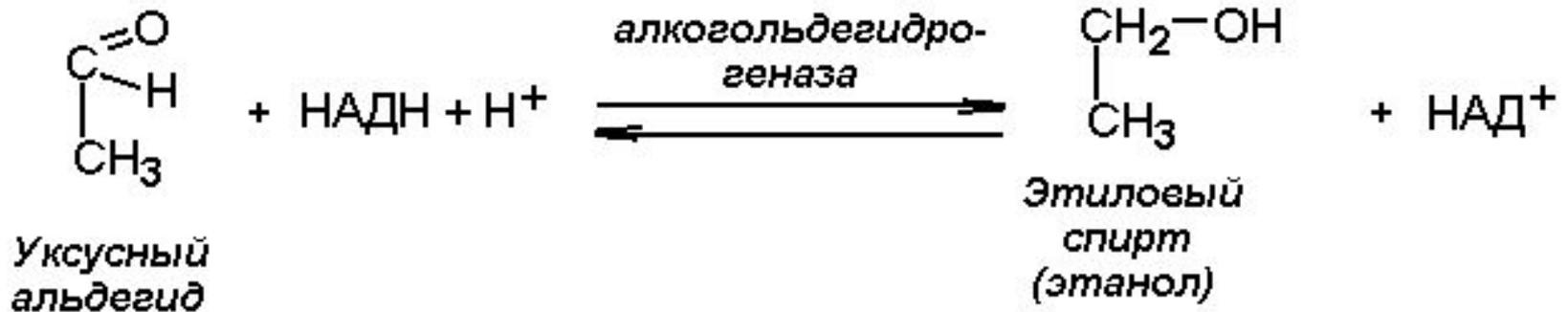


# Заключительные стадии спиртового брожения

- 11 ст. Декарбоксилирование пвк



- 12 ст. восстановление уксусного альдегида



# Заключительные стадии уксуснокислого брожения

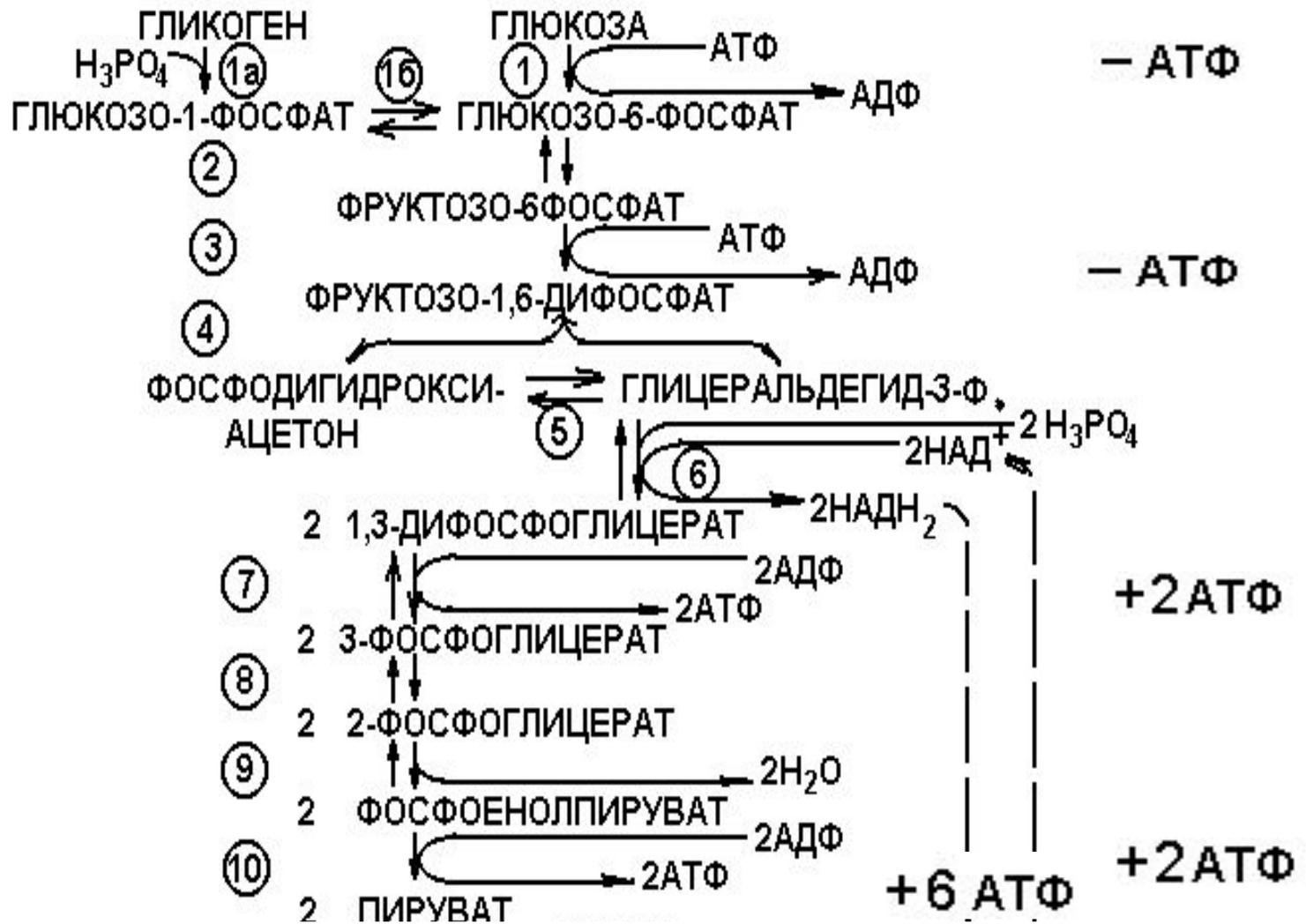
12 ст. Окисление уксусного альдегида



**В аэробных условиях (при наличии кислорода) распад глюкозы будет проходить в 3 этапа:**

- I этап: распад глюкозы не до молочной кислоты, а до пирувата.
- II этап: окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты.
- III этап: цитратный цикл (общий путь катаболизма).

# I этап аэробного распада углеводов

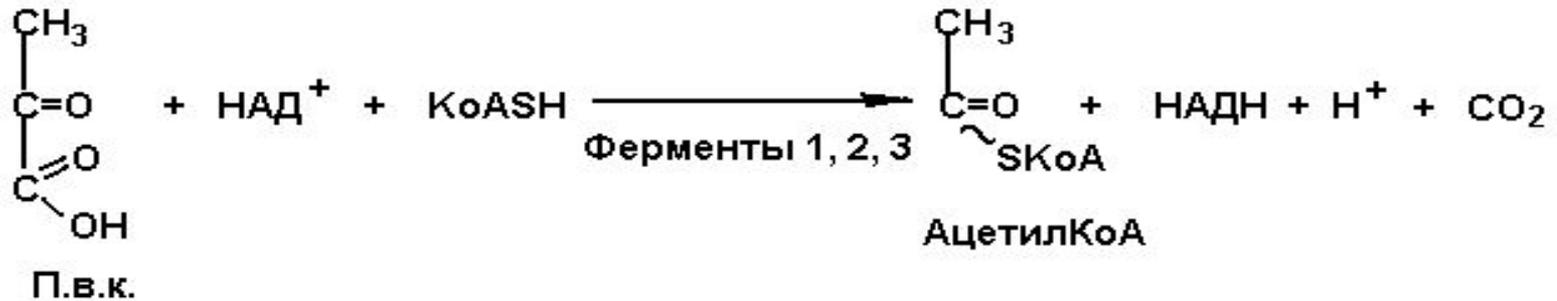


# Суммарная реакция окислительного декарбоксилирования пвк

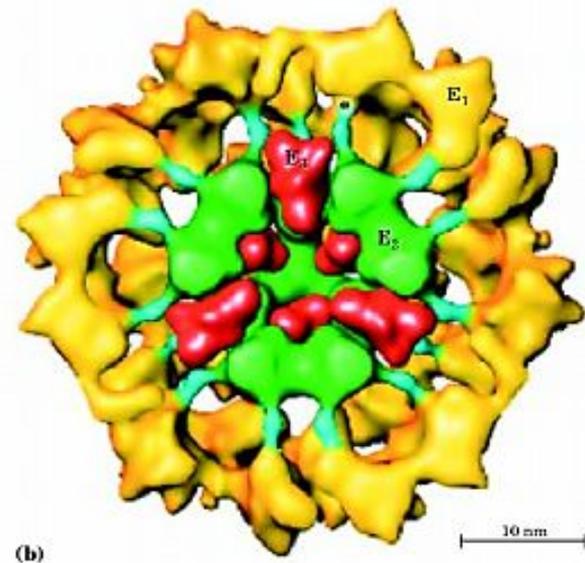
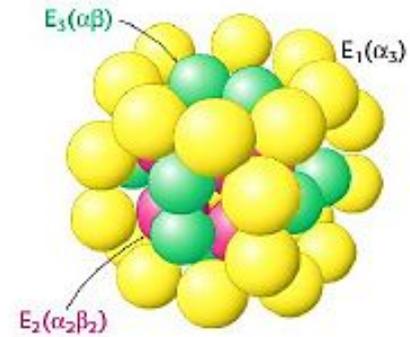
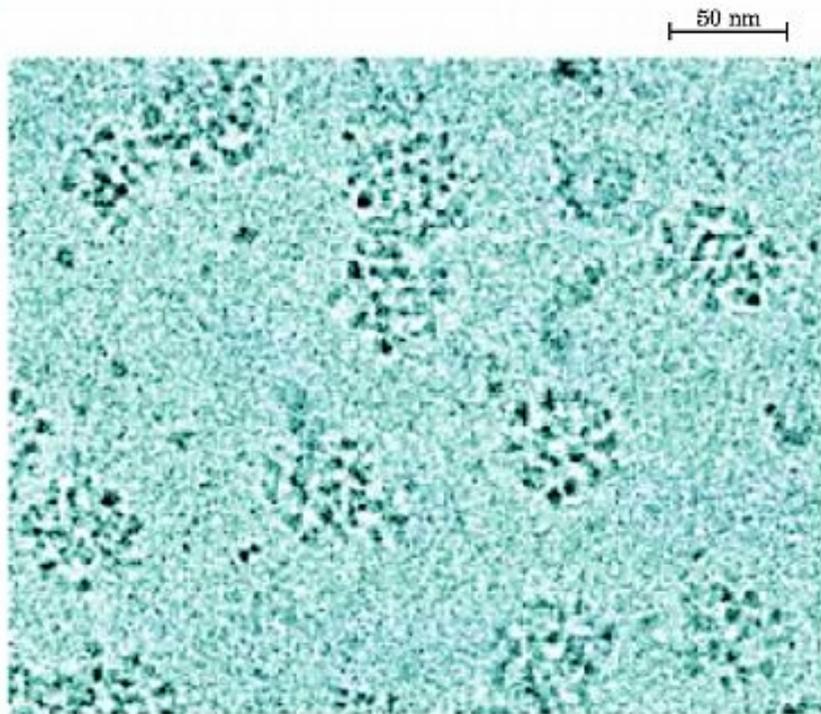
Ферменты:

1. Пируватдекарбоксилаза ( $E_1$ ) (КФ. 4.1.1.1)
2. Липоатацетилтрансфераза ( $E_2$ ) (КФ. 2.3.1.12)
3. Липоамиддегидрогеназа ( $E_3$ ) (КФ. 1.6.4.3)

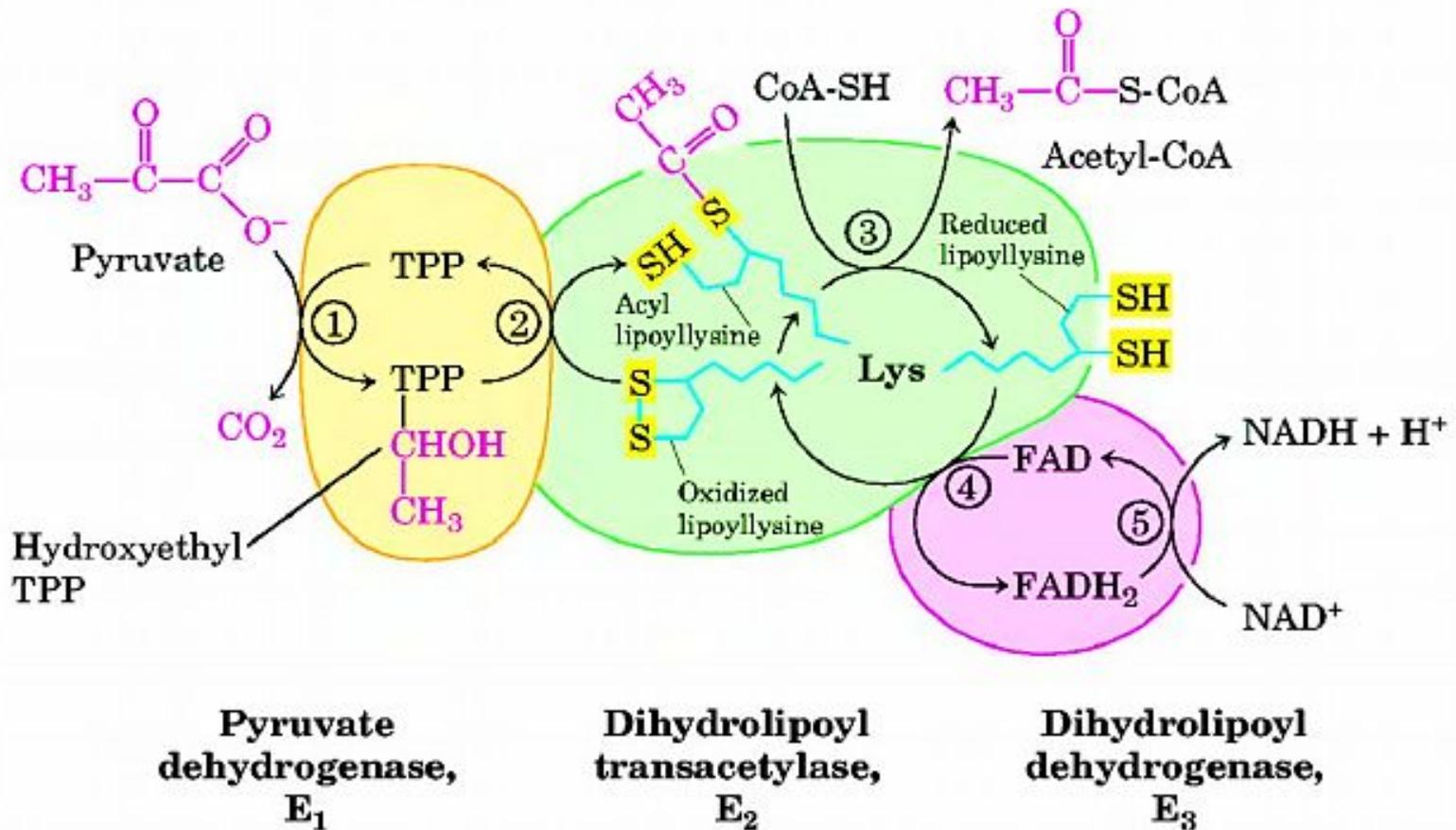
Коферменты: ТПФ, ДГЛК, КоАШН, ФАД, НАД



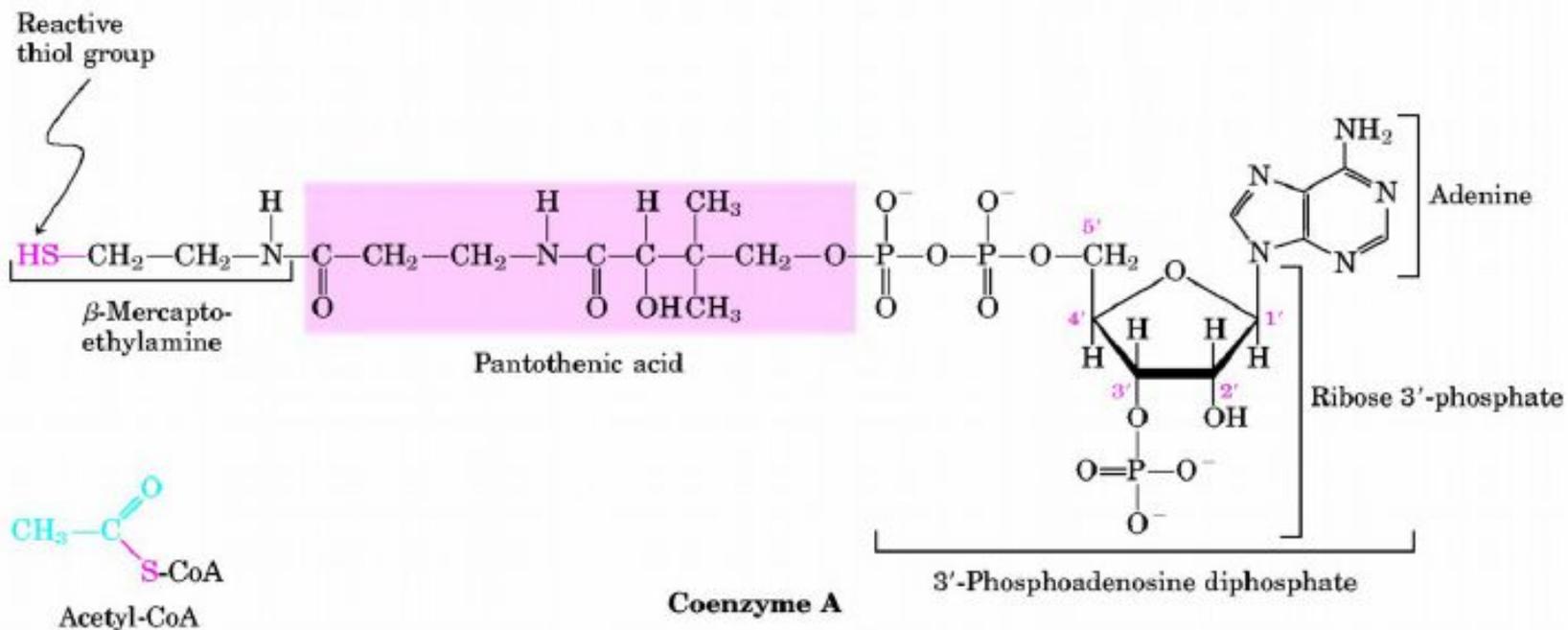
# Пируватдегидрогеназный комплекс состоит из множества субъединиц каждого из ферментов E1, E2 и E3



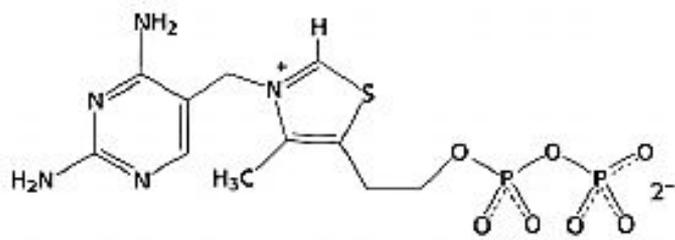
# При субстратном туннелировании промежуточные соединения никогда не покидают ферментный комплекс



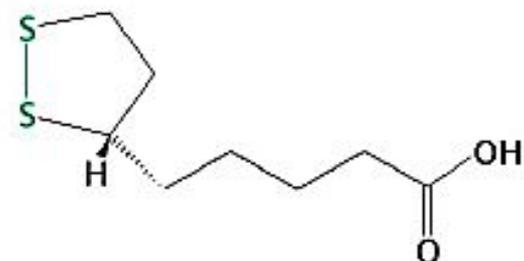
# Кофермент А



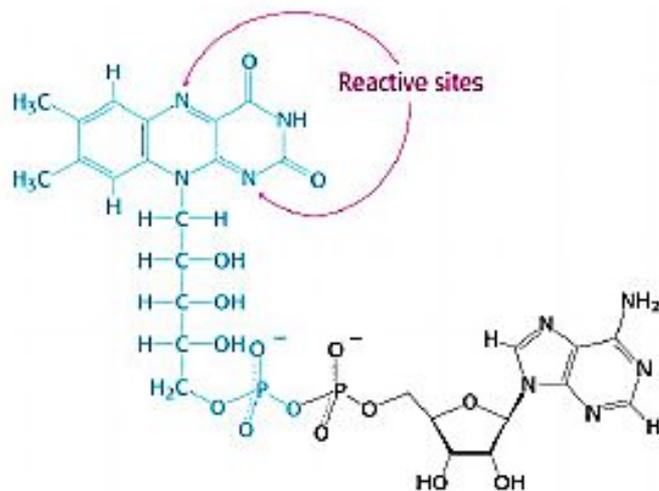
# Коферменты, принимающие участие в работе пируватдегидрогеназного комплекса



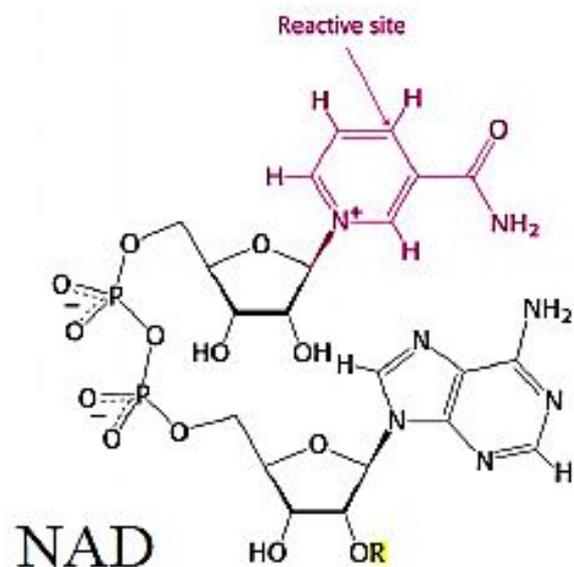
Тиаминпирофосфат (ТРР)



Липоевая кислота

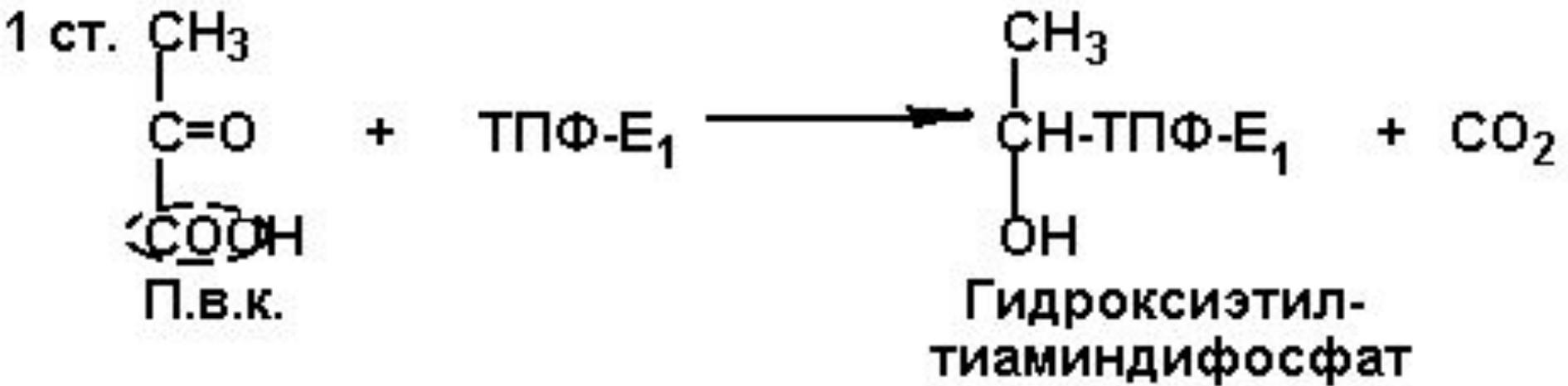


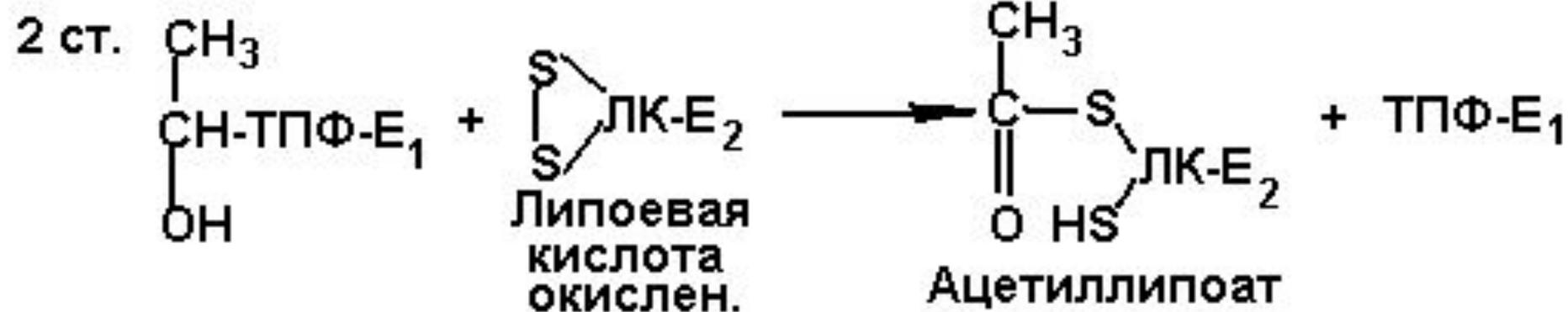
FAD

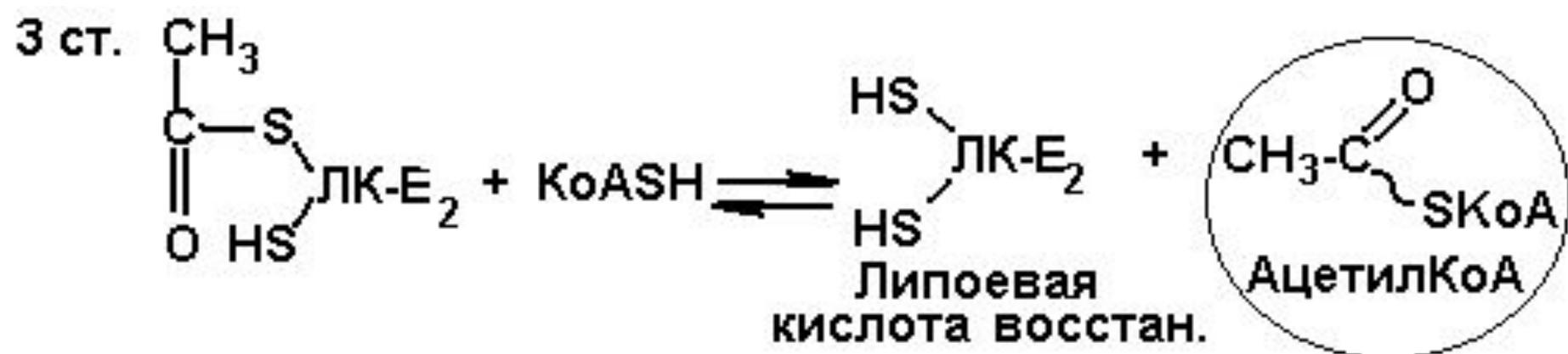


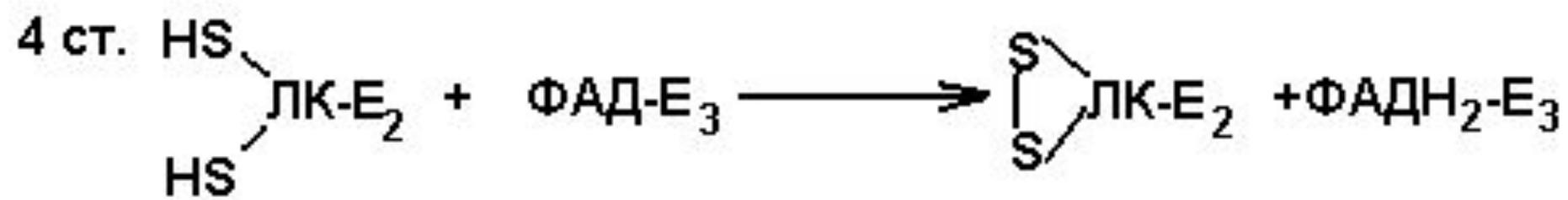
NAD

# Окислительное декарбоксилирование пвк

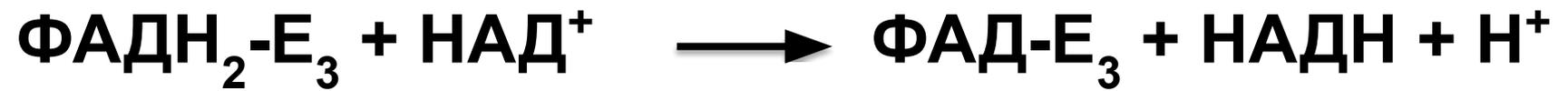




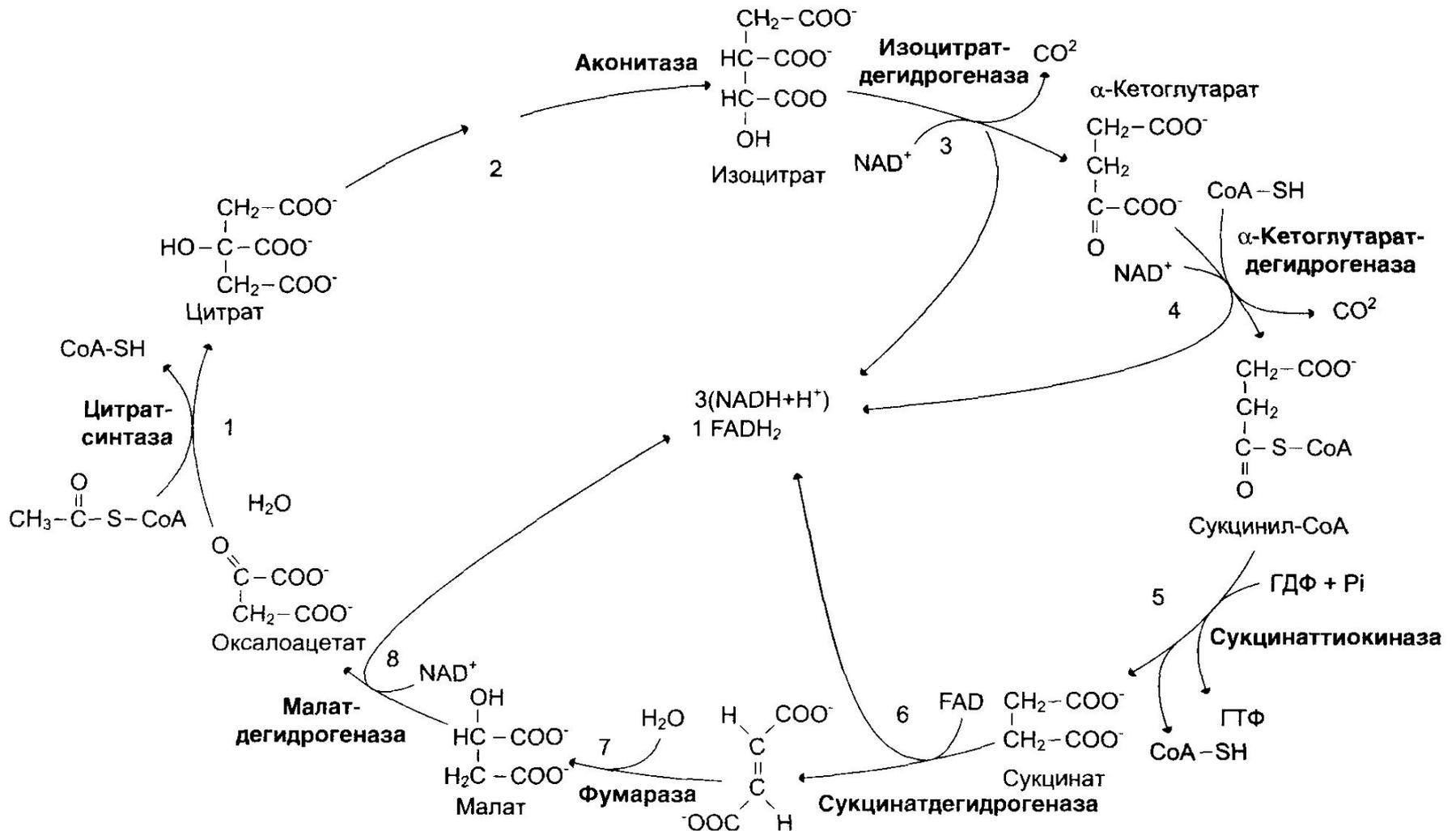




**5 ст.**

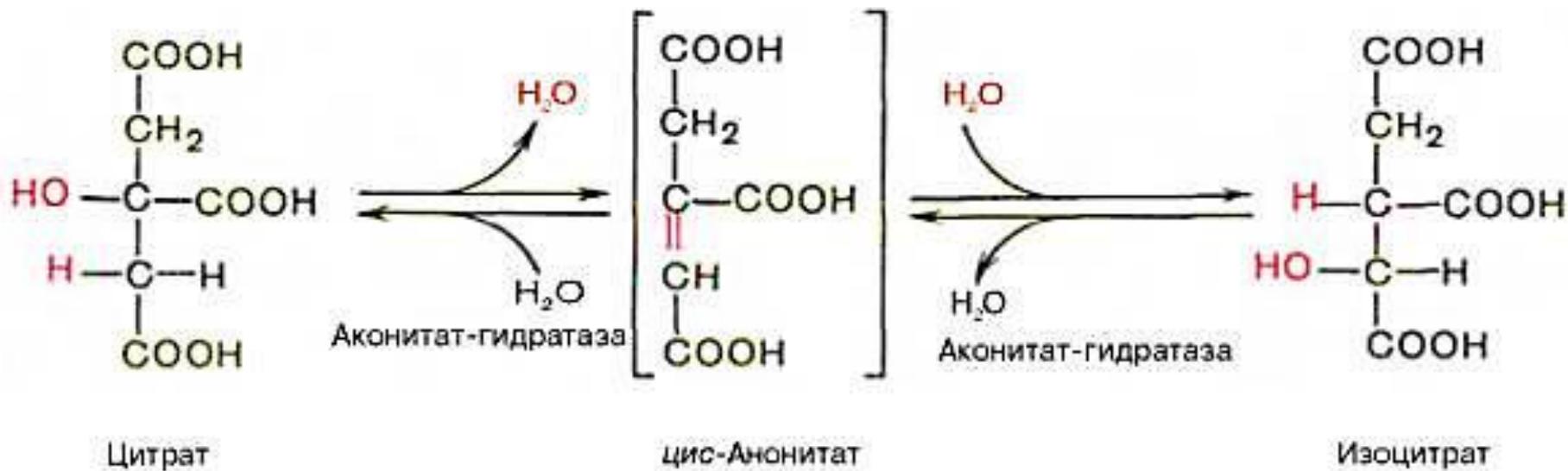


# Общая схема цитратного цикла

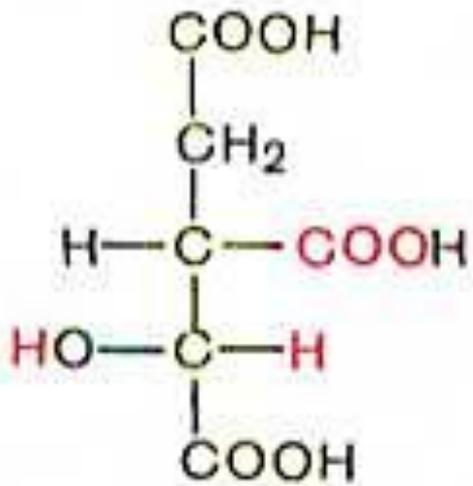




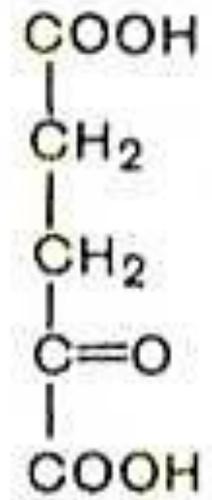
## 2-я реакция: Изомеризация цитрата с участием аконитазы



### 3-я реакция: изоцитрат дегидрируется с образованием кетоглутарата и CO<sub>2</sub>

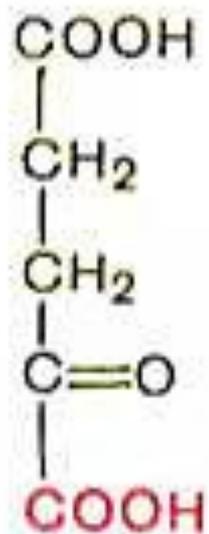


Изоцитрат

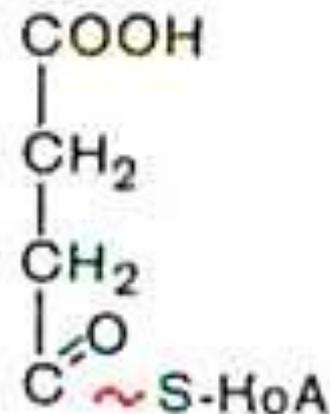


α-Кетоглутарат

## 4-я реакция: окислительное декарбоксилирование кетоглутарата



$\alpha$ -Кетоглутарат

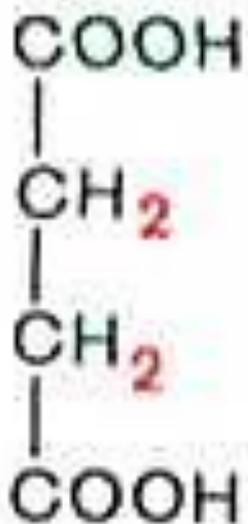


Сукцинил-КоА

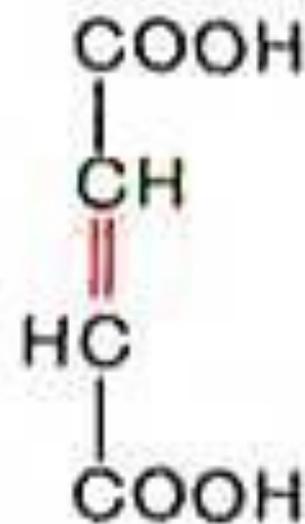
**5-я реакция: превращение сукцинил-СоА в сукцинат. Субстратное фосфорилирование, катализируемое сукцинил-СоА-синтетазой**



## 6-я реакция: дегидрирование сукцината с образованием фумарата

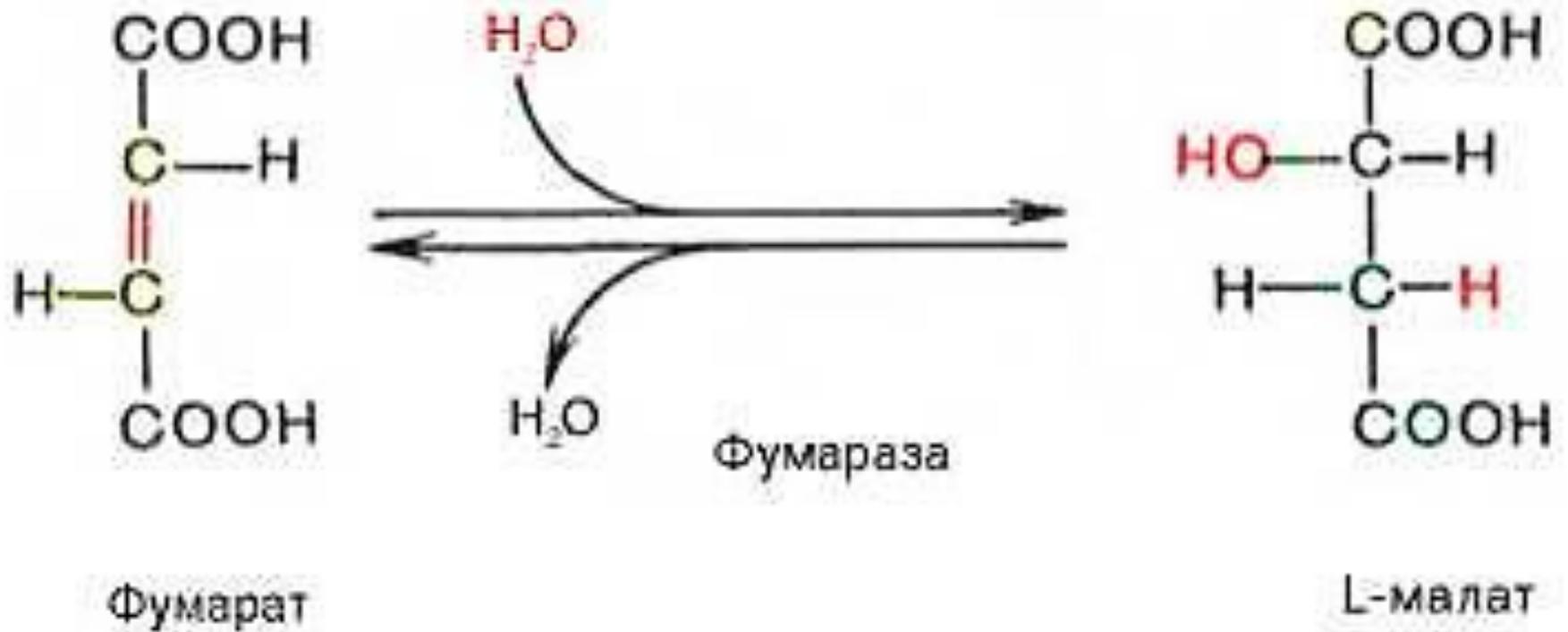


Сукцинат



Фумарат

## 7-я реакция: гидратирование фумарата с образованием малата



## 8-я реакция: дегидрирование малата с образованием оксалоацетата



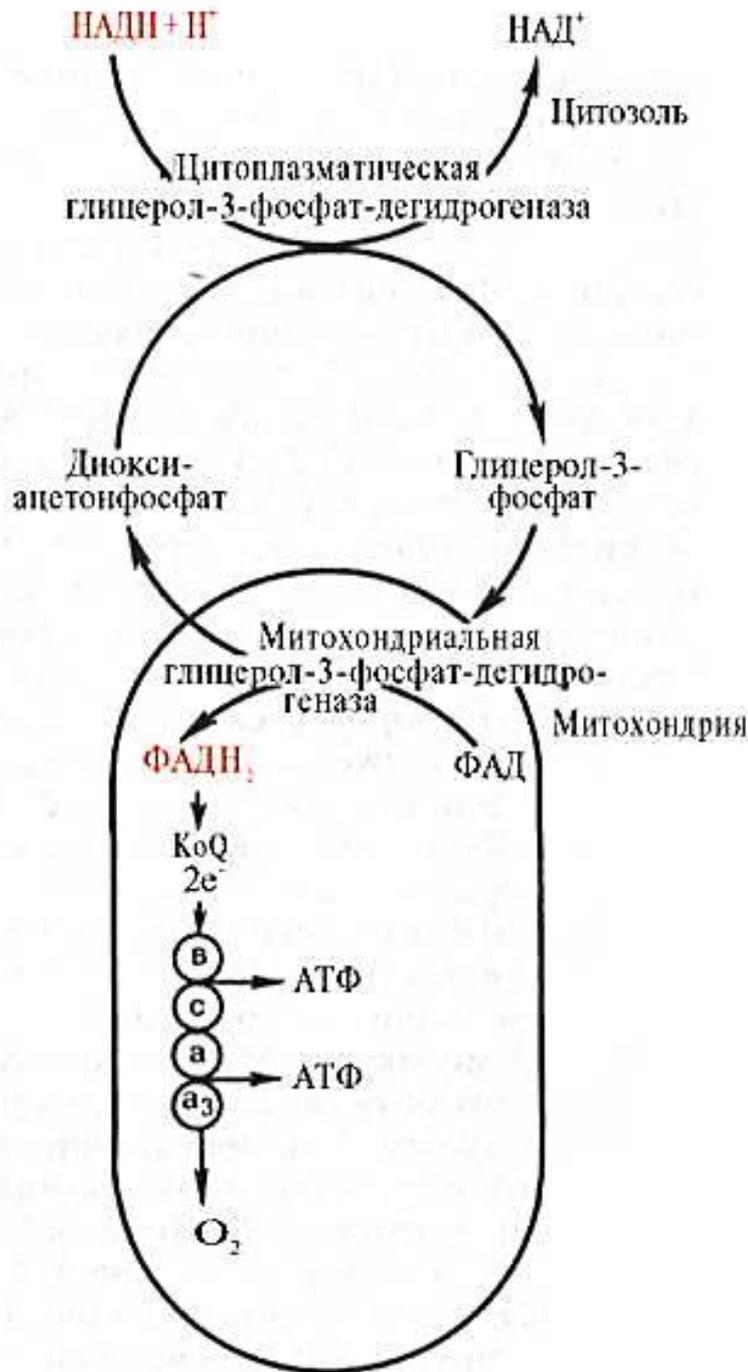
# Энергетический баланс аэробного гликолиза

I этап дает 8 молекул АТФ

II этап дает 6 молекул АТФ: 1 молекула **ПВК** образует при окислительном декарбоксилировании 3 молекулы АТФ; из 1 молекулы глюкозы образуется 2 молекулы **ПВК**, следовательно  $2 \times 3 = 6$ ;

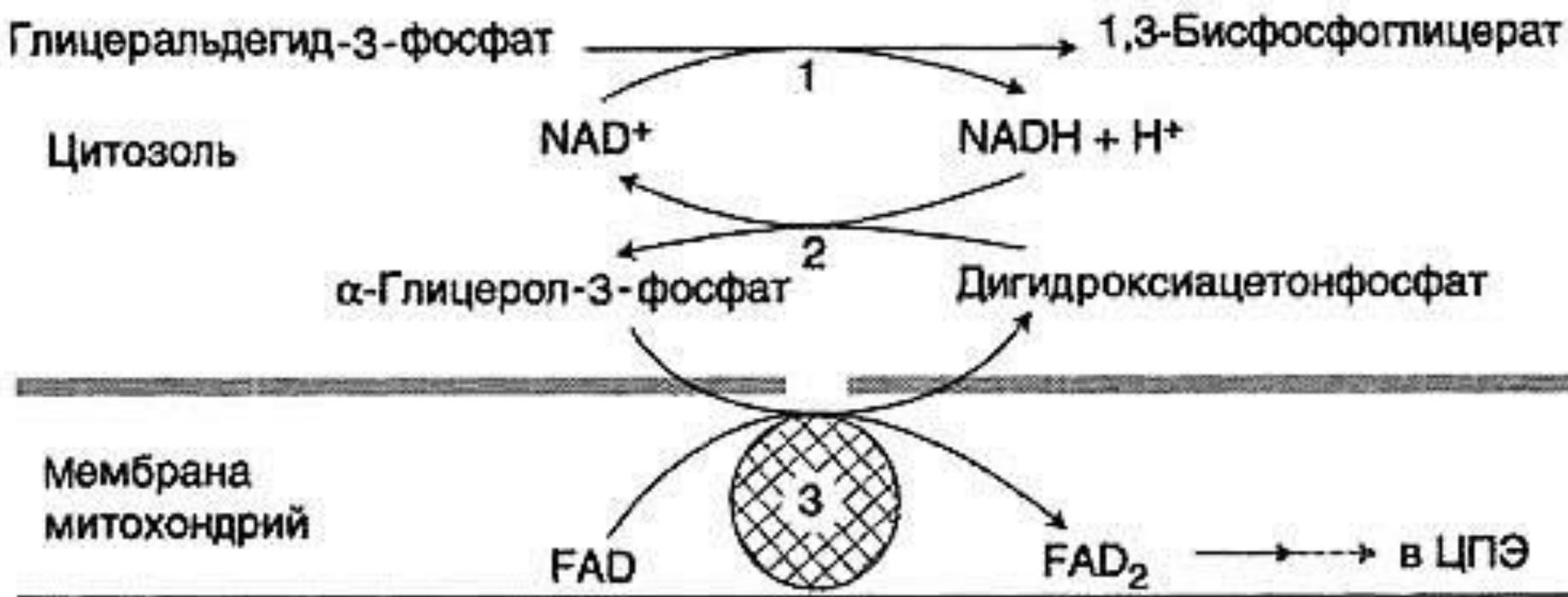
III этап дает 24 молекулы АТФ, т.к. в цикл Кребса вступает 2 молекулы ацетилКоА.

Итого: 38 молекул АТФ.



## Глицеролфосфатный челночный механизм.

Образовавшиеся в процессе превращения глицеральдегид-3-фосфата 2 молекулы НАДН в дальнейшем при окислении могут давать не 6 молекул АТФ, а только 4. Т.к. сами молекулы внемитохондриального НАДН не способны проникать через мембрану внутрь митохондрий. Однако отдаваемые ими электроны могут включаться в митохондриальную цепь биологического окисления с помощью так называемого глицеролфосфатного челночного механизма.



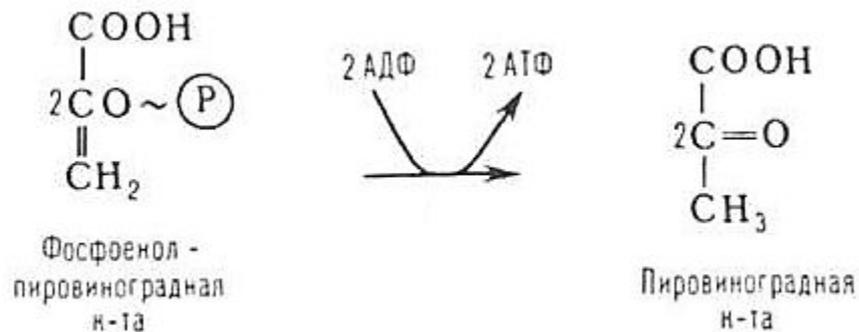
Малат-аспартатная челночная система для переноса восстанавливающих эквивалентов от цитозольного НАДН в митохондриальный матрикс.

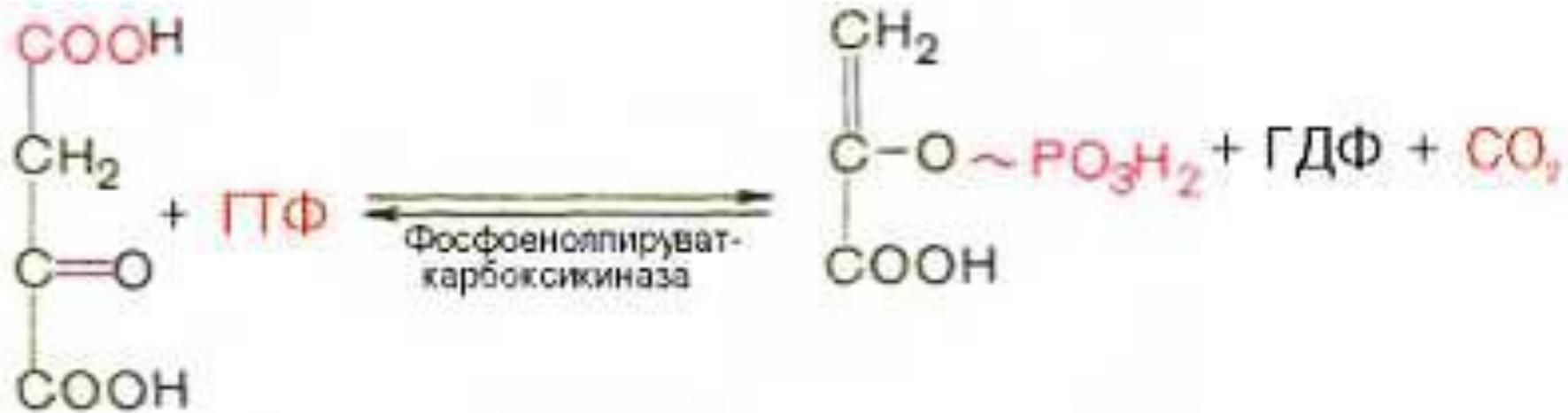


# ГЛЮКОНЕОГЕНЕЗ



## Гликолиз

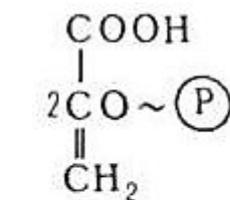




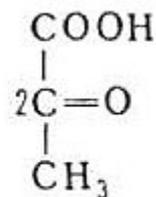
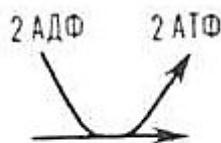
Оксалоацетат

Фосфоенолпируват

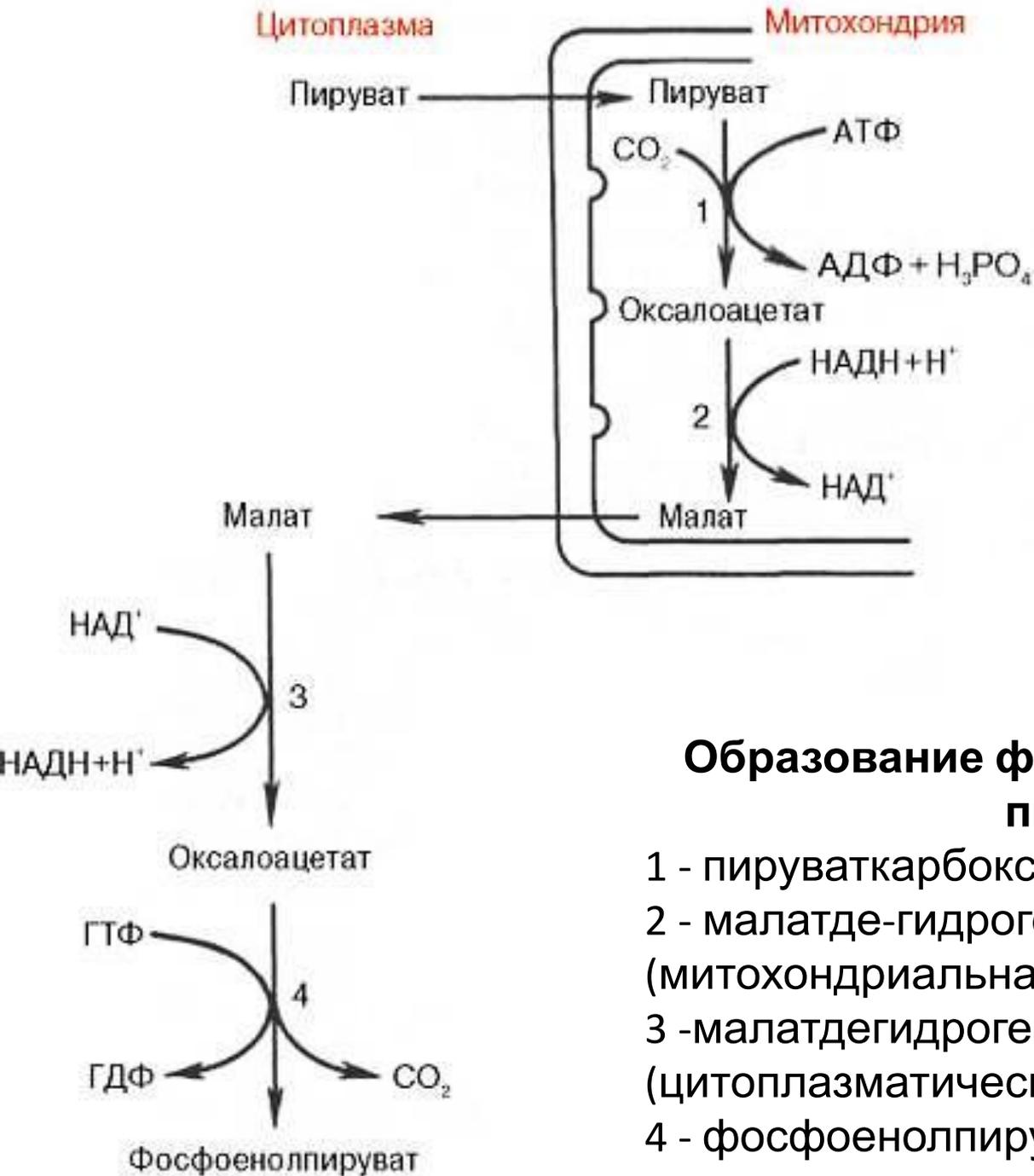
## Гликолиз



Фосфоенол-пировиноградная к-та



Пировиноградная к-та



## Образование фосфоенол-пирувата из пирувата.

1 - пируваткарбоксилаза;

2 - малатде-гидрогеназа  
(митохондриальная);

3 - малатдегидрогеназа  
(цитоплазматическая);

4 - фосфоенолпируват-карбокси-киназа.



Малатдегидрогеназа  
(митохондриальная)

Оксалоацетат

Малат

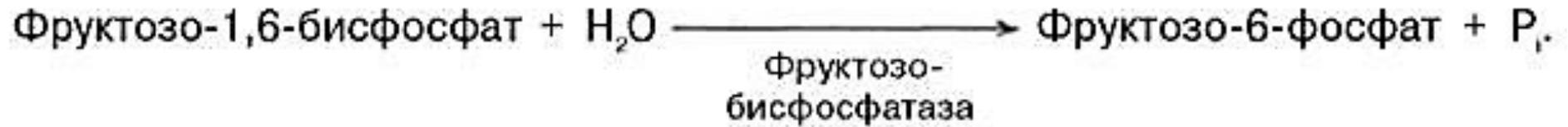


Малатдегидрогеназа  
(цитоплазматическая)

L-малат

Оксалоацетат

### Обращение 3-й реакции гликолиза



### Обращение 1-ой реакции гликолиза

