

ГЛЮКОНЕОГЕНЕЗ

Глюконеогенез – синтез глюкозы из неуглеводных соединений по пути обратимых реакций гликолиза.

Необратимые реакции гликолиза «преодолеваются» **обходными** путями глюконеогенеза.

Обходные реакции глюконеогенеза:

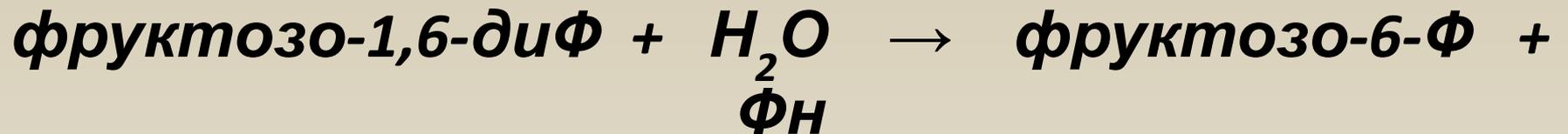
1. Образование фосфоенолпирувата

Митохондрии	цитоплазма
<p><i>Пируват</i></p> <p>↓</p> <p>оксалоацетат</p>	<p><i>фосфоенолпируват</i></p> <p>↑</p> <p>оксалоацетат</p>



2. Образование фруктозо-6-фосфата из фруктозо-1,6-дифосфата

Фермент: **фруктозодифосфатаза**



3. Образование глюкозы из глюкозо-6-фосфата

Фермент: **глюкозофосфатаза**



Глюконеогенез



ГЛИКОГЕНОГЕНЕЗ

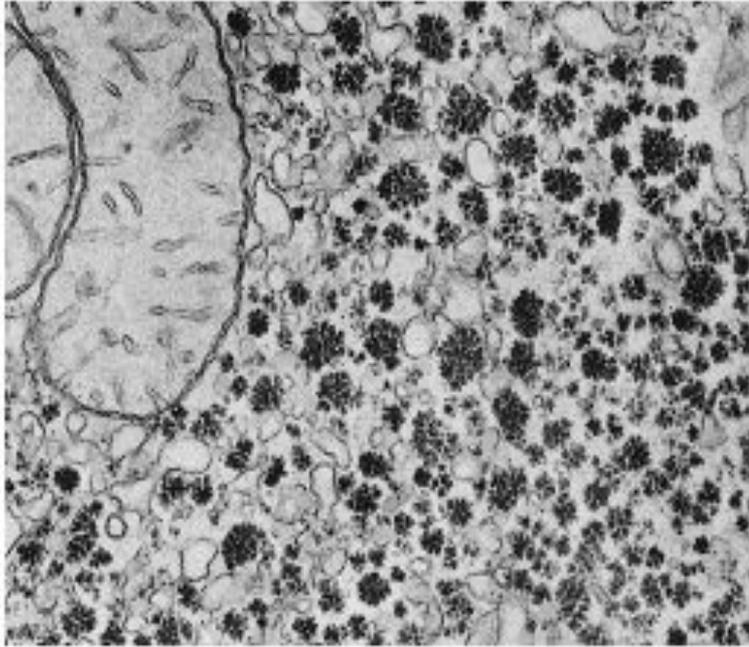
Гликогеногенез – синтез гликогена из ГЛЮКОЗЫ.

Стадии синтеза цепи гликогена

- 1. Синтез олигосахарида ($n_{min} = 11$).***
- 2. Перенос части олигосахарида ($n_{min} = 6$) на затравочную цепь с образованием 1,6-связи – точки ветвления.***
- 3. Удлинение цепей с образованием 1,4-связей.***

Синтез олигосахарида

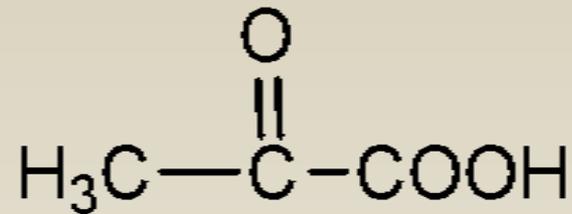
1. Образование глюкозо-6-фосфата
2. Образование глюкозо-1-фосфата
3. Образование уридилдифосфат-глюкозы (УДФ-глюкозы) – с участием УТФ
4. Перенос остатка глюкозы от УДФ-глюкозы на затравочную цепь гликогена



*Гранулы гликогена
в гепатоцитах*

- $\frac{1}{3}$ гликогена в организме накапливается в печени. Необходим для поддержания уровня глюкозы в крови (гликоген \rightarrow глюкозо-6-фосфат \rightarrow глюкоза).
- $\frac{2}{3}$ гликогена в организме откладывается в мышцах. Необходим для восполнения энергетических потребностей организма. В глюкозу не превращается.
- Гликоген печени никогда не расщепляется полностью.
- Укорачиваются или удлиняются только

*Продуктом дихотомического
расщепления глюкозы (гликогена) в
аэробных условиях является
пировиноградная кислота*



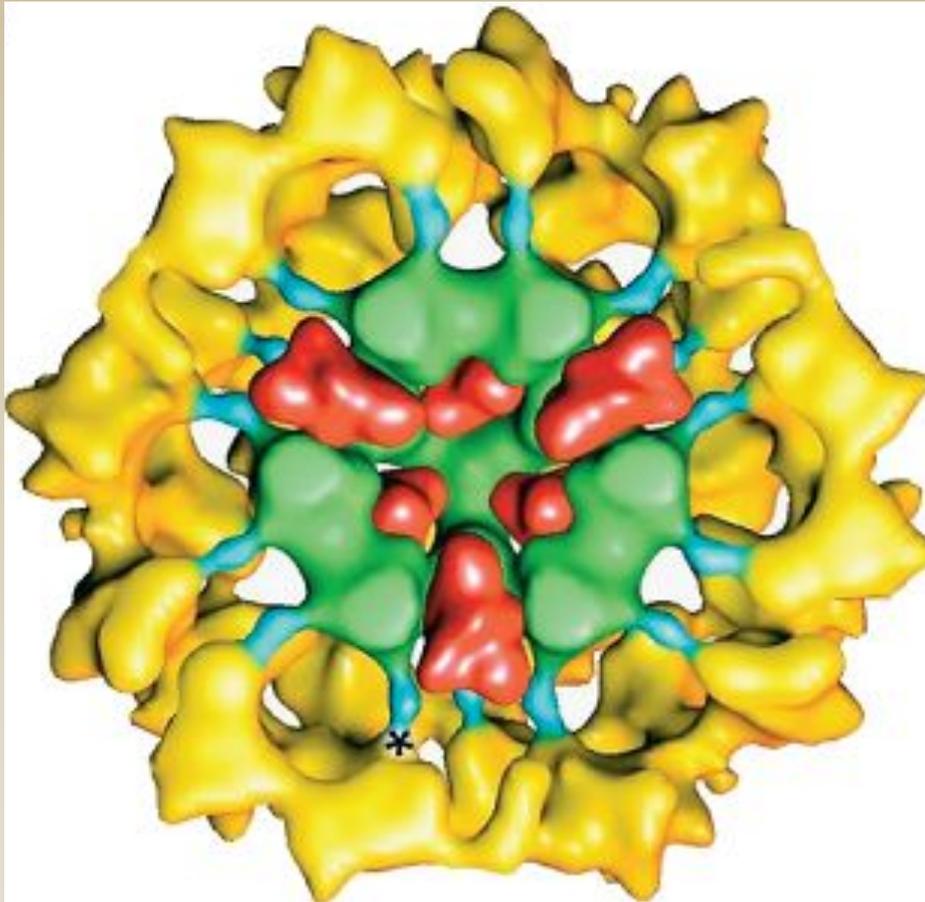
пируват

ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ ДЕКАРБОКСИЛИРОВАНИЕ ПИРОВИНОГРАДНОЙ КИСЛОТЫ

Мультиферментный пируватдегидрогеназный комплекс

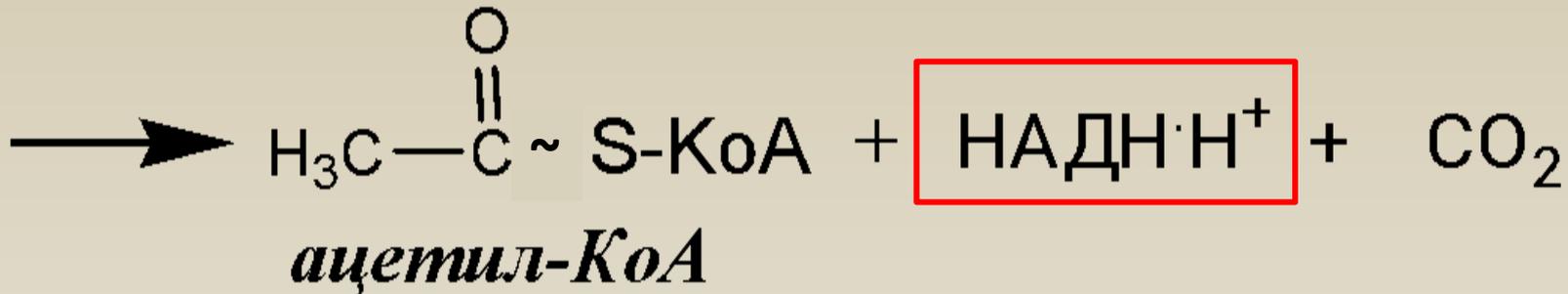
Локализация: матрикс митохондрий

ФЕРМЕНТЫ	КОФАКТОРЫ
пируватдегидрогеназа (E_1)	Тиаминпирофосфат (ТПФ)
дигидролипоилацетил- трансфераза (E_2)	Липоевая кислота (ЛК)
дигидролипоилдегидрогеназа (E_3)	ФАД НС-КоА НАД ⁺



60 молекул
дигидролипoil-
ацетилтрансферазы
(**обозначены зеленым
цветом**) – кор пируват-
дегидрогеназного
комплекса

*Пируватдегидрогеназные комплексы
эукариот
локализованы в митохондриях*



Энергетический баланс

окислительного декарбоксилирования пирувата:

3 АТФ (образуются при передаче восстановительных эквивалентов от восстановленного НАДН в электронтранспортную цепь митохондрий)

*Окислительное
декарбоксилирование
пировиноградной кислоты –
необратимый процесс*

Дигидролипоилтрансацилаза
(E₂)

Дигидролипоилдегидрогеназа
(E₃)

Пируватдегидрогеназа (E₁)



активация →

ингибирование →

❖ ***Киназа пируватдегидрогеназы***
(фосфорилирование) – инактивирует пируватдегидрогеназу.

❖ ***Фосфатаза пируватдегидрогеназы***
(дефосфорилирование) – активирует пируватдегидрогеназу.

Цикл Кребса



Ханс Кребс

(1900-1981)

В 1953 году (совместно с Ф.-А. Липманом) удостоен Нобелевской премии в области физиологии и медицины за открытие цикла лимонной кислоты

- Цикл Кребса (цикл трикарбоновых кислот, цикл лимонной кислоты) – **конечный катаболический путь** окисления всех соединений в аэробных условиях.
- **Универсальный** механизм окисления у всех живых организмов.
- **Амфиболический** метаболический путь.
- Локализация цикла – **матрикс митохондрий**.



→

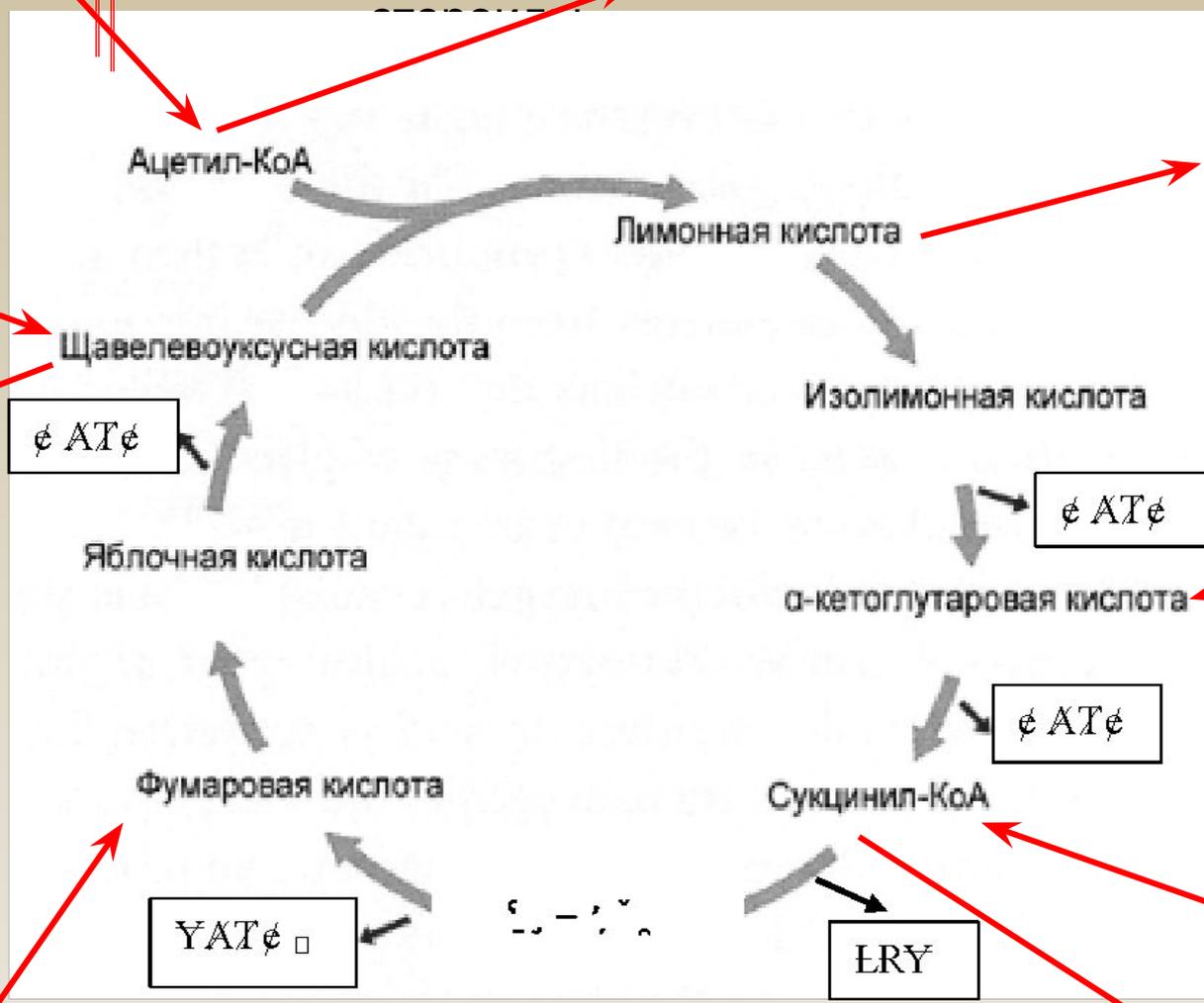


Углеводы, липиды,
аминокислоты

Жирные кислоты,
стероиды

Аминокислоты,
пиримидины

Жирные кислоты,
стероиды



АспартаТ

Углевод
ы

Аминокислот
ы

Глутам
ат

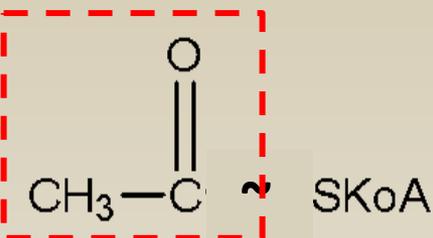
Аминокислот
ы,
нуклеотиды

Аминокислот
ы,
пропионилКо
А

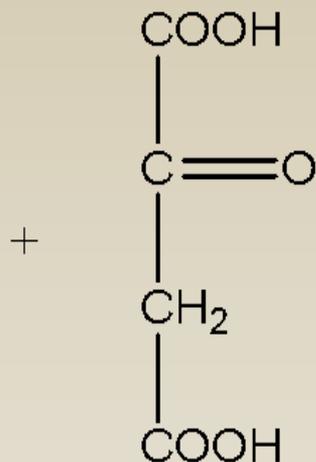
Протопорфирин
А

(гем)

*1. Конденсация ацетил-КоА с оксалоацетатом
фермент: цитратсинтаза*

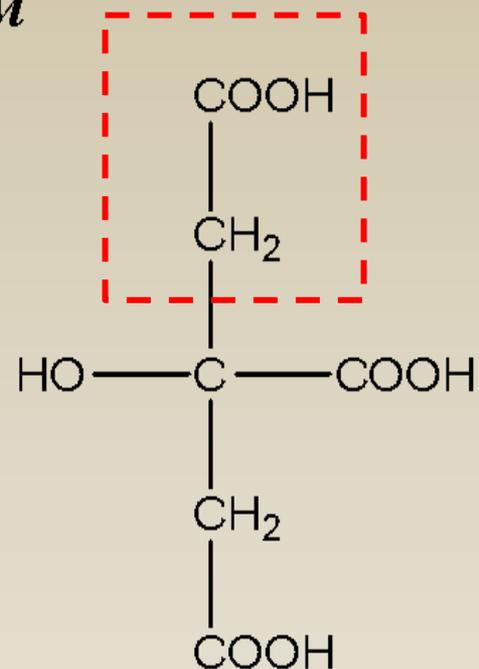
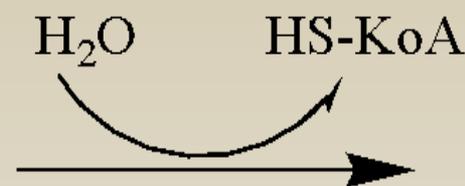


ацетил-КоА



оксалоацетат

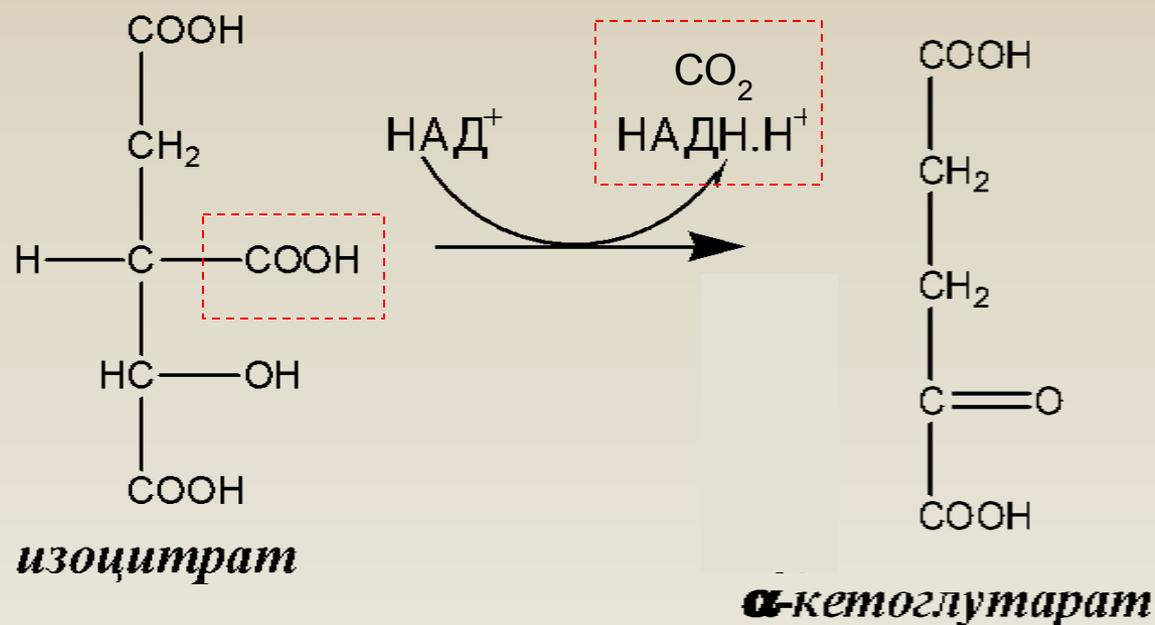
(щавелевоуксусная кислота)



цитрат

2. Изомеризация цитрата в изоцитрат
фермент: аконитаза

3. Окислительное декарбоксилирование изоцитрата
фермент: изоцитратдегидрогеназа



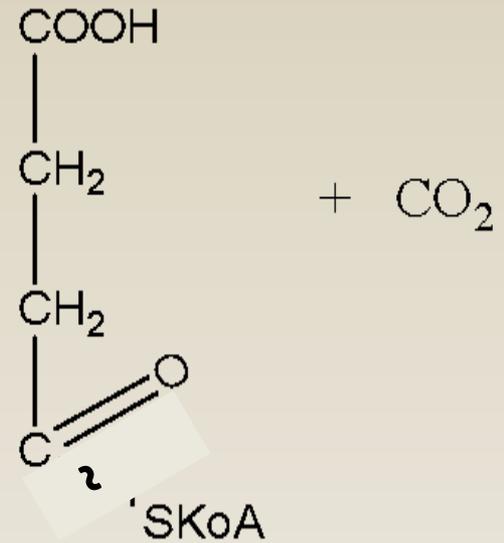
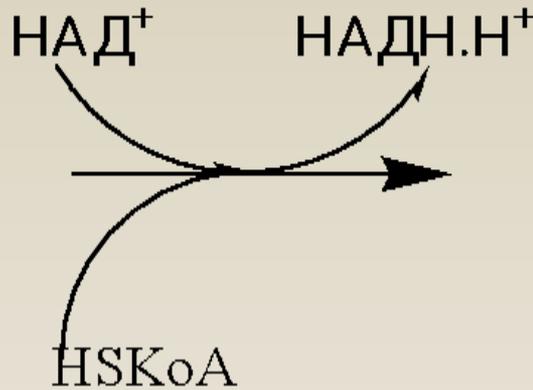
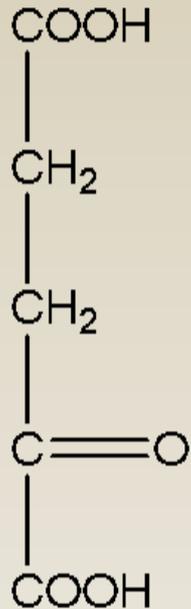
4. Окислительное декарбоксилирование α -кетоглутарата

Ферменты: α -кетоглутаратдегидрогеназа

дигидролипоилтранссуццинилаза

дигидролипоилдегидрогеназа

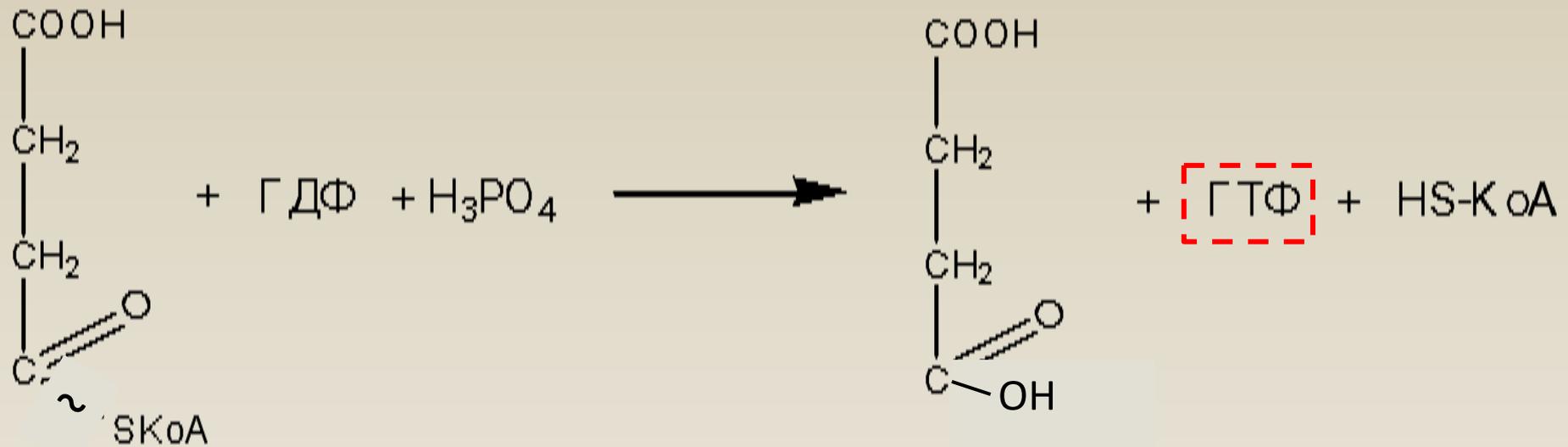
Коферменты: ТПФ, липоевая кислота, ФАД, HS-KoA, НАД⁺



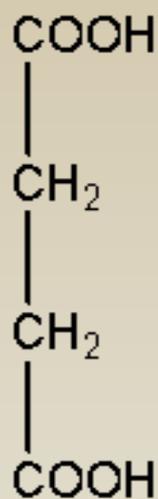
α -кетоглутарат

суццинил-KoA

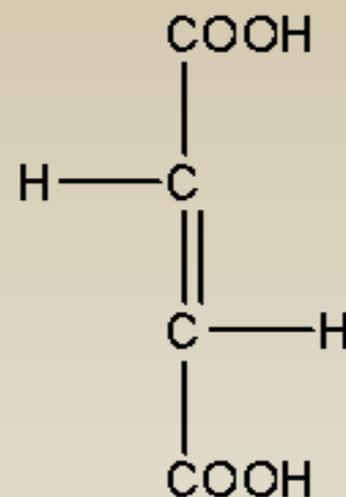
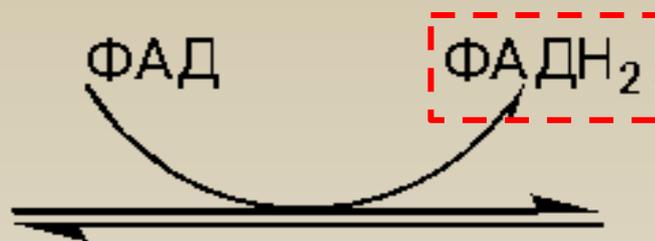
5. Субстратное фосфорилирование
фермент: **сукцинил-КоА-синтетаза**



6. Дегидрирование сукцината
фермент: сукцинатдегидрогеназа



сукцинат



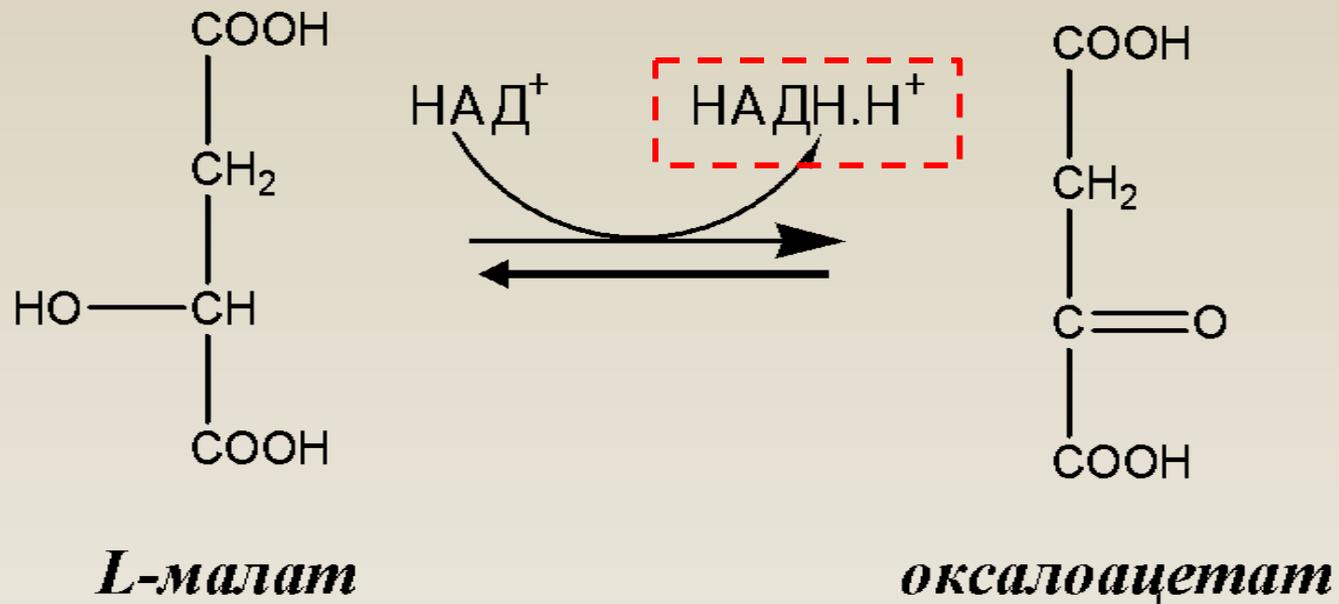
*фумарат
(транс-изомер)*

7. Гидратация фумарата

фермент: *фумараза*

8. Регенерация оксалоацетата

фермент: *малатдегидрогеназа*



Регуляция Цикла Кребса

□ Лимитирующий фактор цикла Кребса – доступность оксалоацетата.

Источники оксалоацетата:

- глюкоза (карбоксилирование пирувата, образующегося из глюкозы);
- аспарагиновая кислота (переаминирование);
- фруктовые кислоты (яблочная, лимонная).

□ Аллостерическая регуляция ферментов

необратимых реакций –

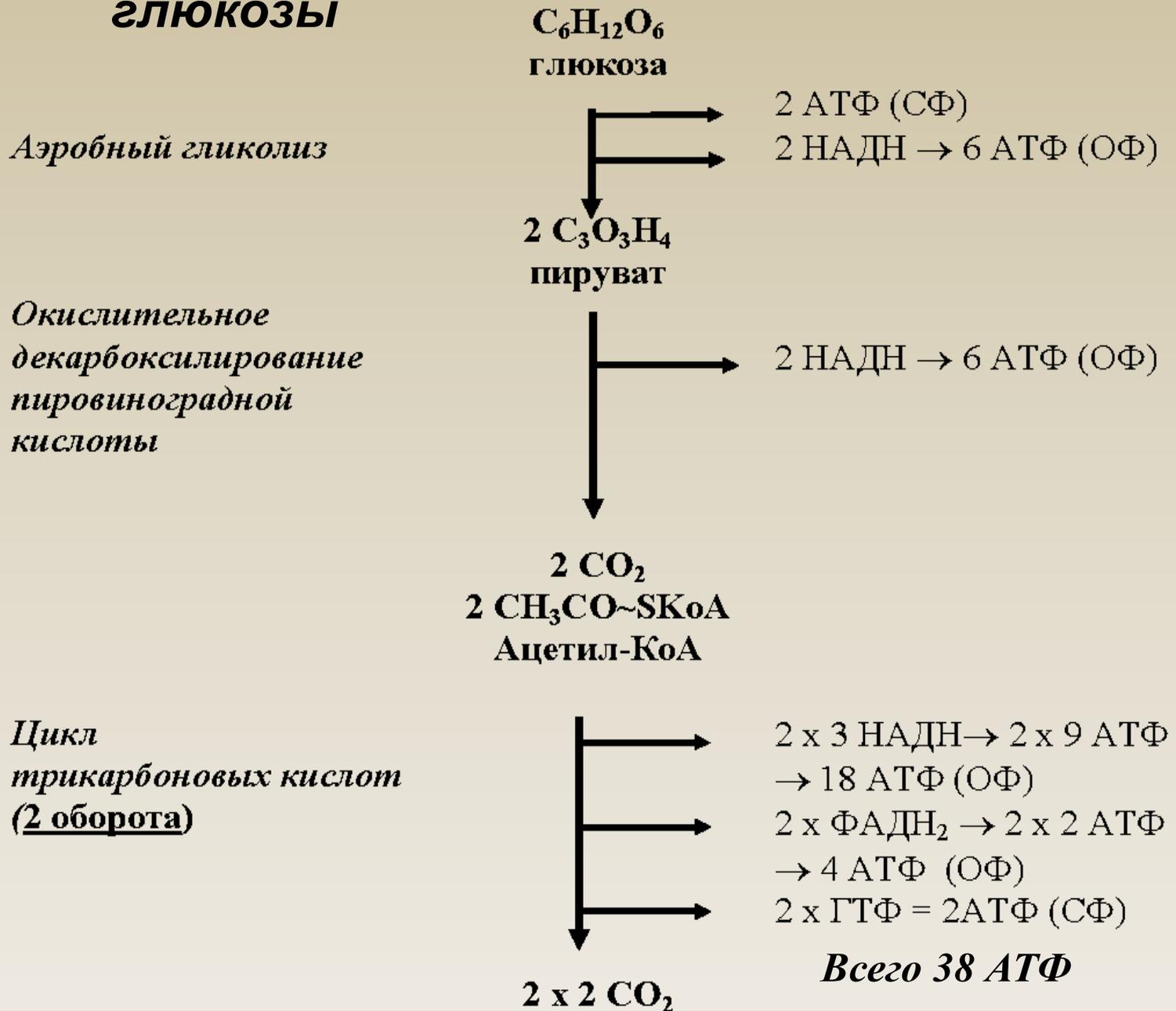
- цитратсинтазы,
- изоцитратдегидрогеназы,
- α -кетоглутаратдегидрогеназы.

□ **Гормональный контроль цикла:**

□ **Инсулин, адреналин** – активируют цикл Кребса, т.к. инициируют аэробный распад глюкозы;

□ **Глюкагон** – тормозит цикл Кребса, т.к. стимулирует синтез глюкозы.

Схема полного аэробного окисления ГЛЮКОЗЫ



Пентозомонофосфатный путь окисления глюкозы (альтернативный, апотомический)

Функции ПФП:

- *Образование восстановительных эквивалентов для анаболических процессов;*
- *Образование структурных предшественников нуклеотидов, ароматических аминокислот и др.*

ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ СТАДИЯ (3 реакции):

**окисление глюкозо-6-фосфата до
пятиуглеродных сахарофосфатов.**

НЕОКИСЛИТЕЛЬНАЯ СТАДИЯ (5 реакций):

**взаимопревращения трех-, четырех-, пяти-,
шести- и семиуглеродных сахарофосфатов, в
ходе которых регенерируется глюкозо-6-
фосфат.**

ПЕНТОЗОМОНОФОФАТНЫЙ ПУТЬ

