**Энергетический обмен (катаболизм)** - ∑ реакций расщепления, которые обеспечивают распад

сложных органических соединений, что сопровождается освобождением энергии.

Это сложный многоступенчатый упорядоченный процесс, в котором выделяют 3 этапа. ***Подготовительный*** начинается в пищеварительных вакуолях или ЖКТ. Энергетический эффект незначительный, выделяется 0,2 – 0.8% энергии (вся рассеивается в виде тепла).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Сложные органические соединения** | **Ферменты** | **Простые органические соединения** |
| Белки | Протеазы | Аминокислоты |
| Жиры | Липазы | Высшие жирные кислоты , спирты |
| Полисахариды | Амилазы | Моносахариды |
| Нуклеиновые кислоты | Нуклеазы | Нуклеотиды |

***Бескислородный (аэробный)*** происходит в гиалоплазме и приводит к образованию

небольшого количества энергии. Все органические соединения, которые образовались

в ходе подготовительного этапа, подвергаются расщеплению без участия кислорода.

***Гликолиз*** - ∑ ферментативных реакций, которые обеспечивают бескислородное

расщепление глюкозы до молочной кислоты и АТФ. Характерен анаэробным

микроорганизмам и клеткам большинства высших животных. Энергетически

малоэффективен (процесс окислительно-восстановительный, но изменения

степени окисления Сне происходит). Энергетический эффект ***200 кДж.***

С6Н 12О2 + 2АДФ + 2Н3РО4 → 2С3Н6О3 + 2 Н2О + **2АТФ**

*116 кДж на тепло 84кДж в АТФ*

***40%***

***Брожение –*** процесс разложения органических веществ (углеводов) микроорганизмами

(дрожжами, бактериями, мукоровыми грибами, одноклеточными) в анаэробных

условиях. Конечными продуктами могут быть: молочная и масляная кислоты,

этиловый и бутиловый спирт, ацетон, С2О и Н2О. Промежуточные продукты –

исходный материал для образования в клетках аминокислот и жирных кислот

***Кислородный (аэробный)*** протекает в матриксе и на кристах митохондрий с участием О2.

Освобождается более 90% энергии. Расщепление углеводов продолжается за счет

расщепления молочной кислоты до Н2О и С2О. Энергетический эффект ***2600 кДж.***

2С3Н6О3 + 6О2 + 36АДФ + 36Н3РО4 → 6СО2 + 42 Н2О + **36АТФ**

*1088 кДж на тепло 1512 кДж в АТФ*

***90%***

***Цикл Кребса*** – последовательное превращение определенных органических кислот,

которое происходит в матриксе митохондрий. В результате превращений одной

молекулы С3Н6О3 образуются 2 молекулы АТФ, четыре пары атомов Н2,

которые являются носителями энергии для образования АТФ в дыхательной

цепи и 2 молекулы СО2, которые выделяются из клетки.

***Окислительное фосфорилирование***  процесс образования АТФ (фосфорилирование) в

результате переноса электронов по дыхательной цепи***.*** *Дыхательная цепь –*

∑ ферментов (флавопротеидов и цитохромов), встроенных во внутреннюю

мембрану митохондрий, которые обеспечивают перенос электронов от атомов

гидрогена (окисление) на кислород (восстановление). В ходе реакций постепенно

высвобождается энергия химических связей и ее аккумулирование в АТФ.

Электроны гидрогена передаются по цепи дыхательных ферментов, освобождая

свою кинетическую энергию, соединяются с Н+  и образуют Н2О. Энергия,

которая при этом высвобождается, расходуется на синтез АТФ.

***Суммарное уравнение расщепления глюкозы:***

С6Н 12О2 + 6О2 + 38АДФ + 38Н3РО4 → 6 СО2 +44 Н2О + **38АТФ**

1204 кДж на тепло 1596 кДж в АТФ  ***45% 55%***

**Клеточное дыхание**  – это о к и с л е н и е субстрата, с целью получения энергии.

*Прямое окисление*: У, Ж, Б АТФ

А + О2 = АО2

*Окисление А за счет В*:

АН2 + В = А + ВН2

*Реакции с переносом электронов*

Fe 2+ → Fe 3+ + e-

Гликолиз

Подготовка к циклу лимонной кислоты

Цикл лимонной кислоты (цикл Кребса)

Цепьпереноса электронов

|  |
| --- |
| Глюкоза |

**Гликолиз**2АТФ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Пировиноградная кислота |  | 38АТФ |

38 АТФ

|  |
| --- |
| Ацетилкофермент А |

2АТФ

|  |
| --- |
| **Дыхательная цепь** |

Н2О

|  |
| --- |
| Пул  водорода |

1/2 О2

**Цикл Кребса**

СО2

***Гликолиз*** – последовательность реакций, в результате которых одна молекула глюкозы расщепляется на 2 молекулы пировиноградной кислоты

Крахмал Гликоген

Глюкоза

АТФ

АДФ

Глюкозо-6-фосфат

Фруктозо-6-фосфат

АТФ

АДФ

Фруктозо-1,6-бифосфат

Дигидрооксиацетонфосфат Глицеральдегид-3-фосфат

2. НАД ФН

2. НАД. Н2

2. 1,3-дифосфоглицериновая кислота

2 АДФ

2 АДФ

2. 3-фосфоглицериновая кислота

2 АДФ

2 АТФ Н2О

2. пировиноградная кислота

***Суммарная реакция гликолиза:***

С6Н 12О2 → 2С3Н4О3 + 4 Н + 2АТФ

**Потребление и выход веществ в процессе гликолиза**

|  |  |
| --- | --- |
| **Потребление** | **Выход** |
| 1 молекула глюкозы | 2 молекулы пировиноградной кислоты |
| 2 АТФ | 4 АТФ |
| 4 АДФ | 2 АДФ |
| 2. НАД | 2. НАД. Н2 |
| 2ФН | 2 Н2О |

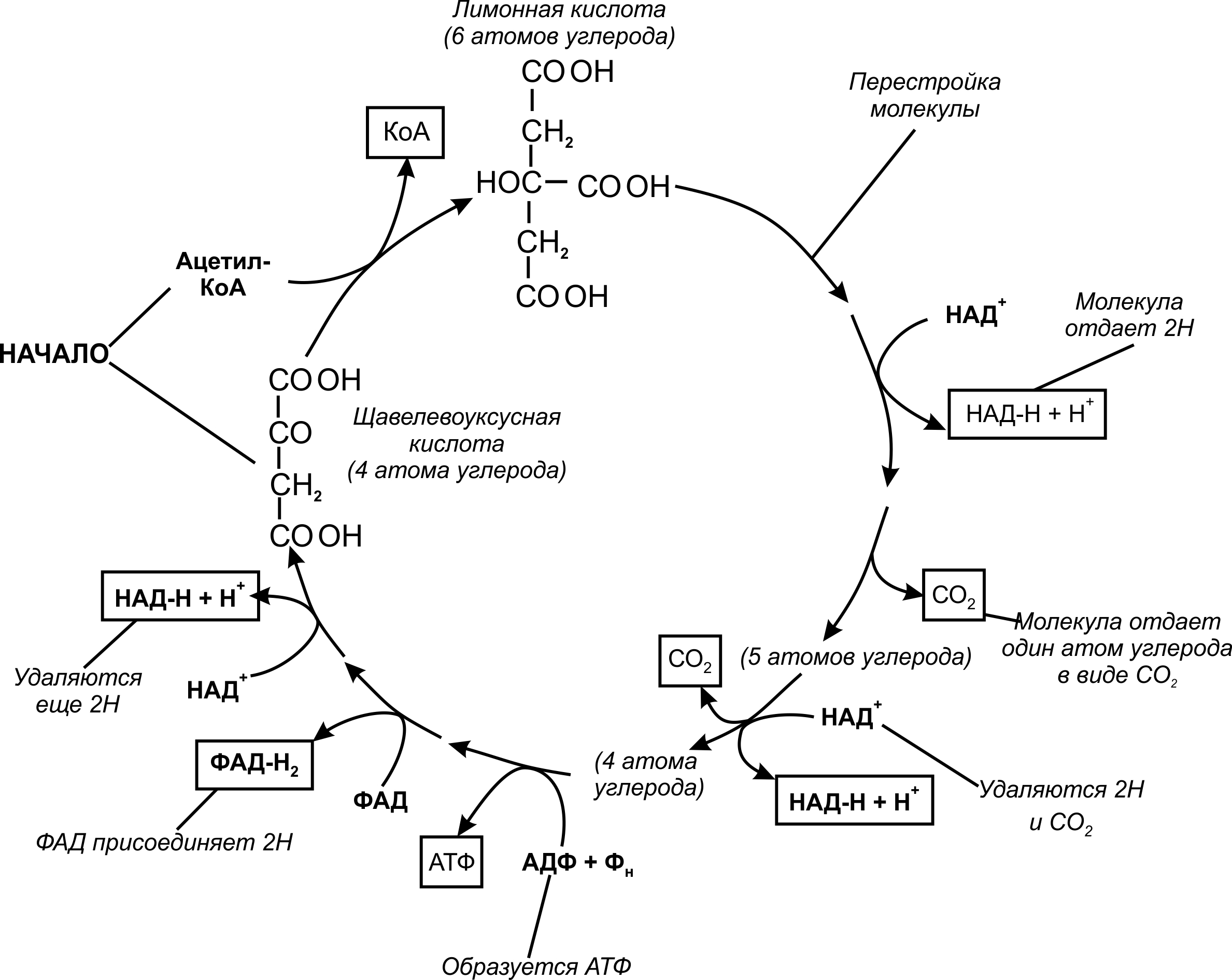
**Подготовка к циклу лимонной кислоты**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **КОФЕРМЕНТ**  **А** | **Н+** | **ПИРУВАТ**  **СН3**  **С = О**  **С = О**  **О-** |  | **СН3**  **С = О**  **КОФЕРМЕНТ А** |
| **Н+** |
|  |
| **НАД+** | **СО2** |

|  |
| --- |
| **НАД. Н2** |

**-**

**Цикл лимонной кислоты**



**Следует запомнить:**

1.Выдыхаемый нами СО2 – побочный продукт. Каждая молекула пирувата, подвергающаяся описанным выше превращениям, отдает все три своих углеродных атома в видеСО2: одна молекула образуется в ходе превращения пирувата в ацетильную группу, а две другие – в цикле лимонной кислоты,

2. Атомы гидрогена отщепляются на разных этапах цикла лимонной кислоты и передаются акцепторам электорнов, НАД+  и ФАД, которые при этом превращаются соответственно в НАД, Н2 и ФАД, Н2.

3. Одна молекула АТФ образуется непосредственно в каждом обороте цикла лимонной кислоты.

4. Цикл лимонной кислоты можно описать следующим суммарным уравнением:

Щавелевоуксусная кислота + Ацетил- КоА + АДФ + Фн + 3НАД+ + ФАД →

Щавелевоуксусная кислота + 2 СО2 + КоА + АТФ + 3НАД, Н2 + ФАД, Н2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Последовательности реакций** | **Исходные соединения** | **Конечные продукты** |
| Гликолиз | Глюкоза (С6)  (НАД+)  (АДФ, Фн) | Пируват (С3­­)  НАД · Н + Н­­­­+  АТФ |
| Подготовка к циклу лимонной кислоты | Пируват (С3)  (Ко-А)  (НАД+) | СО2  Ацетил-КоА (С2)  НАД · Н + Н­­­­+ |
| Цикл лимонной кислоты | Ацетил-КоА (С2)  (АДФ, Фн)  (НАД+)  (ФАД) | СО2  АТФ  НАД · Н + Н­­­­+  ФАД · Н­2­ |
| Цепь переноса электронов | НАД · Н + Н­­­­+  ФАД · Н­2­  О2­ | Н+-резервуар → АТФ  Н2О |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вещества** | **Состав** | **Выход энергии** | **В какой форме запасаются** |
| Углеводы | СН2О | 4 ккал/г | Гидратированной: поглощают много воды |
| Жиры | С, Н, О | 9 ккал/г | Гидрофобной: в виде концентри-рованных жировых капель |
| Белки | С, Н, О,  N, (S) | ~ 4 ккал/г | Не запасаются |