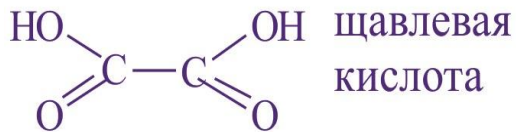
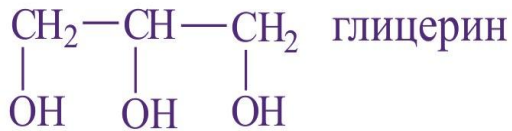


*Гетерофункциональные
органические соединения*

Соединения

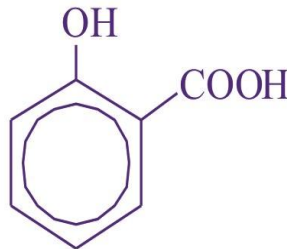
Полифункциональные:
2 и > функциональных групп



Гетерофункциональные:
разные функциональные группы



производные бензола

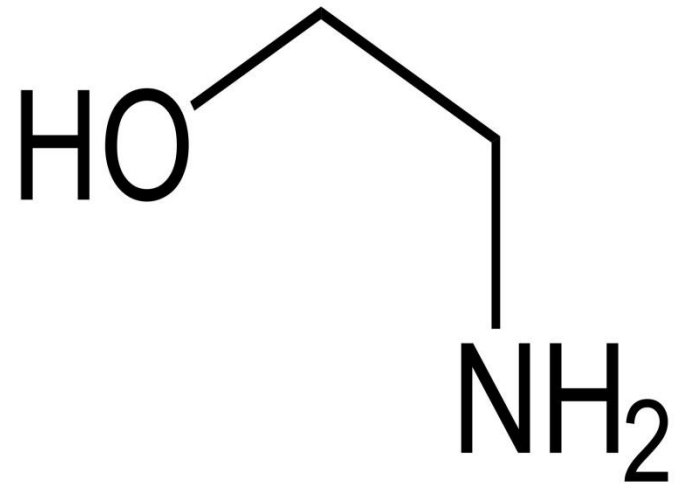
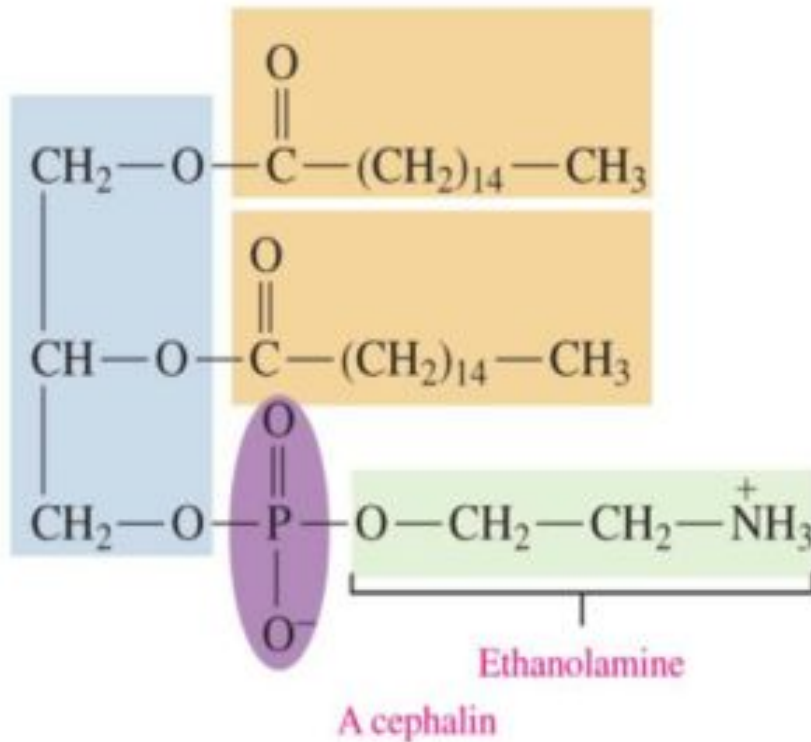


Полигетерофункциональные:
> 2 разных функциональных групп



Аминоспирты

Этаноламин (2-аминоэтанол, коламин) — простейший стабильный аминоспирт, является первичным амином и первичным спиртом.



В организме он образуется при декарбоксилировании аминокислоты серина. Дальнейшие пути превращений связаны либо с синтезом одного из фосфатидов — кефалина, являющегося фосфатидилэтанололамином, либо с превращением этаноламина в холин.

Синтез холина



Холин входит в состав:

1. фосфатидилхолина – компонента клеточных мембран
2. ацетилхолина – нейромедиатора

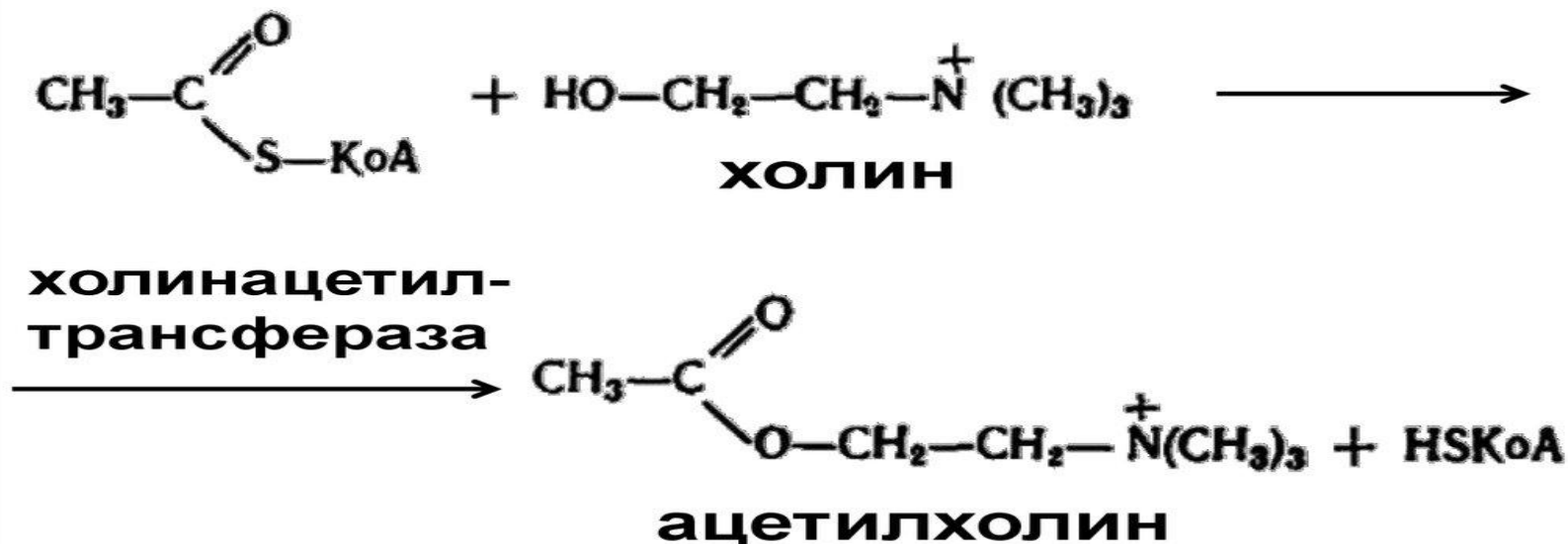
Холин — органическое соединение, четвертичное аммониевое основание, катион

2-гидроксиэтилтриметиламмония.

В организме из холина ферментом холин-ацетилтрансферазой синтезируется важнейший нейромедиатор-передатчик нервного импульса — ацетилхолин. Холин является важным веществом для нервной системы и улучшает память.

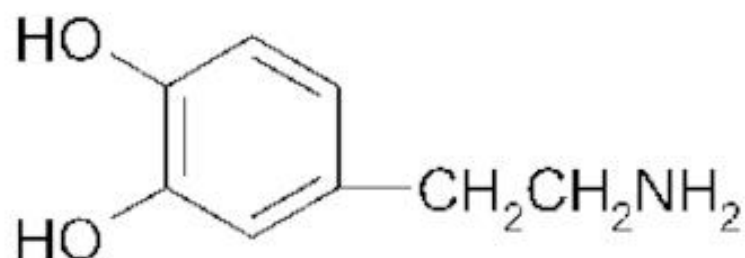
Входит в состав фосфолипидов (например, лецитина, сфингомиелина).

Синтез ацетилхолина

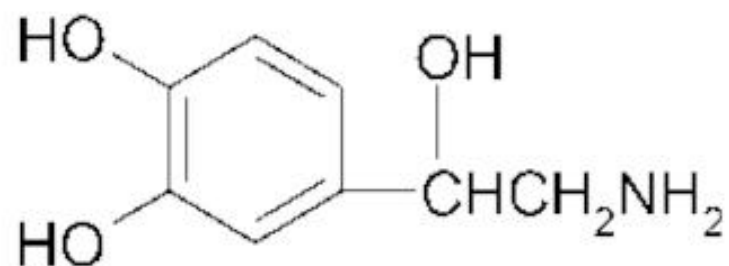


Катехоламины

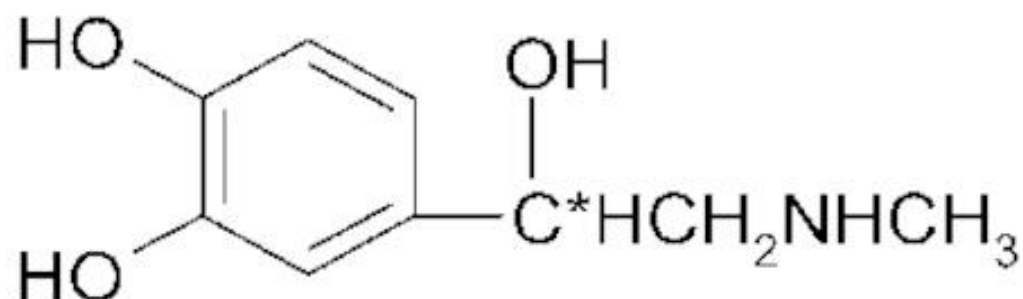
- дофамин



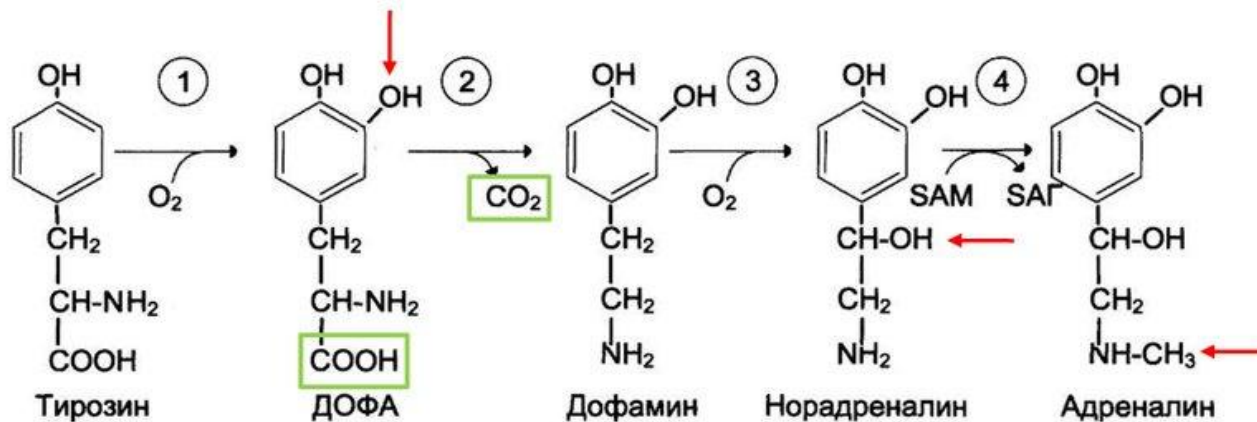
- норадреналин



- адреналин



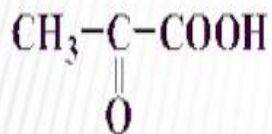
Синтез адреналина



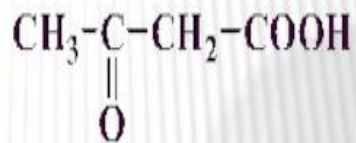
1. Гидроксилирование
2. Декарбоксилирование
3. Гидроксилирование
4. Метилирование

Во всех реакциях гидроксилирования используется H_4 -БП (тетрагидробиоптерин)

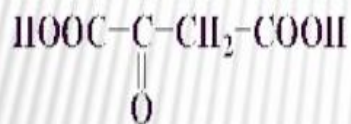
Оксокислоты – это гетерофункциональные соединения, содержащие карбонильную и карбоксильную группы.



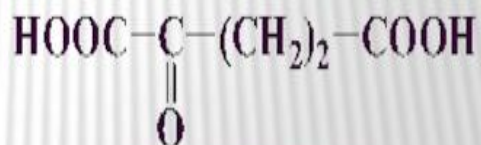
пировиноградная кислота



ацетоуксусная кислота

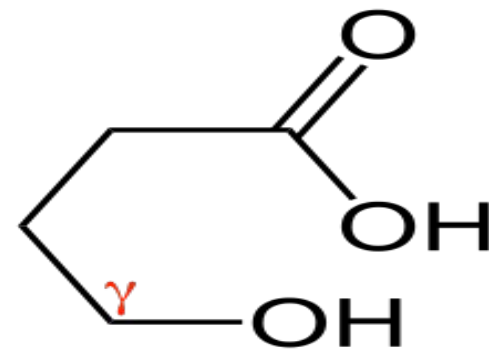
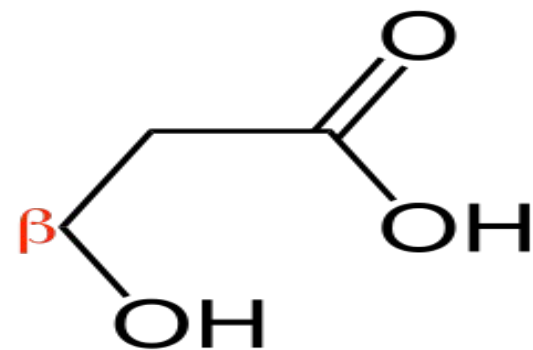
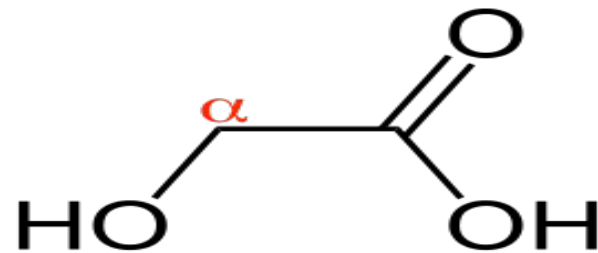


щавелевоуксусная кислота



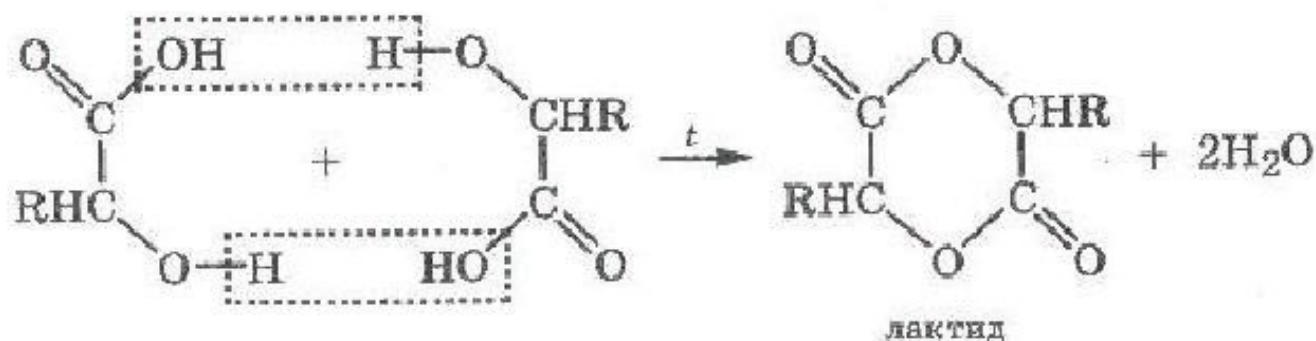
кетоглутаровая кислота

Гидроксикислоты

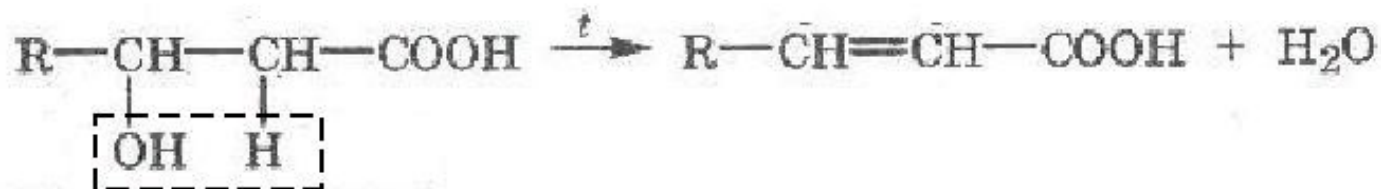


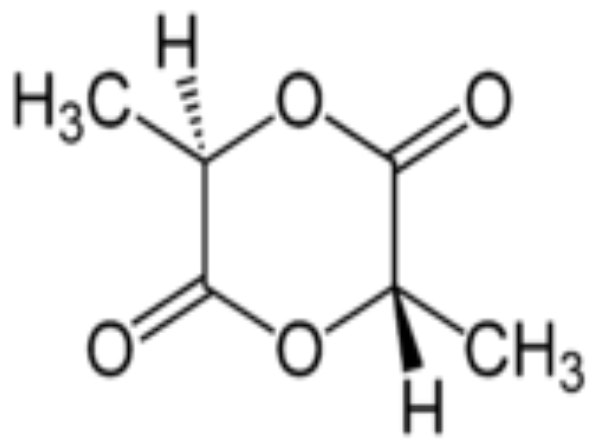
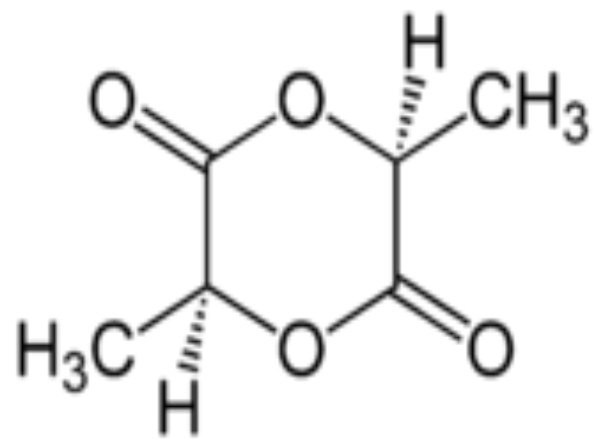
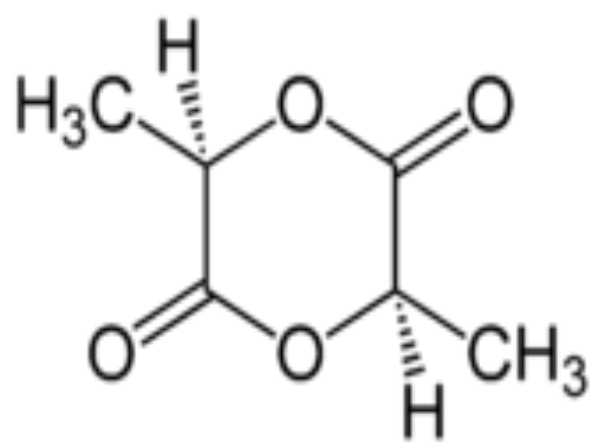
Специфические свойства

1. α -Гидроксикислоты дегидратируются межмолекулярно, с образованием *циклических сложных эфиров (лактидов)*

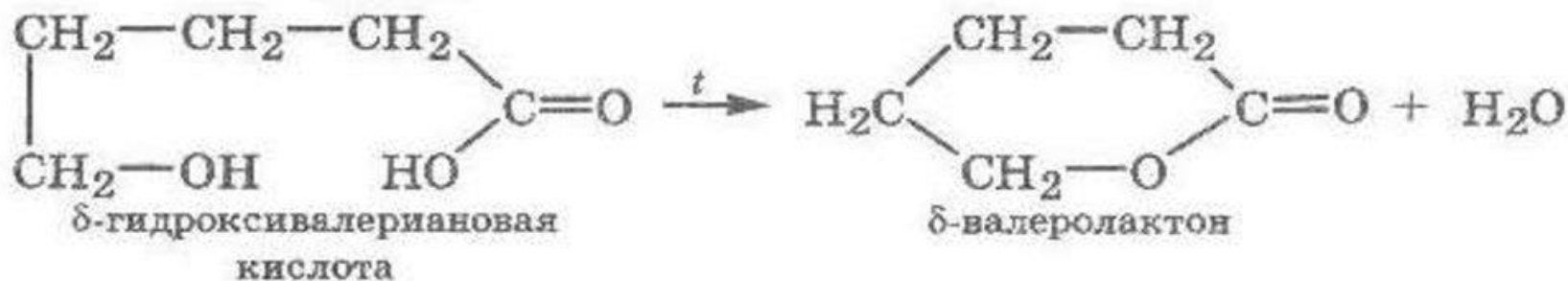
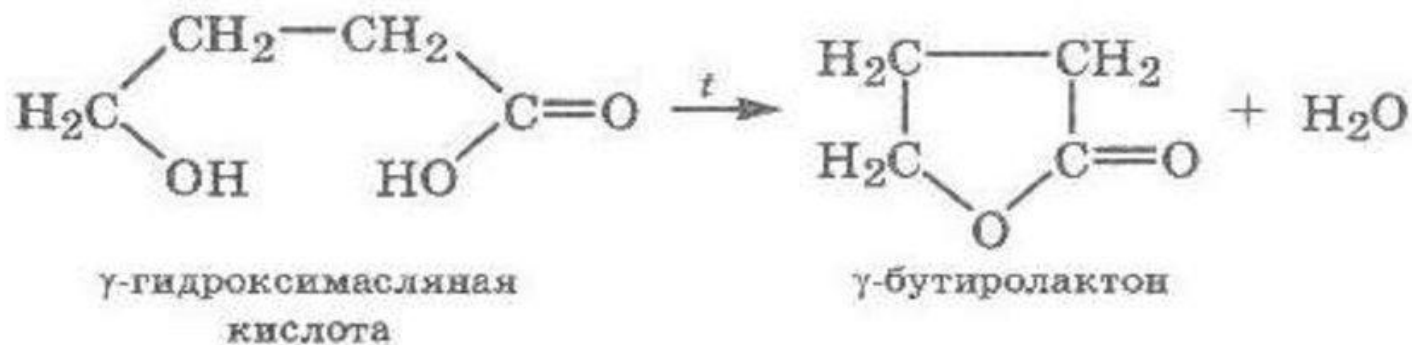


β -Гидроксикислоты дегидратируются внутримолекулярно, с образованием *непредельных кислот*.



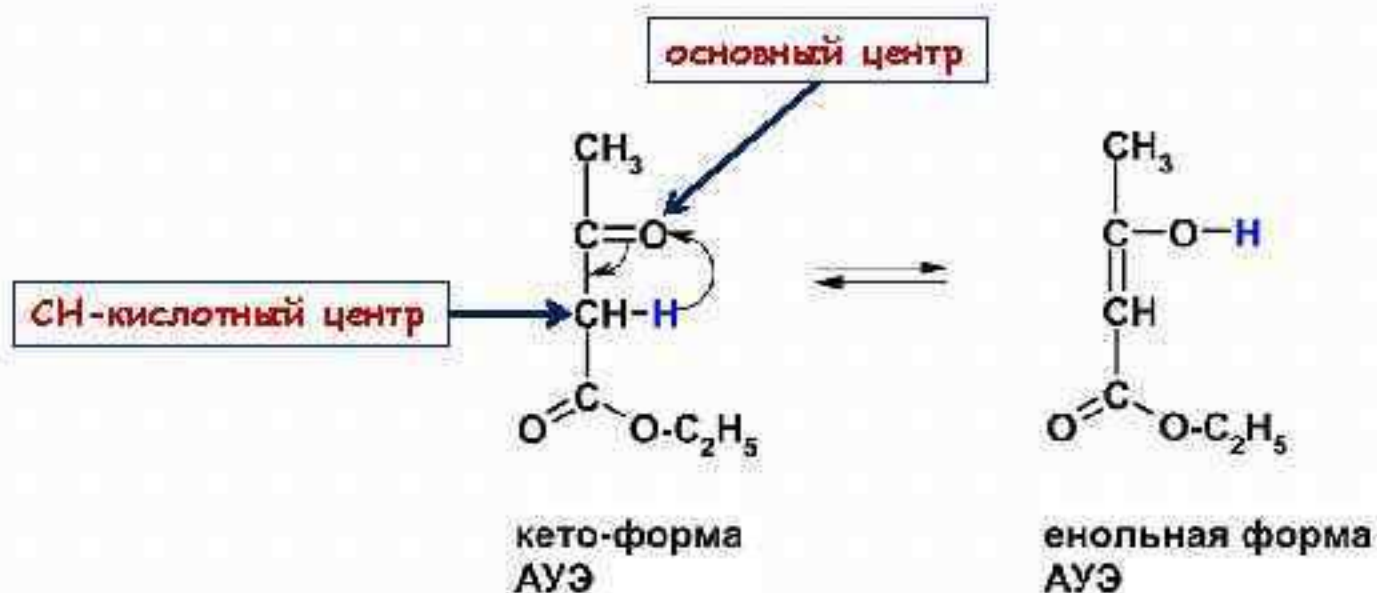


γ и δ-гидроксикислоты из-за близости –ОН и COOH – групп легко дегидратируются с образованием циклических внутренних сложных эфиров - **лактонов**



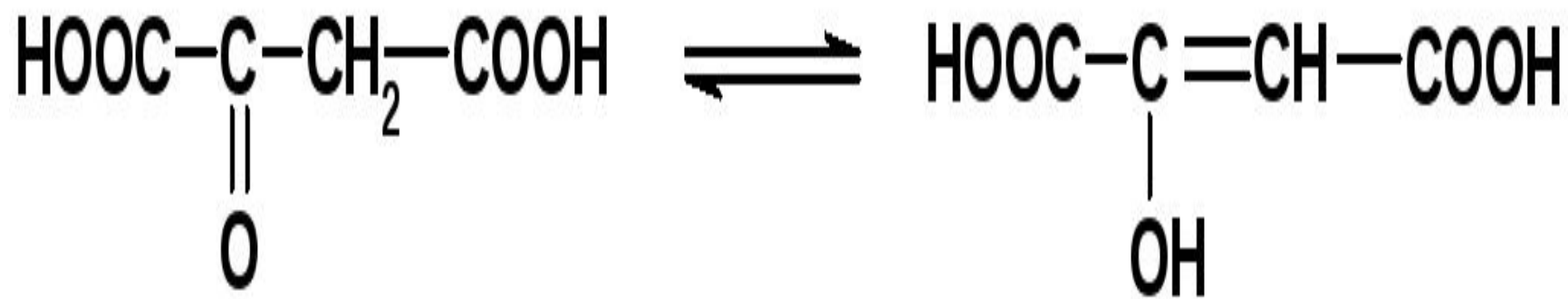
Кето-енольная таутомерия ацетоуксусного эфира

Таутомерия - способность химических соединений существовать в виде двух или нескольких структурных изомеров, находящихся в равновесии



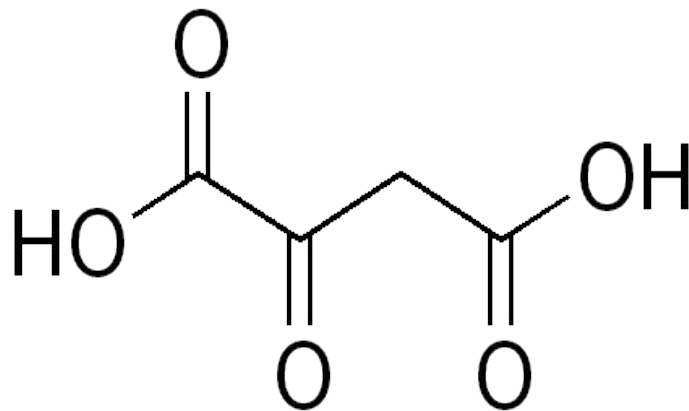
Прототропная таутомерия - перенос **протона** от одного атома к другому

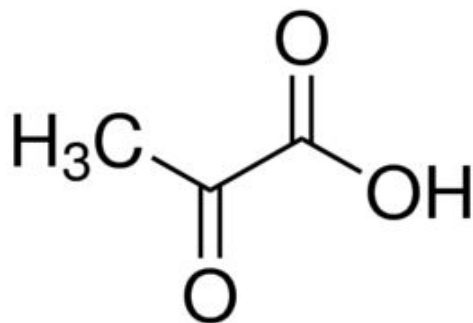
ЩАВЕЛЕВОУКСУСНАЯ КИСЛОТА



кетонная форма (20%)

енольная форма (80%)



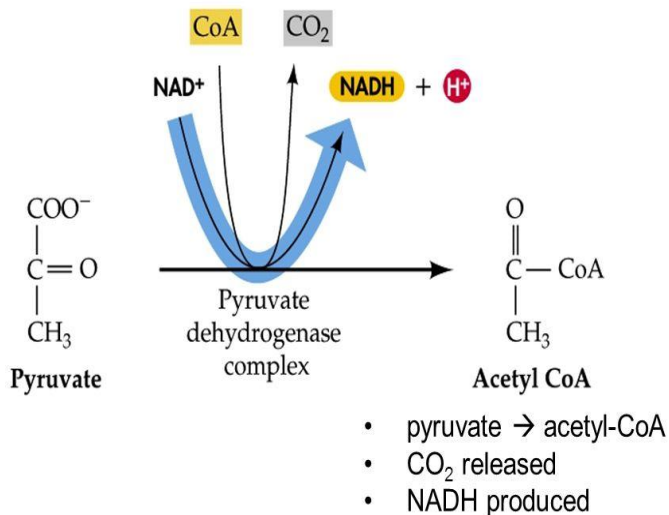


Пировиноградная кислота (альфа-кетопропионовая кислота) — простейшая кетокислота, занимает центральное место в превращениях углеводов, участвует в обмене аминокислот, важнейший продукт обмена веществ. ПВК- конечный продукт метаболизма глюкозы в процессе гликолиза.

В условиях достаточного поступления кислорода пировиноградная кислота превращается в ацетил-кофермент А. Он выступает в качестве основного субстрата для серии реакций, известных как цикл Кребса или цикл трикарбоновых кислот.

Если кислорода недостаточно, пировиноградная кислота подвергается анаэробному расщеплению с образованием молочной кислоты.

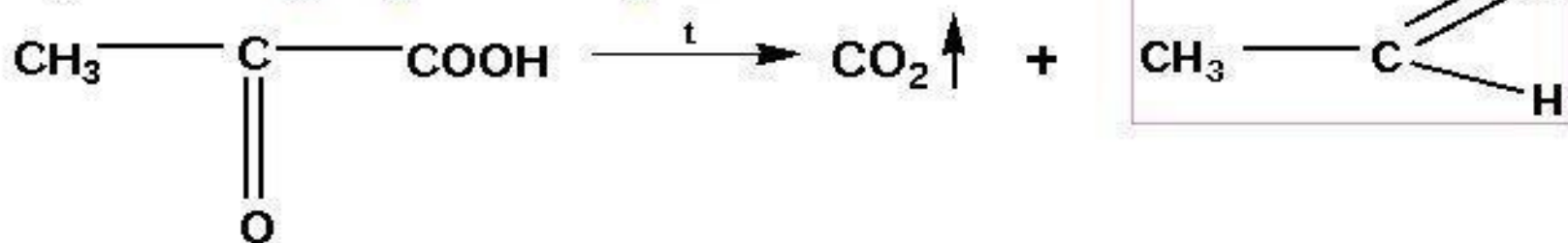
Pyruvate Oxidation



Специфические реакции пировиноградной кислоты

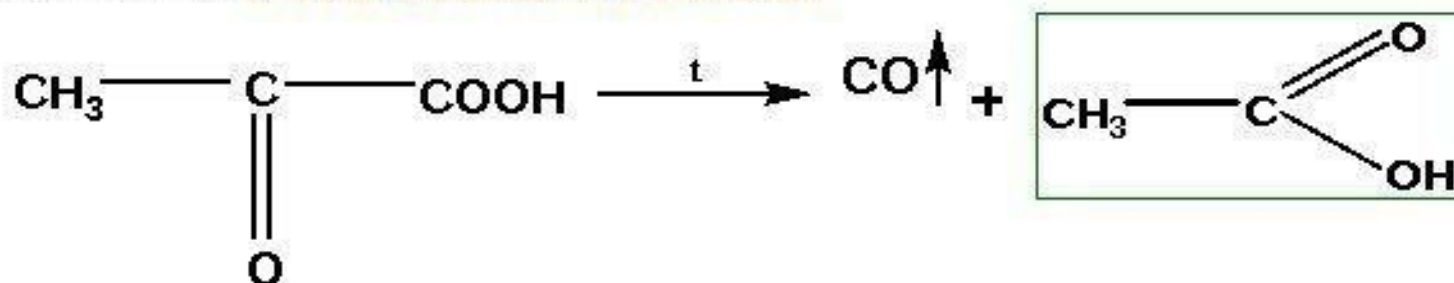
➤ Декарбоксилирование *in vitro*

При нагревании в присутствии H_2SO_4 разбавленной протекает декарбоксилирование



➤ декарбонилирование *in vitro*

При нагревании в присутствии H_2SO_4 концентрированной протекает декарбонилирование



4. Биологически важные классы гетерофункциональных соединений

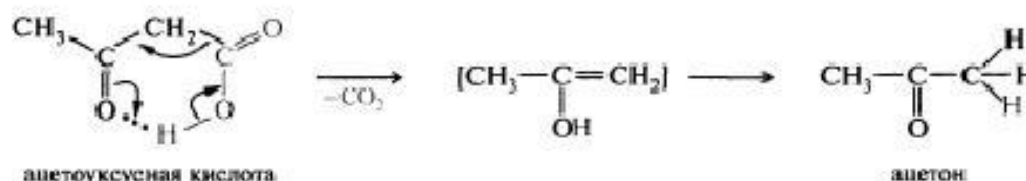
Оксокислоты

β-Оксокислоты

- **Ацетоуксусная кислота** $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_2\text{COOH}$ – представитель β-кетоникислот; образуется в процессе метаболизма высших жирных кислот.
- ❖ В свободном состоянии ацетоуксусная кислота – сиропообразная жидкость, при комнатной температуре медленно выделяющая CO_2 .
- ❖ Как продукт окисления β-гидроксимасляной кислоты накапливается в организме у больных сахарным диабетом («ацетоновые» или «кетонные» тела).



- ❖ Большое значение в связи с вопросами таутомерии и двойственной реакционной способности имеет ее этиловый эфир

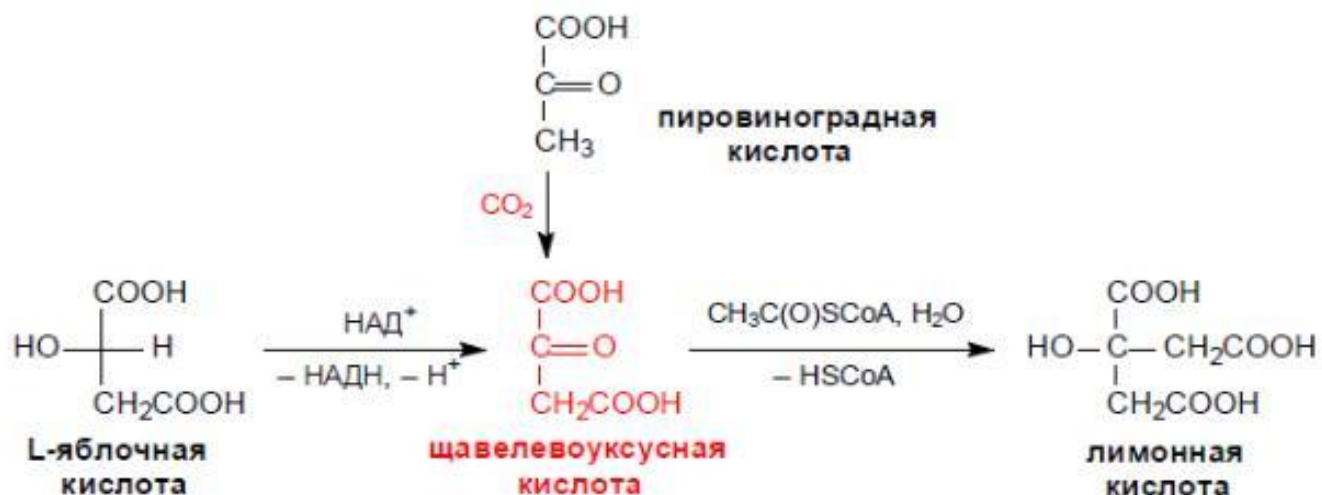


4. Биологически важные классы гетерофункциональных соединений

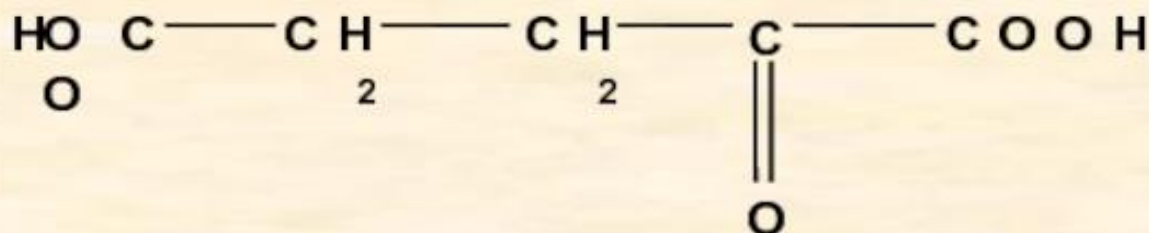
Оксокислоты

β-Оксокислоты

- **Щавелевоуксусная кислота** (ЩУК) $\text{HOOC-C(=O)-CH}_2\text{-COOH}$ одновременно является α- и β-кетокислотой; ее соли –
- ❖ Путем карбоксилирования пировиноградной кислоты ЩУК включается в цикл лимонной кислоты; в этом цикле она образуется при окислении L-яблочной кислоты и затем при конденсации с ацетилкоферментом А превращается в лимонную кислоту

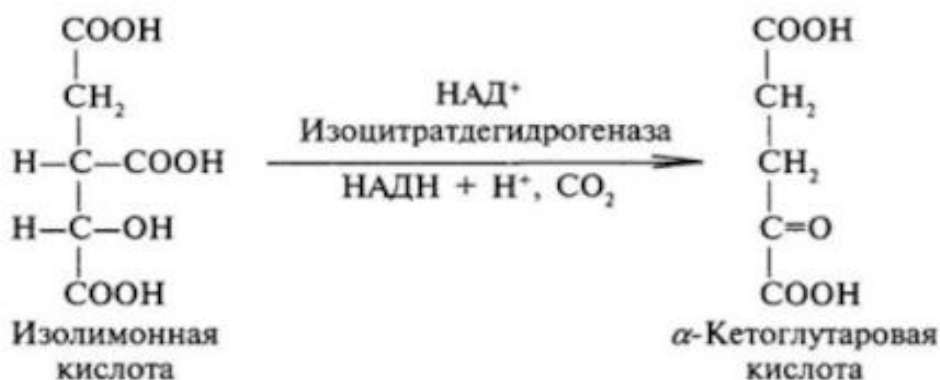


α -оксоглутаровая кислота



2-оксопентандиовая
кислота,
 α -кетоглутаровая
кислота

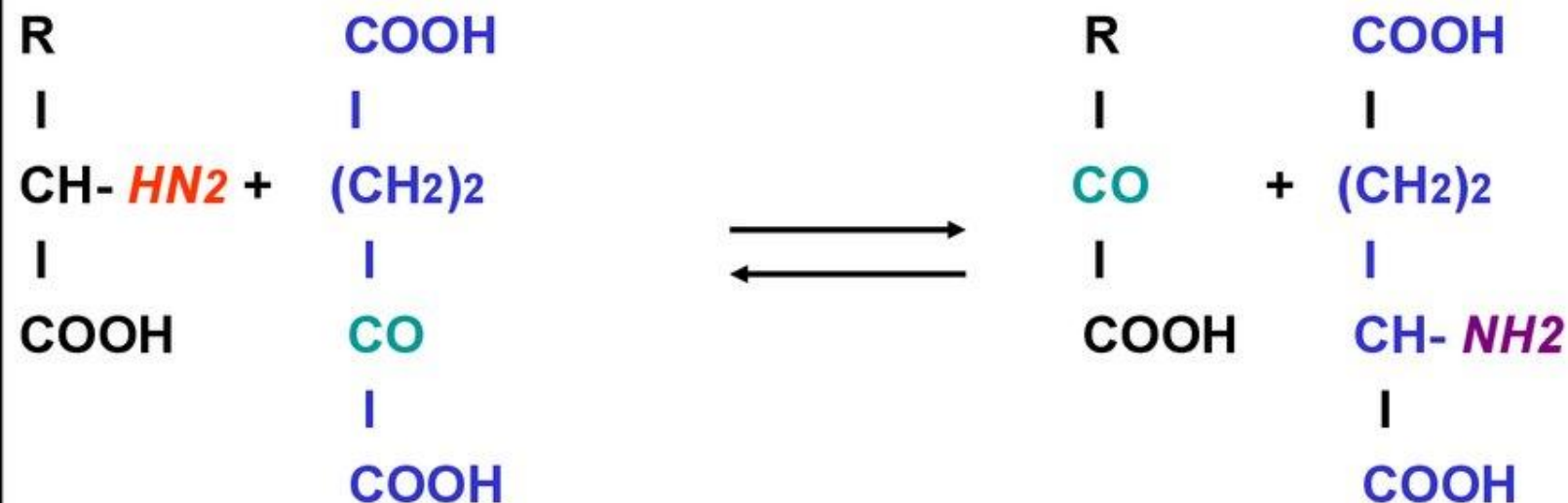
Ключевой продукт цикла Кребса, образуется в результате декарбоксилирования изолимонной кислоты.



α -Кетоглутарат — один из
важнейших переносчиков аммиака в
метаболических путях.

Аминогруппы от аминокислот
прикрепляются к α -кетоглутарату в
реакции трансаминирования и
переносятся в печень, попадая в
ЦИКЛ МОЧЕВИНЫ.

Трансаминирование

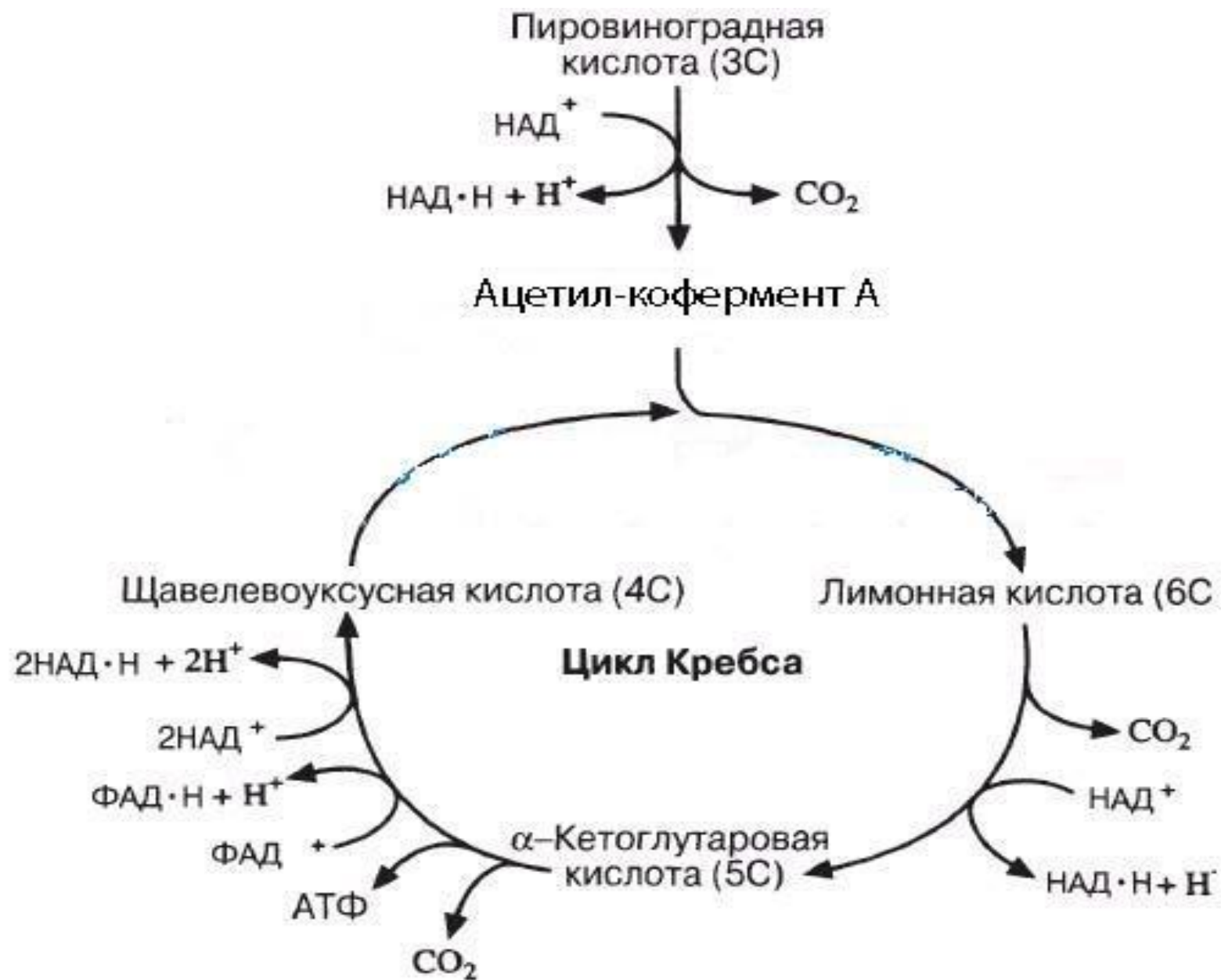


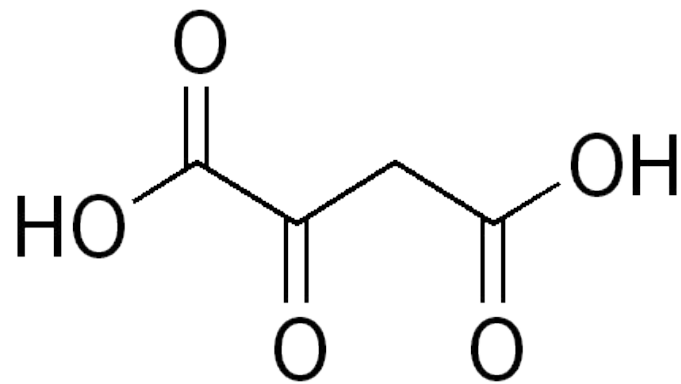
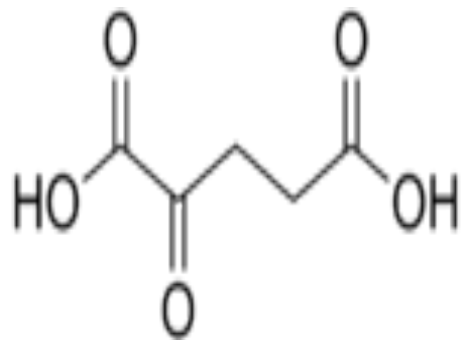
Трансаминированию подвергаются большинство аминокислот. Однако, основные доноры аминогрупп – **глу, асп, ала**;

Основные акцепторы аминогрупп **L-кетоглутаровая кислота** (превращается в глутаминовую),
щавелевоуксусная (превращается в аспарагиновую),
пировиноградная (превращается в аланин).

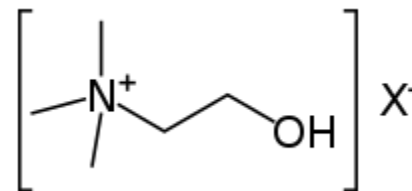
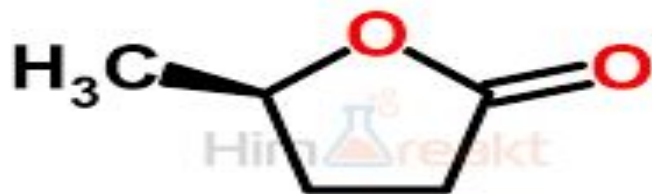
Конечный акцептор – **L-кетоглутаровая кислота**(коллекторная функция), которая превращается в глутаминовую.

Глутаминовая кислота – далее подвергается прямому окислительному дезаминированию





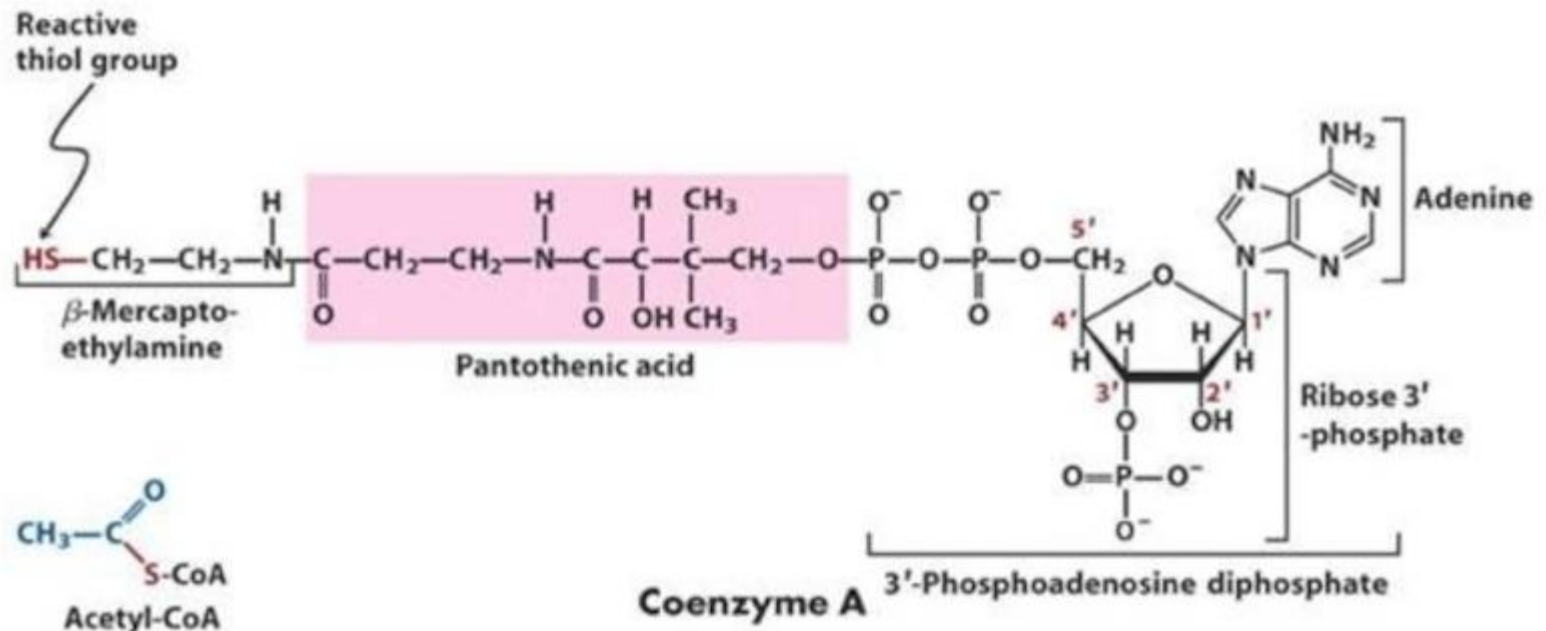
Спасибо за внимание!



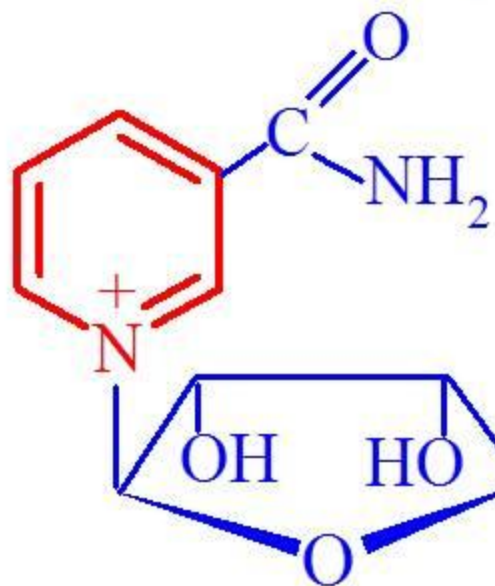
Тиоэфирная связь

$$\Delta G^{0'} = - 34 \text{ кДЖ/моль.}$$

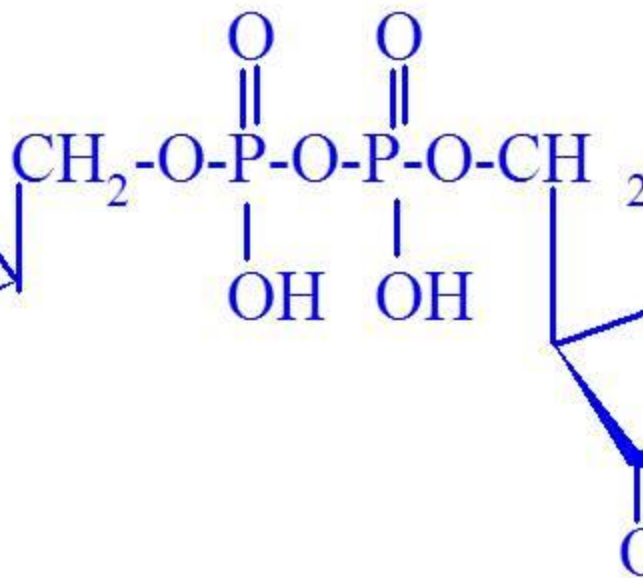
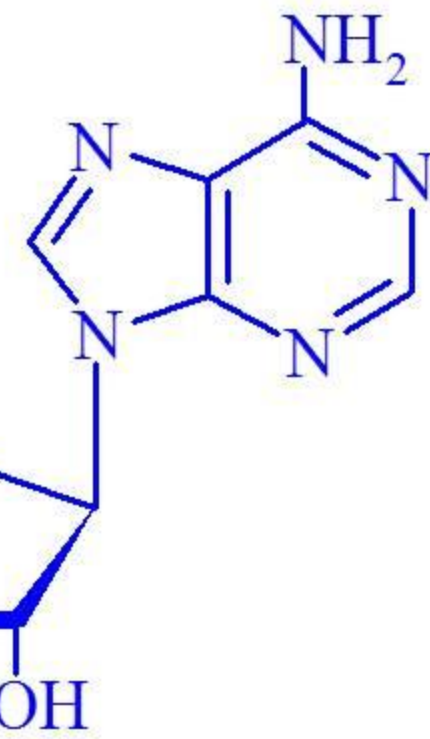
Представители: ацетил-КоА, сукцинил-КоА.



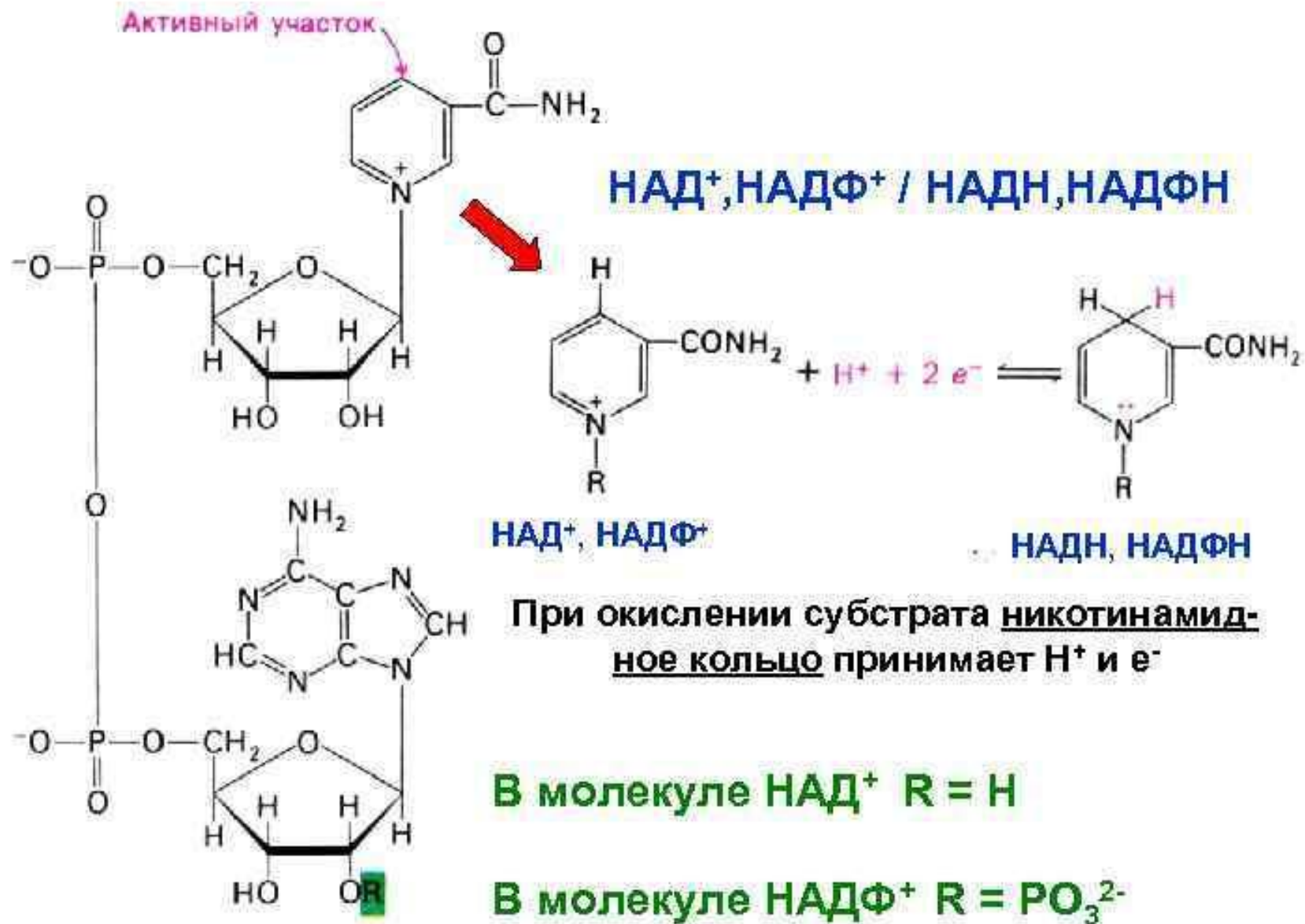
НИКОТИНАМИД



аденин



Никотинамададениндинуклеотид (НАД⁺)



S-аденозилметионин (SAM)

