

КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И КЛИНИЧЕСКОЙ БИОХИМИИ

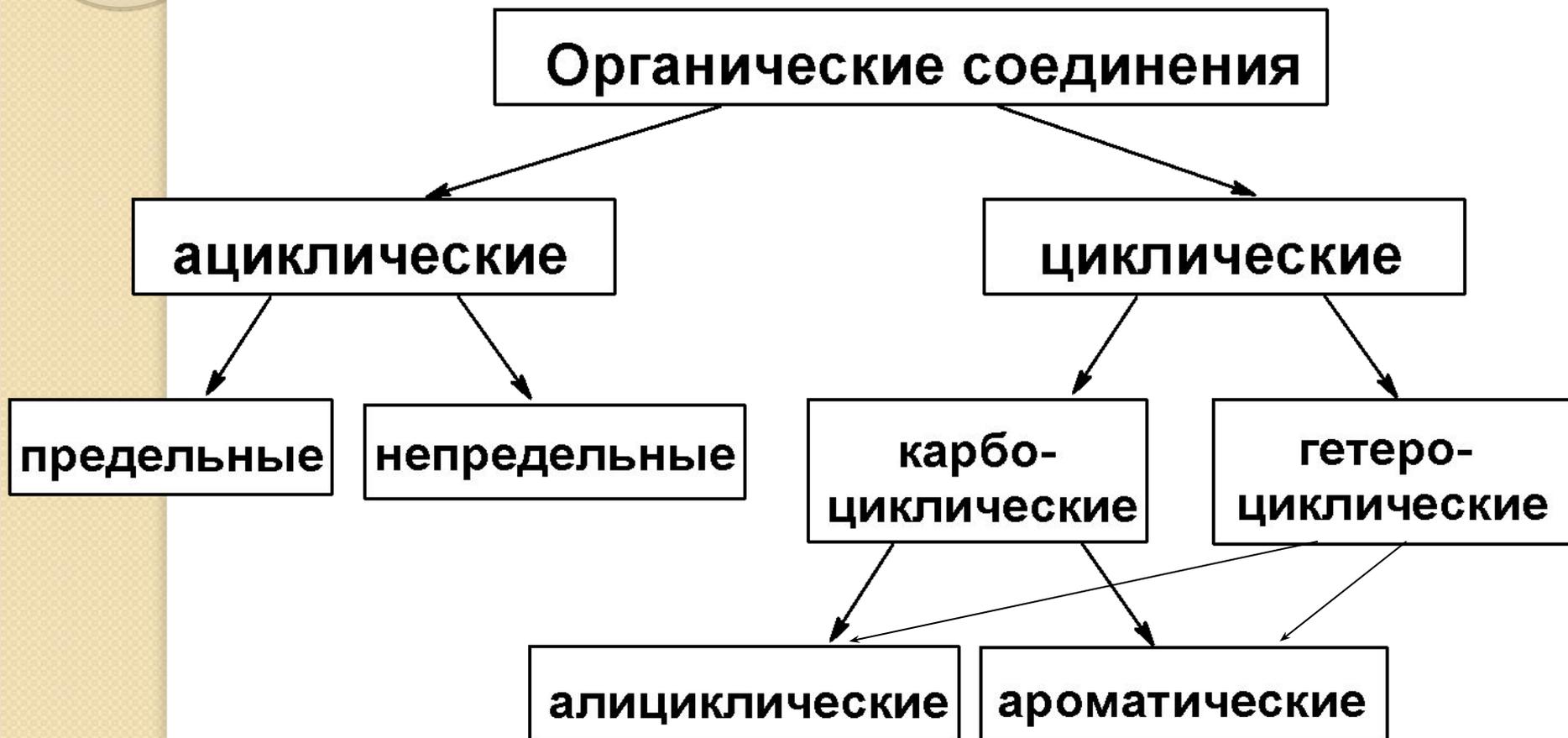
## *Лекция по ХИМИИ*

*тема:*

# Гетерофункциональные соединения

Краснодар  
2014

# Классификация органических соединений (по строению углеродного скелета)



# **Функциональная группа –**

**это атом или группа атомов,  
определяющие принадлежность  
соединения к определённомu  
классу и ответственные за его  
химические свойства**

# Функциональные группы

- Соединения с одной функциональной группой называют **монофункциональными**



- Соединения с несколькими одинаковым функциональными группами называют **полифункциональными**



- Соединения с несколькими разными функциональными группами называют **гетерофункциональными**



# Старшинство функциональных групп

Убывание старшинства

Функциональная группа	Префикс	Суффикс
$-\text{COOH}$	карбокси-	-карбоновая кислота
$\begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ -\text{C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$	оксо-	-аль
$\begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \end{array}$	оксо-	-он
$-\text{OH}$	гидрокси-	-ол
$-\text{SH}$	меркапто-	-тиол
$-\text{NH}_2$	амино-	-амин
$=\text{NH}$	имино-	-имин



**Гетерофункциональные  
соединения – органические  
полифункциональные  
вещества, содержащие  
различные функциональные  
группы**

## Наиболее частые сочетания:

**—COOH** и **—OH** гидроксикислоты

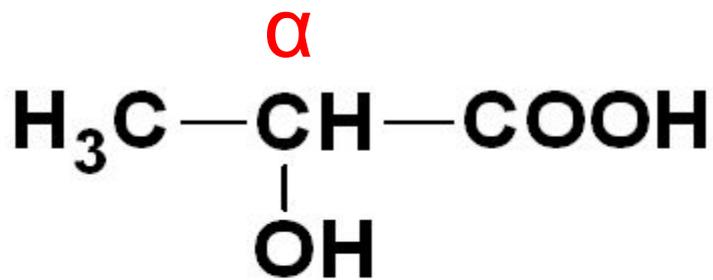
**—COOH** и **—NH<sub>2</sub>** аминокислоты

**—COOH** и  $\begin{array}{c} \text{—C—} \\ || \\ \text{O} \end{array}$  кетокислоты  
(оксокислоты)

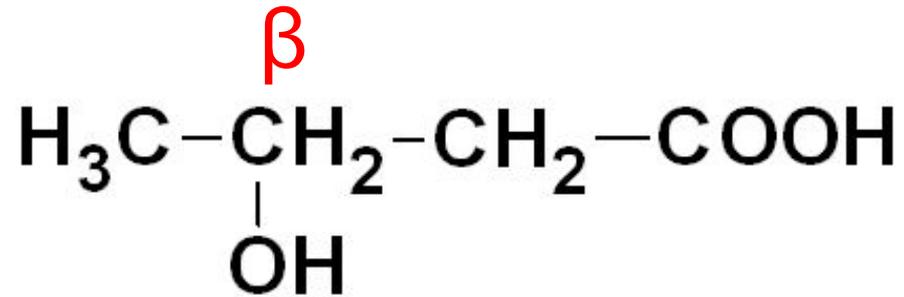
$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{—C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$  и **—OH** альдегидоспирты

**—OH** и **—NH<sub>2</sub>** аминоспирты

# Взаимное расположение функциональных групп



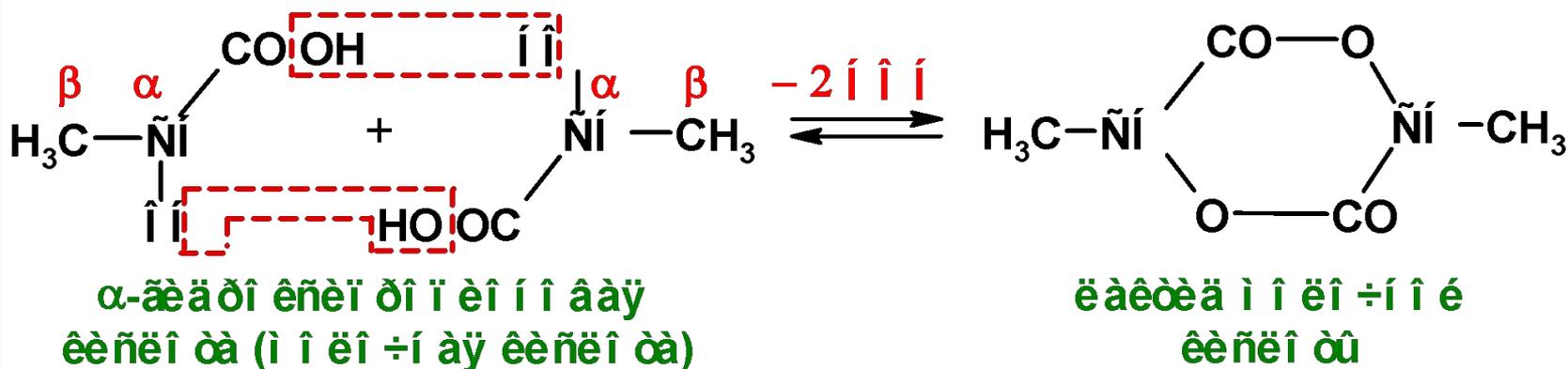
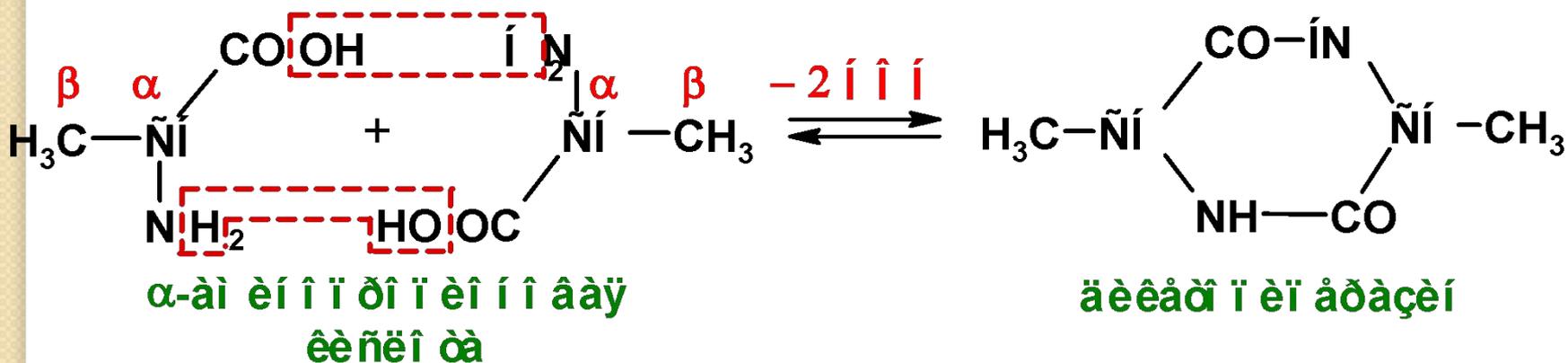
молочная кислота  
(лактат)



$\beta$ -гидроксимасляная  
кислота

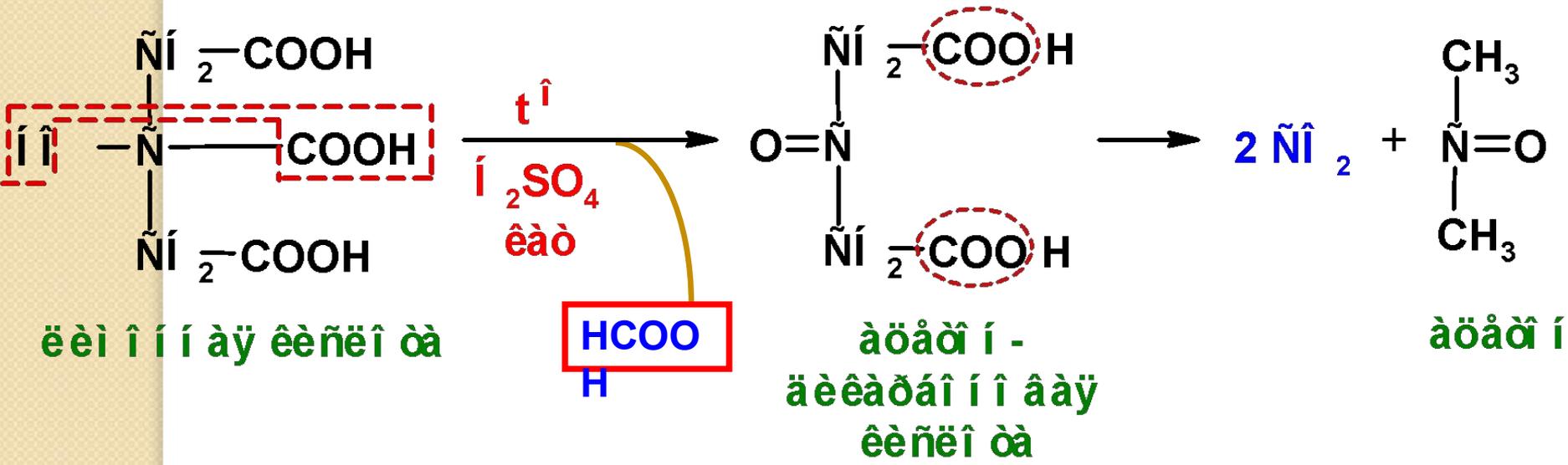
# Взаимное влияние функциональных групп ( $\alpha$ -расположение)

- внутримолекулярные реакции идут слабо, т.к. трёхчленные циклы не устойчивы;
- межмолекулярные реакции:



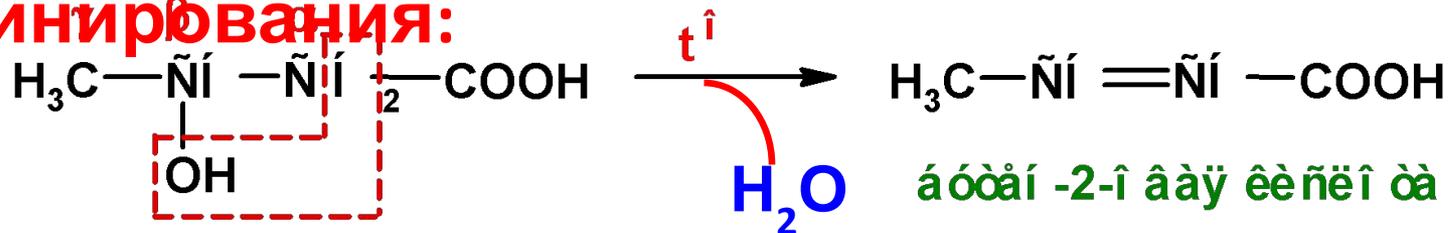
# Взаимное влияние функциональных групп (α-расположение)

## Реакция разложения лимонной кислоты

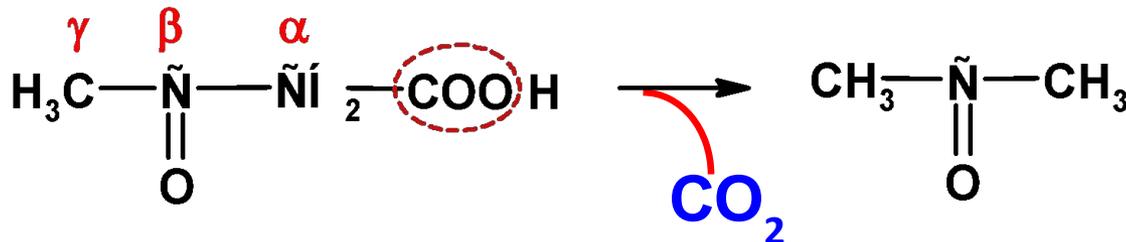


# Взаимное влияние функциональных групп (β-расположение)

При β-расположении идут реакции **элиминирования**:



β-âëä ðî êñëî àñëÿí àÿ  
êèñëî òà



β-í êñî ì àñëÿí àÿ  
êèñëî òà  
(àöâõî óêñîíí àÿ)

àöâõî í

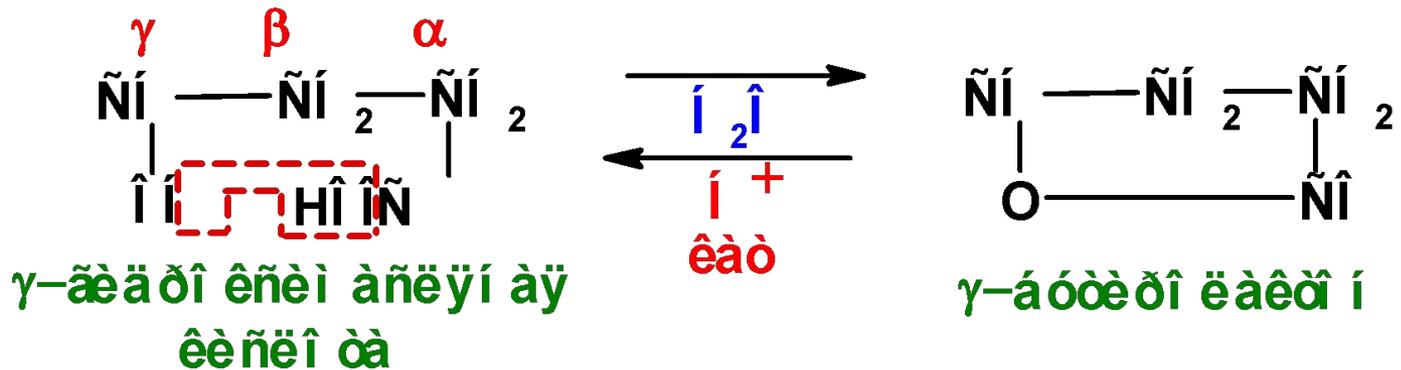
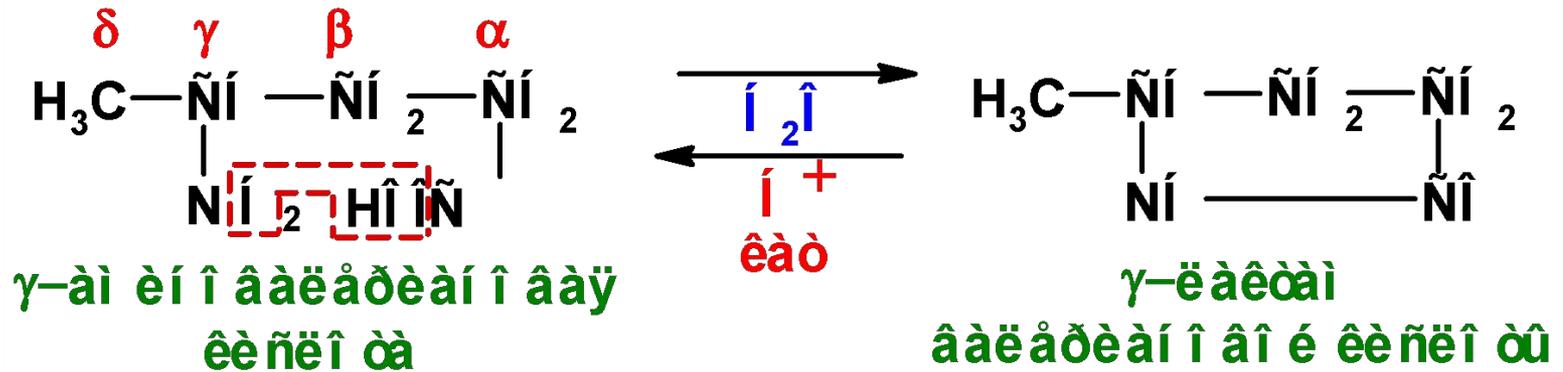
**кетонвые**

**теда**

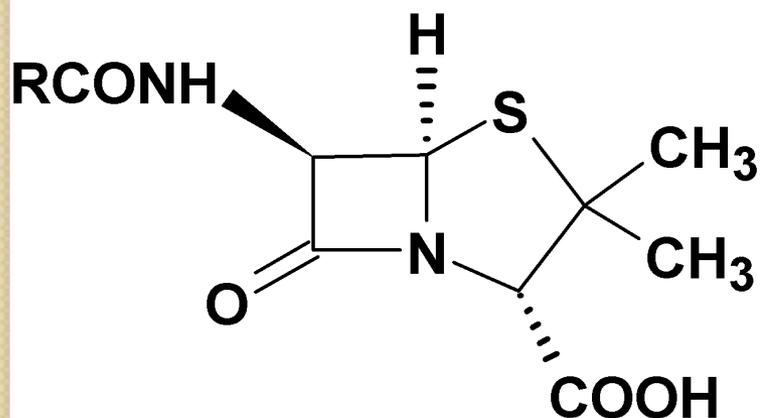


# Взаимное влияние функциональных групп ( $\gamma, \delta$ -расположение)

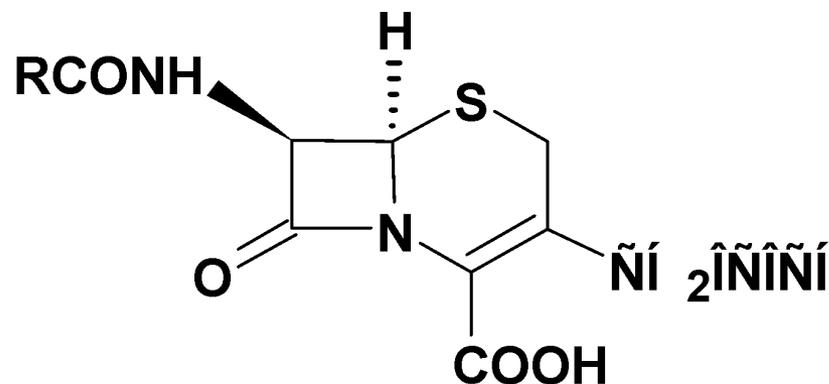
При  $\gamma, \delta$ -расположении идут внутримолекулярные реакции (E) дегидратации:



# β-лактамные антибиотики



общая структура  
пенициллинов

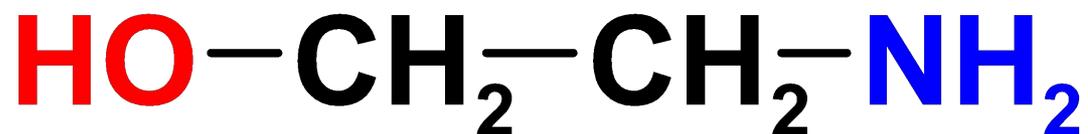


общая структура  
цефалоспоринов

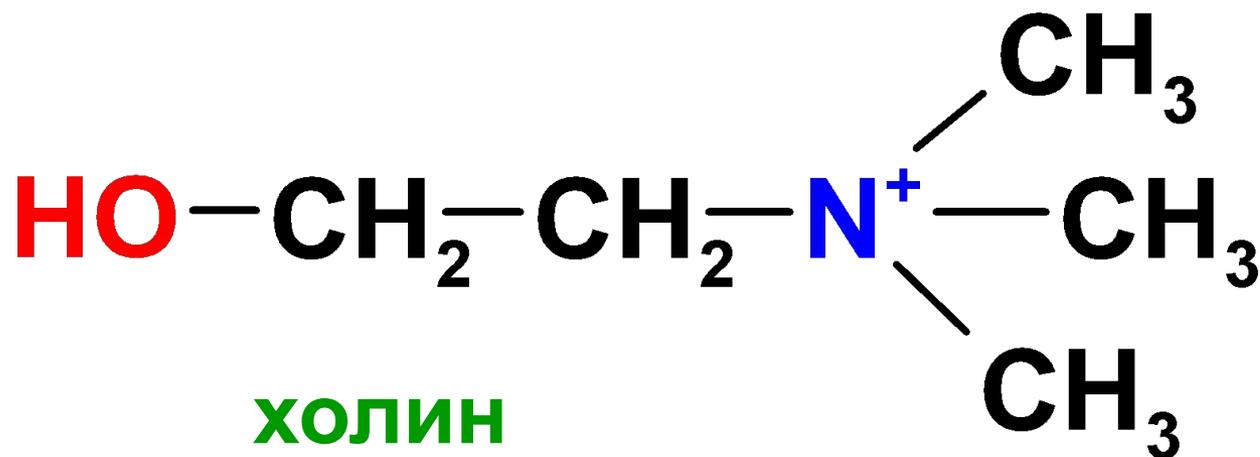
# Аминоспирты –

органические  
гетерофункциональные  
соединения, содержащие  
амино- ( $-\text{NH}_2$ ) и  
гидроксильную ( $-\text{OH}$ )  
группы

# Аминоспирты

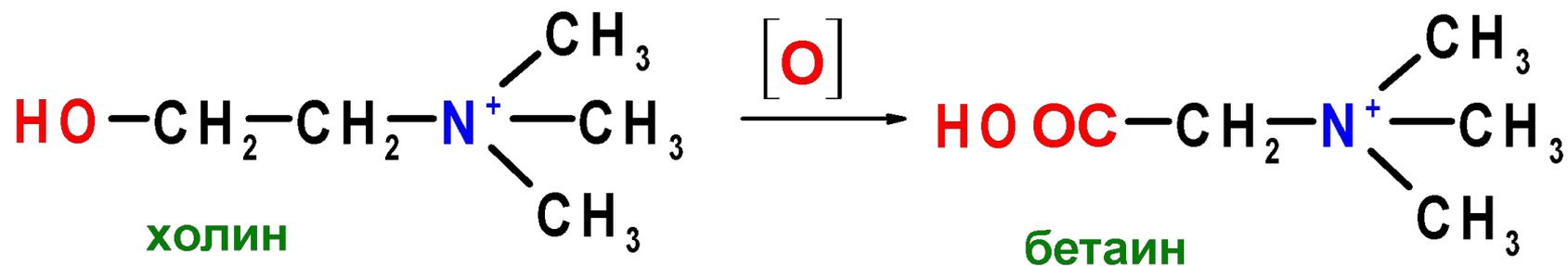


этаноламин (коламин)



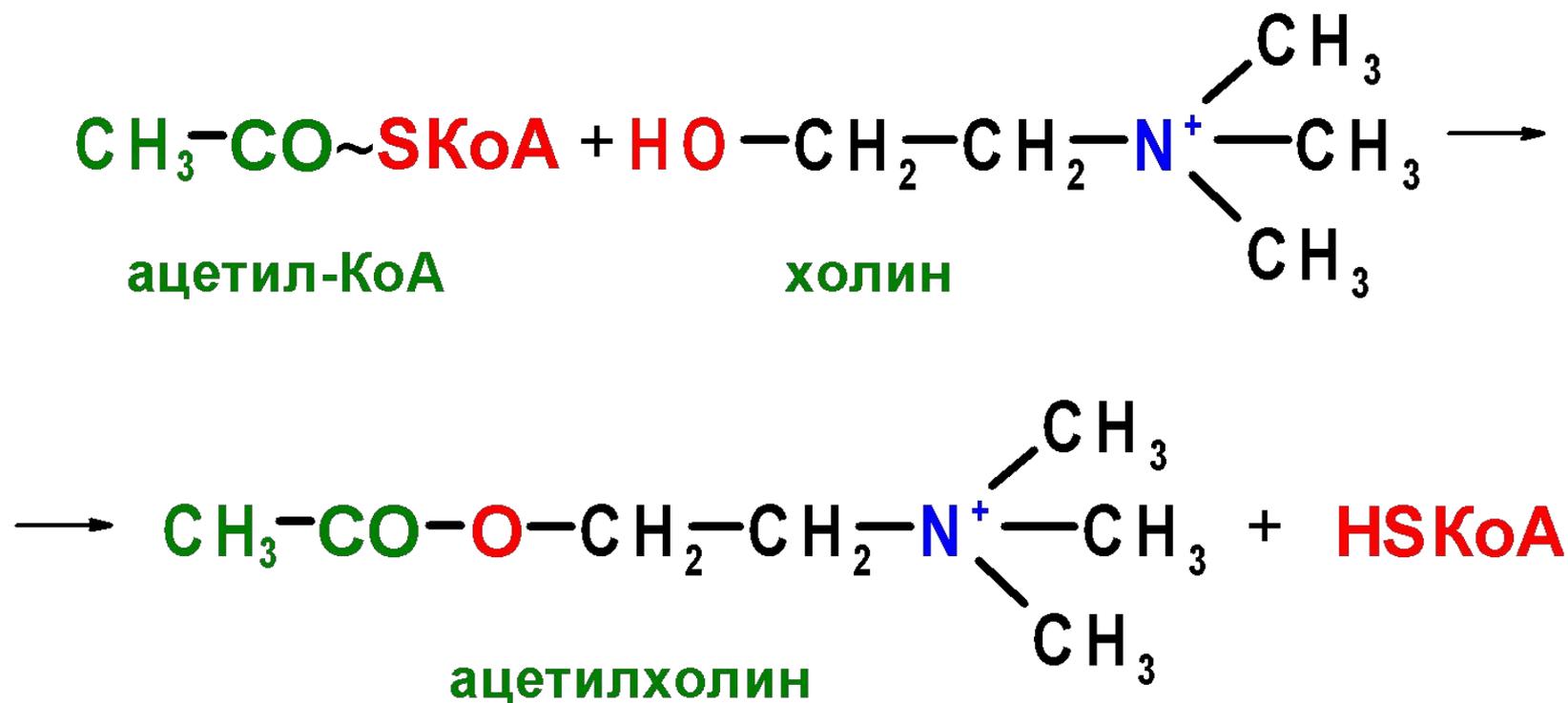
# Химические свойства холина

## 1. Реакция окисления

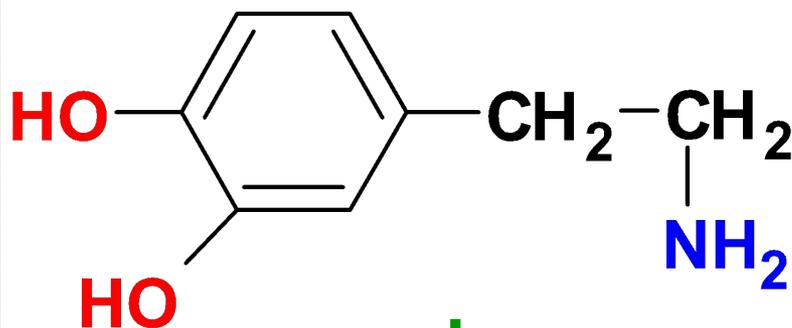


# Химические свойства холина

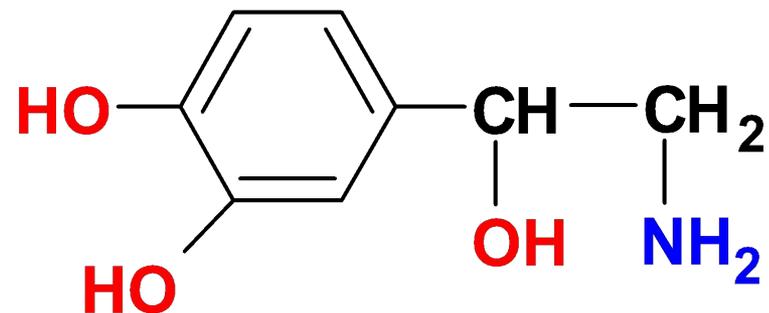
## 2. Реакция ацилирования



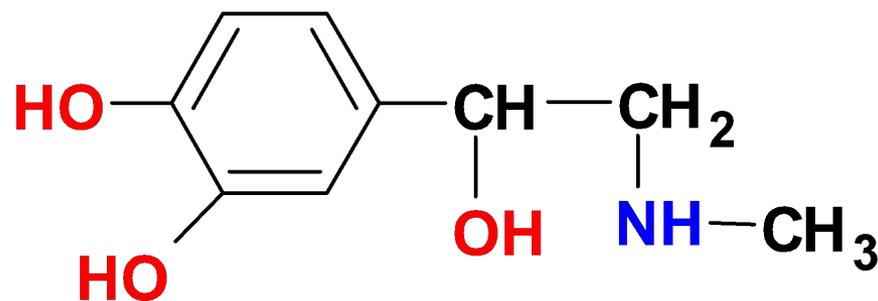
# Аминофенолы



дофамин



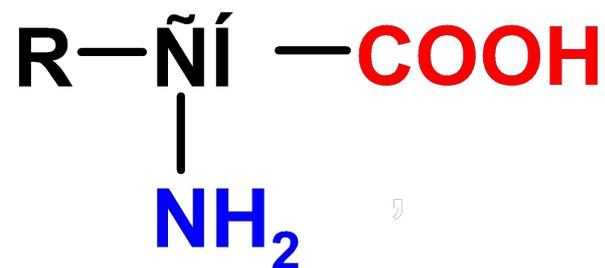
норадреналин



адреналин

# АМИНОКИСЛОТЫ –

это производные карбоновых кислот, у которых один атом водорода замещён на  $-\text{NH}_2$  группу. Это гетерофункциональные соединения, общая формула которых:



В состав белков организма человека входят только  $\alpha$ -амино-кислоты

# Классификация аминокислот

## По природе радикала:

- алифатические (15)
- циклические (5): → пролин не является

ароматическим

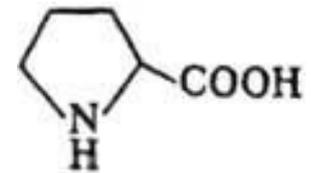
ароматические

карбоциклические

(тир, фен)

гетероциклические

(гис, три)



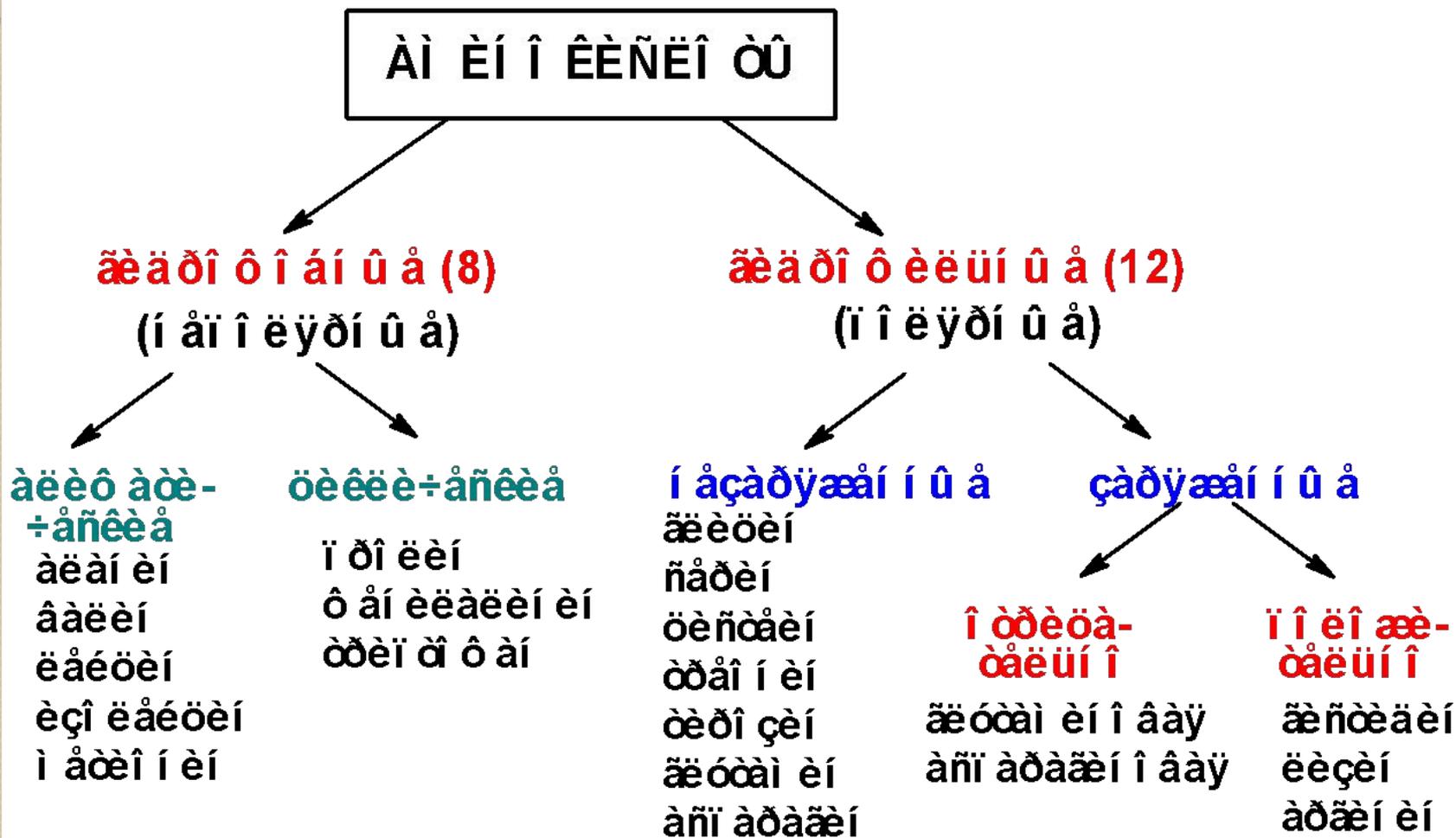
# Классификация аминокислот

## По характеру функциональных групп в радикале аминокислот:

- Нейтральные (моноамино-монокарбоновые: ала, вал, гли и др.)
- Кислые (моноаминодикарбоновые: глу, асп)
- Основные (диаминомонокарбоновые: лиз, арг)
- Серудодержащие (цис, мет)
- Гидроксиаминокислоты (тре, сер, тир)

# Класификация аминокислот

## По характеру радикала:



# Классификация аминокислот

## Аминокислоты

### заменимые

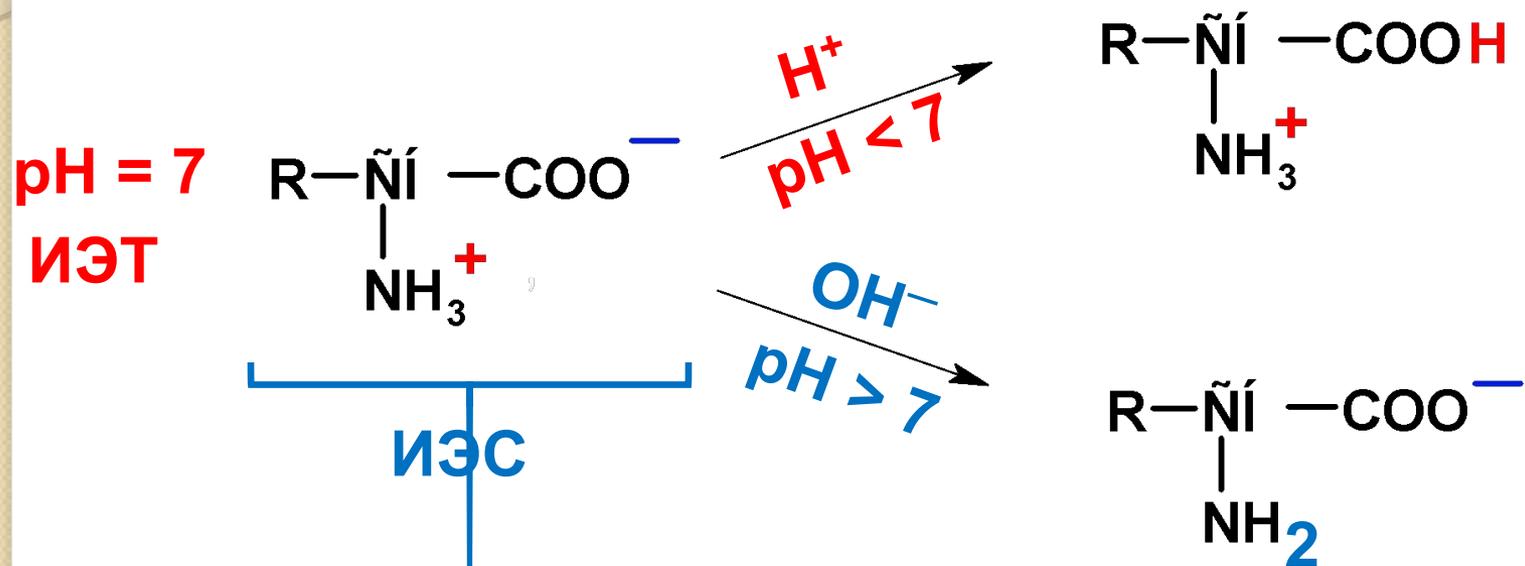
- гли
- ала
- сер
- цис
- тир
- глу
- глн
- асп
- асн
- про

### незаменимые

- вал
- лей
- илей
- три
- мет
- гис
- тре
- фен
- лиз
- арг

# Ионизация аминокислот

В водной среде функциональные группы аминокислот ионизируются:

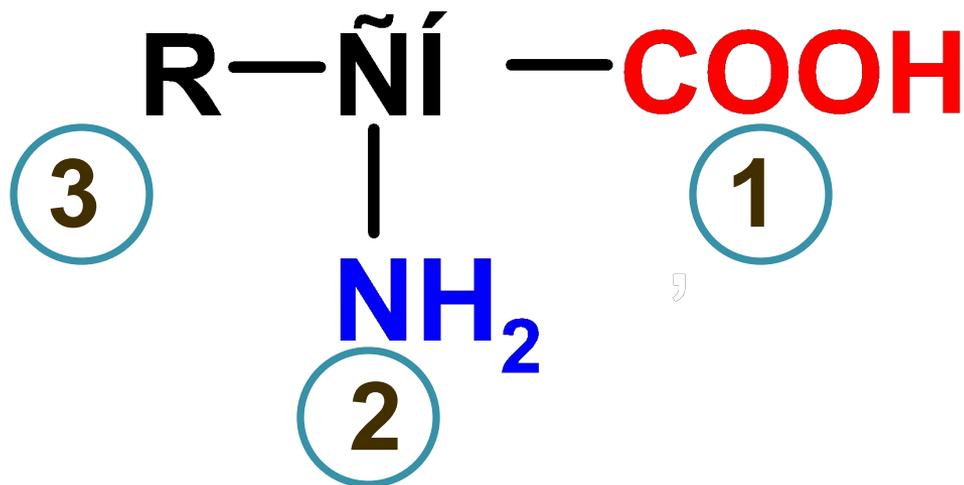


**ИЭС** — это состояние молекулы, при котором её суммарный заряд равен нулю.

**ИЭТ** — это значение  $\text{pH}$ , при котором наблюдается ИЭС.

# Химические свойства аминокислот

## Реакционные центры аминокислот



# Химические свойства аминокислот

## Реакции по карбоксильной группе

### 1. Реакция декарбоксилирования

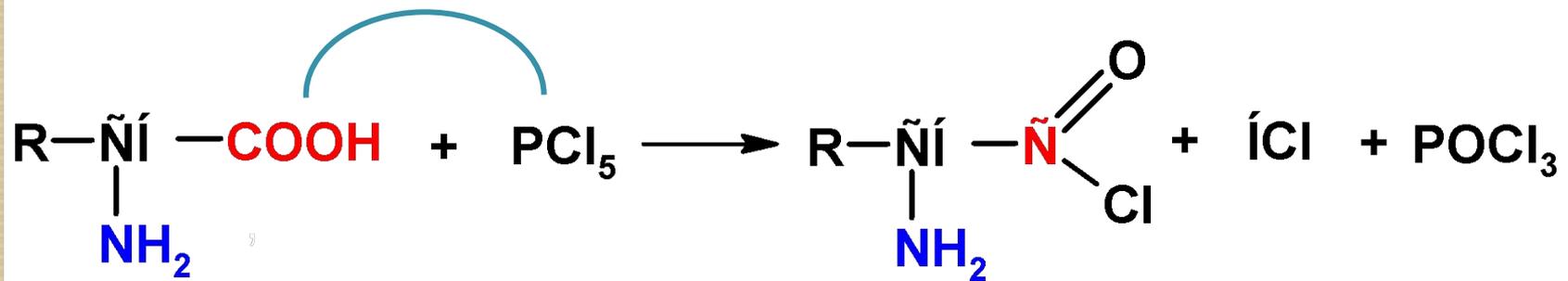




# Химические свойства аминокислот

## Реакции по карбоксильной группе

### 3. Реакция с $PCl_5$ (активация $-COOH$ группы)



$\alpha$ -аминокислота

α-аминокислота

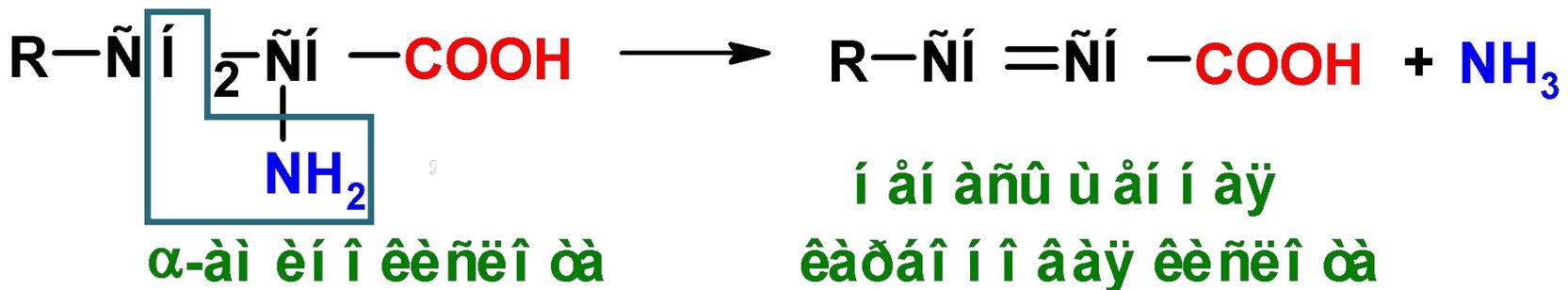




# Химические свойства аминокислот

## Реакции по аминогруппе аминокислот

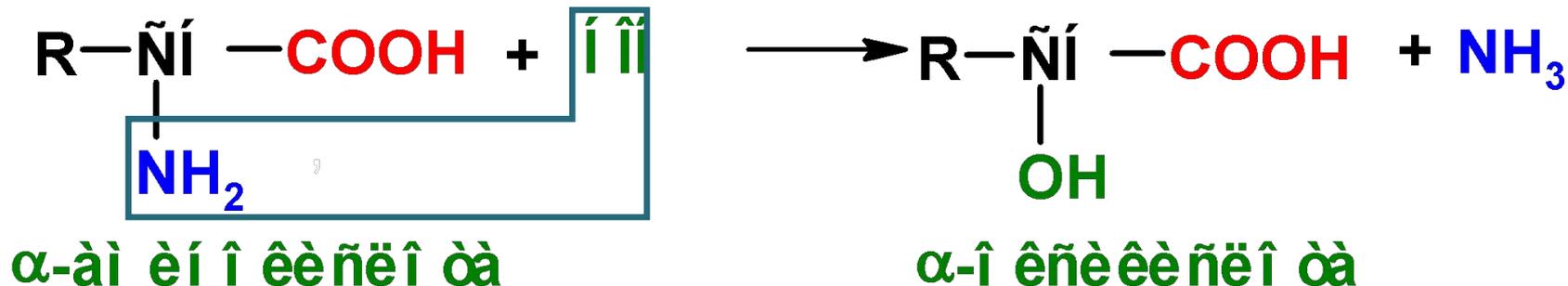
1. Реакции дезаминирования:  
б) внутримолекулярное



# Химические свойства аминокислот

## Реакции по аминогруппе аминокислот

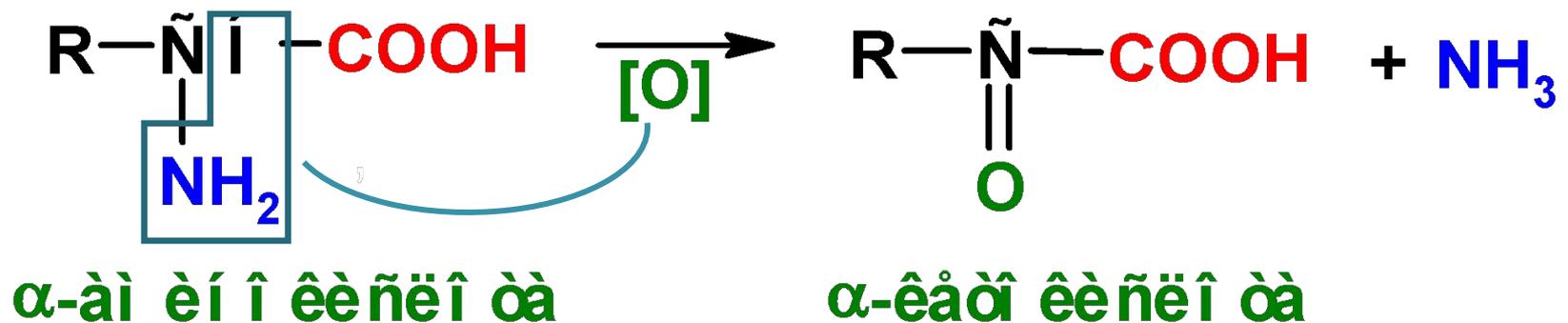
1. Реакции дезаминирования:  
в) гидролитическое



# Химические свойства аминокислот

## Реакции по аминогруппе аминокислот

1. Реакции дезаминирования:
  - а) окислительное

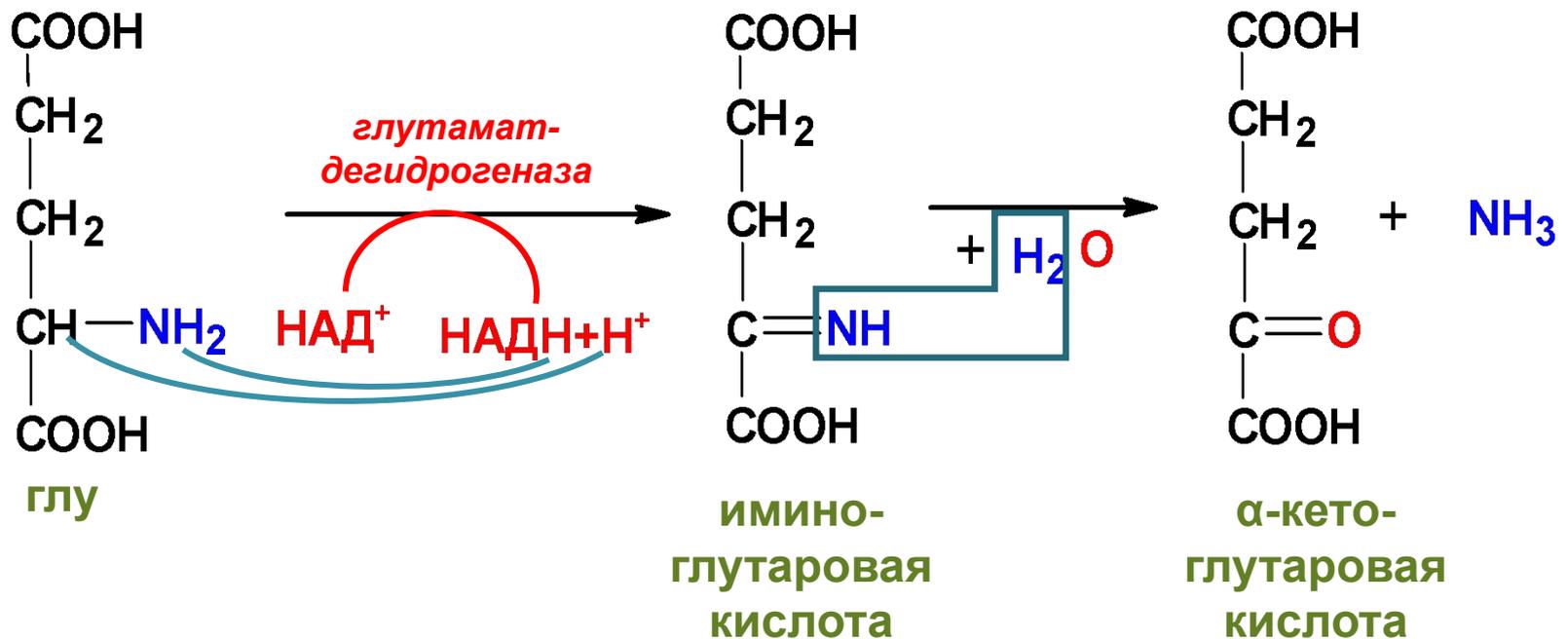


# Химические свойства аминокислот

## Реакции по аминогруппе аминокислот

### 2. Реакция дезаминирования *in vivo*:

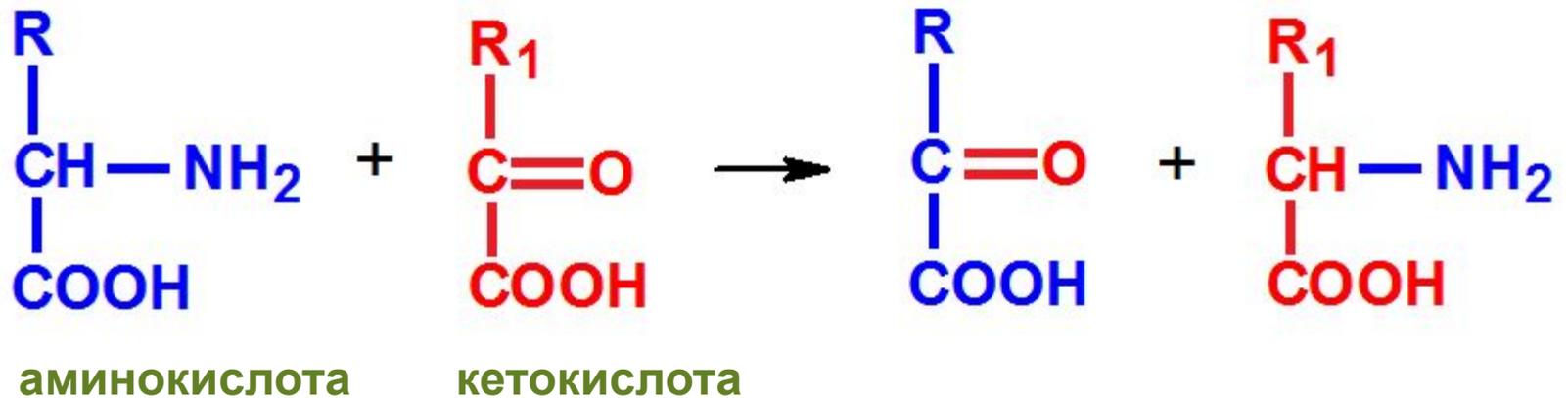
В организме идёт окислительное дезаминирование глу, т.к. активен фермент глутаматдегидрогеназа



# Химические свойства аминокислот

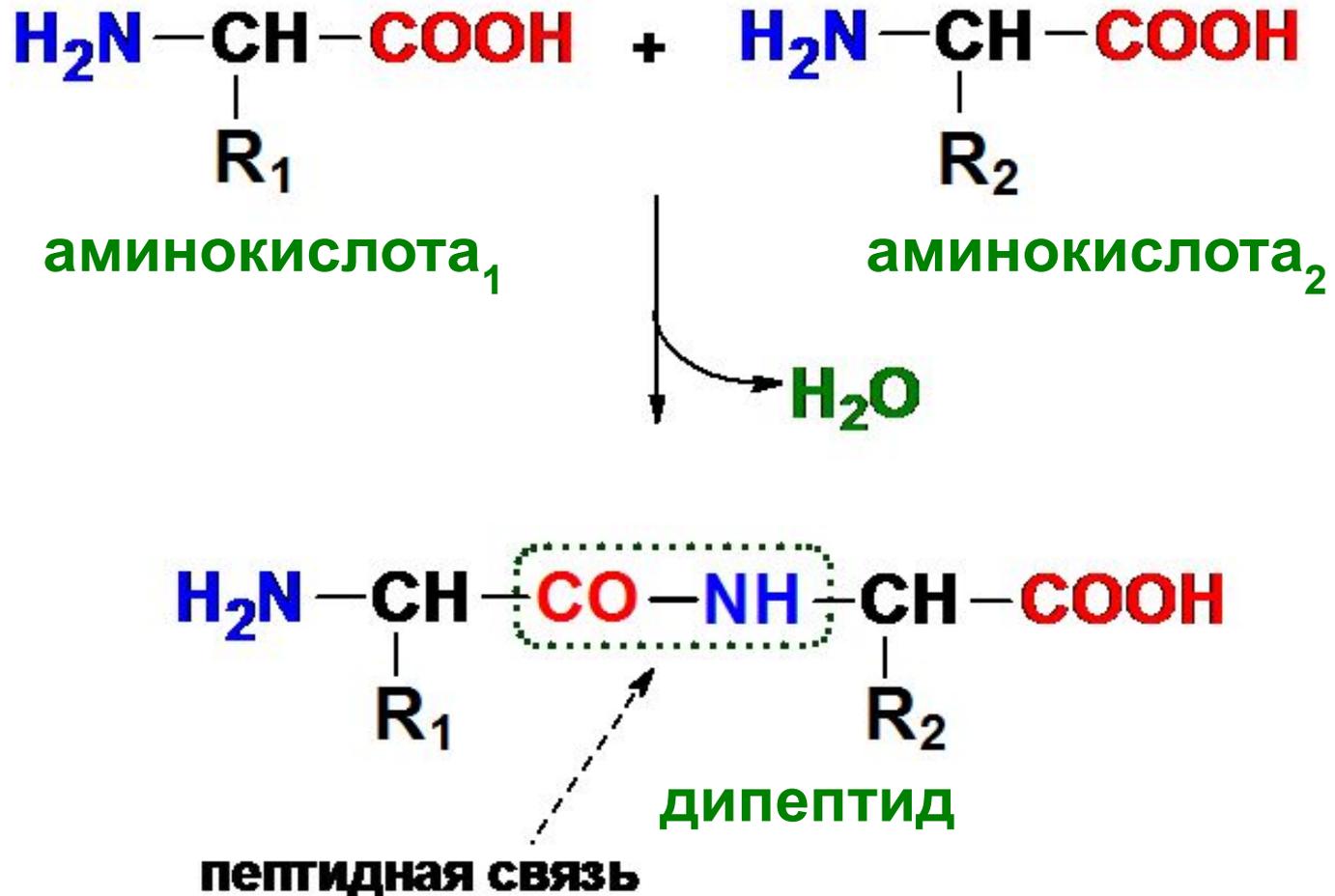
## Реакции по аминогруппе аминокислот

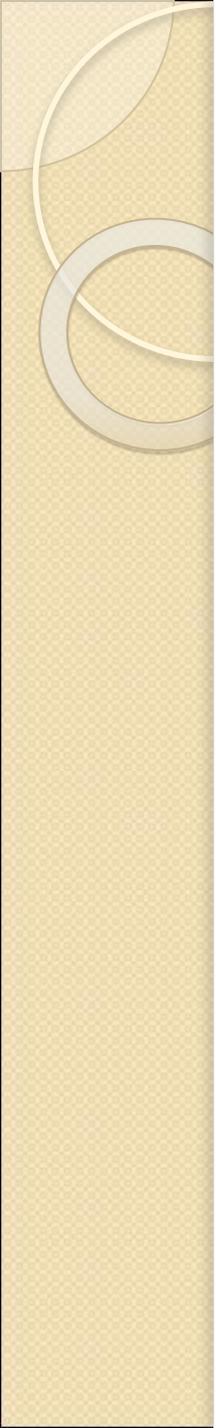
### 2. Реакция трансаминирования :



# Химические свойства аминокислот

## Образование пептидной связи



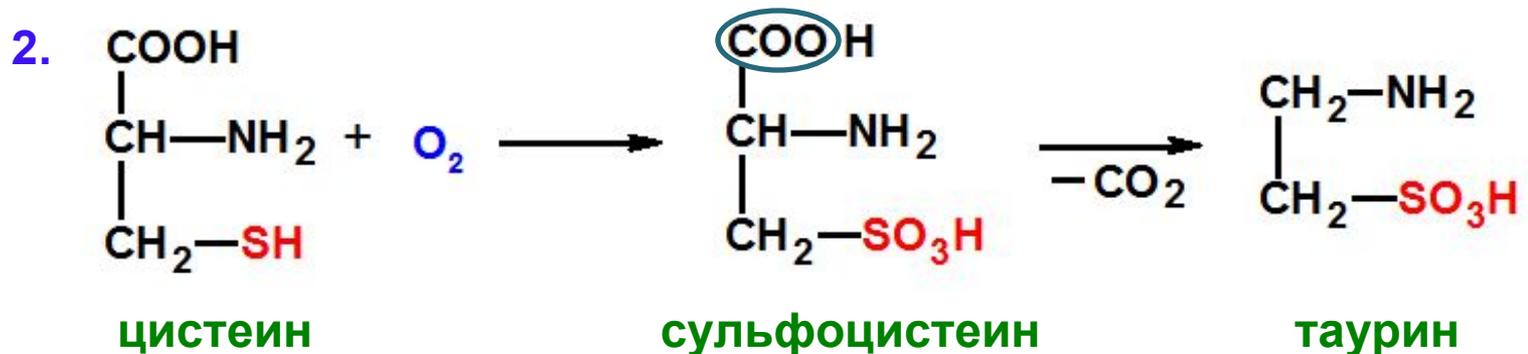
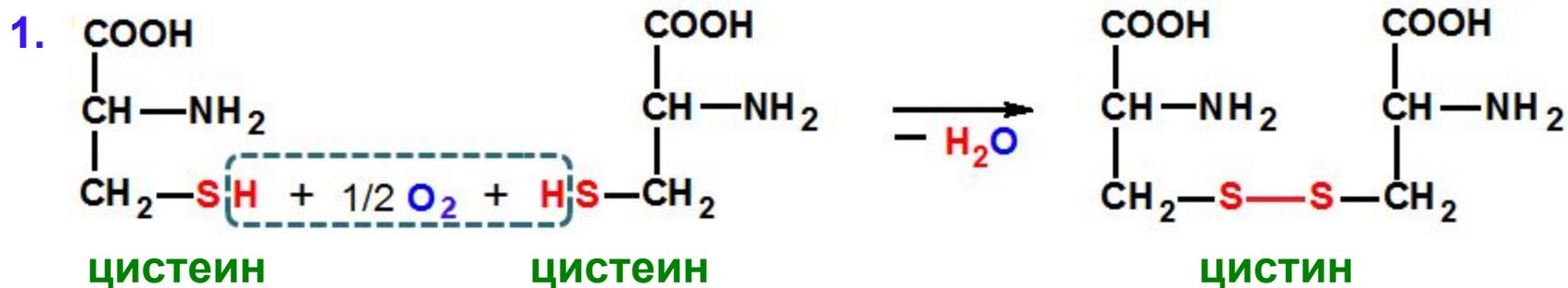


пед

# Химические свойства аминокислот

## Реакции по радикалам аминокислот

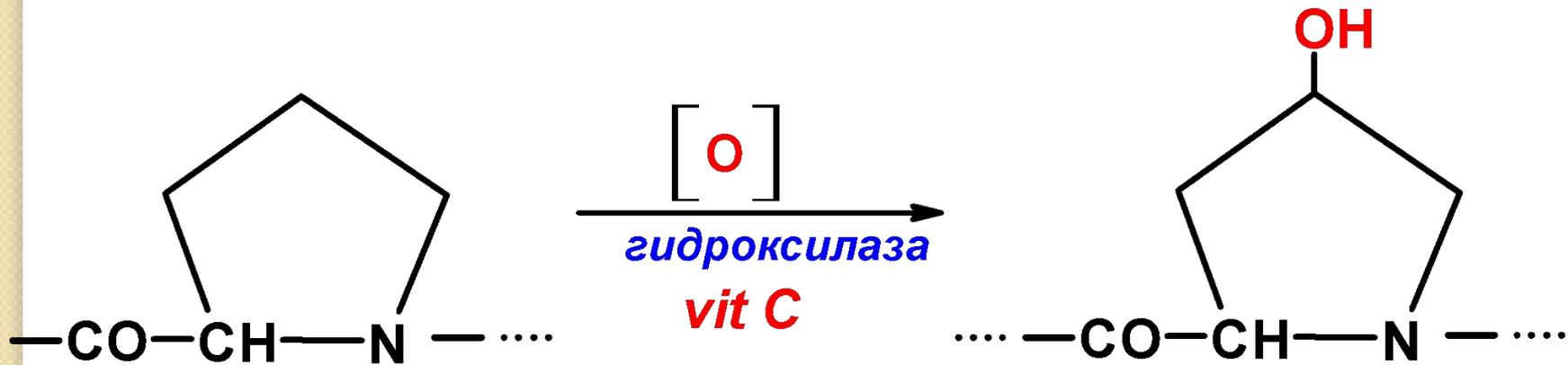
### Реакции окисления цистеина



# Химические свойства аминокислот

## Реакции по радикалам аминокислот

### *Реакция гидроксирования пролина*

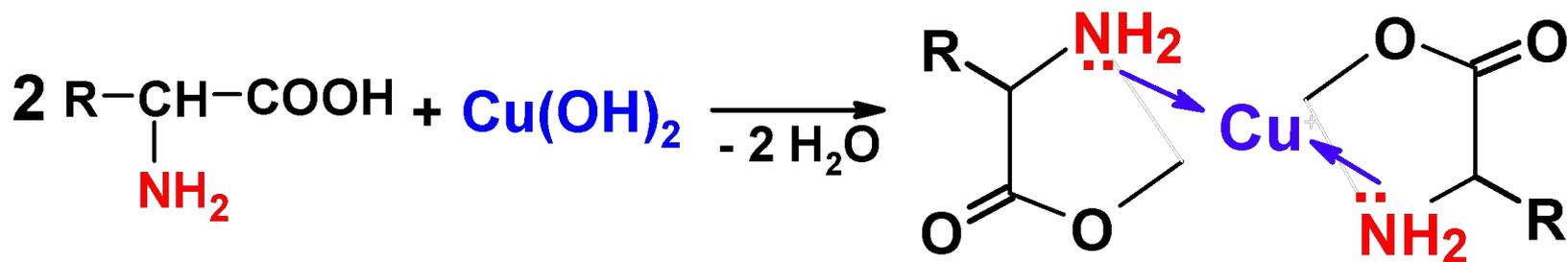


# Качественные реакции на аминокислоты

не специфичны, т.к. основаны на обнаружение фрагментов, которые входят и в состав других соединений

- нингидриновая реакция основана на обнаружении  $\alpha$ -NH<sub>2</sub>-групп – фиолетовый цвет
- реакция хелатообразования с ионами меди – синий цвет
- ксантопротеиновая реакция основана на обнаружении ароматического ядра – жёлтый цвет
- реакция Миллона основана на обнаружении фенольной группы у тирозина – красный цвет
- реакция Фоля основана на обнаружении HS-группы цистеина – чёрный цвет

# Реакция хелатообразования



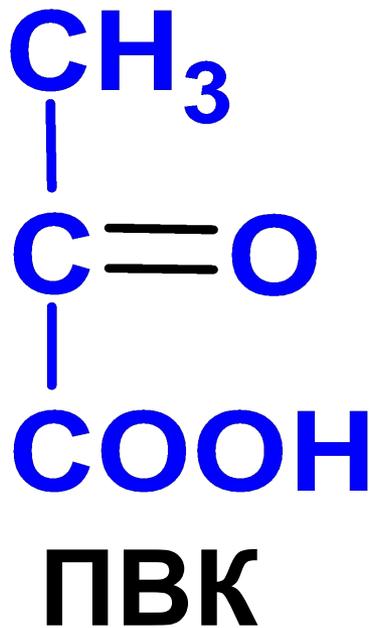
$\alpha$ -аминокислота

Внутрикомплексная соль  
меди (II)  
с  $\alpha$ -аминокислотой

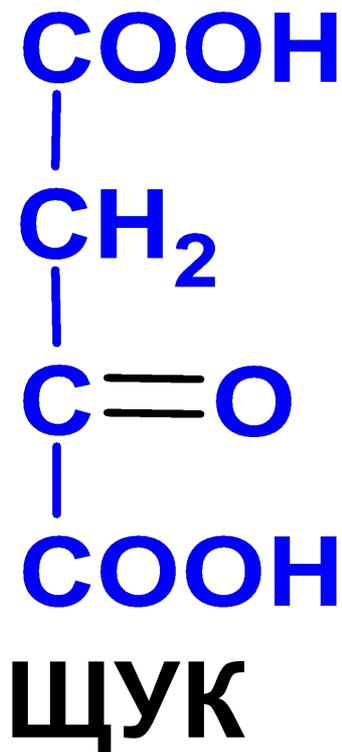
# Оксо(кето)кислоты –

органические  
гетерофункциональные  
соединения, содержащие  
карбоксильную ( $-\text{COOH}$ ) и  
карбонильную- ( $-\overset{\text{H}_2}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}-$ ) группы

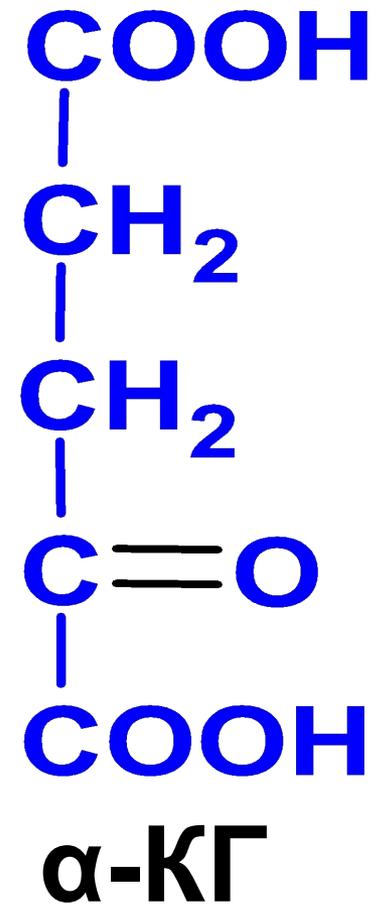
# Кетокислоты –



пировиноградная  
кислота (**пируват**)

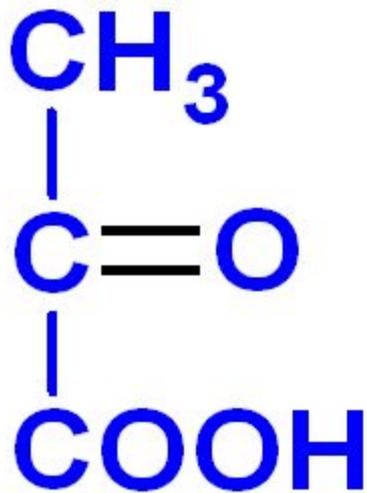


щавелевоуксусная  
кислота (**оксалоацетат**)

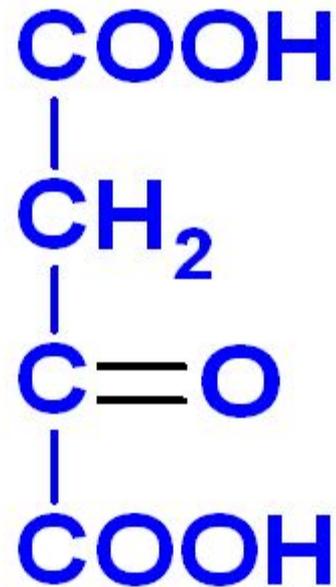


α-кетоглутаровая  
кислота  
(**α-кетоглутарат**)

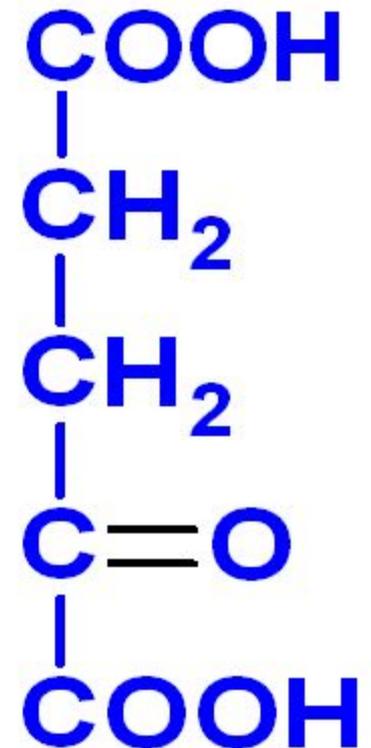
# Кето(оксо)кислоты –



ПВК

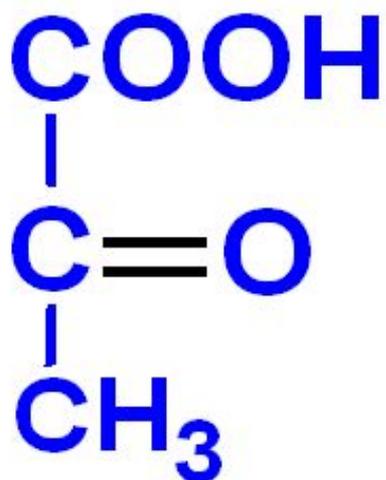


ЩУК

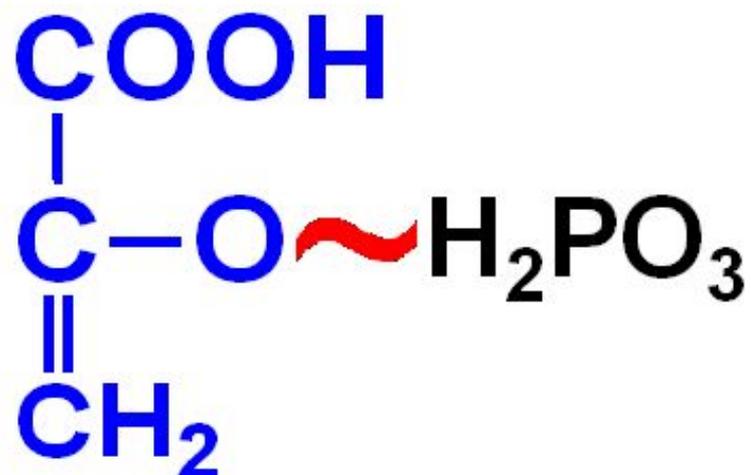


$\alpha$ -КГ

# α-ОКСОКИСЛОТЫ

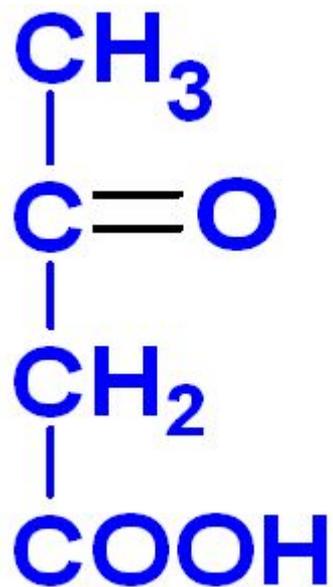


пируват  
(пировиноградная  
кислота,  
α-оксопропановая)



фосфоенолпируват

# **α-ОКСОКИСЛОТЫ**



**Ацетоуксусная кислота**