

ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Захарова Екатерина Константиновна,
кандидат химических наук,
доцент кафедры химии

Гетерофункциональные соединения – органические полифункциональные вещества, содержащие различные функциональные группы

НАИБОЛЕЕ ЧАСТЫЕ СОЧЕТАНИЯ:



и



гидроксикислоты
(оксикислоты)



и



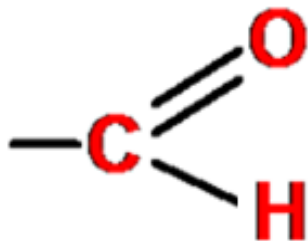
аминокислоты



и



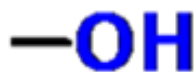
кетокислоты
(оксокислоты)



и



альдегидспирты

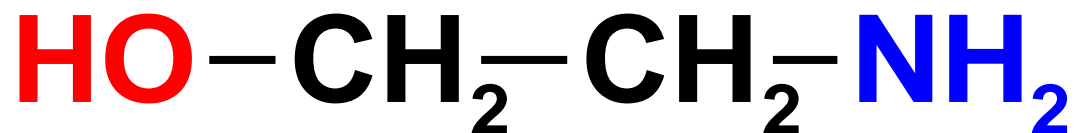


и

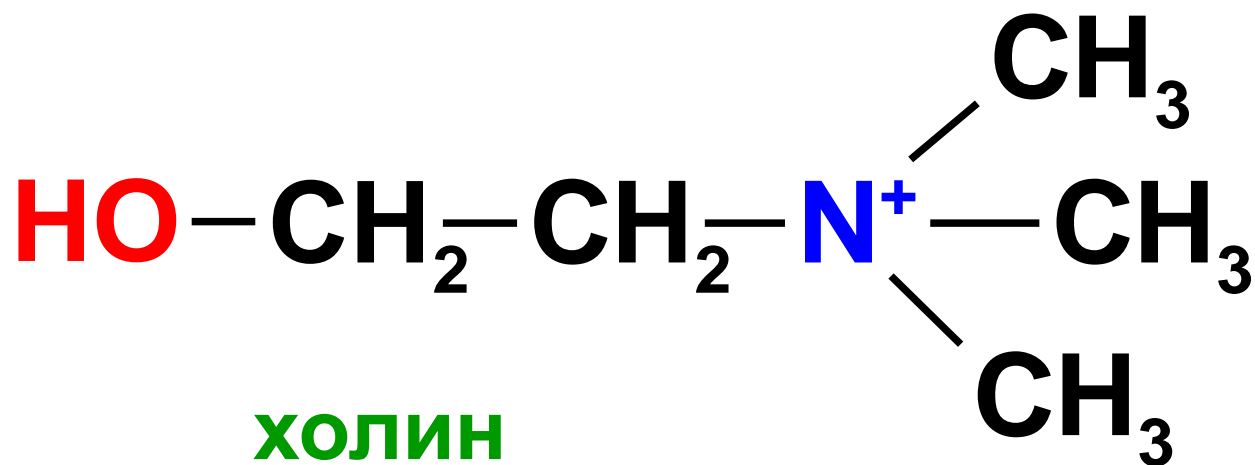


аминоспирты

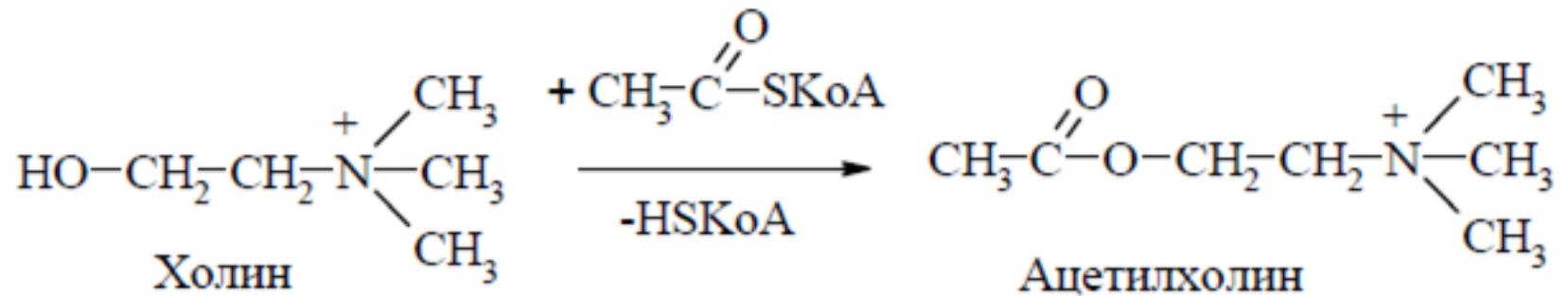
АМИНОСПИРТЫ



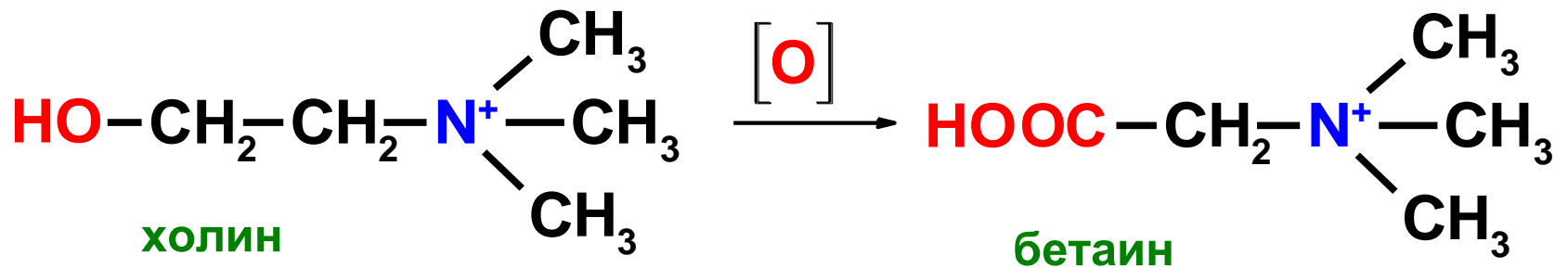
этаноламин (коламин)



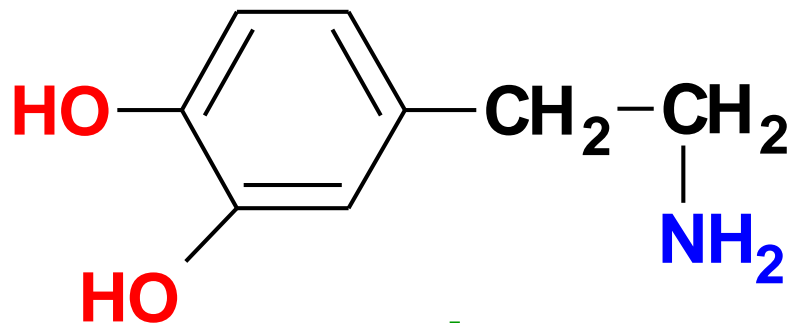
АМИНОСПИРТЫ



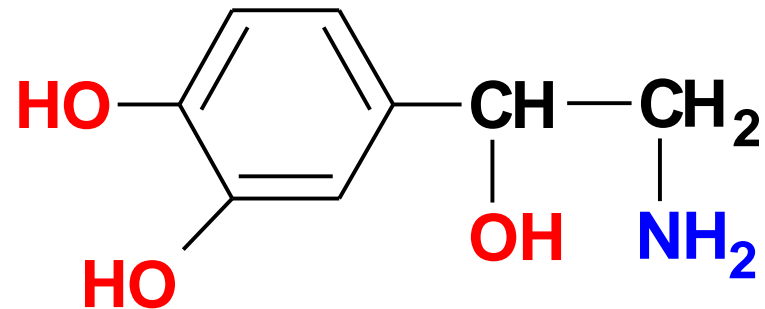
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХОЛИНА



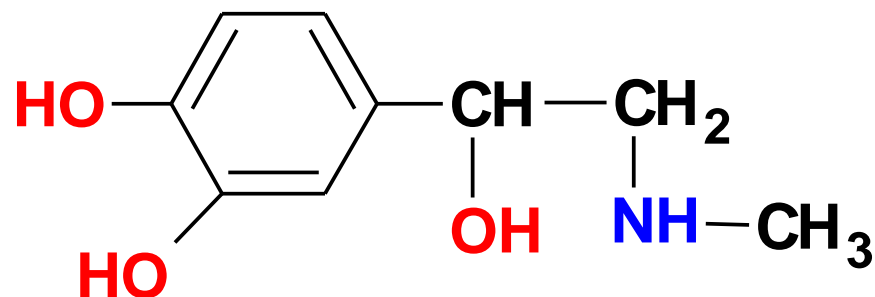
АМИНОФЕНОЛЫ



дофамин



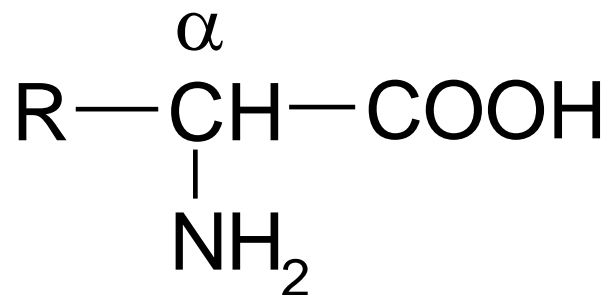
норадреналин

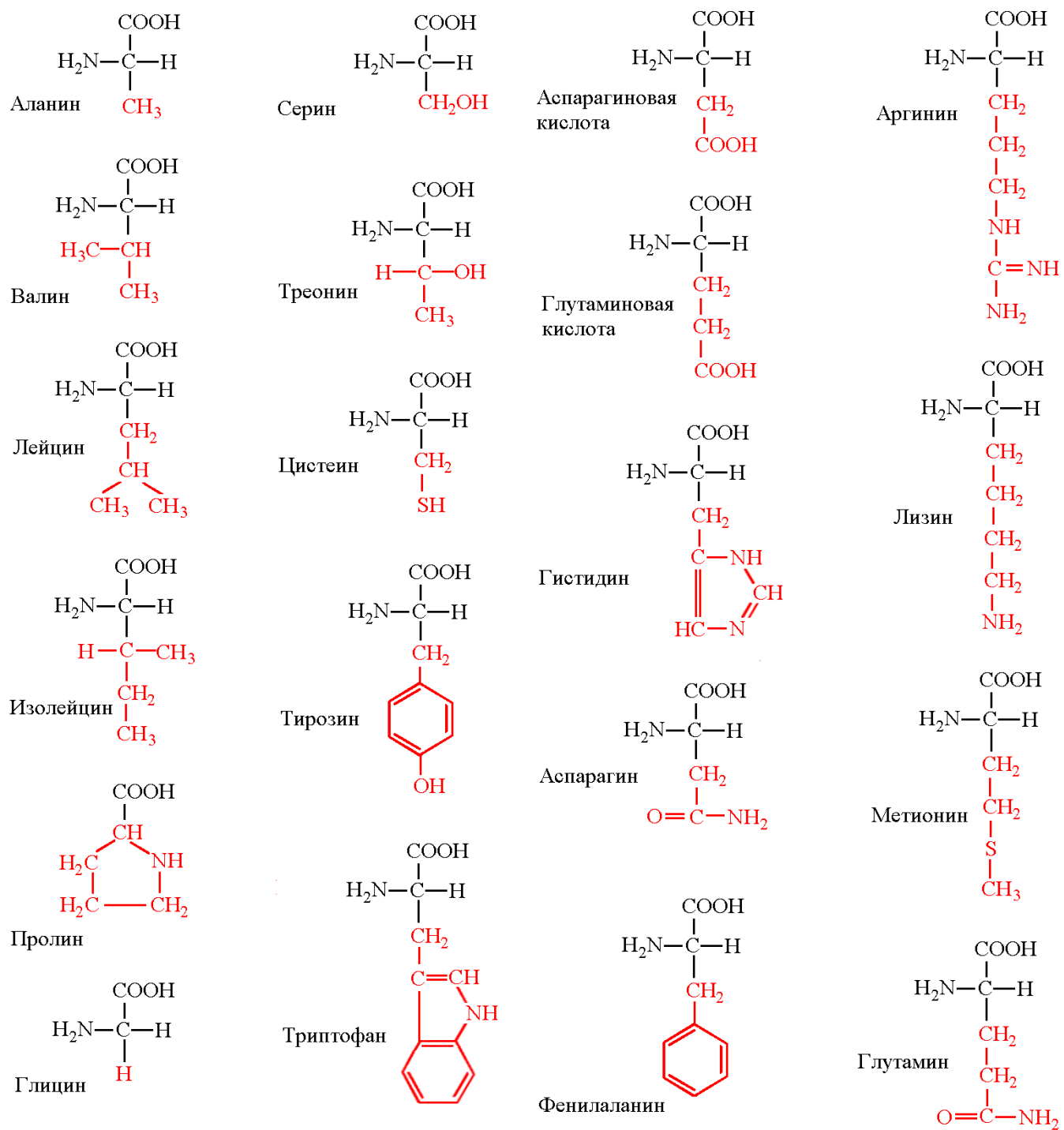


адреналин

АМИНОКИСЛОТЫ

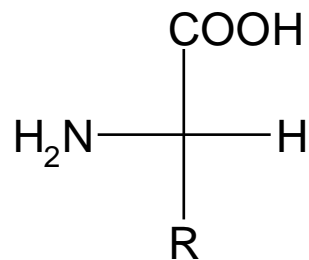
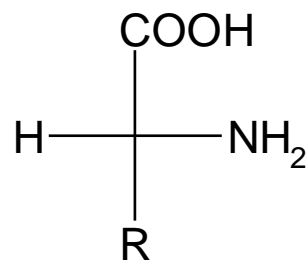
1. Аминокислоты – это гетерофункциональные соединения, содержащие карбоксильную (COOH) и аминогруппу (NH₂).
2. В состав белков организма человека входят только α-аминокислоты



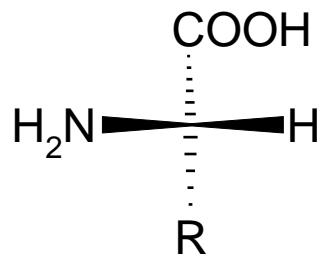
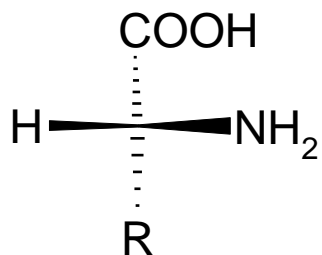


ЭНАНТИОМЕРИЯ АМИНОКИСЛОТ

Формулы Фишера



Формулы с
КЛИНОВИДНЫМИ
СВЯЗЯМИ



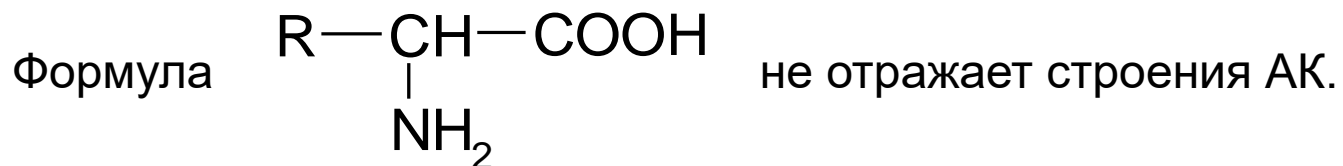
D-аминокислота

L-аминокислота

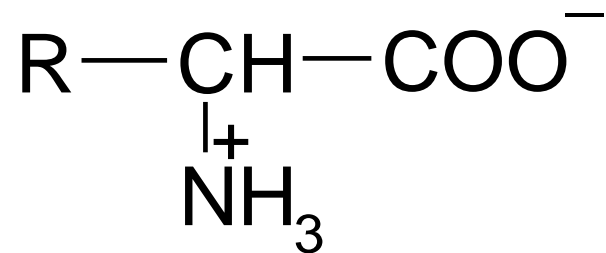
СВОЙСТВА АМИНОКИСЛОТ

1. Образование солей

Образование внутренних солей

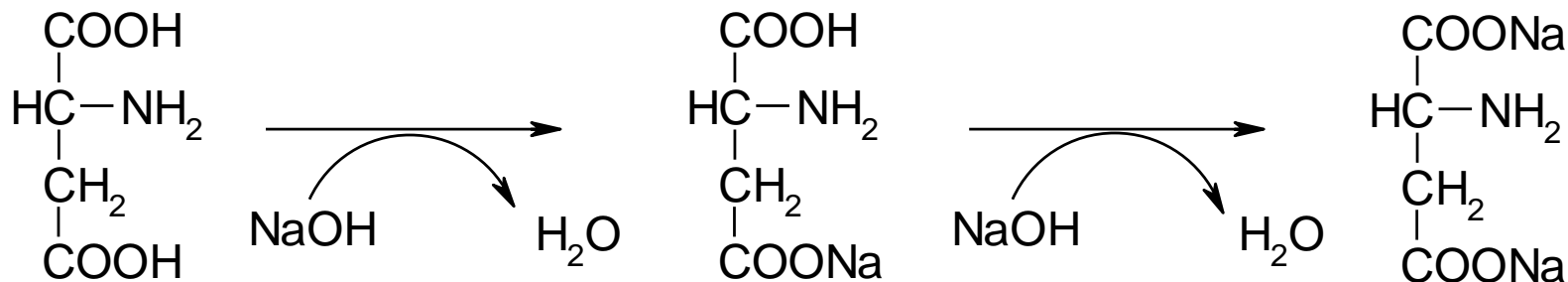


Аминогруппа нейтрализует карбоксильную группу, поэтому АК в твёрдом виде и в растворе при pH = изоэлектрической точке находятся в виде **цвиттерионов**:



Образование солей

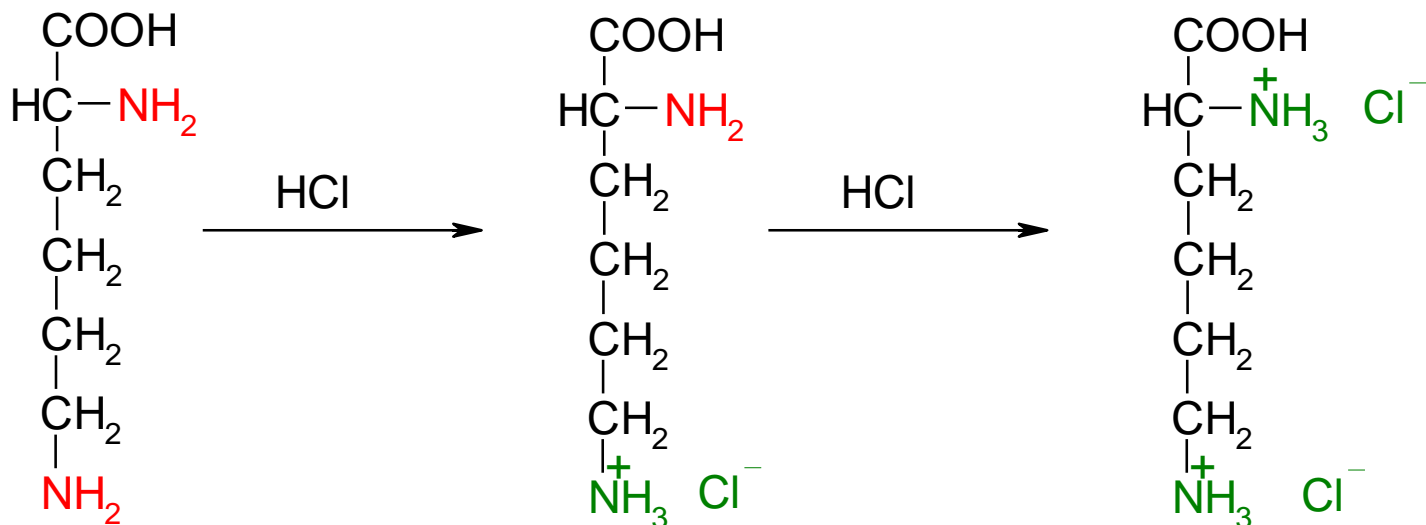
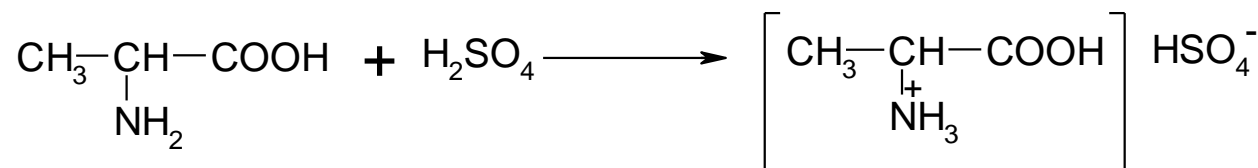
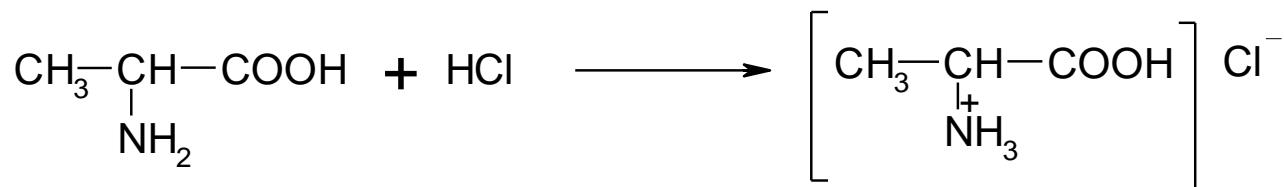
Взаимодействие с щёлочью



NB! Надо иметь ввиду, что на самом деле надо писать цвиттерионы!

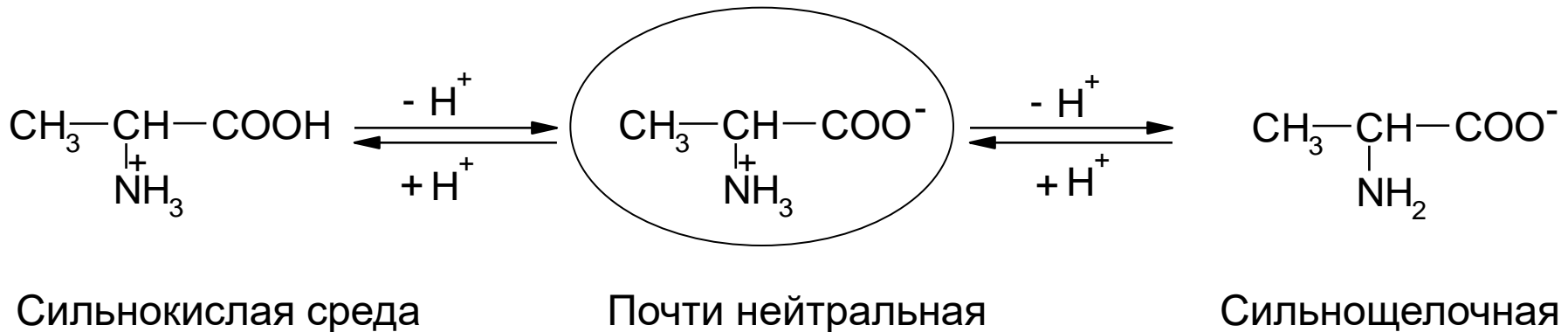
Образование солей

Взаимодействие с кислотами



ИЗОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ТОЧКА

pI (ИЭТ)- значение pH при котором АК находится в незаряженном виде.



Для **МОНО**амино**МОНО**карбоновых кислот pI ≈ 5-6

pI **МОНО**амино**ДИ**карбоновых кислот (Asp, Glu) ≈ 3

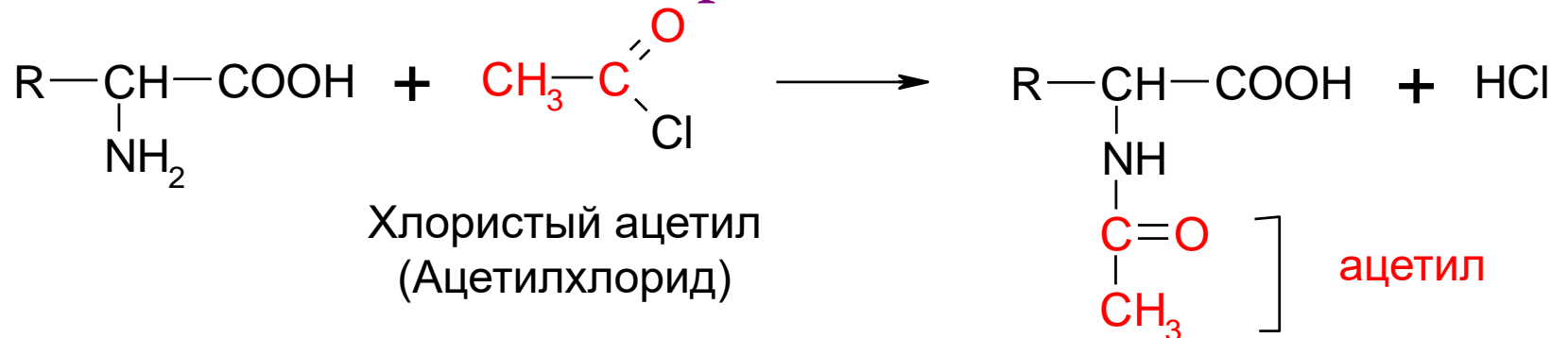
pI **ДИ**амино**МОНО**карбоновых кислот (His, Lys, Arg) ≈ 8-11

Если pH меньше pI АК имеет заряд **+** и движется к катоду

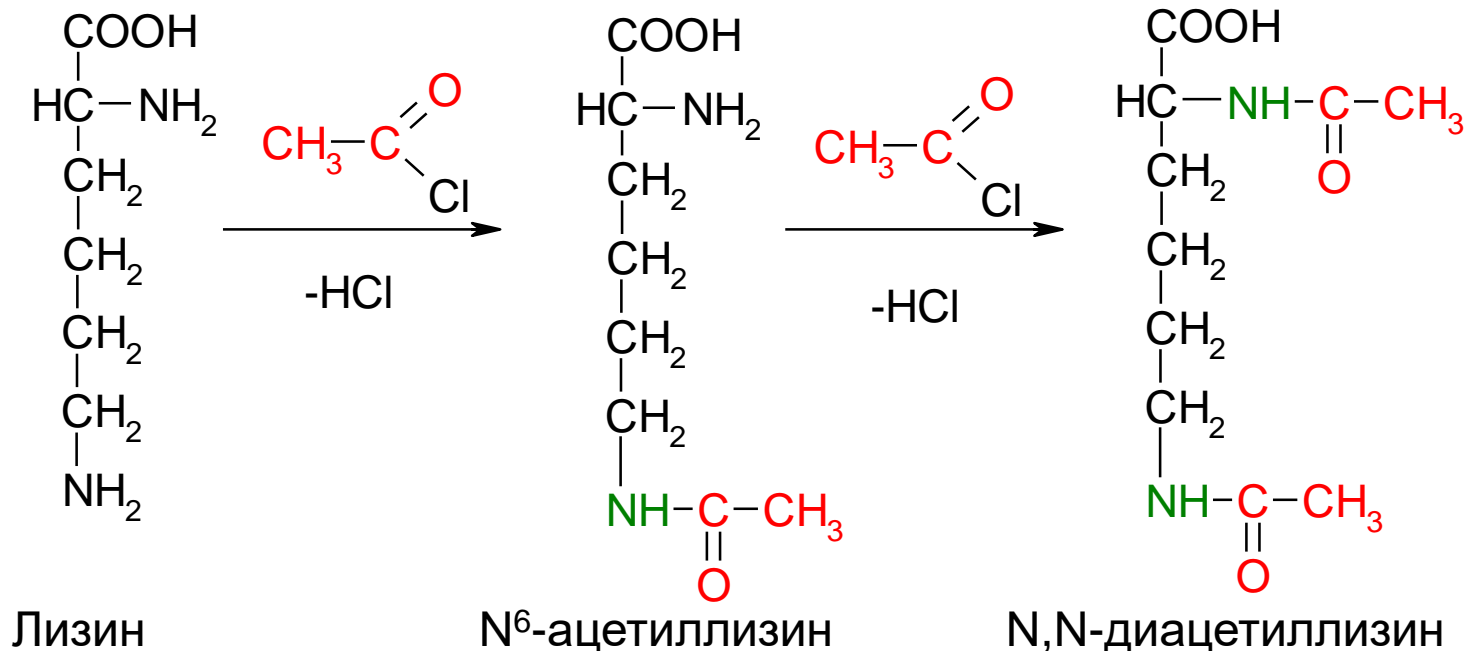
Если pH больше pI АК имеет заряд **-** и движется к аноду

2. Реакции по аминогруппе

Ацилирование

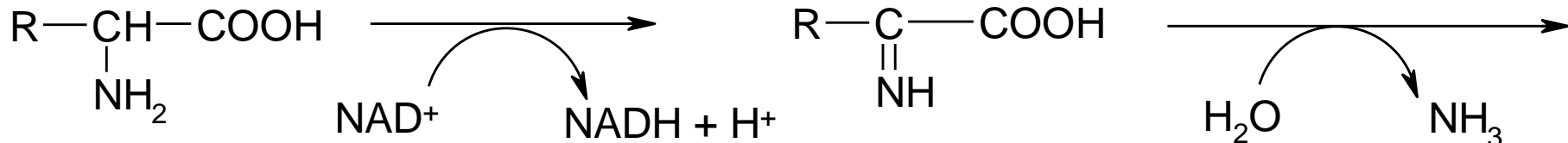


N-ацетиламинокислота

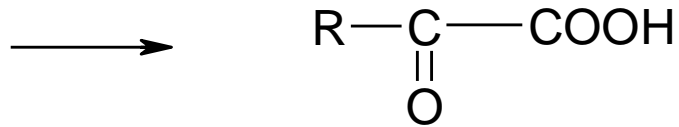


Реакции по аминогруппе

Окислительное дезаминирование *in vivo*



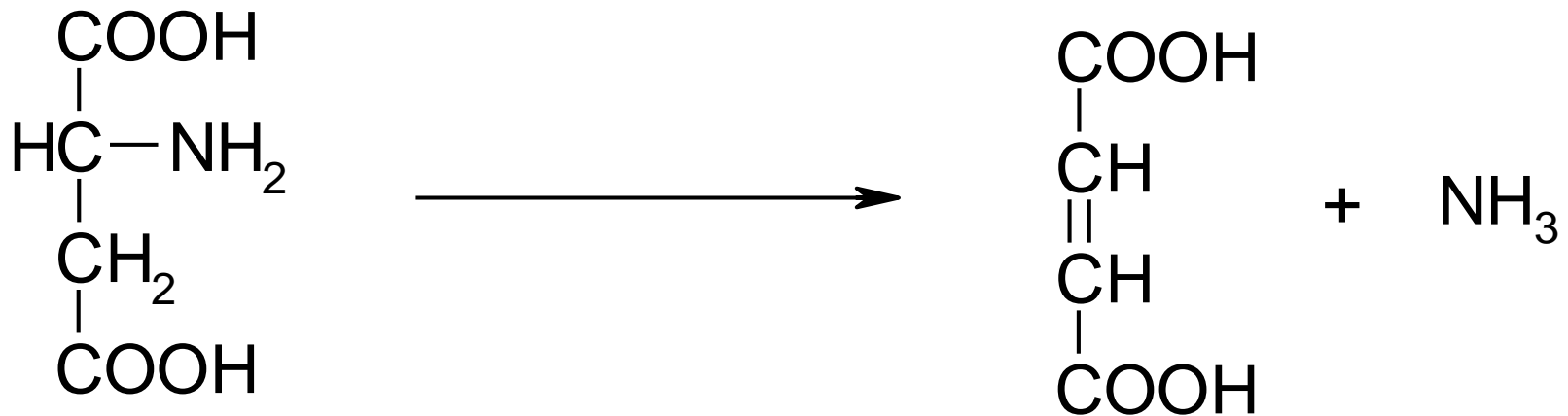
ИМИНОКИСЛОТА



КЕТОКИСЛОТА

Реакции по аминогруппе

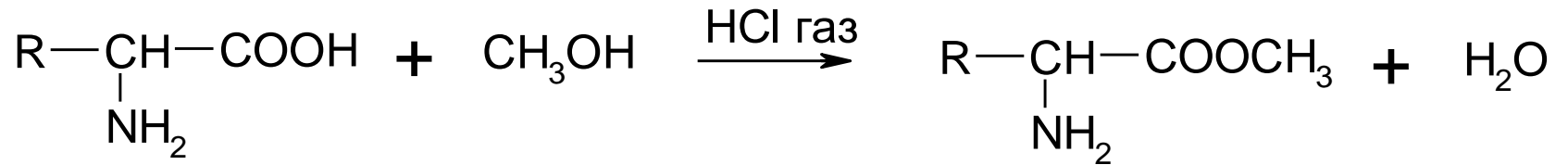
Неокислительное дезаминирование *in vivo*



аспарагиновая
кислота

фумаровая
кислота

3. Реакции по COOH-группе

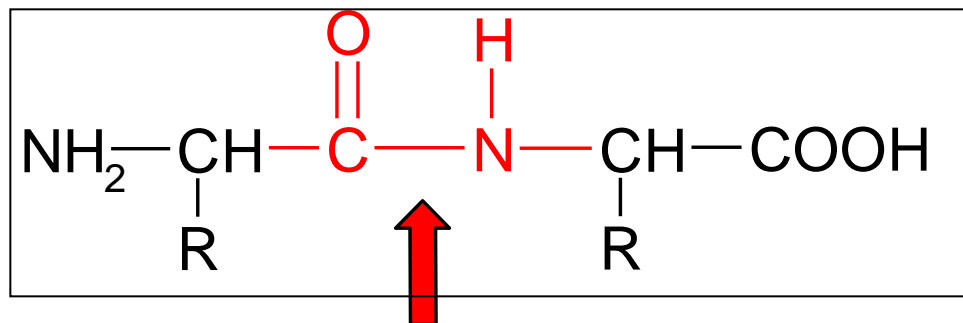
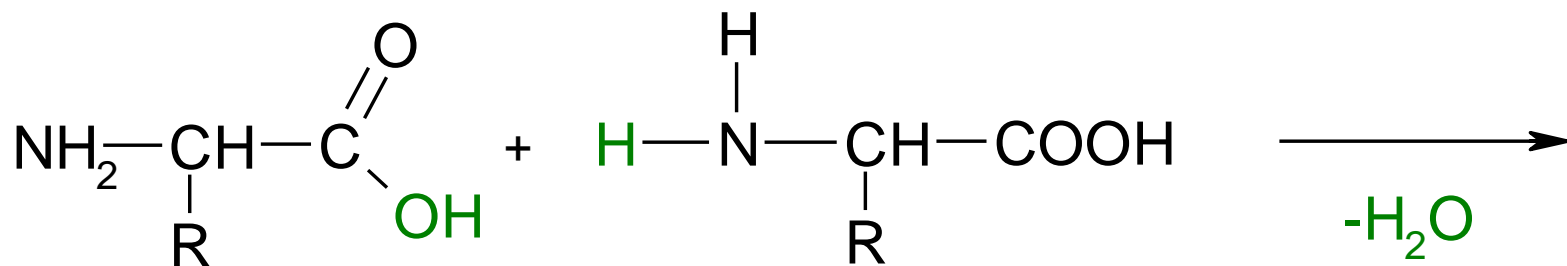


Метилловый эфир аминокислоты

Используется для защиты карбоксильной группы
в синтезе пептидов

ПЕПТИДЫ И БЕЛКИ

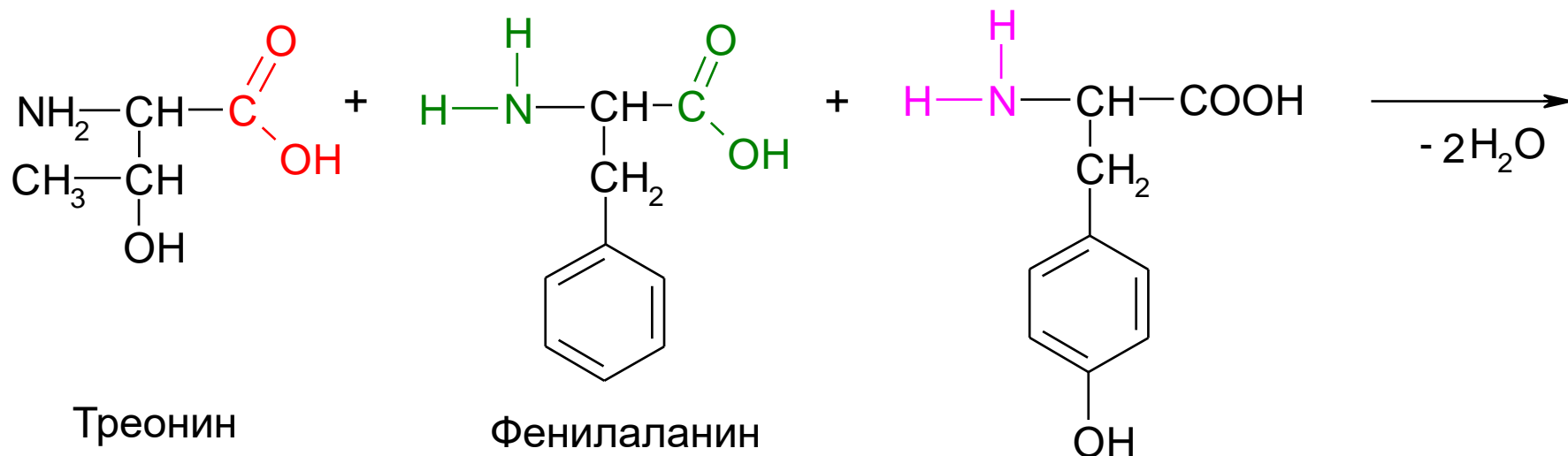
Остатки АК связаны пептидной связью:



← дипептид

↑
Пептидная связь

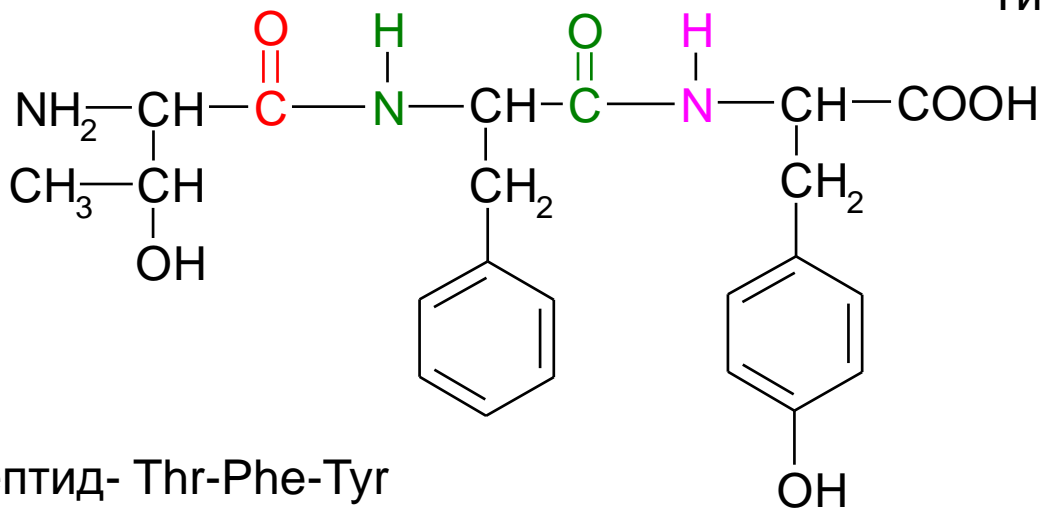
ПЕПТИДЫ И БЕЛКИ



Треонин

Фенилаланин

Тирозин



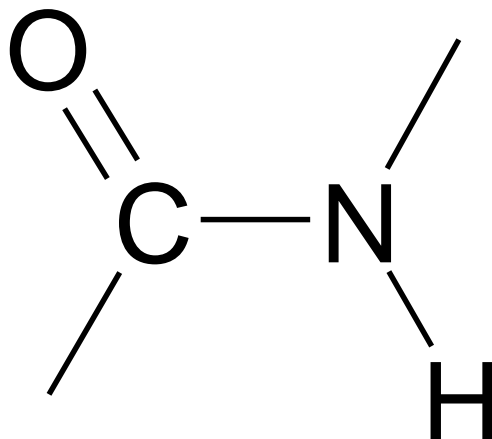
Трипептид- Thr-Phe-Tyr

Треонилфенилаланилтирозин

ПЕПТИДНАЯ СВЯЗЬ

Пространственное строение

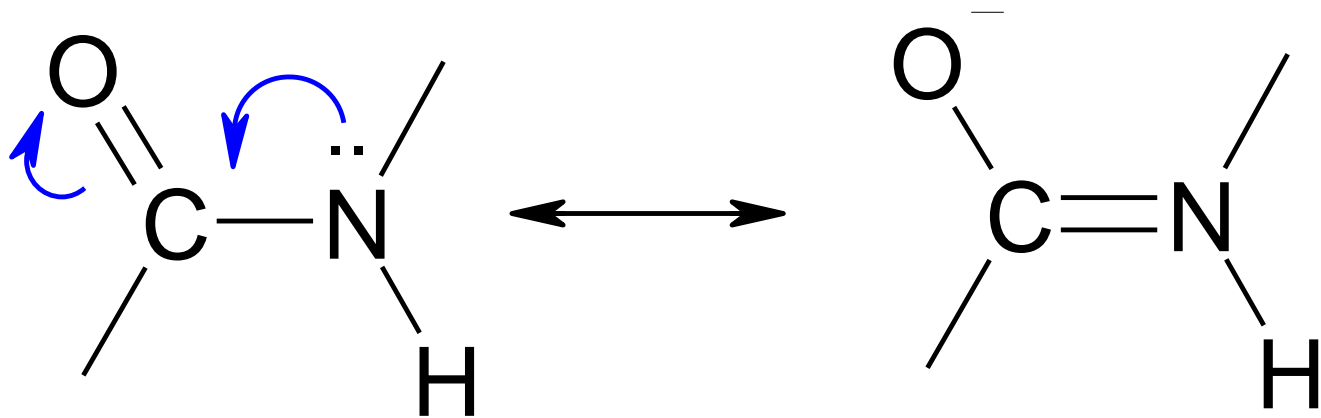
1. Все атомы находятся в одной плоскости
2. Почти всегда атомы водорода и кислорода находятся в транс положении



ПЕПТИДНАЯ СВЯЗЬ

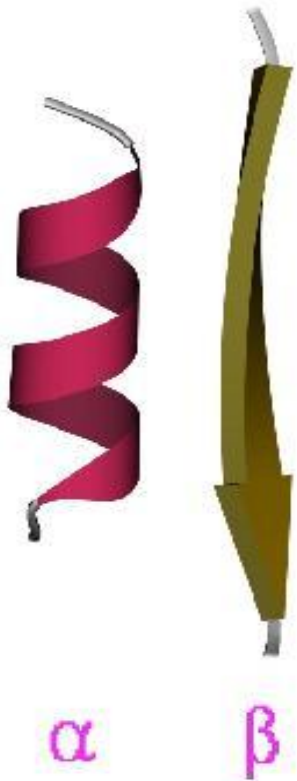
Электронное строение

НЭП на азоте сопряжена с карбонильной группой (C=O), поэтому связь C—N имеет порядок больше чем 1, а C=O меньше чем 2



УРОВНИ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКА

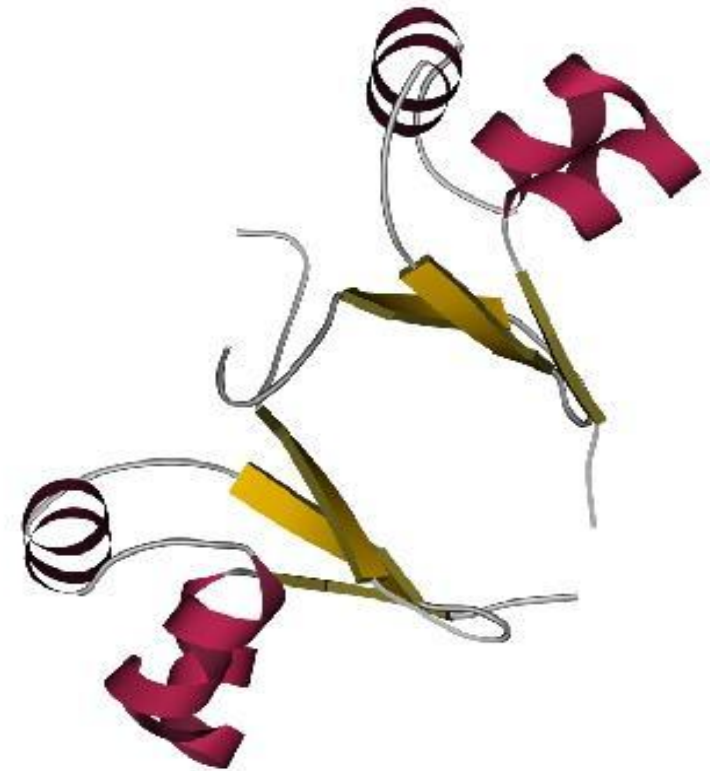
Primary ...- *Gly-Val-Tyr-Gln-Ser-Ala-Ile-Asn*-...



Secondary



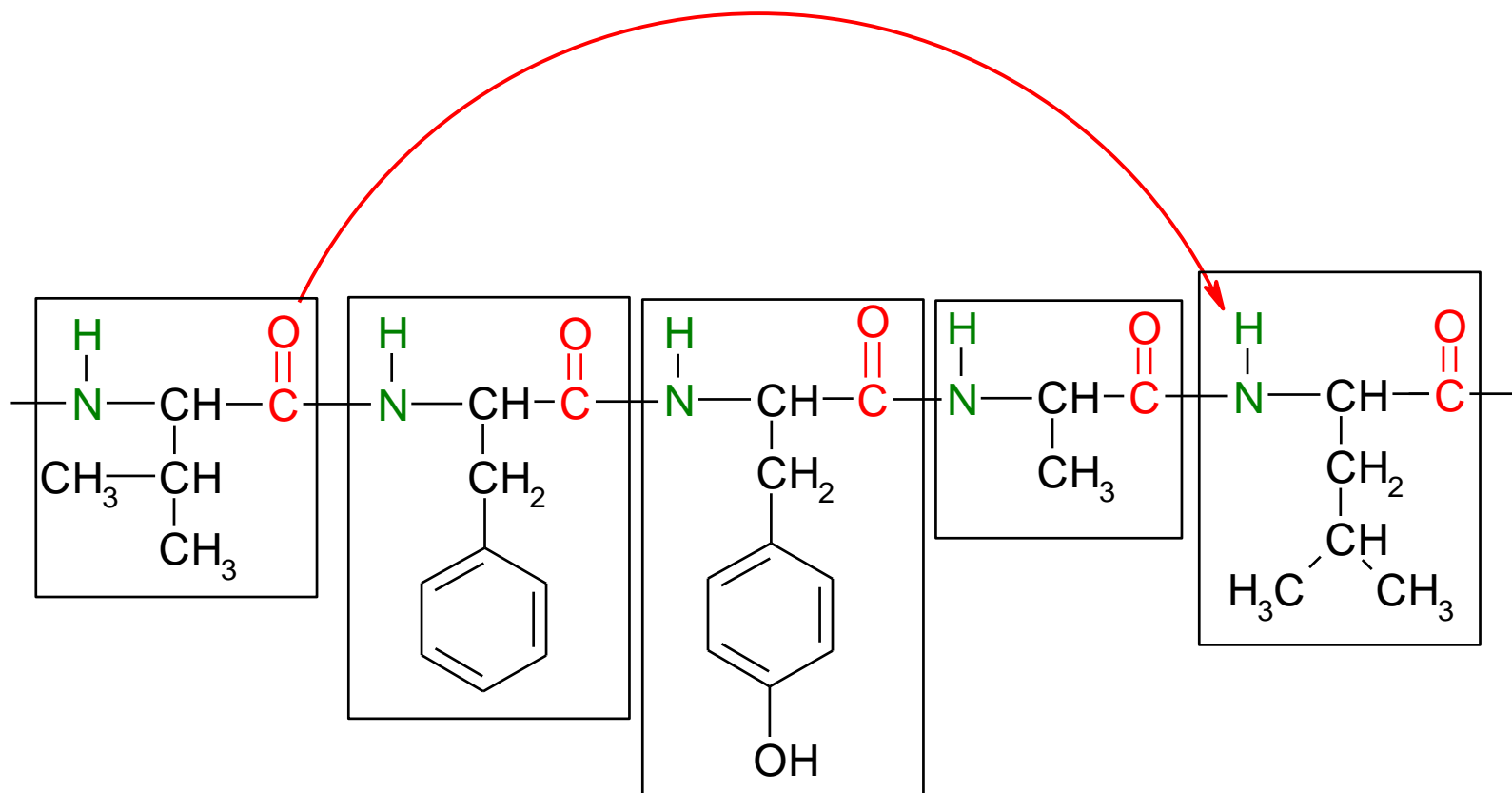
Tertiary



Quaternary

ВОДОРОДНЫЕ СВЯЗИ В α -СПИРАЛЯХ

-Вал-Фен-Тир-Ала-Лей-



Остатки АК:

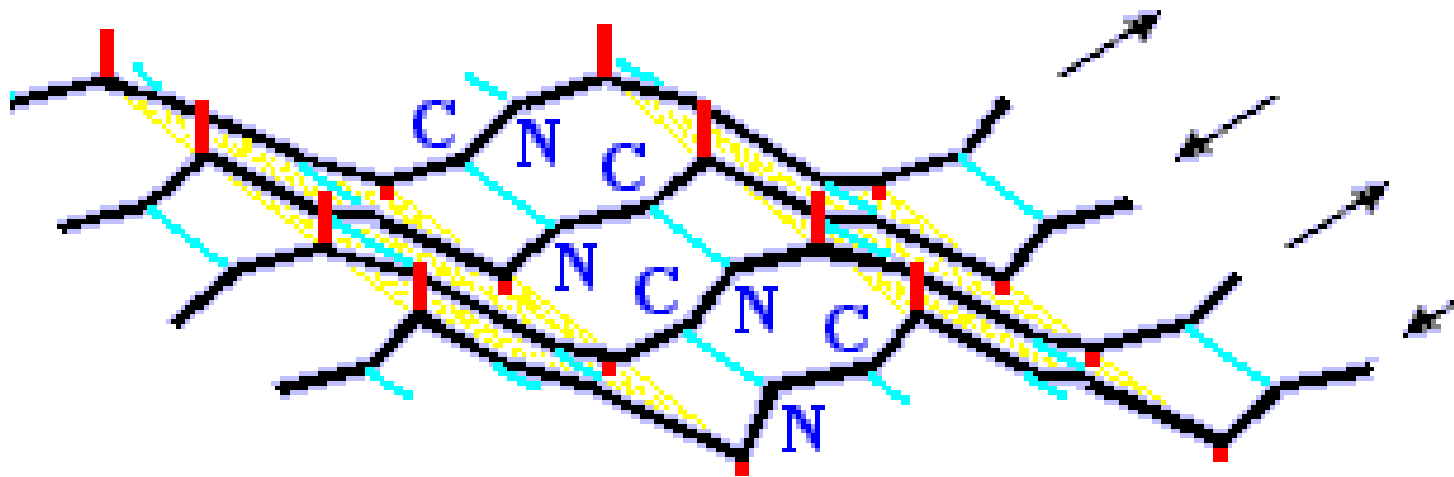
Первый

Второй

Третий

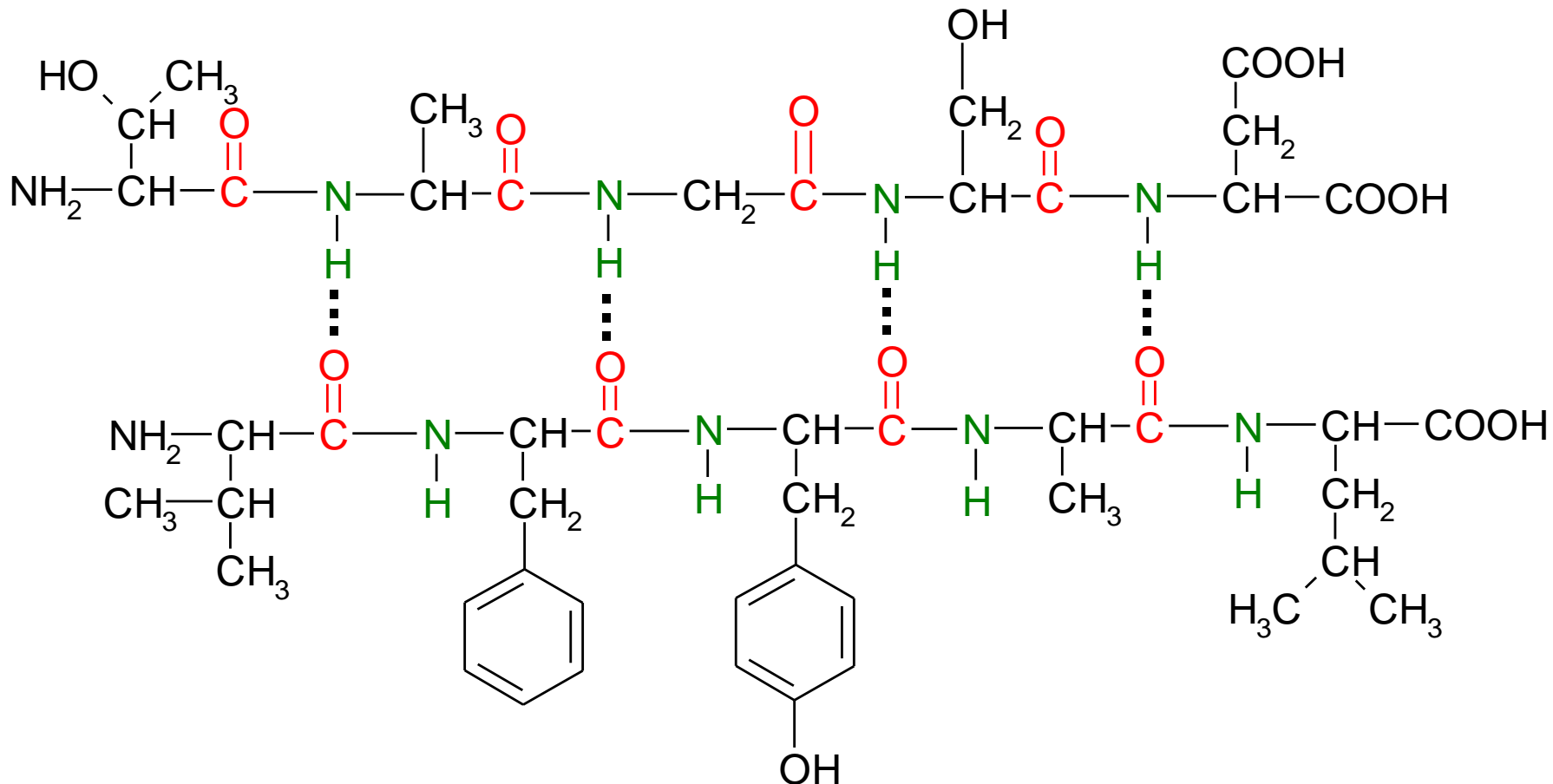
Четвёртый

СТРУКТУРА β -СКЛАДЧАТЫХ СЛОЕВ

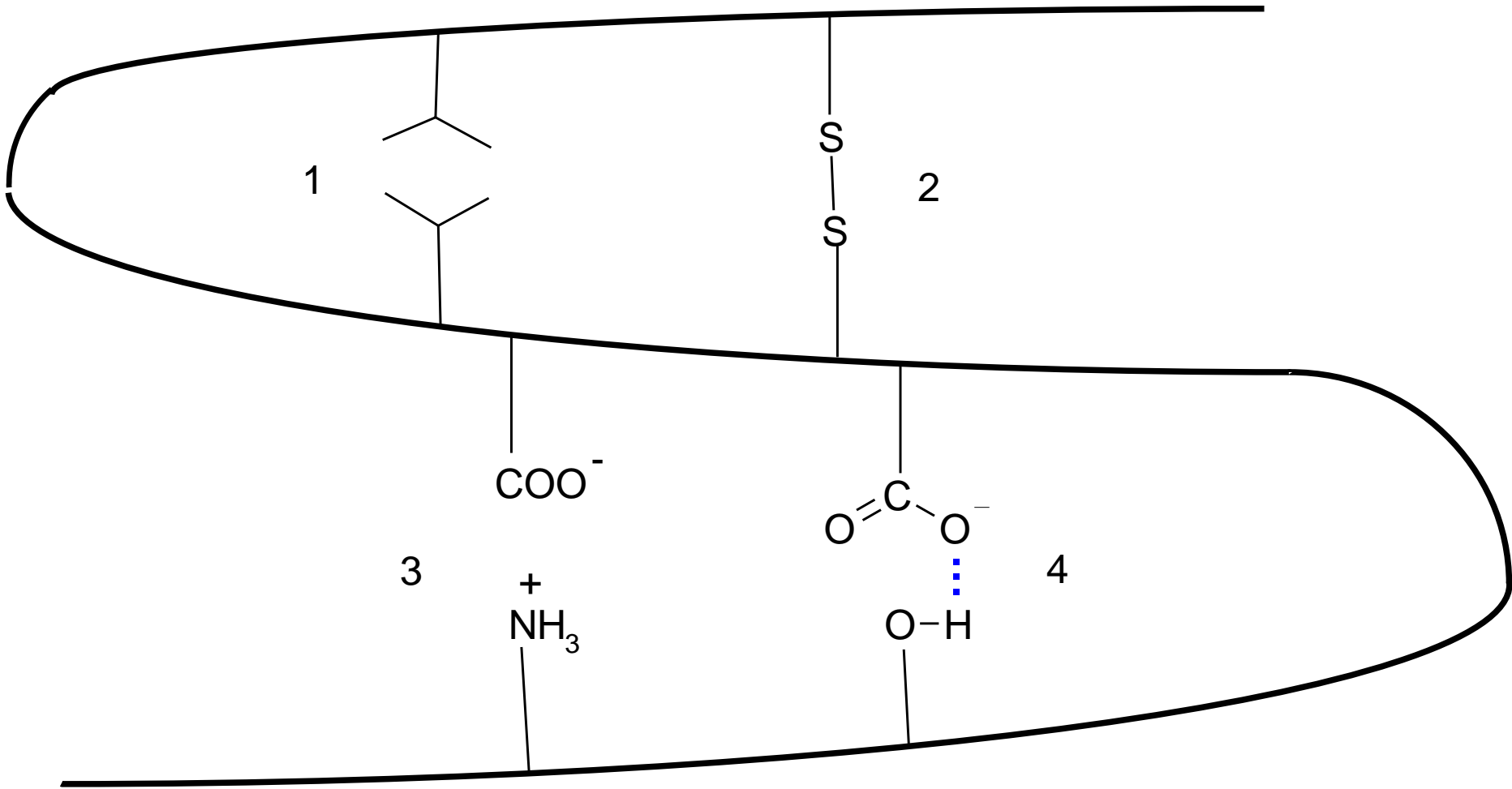


СТРУКТУРА β -СКЛАДЧАТЫХ СЛОЕВ

водородные связи



Тре-Ала-Гли-Сер-Асп
Вал-Фен-Тир-Ала-Лей



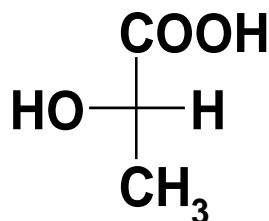
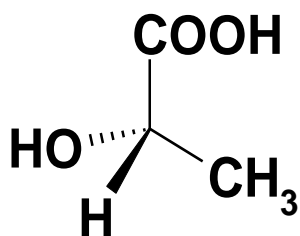
**ГИДРОКСИКИСЛОТЫ- ОСНОВНЫЕ
МЕТАБОЛИТЫ ОРГАНИЗМА И
ВАЖНЕЙШИЕ ПРИРОДНЫЕ
СОЕДИНЕНИЯ**

	Тривиальное название кислоты	Название соли
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	молочная	лактаты
$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	яблочная	малаты
$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	винная	тарtrato
$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	лимонная	цитраты

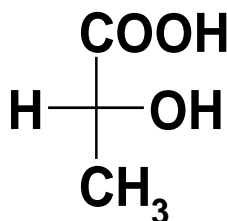
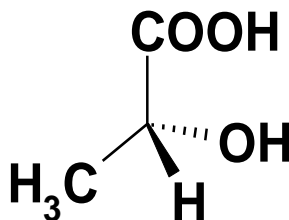
МОЛОЧНАЯ КИСЛОТА



зеркало



L-ИЗОМЕР
+3.82°



D-ИЗОМЕР
-3.82°

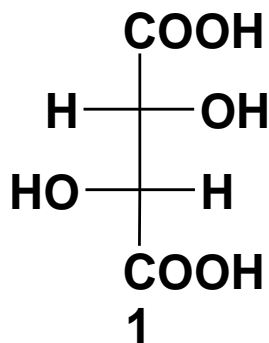
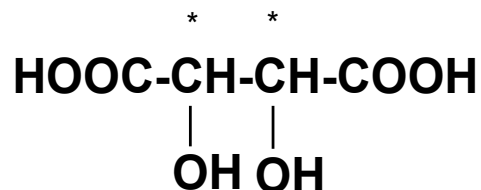
ЭНАНТИОМЕРЫ

СТЕРЕОХИМИЧЕСКАЯ
ФОРМУЛА

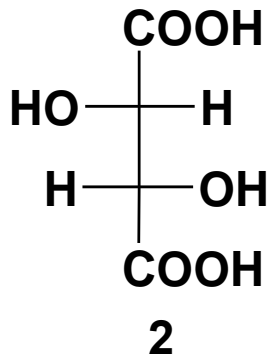
ПРОЕКЦИОННАЯ
ФОРМУЛА
ФИШЕРА

ВИННАЯ КИСЛОТА

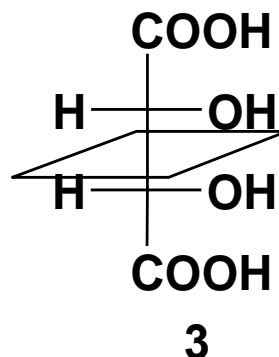
$$N = 2^n - 1 = 2^2 - 1 = 3$$



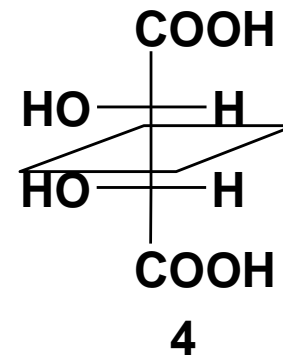
D- винная кислота



L- винная кислота



мезовинная кислота



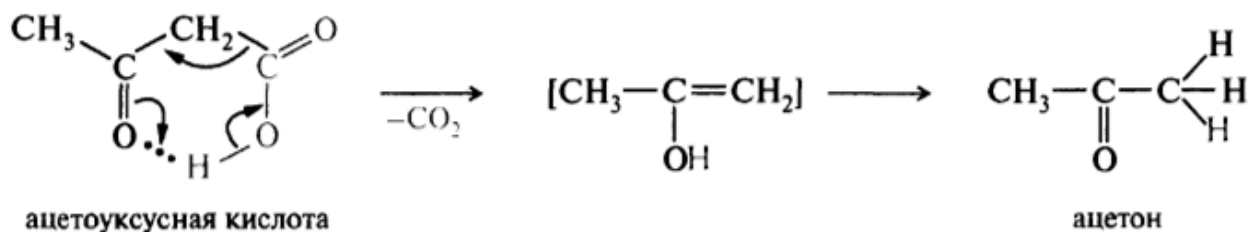
1,2 - энантиомеры

3 и 4 - мезовинная кислота оптически неактивна

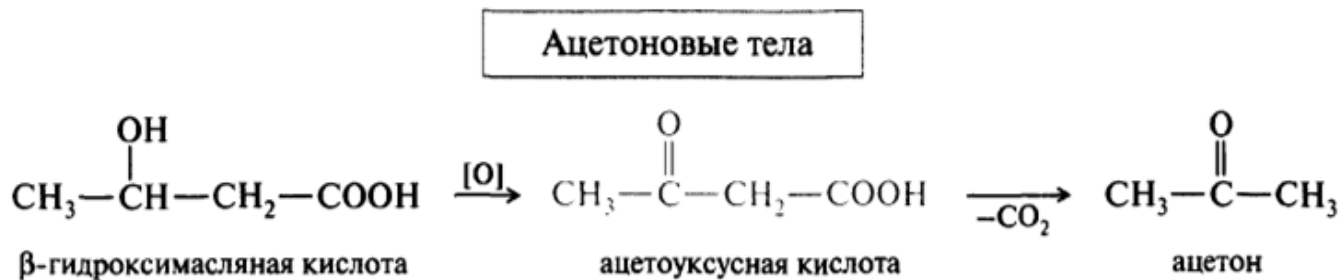
ОКСОКИСЛОТЫ (КЕТОКИСЛОТЫ) – ОСНОВНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ ОРГАНИЗМА

	Тривиальное название кислоты	Название соли
$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{COOH}$	пировиноградная	пируваты
$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	ацетоуксусная	ацето- ацетаты
$\text{HOOC}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	щавелевоуксусная (ЩУК)	оксало- ацетаты

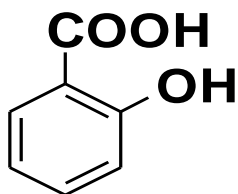
ОКСОКИСЛОТЫ



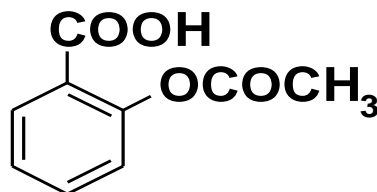
Ацетоуксусная кислота образуется *in vivo* в процессе метаболизма высших жирных кислот. Как продукт окисления β -гидроксимасляной кислоты наряду с продуктами ее превращений накапливается в организме у больных сахарным диабетом (так называемые «ацетоновые» или «кетоновые» тела).



ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ АРОМАТИЧЕСКОГО РЯДА - ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СРЕДСТВА

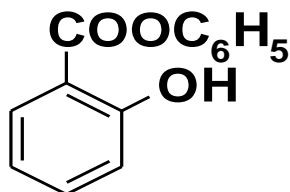


салициловая кислота



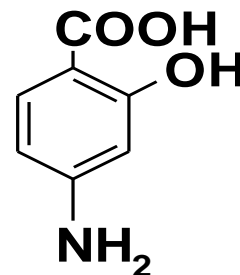
ацетилсалициловая кислота

**антиревматическое,
жаропонижающее**



фенилсалицилат (салол)

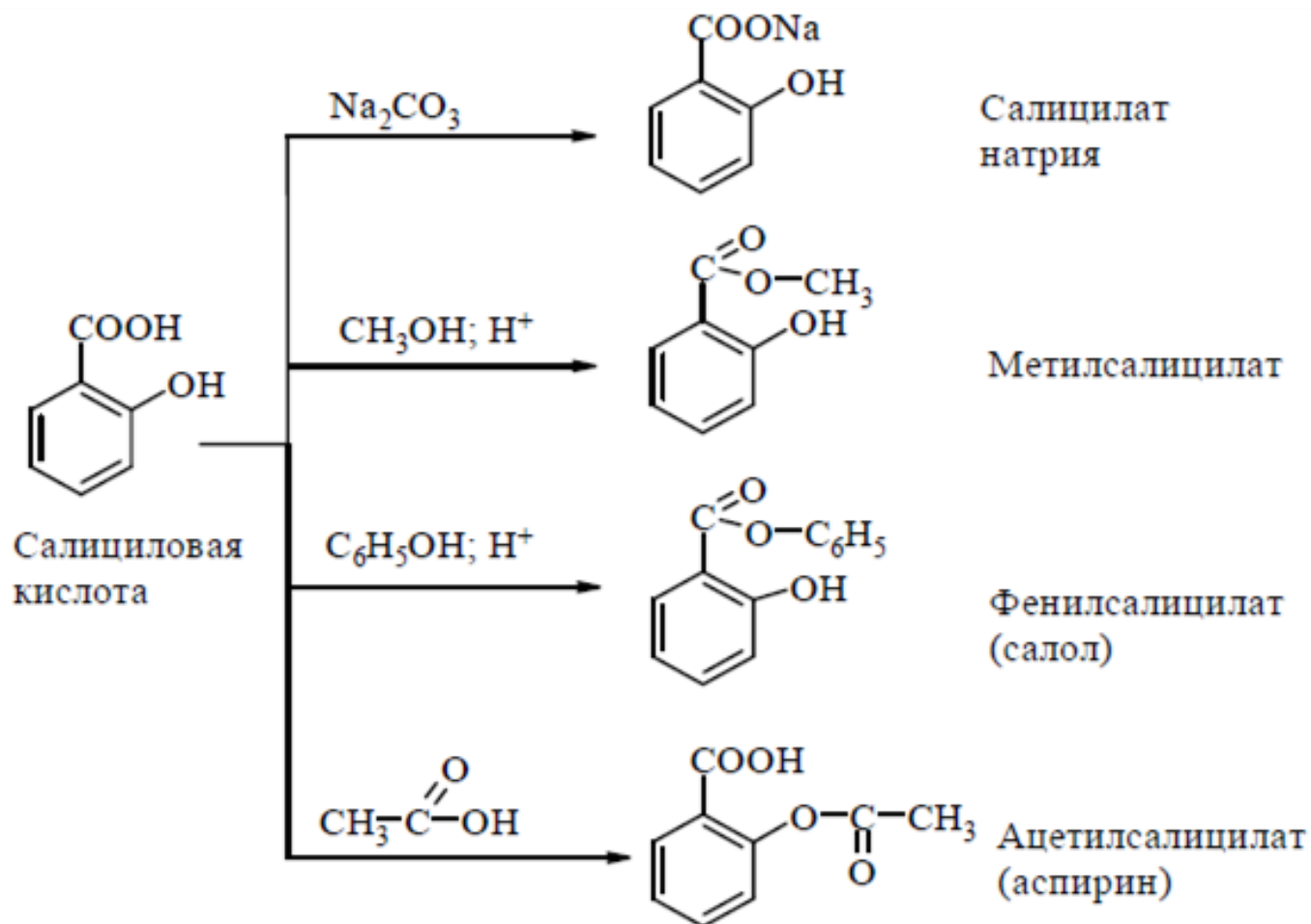
**от кишечных
инфекций**



п-аминосалициловая кислота

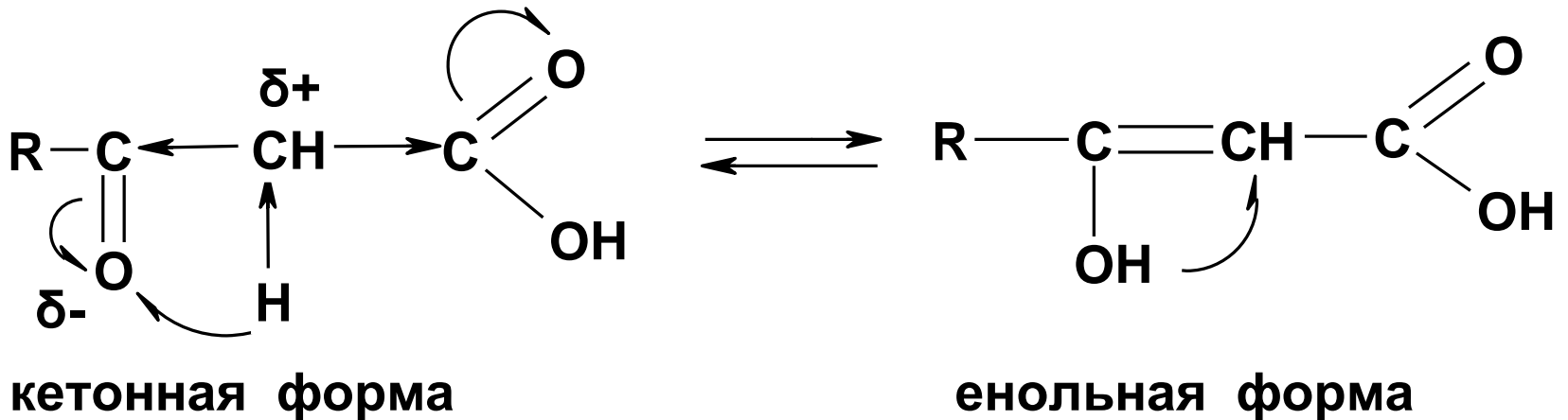
**противотуберкулезное
средство**

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

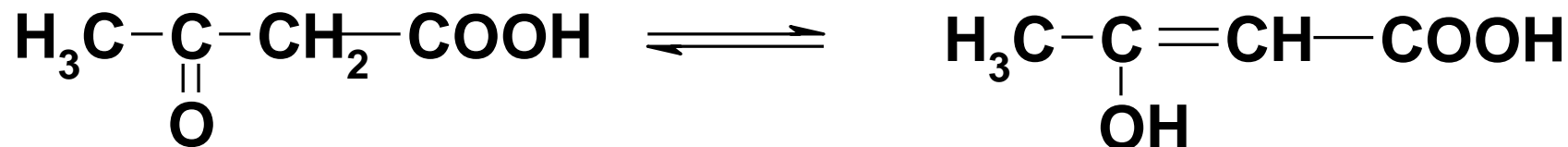


КЕТО-ЕНОЛЬНАЯ ТАУТОМЕРИЯ

характерна для β -кетокислот



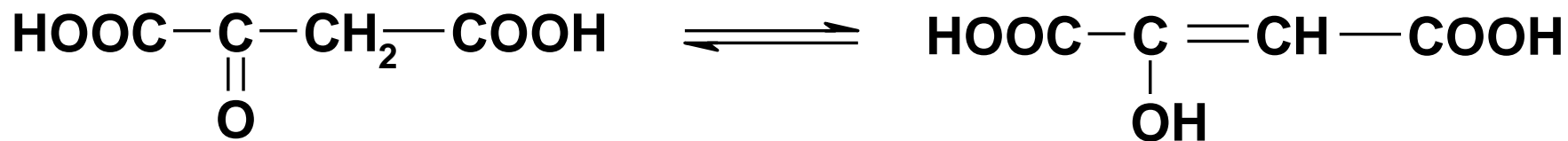
АЦЕТОУКСУСНАЯ КИСЛОТА



кетонная форма
(преобладает)

енольная форма

ЩАВЕЛЕВОУКСУСНАЯ КИСЛОТА

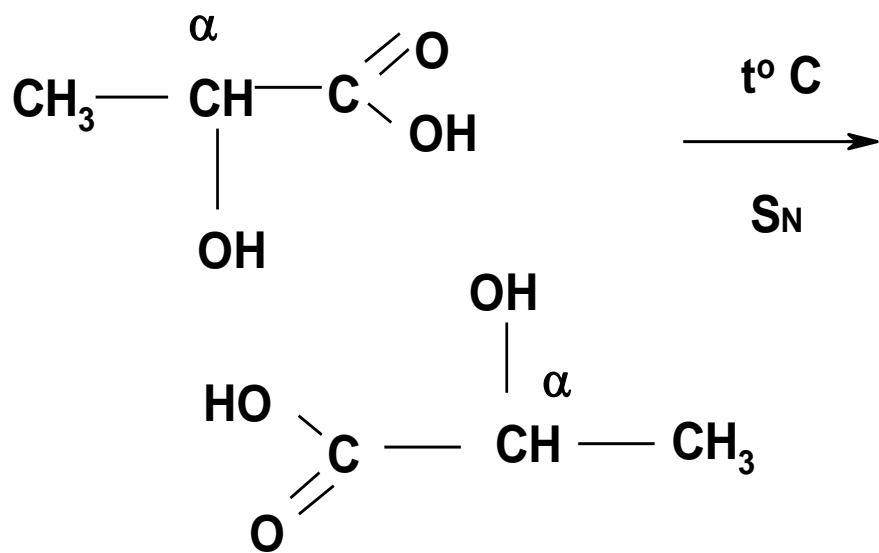


кетонная форма (20%)

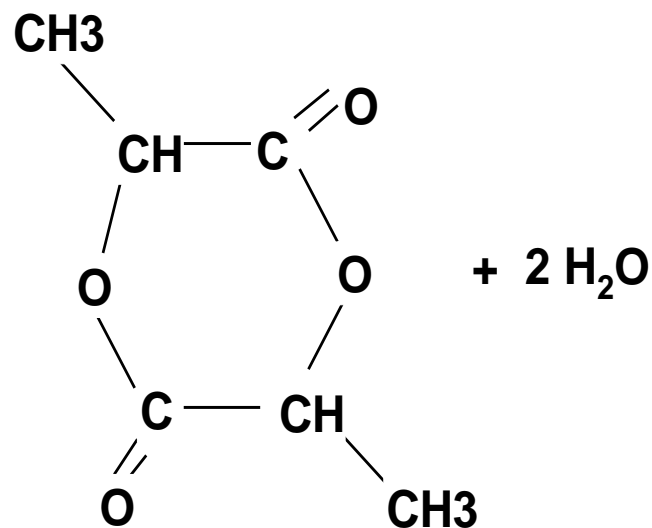
енольная форма (80%)

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ
ГИДРОКСИ- И АМИНОКИСЛОТ
ПРИ НАГРЕВАНИИ

α -ГИДРОКСИКИСЛОТЫ ПРИ НАГРЕВАНИИ ОБРАЗУЮТ ЛАКТИДЫ

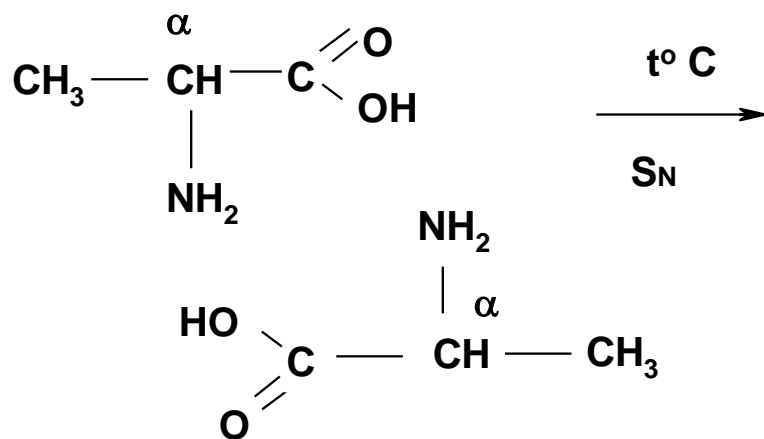


α -гидроксипропионовая кислота

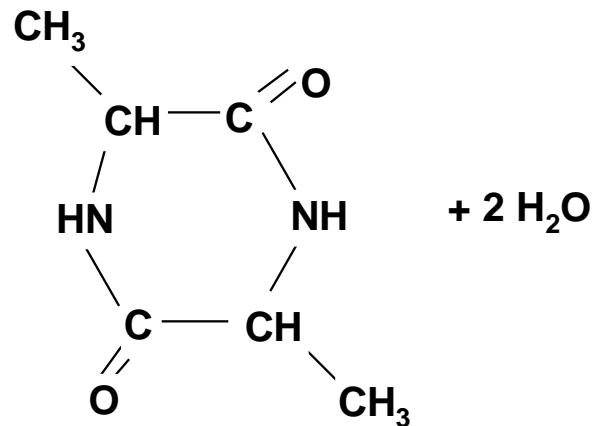


лактид α -гидроксипропионовой
кислоты

α -АМИНОКИСЛОТЫ ПРИ НАГРЕВАНИИ ОБРАЗУЮТ ДИКЕТОПИПЕРАЗИНЫ

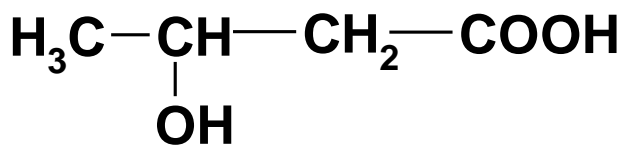


α -аминопропионовая кислота

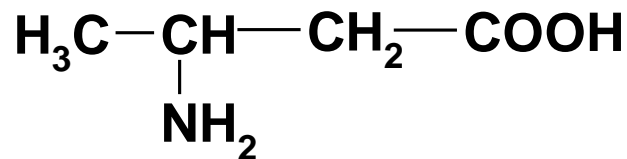


дикетопиперазин
 α -аминопропионовой кислоты

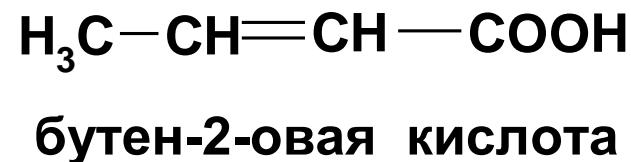
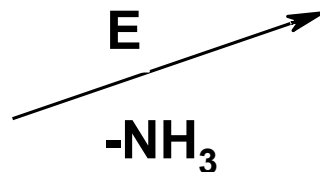
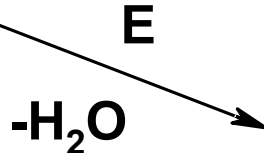
β-ГИДРОКСИ- И β-АМИНОКИСЛОТЫ ПРИ НАГРЕВАНИИ ОБРАЗУЮТ α,β-НЕНАСЫЩЕННЫЕ КИСЛОТЫ



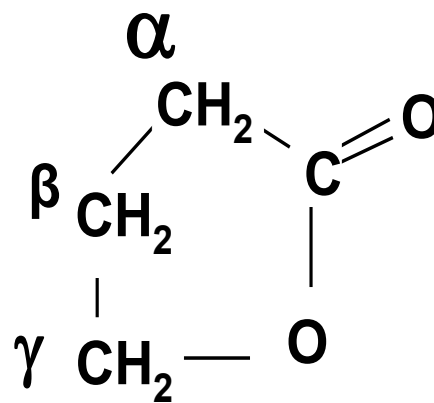
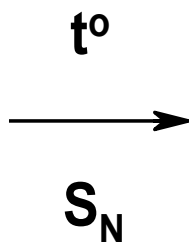
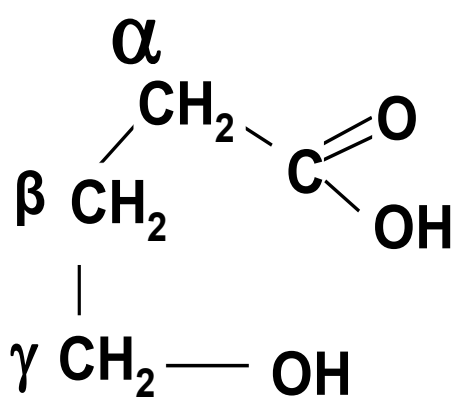
β-гидроксимасляная
кислота



β-аминомасляная
кислота



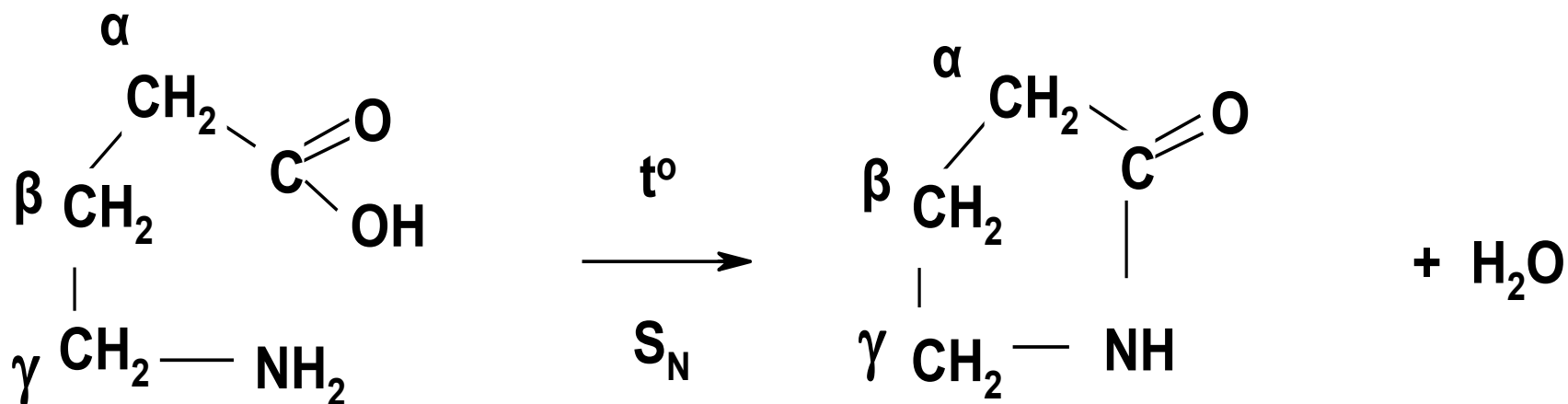
γ, δ - ГИДРОКСИКИСЛОТЫ ПРИ НАГРЕВАНИИ ОБРАЗУЮТ γ - И δ - ЛАКТОНЫ



γ - гидроксимасляная кислота

γ - лактон

γ, δ - АМИНОКИСЛОТЫ ПРИ НАГРЕВАНИИ ОБРАЗУЮТ γ - И δ - ЛАКТАМЫ



γ - аминomásляная кислота

γ - лактам

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ