

АМИНОКИСЛОТ Ы



*Жизнь – есть способ существования
белковых тел.*

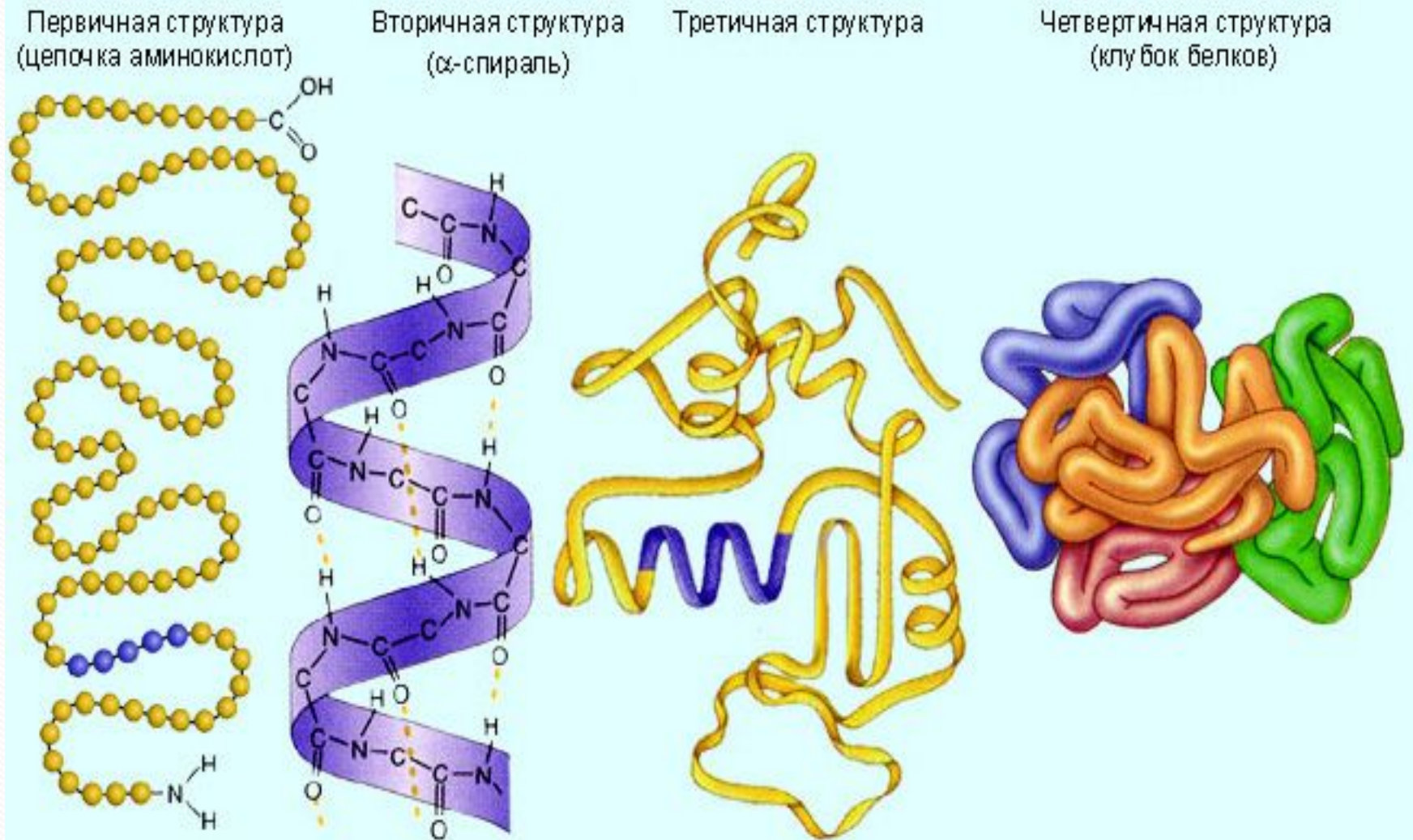
Ф. Энгельс

- Белки, являясь основой всех проявлений материальной жизни, выполняют в организме ряд важнейших функций:

1. Пластическая
2. Каталитическая
3. Сократительная
4. Регуляторная
5. Транспортная
6. Защитная (имунная)
7. Энергетическая
(10% всех энергозатрат)

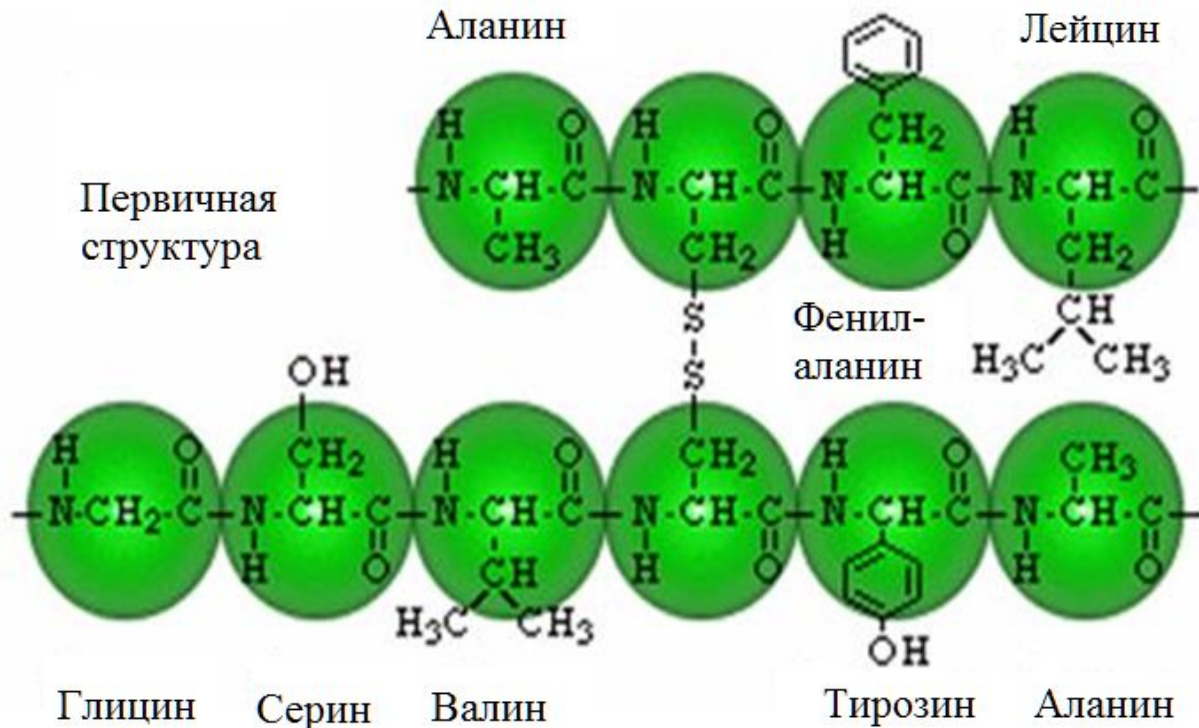


По химической природе БЕЛКИ являются биополимерами

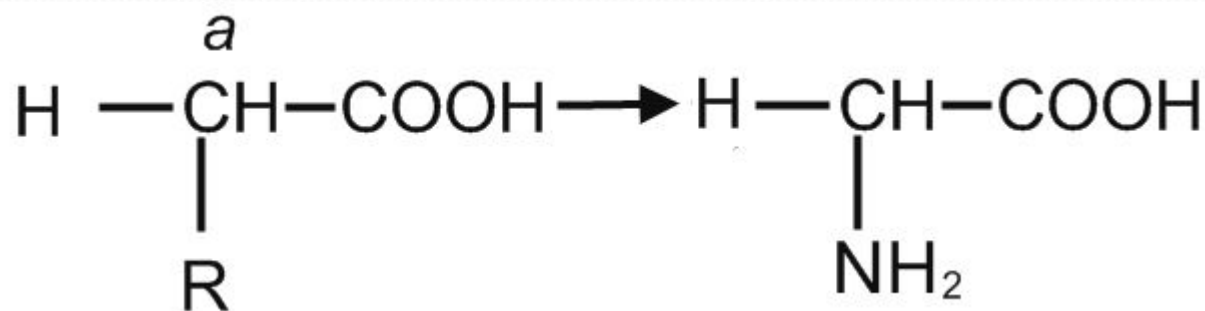
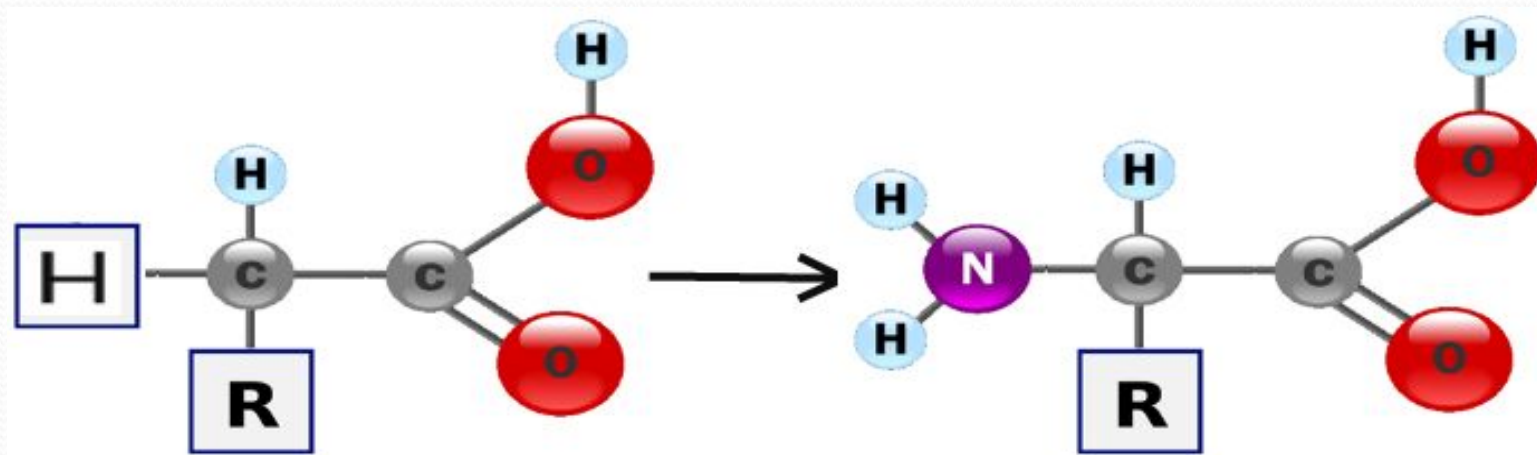


Структурным компонентом – мономером – являются

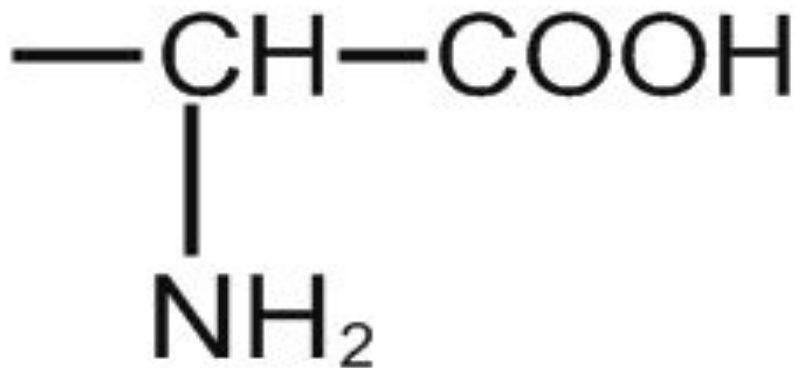
0



Аминокислоты – это гетерофункциональные органические соединения, производные КК у которых у α -углеродного атома водород замещен на аминогруппу

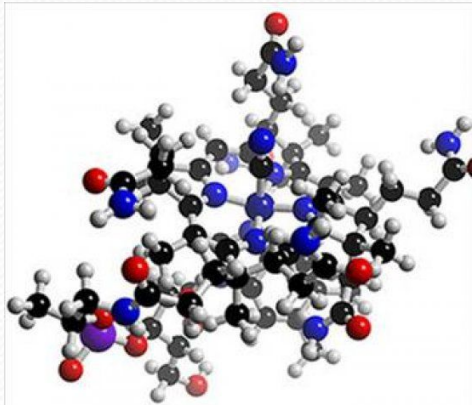


Все α -АМК имеют общую группу



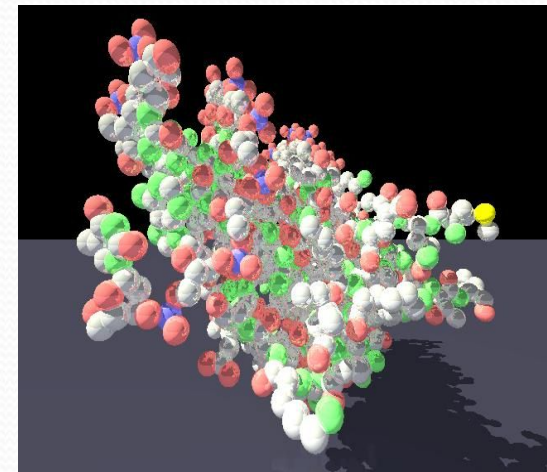
и отличаются друг от друга строением радикала

R



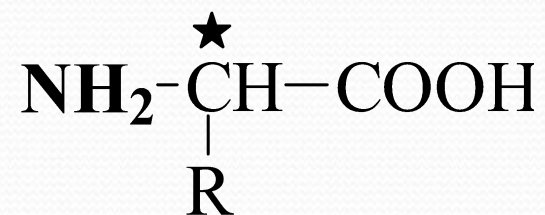
В состав белков
животного и
растительного
происхождения
входит:

- 19 АМК,
- 2 амида АМК
- 2 иминокислоты.

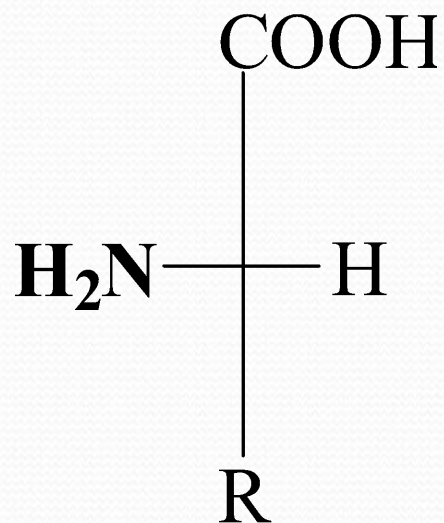


Сtereoхимия аминокислот

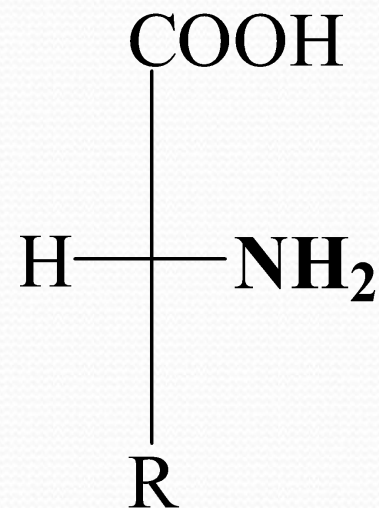
- Во всех природных АМК, за исключением *глицина*, α -С атом ассиметричен и α -АМК обладают оптической активностью.
- Растворы АМК вращают плоскость поляризованного света вправо (10 АМК) либо влево (8 АМК).



α-аминокислота



L-α-аминокислота



D-α-аминокислота

Классификация, строение, номенклатура α -АМК

**I. По химической природе
радикала и характеру
содержащихся в нем
заместителей:**

1. АЛИФАТИЧЕСКИЕ

2. ЦИКЛИЧЕСКИЕ

Алифатические α -АМК в зависимости от количества в их составе аминогрупп и карбоксильных групп подразделяют на:

1. МАМК
2. МАДК
3. ДАМК

К МАМК аминокислотам

Глицин	Gly	$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$
Аланин	Ala	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{NCHCOOH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Валин	Val	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{NCHCOOH} \\ \\ \text{CH}(\text{CH}_3) \end{array}$
Лейцин	Leu	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{NCHCOOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2 \end{array}$
Изолейцин	Ile	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{NCHCOOH} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$

- К МАМК а-АМК относят аминокислоты, в радикале которых имеются другие функциональные группы. Это ОКСИАМИНОКИСЛОТЫ:

Серин	Ser(S)	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{NCHCOOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$
Треонин	Tre(T)	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{NCHCOOH} \\ \\ \text{CH}_3\text{—CH—OH} \end{array}$

К МАМК α -АМК относят аминокислоты, в радикале которых имеются другие функциональные группы. Это СЕРУСОДЕРЖАЩИЕ α -АМК:

Метионин	Met(M)	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{NCHCOOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{SCH}_3 \end{array}$
Цистеин	Cys©	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{NCHCOOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{—SH} \end{array}$

К МАДК аминокислоты представлены:

Аспарагиновая кислота	Asp(D)	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{NCHCOOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{COOH} \end{array}$
Аспарагин	Asn(N)	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{NCHCOOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{CONH}_2 \end{array}$
Глутаминовая кислота	Glu(E)	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{NCHCOOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH} \end{array}$
Глутамин	Gln(Q)	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{NCHCOOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CONH}_2 \end{array}$

К ДАМК аминокислоты:

Лизин	Lys(K)	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{NCHCOOH} \\ \\ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \end{array}$
Аргинин	Arg(R)	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{NCHCOOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}-\text{C}-\text{NH}_2 \\ \\ \text{NH} \end{array}$

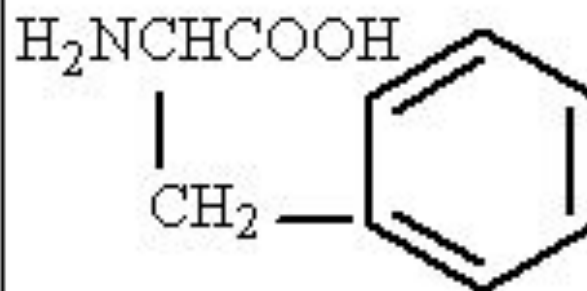
**Циклические
аминокислоты в
зависимости от
природы цикла
делятся на:**

- 1. карбоциклические**
- 2. гетероциклические**

Карбоциклические АМК

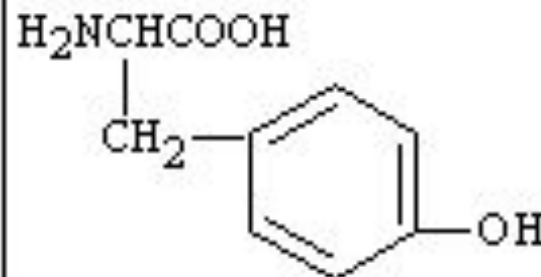
Фенилаланин

Phe



Тирозин

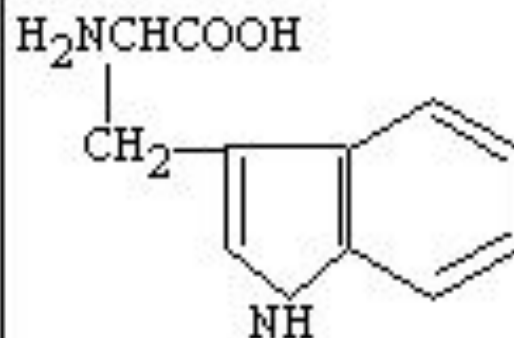
Tyr(Y)



Гетероциклические АМК

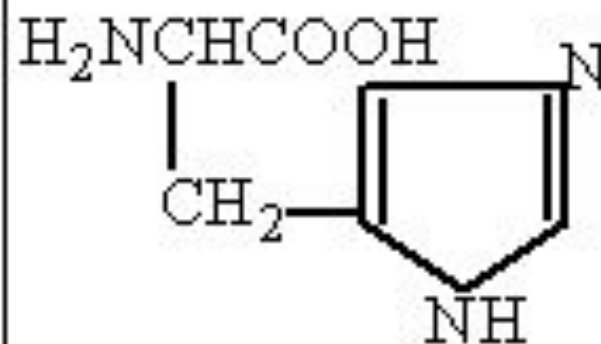
Триптофан

Try(W)

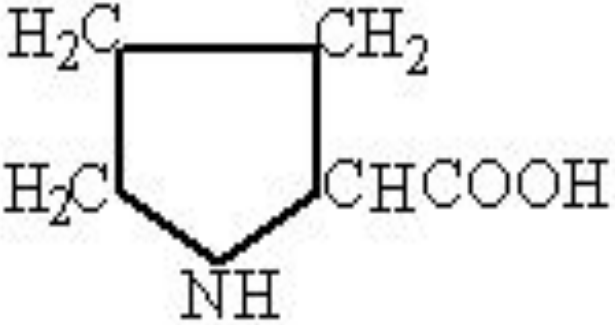
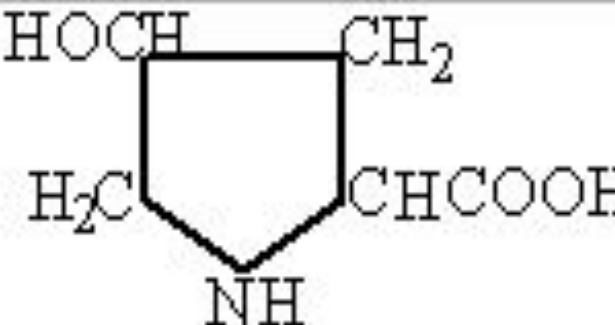


Гистидин

His(H)



Гетероциклические аминокислоты:

Пролин	Pro(P)	 <chem>O=C(O)C1CCNC1</chem>
Оксипролин	Opr	 <chem>O=C(O)C1C(O)CCNC1</chem>

II. По полярности радикала:

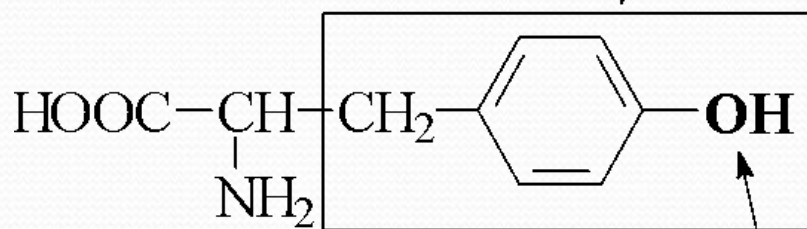
1. ПОЛЯРНЫЕ

2. НЕПОЛЯРНЫЕ

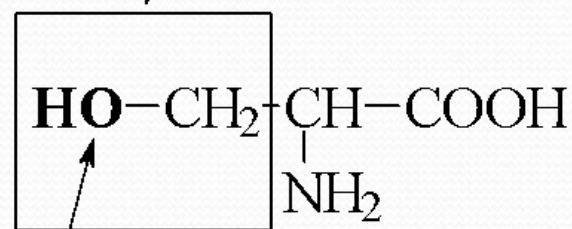
Полярный радикал

ионогенный

неионогенный



Тирозин



Серин

фенольная

спиртовая

ОН-группа

диссоциирует

В щелочной
среде

не диссоциирует

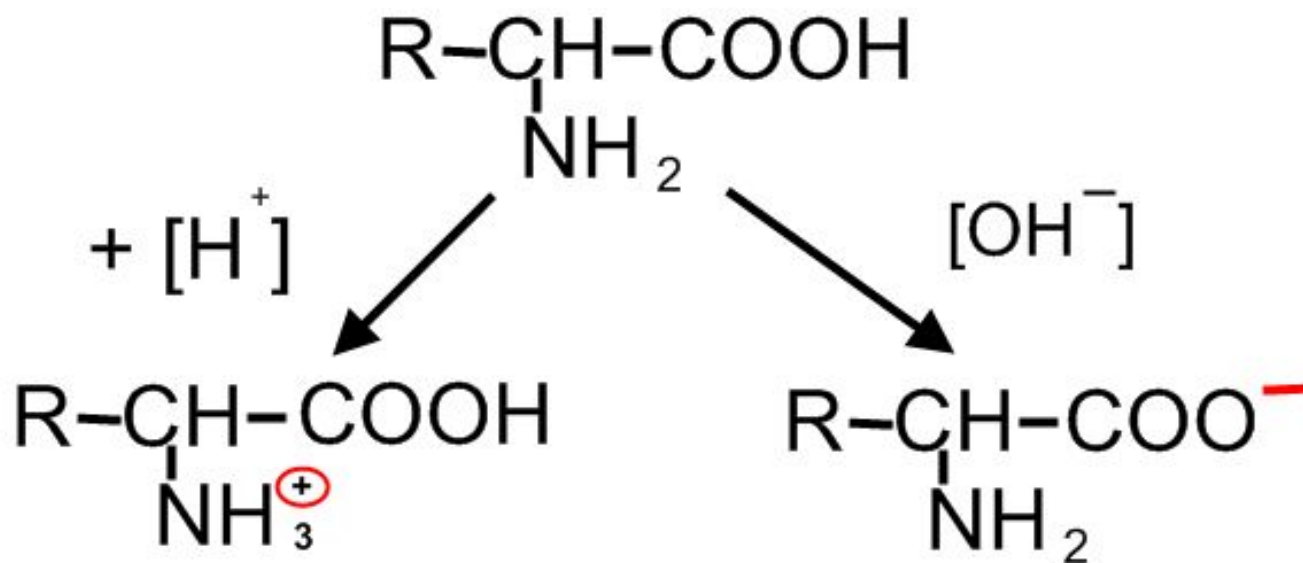
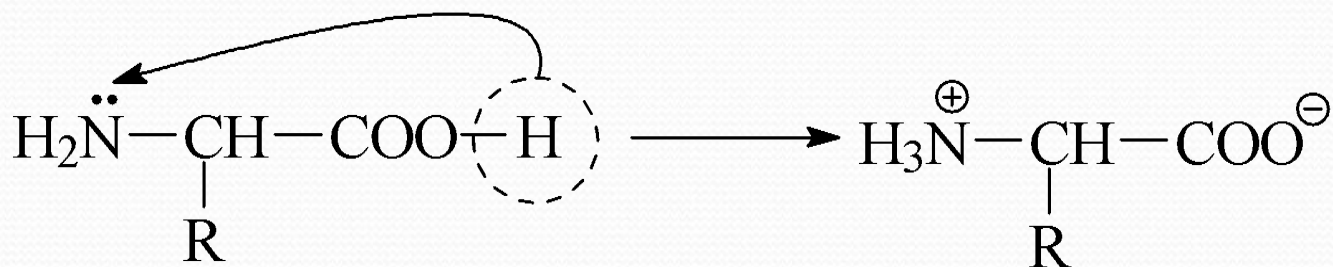
- К НЕПОЛЯРНЫМ АМК относятся аминокислоты **не содержащие полярных функциональных групп:** глицин, аланин, валин, лейцин, изолейцин, фенилаланин.

АМК, содержащие ионогенные группы

Несущие положительный заряд:
лизин, аргинин, гистидин

Несущие отрицательный заряд:
**аспарагиновая к-та,
глутаминовая к-та, тирозин,
цистеин**

III. Классификация по КИСЛОТНО-ОСНОВНЫМ СВОЙСТВАМ:



- Значение pH , при котором концентрация дипольных форм АМК максимальна, а концентрация анионных и катионных форм минимальна или равны, называется **изоэлектрической точкой (pI)**.

pI: 5,5-6,3

- **Нейтральные АМК:** метионин, пролин, тирозин, триптофан, фенилаланин ...

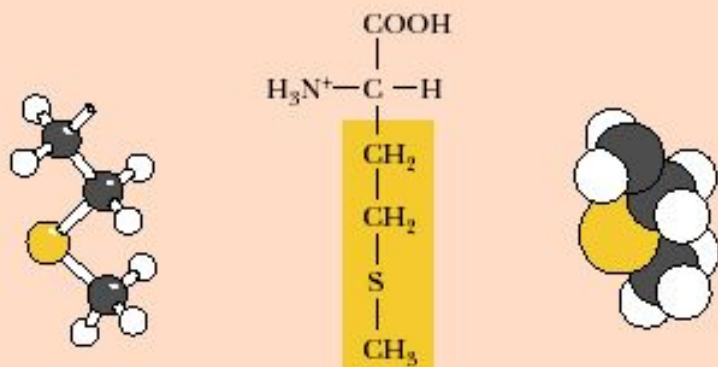
pI: менее 5,5
(резкокислая среда)

- **Кислые АМК:** аспарагиновая, глутаминовая кислоты, цистеин

pI: более 6,3
(резкощелочная среда)

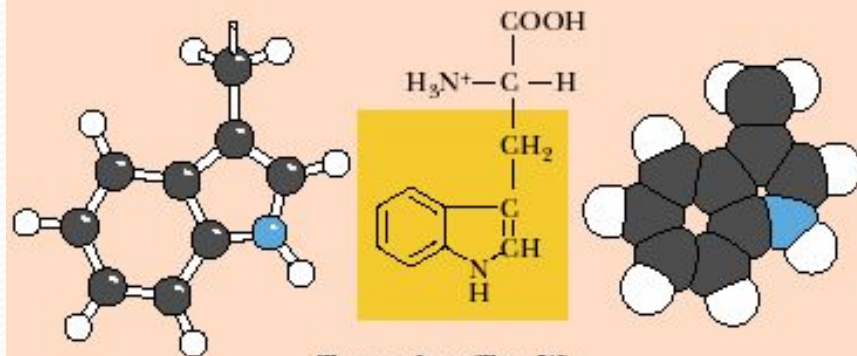
- **Основные АМК:** лизин, аргинин, гистидин

Нейтральные гидрофобные аминокислоты



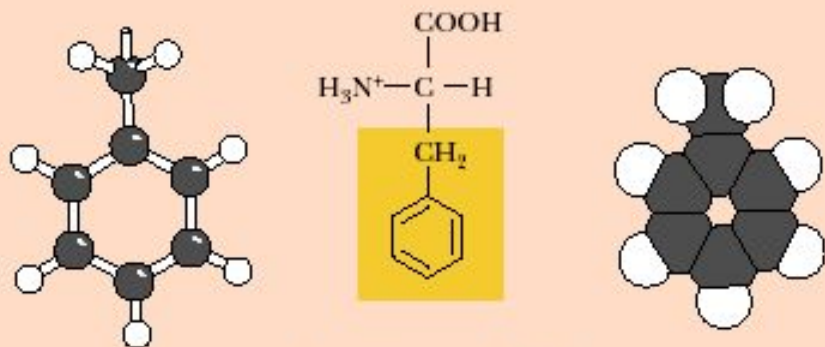
Methionine (Met, M)

Метионин



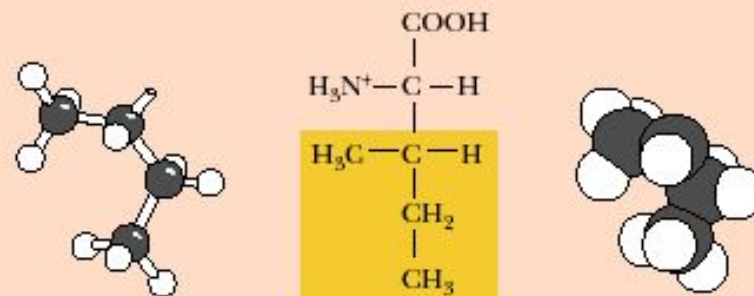
Tryptophan (Trp, W)

Триптофан



Phenylalanine (Phe, F)

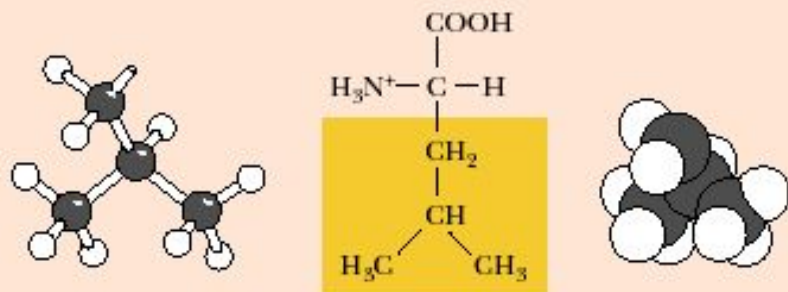
Фенилаланин



Isoleucine (Ile, I)

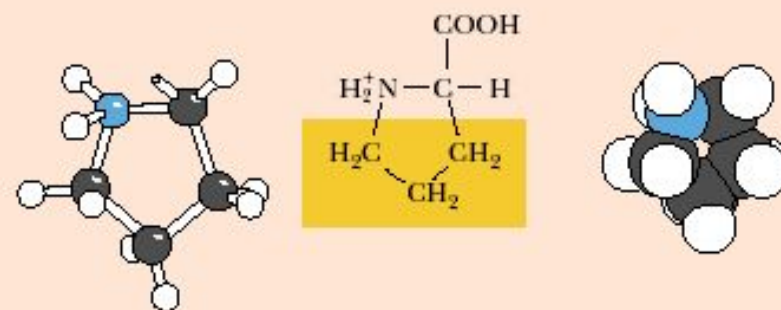
Изолейцин

Нейтральные гидрофобные аминокислоты



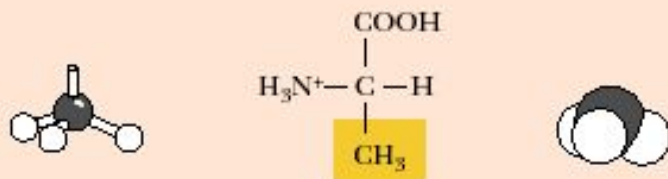
Leucine (Leu, L)

Лейцин



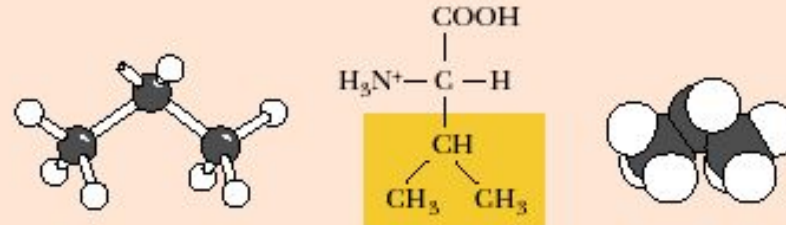
Proline (Pro, P)

Пролин



Alanine (Ala, A)

Аланин

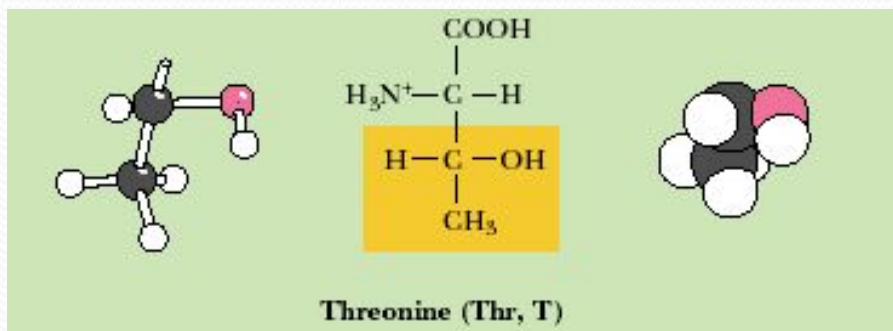


Valine (Val, V)

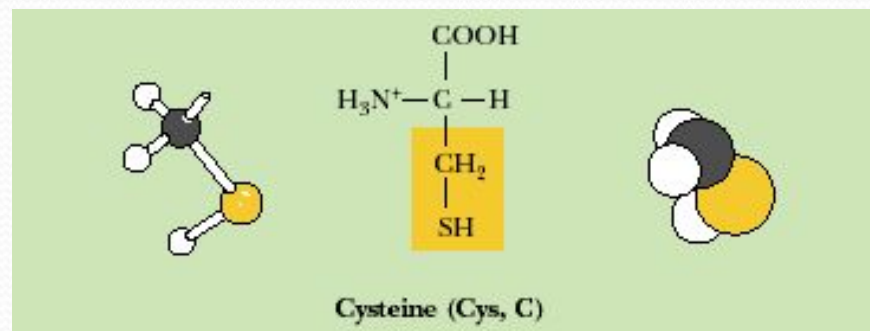
Валин

Классификации аминокислот

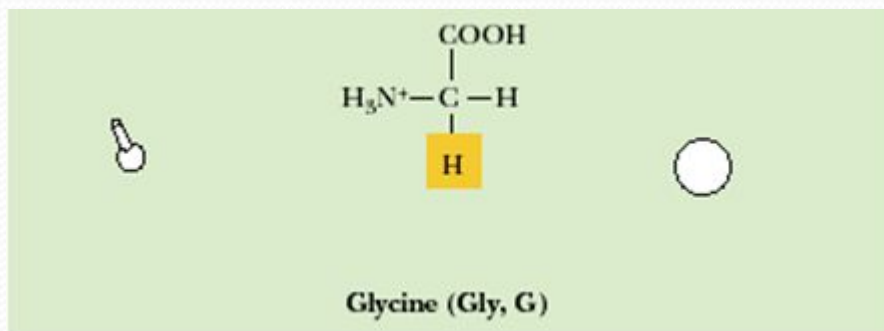
Нейтральные гидрофильные аминокислоты



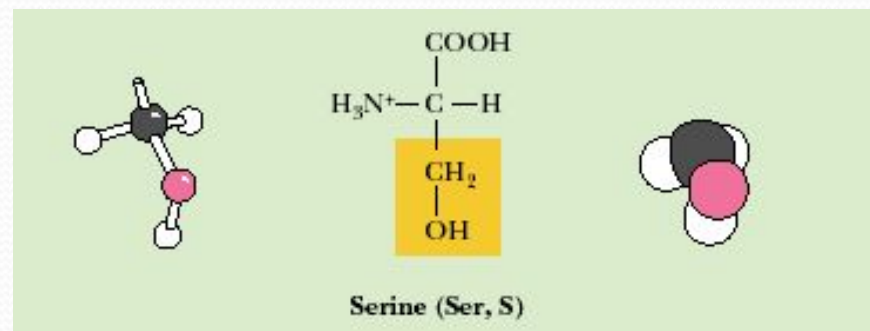
Треонин



Цистеин



Глицин

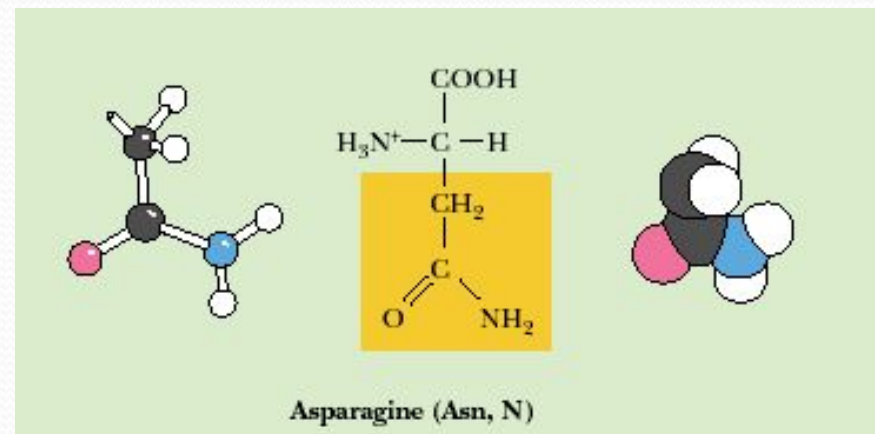


Серин

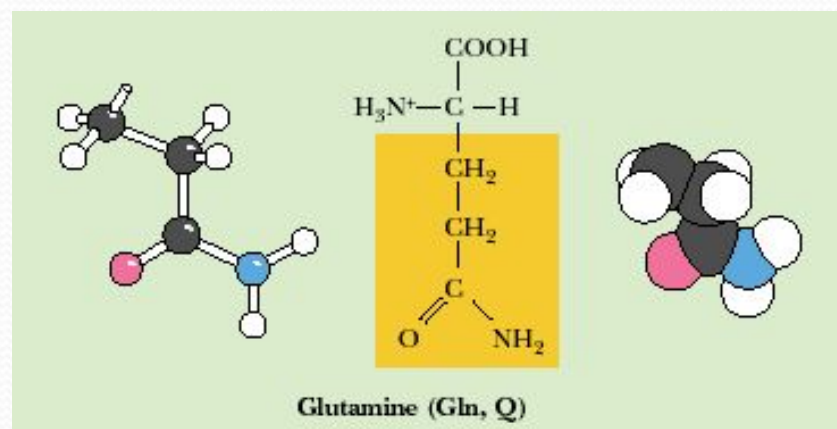
Нейтральные гидрофильные аминокислоты



Тирозин

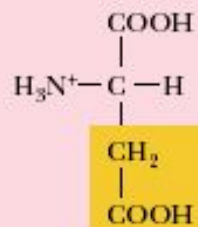
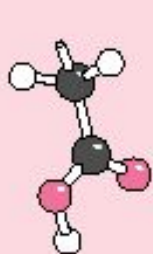


Аспарагин



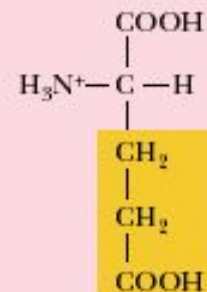
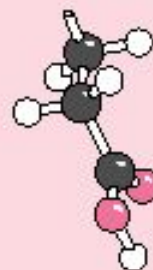
Глутамин

Кислые аминокислоты



Aspartic acid (Asp, D)

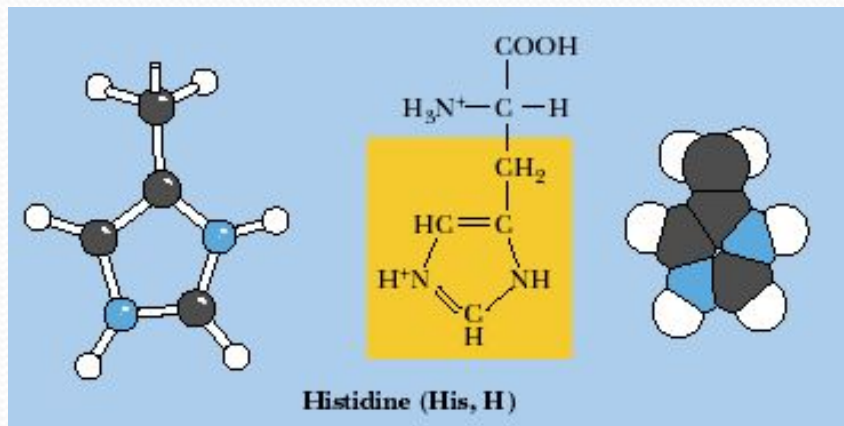
Аспарагиновая кислота



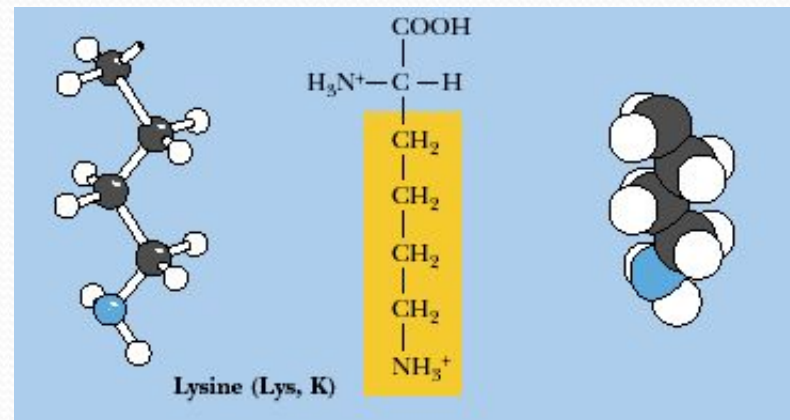
Glutamic acid (Glu, E)

Глутаминовая кислота

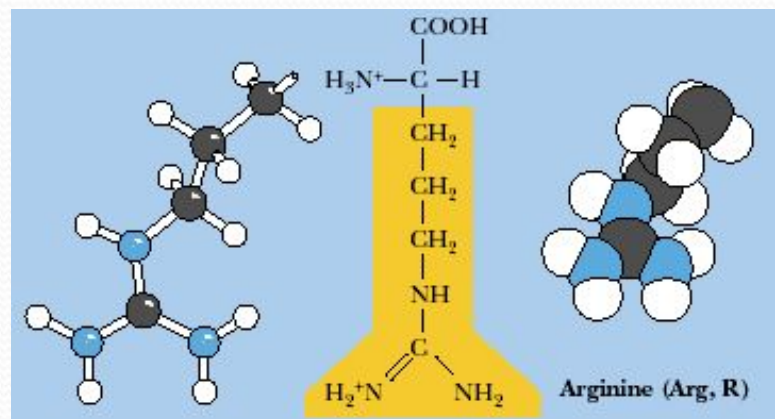
Основные аминокислоты



Гистидин



Лизин



Аргинин

III. Классификация АМК по биологическому принципу:

1. ЗАМЕНИМЫЕ
2. НЕЗАМЕНИМЫЕ

Незаменимые - не
синтезируются в организме
и должны поступать с
пищей:

**валин, лейцин,
изолейцин, треонин,
метионин, лизин,
фенилаланин, триптофан,
аргинин.**

Номенклатура аминокислот

Названия аминокислот произошли в основном *от исходных материалов*, из которых они были впервые выделены;

- аспарагин (от лат. asparagus — спаржа) получен из сока спаржи,
- цистеин и цистин (от греч. cystis — мочевого пузыря) — из камней мочевого пузыря,
- глутамин и глутаминовая кислота (от нем. das Gluten — клейковина) — из клейковины пшеницы, серин (от греч. seros — шелковичный червь) — из шелка,
- тирозин (от греч. tyros — сыр) — из сыра.

Другие названия связаны с *методами выделения*:

- аргинин (от лат. argentum — серебро) был впервые получен в виде серебряной соли,
- триптофан выделен при расщеплении белка с помощью трипсина.

Структурные связи с другими природными соединениями также внесли вклад в названия некоторых аминокислот:

- валин назван как производное валериановой кислоты,
- треонин структурно связан с моносахаридом треозой,
- название «пролин» происходит от рационального обозначения пирролидин-2-карбоновой кислоты.

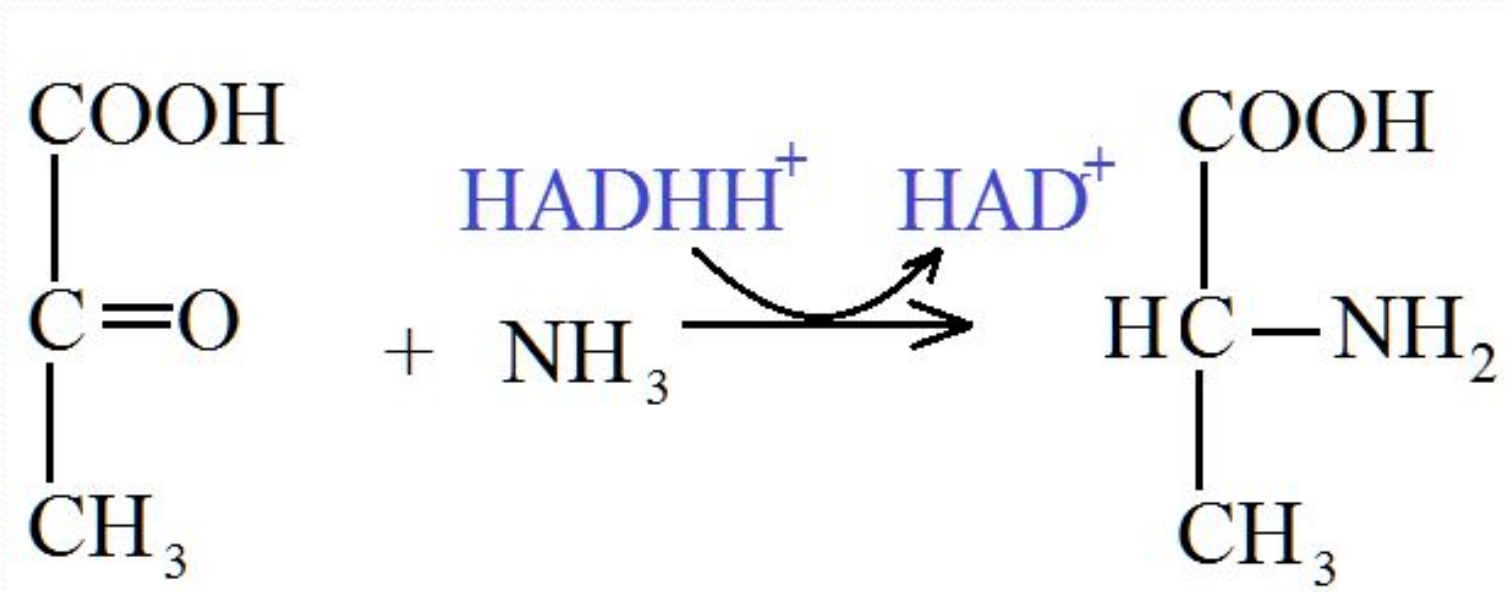
- Аминоацильные остатки общей формулы $\text{NH}_2\text{-CHR-CO-}$ называют, добавляя к корню слова окончание –ил (исключение: триптофан и аминокислоты*)

**Поскольку у аспарагиновой и глутаминовой кислот и их полуамидов одинаковые корневые слова, остатки глутамина и аспарагина называют обычно «глутаминил» и «аспарагинил», остатки же глутаминовой и аспарагиновой кислот получили названия «глутамил» и «аспарагил».*

Синтез аминокислот

- Восстановительное аминирование α -кетокислот
- Переаминирование или трансаминирование

Образование аланина из пировиноградной кислоты



ПВК

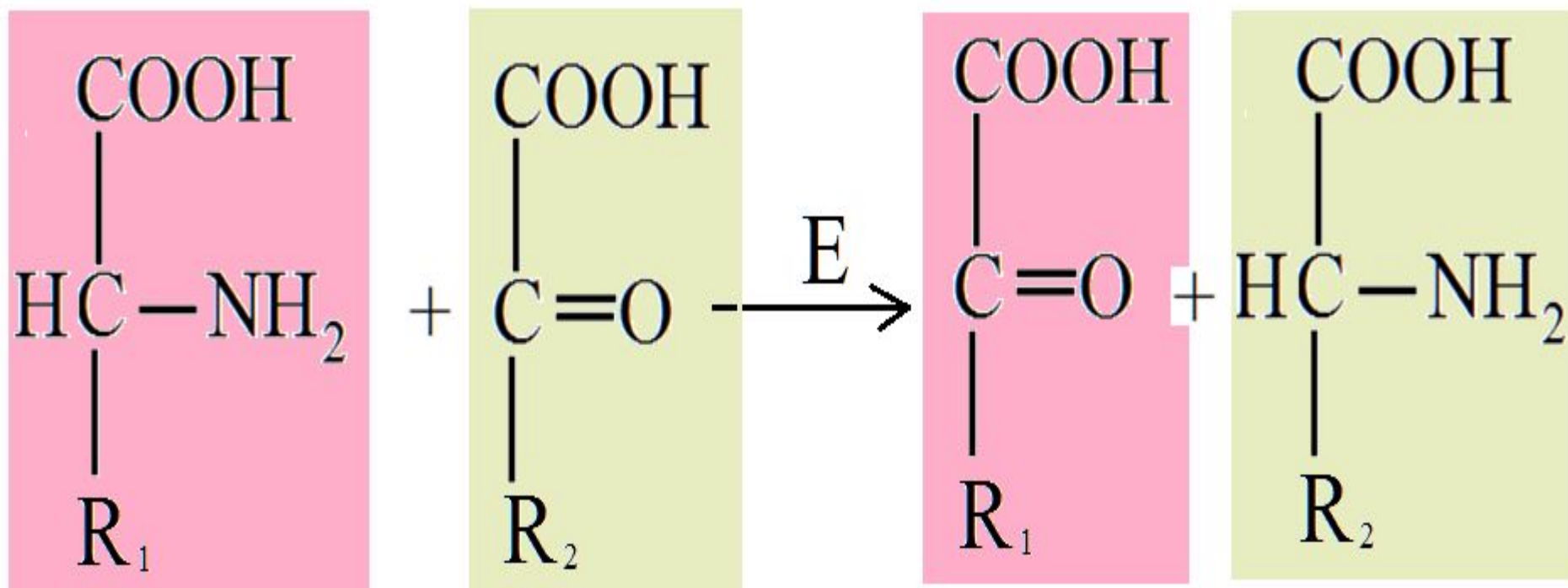
АЛАНИН

● Аналогичным образом
синтезируется из
α-кетоглутаровой кислоты
глутаминовая кислота

Реакции

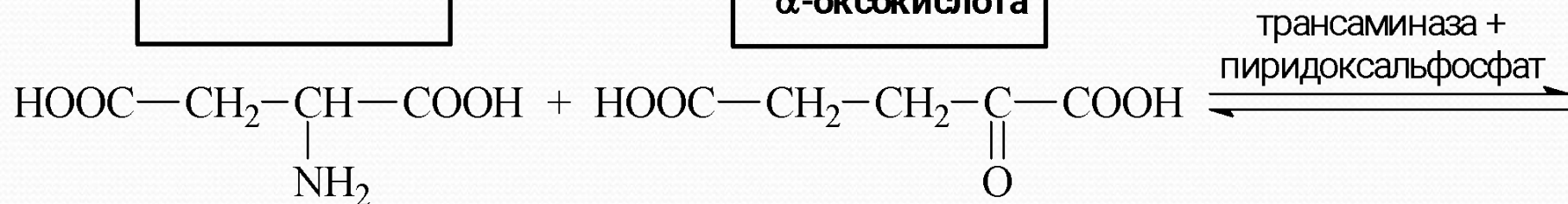
перезаминирования

Сущность этого процесса заключается в ферментативном переносе аминогруппы с α -аминокислоты на α -кетокислоту с образованием новой α -аминокислоты и новой α -кетокислоты.



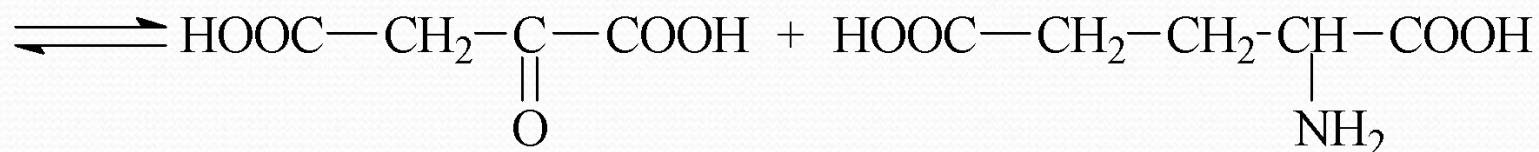
Донорная
 α -аминокислота

Акцепторная
 α -оксокислота



L-аспаргиновая кислота

α -оксоглутаровая кислота



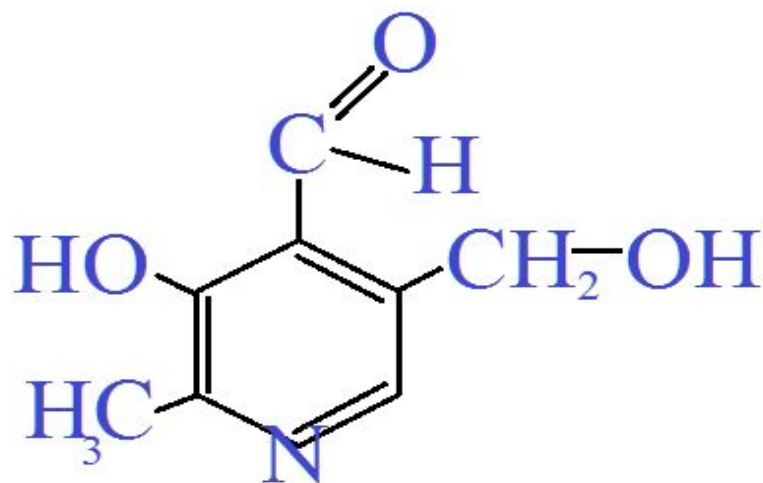
Щавелевоуксусная
кислота

L-глутаминовая
кислота

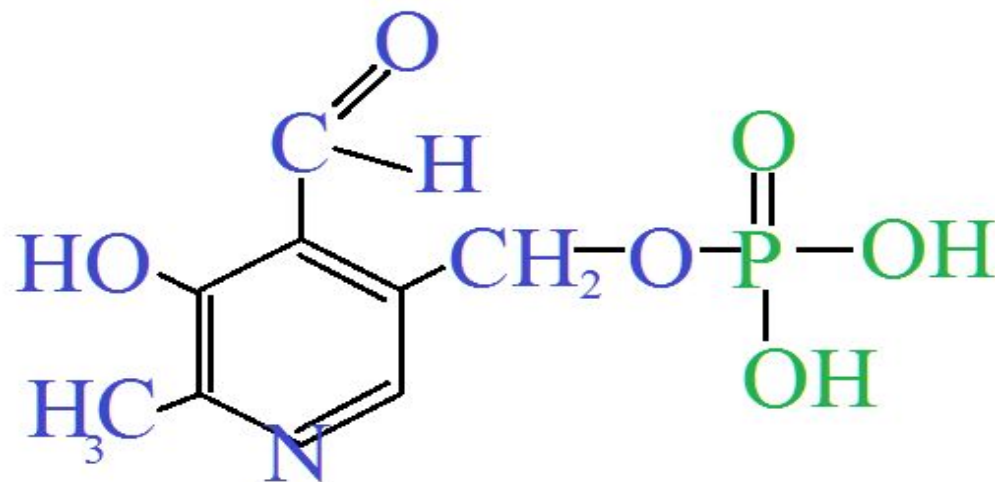
Акцепторная
 α -оксокислота

Донорная
 α -аминокислота

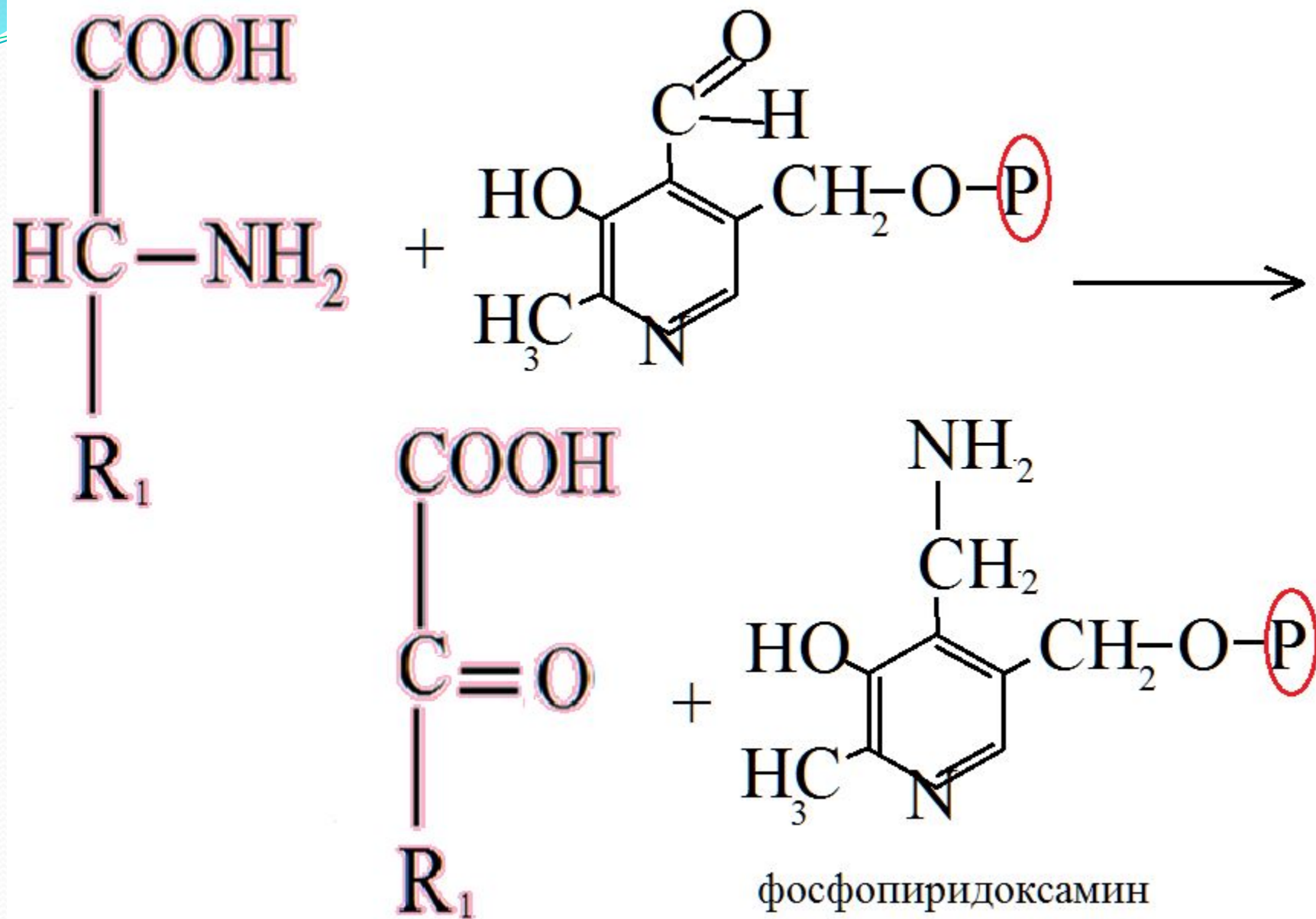
- Реакция осуществляется с участием ферментов **ТРАНСАМИНАЗ** (класс трансфераз – «переносчики»).
- Кофактором этих ферментов является витамин В₆ – пиридоксаль (пиридоксальфосфат)

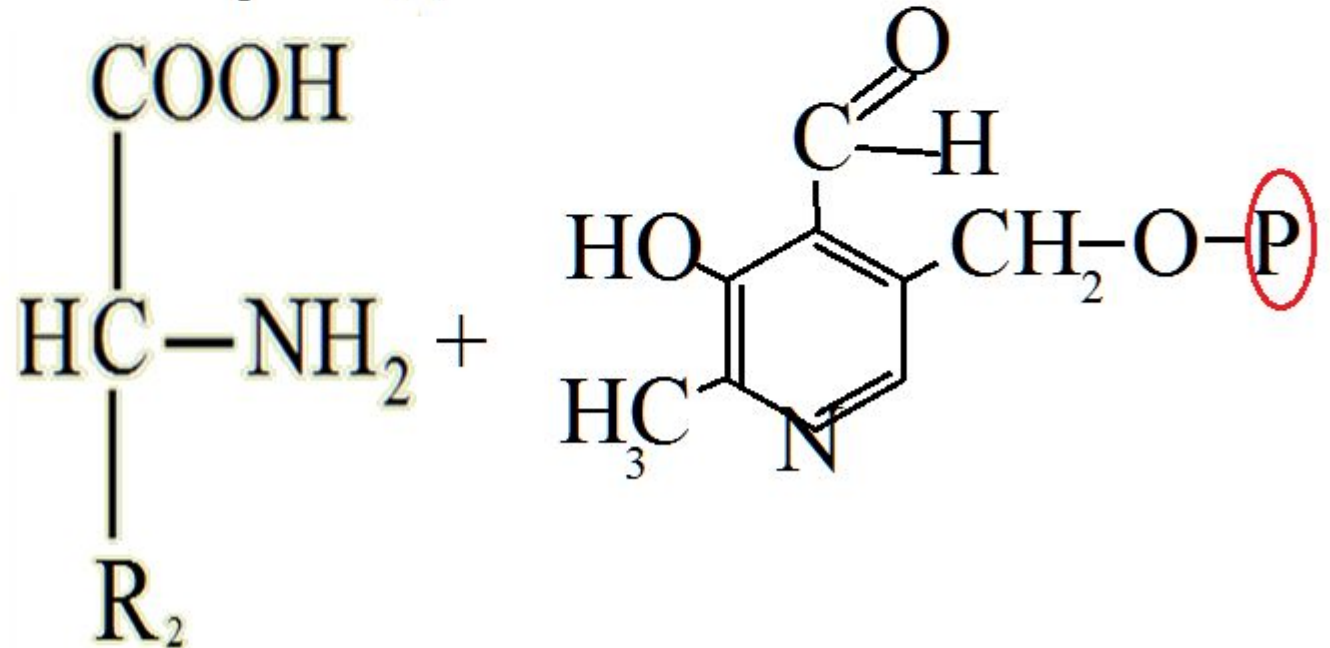
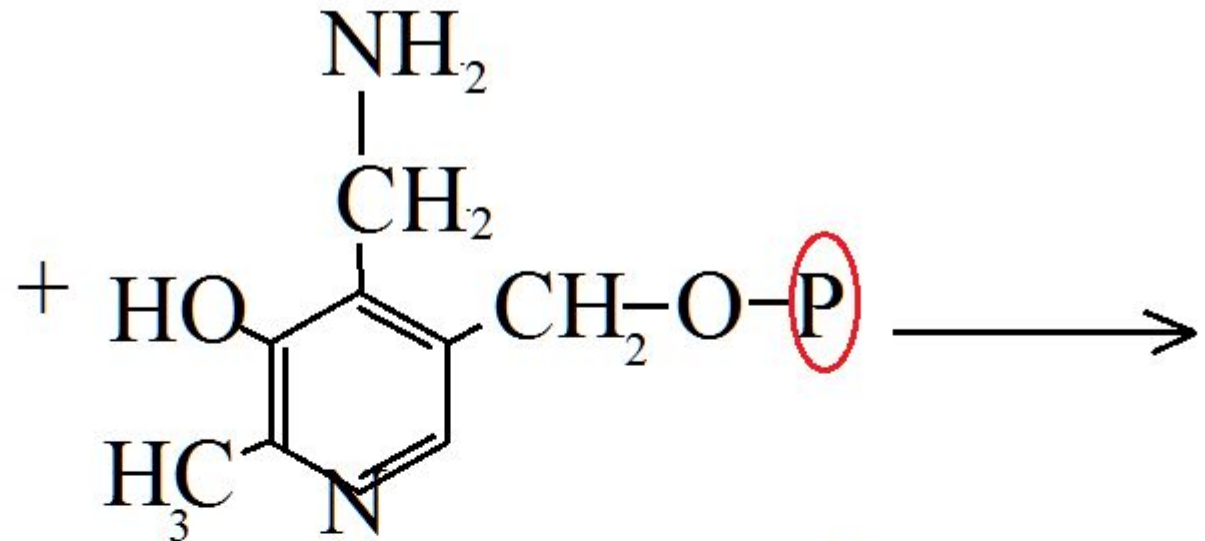
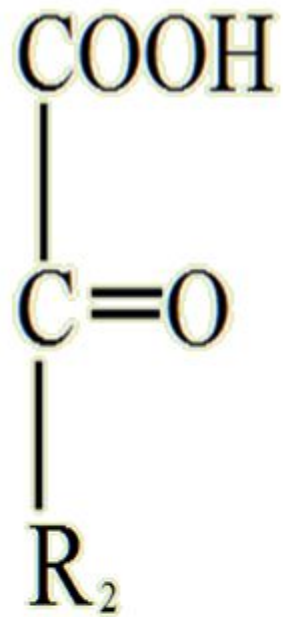


пиридоксаль

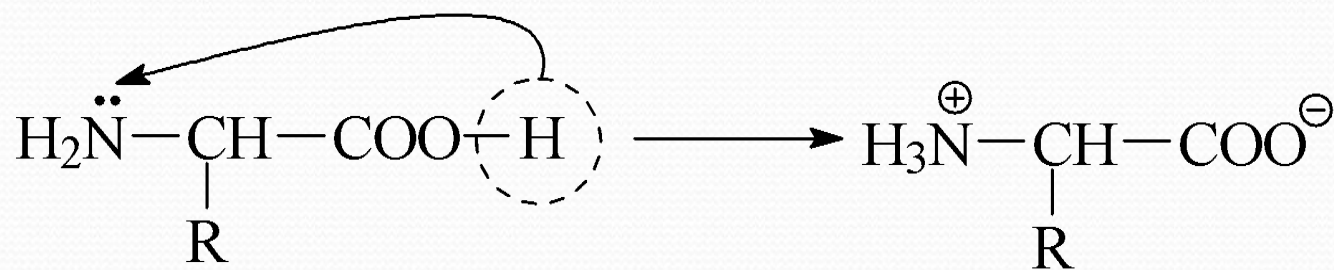


пиридоксальфосфат





Химические свойства аминокислот

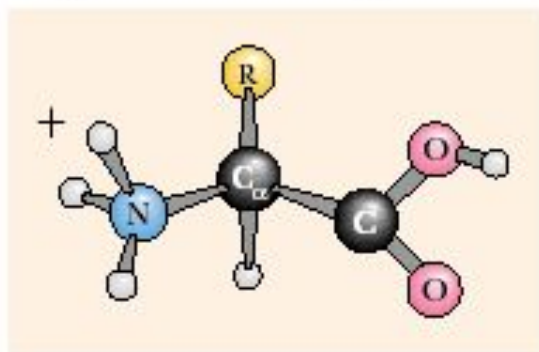


**Несуществующая
в природе форма**

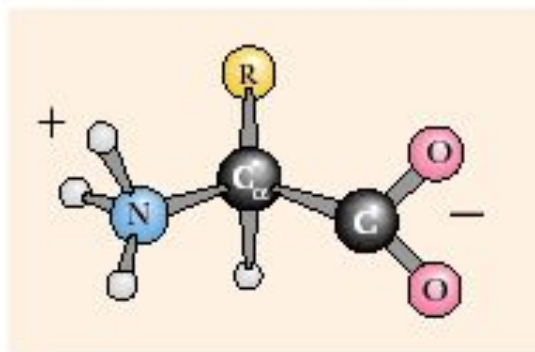
**Биполярный ион
(цвиттер-ион),
внутренняя соль**

Кислотно-основные свойства

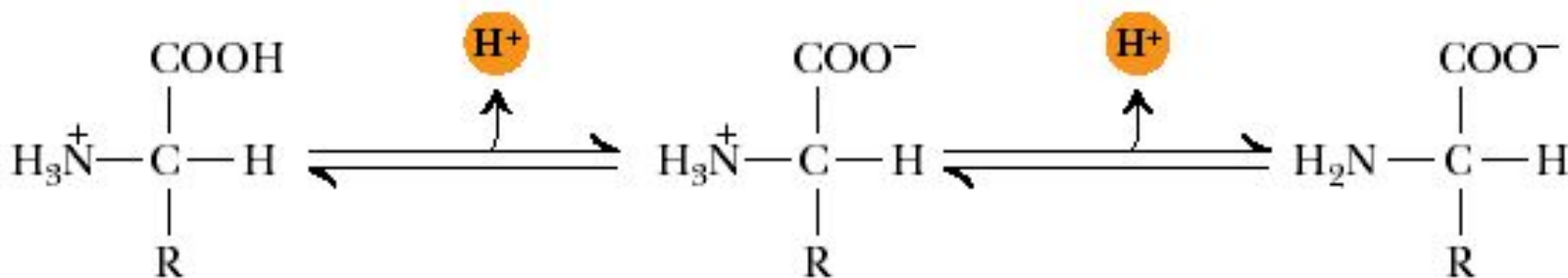
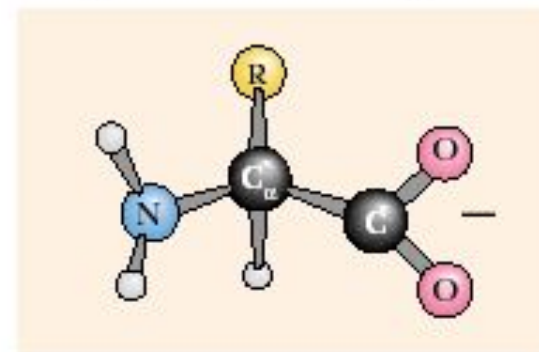
рН 1 Заряд +1



рН 7 Заряд 0



рН 13 Заряд -1

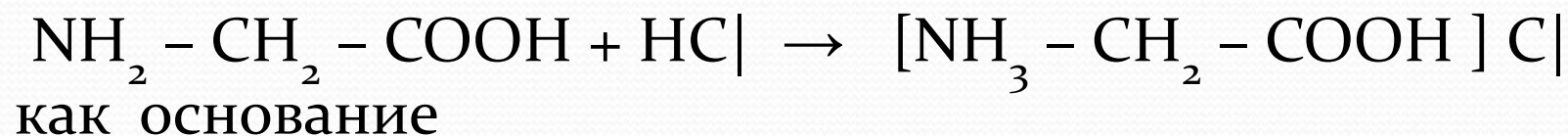


Катионная форма

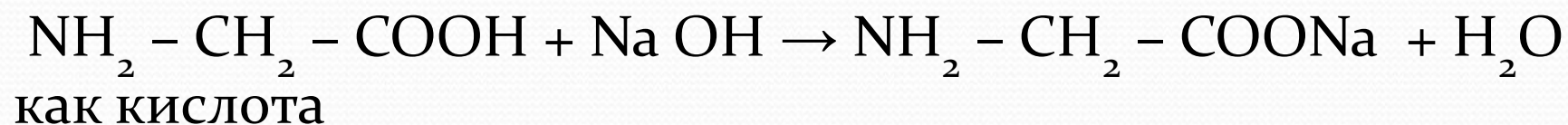
Цвиттерион (нейтральный)

Анионная форма

1)

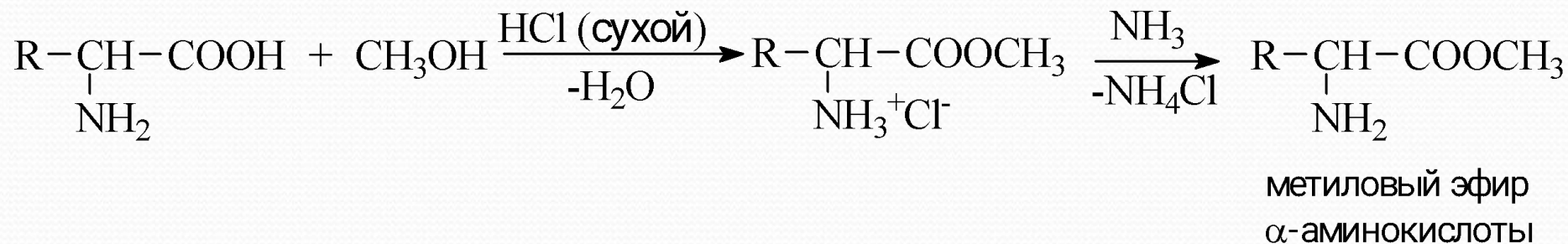


2)



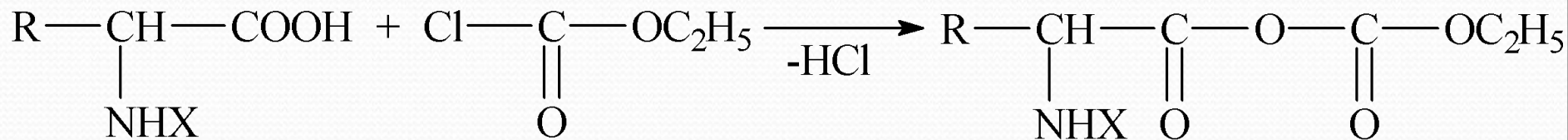
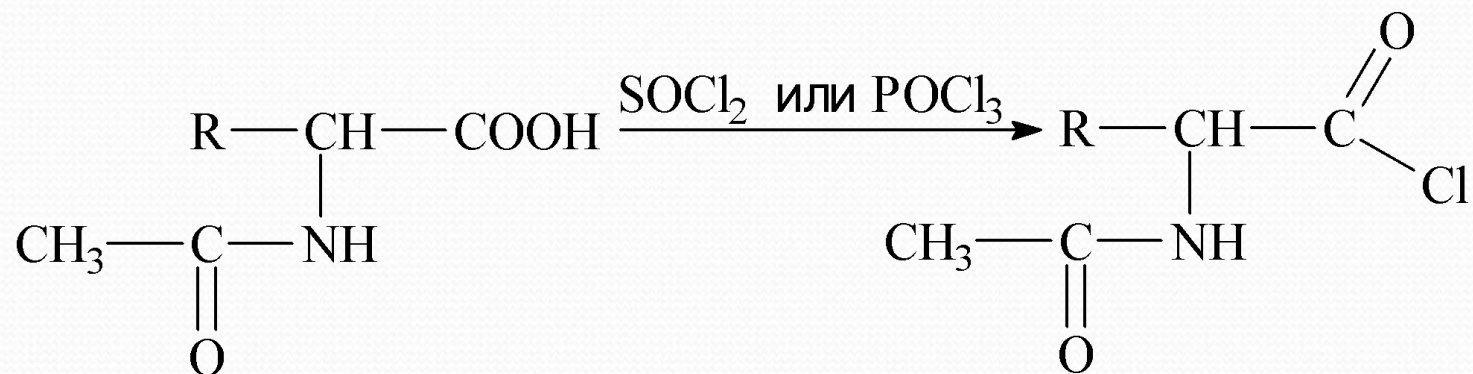
Химические свойства определяемые карбоксильной группой

Образование эфиров



Э. Фишер (1901)

Образование галогенангидридов

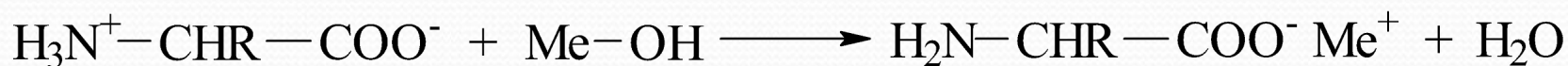
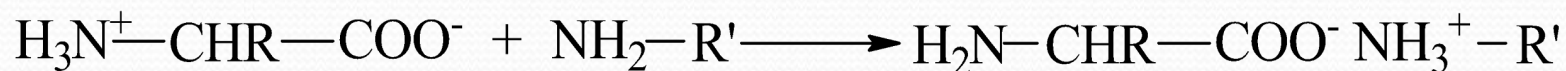


замещенная
 α -аминокислота

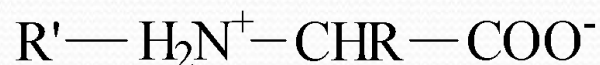
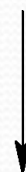
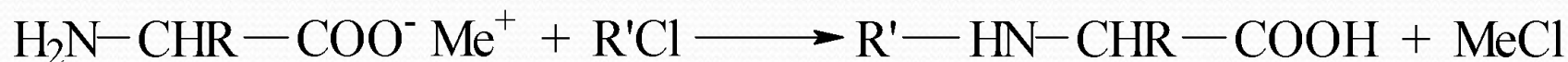
этилхлорформиат

смешанный
ангидрид

Реакции с участием только аминогруппы



Алкилирование

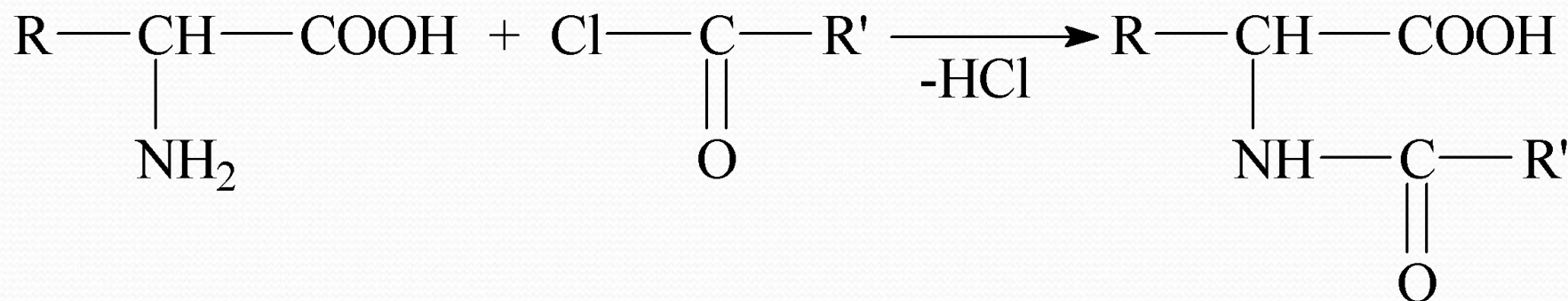


N,N,N-триметилглицин

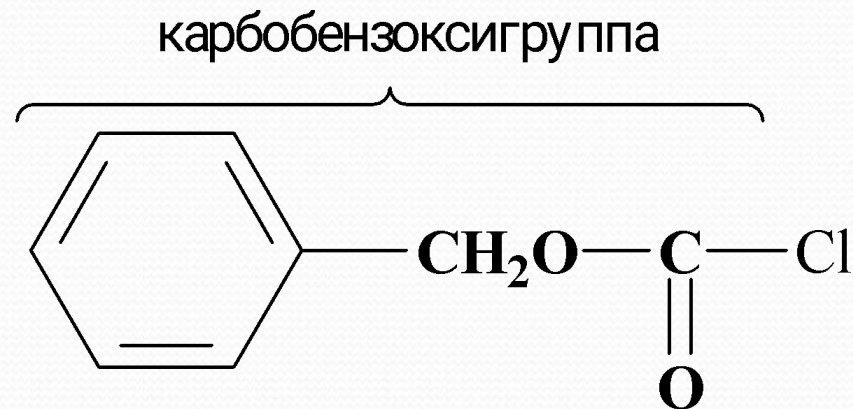
Простейший бетаин -
производное глицина - был
впервые обнаружен в соке
столовой свеклы *Beta vulgaris*₅₇

Реакции с участием только аминогруппы

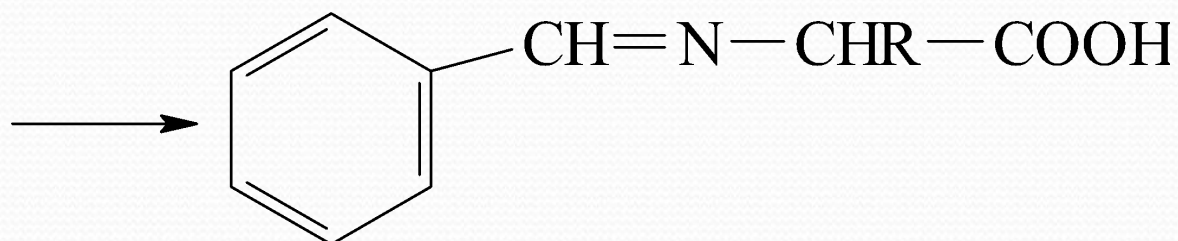
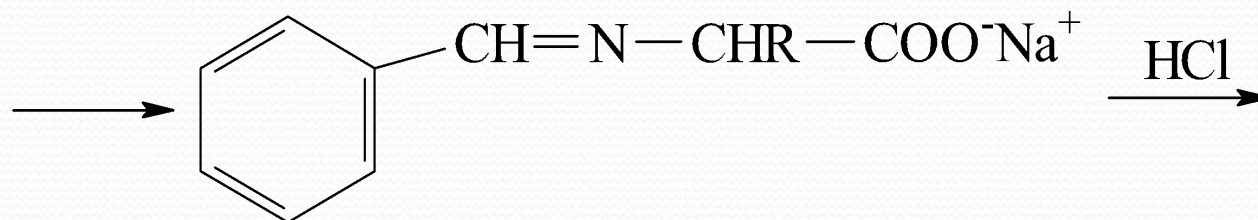
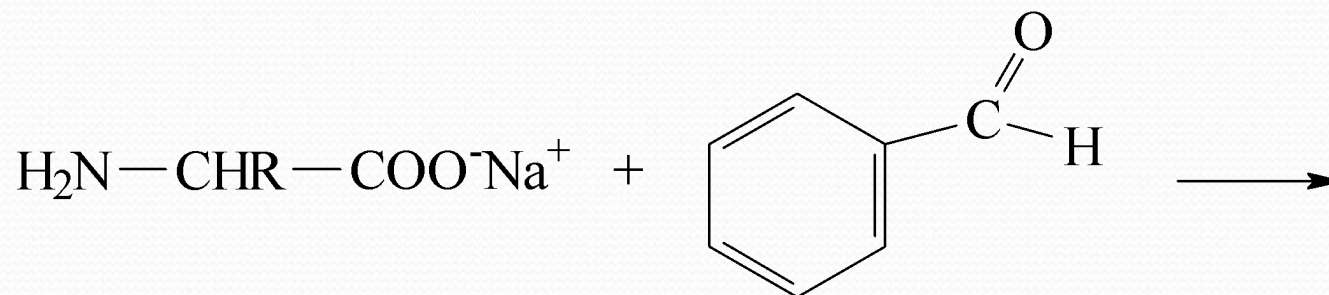
Образование N-ацильных производных



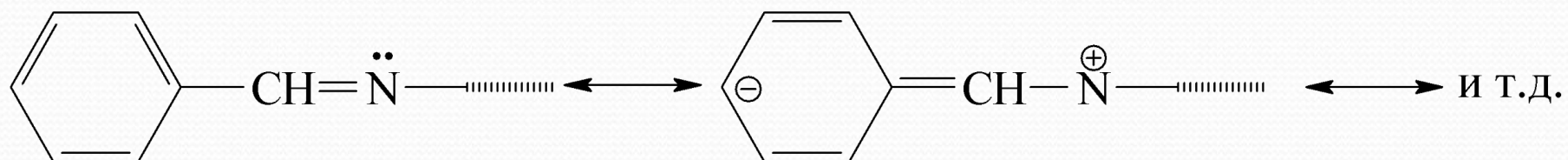
Карбобензоксизащита (1932 г)
карбобензоксихлорид
(бензиловый эфир
хлормуравьиной кислоты).



Образование оснований Шиффа

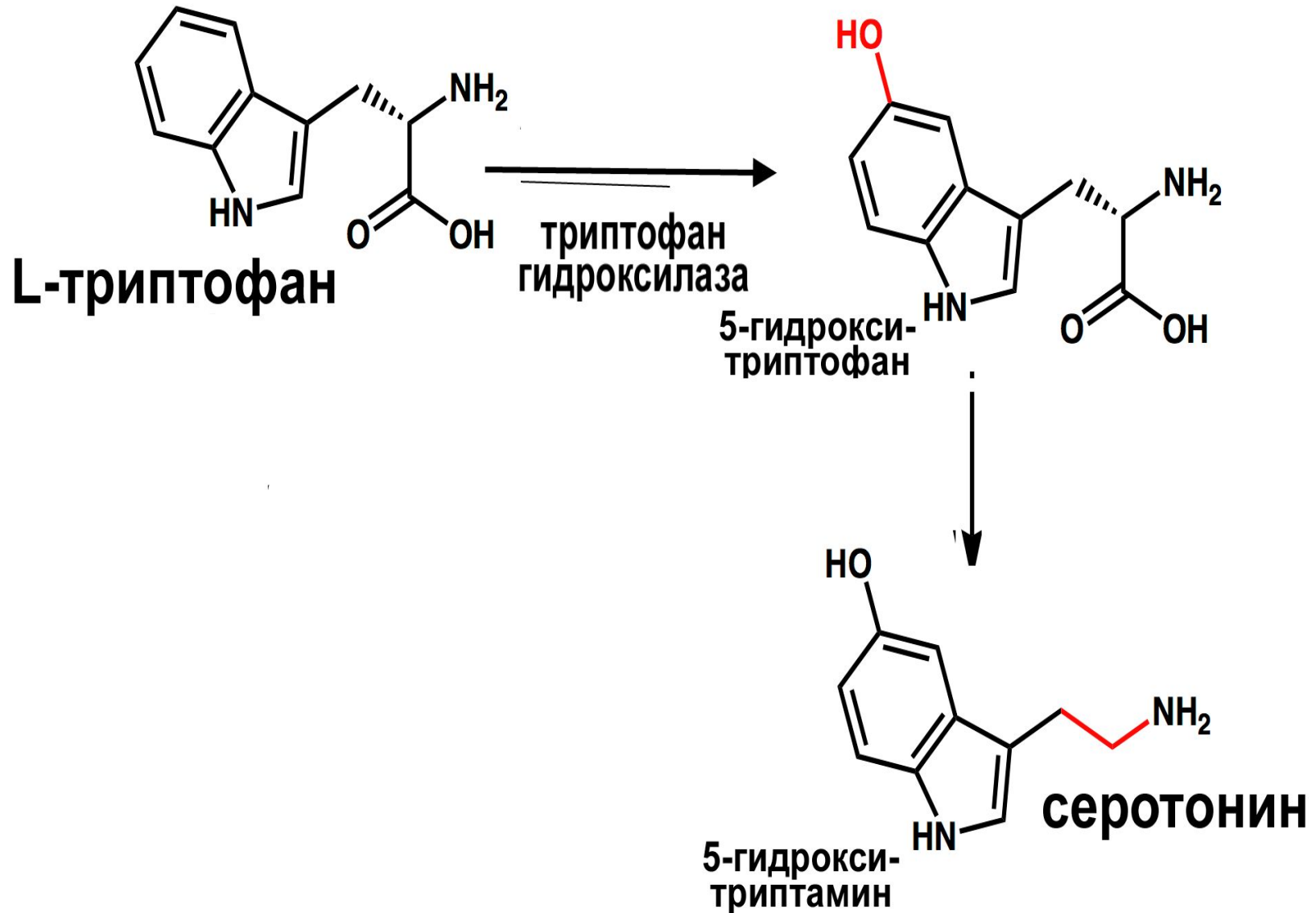


Образование оснований Шиффа

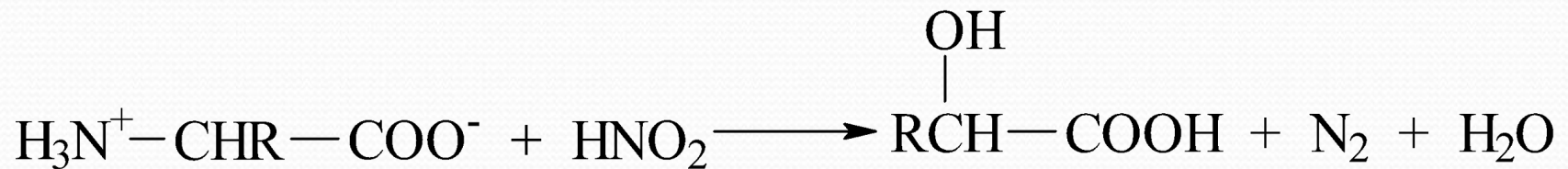


Биологически значимые реакции

Реакции

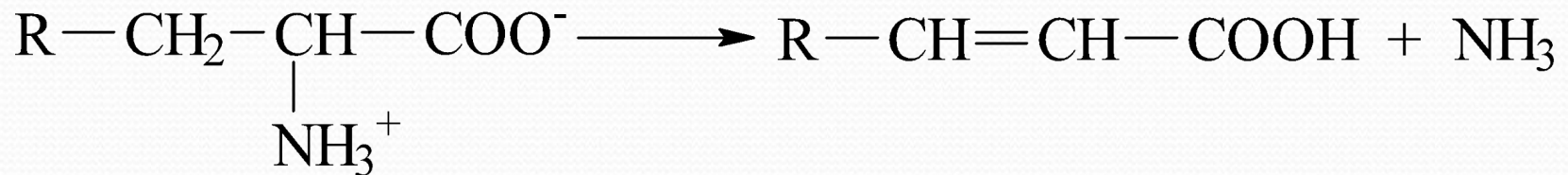


Дезаминирование аминокислот



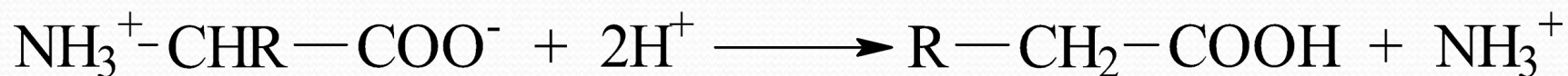
Метод Ван-Слайка

А. Внутримолекулярное дезаминирование



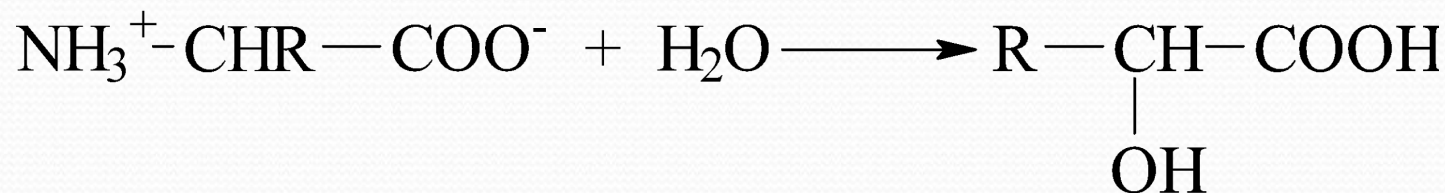
(таким образом у некоторых микроорганизмов и высших растений аспарагиновая кислота превращается в фумаровую)

Б. Восстановительное дезаминирование



(у некоторых микроорганизмов)

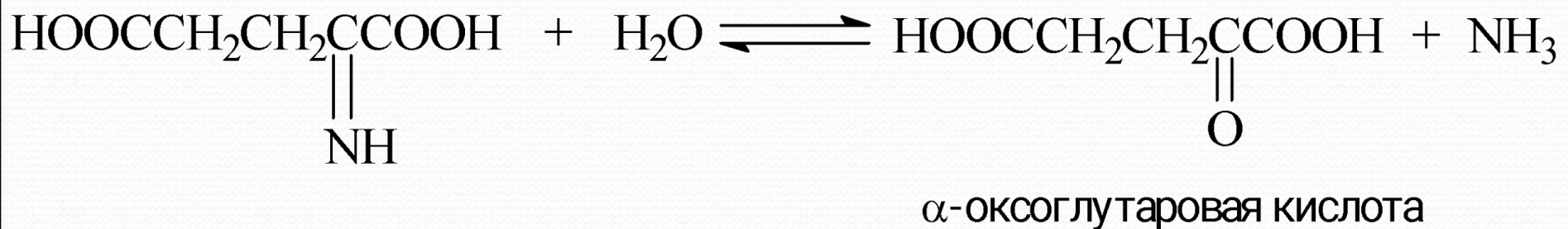
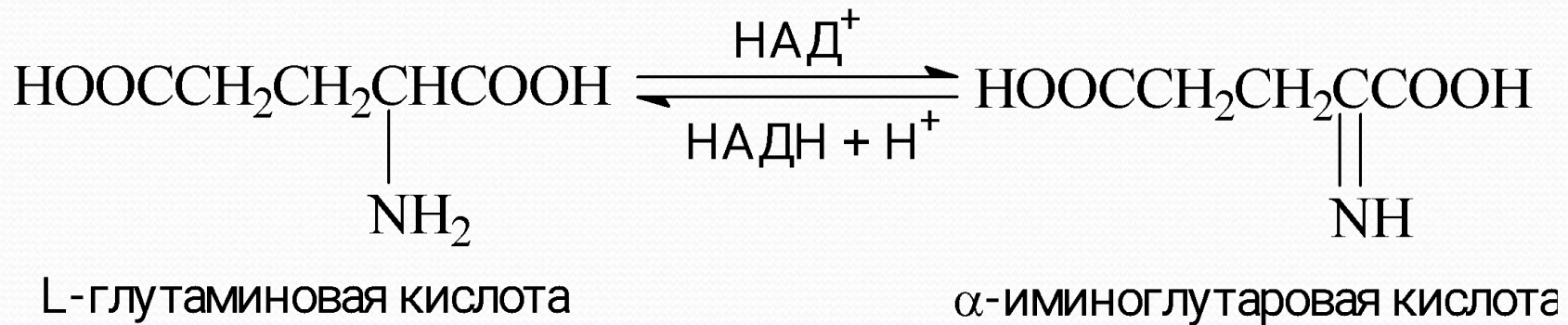
В. Гидролитическое дезаминирование



(тип дезаминирования, характерный для микроорганизмов)

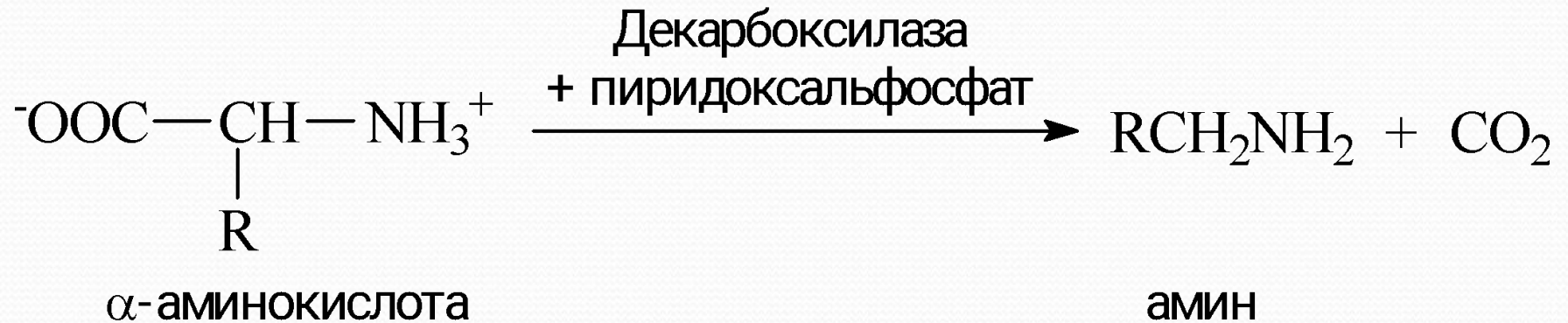
Биологически важные химические реакции

Окислительное дезаминирование



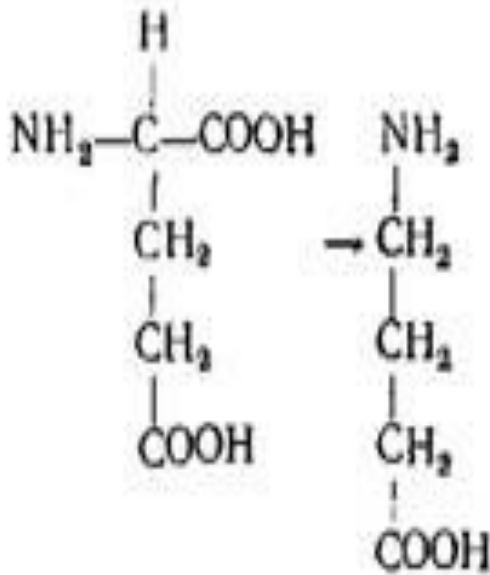
Биологически важные химические реакции

Декарбоксилирование



Биологически важные химические реакции

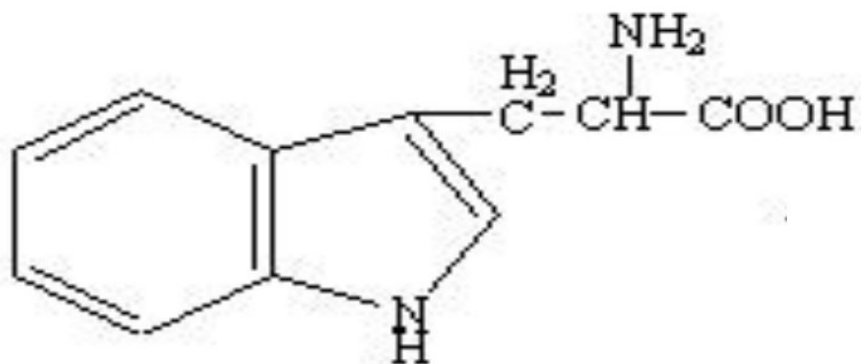
Декарбоксилирование в организме



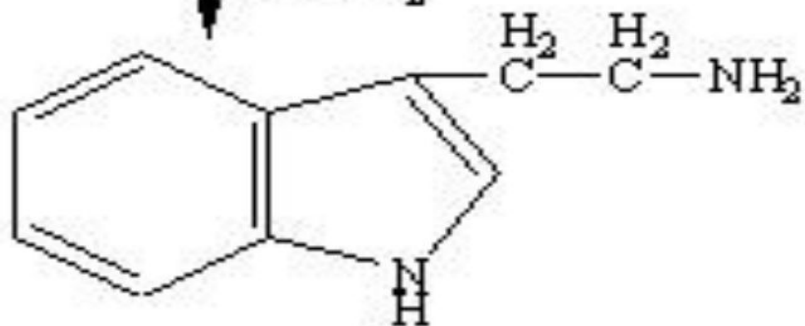
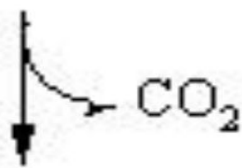
- Декарбоксилирование **глутаминовой кислоты** приводит к образованию **γ-аминомасляной кислоты**

Биологически важные химические реакции

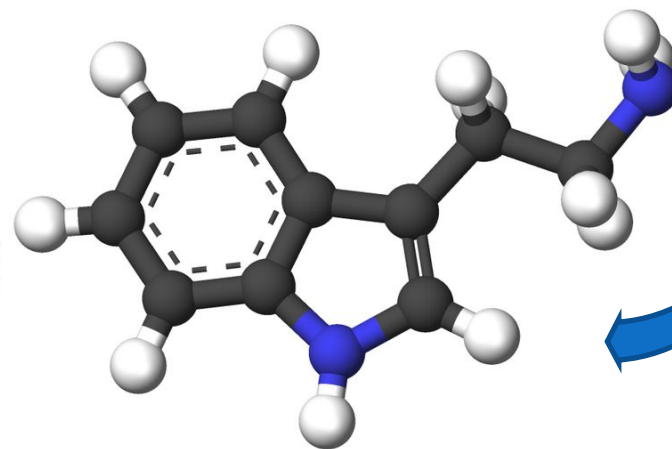
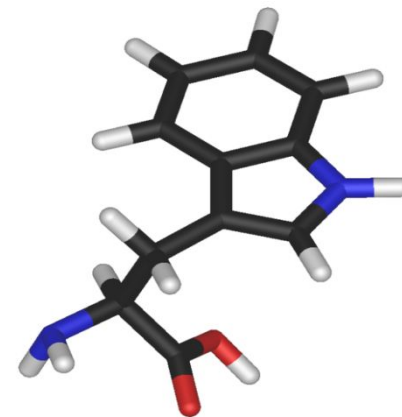
Декарбоксилирование в организме



Триптофан

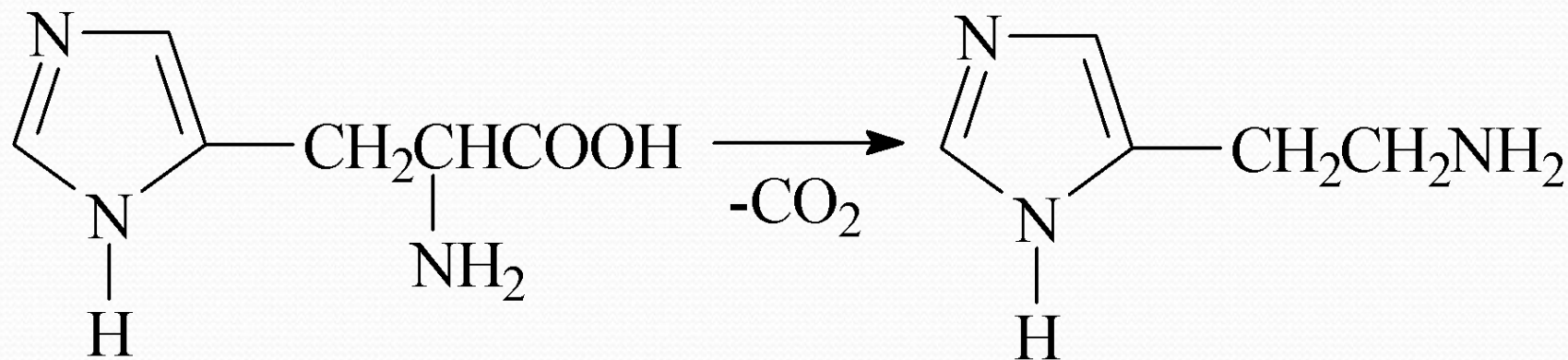


Триптамин

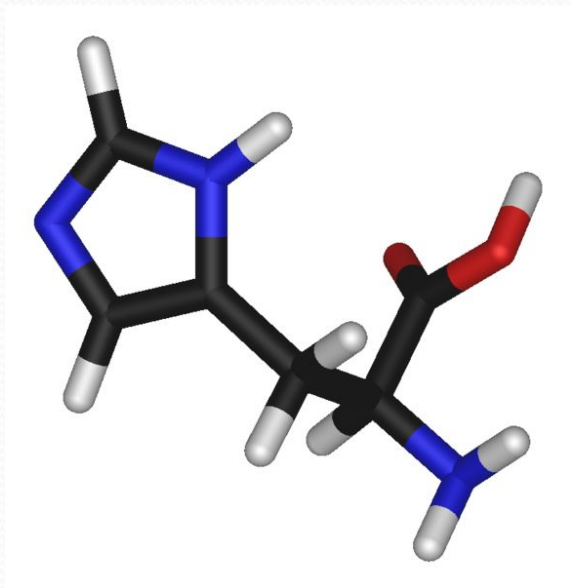


Биологически важные химические реакции

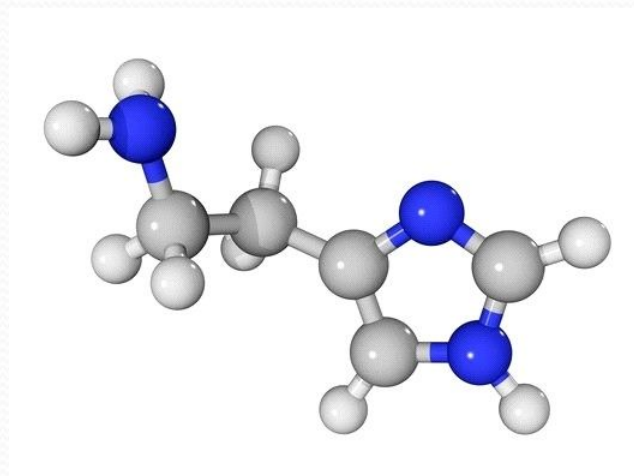
Декарбоксилирование в организме



ГИСТИДИН



ГИСТАМИН

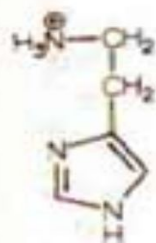




Место синтеза

Место действия

Физиологический эффект

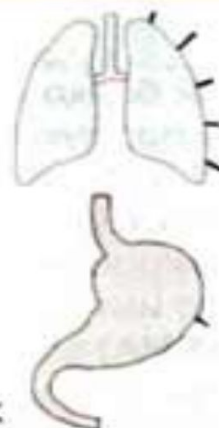


Гистамин



легкие

желудок



Просвет бронхов ↓

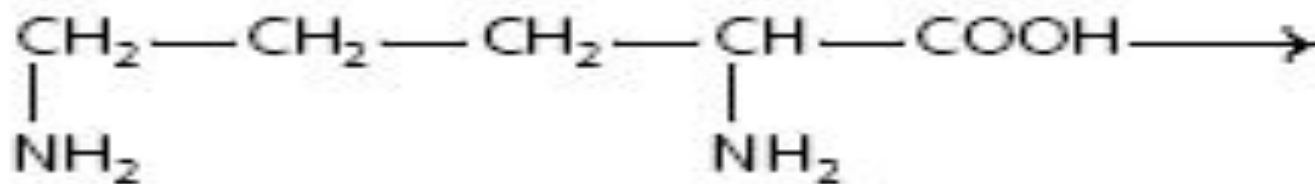
Капилляры:
ширина ↑
проницаемость ↑

Секреция
соляной
кислоты ↑

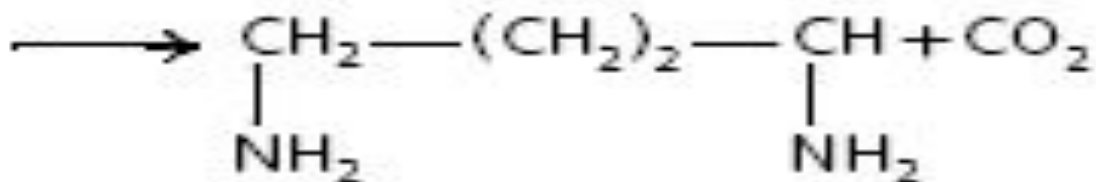
Работоспособность
сердца ↑

Биологически важные химические реакции

Декарбоксилирование в организме



Лизин

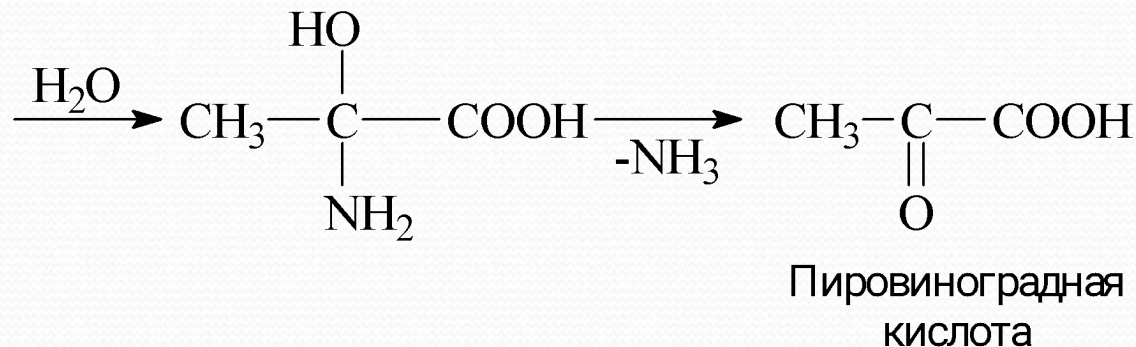
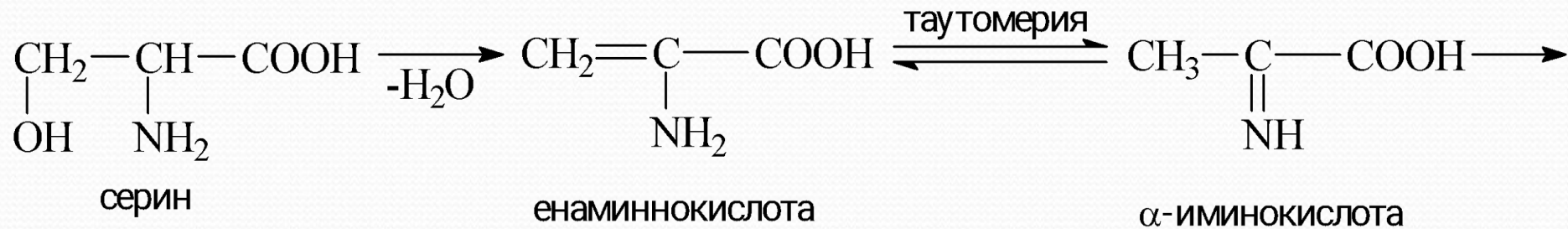


Кадаверин

- Ранее кадаверин относили к т. н. трупным ядам, однако ядовитость кадаверина относительно невелика.

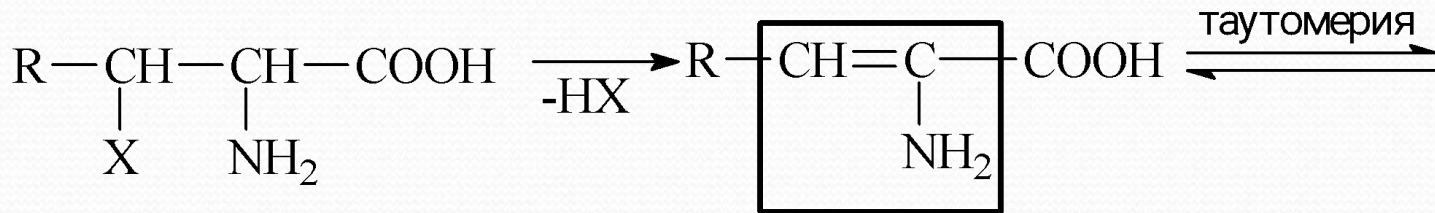
Биологически важные химические реакции

Элиминирование



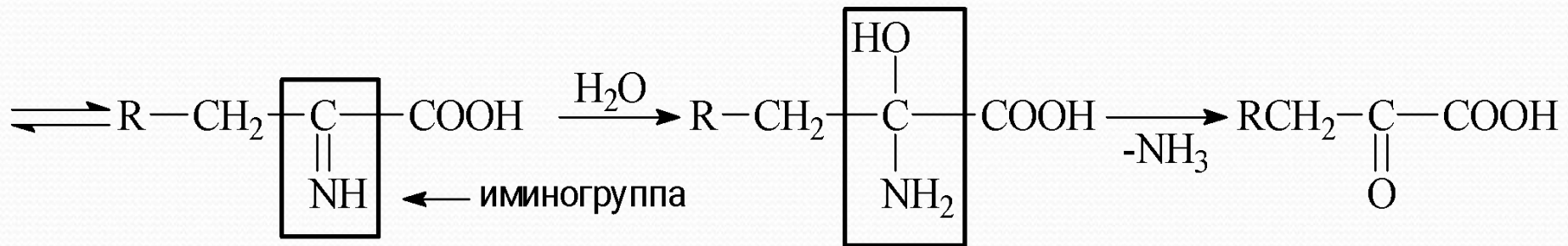
Биологически важные химические реакции

Элиминирование



β-замещенная α-аминокислота
X = OH, SH

енаминный
фрагмент



α-ИМИНОКИСЛОТА

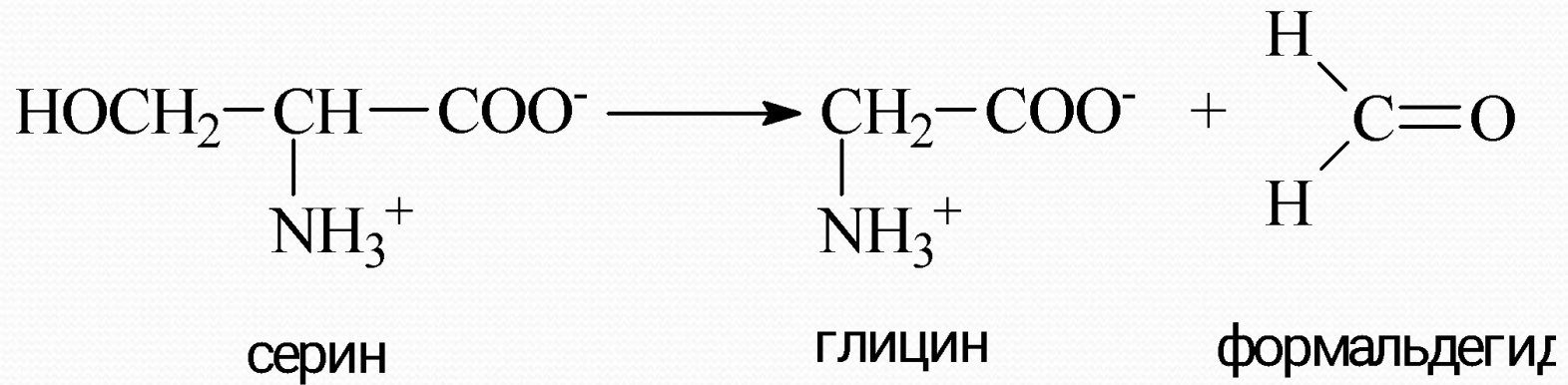
карбинол-
аминная группа

α-ОКСОКИСЛОТА

элиминирование-гидратация

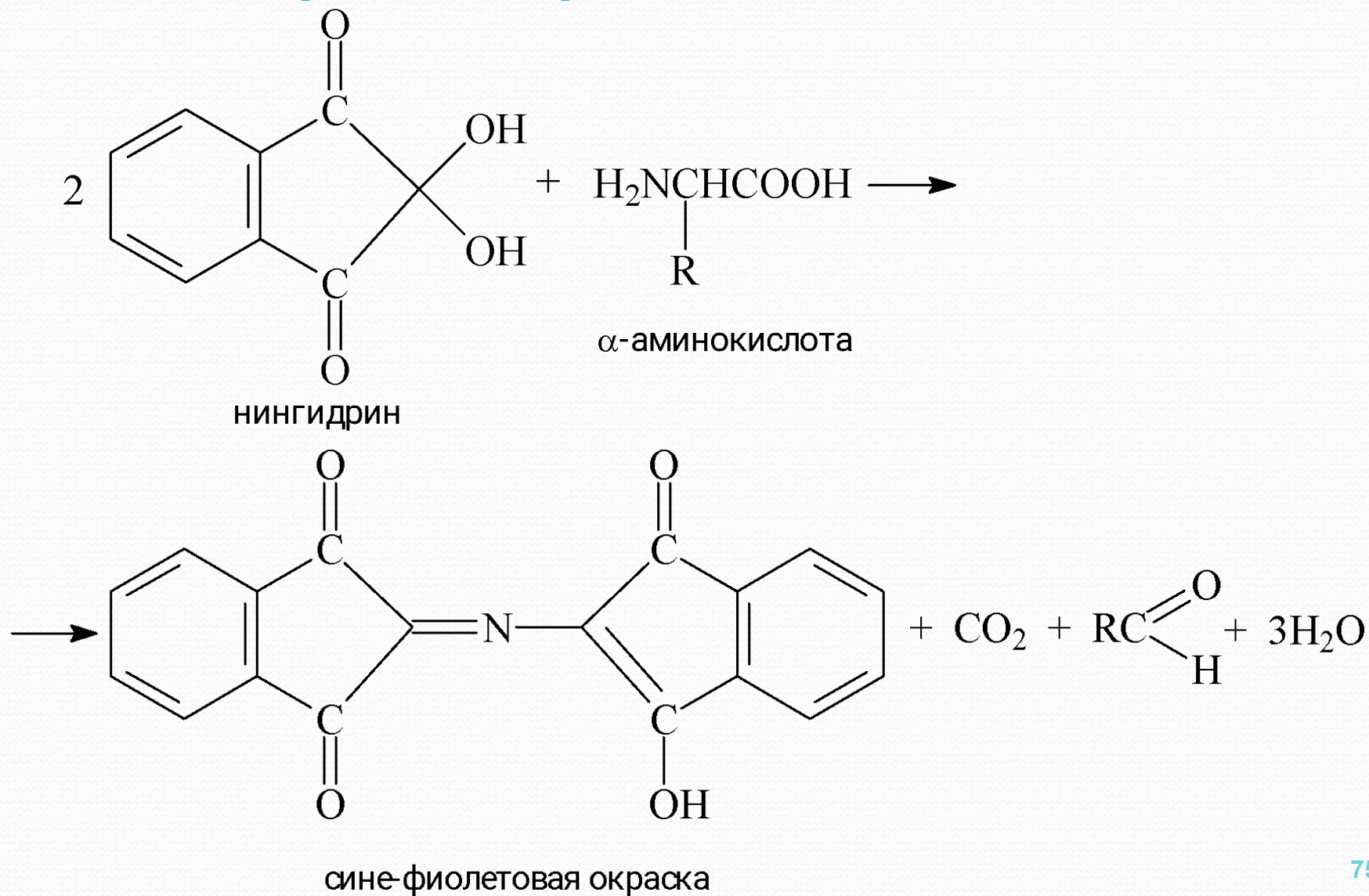
Биологически важные химические реакции

Альдольное расщепление



Физические и химические свойства

«Нингидриновая реакция»



Благодарю за Ваше
внимание!

