№ 16. Аминокислоты

Зеркало Венеры (1898), Sir Edward Burne-Jones / Museu Calouste Gulbenkian Lisbon / The Bridgeman Art Library)

Все объекты этой картине имеют зеркальные отражения. Подобно многим биомолекулам, аминокислоты существуют в виде зеркальных изомеров (стереоизомеров).
Обычно, только L-изомеры аминокислот участвуют в биологических процессах.

«Повсюду, где мы встречаем жизнь, мы находим, что она связана с каким-либо белковым телом, и повсюду, где мы встречаем какое-либо белковое тело, не находящееся в процессе разложения, мы без исключения встречаем и явление жизни».

(К. Маркс,Ф.Энгельс. Собрание сочинений. Т.20).

**Жизнь –
это способ
существования
белковых тел.**

Ф.Энгельс

Пребиотический (абиогенный) синтез аминокислот

* CH_4, NH_3, H_2, H_2O, HCN, H_2S, CH_2O;
* УФ-излучение, электрический разряд, радиация и нагретый пепел вулканов;
- аминокислоты могут образовываться и в космосе, что было подтверждено анализом мерчисонского метеорита, упавшего в 1969 году в Австралии. В метеорите были обнаружены 23 рацемические аминокислоты.

Murchison (Мерчисонский метеорит — углистый метеорит общим весом 108 тысяч граммов)

“Натура тем паче всего удивительна, что в простоте своей многохитростна и от малого числа причин производит неисчислимые образы свойств, перемен и явлений »

М.В.

Ломоносов

1711-1765

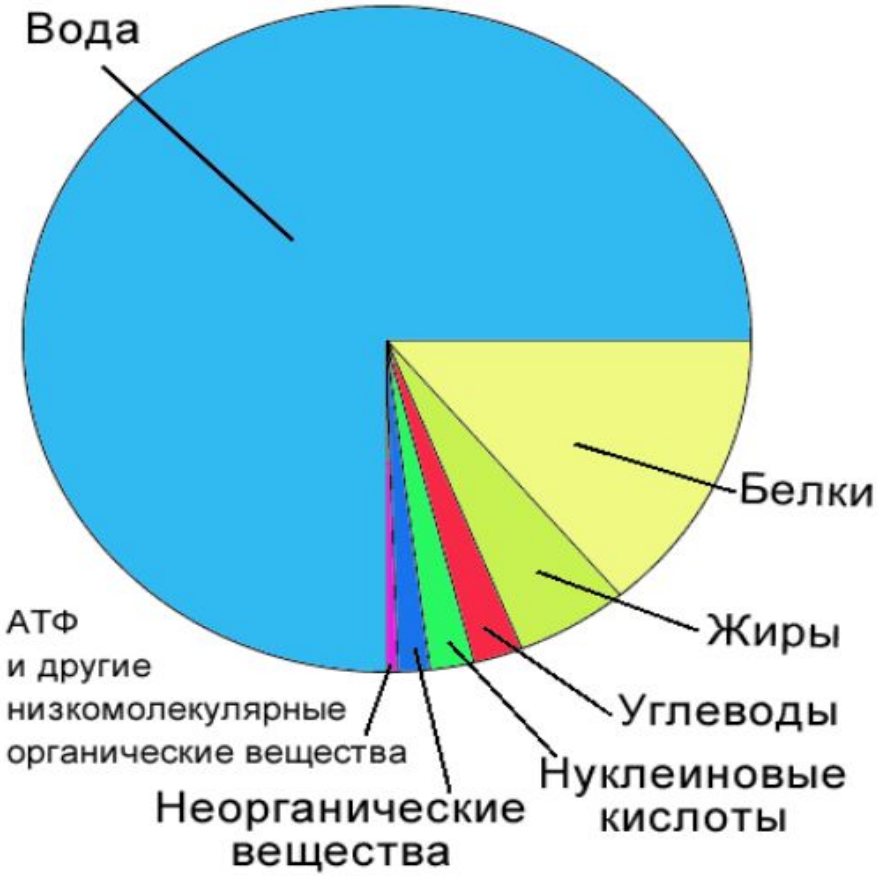
**20 аминокислот могут дать примерно 1000000000

$$10^{100}$$

$$10\underbrace{000\ldots000}_{33\text{ раза}}$$

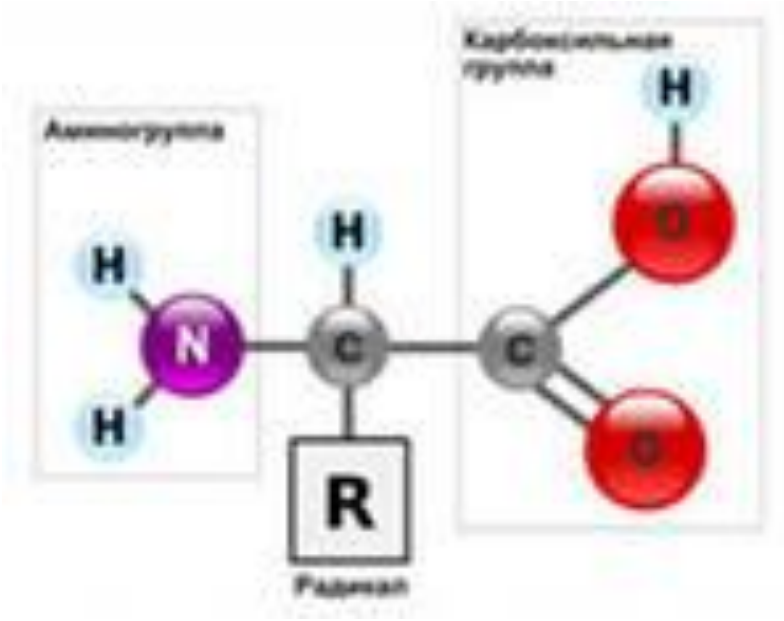
Google™

Первая по популярности поисковая система (79,65 %)



Белков в клетках больше, чем каких бы то ни было других органических соединений: на их долю приходится свыше 50% общей сухой массы клеток.

Аминокислоты **– соединения, в молекулах которых одновременно присутствуют амино- и карбоксильные группы.**



$$R-\overset{\alpha}{\underset{\underset{NH_2}{|}}{C}}H-COOH$$

Классификации аминокислот

1. В соответствии с расстоянием между амино- и карбоксильной группами :

$$\overset{\delta}{C}-\overset{\gamma}{C}-\overset{\beta}{C}-\overset{\alpha}{C}-COOH$$

$$\overset{\gamma}{C}H_3\overset{\beta}{C}H_2\overset{\alpha}{C}H(NH_2)COOH\ ,$$

α-Àì èí î ì àñëÿí àÿ êèñëî òà

$$ÑH_3\overset{\beta}{C}H(NH_2)CH_2COOH\ ,$$

β-Àì èí î ì àñëÿí àÿ êèñëî òà

$$H_2N\overset{\gamma}{C}H_2CH_2CH_2COOH\ .$$

γ-Àì èí î ì àñëÿí àÿ êèñëî òà

2. В зависимости от соотношения числа амино- и карбоксильных групп:

$$NH_2-CH_2-COOH$$

Глицин, моноаминомонокарбоновая кислота

$$HOOC-CH_2-\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}-COOH$$

Аспарагиновая кислота, моноаминодикарбоновая кислота

$$H_2N-(CH_2)_4-\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}-COOH$$

Лизин, диаминомонокарбоновая кислота

В зависимости от того, могут ли аминокислоты синтезироваться в организме или обязательно должны поступать в составе пищи, различают:

а) ***заменимые*** (несущественные) **аминокислоты**

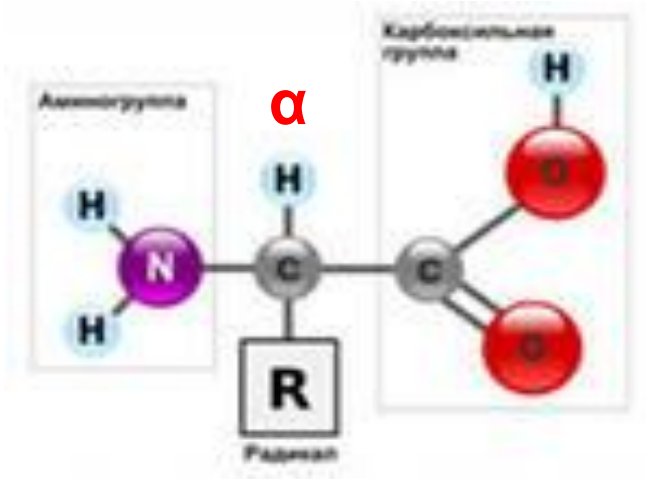
б) ***незаменимые*** (эссенциальные, существенные):

Триптофан
Фенилаланин
Лизин
Треонин
Метионин
Лейцин
Изолейцин
Валин

В детском возрасте незаменимы также **аргинин и гистидин**

Человек 25 лет и массой 80 кг нуждается в 64г белка в сутки

α-аминокислоты



α

$$NH_2-CH_2-COOH$$

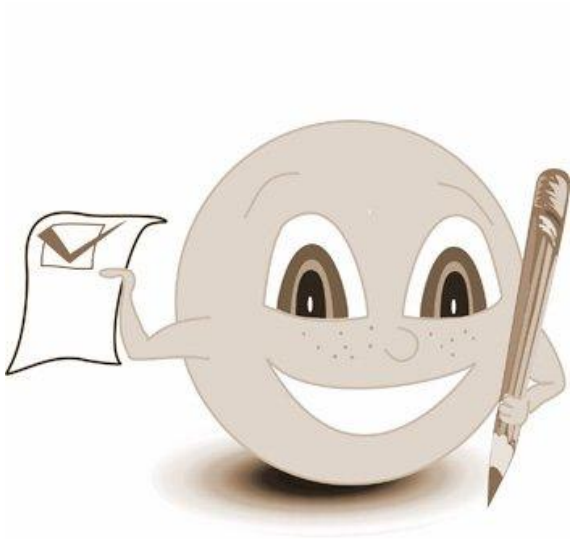
Глицин

α

$$NH_2-\overset{*}{C}H(R)-COOH$$

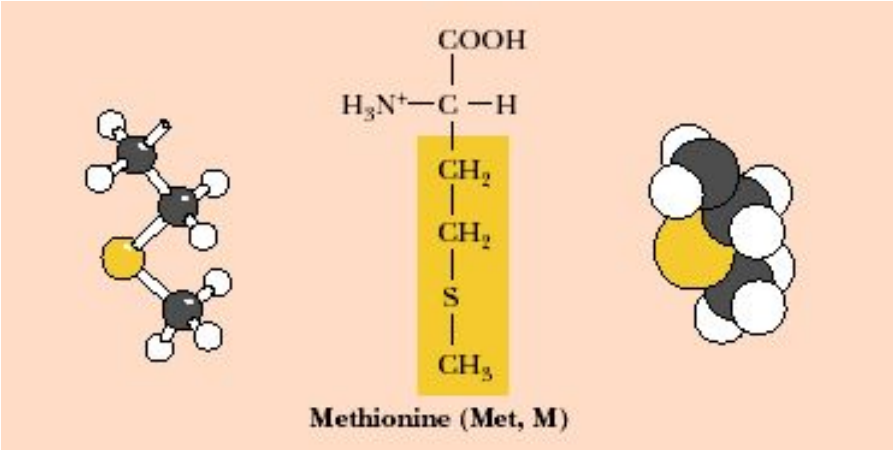
боковая цепь

В соответствии с природой остатка R (*боковой цепью*) α-аминокислоты подразделяют на группы:

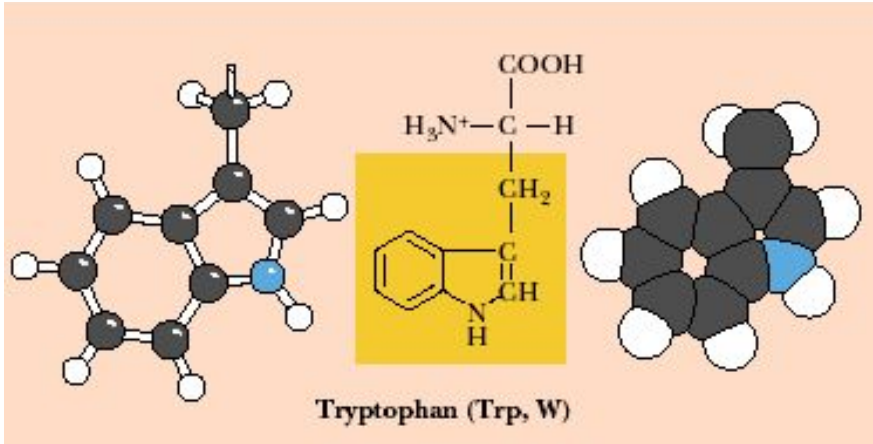


Классификации α-аминокислот

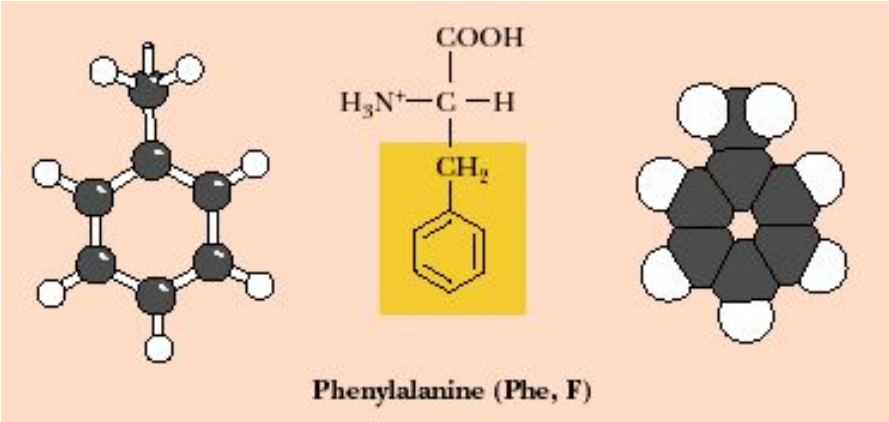
А) Нейтральные гидрофобные аминокислоты



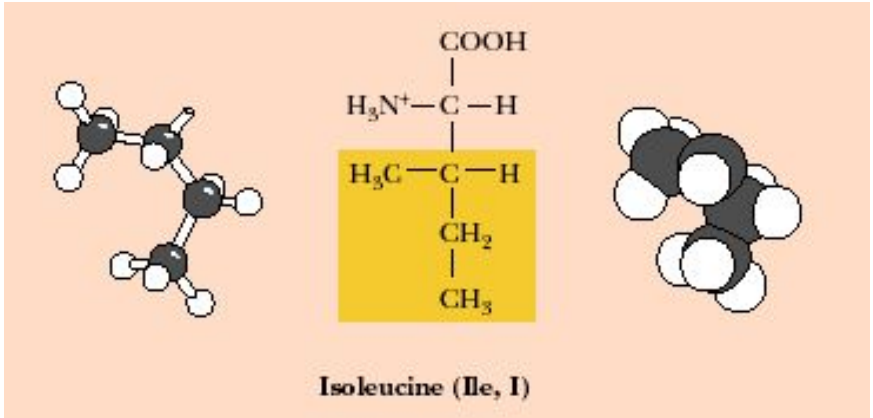
Метионин



Триптофан



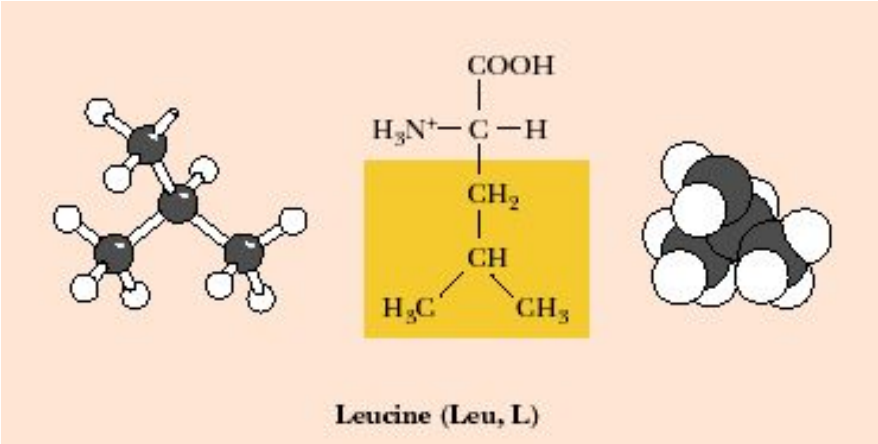
Фенилаланин



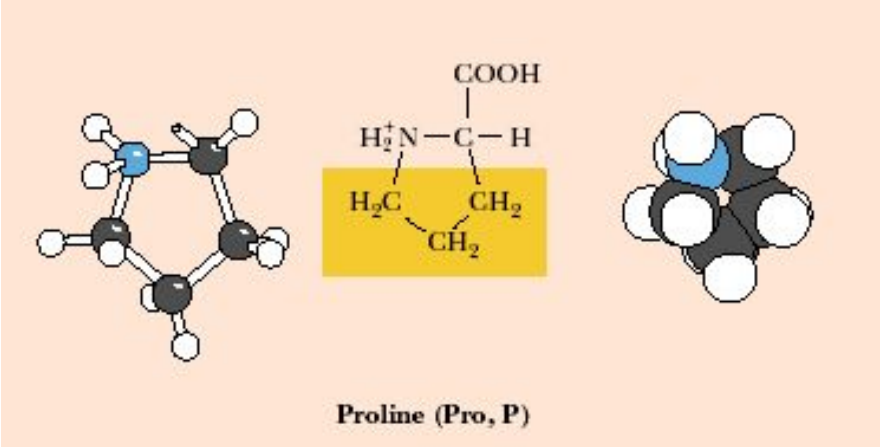
Изолейцин

Классификации аминокислот

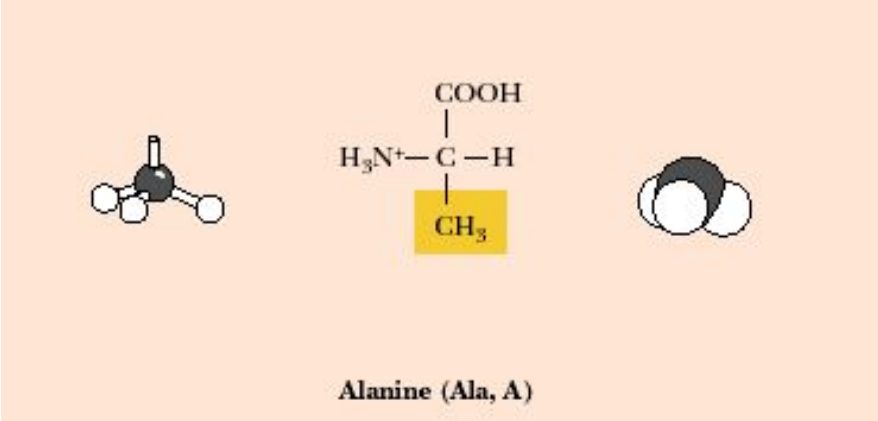
Нейтральные гидрофобные аминокислоты



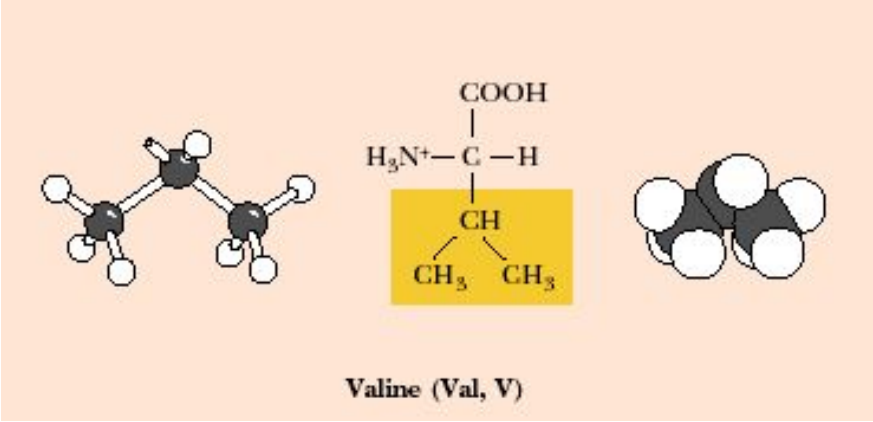
Лейцин



Пролин



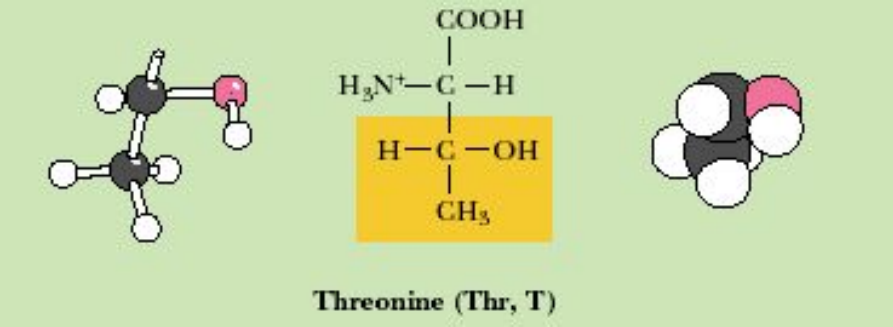
Аланин



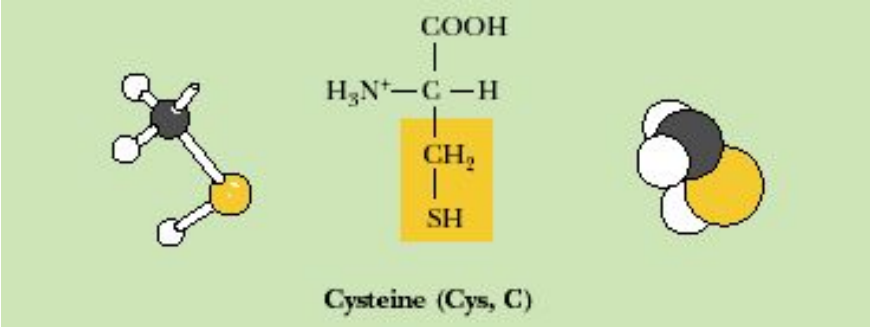
Валин

Классификации аминокислот

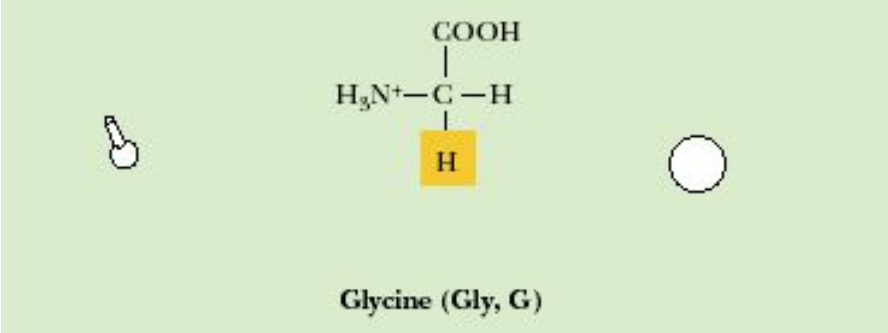
Б) Нейтральные гидрофильные аминокислоты



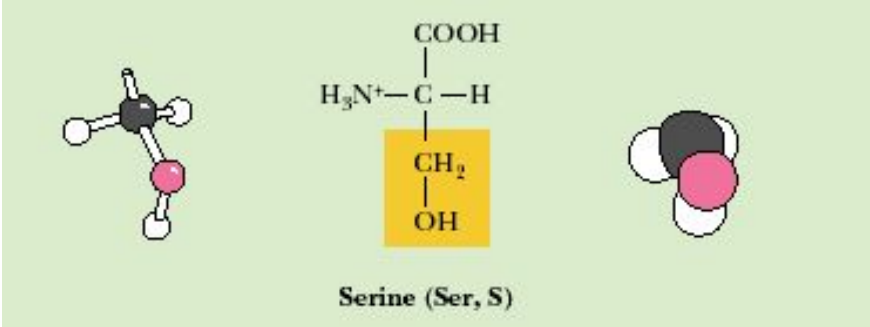
Треонин



Цистеин



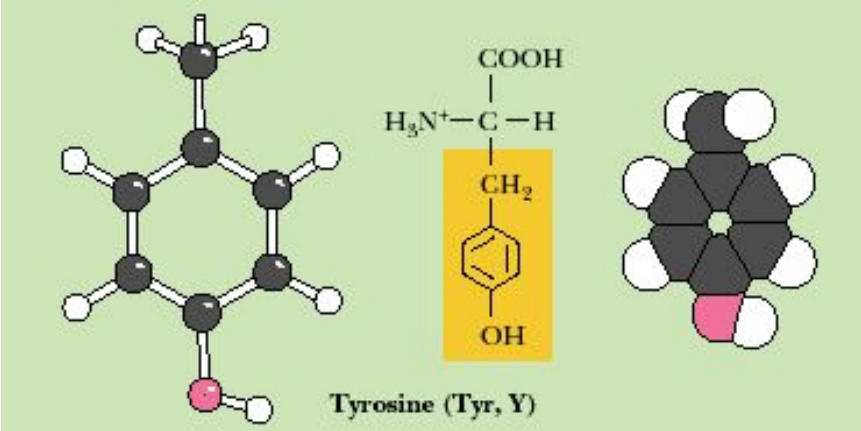
Глицин



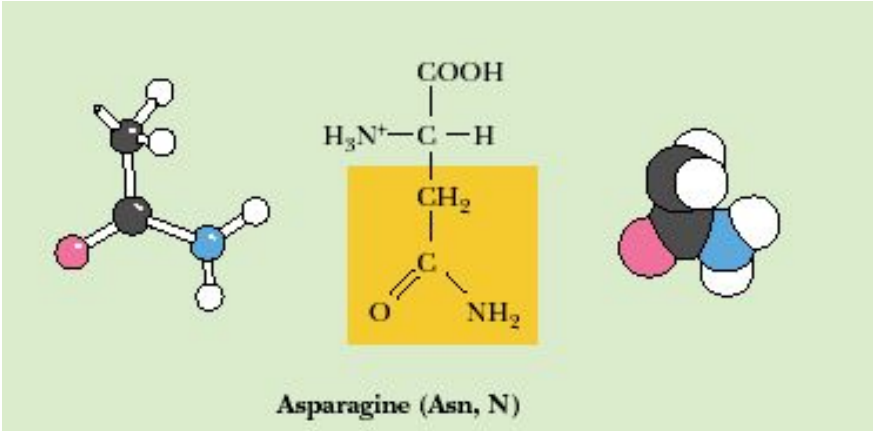
Серин

Классификации аминокислот

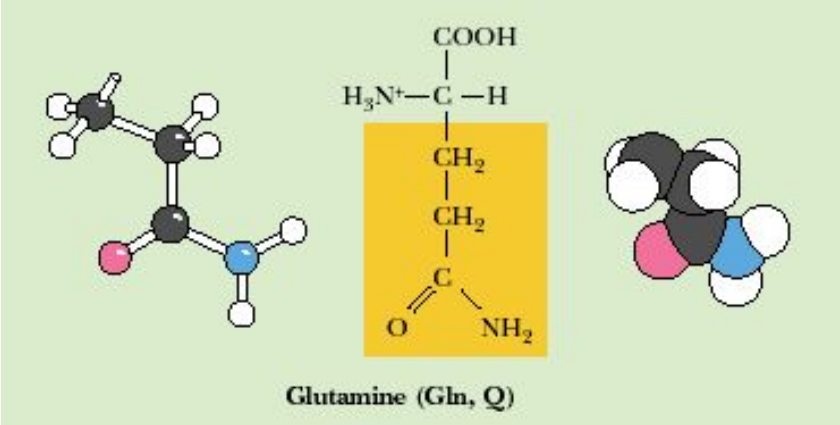
Нейтральные гидрофильные аминокислоты



Тирозин



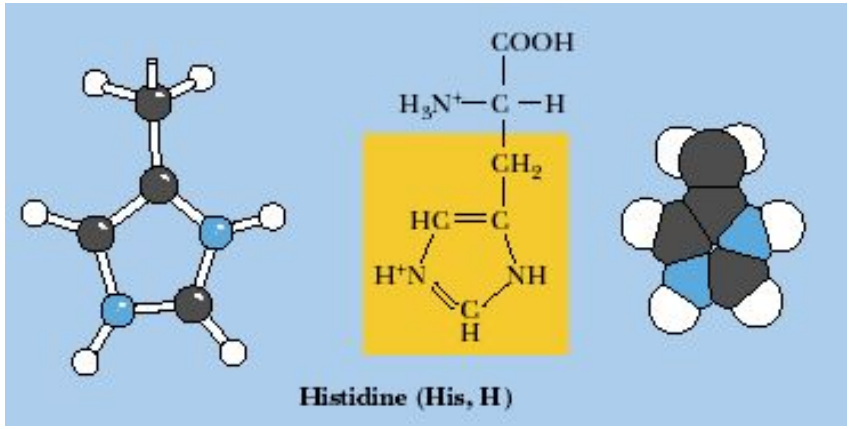
Аспарагин



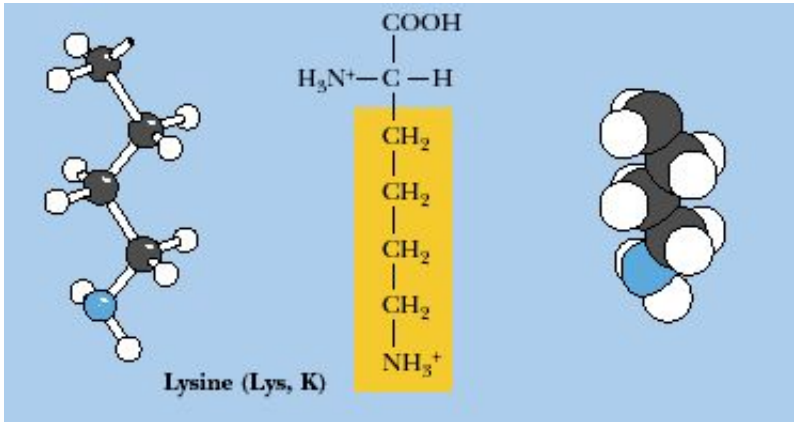
Глутамин

Классификации аминокислот

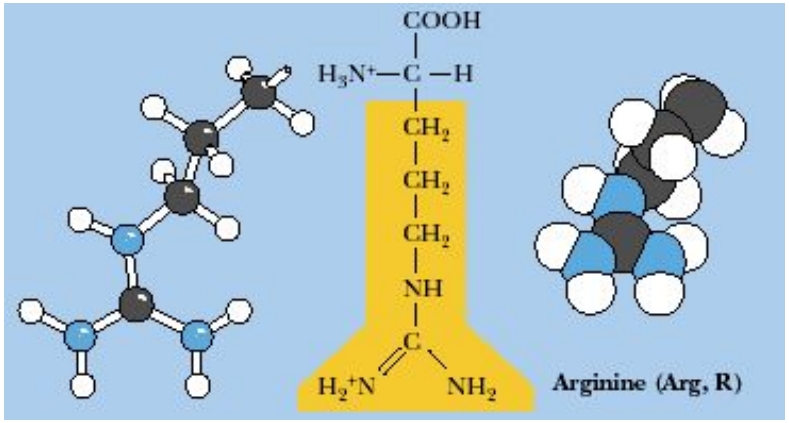
В) Основные аминокислоты



Гистидин



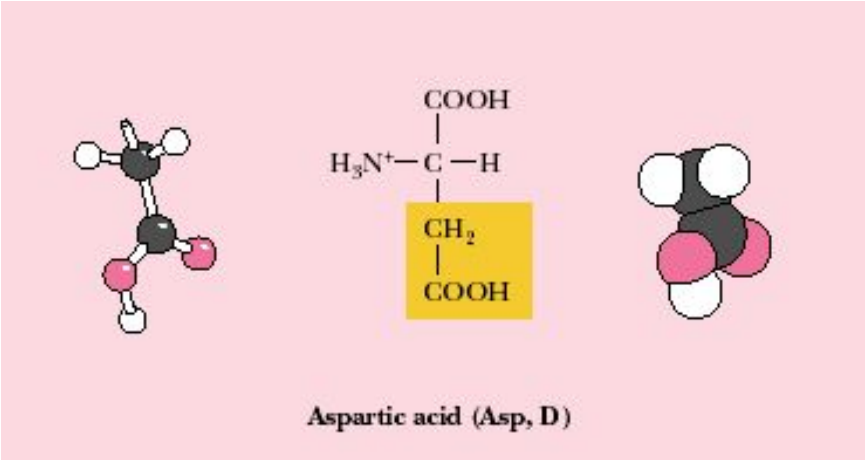
Лизин



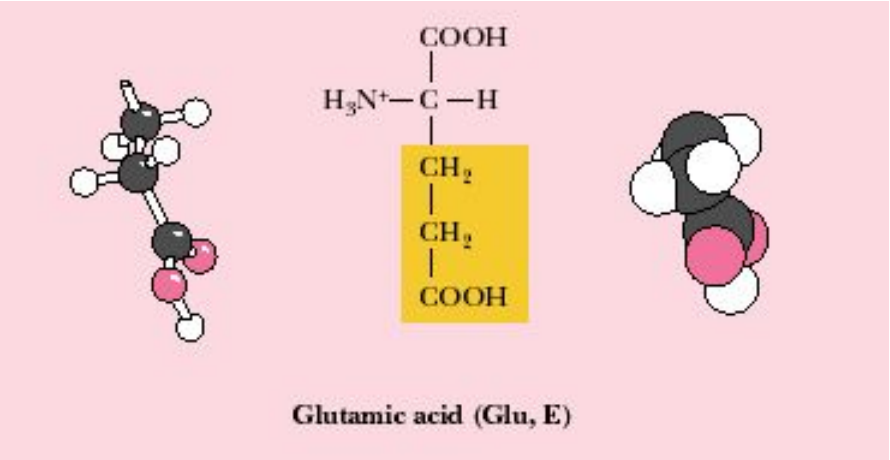
Аргинин

Классификации аминокислот

Г) Кислые аминокислоты



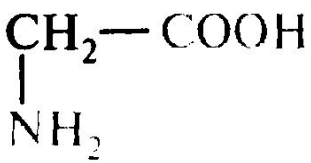
Аспарагиновая кислота



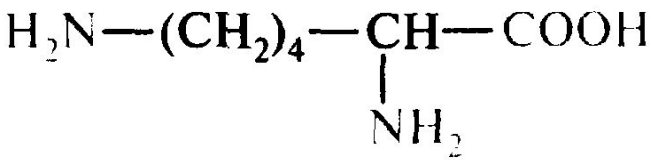
Глутаминовая кислота

Алифатические α-аминокислоты.

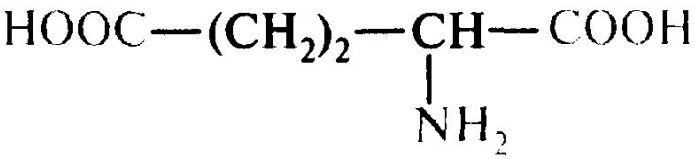
- нейтральные α-аминокислоты – одна NH_2 и одна COOH группы;
- основные α-аминокислоты — две NH_2 и одна COOH группы;
- кислые α-аминокислоты — одна NH_2 и две COOH группы.



глицин
(нейтральная)



лизин
(основная)

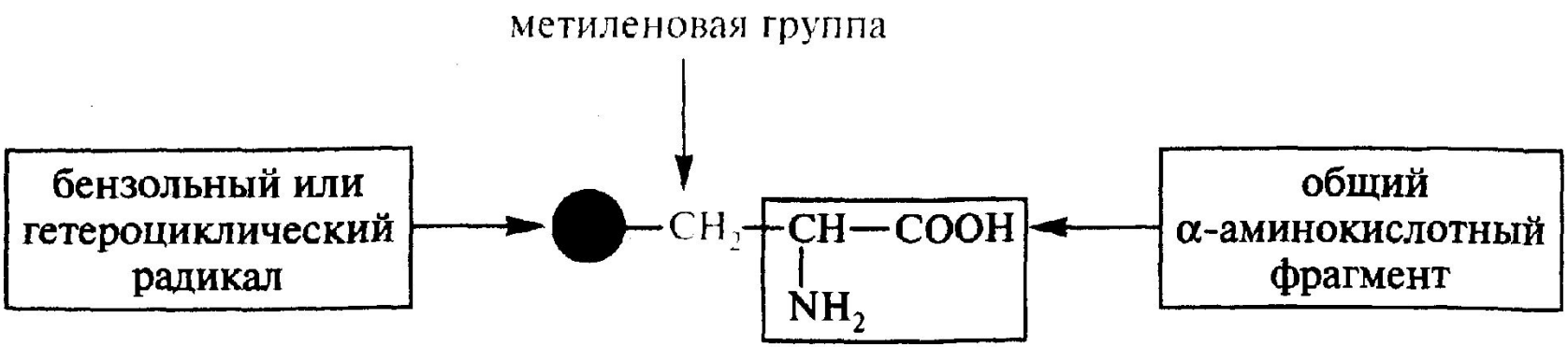


глутаминовая кислота
(кислая)

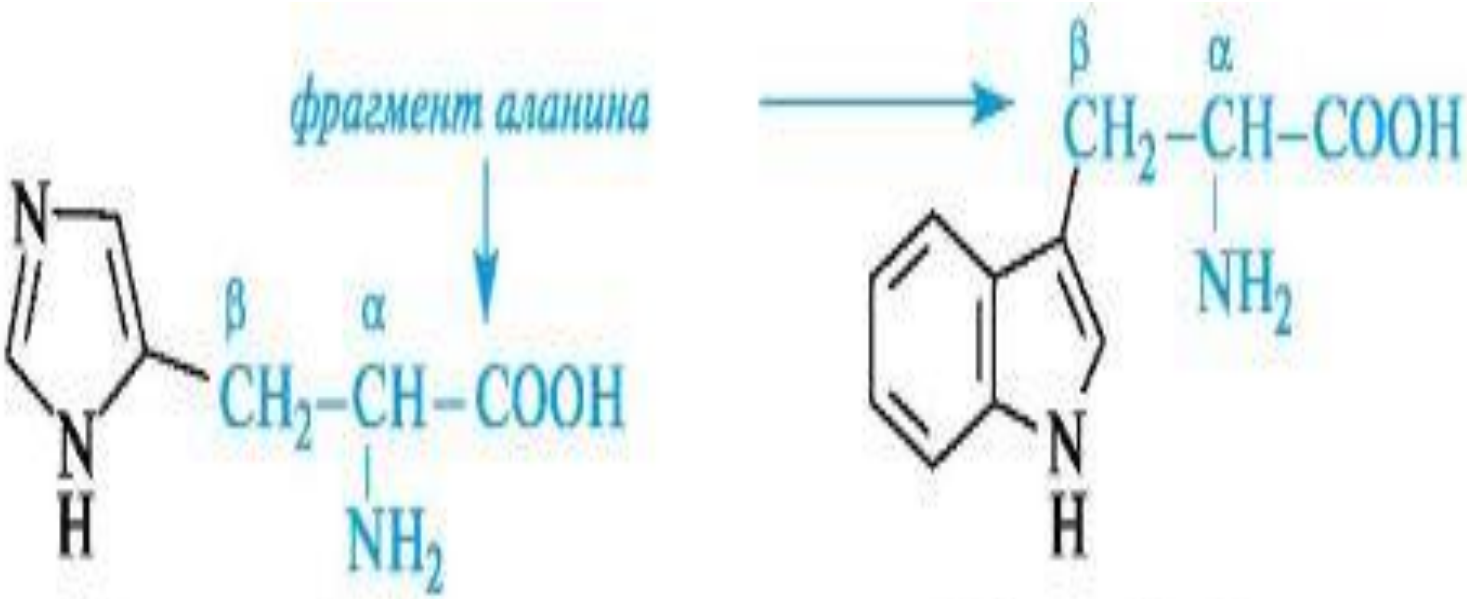
В алифатическом радикале могут содержаться «дополнительные» функциональные группы:

- гидроксильная — серин, треонин;
- карбоксильная — аспарагиновая и глутаминовая кислоты;
- тиольная — цистеин;
- амидная — аспарагин, глутамин.

Ароматические и гетероциклические α-аминокислоты.



Ароматические и гетероциклические α-аминокислоты можно рассматривать как β-замещенные производные аланина.



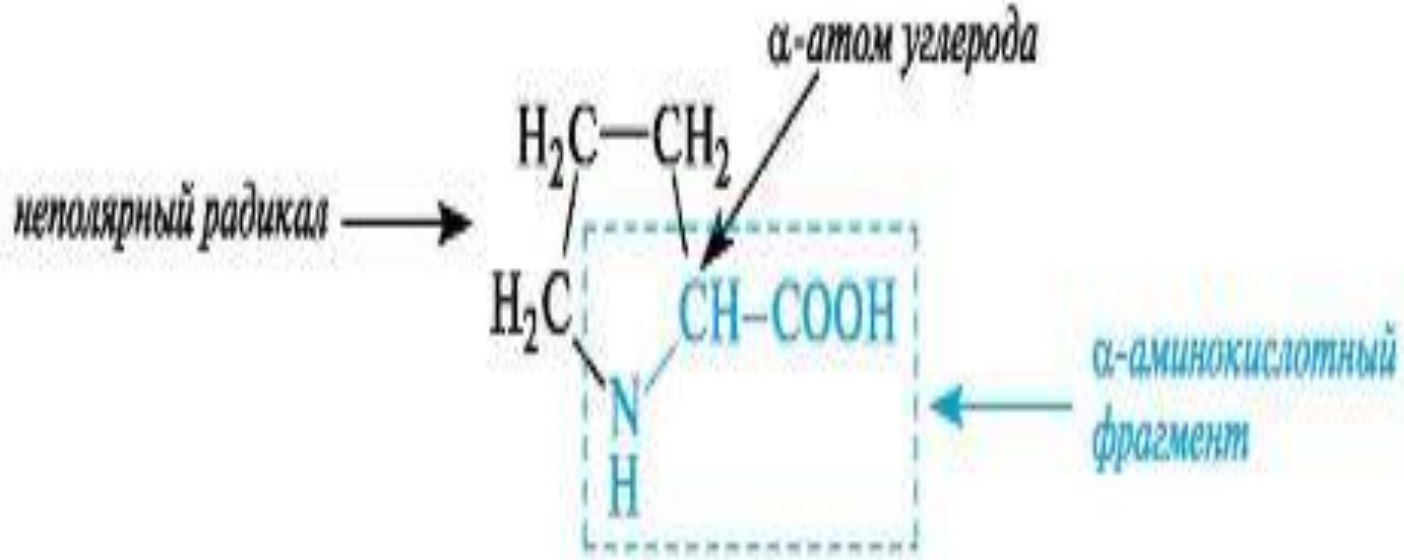
β-(имидазол-5-ил)аланин, гистидин

β-(индол-3-ил)аланин, триптофан

Ароматические и гетероциклические α-аминокислоты.

цикла.

ПРОЛИН

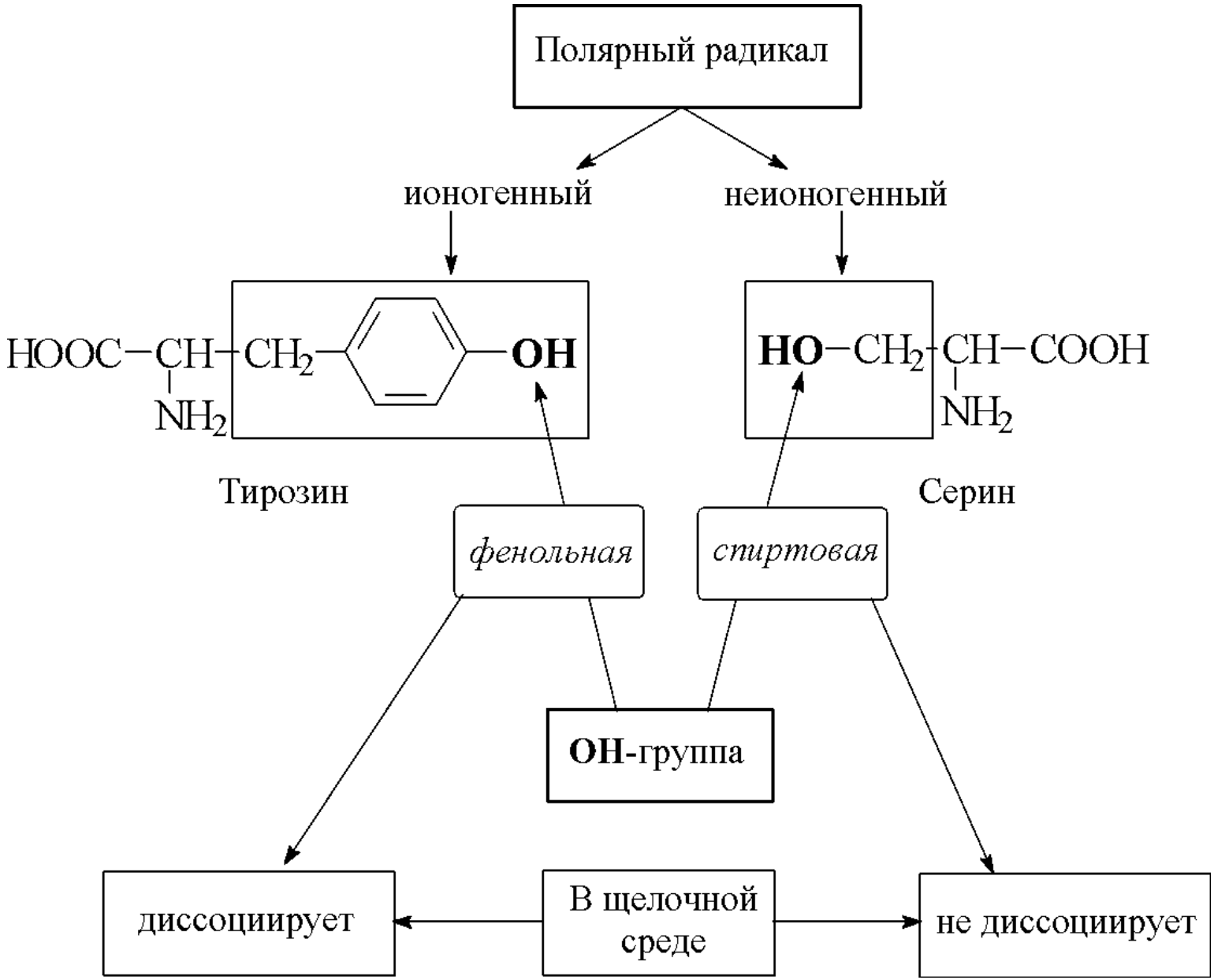


В зависимости от характера бокового радикала выделяют две группы:

- α-аминокислоты с *неполярными* (гидрофобными) радикалами;
- α-аминокислоты с *полярными* (гидрофильными) радикалами.

К первой группе относятся α-аминокислоты с алифатическими боковыми радикалами — аланин, валин, лейцин, изолейцин, метионин — и ароматическими боковыми радикалами — фенилаланин, триптофан.

α-аминокислоты с *полярными* (гидрофильными) радикалами

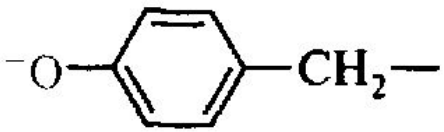


Полярные α-аминокислоты с ионогенными группами

Анионы

Аспарагиновая кислота $^{-}OOC-CH_2-$

Глутаминовая кислота $^{-}OOC-CH_2-CH_2-$

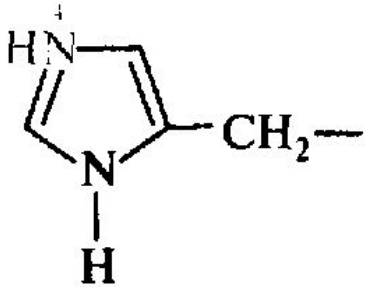
Тирозин 

Цистеин $^{-}S-CH_2-$

Катионы

Лизин $H_3\overset{+}{N}-(CH_2)_4-$

Аргинин $H_2\overset{+}{N}=C(NH_2)-NH-(CH_2)_3-$

Гистидин 

(электростатические) взаимодействия

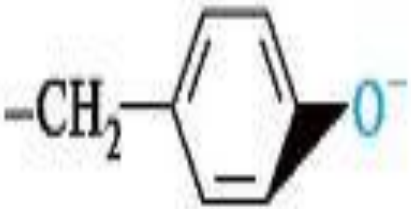
кислота

Глутаминовая кислота $-CH_2-CH_2-COO^-$

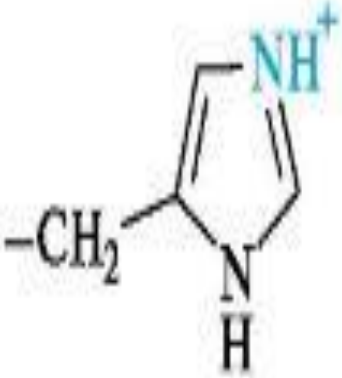
Аргинин $-(CH_2)_3-NH-C(=NH_2^+)NH_2$

Цистеин $-CH_2-S^-$

Тирозин



Гистидин



Полярные неионогенные радикалы

серин $HO-CH_2-$

аспарагин $H_2N-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-CH_2-$

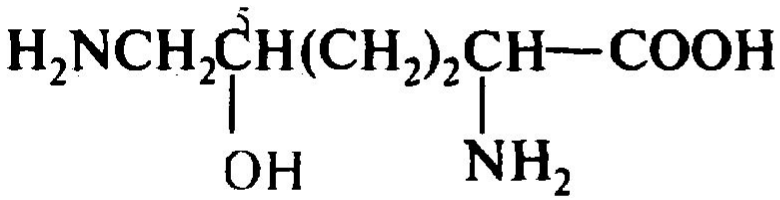
треонин $CH_3-\underset{\underset{\displaystyle OH}{|}}{CH}-$

глутамин $H_2N-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-(CH_2)_2-$

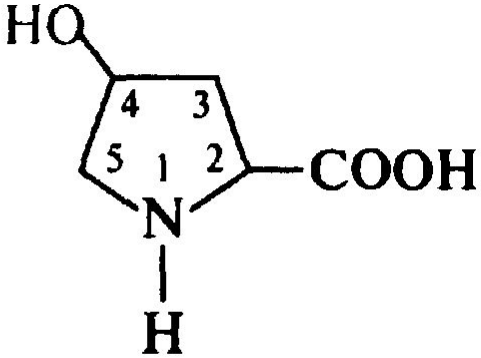
в образовании водородных связей с другими полярными группами.

Модифицированные α-аминокислоты

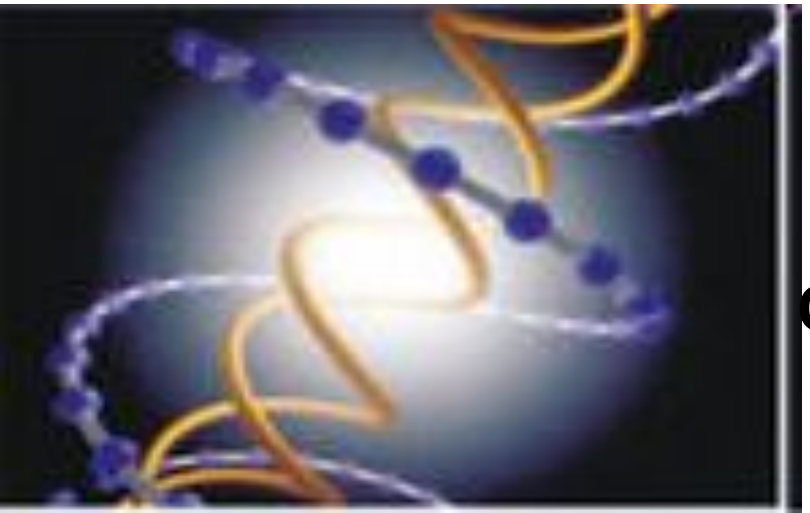
Гидроксилирование.



5-гидроксилизин

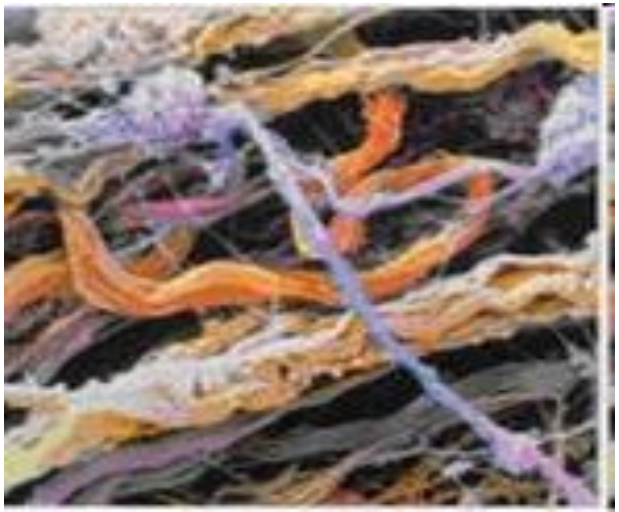


4-гидроксипролин



коллаген

Строительный белок клеток.



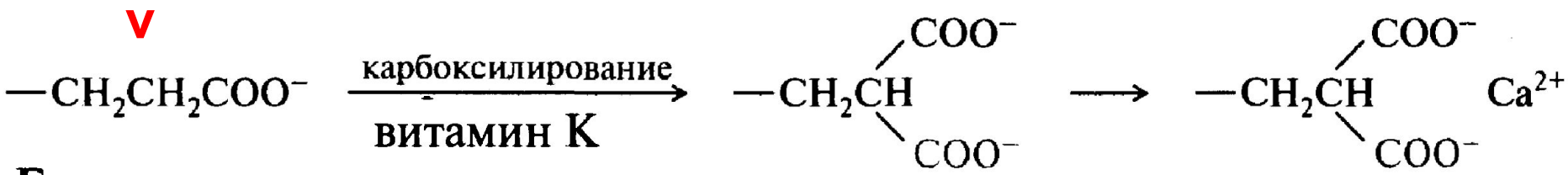
Окисление тиольных групп

цистеин тиол

цистин дисульфид

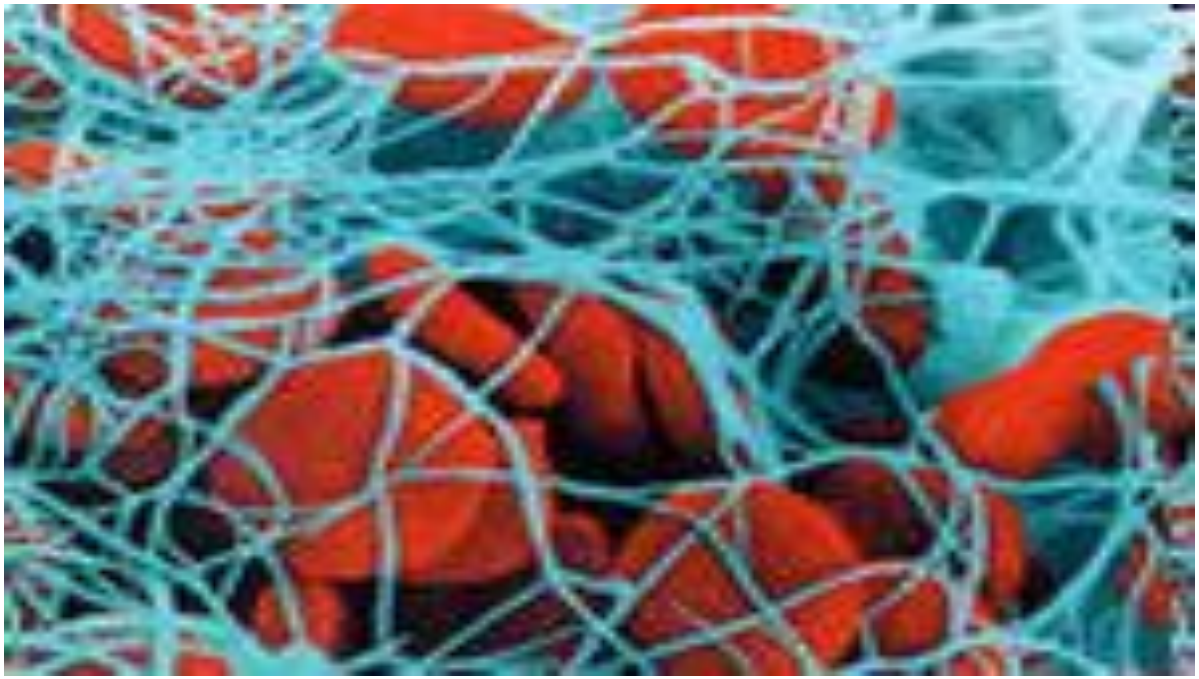
для лечения острой лучевой болезни

Карбоксилирование.



Глутаминовая кислота

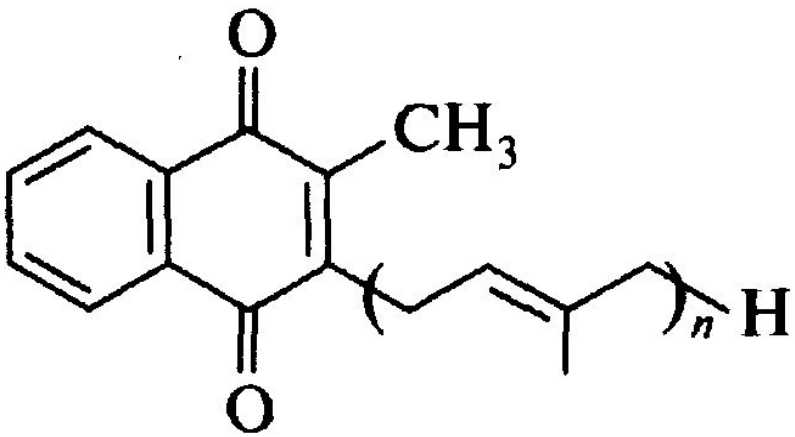
протромбина



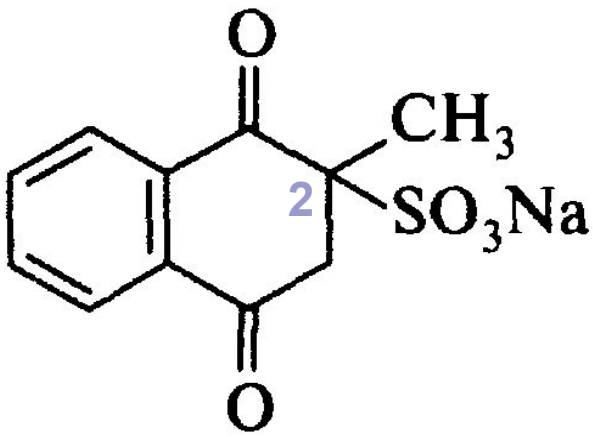
значение для свертывания крови.

Витамины группы К

антигеморрагический фактор

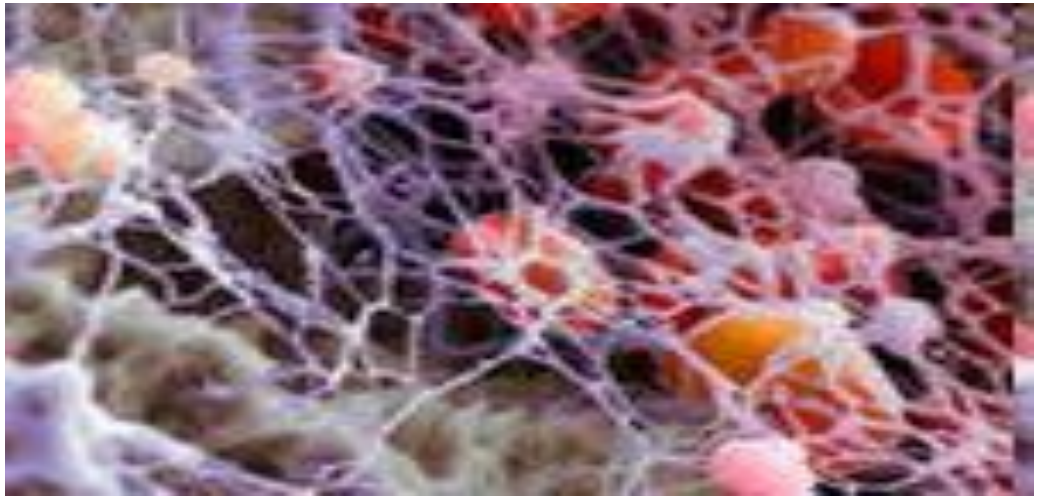


витамин K_2
(менахиноны n = 4—9)



викасол

1,4-нафтохинон



Природные источники аминокислот

Название	Открыватель, исходный материал	Материал с наибольшим содержанием	(pI)
а) Нейтральные гидрофобные аминокислоты			
Аланин	Вейль, фиброин шелка (1888)	фиброин шелка (29,7%)	6.02
Валин	Горуп-Безане, экстракт желез (1856)	эластин (17,4%), сухожилия и аорта быка (17,6%)	5.97
Лейцин	Пруст, творог (1819)	сывороточный альбумин быка (12,8%), кукуруза (19%)	5.98
Изолейцин	Эрлих, патока (1904)	сывороточный альбумин быка (2,6%), белок овса (4,3%)	6.1
Фенилаланин	Шульце и Барбьери, ростки люпина (1879)	сывороточный альбумин (7,8%), γ-глубулин (4,6%), вальбумин (7,7%)	5.88
Метионин	Мюллер, казеин (1921)	γ-казеин (4,1%), овальбумин (5,2%), β-лактоглобулин (3,2%)	5.8
Триптофан	Гопкинс и Кол, казеин (1901)	лизоцим (яйца) (10,6%), α-лактальбумин (7%))	5.88
Пролин	Фишер, казеин (1901)	сальмин (6,9%), казеин (10,6%), желатин (16,3%)	6.10

Природные источники аминокислот

Название	Открыватель, исходный материал	Материал с наибольшим содержанием	(pI)
б) Нейтральные гидрофильные аминокислоты			
Глицин	Браконно, шелк (1820)	фиброин шелка (29,7%)	5.97
Серин	Крамер, шелковый клей (1865)	фиброин шелка (16,2%), трипсиноген (16,7%), пепсин (12,2%)	5.70
Треонин	Розе и др., фибрин (1935)	кератин волос (8,5%), яичный белок (10,5%)	6.50
Тирозин	Либих, сыр (1846)	фиброин шелка (12,8%), папаин (14,7%)	5.65
Аспарагин	Вокелин и Робике, спаржа (1806)		5.41
Глутамин	Шульце, сахарная свекла (1877)		
Цистеин	Бауман, цистин (1884)	кератин волос (14,4%), кератин перьев (8,2%), кератин шерсти (11,9%)	5.02

Природные источники аминокислот

Название	Открыватель, исходный материал	Материал с наибольшим содержанием	(pI)
в) Кислые аминокислоты (ионогенные)			
Аспарагиновая кислота	Риттхаузен, бобовые (1868)	эдестин (12,0%), глобулин ячменя (10,3%)	3,20
Глутаминовая кислота	Риттхаузен, бобовые (1866)	глиадин пшеницы (39,2%), глиадин ржи (37,7%), кукуруза (22,9%)	3.22
г) Основные аминокислоты (ионогенные)			
Лизин	Дрехсель, казеин (1899)	миоглобин лошади (15,5%), сывороточный альбумин быка (12,8%)	9.74
Аргинин	Шульце и др., проростки люпина (1886)	сальмин (86,4%), желатин (8,3%)	10.76
Гистидин	Коссель, стурин (1896)	гемоглобин (7,0%)	7.58

Номенклатура

Тривиальные названия α-аминокислот

Серин входит в состав фиброина шелка (от лат. *serieus* - шелковистый);

Тирозин впервые выделен из сыра (от греч. *tyros* - сыр);

глутамин - из злаковой клейковины (от нем. *Gluten* - клей);

аспарагиновая кислота - из ростков спаржи (от лат. *asparagus* - спаржа).

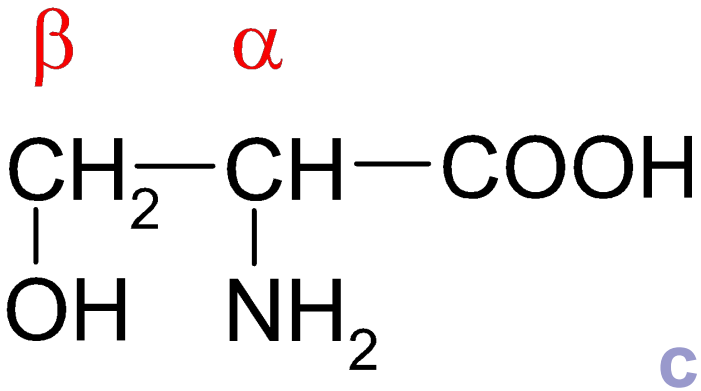
Номенклатура

Тривиальная номенклатура в основном используется для широко распространённых -- **α -** аминокислот.

Рациональная

IUPAC

Ser, S



серин

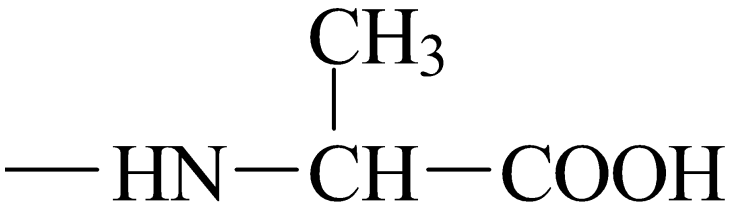
α-амино- βгидроксипропионовая кислота

2-амино-3-гидроксипропановая кислота

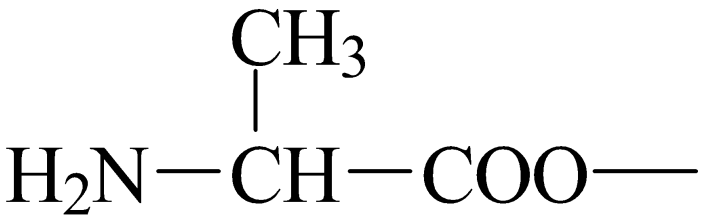
Аланин	Ala	A	Alanine	Ала
Аргинин	Arg	R	aRginine	Арг
Аспарагин	Asn	N	asparagiNe	Асн
Аспарагиновая кислота	Asp	D	Aspar(D)tic acid	Асп
Валин	Val	V	Valine	Вал
Гистидин	His	H	Histidine	Гис
Глицин	Gly	G	Glycine	Гли
Глутамин	Gln	Q	Q-tamine	Глн
Глутаминовая кислота	Glu	E	gluEtamic acid	Глу
Изолейцин	Ile	I	Isoleucine	Иле
Лейцин	Leu	L	Leucine	Лей
Лизин	Lys	K	before L	Лиз
Метионин	Met	M	Methionine	Мет
Пролин	Pro	P	Proline	Про
Серин	Ser	S	Serine	Сер
Тирозин	Tyr	Y	tYrosine	Тир
Треонин	Thr	T	Treonine	Тре
Триптофан	Trp	W	tWo rings	Три
Фенилаланин	Phe	F	Fenylalanine	Фен
Цистеин	Cys	C	Cysteine	Цис

Номенклатура аминокислот

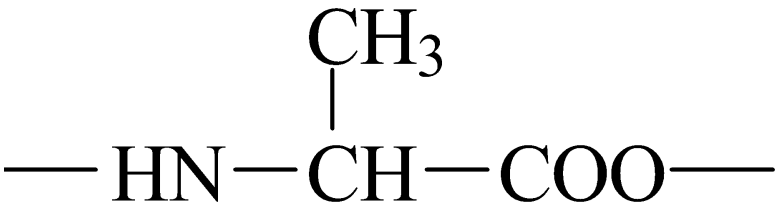
— Ala



Ala —

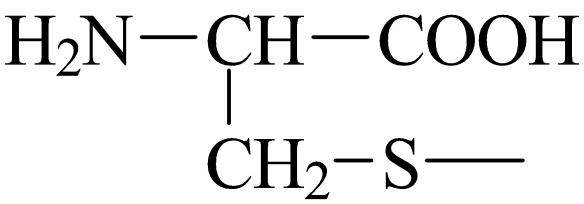


— Ala —

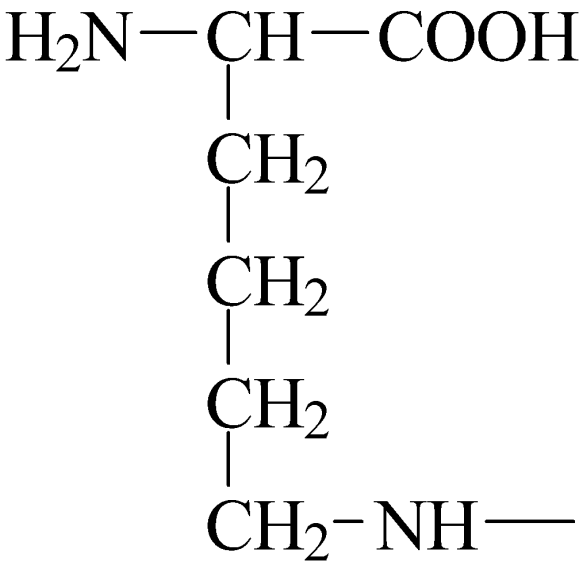


Номенклатура аминокислот

Cys или Cys



Lys или Lys



Нестандартные аминокислоты

β-Аланин, **3-аминопропановая кислота**, **β-Ala**

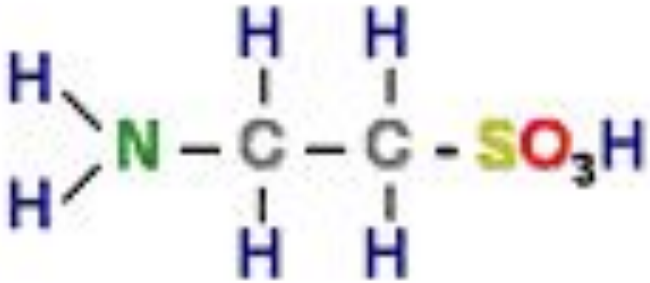
$$H_3N^+CH_2CH_2COO^-$$

Карнозин (***бета*-аланил-L-гистидин)** ,
βAlaHis

антиоксидант ,
природный
стимулятор мышечной
активности.
Природный протектор
возбудимых тканей

Таурин, **2-аминоэтансульфоновая кислота, природная серосодержащая аминокислота, выделенная из бычьей желчи в 1827 г.**

нейромедиаторная аминокислота в мозге, тормозящая синаптическую передачу



Физиологические эффекты таурина

В составе таурохолевых кислот участвует в обмене жиров, холестерина и жирорастворимых витаминов

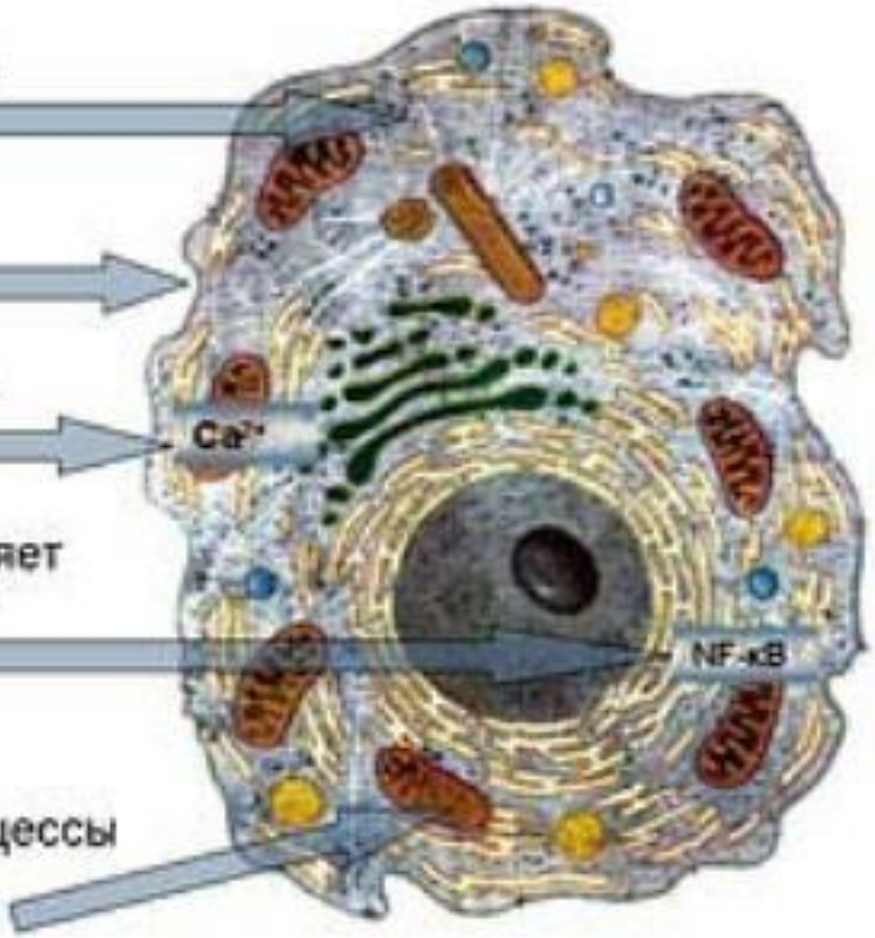
Таурин влияет на внутриклеточное осмотическое давление и участвует в регуляции клеточного объёма

Таурин влияет на фосфолипидный состав клеточной мембраны

Таурин является регулятором внутриклеточного кальция

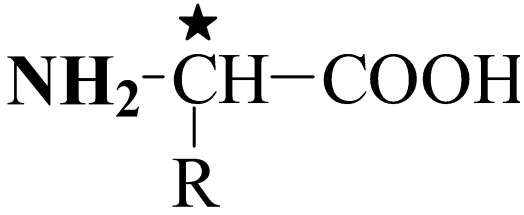
Таурин, соединяясь с хлором, проявляет свойства антиоксиданта и ингибирует воспалительные ответы цитокинов через нуклеарный фактор $NF_{kappa}B$

Таурин влияет на окислительные процессы в митохондриях (конъюгация с тРНК)

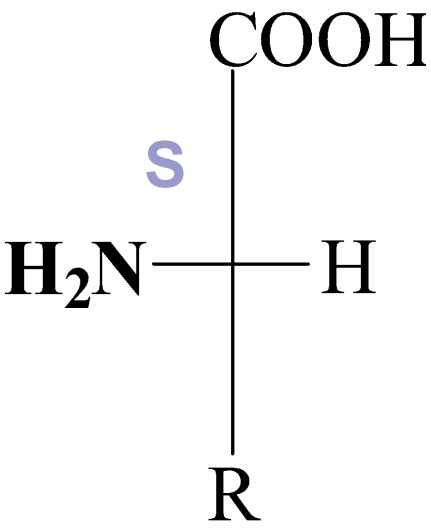


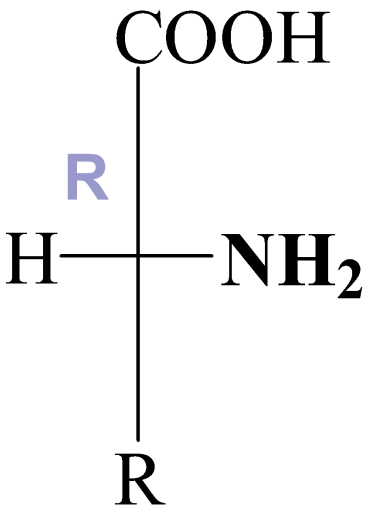
Зеркало Венеры ***(1898), Sir Edward Burne-Jones / Museu Calouste Gulbenkian Lisbon /***

Стереохимия аминокислот



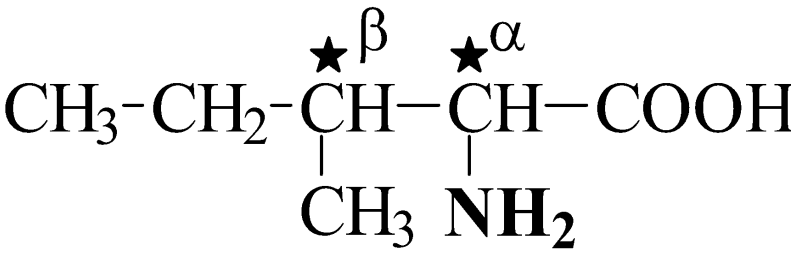
α-аминокислота



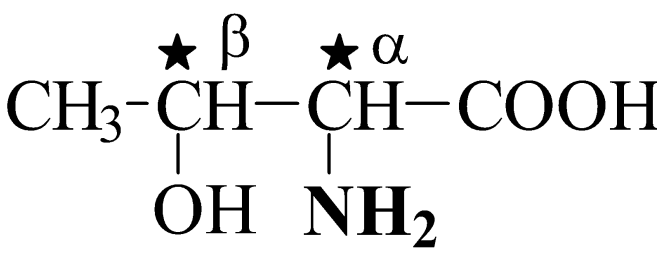


L-α-аминокислота **D-α-аминокислота**

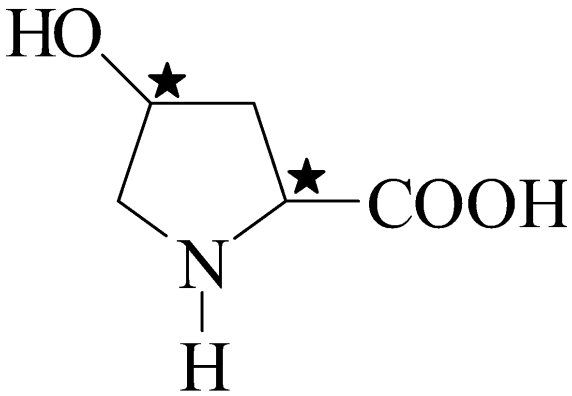
Стереохимия аминокислот



Изолейцин, Ile



Треонин, Thr



4-гидроксипролин , HyPro

D-аминокислоты

D-аспарагиновая кислота и D-метионин предположительно являются нейромедиаторами у млекопитающих.

D-метионин и **D-аланин** входят в состав опиоидных гептапептидов кожи южноамериканских амфибий – филломедуз:

дерморфина Tyr-*D-Ala*-Phe-Gly-Tyr-Pro-Ser и

дермэнкефалина Tyr-*D-Met*-Phe-His-Leu-Met-Asp(NH_2)

Наличие D-аминокислот определяет высокую биологическую активность этих пептидов как анальгетиков.

Gramicidin S

споровая палочка Bacillus brevis

Обладает бактериостатическим (препятствующим размножению бактерий) и бактерицидным (уничтожающим бактерии) действием.

антибиотик

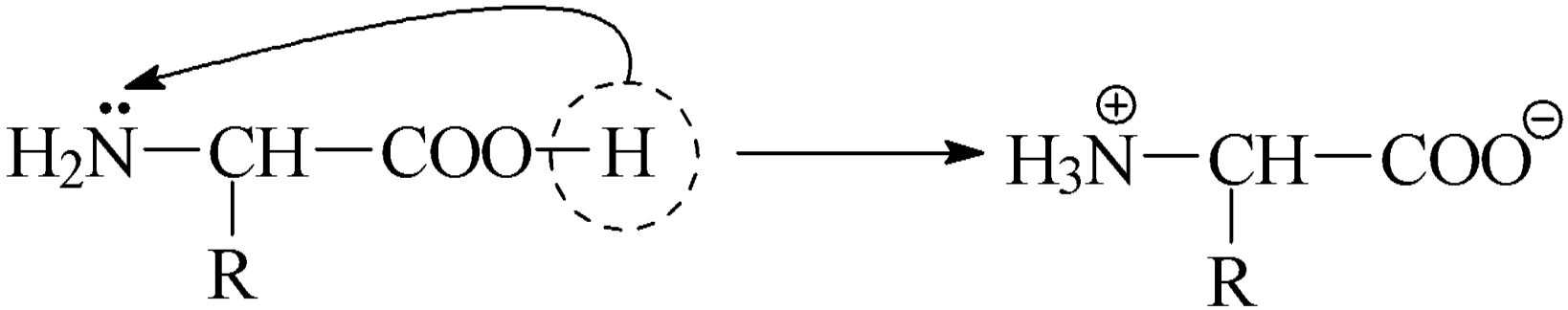
Аспартам

метиловый эфир L-Аспартил-L-Фенилаланина

подсластитель

Большое количество токсикологических и клинических исследований аспартама подтверждают его безвредность, если дневная доза не превышает 50 мг на килограмм массы. В Европе установлен максимум: 40 мг на килограмм массы в день. Практически 40 мг/кг массы тела для человека массой 70 кг значат примерно 266 таблеток синтетического подслащивающего средства или 26,6 л колы в один день.

Физические и химические свойства

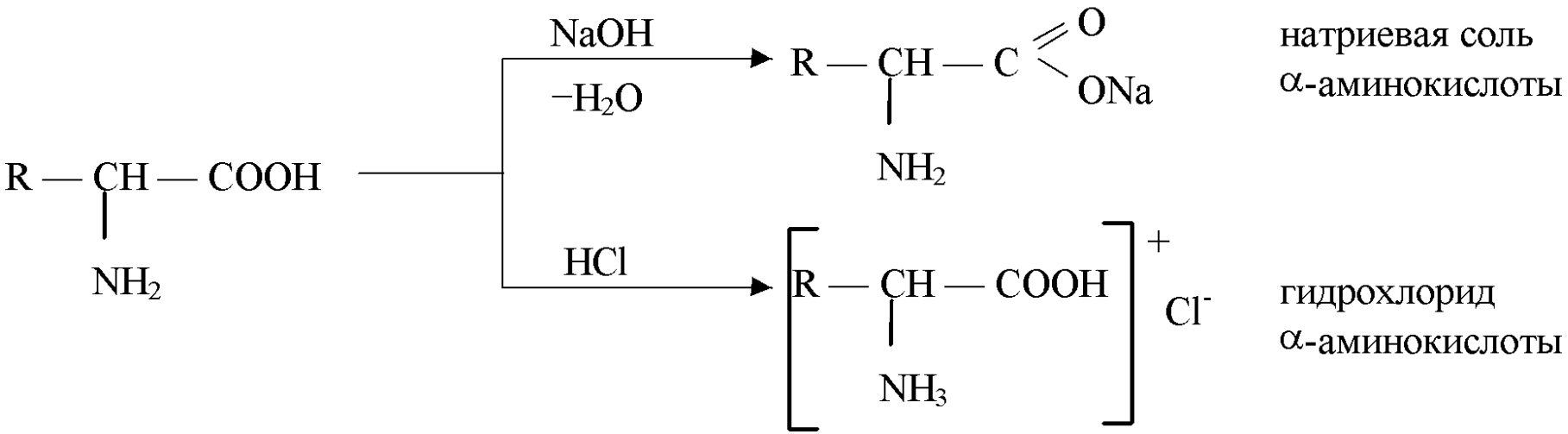


Несуществующая в природе форма

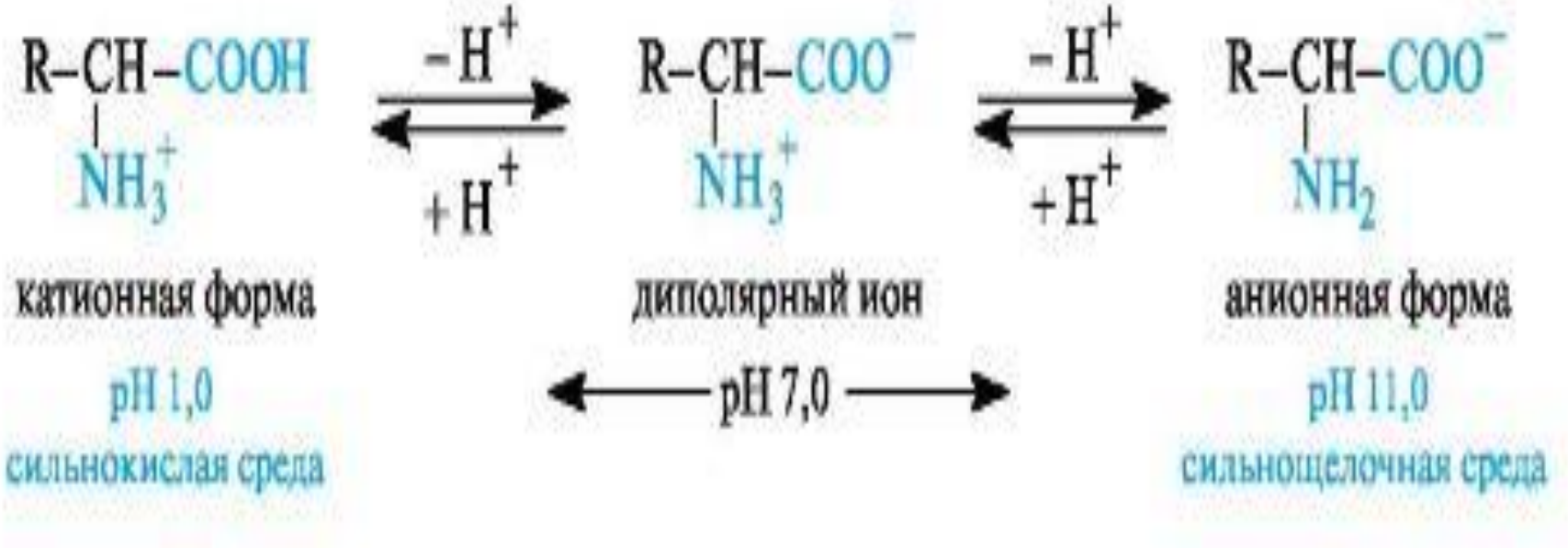
Биполярный ион (цвиттер-ион), внутренняя соль

Как в водных растворах, так и в твёрдом состоянии аминокислоты существуют только в виде внутренних солей (*биполярных ионов, цвиттер-ионов;* от немецкого zwitter – двоякий)

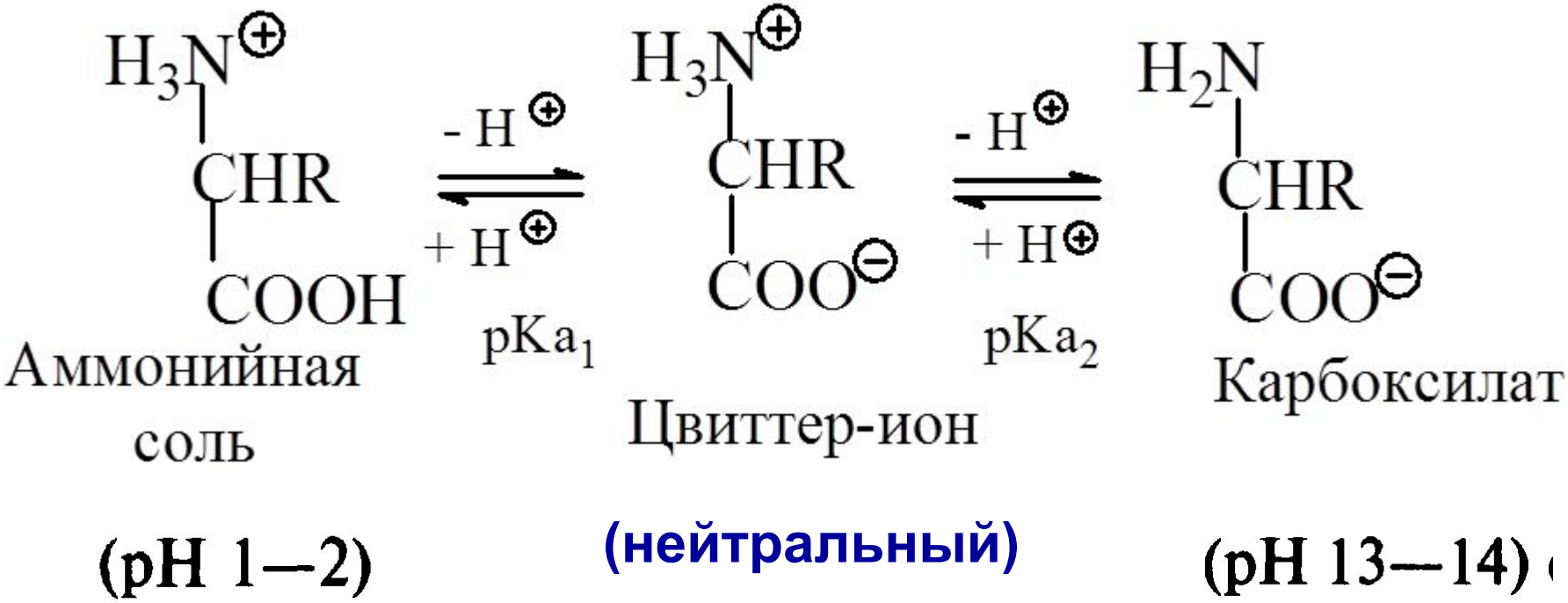
Аминокислоты являются амфотерными соединениями:



Кислотно-основное равновесие для аминокислоты:



Кислотно-основное равновесие для аминокислоты:

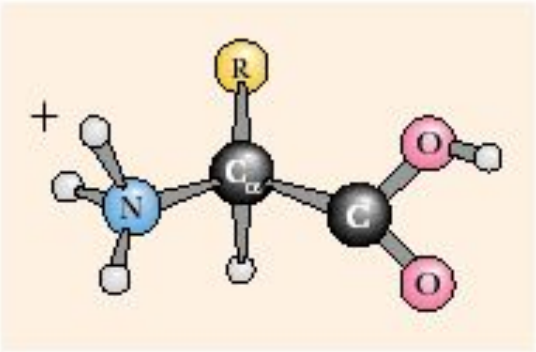


Катионная форма **Анионная форма**

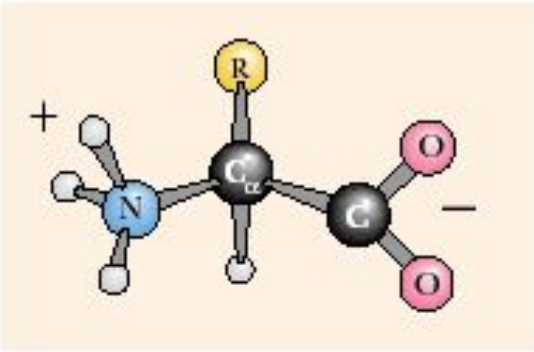
Физические и химические свойства

Кислотно-основные свойства

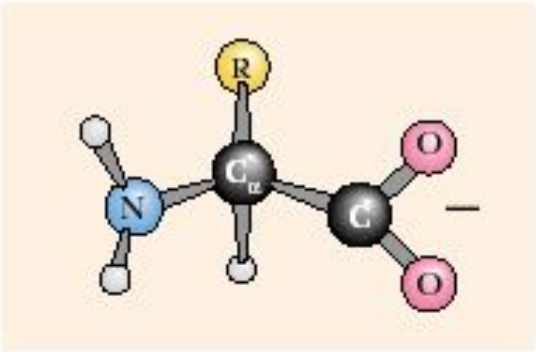
pH 1 Заряд +1

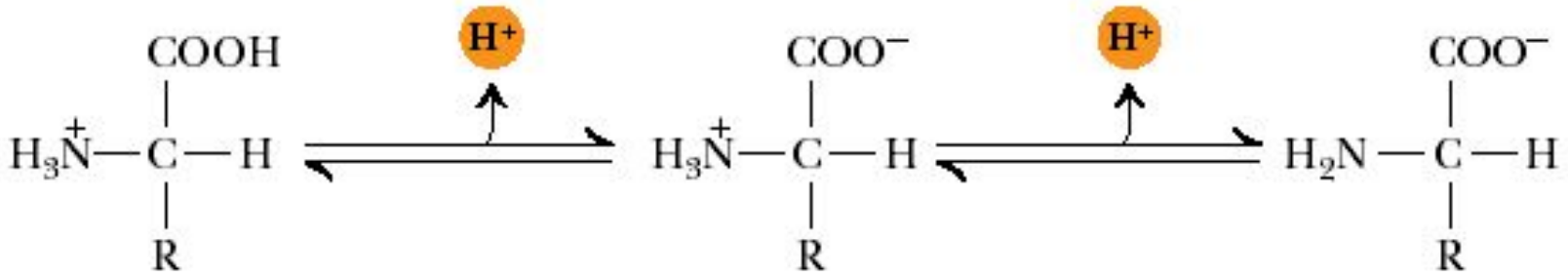


pH 7 Заряд 0



pH 13 Заряд -1





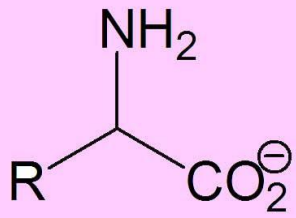
Катионная форма

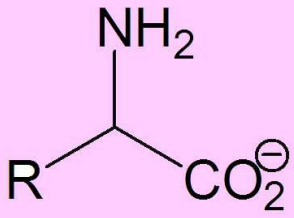
Цвиттер-ион (нейтральный)

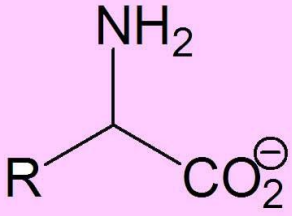
Анионная форма

анод

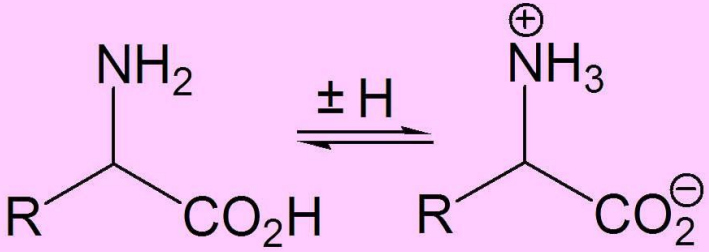
катод



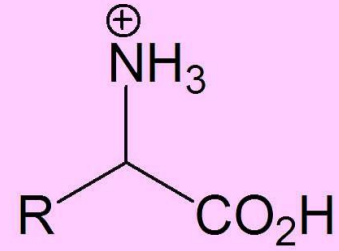


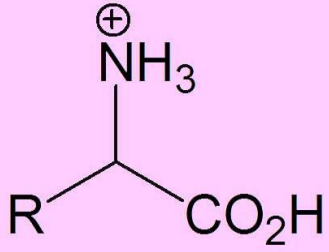


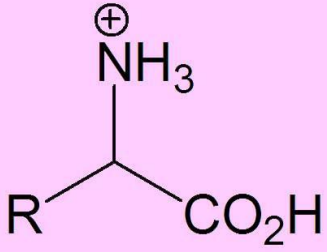
анионы



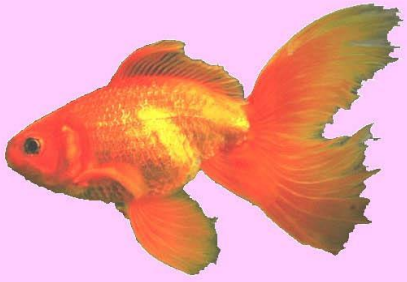
нейтральные молекулы







катионы



электрофорез

Изоэлектрическая точка

Значение pH, при котором концентрация диполярных ионов максимальна, а минимальные концентрации катионных и анионных форм α-аминокислоты равны, называется *изоэлектрической точкой* (p*I*).

Изоэлектрическая точка

$$pI = \frac{pK_{a_n} + pK_{a_{n+1}}}{2},$$

где n — максимальное число положительных зарядов в полностью протонированной α-аминокислоте.

Значения pI аминокислот

ала	6,0	мет	5,74	асп	2,77	глн	5,65	арг	13,76
вал	5,96	цис	5,07	глу	3,22	лиз	9,74		
лей	5,98	фен	5,48	асн	5,41	гис	7,59		

Для моноаминомонокарбоновых кислот pI ≈ 5-6

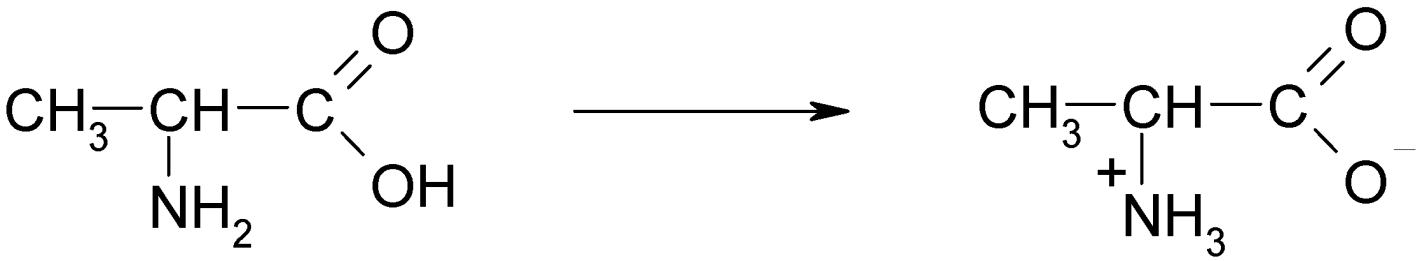
pI моноаминодикарбоновых кислот (Asp, Glu) ≈ 3

pI диаминомонокарбоновых 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

Кислотно-основные свойства



Аминокислота	pKa_1	pKa_2
CH_3CH_2COOH	4,38	нет
$H_3N^+CH(CH_3)COO^-$	2,34	9,69
$CH_3CH_2NH_2$	нет	10,67

Получение аминокислот

1. Выделение из белков и пептидов

Белки гидролизуют - 6 М HCl, при нагревании (110 оС) ,12-72 ч.

Используют также щелочной гидролиз и ферментативный гидролиз.

2. Микробиологический синтез

используя патоку, аммиак и микрообранизмы Corynebacterium glutamicum получают глутаминовую кислоту, которая используется как пищевая добавка.

Выход глутаминовой кислоты составляет 50 кг на 100 кг введённой глюкозы (время ферментации – 40 часов).

3. Биологический способ получения аминокислот

Корм с добавкой рацемической смеси α-аминокислот

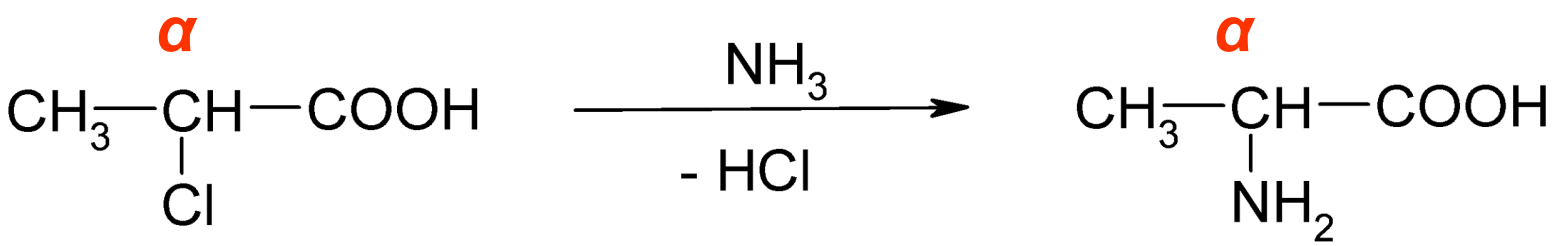
Отходы с оптически активным изомером α-аминокислоты

Очистка

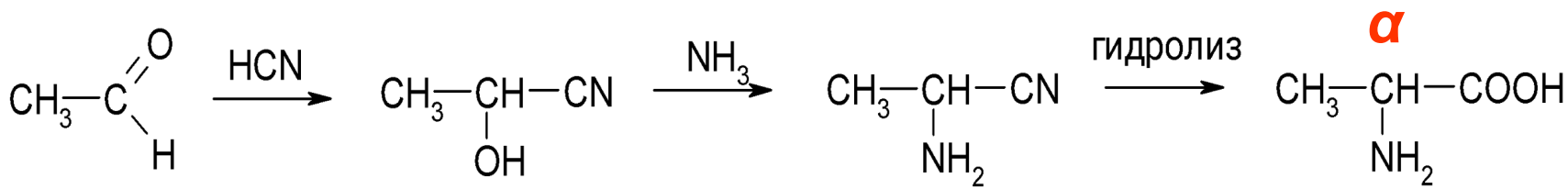
Оптически чистый изомер α- аминокислоты

Химические синтезы аминокислот.

1. Аммонолиз *α* -галогенкарбоновых кислот



2. Синтез Штреккера



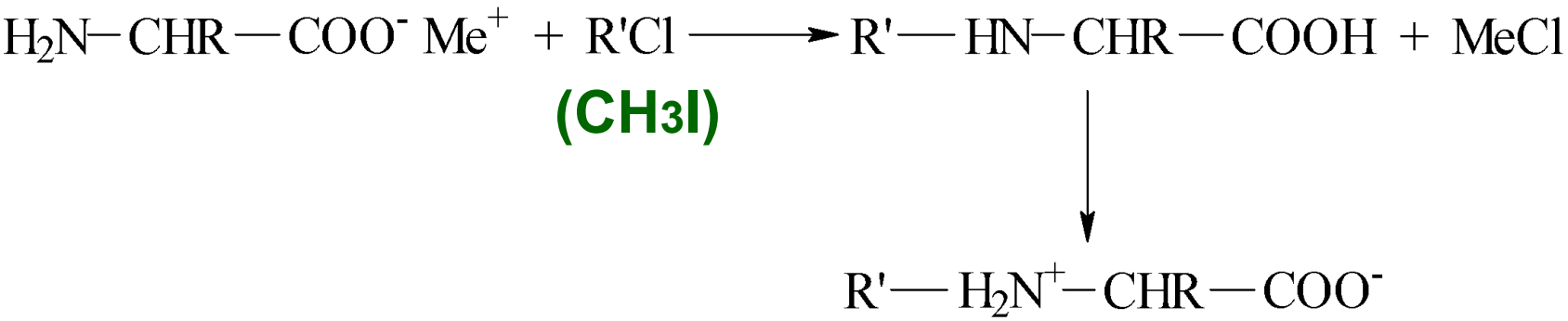
альдегид

(NH_4CN)

рацемат

Реакции с участием только аминогруппы

1. Алкилирование



(CH_3I)

биполярный ион

саркозин **- N-метилглицин**

$CH_3N^+H_2CH_2COO^-$

промежуточное соединение в метаболизме аминокислот

Бетаин - **триметильное производное**

$$(CH_3)_3N^{+}-CH_2-COO^{-}$$

биполярный ион

N,N,N-триметилглицин

донор метильных групп

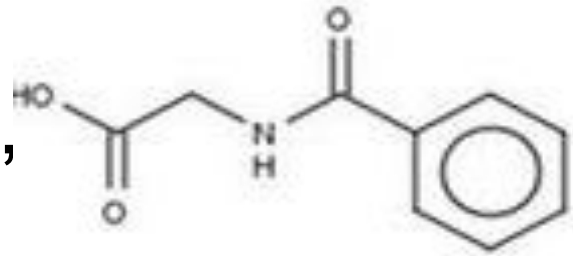
Простейший бетаин - производное глицина - был впервые обнаружен в соке столовой свеклы *Beta vulgaris*

2. Ацилирование

Ацилирование в условиях Шоттена-Баумана

Ацилирование в условиях Шоттена-Баумана

Гиппу́ровая кислота́

- 

бензоилглицин,

$$C_6H_5CONHCH_2COOH$$

В клинической практике

показатель функционального состояния печени.

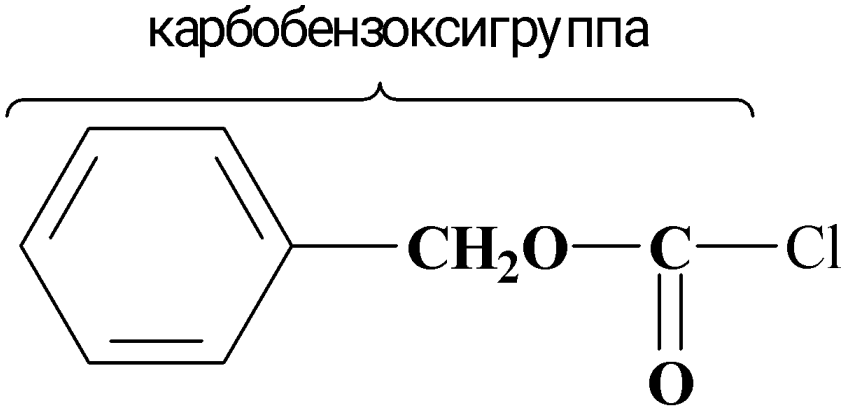
способность печени обезвреживать ядовитые вещества.

Образование N-ацильных производных

("*защита аминогруппы*").

не существуют в виде биполярных ионов

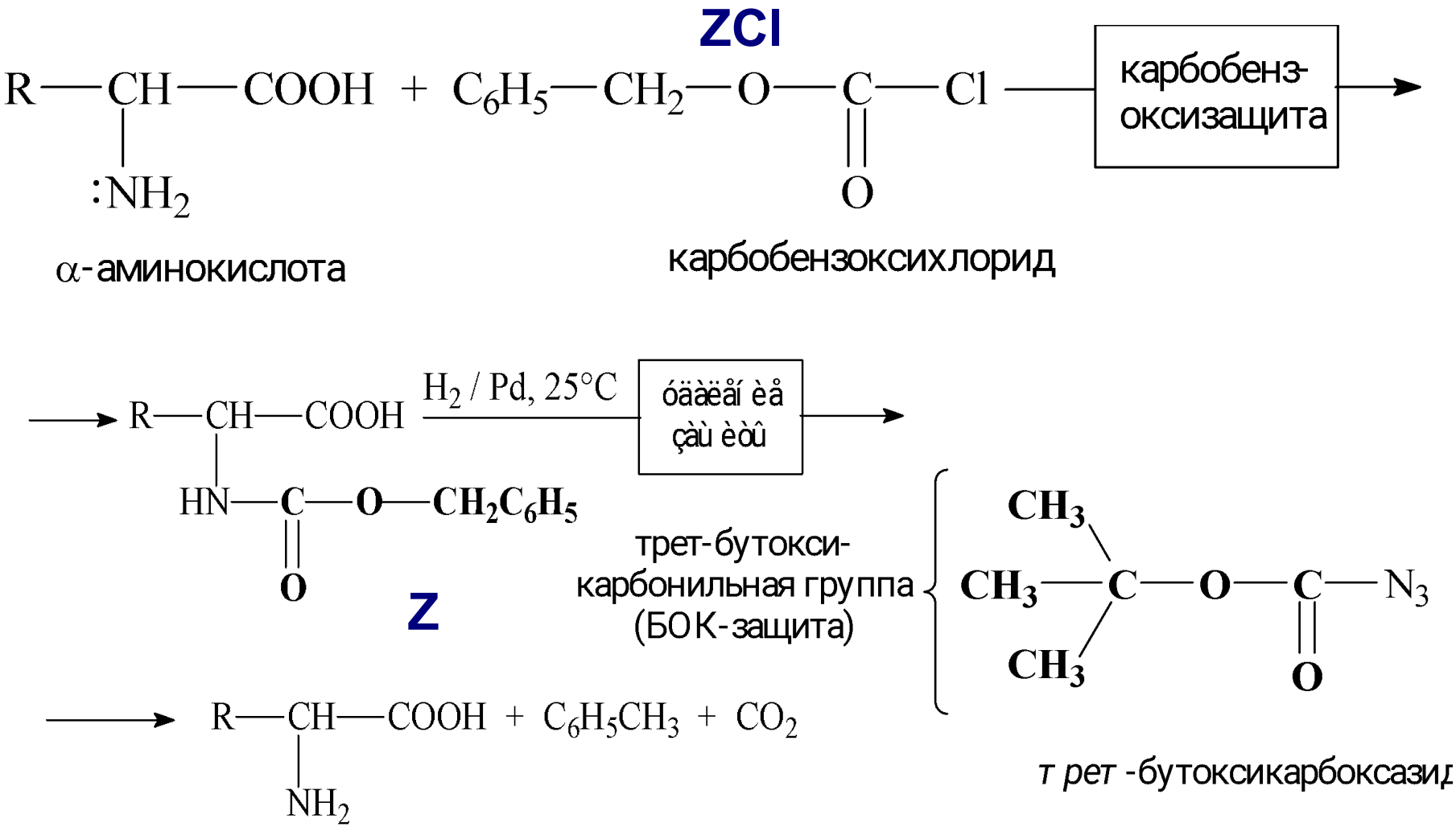
Карбобензоксизащита (1932 г) карбобензоксихлорид (бензиловый эфир хлормуравьиной кислоты).



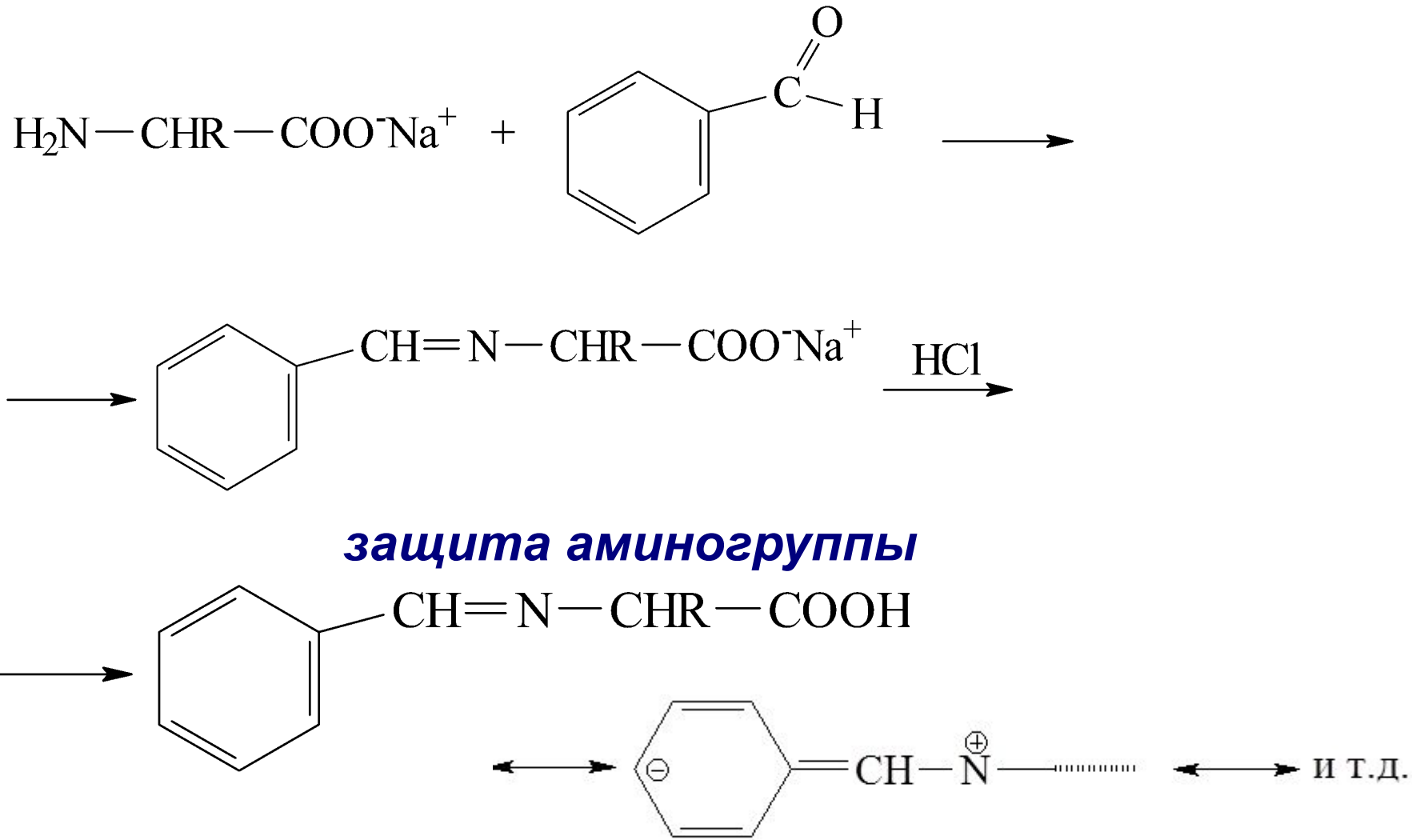
ZCl

карбобензоксихлорид

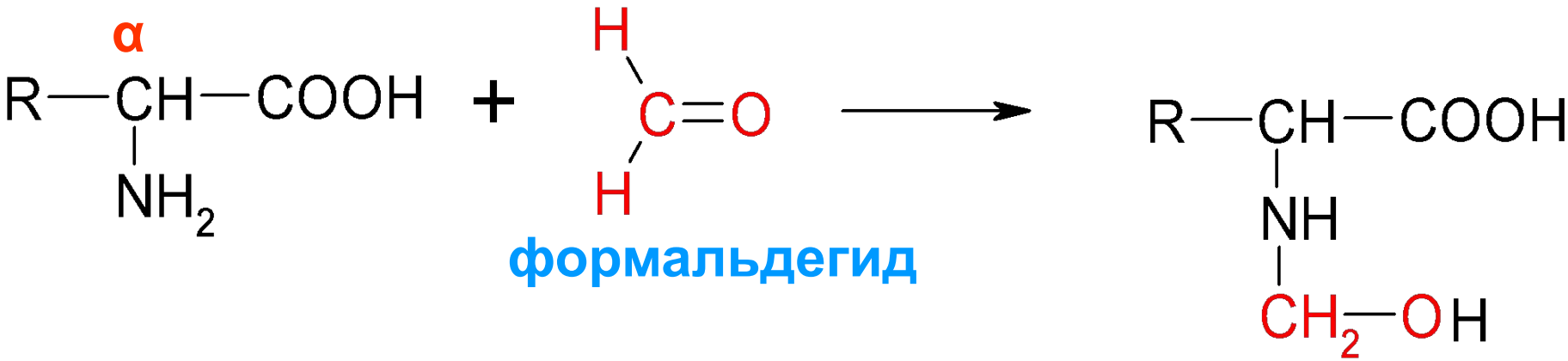
Физические и химические свойства



3. Образование оснований Шиффа



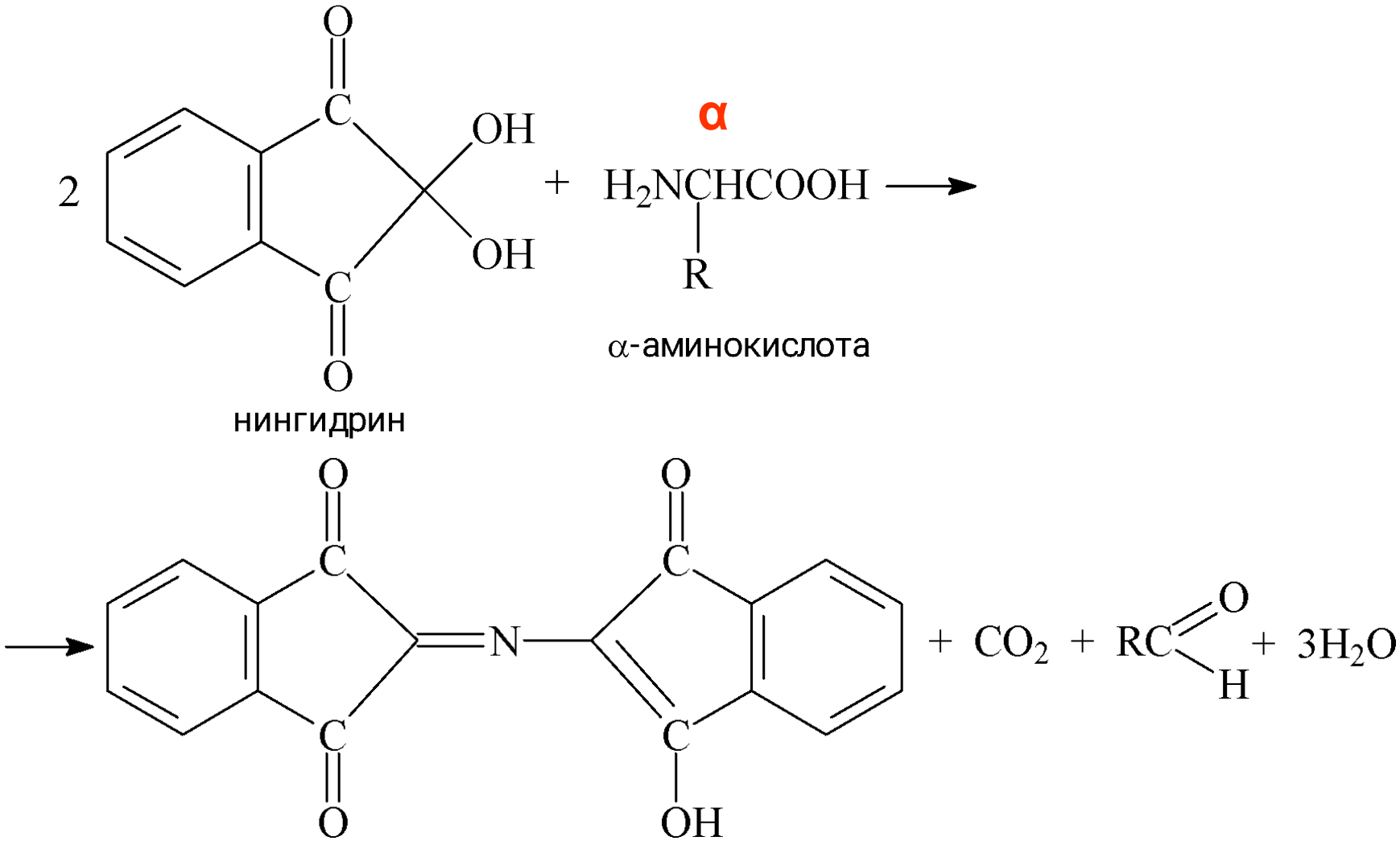
Реакция с формальдегидом



метилольные производные являются гораздо более сильными кислотами, чем аминокислоты, и они легко оттитровываются щёлочью.

количественное определение α-аминокислот методом формольного титрования щелочью (метод Серенсена).

«Нингидриновая реакция»



4. Дезаминирование аминокислот

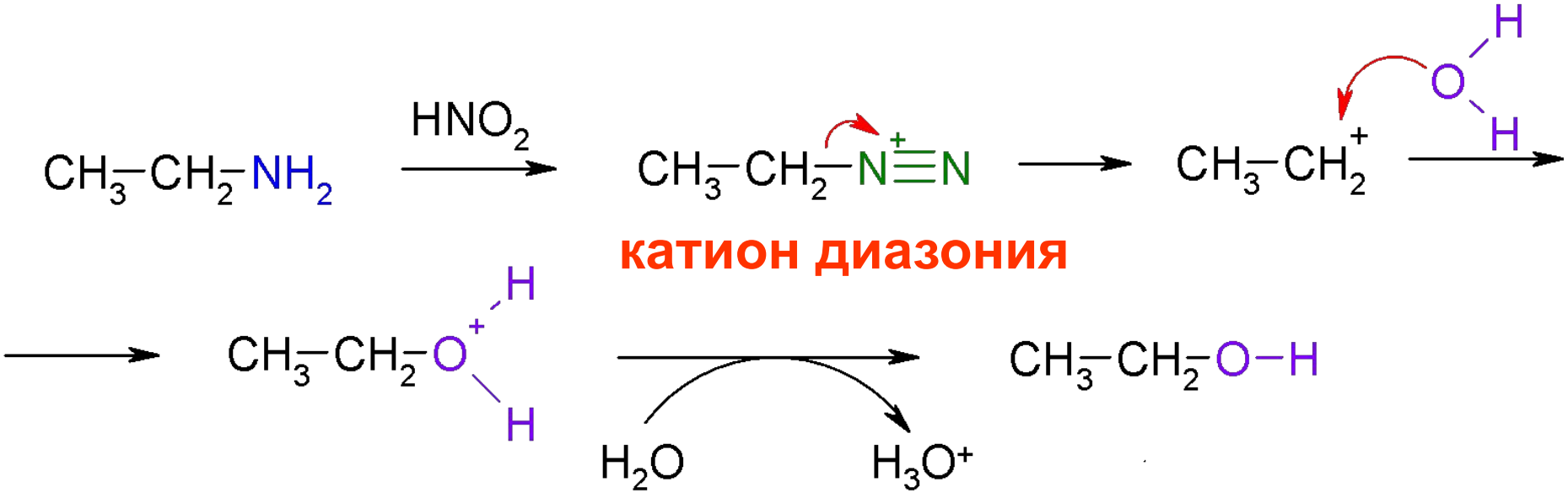
$$H_3N^+-CHR-COO^- + HNO_2 \longrightarrow RCH(OH)-COOH + N_2 + H_2O$$

Азотистая кислота

волюмометрическое определение содержания азота и количества аминогрупп в аминокислотах

Метод Ван-Слайка

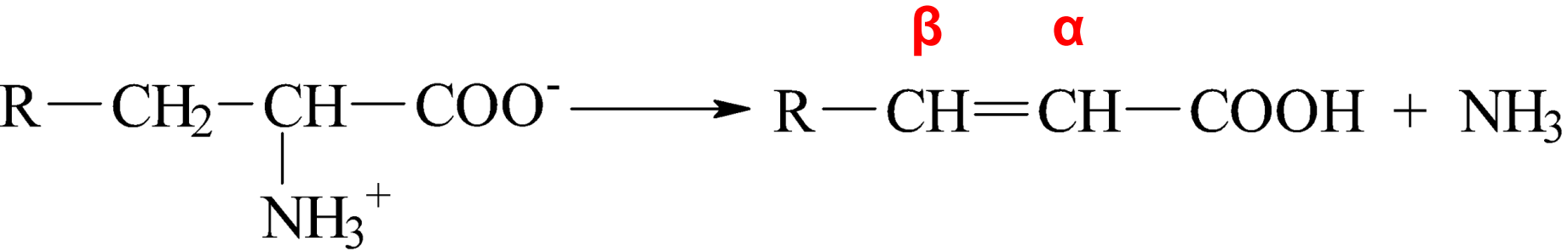
$$R{-}NH_2 + HNO_2 \longrightarrow R{-}OH + N_2\uparrow + H_2O$$



катион диазония

БИОЛОГИЧЕСКИ ВАЖНЫЕ РЕАКЦИИ α-АМИНОКИСЛОТ.

- **А. *Внутримолекулярное дезаминирование***



(таким образом у некоторых микроорганизмов и высших растений

аспарагиновая кислота превращается в фумаровую)

Б. *Восстановительное дезаминирование*

$$NH_3^+\text{-}CHR-COO^- + 2H^+ \longrightarrow R-CH_2-COOH + NH_3^+$$

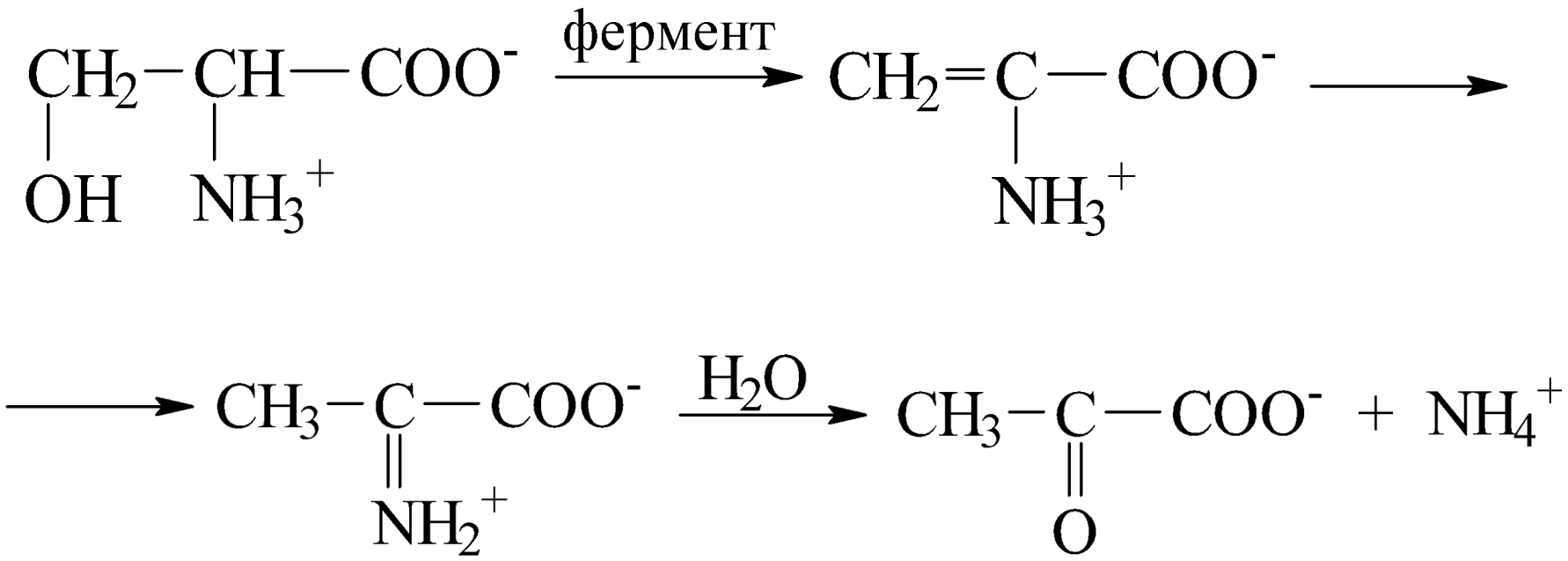
(у некоторых микроорганизмов)

В. *Гидролитическое дезаминирование*

$$NH_3^+\text{-}CHR-COO^- + H_2O \longrightarrow R-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-COOH$$

(тип дезаминирования, характерный для микроорганизмов)

Г. *Дегидратазное дезаминирование*



(этот тип дезаминирования характерен для аминокислот серин, треонин, цистеин)

Д. Окислительное дезаминирование

$$HOOCCH_2CH_2\underset{\underset{NH_2}{|}}{C}HCOOH \underset{НАДН + H^+}{\overset{НАД^+}{\rightleftharpoons}} HOOCCH_2CH_2\underset{\underset{NH}{||}}{C}COOH$$

L-глутаминовая кислота

α-иминоглутаровая кислота

$$HOOCCH_2CH_2\underset{\underset{NH}{||}}{C}COOH + H_2O \rightleftharpoons HOOCCH_2CH_2\underset{\underset{O}{||}}{C}COOH + NH_3$$

α-оксоглутаровая кислота

Трансаминирование – реакция переноса α-аминогруппы с аминокислоты на α-кетокислоту:

Донорная α-аминокислота

Акцепторная α-оксокислота

трансаминаза + пиридоксальфосфат

$$HOOC-CH_2-\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}-COOH + HOOC-CH_2-CH_2-\underset{\underset{O}{||}}{C}-COOH \rightleftharpoons$$

L-аспаргиновая кислота

α-оксоглутаровая кислота

$$\rightleftharpoons HOOC-CH_2-\underset{\underset{O}{||}}{C}-COOH + HOOC-CH_2-CH_2-\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}-COOH$$

Щавелевоуксусная кислота

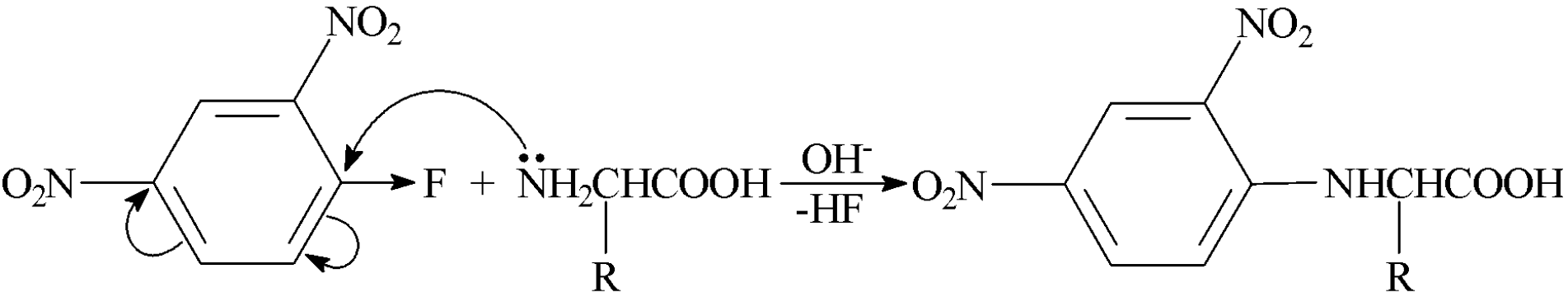
L-глутаминовая кислота

Акцепторная α-оксокислота

Донорная α-аминокислота

Физические и химические свойства

Образование ДНФ-производных

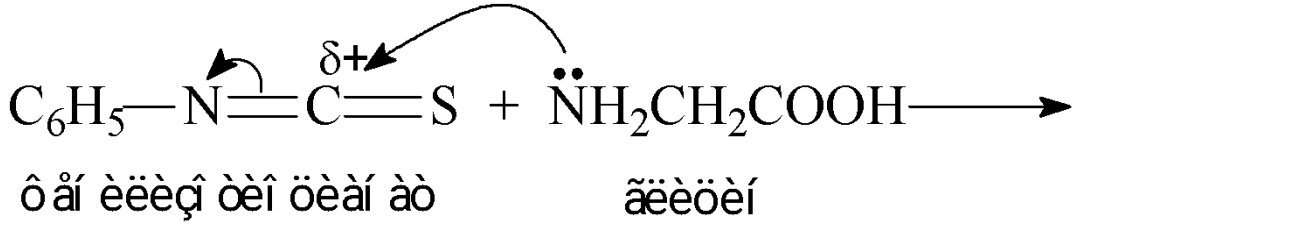


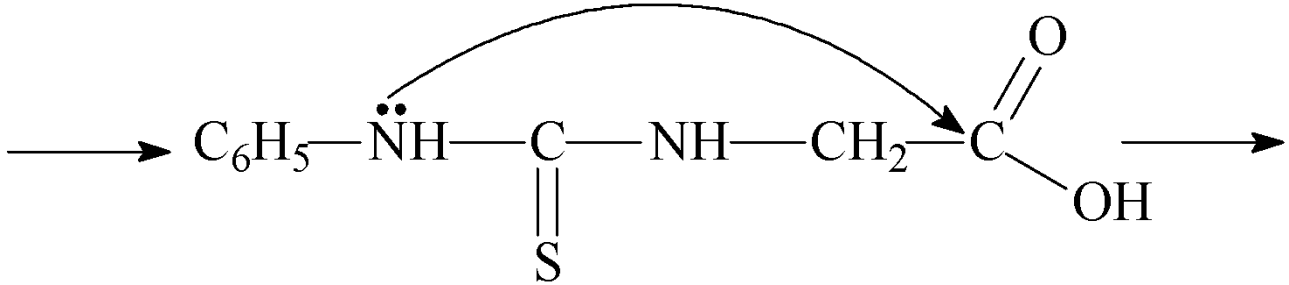
2,4-динитро-фторбензол (ДНФБ)

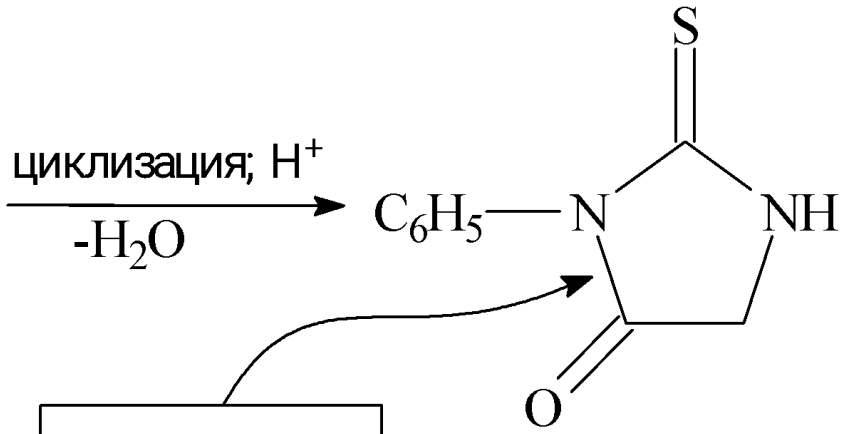
ДНФ-производные α-аминокислот

Физические и химические свойства

Образование ФТГ-производных (реакция Эдмана)







Амидная связь

фенилтиогидантоин

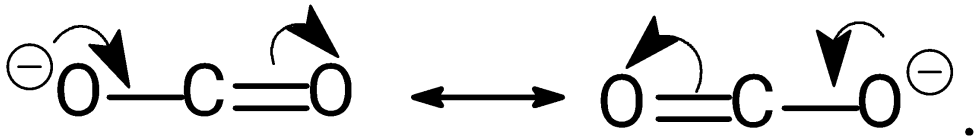
Реакции, протекающие с участием только карбоксильной группы.

1.Образование эфиров

$$R-\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}-COOH + CH_3OH \xrightarrow[-H_2O]{HCl\ (сухой)} R-\underset{\underset{NH_3^+Cl^-}{|}}{CH}-COOCH_3 \xrightarrow[-NH_4Cl]{NH_3} R-\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}-COOCH_3$$

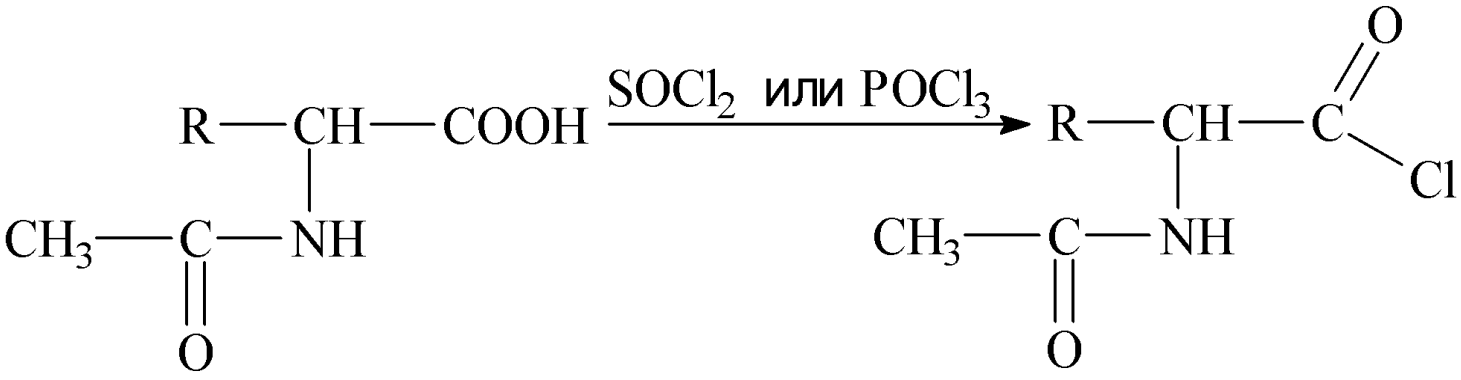
метиловый эфир
α-аминокислоты

глицин — кристаллическое вещество с $T_{пл}$=292°C
метиловый эфир глицина — жидкость с $T_{кип}$=130°C.



карбоксилат-ионы, полностью лишены ацилирующей способности

2. Образование галогенангидридов

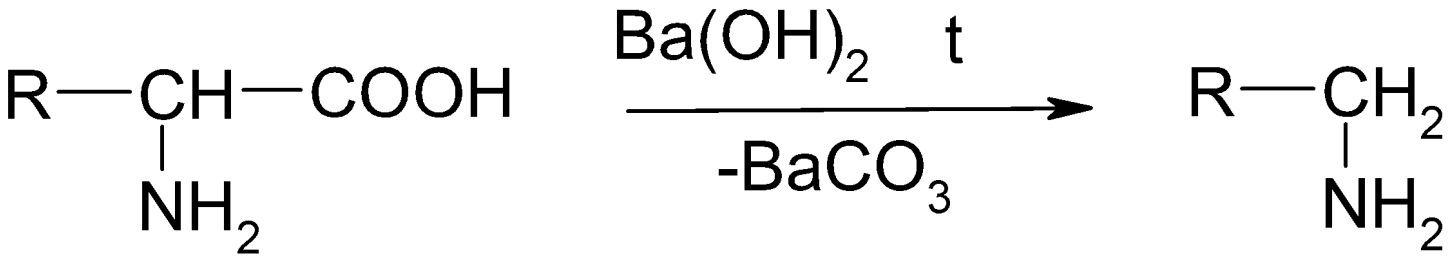


Реакция используется для активации карбоксильной группы при пептидном синтезе

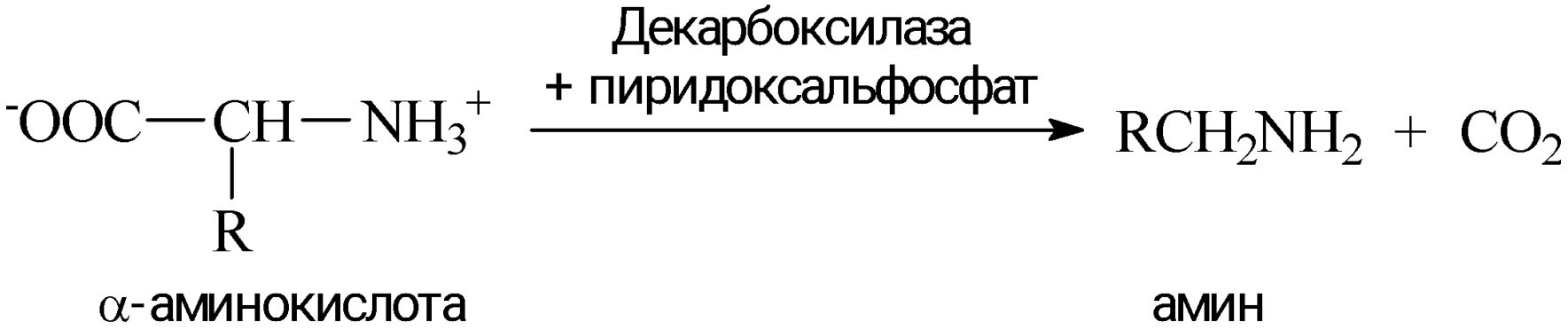
3. Восстановление карбоксильной группы до первичной спиртовой

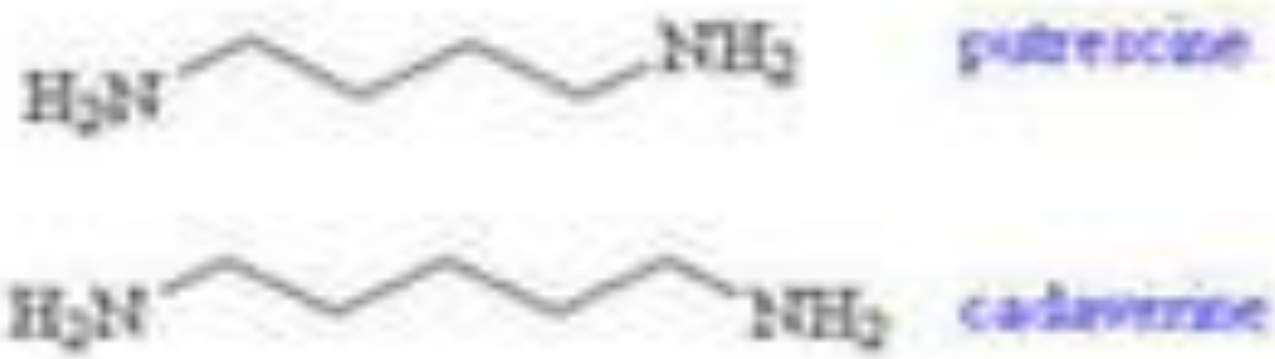
$$Cl^- H_3N^+-CHR-COOR' + LiAlH_4 \rightarrow H_2N-CHR-CH_2OH;$$

4. Декарбоксилирование аминокислот термолизом солей щелочноземельных металлов



Процесс декарбоксилирования α-аминокислот в организме ведет к образованию биогенных аминов

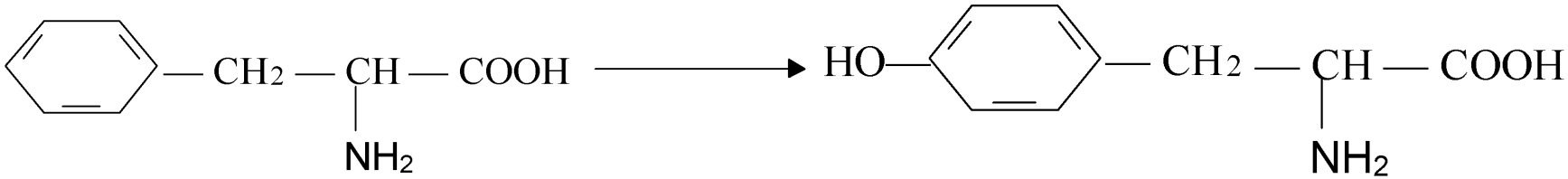




Путресцин- 1,4-диаминобутан, образующийся в толстой кишке при ферментативном декарбоксилировании орнитина; при цистинурии обнаруживается в моче.

Кадаверин-(лат. cadaver труп) - продукт ферментативного декарбоксилирования лизина (1,5-диаминопентан), образующийся при бактериальном разложении белков (напр., в просвете толстой кишки).

Ферментативное гидроксилирование

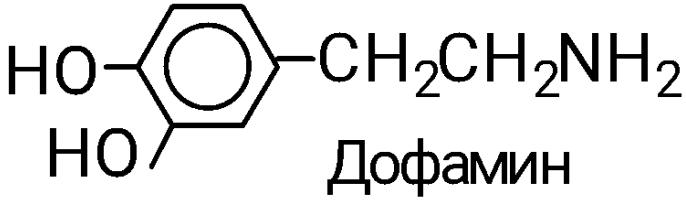


фенилаланин

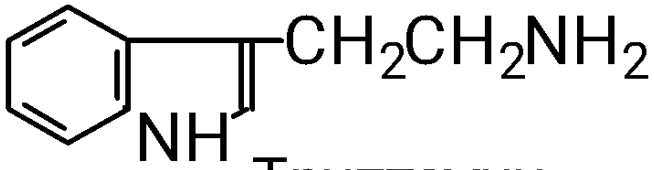
тирозин

При генетически обусловленном отсутствии в организме фермента, катализирующего этот процесс, развивается тяжелое заболевание — фенилкетонурия.

Биогенные амины в организме

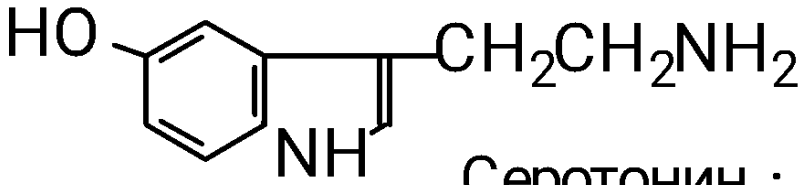


Дофамин



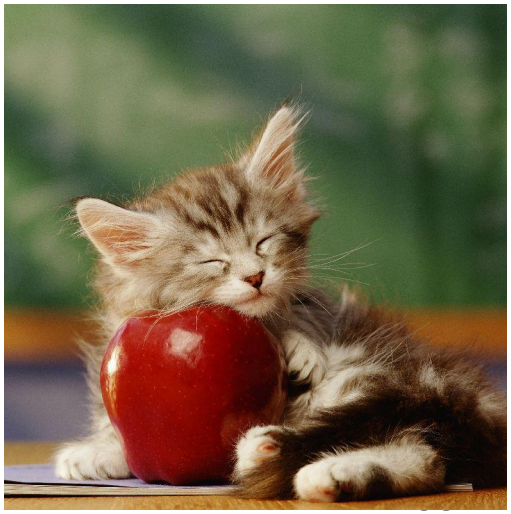
Триптамин

Гистамин

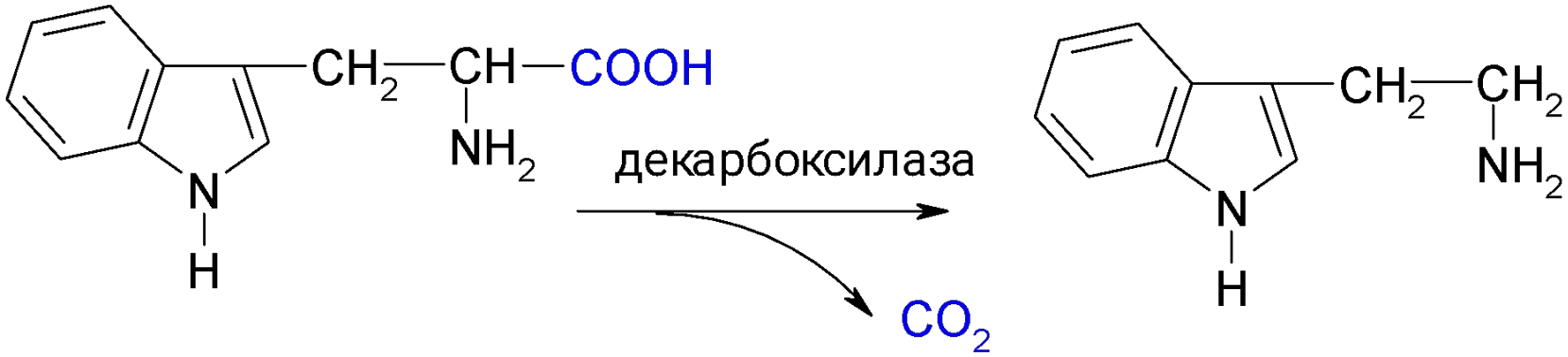


Серотонин

Серотонин **оказался высокоактивным биогенным амином сосудосуживающего действия. Он регулирует артериальное давление температуру тела, дыхание, почечную фильтрацию и является медиатором нервных процессов в ЦНС**



Декарбоксилирование

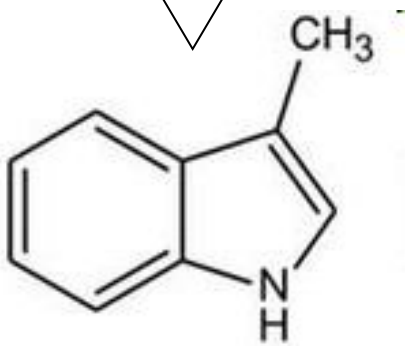


т рипт офан

т рипт амин

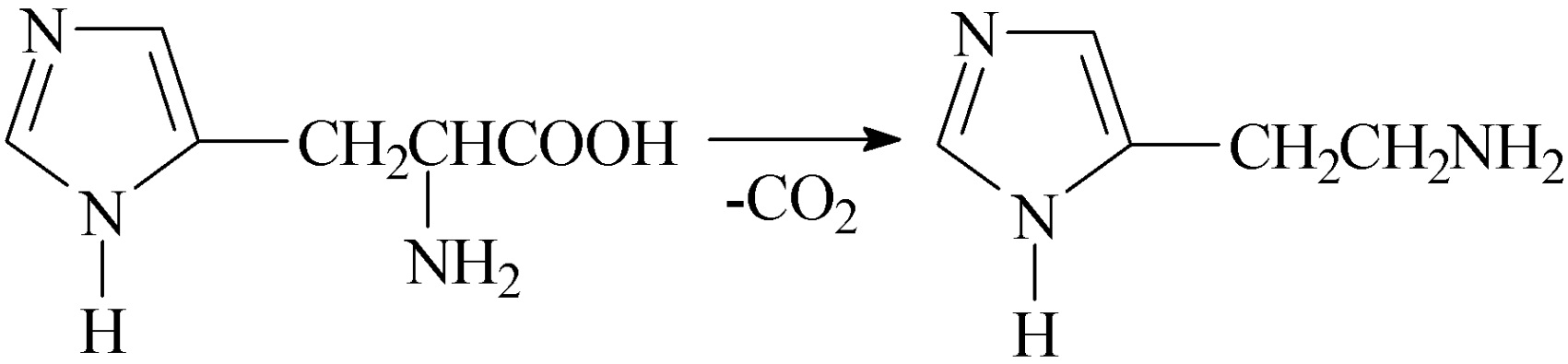
индол

Обладает фекальным запахом (при большом разведении приобретает запах жасмина)



Скатол (3-метилиндол)

Декарбоксилирование в организме



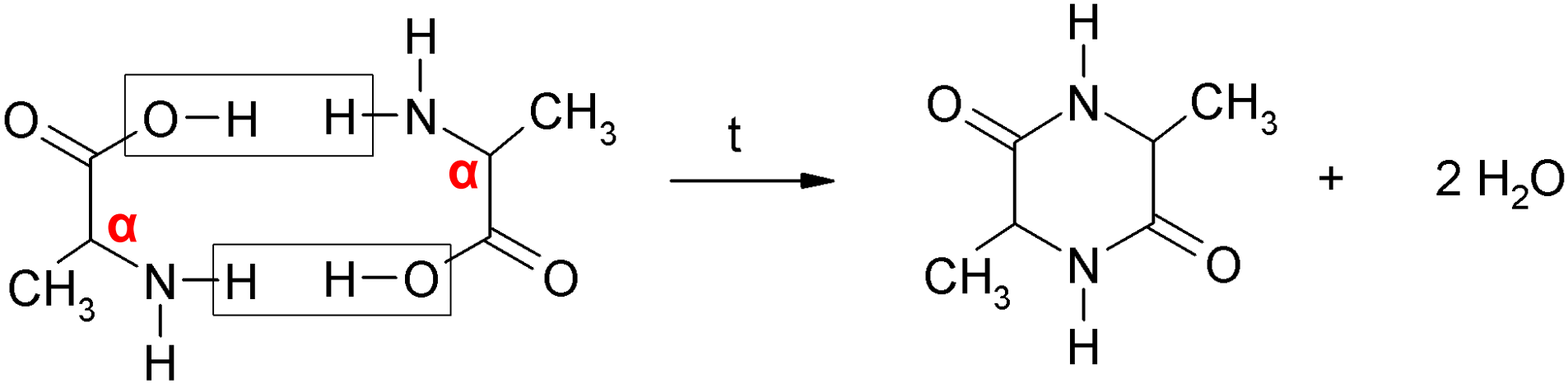
гистидин гистамин

Обладает сосудорасширяющим свойством,
Медиатор аллергических реакций

Реакции, протекающие с участием обеих функциональных групп.

1.Отношение аминокислот к нагреванию

α-аминокислоты

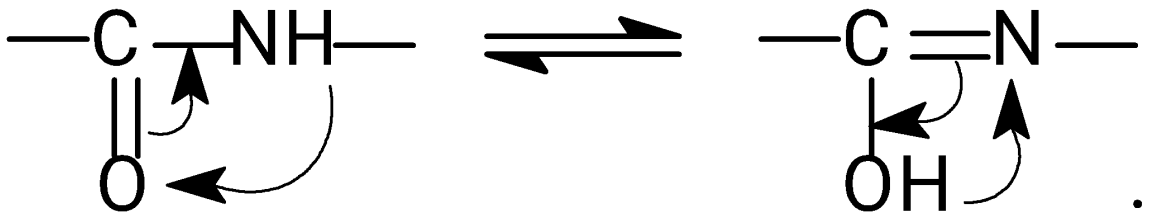


аланин

дикетопиперазин

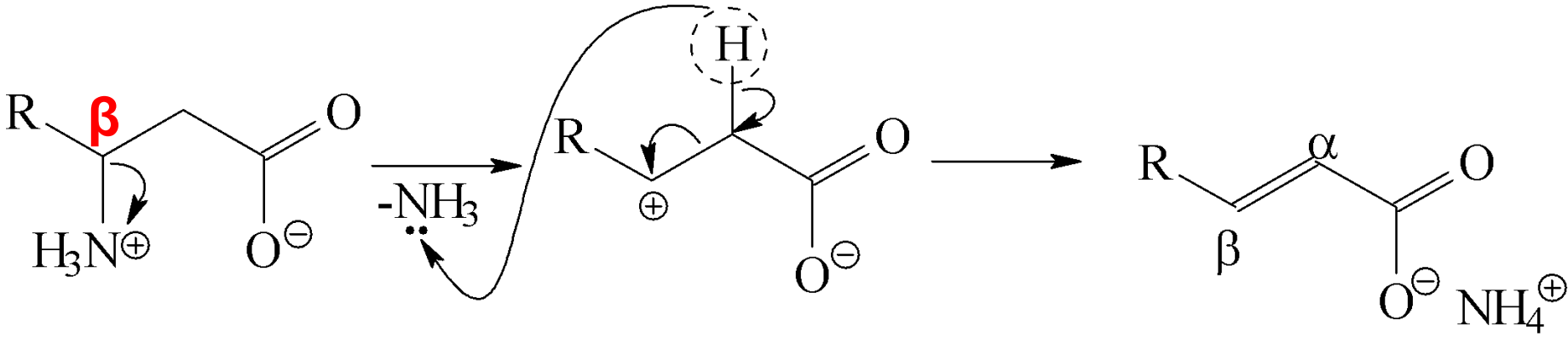
2,5-диоксо-3,6-диметилпиперазин

Лактим-лактамная таутомерия

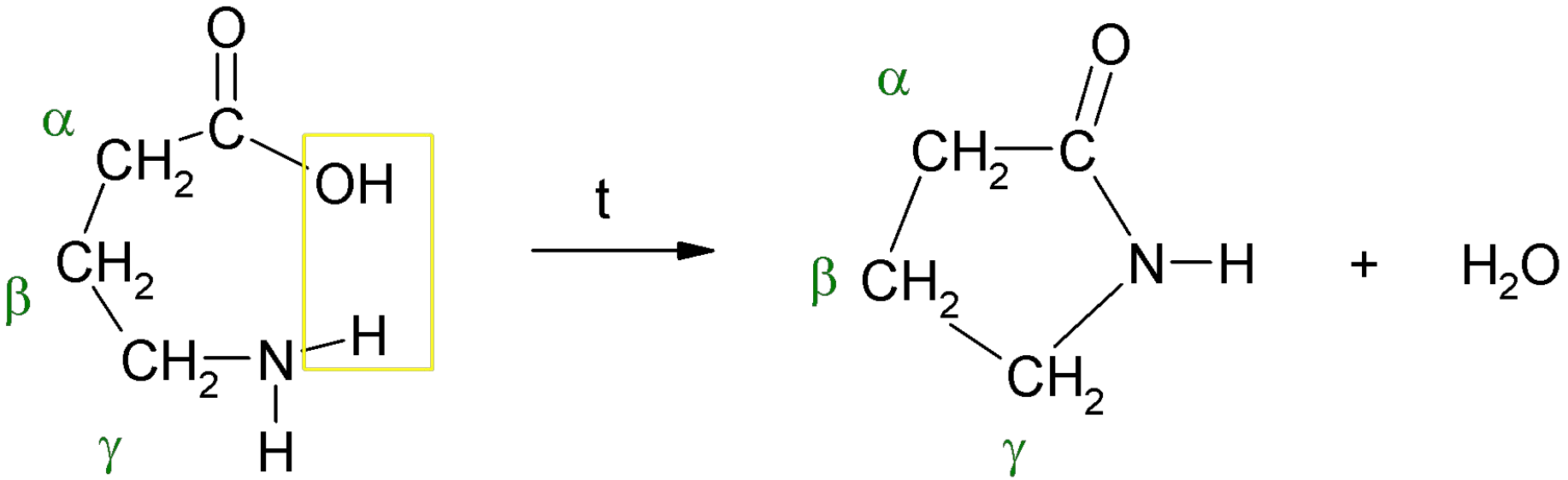


Лактам лактим

β-аминокислоты



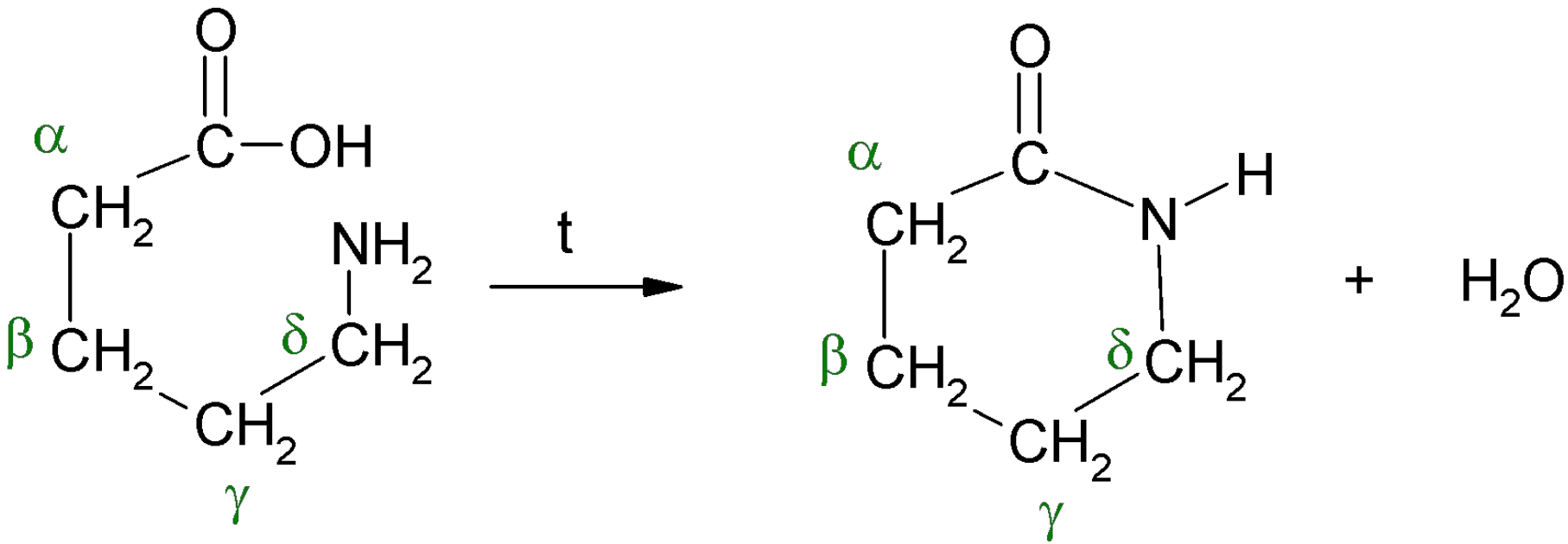
γ-аминокислоты



γ-аминомасляная кислота γ -бутиролактам

γ-Лактамы являются кетопроизводными тетрагидропиррола (пирролидина), поэтому их называют *пирролидонами*.

δ-аминокислоты

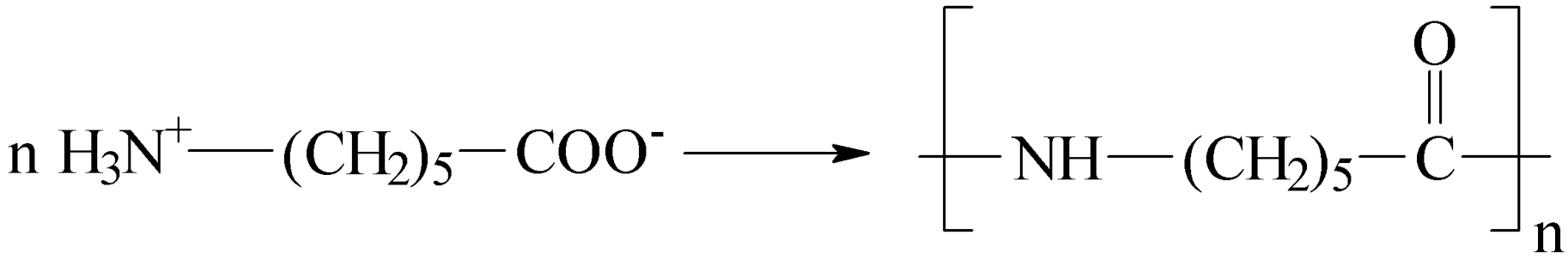


δ-*аминовалериановая кислота*

δ -*валеролактам*

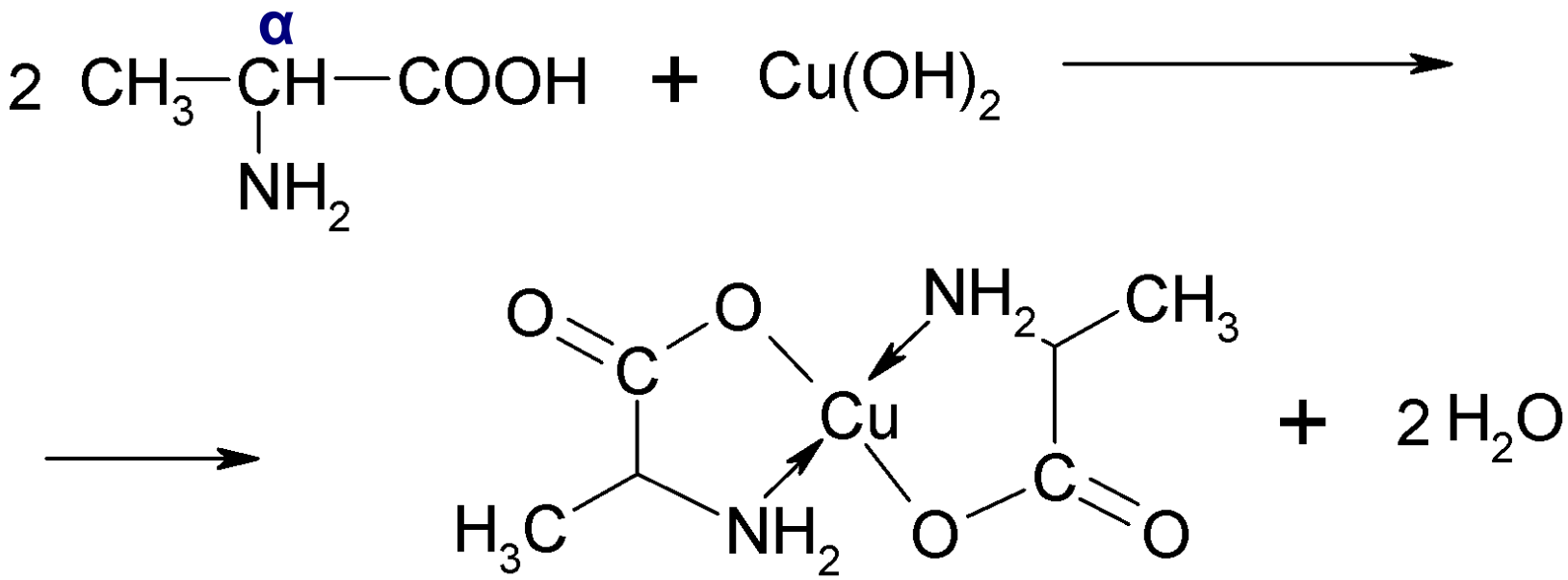
производные *пиперидона-2*

ω-аминокислоты



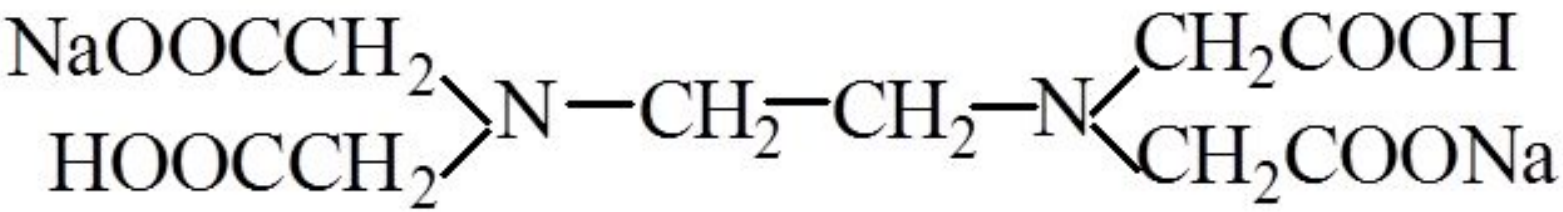
ω-аминокислоты претерпевают межмолекулярное взаимодействие с образованием полимерных структур с амидной связью (*полиамидов*)

2. Образование комплексных солей металлов

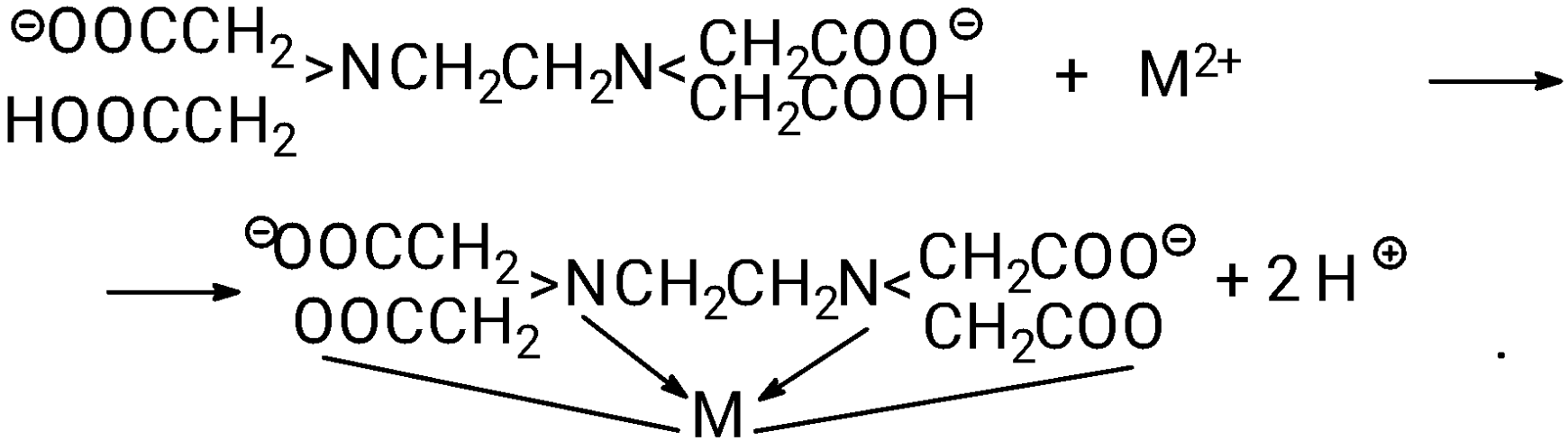


Хелатные соли меди (II) синего цвета

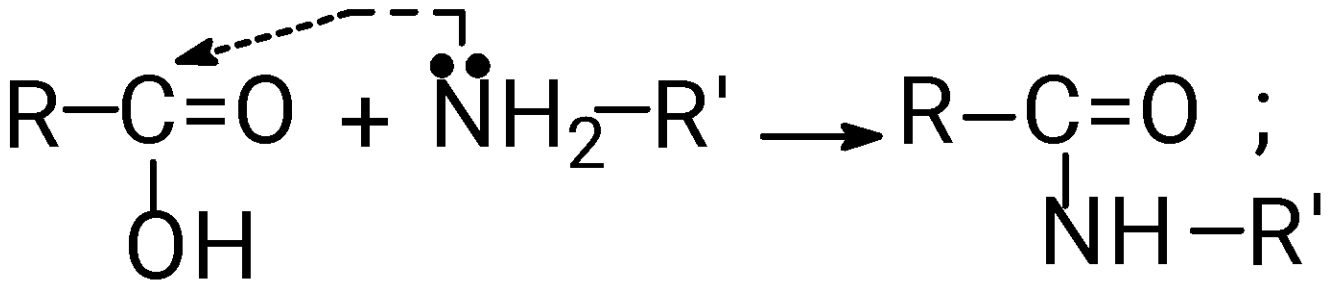
служит качественной реакцией на наличие в молекуле α-аминокарбоксильной функции.



Трилон Б
(динатриевая соль
этилендиаминтетрауксусной кислоты)



3.Образование межмолекулярных амидных связей



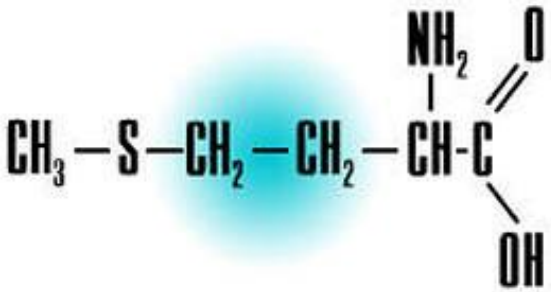
R: NH_2CHR''–;

R': –CHR'''COOH.

Аминокислоты нередко применяются в качестве лекарственных средств:

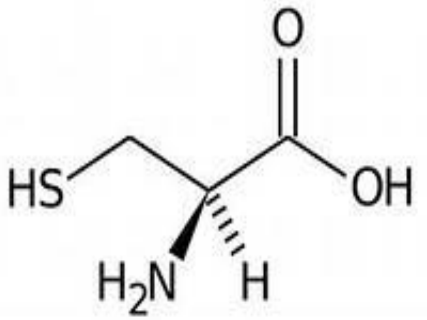
- - Смешанные K,Mg-соли Asp (*аспаркам*) или Glu (*панангин*) используются в кардиологии и неврологии
-

Met (метионин) используется при лечении заболеваний и токсических поражений печени



- **Cys (цистеин) участвуя в обмене**
  хрусталика глаза, полезен

для профилактики и задержки
развития некоторых типов катаракты



N-ацетильное производное Cys (*АЦЦ*),
облегчает откашливание при бронхитах.

- **Na-соль Glu (*глутамат натрия*) является очень широко распространенной пищевой добавкой, улучшающей вкус продуктов.**

うま味

Умами - “мясной вкус”

$$HOOC-CH_2-CH_2-\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}-COOH$$

Глутаминовая кислота (E620) и её соли:

(глутамат натрия E621, глутамат калия E622, диглутамат кальция E623, глутамат аммония E624, глутамат магния E625)- используются как

усилители вкуса.

его получают из креветок и внутренностей рыб, водорослей, солода и свеклы.

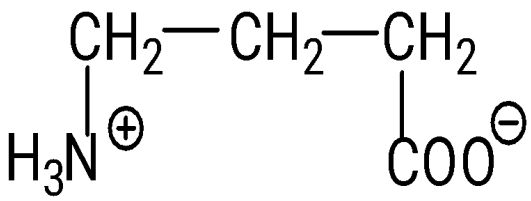
Глутаминовая кислота и её соли безопасны!

В продуктах питания глутамата натрия должно быть не более 0,8%

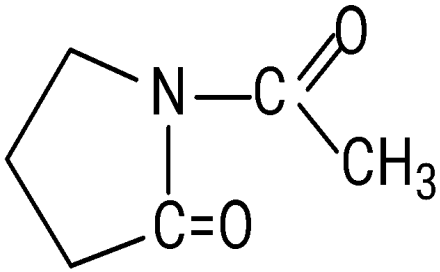
Глутамат натрия разрешено добавлять к продуктам питания в количестве 1,5 г на 1 кг или на 2 л.

в сутки не более 9 граммов !

- **γ-аминомасляная (4-аминобутановая) кислота**, **принимает участие в обменных процессах головного мозга; лактам ее N-ацетилированной формы (*ноотропил*, или *пирацетам*) широко используется в медицине для лечения нарушений функций головного мозга**



γ-Аминомасляная кислота



Пирацетам

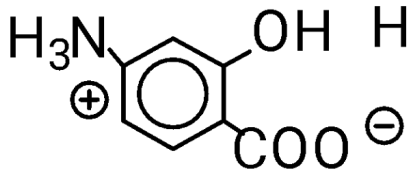
- Средство для лечения постинсультных больных (*церебролизин*) состоит главным образом из смеси аминокислот, получаемых в результате гидролиза мозгового вещества - крупного рогатого скота.

Спасибо за Ваше внимание!

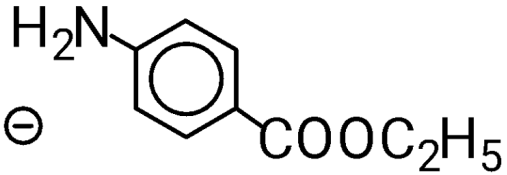
***пара*-Аминосалициловая кислота** (4-амино-2-гидроксибензойная кислота, *ПАСК*) и ее натриевая соль обладают бактериостатической активностью в отношении бактерий туберкулеза и являются известным **противотуберкулезным препаратом.**

Этиловый эфир 4-аминобензойной кислоты (*анестезин*)

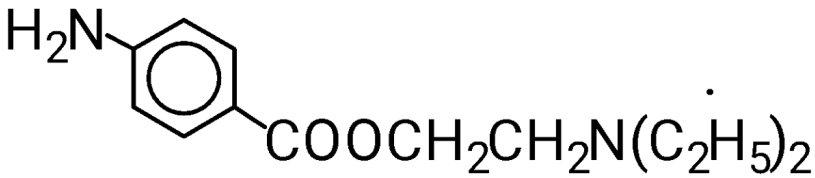
и **2-диэтиламиноэтиловый эфир** той же кислоты (***новокаин***, или ***прокаин***) широко используются в качестве **анестетиков**:



ПАСК



Анестезин



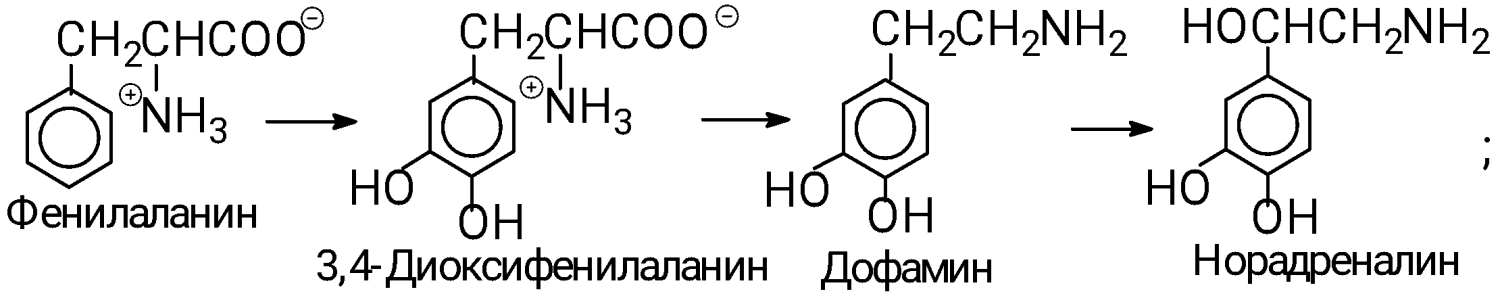
Новокаин

Биологическое значение аминокислот

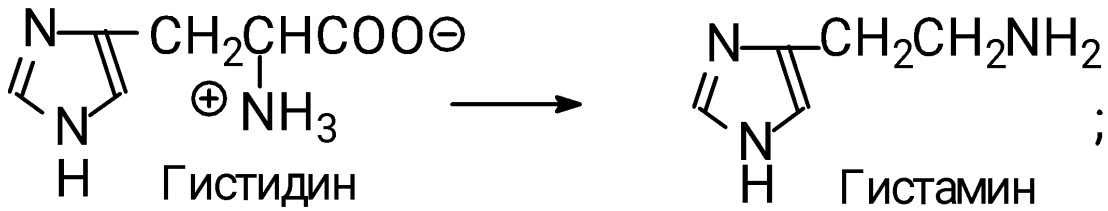
1. Аминокислоты являются теми мономерными молекулами, из которых в организме образуются практически все биологически важные биополимеры: простые и сложные белки (именно поэтому природные аминокислоты называют *протеиногенными*);

2. В ходе обменных процессов,, аминокислоты превращаются в разнообразные биологически важные соединения других классов. Например, Arg служит компонентом цикла образования мочевины, Asp предшествует синтезу пуринов, пиримидинов, щавелевоуксусной кислоты, а без Gly невозможен биосинтез порфиринов, пуринов,глутатиона, креатина;

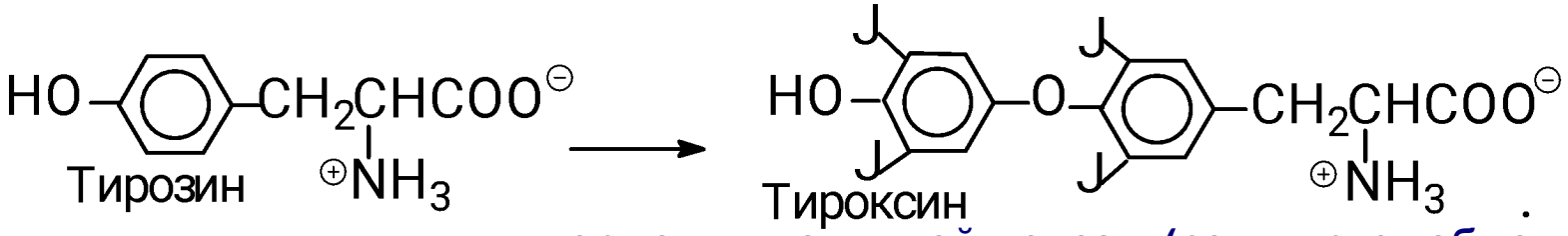
3. Существенна роль аминокислот как предшественников разнообразных нейромедиаторов:



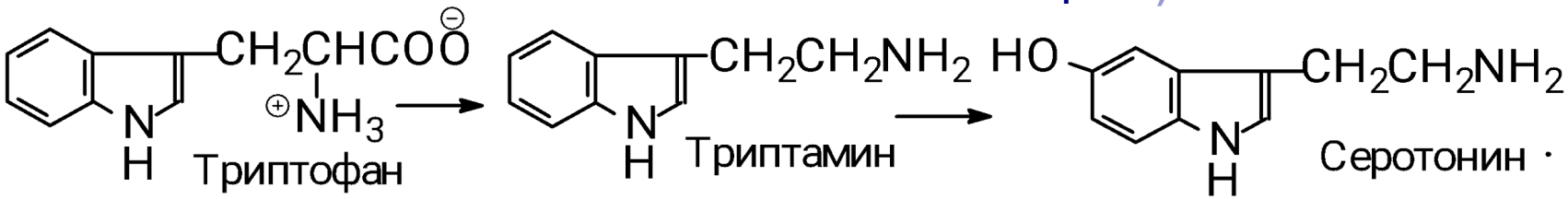
ДОФА или DOPA



отвечает за развитие аллергических реакций

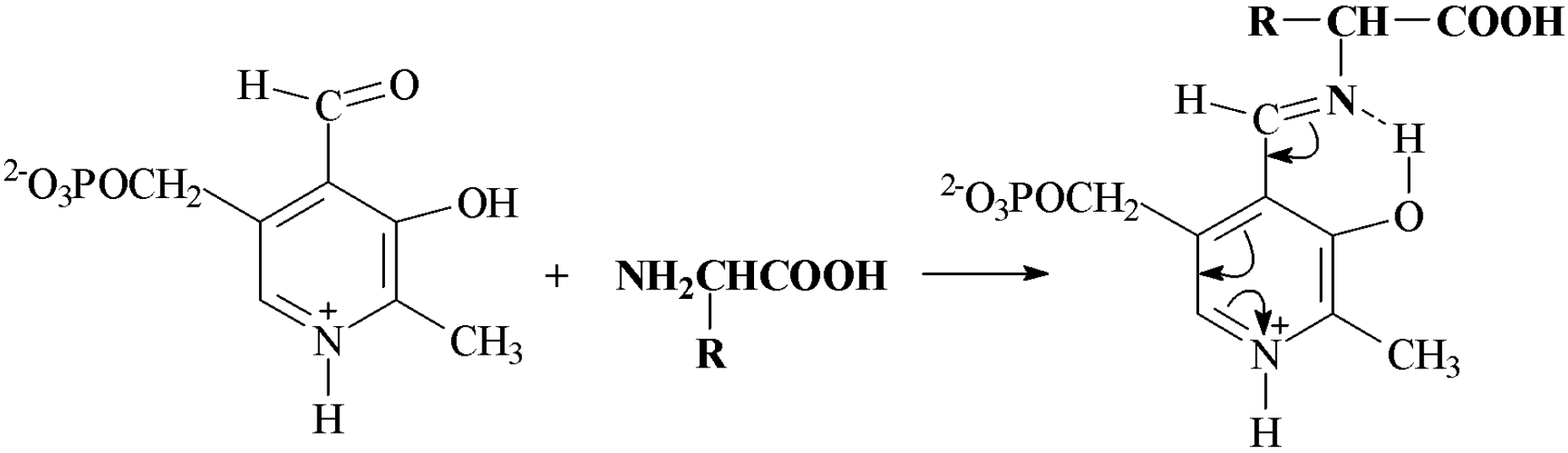


гормон щитовидной железы (регулирует обмен веществ)



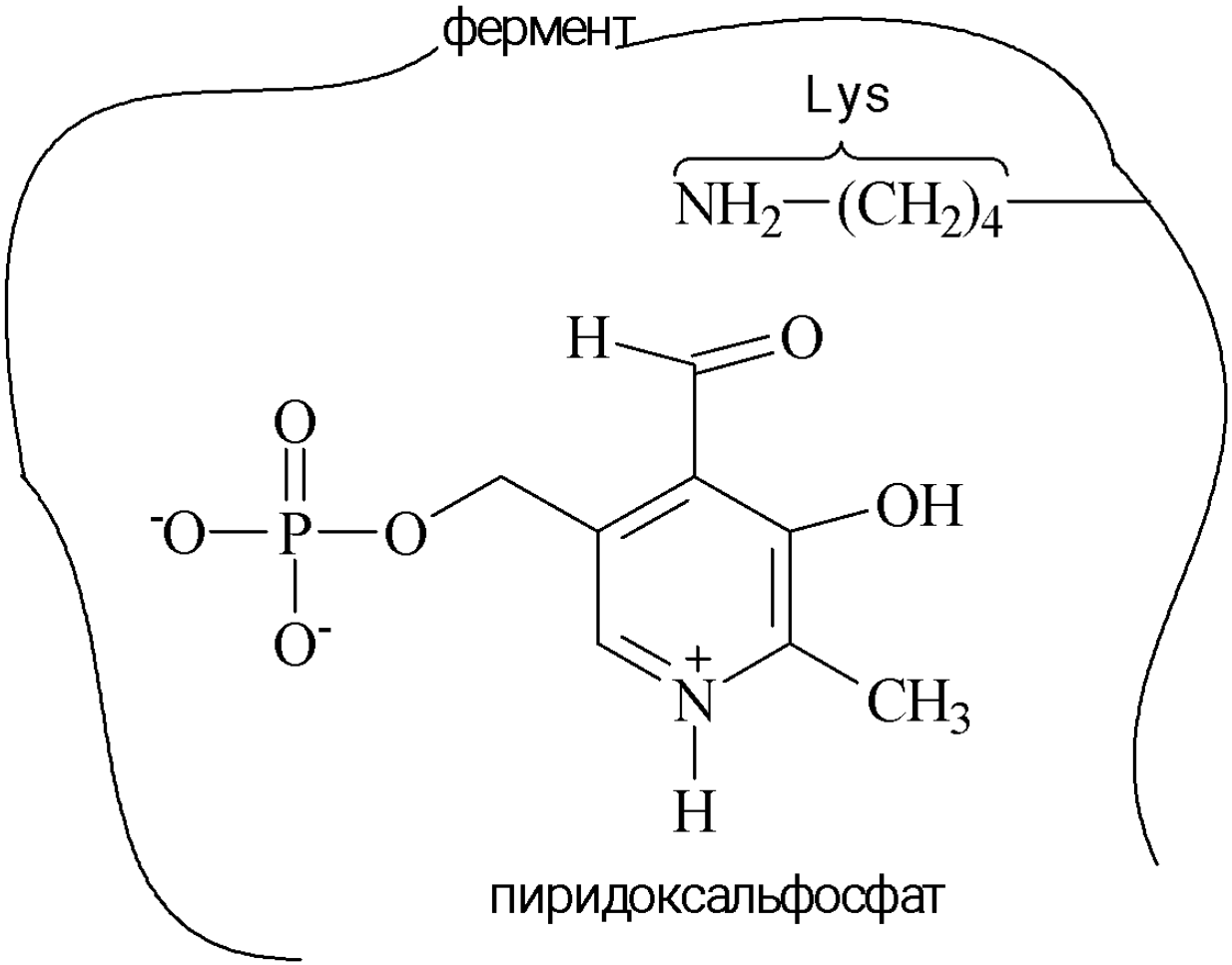
серотонинэргический медиатор,
вызывает торможение

Биологически важные химические реакции



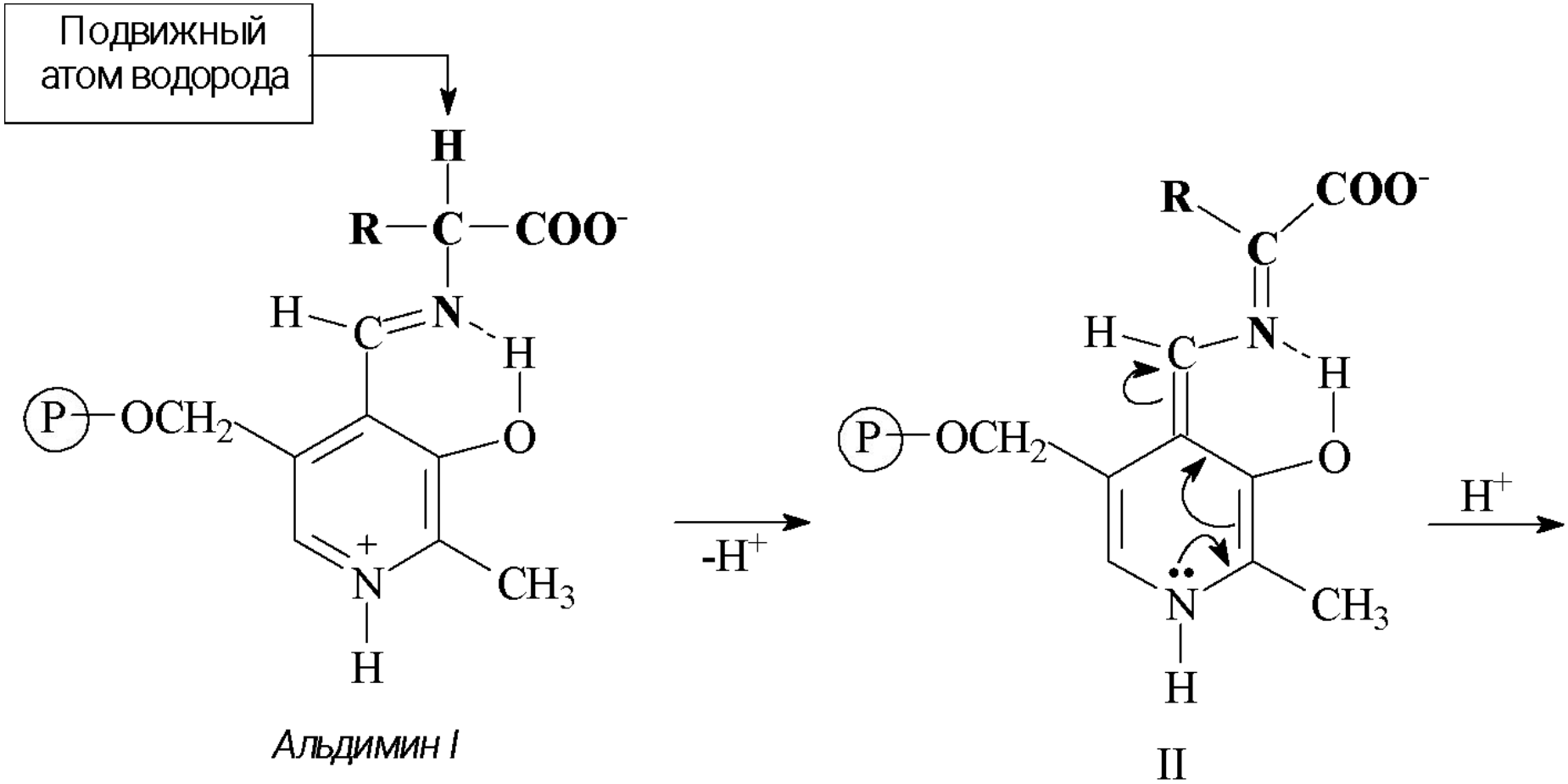
пиридоксальфосфат α-аминокислота *Альдимин I*

Биологически важные химические реакции



Биологически важные химические реакции

Перенос аминогруппы

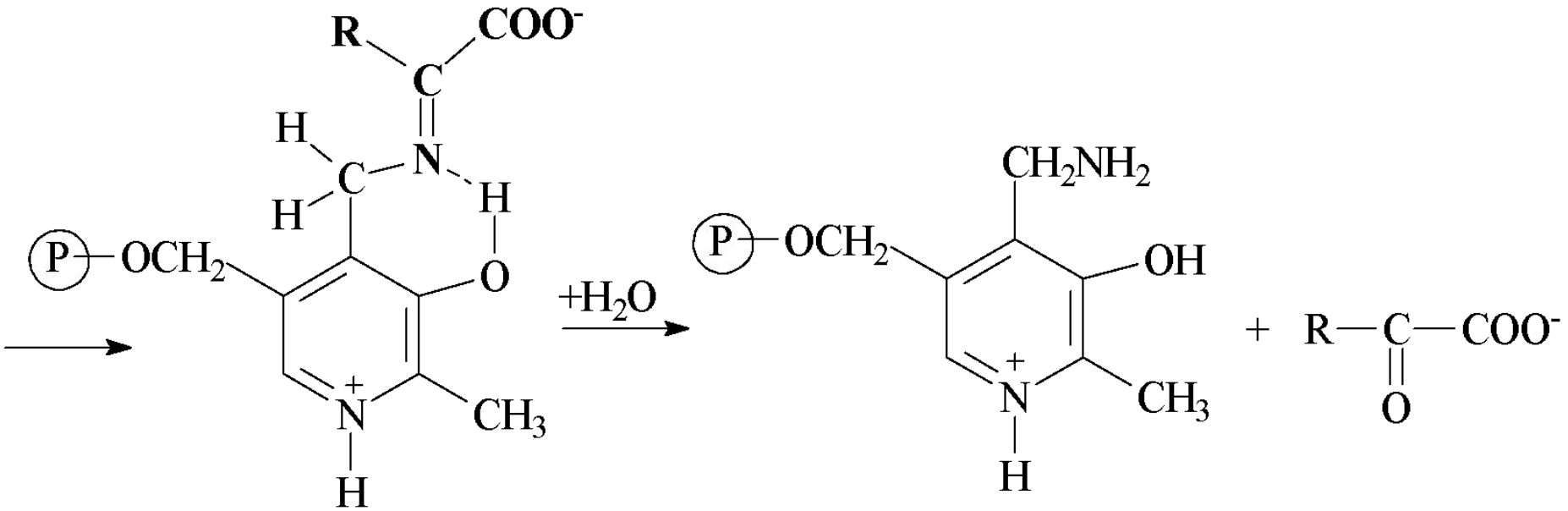


Альдимин I

II

Биологически важные химические реакции

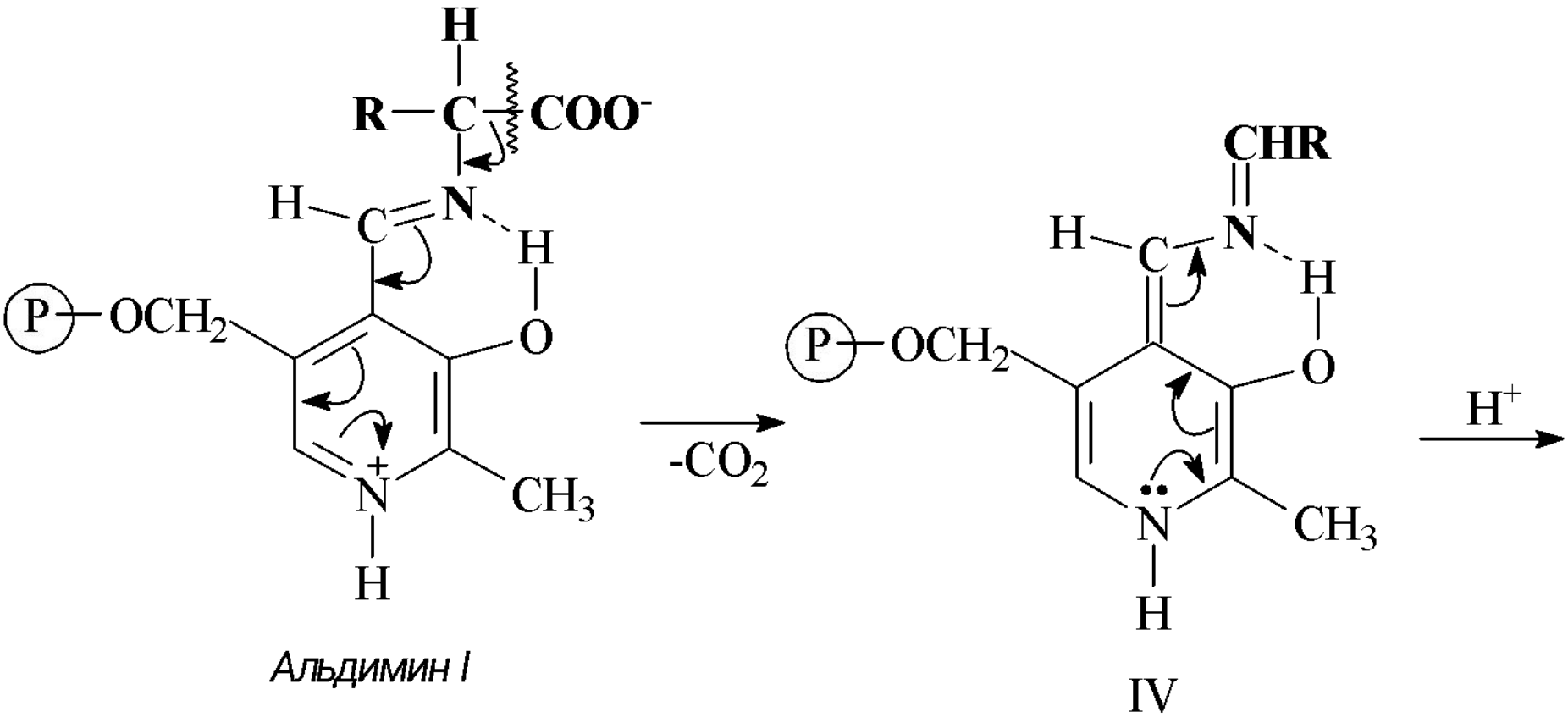
Перенос аминогруппы



Пиридоксаминфосфат α-оксокислота

Биологически важные химические реакции

Декарбоксилирование в организме

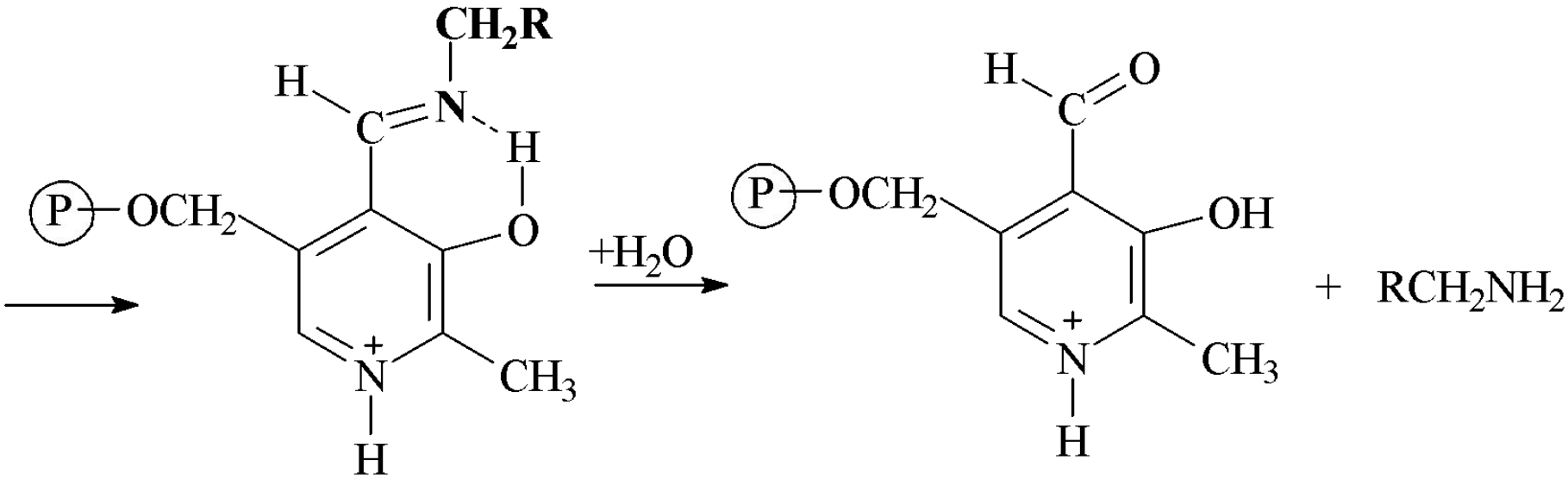


Альдимин I

IV

Биологически важные химические реакции

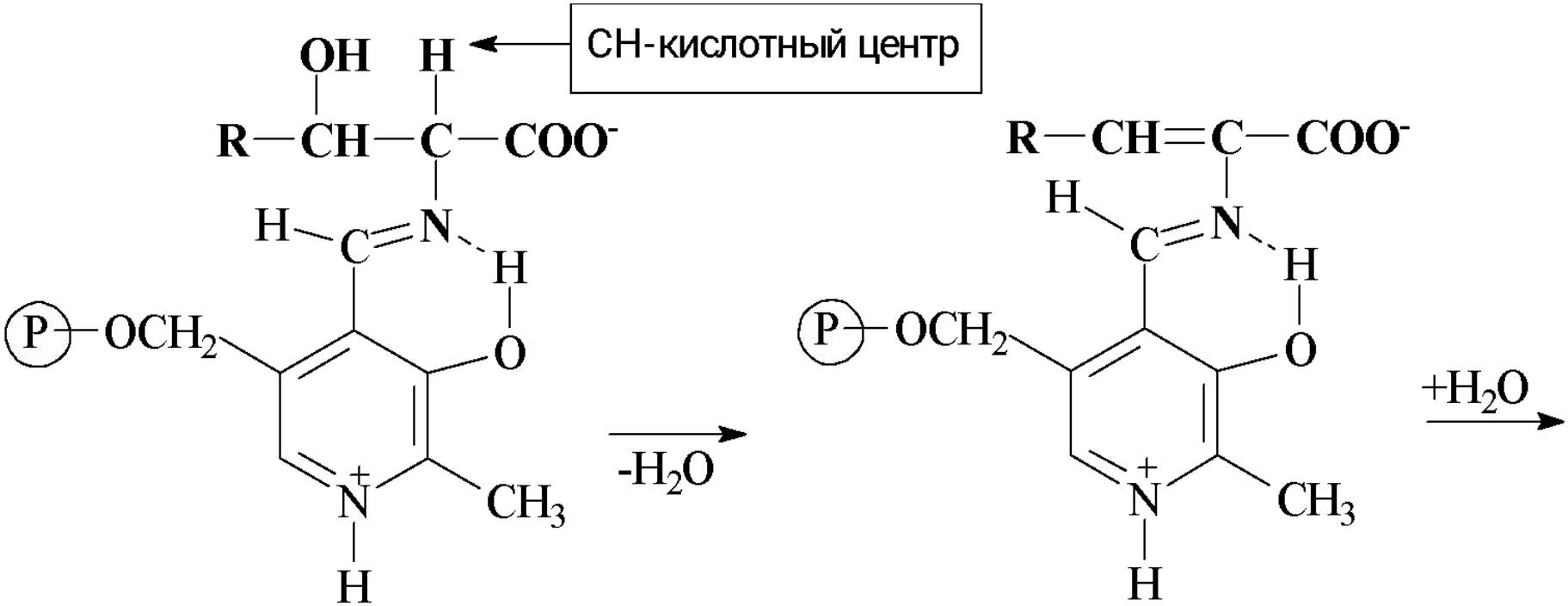
Декарбоксилирование в организме



Альдимин Ia Пиридоксальфосфат биогенный амин

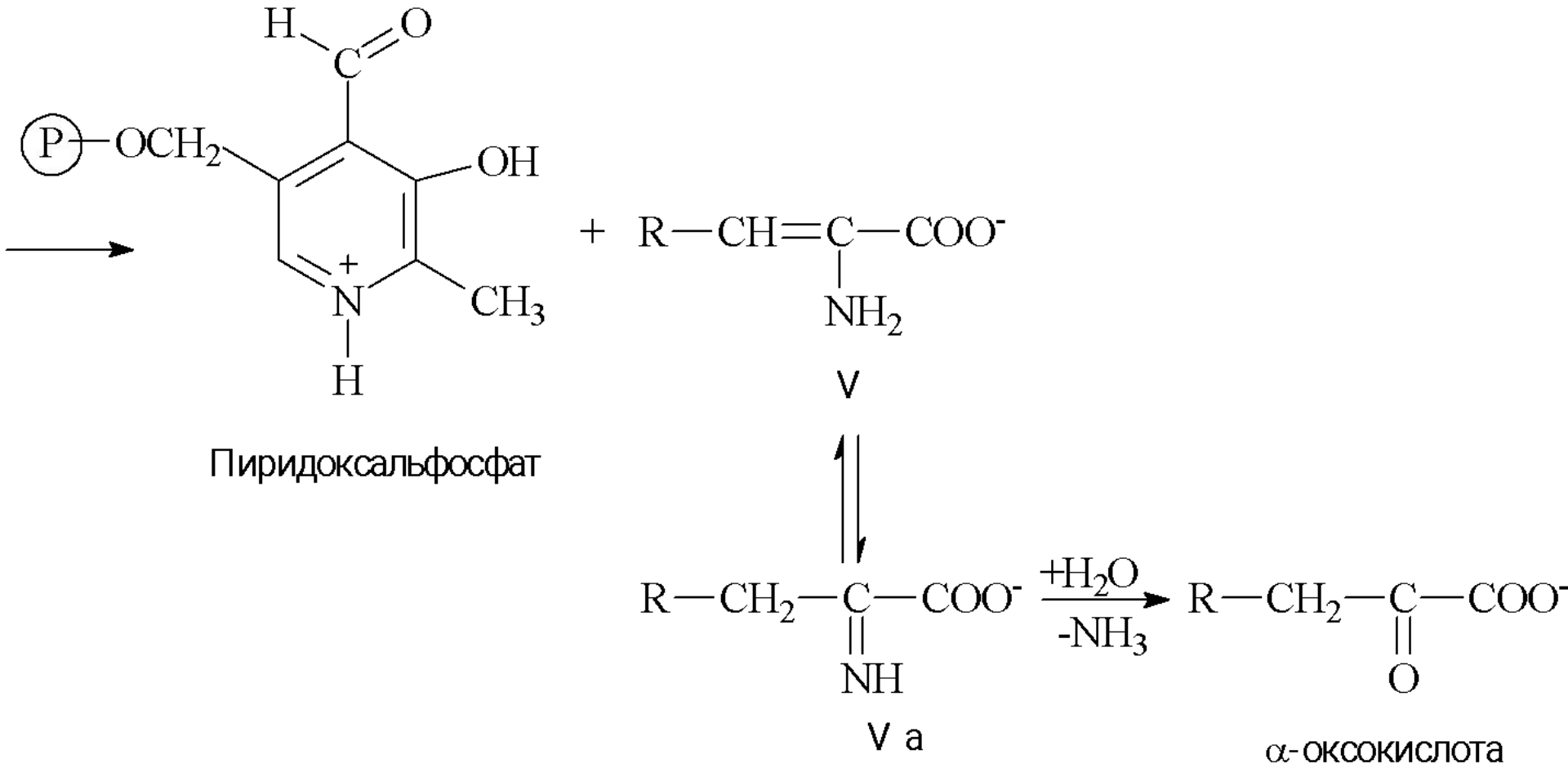
Биологически важные химические реакции

Элиминирование



Альдимин I

Альдимин I б

Биологически важные химические реакции

Элиминирование