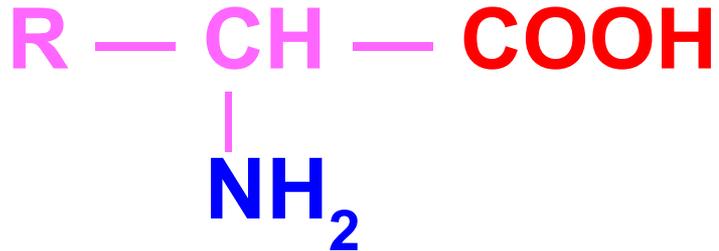
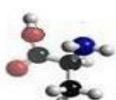
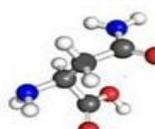
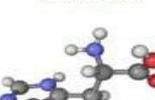
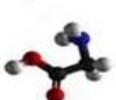
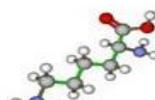
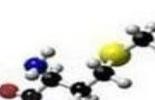
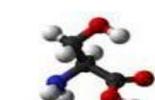


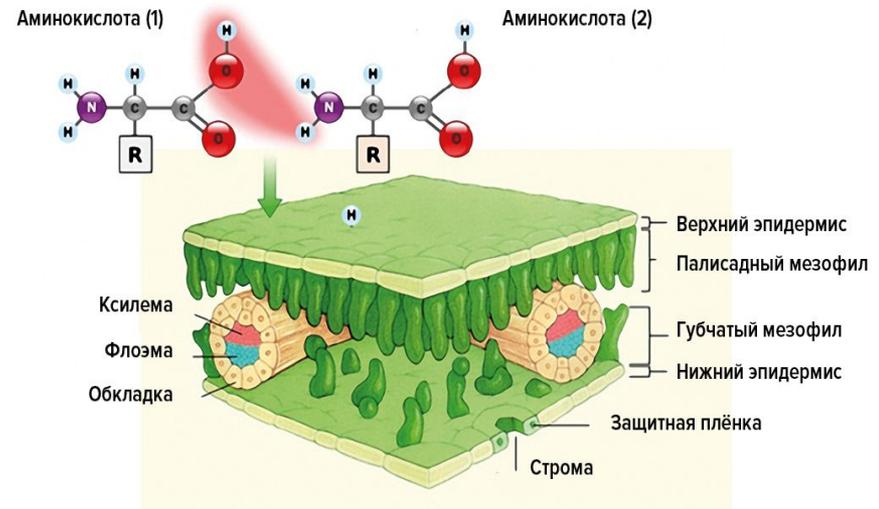
**Семинар.
Аминокислоты.
Пептиды. Белки**

Аминокислоты – производные карбоновых кислот, в которых один или несколько атомов водорода замещены на аминогруппы (NH₂).



Известно около 500 аминокислот, среди них - 20 наиболее важных α-АК.

 Аланин	 Аргинин	 Аспарагин	 Аспарагиновая кислота
 Валин	 Глутаминовая кислота	 Глутамин	 Гистидин
 Глицин	 Изолейцин	 Лейцин	 Лизин
 Метионин	 Пролин	 Серин	 Тирозин
 Треонин	 Триптофан	 Фенилаланин	 Цистеин



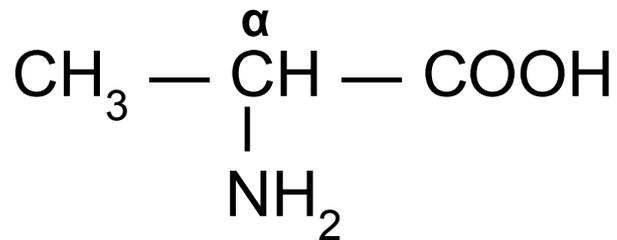
Высокое потребление энергии



Классификация аминокислот

По положению **аминогруппы** различают **α, β, γ, ε** – аминокислоты.

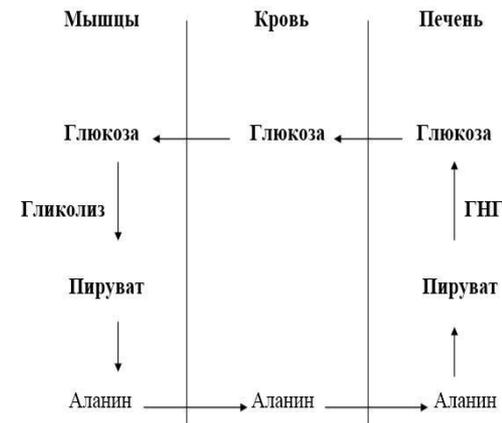
α – аминокислоты имеют ключевое значение в азотистом обмене.



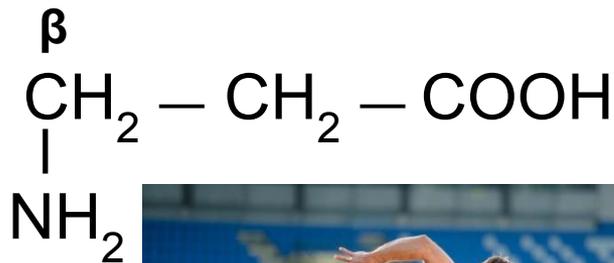
2-аминопропановая (α-аминопропионовая) кислота,
α-аланин

Входит в состав многих белков.

Глюкозо-аланиновый цикл →
один из основных путей
глюконеогенеза в печени.



β – аминокислоты



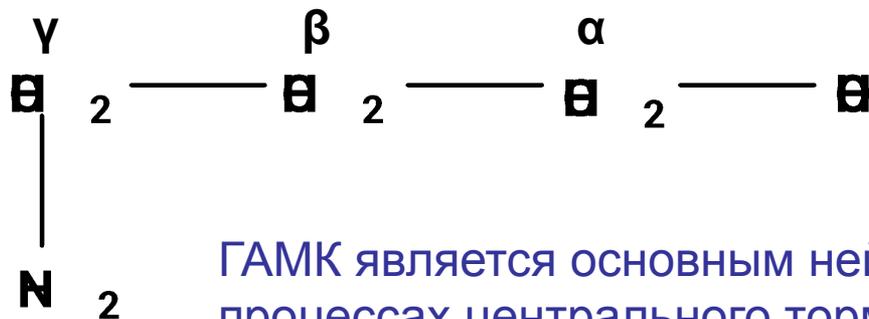
3-аминопропановая кислота (β–аминопропионовая)
β-аланин



Входит в состав ряда биологически
активных соединений (кофермент аланин,
пантотеновая кислота и др.).

β - аланин способствует синтезу карнозина
– (дипептид -β –аланилгистидин) в мышечных
клетках. Повышает выносливость мышц,
увеличивает энергообеспечение и
продолжительность работы мышечных волокон.

γ-аминокислоты



4-аминобутановая кислота
(γ-аминомасляная кислота,
ГАМК)

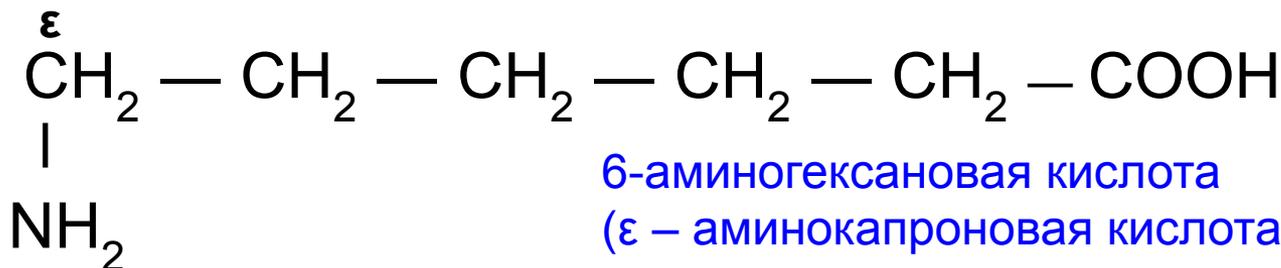
ГАМК является основным нейромедиатором, участвующим в процессах центрального торможения.

Под влиянием ГАМК активируются также энергетические процессы мозга, повышается дыхательная активность тканей, улучшается утилизация мозгом глюкозы, улучшается кровоснабжение.

γ-аминомасляная кислота (гаммалон или аминалон) применяется при лечении нервно-психических заболеваний.



ε-аминокислоты



6-аминогексановая кислота
(ε-аминокапроновая кислота)

Аминокапроновая кислота является антигеморрагическим и гемостатическим препаратом, который обладает специфическим кровоостанавливающим действием при кровотечениях.



Структурные изомеры аминокислот можно различить по их отношению к нагреванию

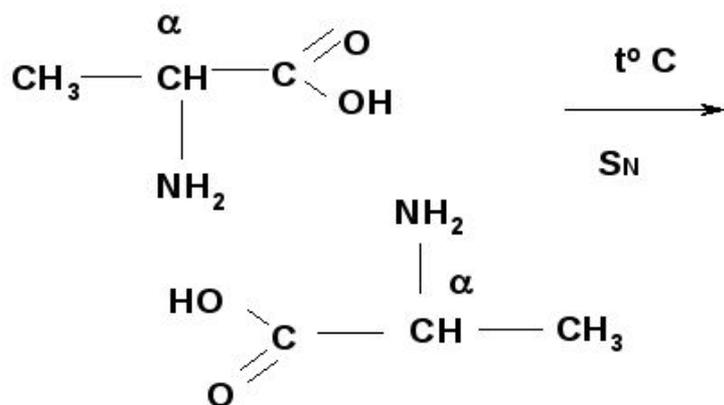
α - АК : 1,4 – дикетопиперазин-циклический амид (межмолекулярный)

β -АК : непередельная кислота

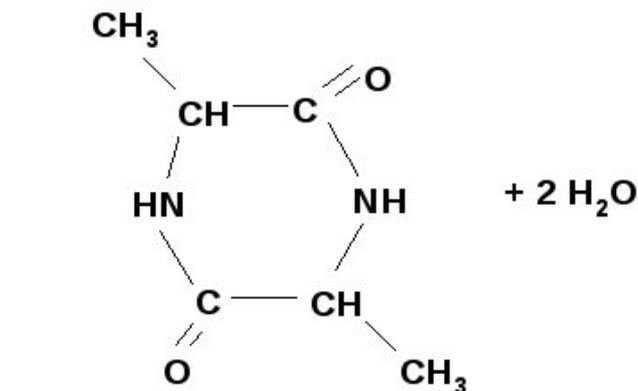
γ – АК внутримолекулярные циклические амиды-лактамы

:

α - аминокислоты

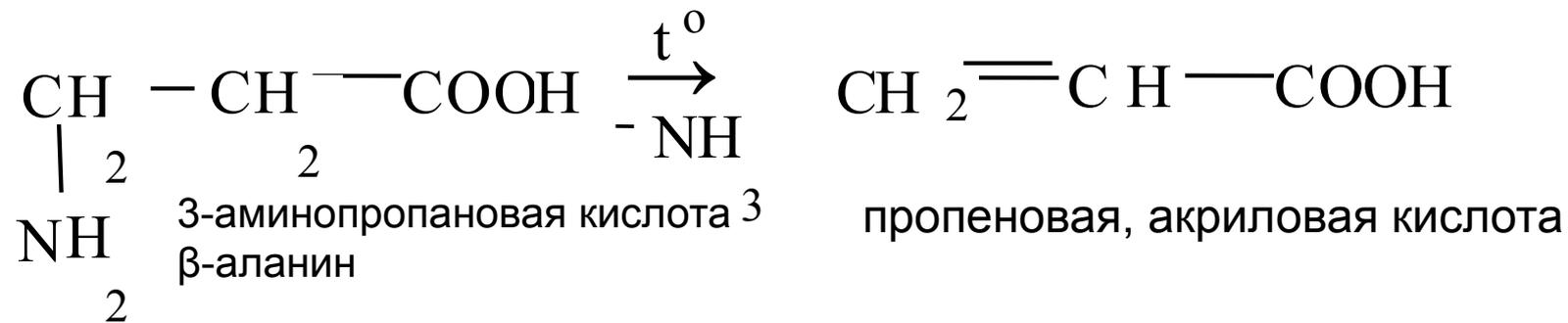


α -аминопропионовая кислота

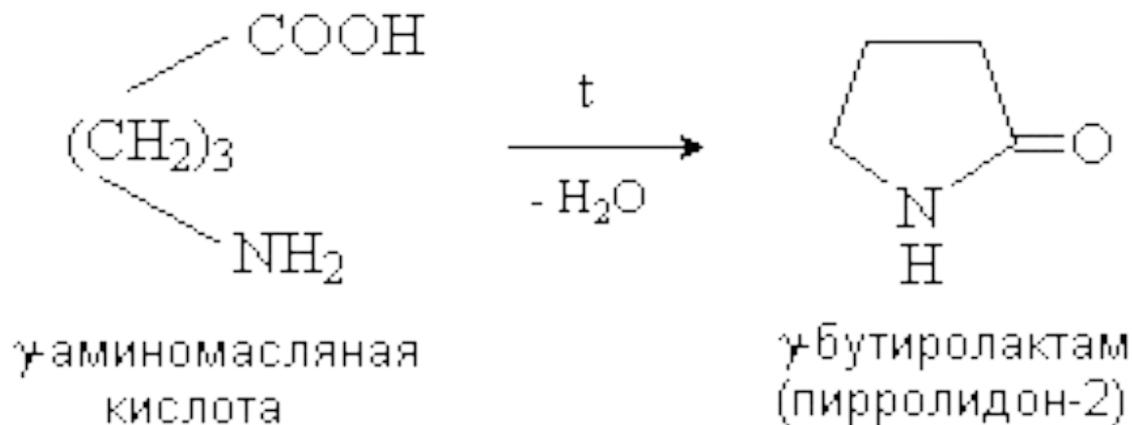


дикетопиперазин
 α -аминопропионовой кислоты

β - аминокислоты образуют при нагревании непредельные кислоты



γ- аминокислоты образуют при нагревании внутримолекулярные циклические амиды-лактамы



Пирролидоновый цикл входит в структуру ноотропных препаратов.

КЛАССИФИКАЦИЯ α -АМИНОКИСЛОТ

α -Аминокислоты – гетерофункциональные соединения, молекулы которых содержат одновременно аминогруппу и карбоксильную группу у одного и того же атома углерода.



1. По химической природе углеводородного радикала:

- а) **алифатические:** глицин, аланин, валин, лейцин, изолейцин
содержащие OH- группу: серин, треонин
содержащие COOH – группу: аспарагиновая, глутаминовая
содержащие NH_2CO – группу: аспарагин, глутамин
содержащие NH_2 – группу: лизин, аргинин
серосодержащие: цистеин, цистин, метионин
- б) **ароматические:** фенилаланин, тирозин
- в) **гетероциклические:** триптофан, гистидин
- г) **иминокислоты:** пролин

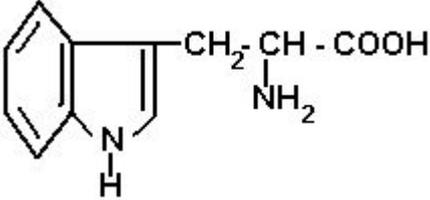
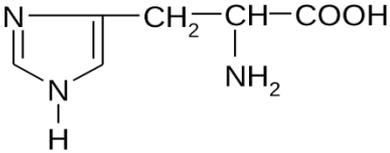
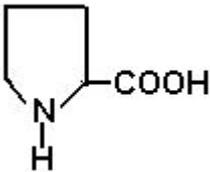
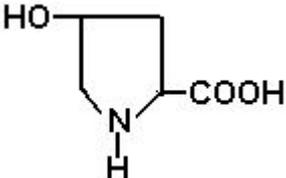
Важнейшие α -аминокислоты

1. Классификация по химической природе углеводородного радикала

Формула аминокислоты	Название аминокислоты	Сокращенное название
Алифатические		
$\text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2\text{COOH}$	Глицин	Гли
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Аланин	Ала
$\begin{array}{c} (\text{CH}_3)_2\text{CH} - \text{CH} - \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Валин	Вал
$\begin{array}{c} (\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Лейцин	Лей
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{C}_2\text{H}_5 - \text{CH} - \text{CH} - \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Изолейцин	Иле

Формула аминокислоты	Название аминокислоты	Сокращенное название
Содержащие ОН группу		
$\text{HO} - \text{CH}_2 - \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \text{COOH}$	Серин	Сер
$\text{CH}_3 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \text{COOH}$	Треонин	Тре
Содержащие COOH		
$\text{HOOC} - \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \text{COOH}$	Аспарагиновая	Асп
$\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \text{COOH}$	Глутаминовая	Глу
Содержащие CONH₂		
$\text{H}_2\text{N} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{CH}_2 - \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \text{COOH}$	Аспарагин	Асн
$\text{H}_2\text{N} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - (\text{CH}_2)_2 - \underset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \text{COOH}$	Глутамин	Глн

Формула аминокислоты	Название аминокислоты	Сокращенное название
Содержащие NH₂ группу		
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - (\text{CH}_2)_{23} - \text{CH} - \text{COOH} \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{NH}_2 \qquad \qquad \text{NH}_2 \end{array}$	Лизин	Лиз
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} \diagdown \\ \text{H}_2\text{N} = \text{C} - \text{NH}(\text{CH}_2)_{23} - \text{CHCOOH} \\ \qquad \qquad \qquad \\ \qquad \qquad \qquad \text{NH}_2 \end{array}$	Аргинин	Арг
Серосодержащие		
$\begin{array}{c} \text{HS} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Цистеин	Цис
$\text{CH}_3\text{S} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2$	Метионин	Мет
Ароматические		
$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Фенилаланин	Фен
$\text{p} - \text{HO} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2$	Тирозин	Тир

Формула аминокислоты	Название аминокислоты	Сокращенное название
Гетероциклические		
	Триптофан	Три
	Гистидин	Гис
Иминокислоты		
	Пролин	Про
	Гидроксипролин	ОН-про

КЛАССИФИКАЦИЯ АМИНОКИСЛОТ

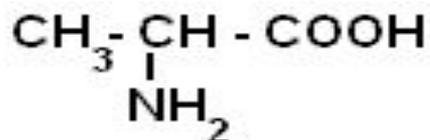
2. По полярности бокового радикала



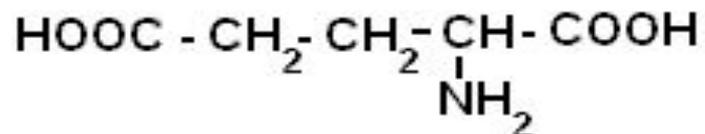
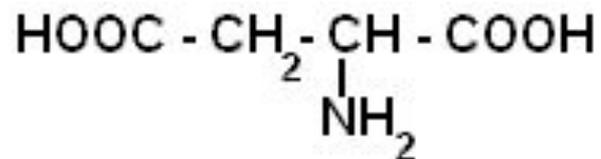
КЛАССИФИКАЦИЯ АМИНОКИСЛОТ

3. По количеству амино- и карбоксильных групп

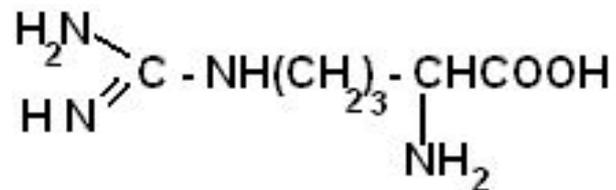
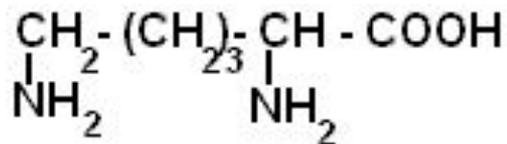
1 амино- и 1 карбоксильная группа – нейтральные



1 амино- и 2 карбоксильные группы – кислые

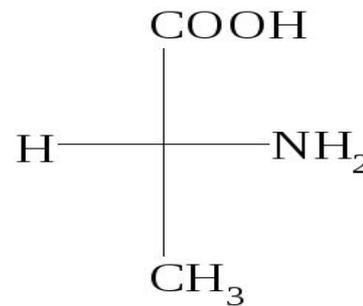
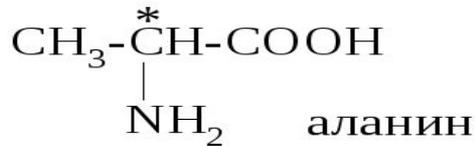


2 амино- и 1 карбоксильная группа – основные

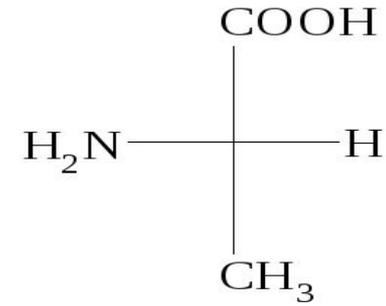


Стереизомерия аминокислот

Большинство α – аминокислот, кроме (глицина), содержат асимметричный атом углерода и существуют в виде двух оптически активных **энантиомеров** - несовместимых в пространстве зеркальных антиподов.



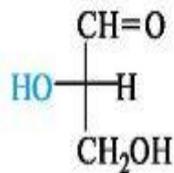
D-аланин



L-аланин

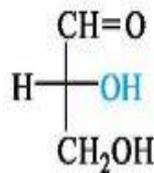
Истинное расположение атомов в пространстве – **абсолютную конфигурацию** установить очень сложно. **Относительную конфигурацию** определяют путем сравнения с конфигурационным стандартом.

КОНФИГУРАЦИОННЫЙ СТАНДАРТ



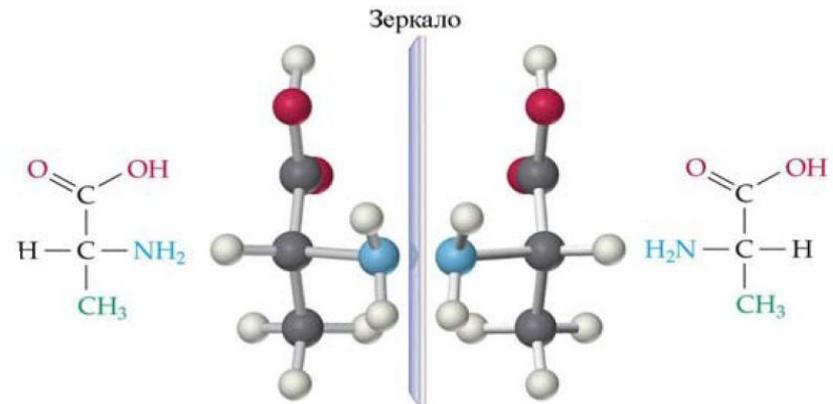
(I)

L-(-)-глицериновый альдегид



(II)

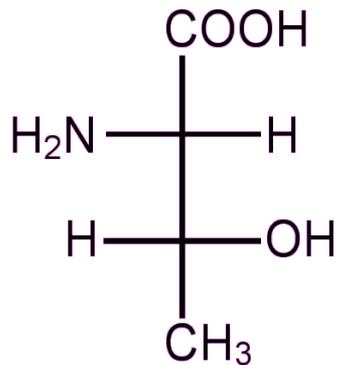
D-(+)-глицериновый альдегид



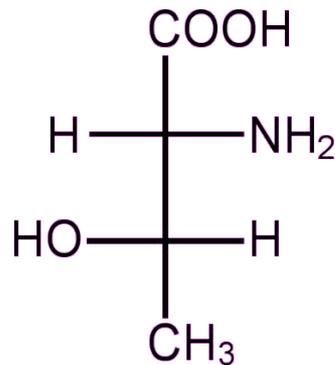
Большинство природных аминокислот относятся к **L – ряду**.

Стереоизомерия аминокислот

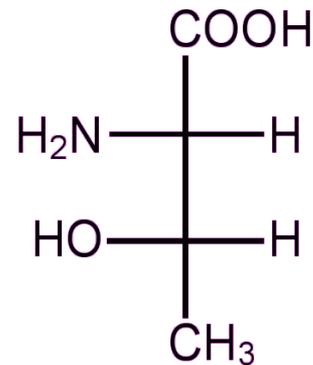
Энантиомеры имеют разные знаки удельного вращения: L может быть как левовращающей, так и правовращающей аминокислотой. Некоторые аминокислоты имеют **два асимметричных атома** (изолейцин, гидроксипролин, треонин, цистин) – две пары энантиомеров. Для построения белков человеческого организма используются только **аминокислоты L – ряда**.



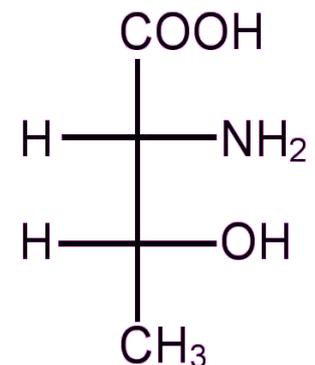
L-Треонин
*используется
организмом*



D-Треонин



Алло-L-треонин



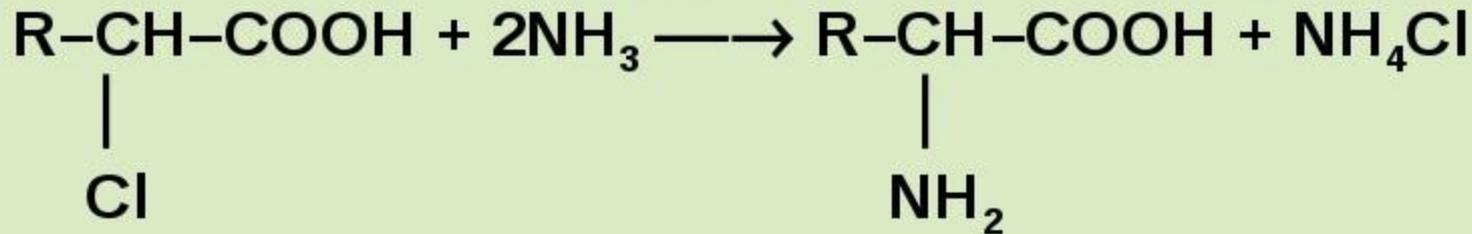
Алло-D-треонин

Треонин обладает липотропными свойствами. Регулирует передачу нервных импульсов нейромедиаторами. Необходим для нормального функционирования ЖКТ, для синтеза иммуноглобулинов и антител. Является составной частью коллагена и эластина, незаменимым компонентом для формирования зубной эмали. В хирургии препарат треонина применяют для ускорения заживления ран после оперативных вмешательств или травм.



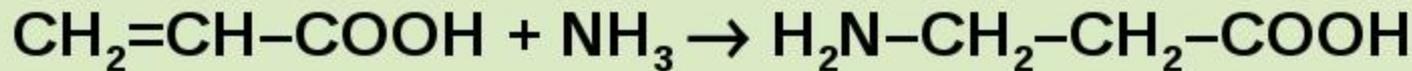
Получение аминокислот

1. Замещение галогена на аминогруппу в соответствующих галогензамещенных кислотах:

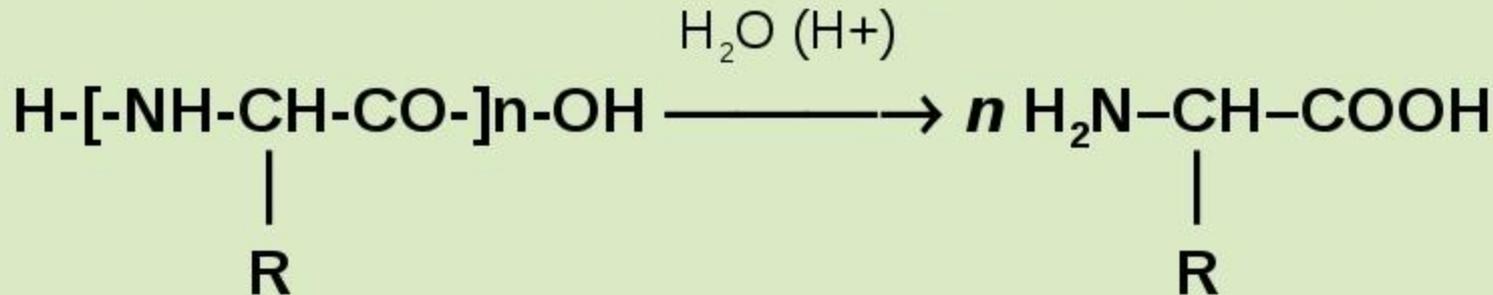


2. Присоединение аммиака к α , β -непредельным кислотам с образованием β -аминокислот

$\delta+$ $\delta-$



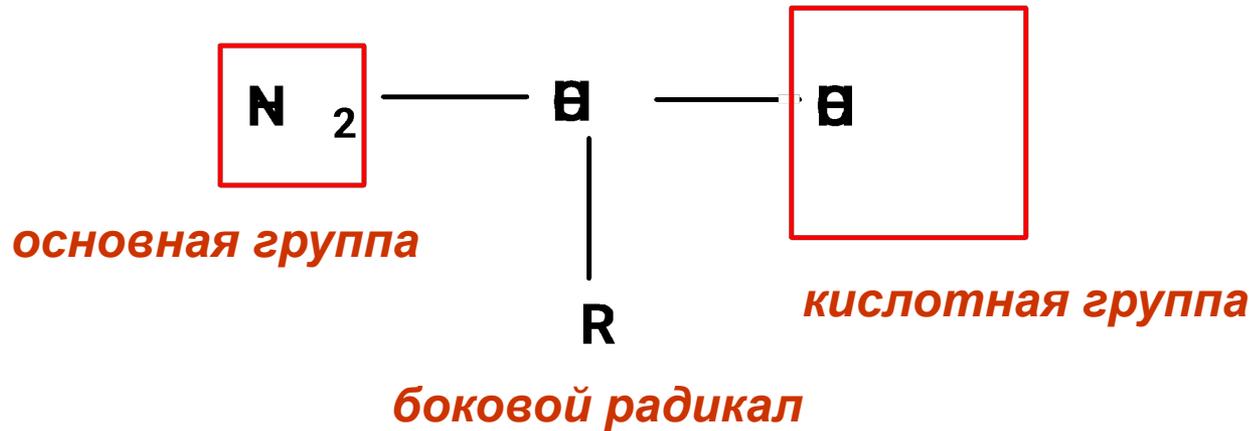
3. α -Аминокислоты получают при гидролизе белков и пептидов:



полипептид



Природа химической связи в аминокислотах



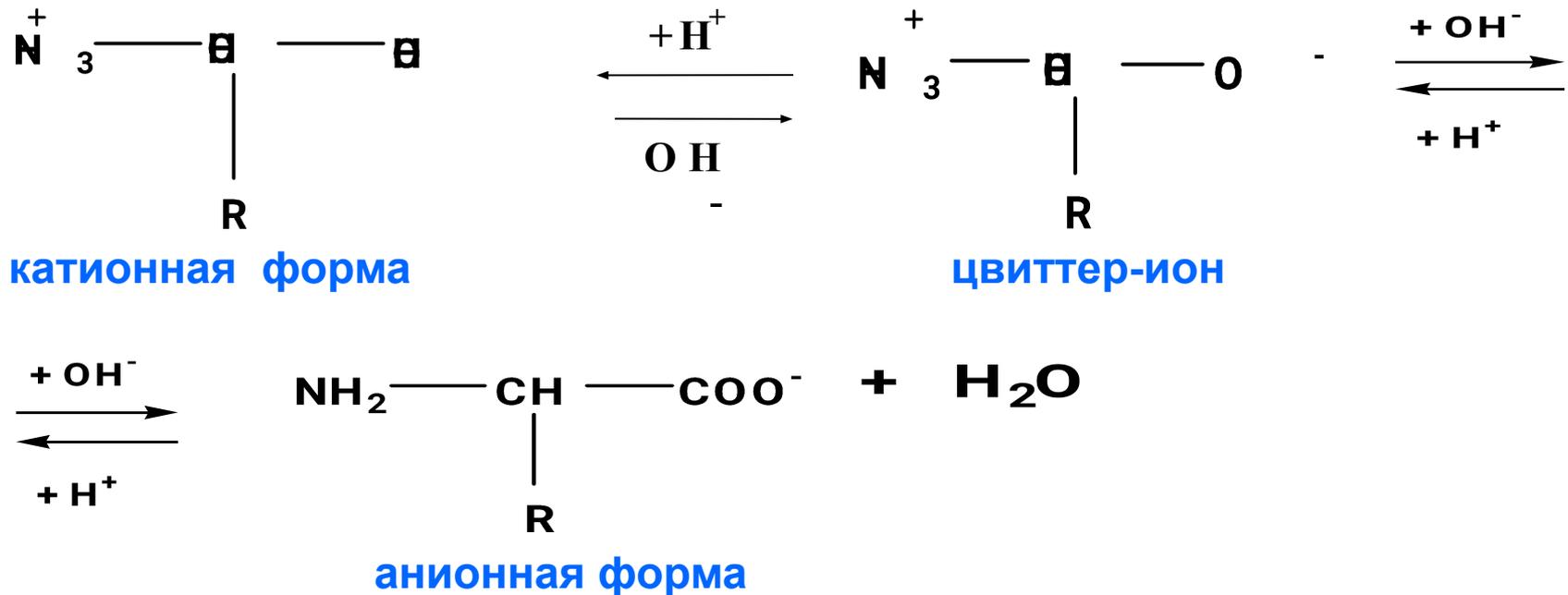
Химические свойства аминокислот

- ◀ **амфотерные**, т.е. кислотные - основные свойства;
- ◀ свойства **карбоксильной группы** (образование функциональных производных – реакции S_N);
- ◀ свойства **аминогруппы** (ацилирование, алкилирование и др.);
- ◀ **специфические свойства**, обусловленные взаимным влиянием функциональных групп друг на друга (декарбоксилирование, дезаминирование).

Амфотерные свойства

В целом, в организме ни одна α -АК in vivo не находится в своей ИЭТ и не попадает в состояние наименьшей растворимости в воде.

Равновесие аминокислот в водном растворе



Со способностью АК растворяться в воде, связаны процессы всасывания АК, их транспорт в организме и ряд др. функций.

Изоэлектрическая точка (pI) - значение pH, при котором концентрация цвиттер-ионов ионов максимальна, а катионных и анионных форм минимальна.

катионная форма цвиттер-ион анионная форма
 заряд + 0 -
 pH < pI < pH

$$pI = \frac{pK_1 + pK_2}{2}$$

В **ИЭТ** аминокислота обладает:

- минимальной электрофоретической подвижностью;

- минимальной растворимостью;

- максимальным осаждением.

Кислота	pK _a			pI
	-COOH	-NH ₃ ⁺	ионогенных групп в радикале	
Аланин	2,3	9,7		6,0
Аргинин	2,2	9,0	12,5	10,8
Аспарагин	2,0	8,8		5,4
Аспарагиновая	2,1	9,8	3,9	3,0
Валин	2,3	9,6		6,0
Глицин	2,3	9,6		6,0
Глутамин	2,2	9,1		5,7
Глутаминовая	2,2	9,7	4,3	3,2
Гистидин	1,8	9,2	6,0	7,6
Изолейцин	2,4	9,7		6,1
Лейцин	2,4	9,6		6,0
Лизин	2,2	9,0	10,5	9,8
Метионин	2,3	9,2		5,8
Пролин	2,0	10,6		6,3
Серин	2,2	9,2		5,7
Тирозин	2,2	9,1	10,1	5,7
Треонин	2,6	10,4		5,6
Триптофан	2,4	9,4		5,9
Фенилаланин	1,8	9,1		5,5
Цистеин	1,7	10,8	8,3	5,0

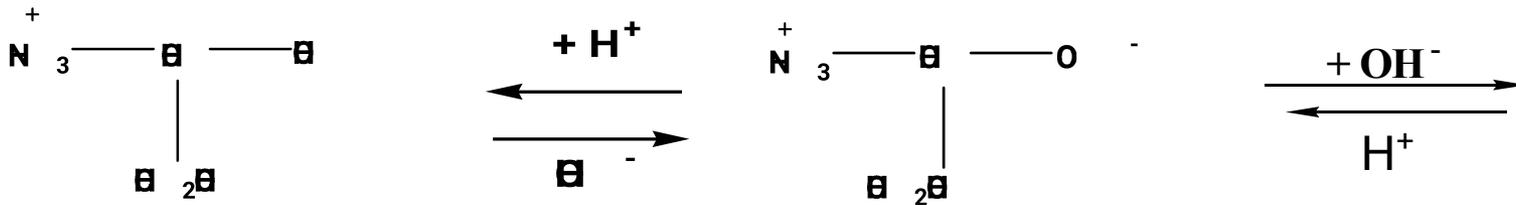
Равновесие нейтральных аминокислот в водном растворе (валин)

Нейтральные α – аминокислоты имеют значения pI несколько ниже 7 (5,5-6,3) вследствие большей способности к ионизации карбоксильной группы под влиянием – I эф. NH_3^+ -группы.



Валин (2-амино-3-метилбутановая кислота) - один из главных компонентов, участвующих в синтезе тканей организма. Вместе с лейцином и изолейцином служит источником энергии в мышечных клетках, а также препятствует снижению уровня серотонина.

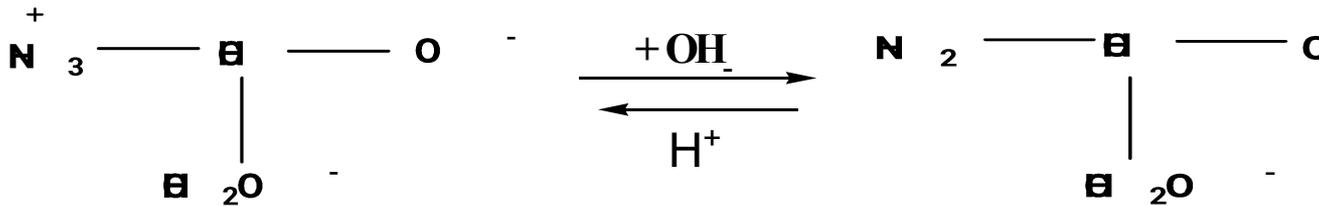
Равновесие кислых аминокислот в водном растворе (аспарагиновая кислота)



$pH < pI$

цвиттер-ион
 $pI = 3,0$

*!!! В организме
кислые α – АК
находятся
в виде анионов.*



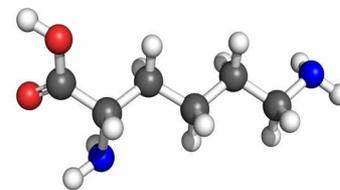
$pH = 7$

$pH > 7$

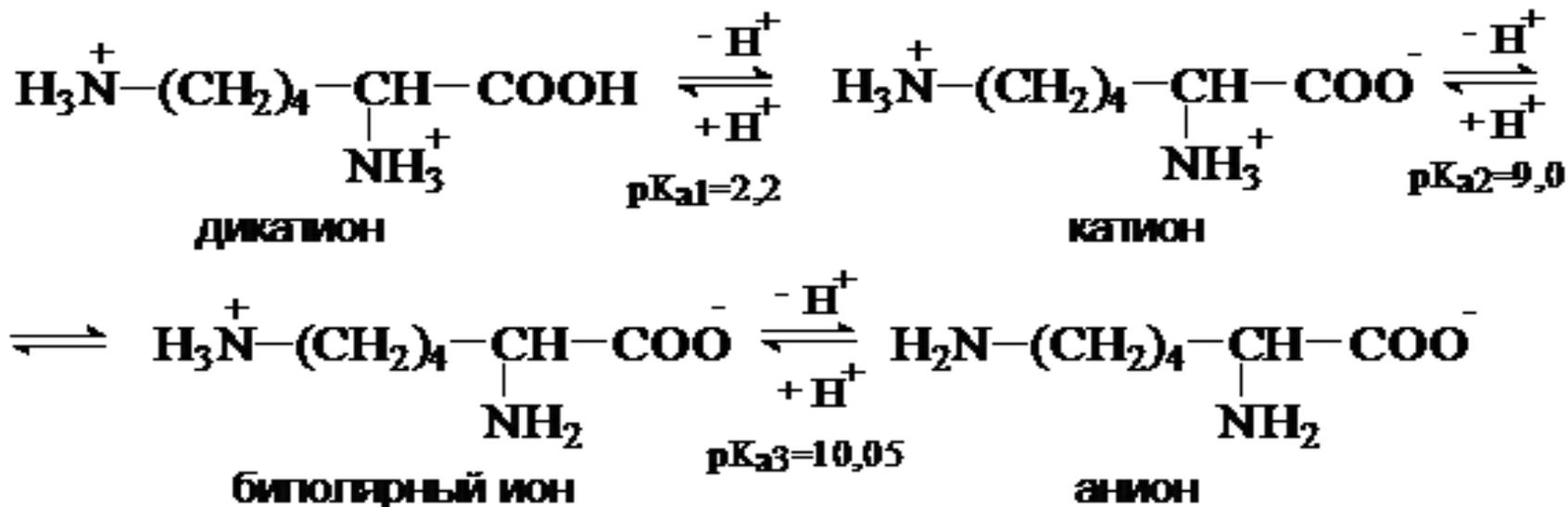
Аспарагиновая кислота присутствует в организме в составе белков и в свободном виде, выполняет роль нейромедиатора в ЦНС. Играет важную роль в обмене азотистых веществ, участвует в образовании пиримидиновых оснований и мочевины.

Аминокислота и ее соли входят в состав некоторых лекарственных средств. Н.р, препарат аспаркам, содержащий аспарагинаты калия и магния, применяется в терапии сердечно-сосудистых расстройств.

Равновесие основных аминокислот в водном растворе (лизин)



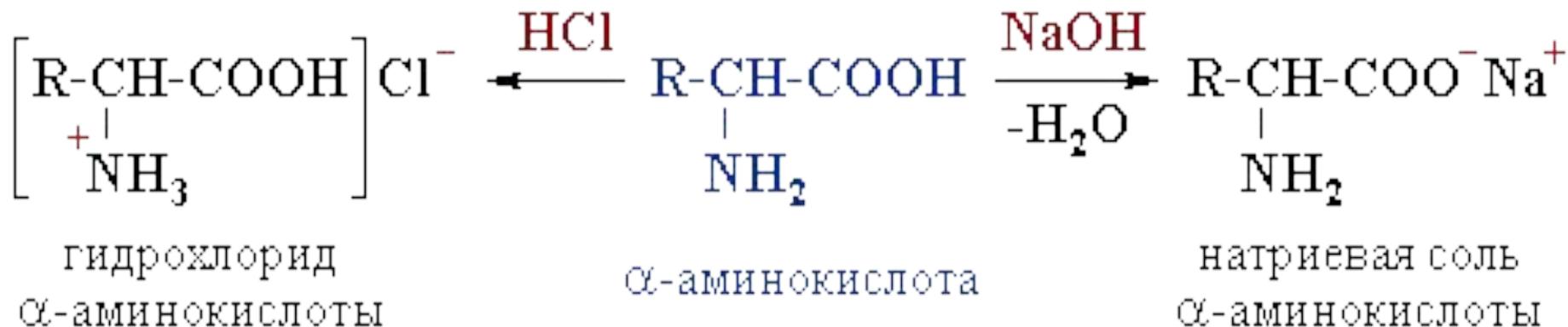
!!! В организме основные α -АК находятся в виде катионов: у них протонированы обе аминогруппы.



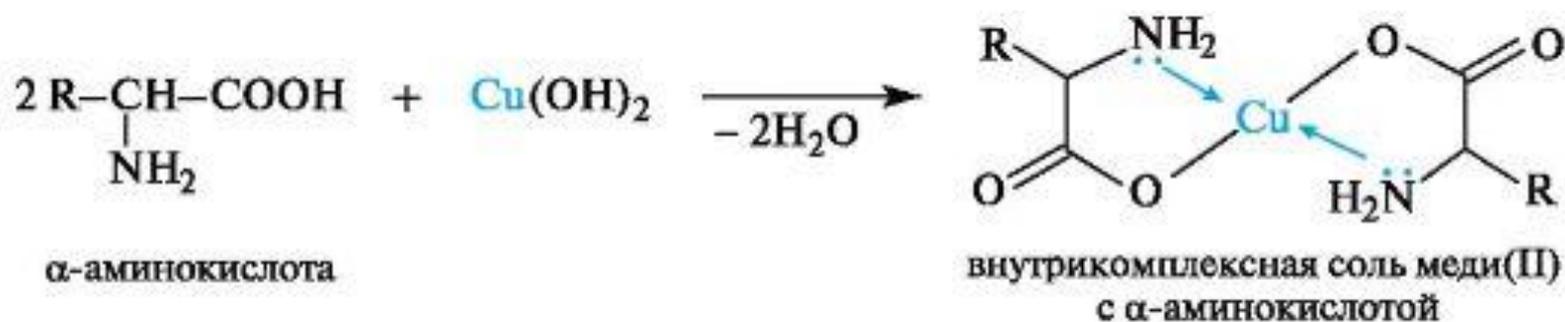
Лизин обеспечивает усвоение кальция в организме. Участвует в азотистом обмене, синтезе коллагена, выработке антител, гормонов эндокринной системы, ферментов пищеварительной системы.

Обеспечивает работу сердечной мышцы, функции желчного пузыря. Влияет на репродуктивную систему.

Кислотно-основные (амфотерные) свойства аминокислот



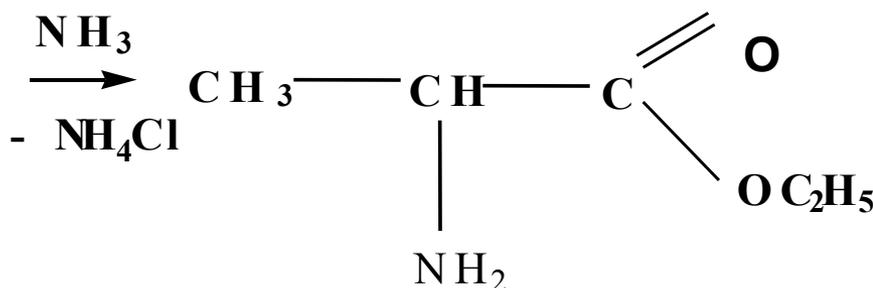
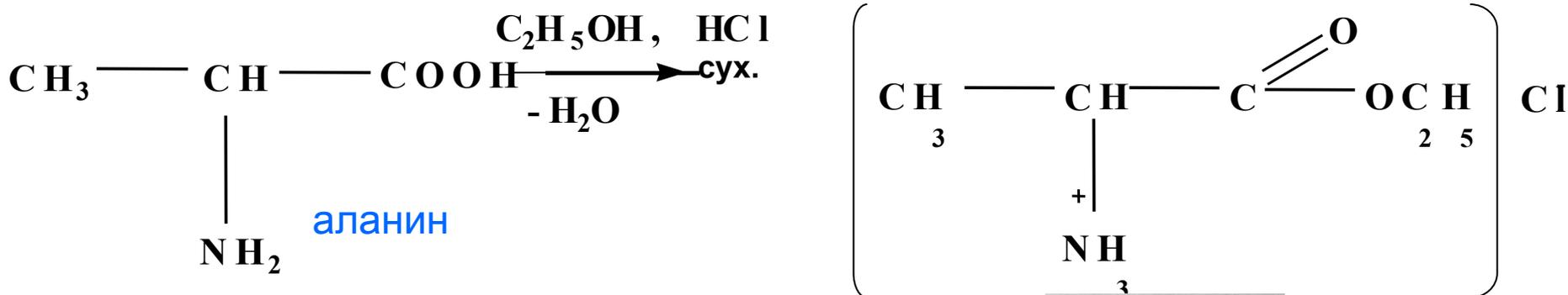
Качественная реакция со свежеприготовленным раствором гидроксида меди (II)



Реакции COOH - группы

Для аминокислот – характерны все свойства карбоновых кислот – образование сложных эфиров, галогенангидридов, амидов, ангидридов.

1. Образование сложных эфиров



этиловый эфир аланина

Сложные эфиры растворяются в орг. растворителях и обладают летучестью.

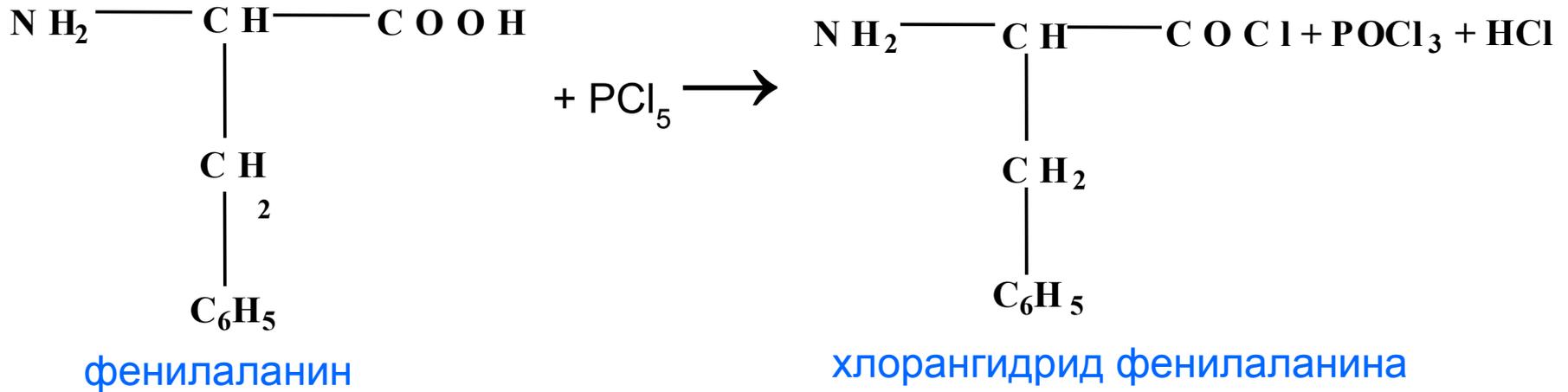


Эмиль Фишер
(1852-1919)

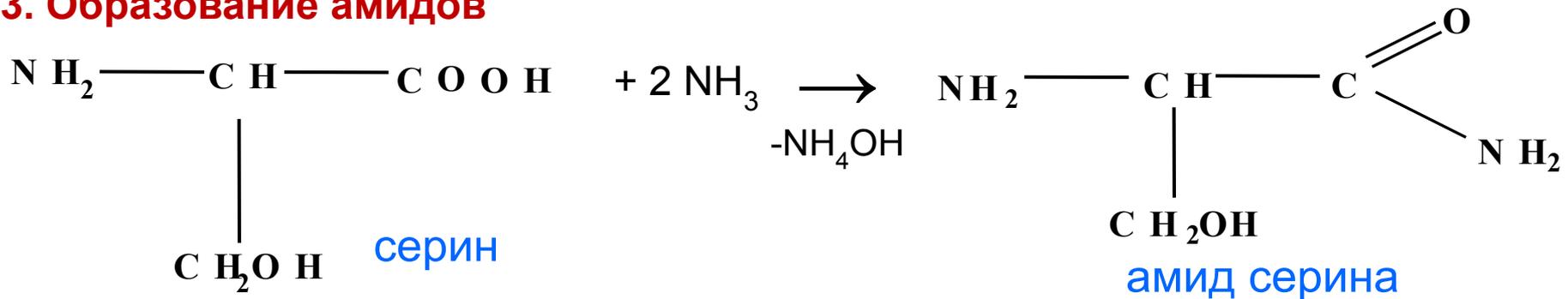
Эфирный метод используют для разделения α - АК.

Анализ эфиров α - АК проводят с помощью ГЖХ.

2. Образование галогенангидридов

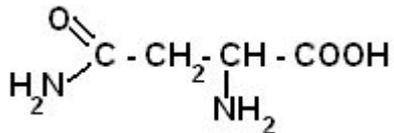


3. Образование амидов

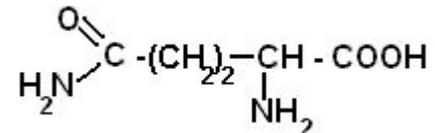


Среди 20 важнейших α-аминокислот есть 2 аминокислоты, являющиеся в то же время **амидами**:

аспарагин

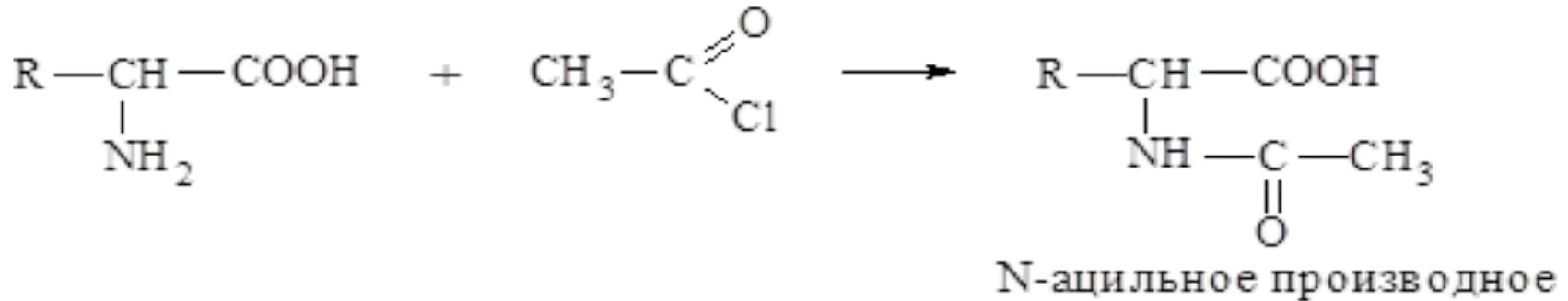


глутамин



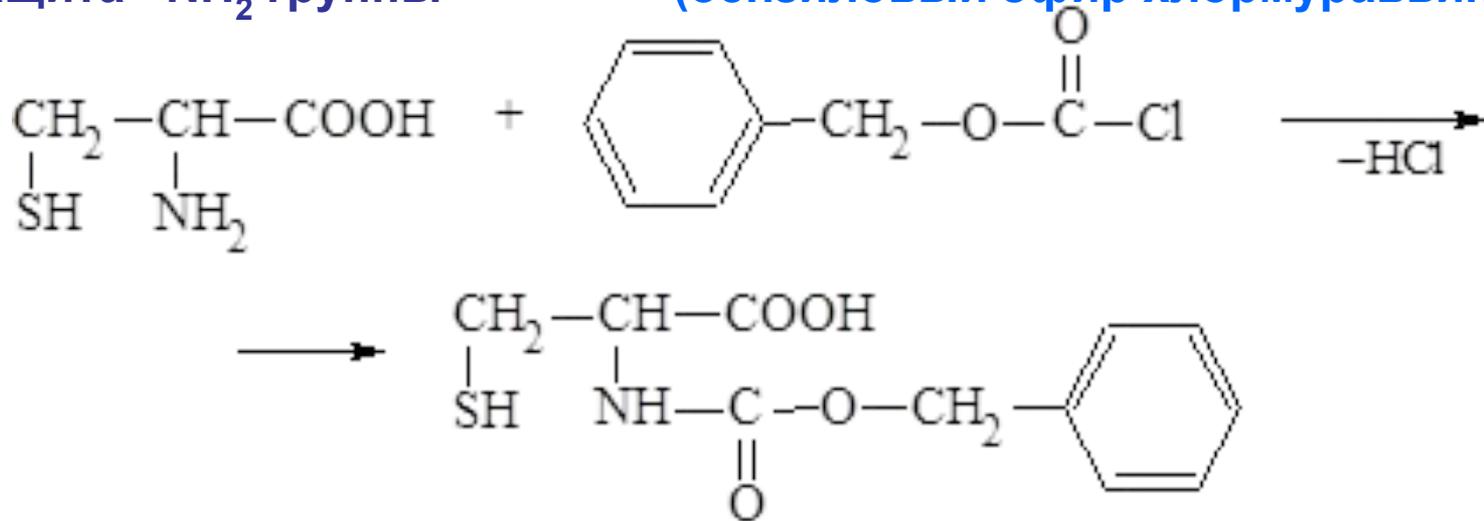
Реакции NH₂ - группы

1. Реакция образования N-ацильных производных



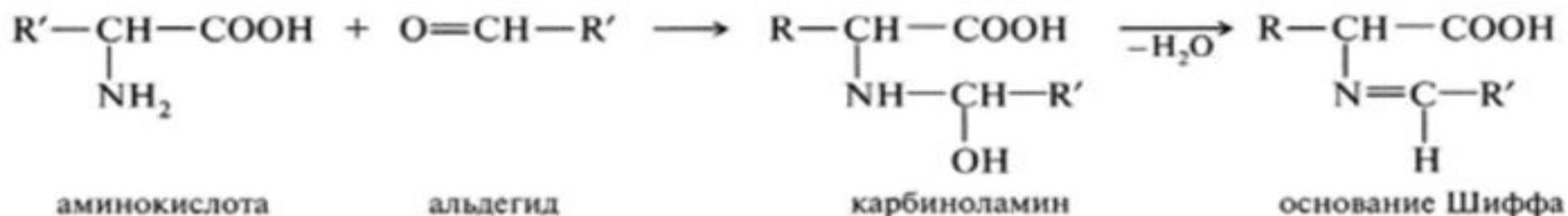
Карбобензоксизащита –
защита –NH₂ группы

Карбобензоксихлорид
(бензиловый эфир хлормуравьиной кислоты)



Защитная группа удаляется при действии водорода в присутствии палладиевого катализатора при обычной температуре (H₂, Pd, 25°C).

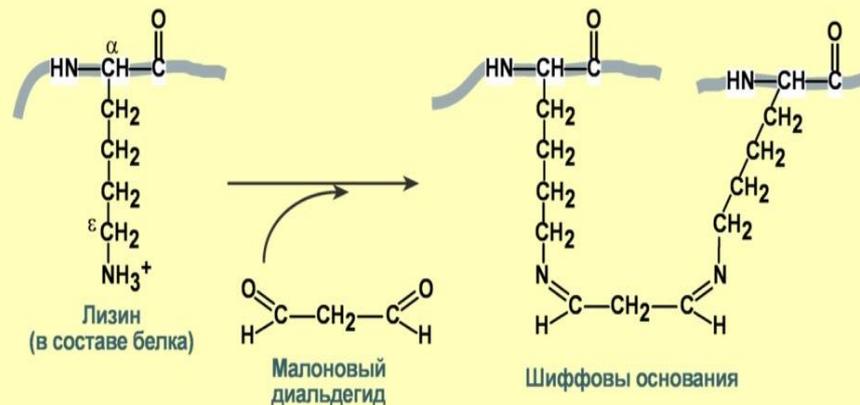
Образование оснований Шиффа



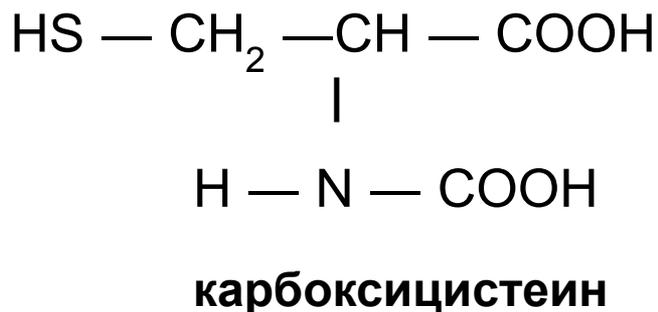
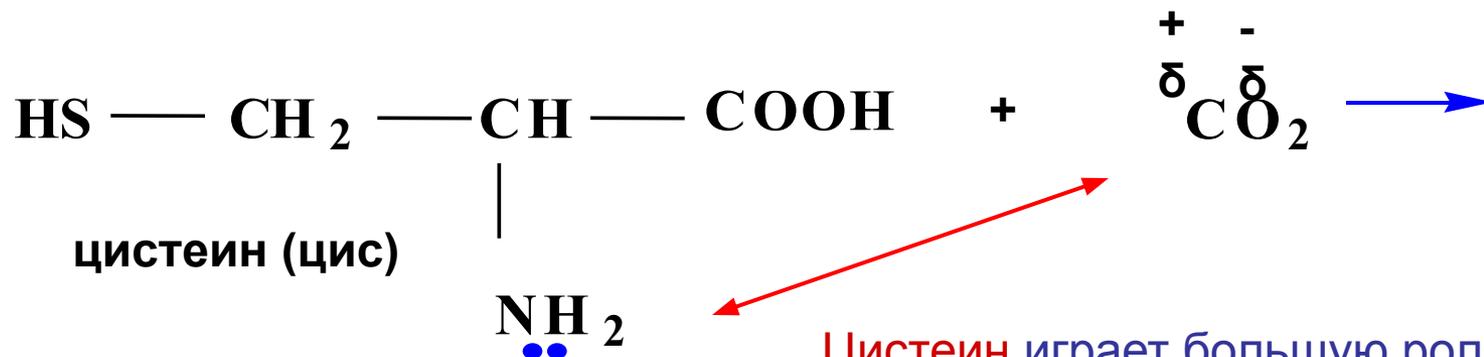
Шиффовы основания - N-замещенные имины, в которых азот связан с арильной или алкильной группой, но не с водородом.

Применяются для синтеза гетероциклических соединений - производных пиридина и хинолина, в т.ч., при фармацевтическом синтезе.

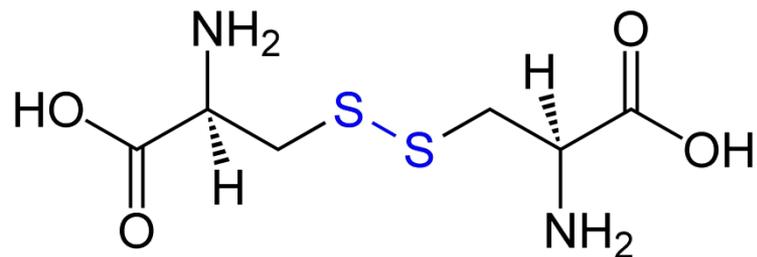
Образование шиффовых оснований в организме человека



2. Реакция карбоксилирования – введение карбоксильной группы в молекулу органического соединения.



Цистеин играет большую роль как восстановитель и как источник серы. Один из самых мощных антиоксидантов. Окисляясь, легко превращается в цистин, содержащий дисульфидный мостик.



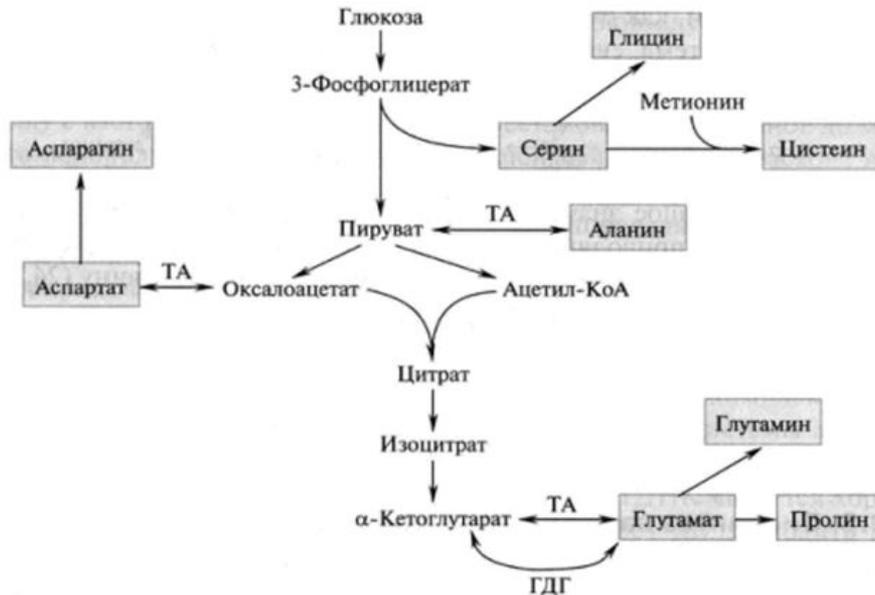
Цистеин входит в состав α-кератинов - основного белка ногтей, кожи и волос. Способствует формированию коллагена и улучшает эластичность и текстуру кожи.

Биохимические превращения аминокислот

Аминокислоты

заменяемые

Заменяемые аминокислоты образуются при их недостатке в результате биосинтеза из других аминокислот или из небелковых компонентов.



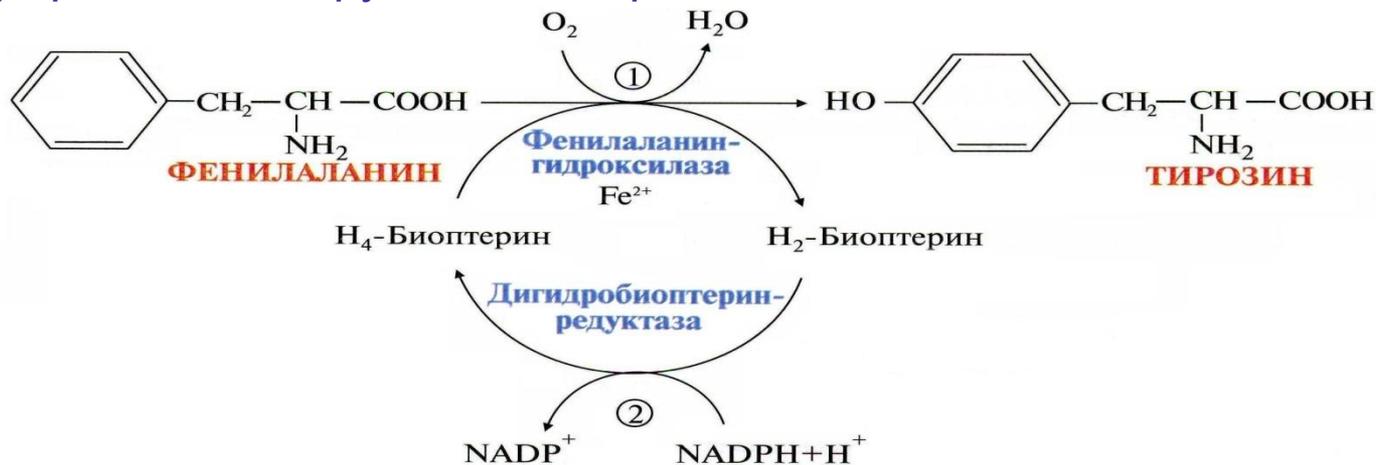
незаменимые

Незаменимые не могут синтезироваться в организме и должны поступать с пищей:

**валин (Вал), лейцин (Лей),
изолейцин (Иле), лизин (Лиз),
треонин (Тре), метионин (Мет),
фенилаланин (Фен),
триптофан (Три).**



Существуют заболевания, при которых организм не способен вырабатывать некоторые аминокислоты, они становятся **индивидуально незаменимыми**. Фенилкетонурия – наиболее распространенное нарушение обмена аминокислот. В среднем фенилкетонурии подвержен 1 из 8000 человек. **Фенилкетонурия** – генетическое заболевание, которое связано с нарушением превращения фенилаланина в тирозин. Накопление фенилаланина и его метаболитов (фенилпировиноградной кислоты) приводит к нарушениям нервной системы.

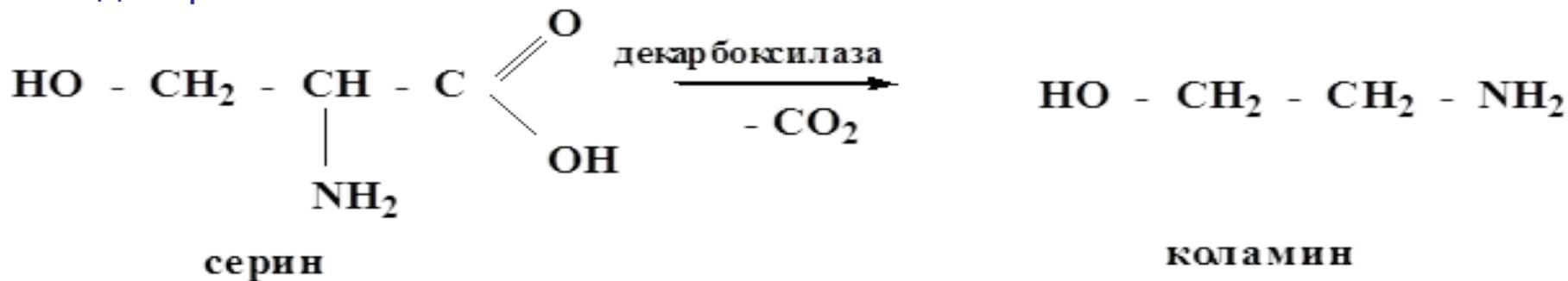


Фенилаланин - предшественник тирозина, а также основных нейротрансмиттеров: дофамина, адреналина, норадреналина. Участвуя в гидрофобных взаимодействиях, фенилаланин играет значительную роль в фолдинге и стабилизации белковых структур.

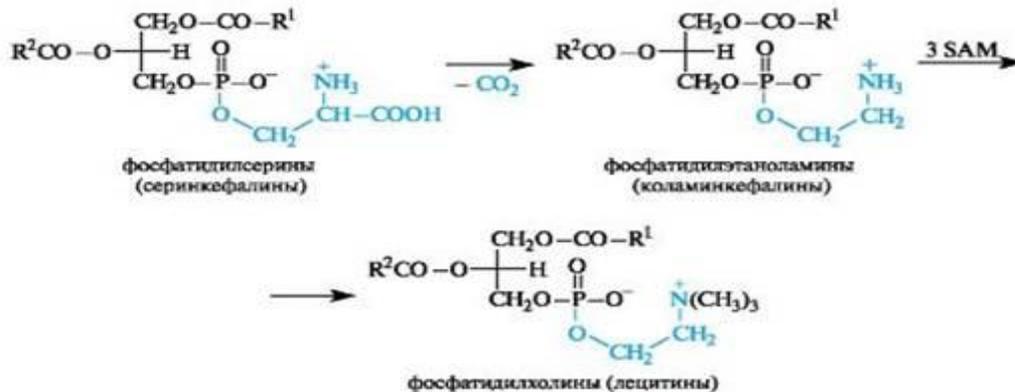
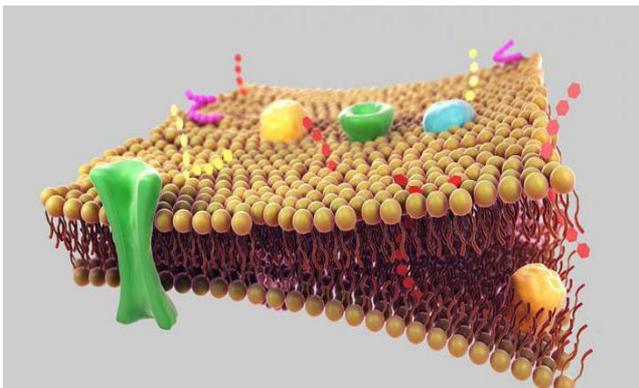
Тирозин препятствует отложению жиров, улучшает функции гипофиза, щитовидной железы и надпочечников, способствует выработке меланина.

Биологически важные химические реакции

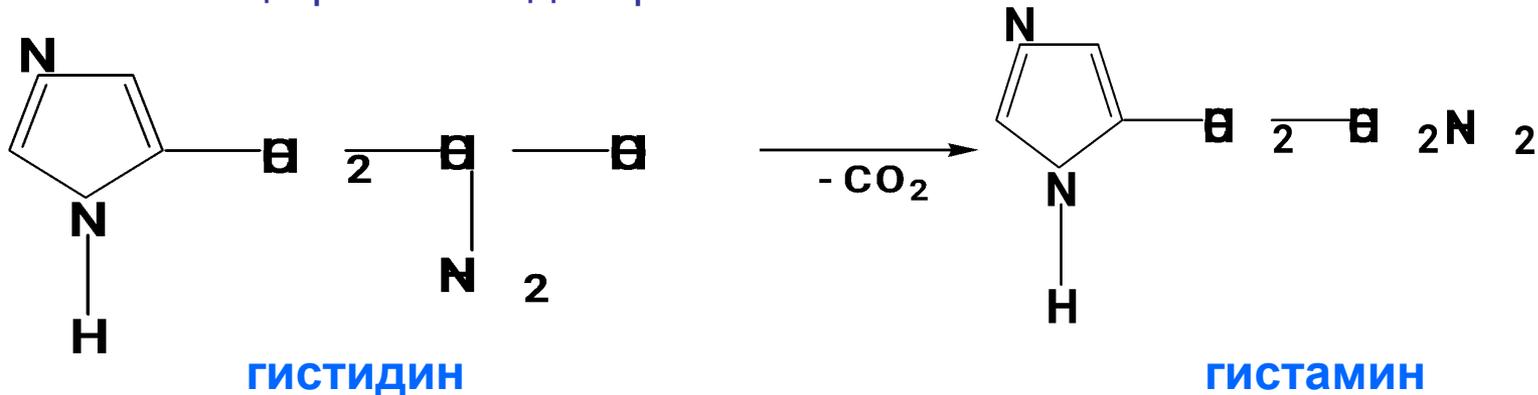
1. **Декарбоксилирование** – образование биогенных аминов из α -аминокислот (лиз, цис, три, сер, асп) – *метаболическое превращение аминокислот*. Реакции декарбоксилирования аминокислот являются необратимыми, катализируются специфическими ферментами - декарбоксилазами аминокислот.



Декарбоксилирование серина дает этаноламин (**коламин**), который, наряду с его метилированным производным **холином**, играет важную роль в биосинтезе фосфолипидов.

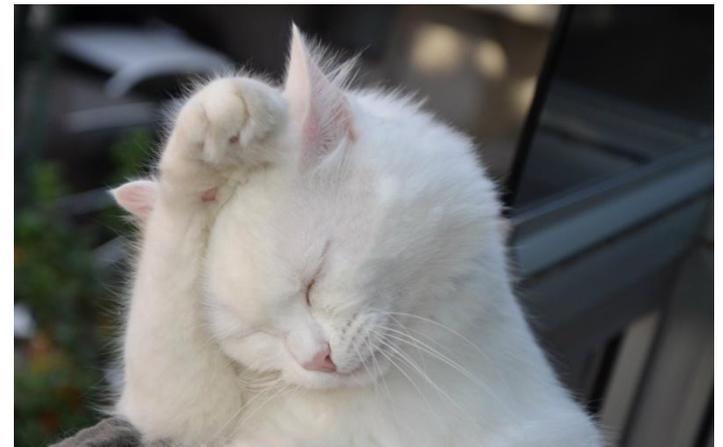


В тканях с высокой скоростью протекает декарбоксилирование гистидина под действием специфической декарбоксилазы.



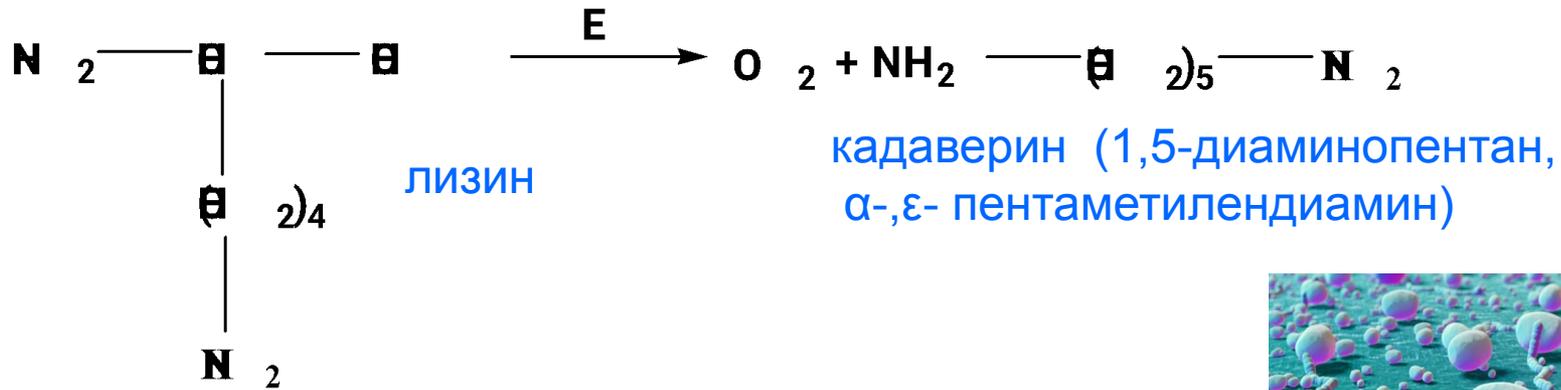
Гистидин является предшественником в биосинтезе гистамина. Остаток гистидина входит в состав активных центров ряда ферментов. Способствует росту и восстановлению тканей. В большом количестве содержится в гемоглобине; используется при лечении ревматоидных артритов, язв и анемии.

Гистамин обладает сосудорасширяющим действием, имеет прямое отношение к аллергическим реакциям организма. Гистамину приписывают также роль *медиатора боли*.

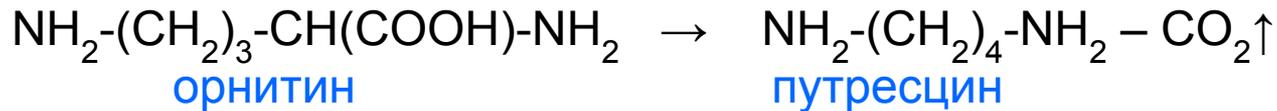


При декарбосилировании лизина и орнитина, а также при гниении белков образуются диамины, называемые *птоаминами*: кадаверин и путресцин.

Декарбосилирование лизина (ферментативное)



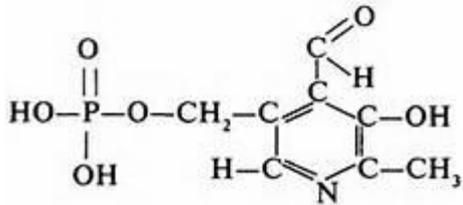
Декарбосилирование орнитина (ферментативное)



Биологически важные химические реакции - трансаминирование

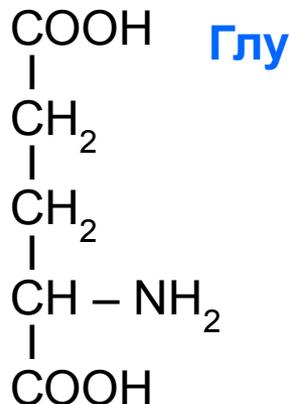
2. Трансаминирование - это основной путь биосинтеза заменимых α - аминокислот из α - оксокислот.

Переаминирование сводится к взаимному обмену NH_2 – группы аминокислоты на $\text{C}=\text{O}$ группу α -оксокислоты, под действием ферментов трансаминаз и кофермента пиридоксальфосфата.

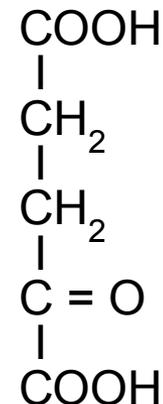
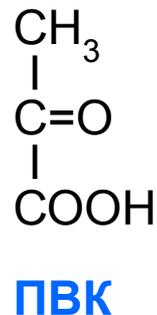


Пиридоксальфосфат - временная камера хранения NH_2 – группы.

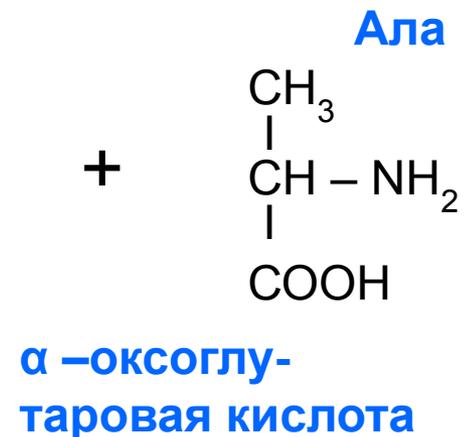
Трансаминирование - обратимый процесс взаимообмена NH_2 и $\text{C}=\text{O}$ – групп. α – аминокислота, которая находится в избытке, отдает свою NH_2 группу α – оксокислоте, которая превращается в новую α – аминокислоту с соответствующим радикалом.



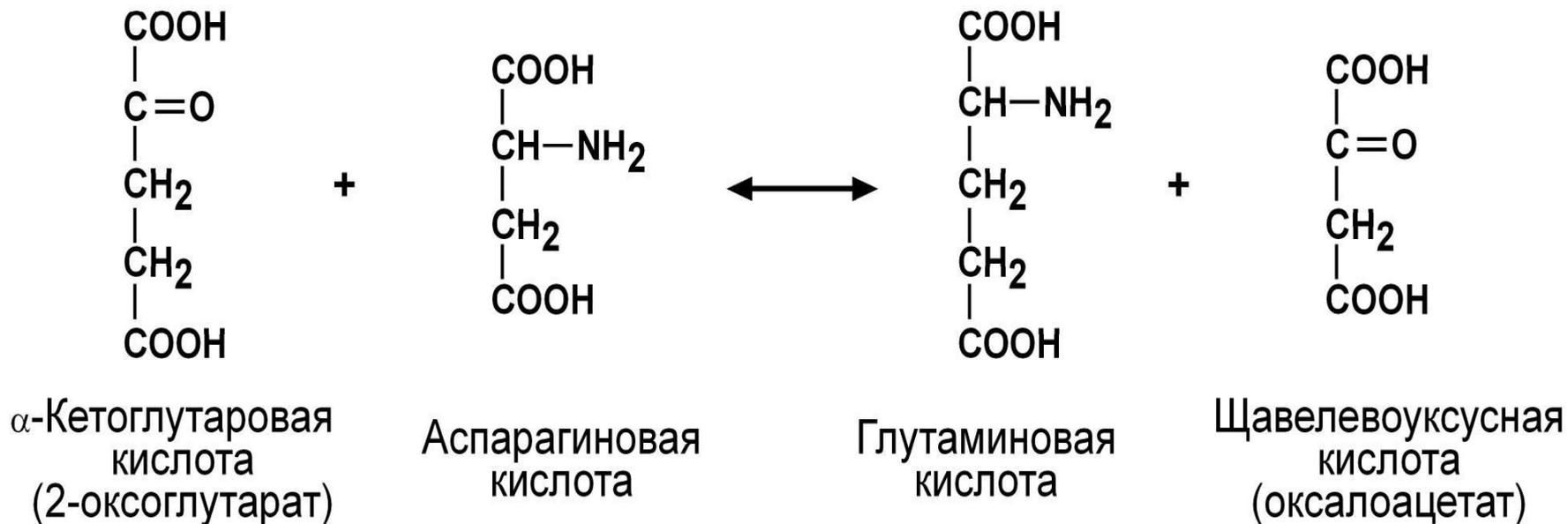
+



+



Биологически важные химические реакции - трансаминирование

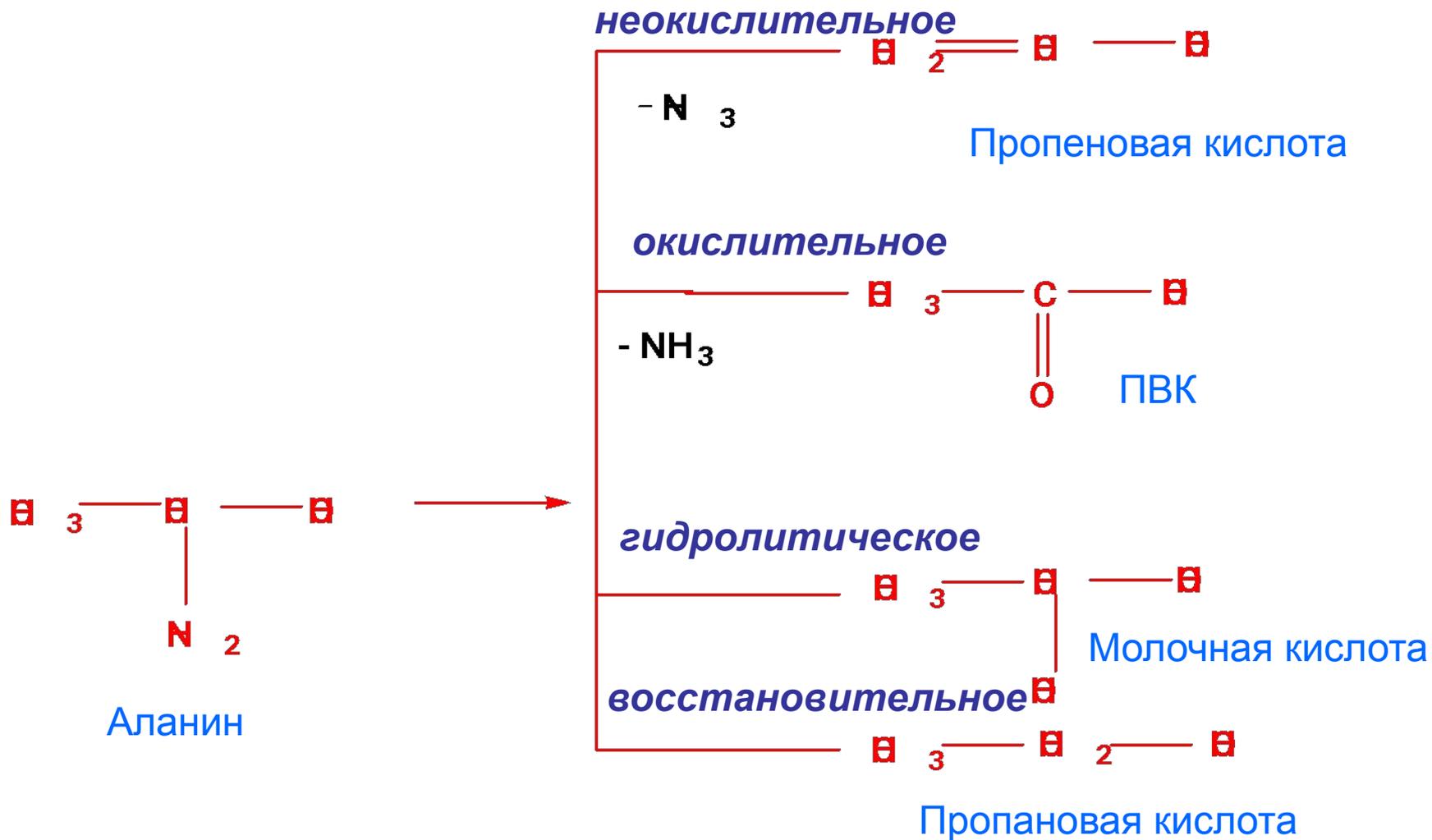


Процесс трансаминирования является связующим звеном между метаболизмом белков (аминокислоты) и углеводов (оксокислоты). С помощью этого процесса устраняется избыток отдельных α – аминокислот и, таким образом, регулируется содержание α – аминокислот в клетках. Наиболее активно реакции трансаминирования протекают в печени.

Биологически важные химические реакции

3. Дезаминирование

В результате этих реакций снижается избыток α - аминокислот .

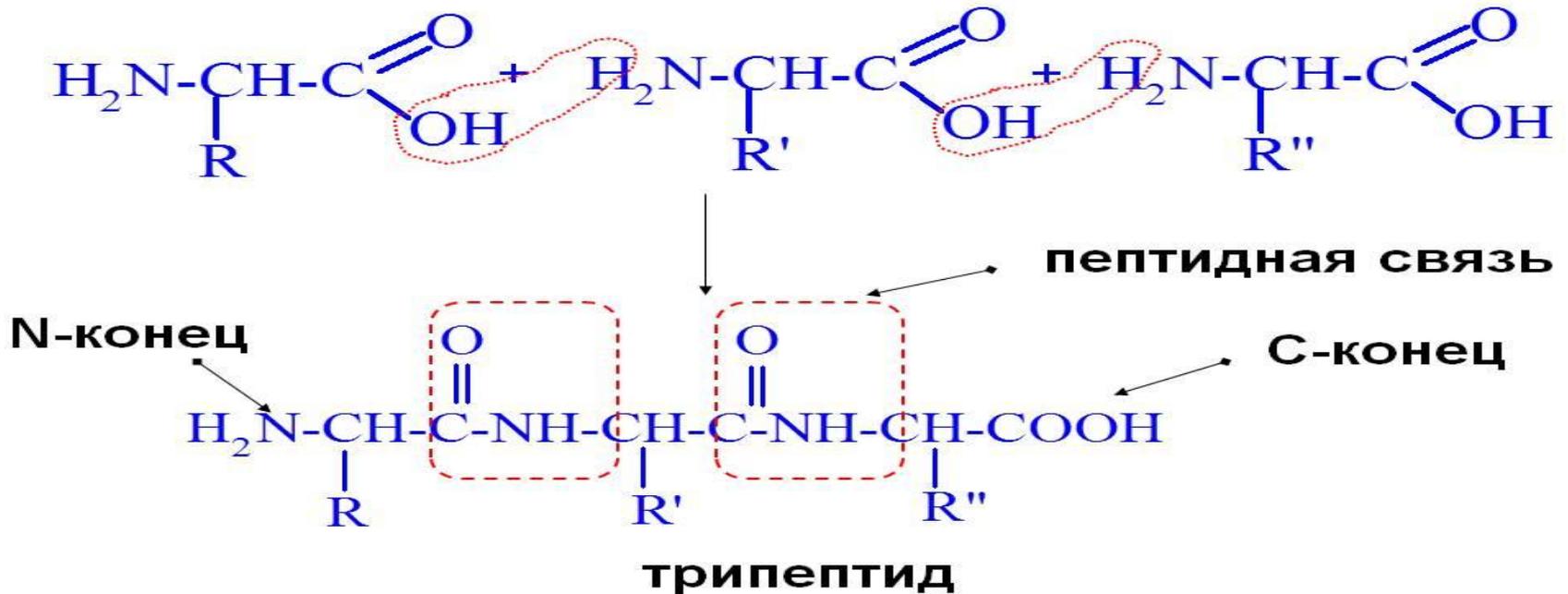


Биологически важные химические реакции

4. Образование пептидов

Особенностью аминокислот является способность, взаимодействуя друг с другом, образовывать пептиды и белки.

Схему образования пептидов можно представить следующим образом:



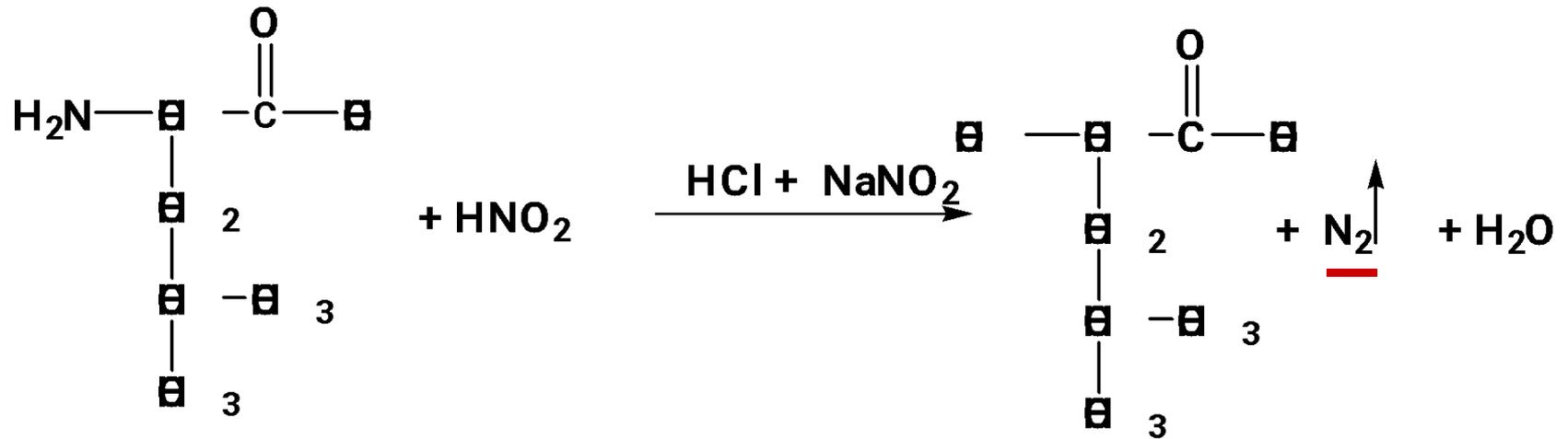
Названия пептидов строятся путем последовательного перечисления аминокислотных остатков, начиная с N-конца, с добавлением суффикса –ил, кроме последней С-концевой аминокислоты, для которой сохраняется ее полное название.

Аналитические реакции аминокислот

Количественное определение

1. Метод Ван-Слайка

При взаимодействии α -аминокислоты с азотистой кислотой образуется α -гидроксикислота и выделяется N_2 .



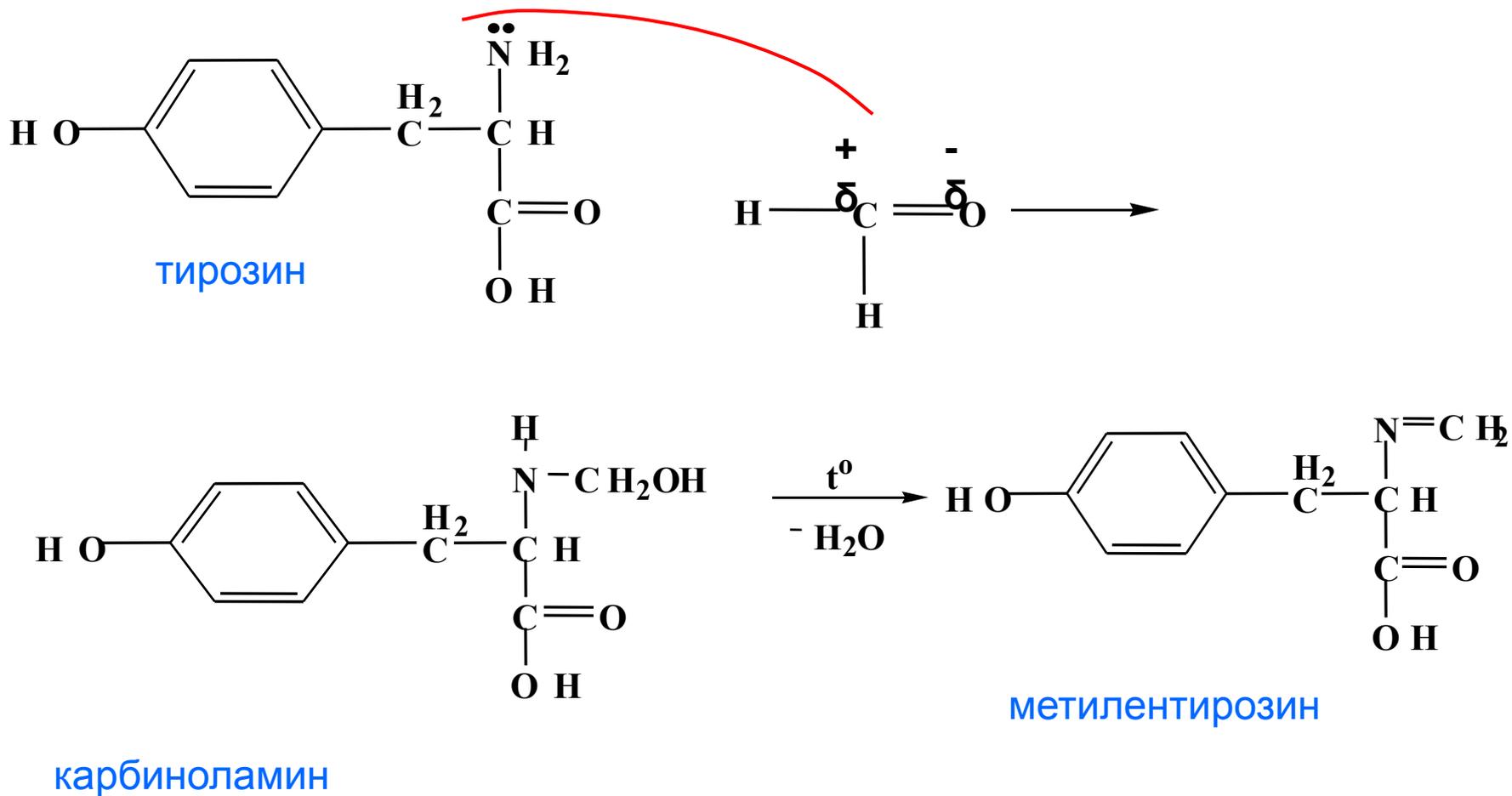
лейцин (лей)

2-гидрокси- 4-метилпентановая кислота

Объем выделившегося N_2 измеряют в газовой бюретке (волюметрический метод) и рассчитывают количество аминокислот в анализируемом веществе. Также объем N_2 иногда устанавливают газохроматографически.

2. Формольное титрование (метод Серенсена)

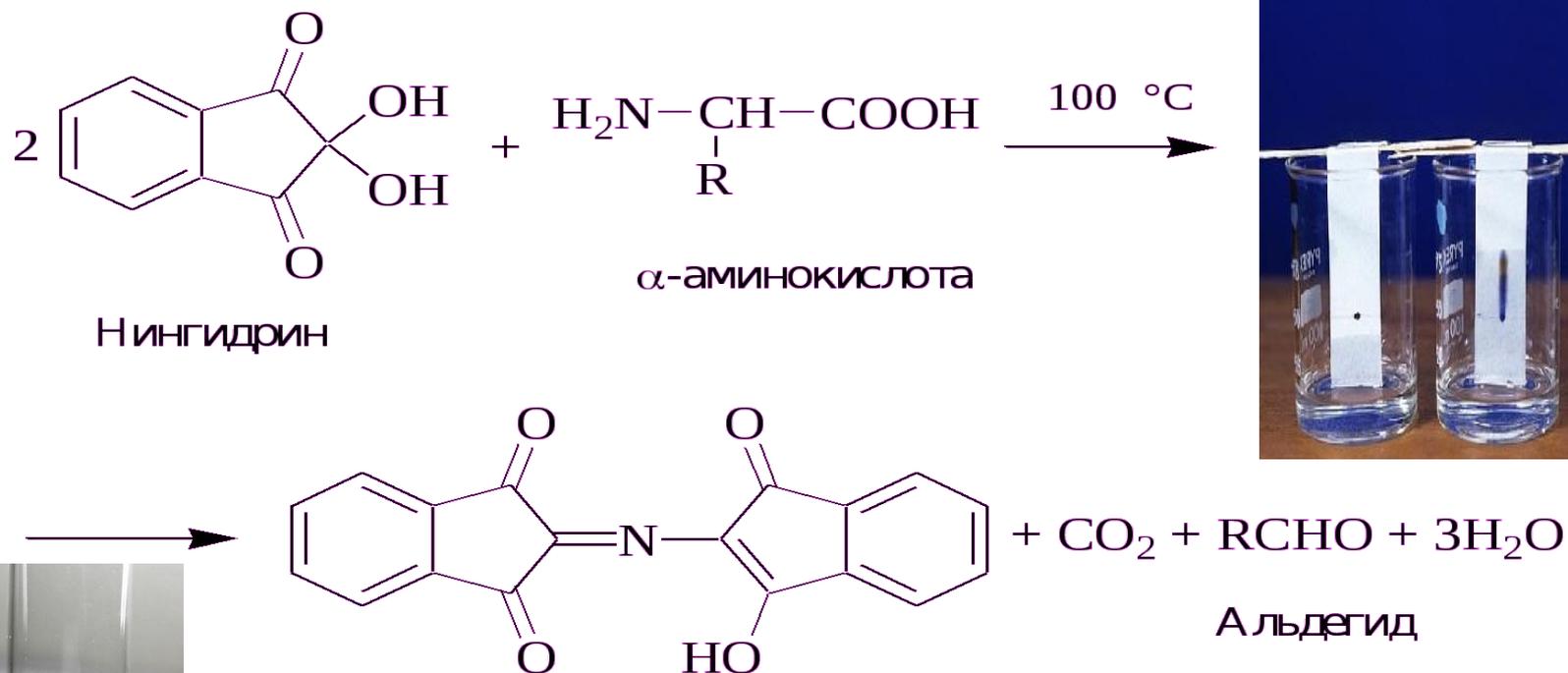
Чтобы титровать аминокислоту щелочью, необходимо закрепить NH_2 группу. Это делают с помощью формальдегида. При этом аминогруппа теряет свои основные свойства, свободная $-\text{COOH}$ оттитровывается щелочью.



КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ

Качественные реакции для идентификации аминокислот продолжают использовать наряду с современными физико-химическими методами исследования.

1. Реакция с нингидрином



ТСХ

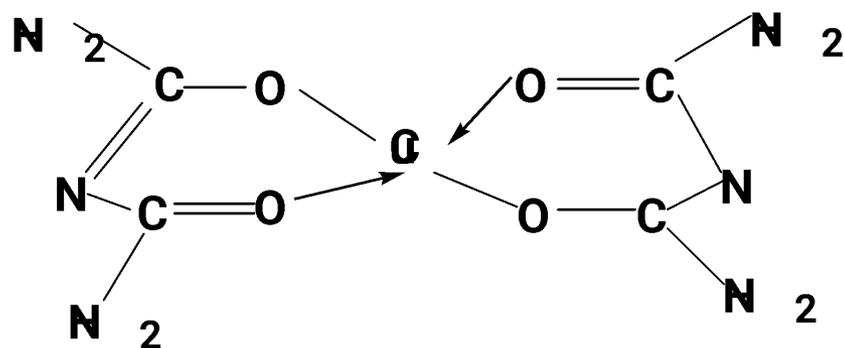
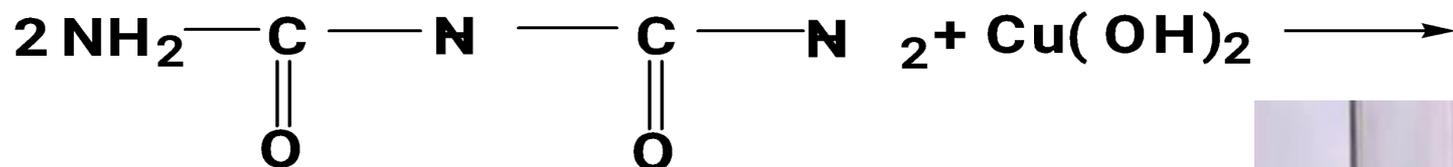


Продукт реакции сине-фиолетового цвета

Спектрофотометрическое определение на аминокислотных анализаторах в области 550-570 нм.

2. Биуретовая реакция - качественная реакция на пептидные связи.

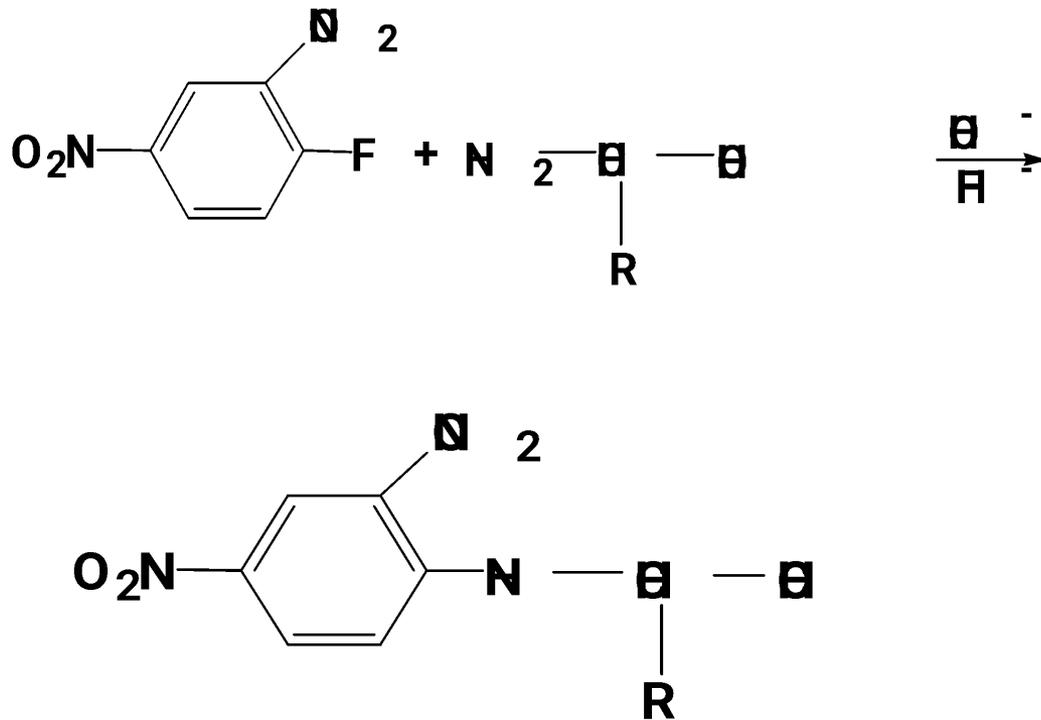
Образуется комплекс с $\text{Cu}(\text{OH})_2$ – **фиолетового цвета**.



Биуретовая реакция - качественная реакция на белки, продукты их неполного гидролиза, которые содержат не менее двух пептидных связей.

Биуретовую реакцию дают также некоторые небелковые вещества, н.р, биурет ($\text{NH}_2\text{-CO-NH-CO-NH}_2$), оксамид ($\text{NH}_2\text{CO-CO-NH}_2$), ряд аминокислот (гистидин, серин, треонин, аспарагин).

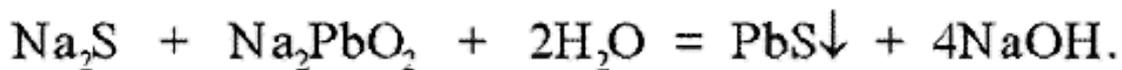
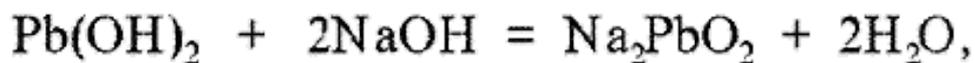
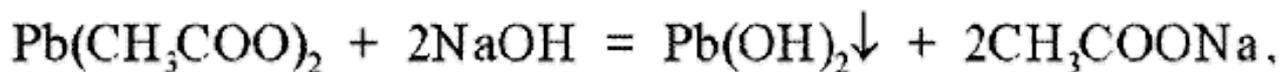
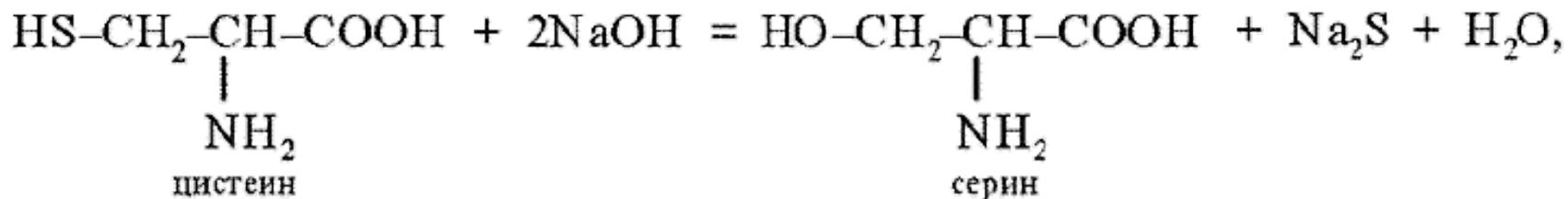
3. Взаимодействие с 2,4 – динитрофторбензолом (ДНФБ) – образуются динитрофенильные производные желтого цвета, растворимые в органических растворителях. Они экстрагируются из реакционной смеси органическими растворителями и используются для идентификации методом ТСХ .



Реакция с ДНФБ является реакцией нуклеофильного замещения в бензольном кольце. Такое замещение становится возможным за счет влияния 2-х сильных электроноакцепторных нитрогрупп.

4. Реакция с ацетатом свинца.

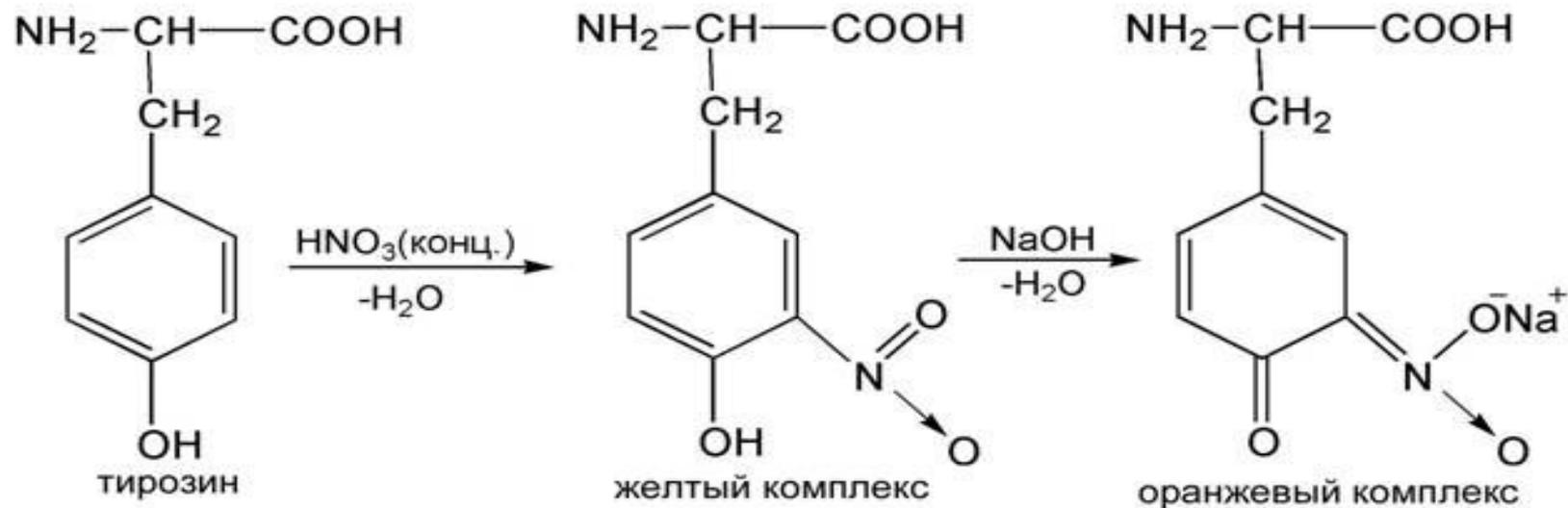
При нагревании раствора белка с ацетатом свинца в щелочной среде образуется осадок **чёрного цвета PbS**, что указывает на присутствие в белках цистеина.



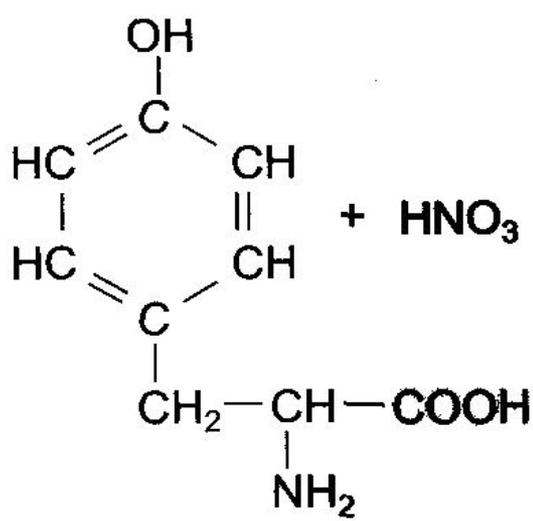
PbS



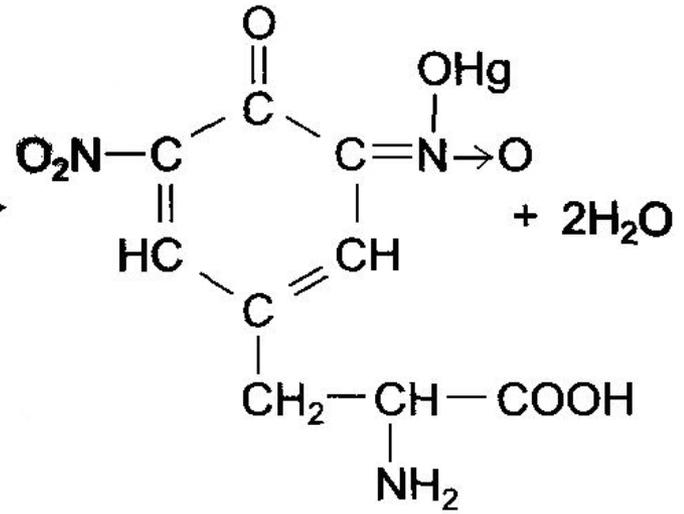
5. Ксантопротеиновая реакция для ароматических и гетероциклических аминокислот (фен, тир, гис, три) – окрашивание в желтый цвет.



6. Реакция Миллона – для аминокислот, содержащих фрагмент фенола – выделяется осадок **кроваво-красного цвета**.



Тирозин



Ртутная соль нитропроизводного тирозина



Каскадный синтез пептидов

Все реакции - в определенной, запрограммированной последовательности.

1. Защита NH_2 группы I АК

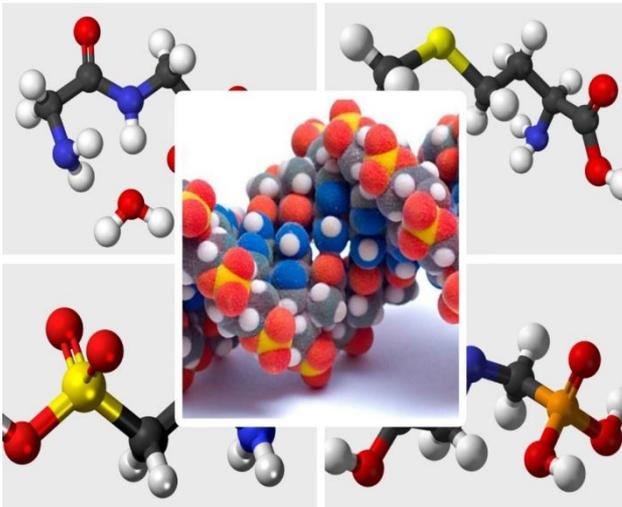
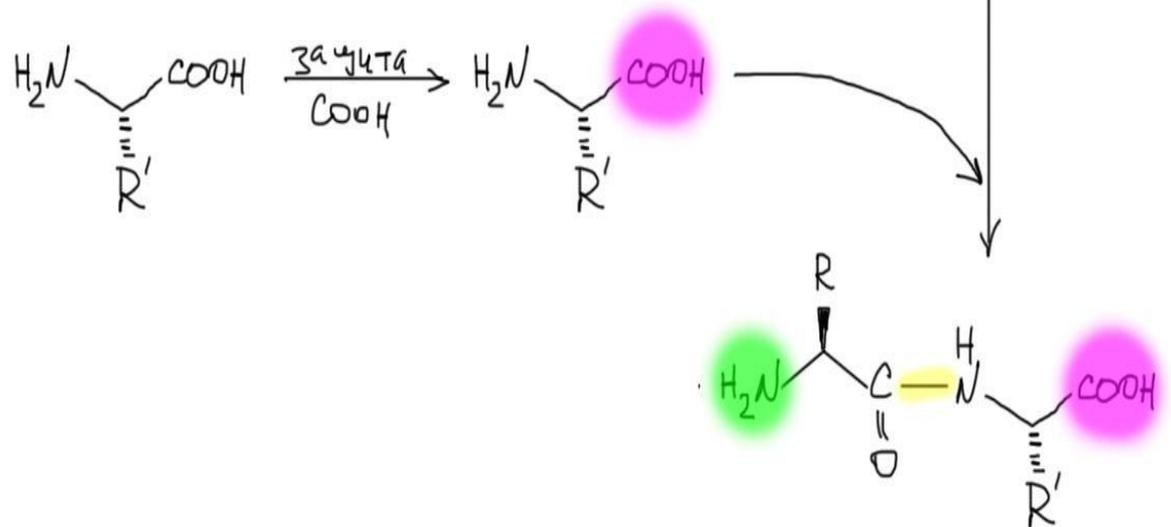
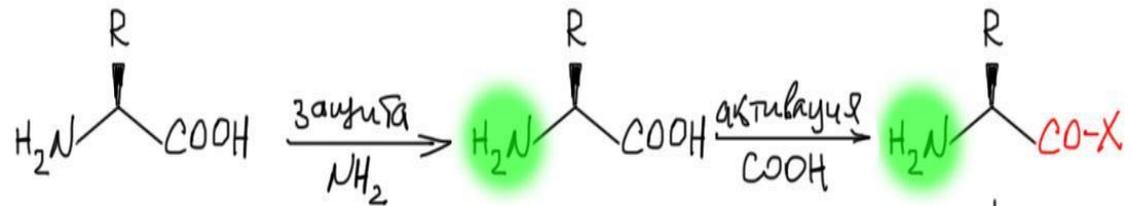
2. Активация COOH -группы I АК

3. Защита COOH -группы II АК

4. Синтез (S_N)

5. Снятие защиты

Из 20 АК может быть составлено $\approx 2 \cdot 10^{18}$ последовательностей, причем ни одна из АК не будет повторяться дважды.



Принципиальная схема синтеза пептида

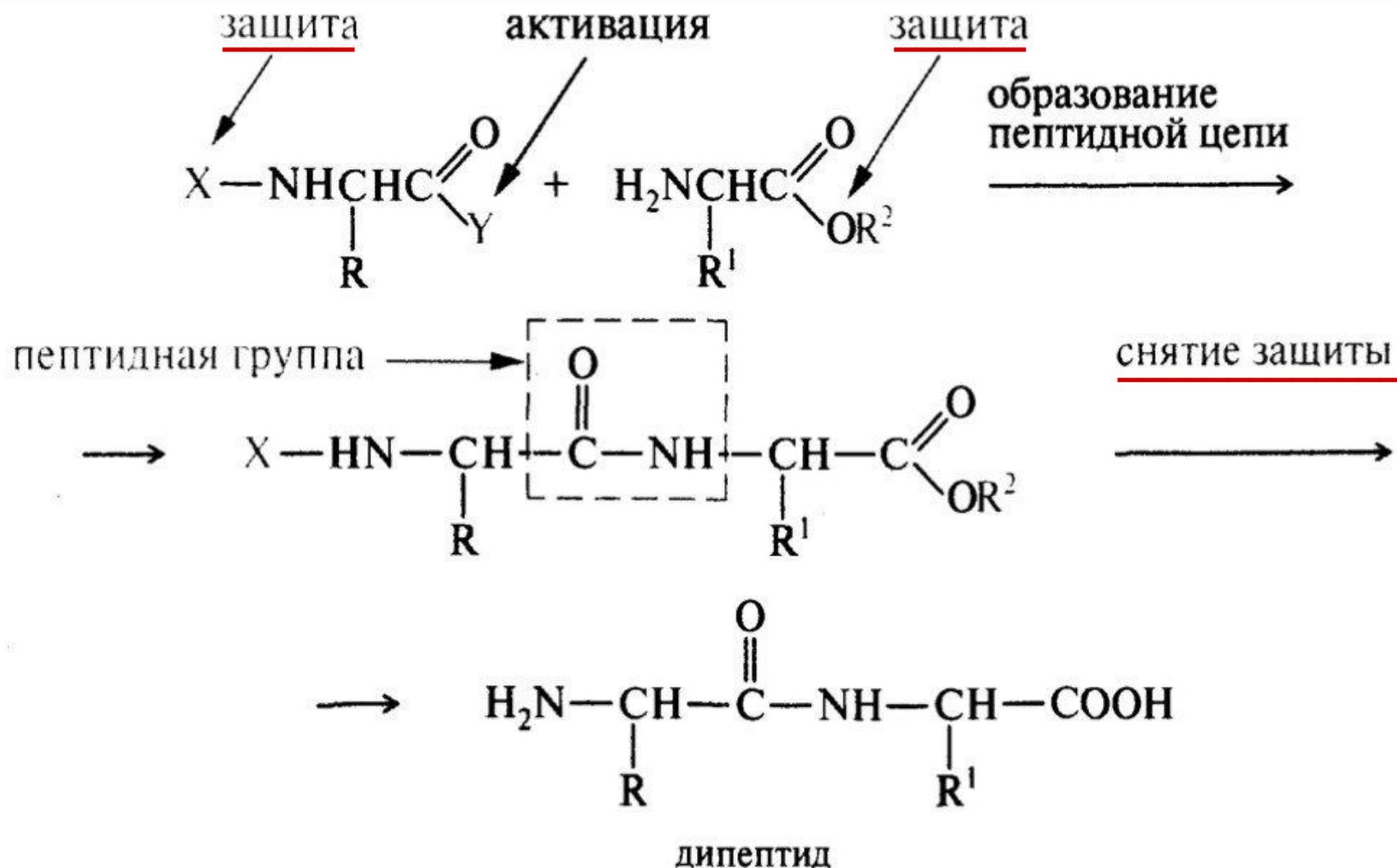
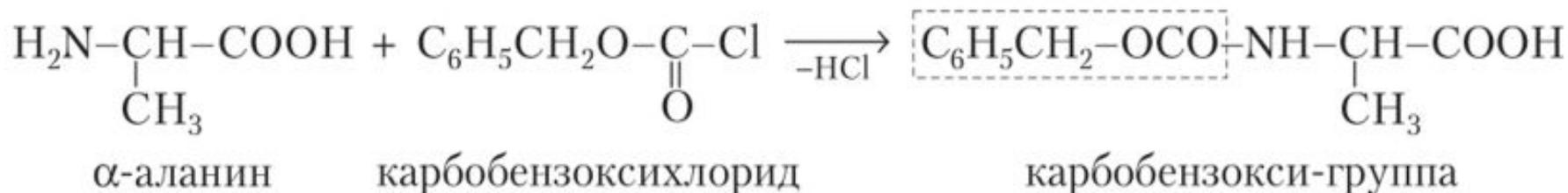


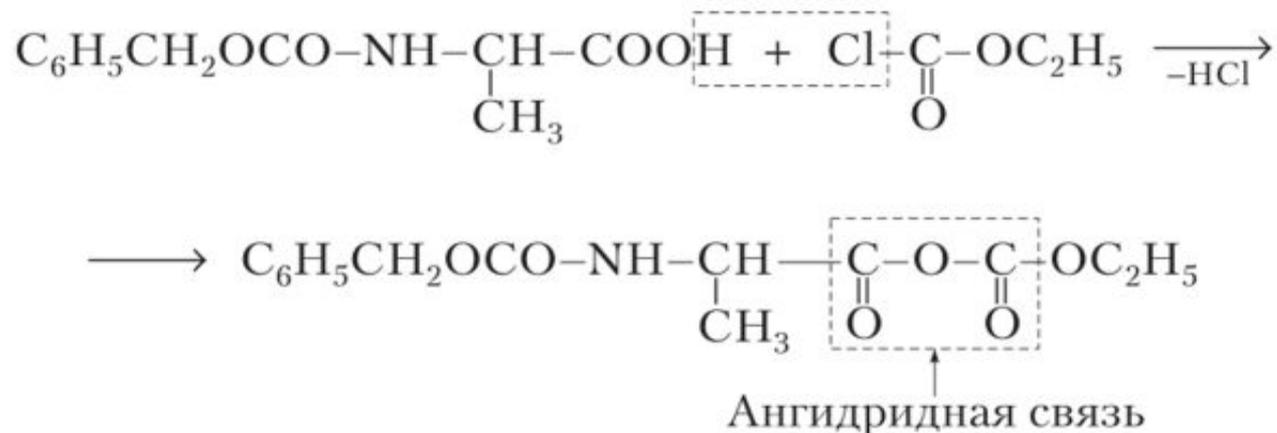
Схема синтеза дипептида аланил-валин

1-й компонент - аланин

1. Защита NH₂-группы – введение ацилирующего реагента (карбобензоксигруппы)

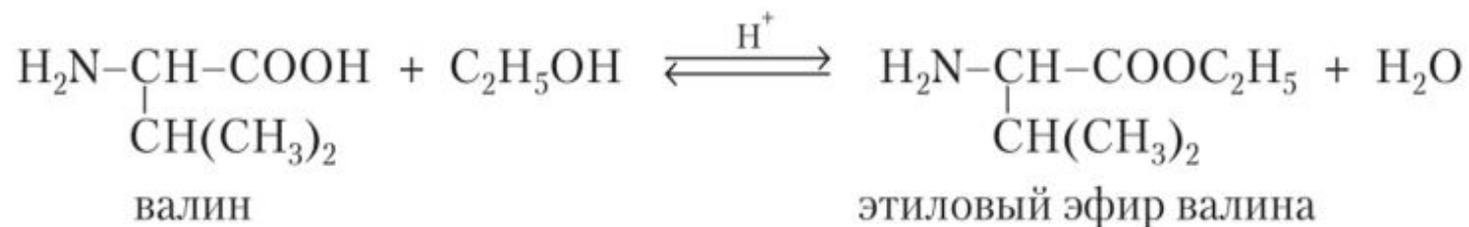


2. Активация COOH-группы хлорангидридным методом



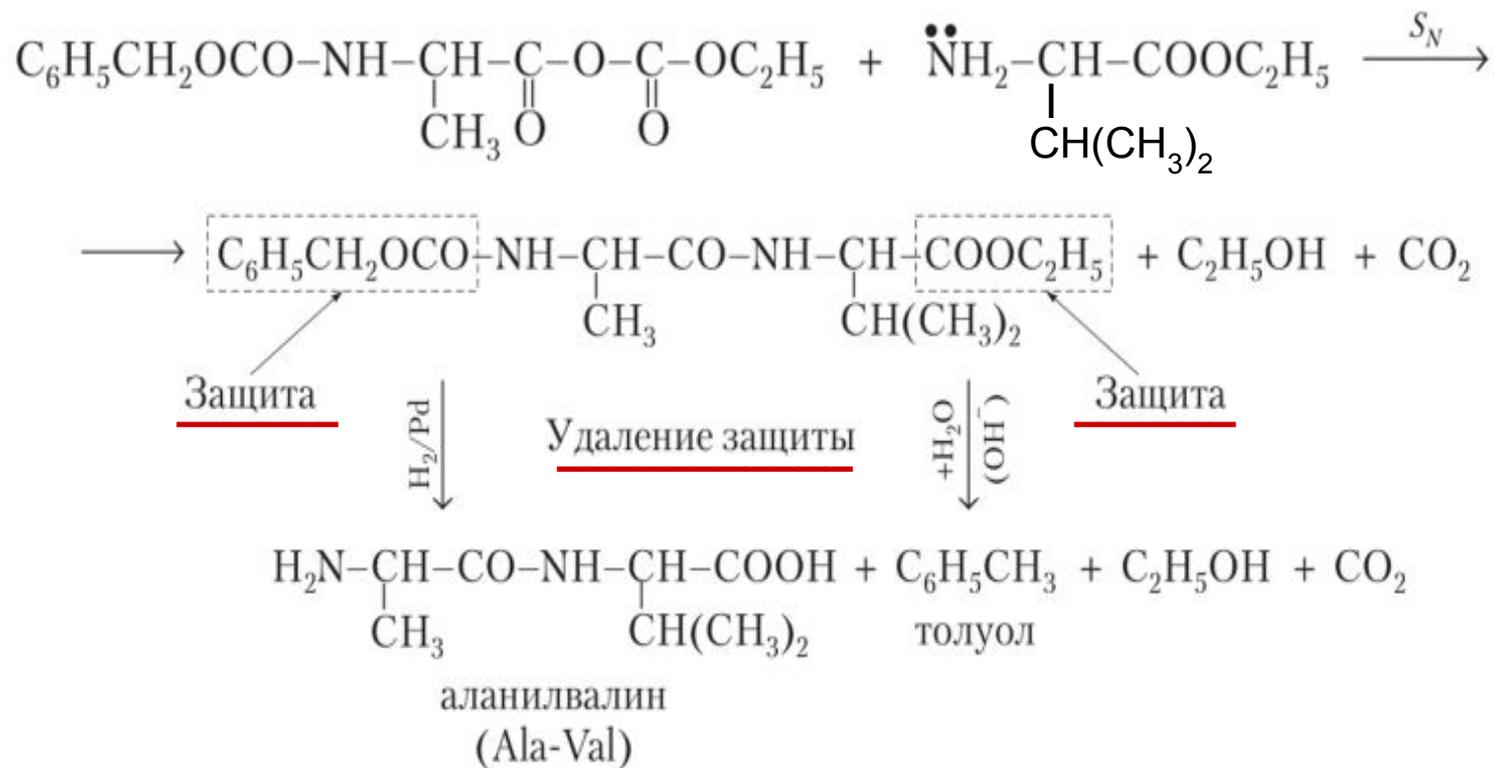
2-й компонент - валин

3. Защита COOH-группы (реакция этерификации)



4. Синтез (S_N)

5. Снятие защиты



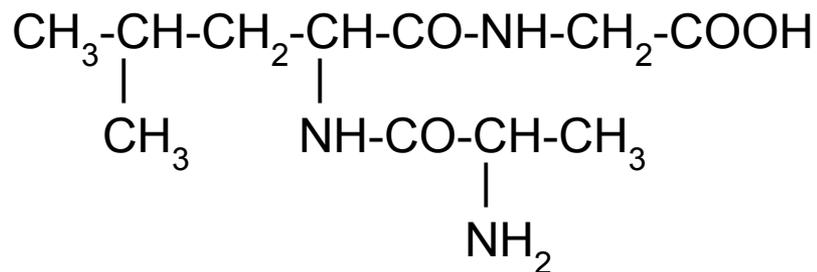
Задания

1. Написать структурные формулы изомерных аминокислот состава: $C_3H_7O_2N$; $C_4H_9O_2N$ (указать аминокислоты лишь с первичной аминогруппой). Отметить аминокислоты, имеющие асимметрический атом углерода.

2. Написать формулы указанных ниже пептидов:

а) глицил-аланина, б) аланил-глицина, в) глицил-аланил-лейцина

3. Назвать пептид



4. Напишите уравнения реакций лизина с избытком хлороводородной кислоты, с раствором NaOH.
5. Напишите уравнения реакций этерификации изолейцина этанолом в присутствии HCl, получение хлорангирида и амида изолейцина.
6. Напишите уравнение взаимодействия тирозина с нингидрином.
7. Напишите реакции декарбоксилирования и дезаминирования триптофана.