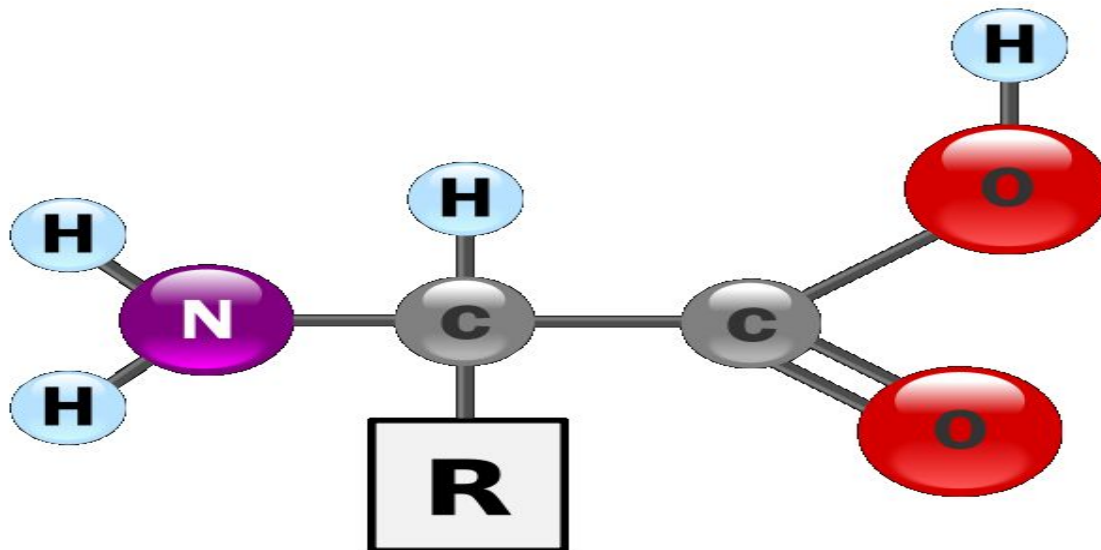


# АМИНОКИСЛОТЫ



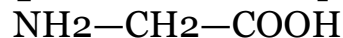
# АМИНОКИСЛОТЫ

**Аминокислоты** - это органические соединения, в состав которых входят одна или несколько карбоксильных групп и одна или несколько аминогрупп.

## Классификация аминокислот

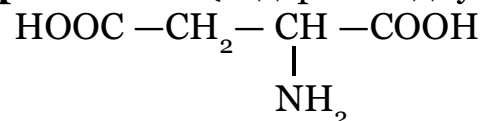
1) по числу карбоксильных и аминогрупп аминокислоты делятся на:

- ❖ **моноаминомонокарбоновые** (содержат одну амино- и одну карбоксильную группу)



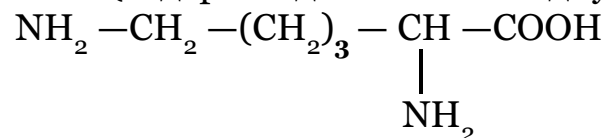
**ГЛИЦИН**

- ❖ **моноаминодикарбоновые** (содержат одну амино- и две карбоксильные группы)



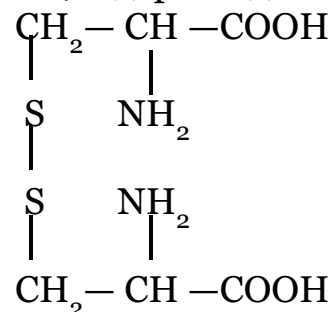
**аспарагиновая кислота**

- ❖ **диаминомонокарбоновые** (содержат две амино- и одну карбоксильную группу)



**ЛИЗИН**

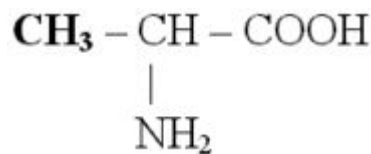
- ❖ **диаминодикарбоновые** (содержат две амино- и две карбоксильные группы)



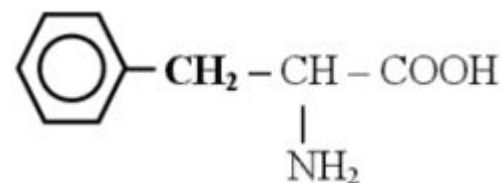
**ЦИСТИН**

# По характеру углеводородного радикала аминокислоты делятся на:

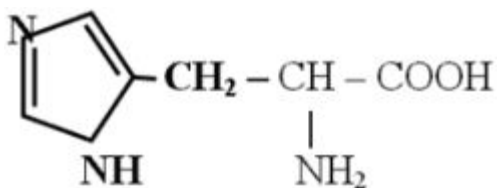
✓ **алифатические** (радикал является остатком предельного углеводорода)



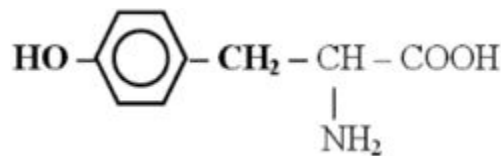
✓ **ароматические** (в состав радикала входит остаток ароматического углеводорода)



✓ **гетероциклические** (в состав радикала входит гетероцикл)

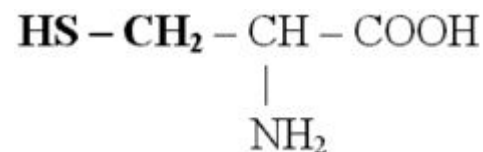


✓ **оксиаминокислоты** (содержат в радикале гидроксильную группу)



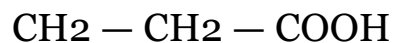
✓ **серосодержащие аминокислоты**

(в состав радикала входит один или несколько атомов серы)

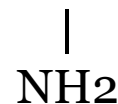


По положению аминогруппы аминокислоты делятся на:

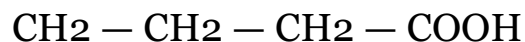
- ✓ **α-аминокислоты** (аминогруппа находится у атома углерода, соседнего с карбоксильной группой)
- ✓ **β-аминокислоты** (аминогруппа расположена через один атом от карбоксильной группы)
- ✓ **γ-аминокислоты** (аминогруппа расположена через два атома от карбоксильной группы)



β-аминопропионовая кислота



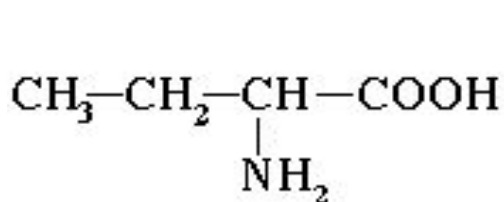
α-аминопропионовая кислота



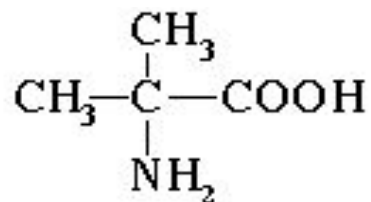
γ-аминомасляная кислота

# Изомерия аминокислот

## ✓ изомерия углеродного скелета

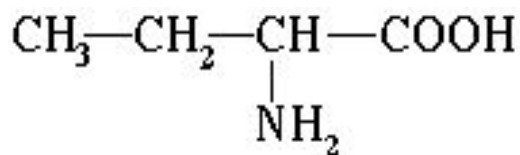


2-аминобутановая  
кислота

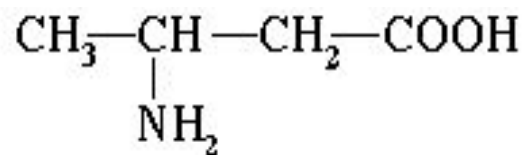


2-амино-2-метилпропановая  
кислота

## ✓ изомерия положения аминогрупп



2-аминобутановая  
кислота



3-аминобутановая  
кислота

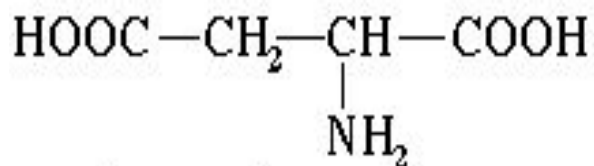
## ✓ оптическая изомерия

Все α-аминокислоты, кроме глицина  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ , содержат асимметрический атом углерода (α-атом) и могут существовать в виде оптических изомеров (зеркальных антиподов).

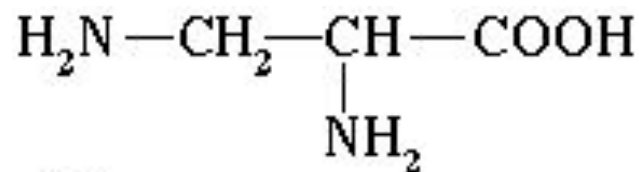
# Номенклатура аминокислот

## Международная номенклатура

За основу выбирают самую длинную цепь, содержащую карбоксильную и аминогруппы, **NH<sub>2</sub>-группа обозначается приставкой «амино-», её положение обозначается цифрой, причём нумерация начинается с атома углерода карбоксильной группы.** К названию основы добавляется окончание «-овая» и слово кислота.



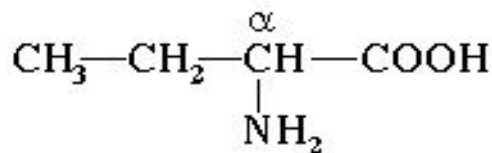
2-аминобутандиовая  
кислота



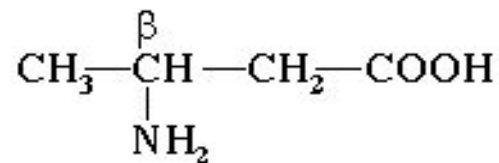
2,3-диаминопропановая  
кислота

## Рациональная номенклатура

За основы **выбирают тривиальное название соответствующей карбоновой кислоты,** к которому добавляют приставку «амино-». Положение аминогруппы обозначают греческими буквами, для чего углеродную цепь аминокислоты нумеруют, начиная с атома углерода, соседнего с карбоксильной группой.



α-аминомасляная  
кислота



β-аминомасляная  
кислота

По способности организма синтезировать из предшественников:

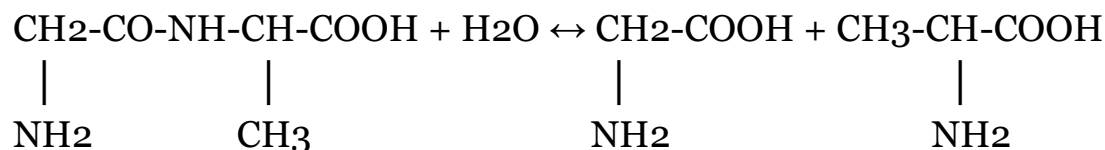
Незаменимые аминокислоты — это аминокислоты, которые не могут быть синтезированы в том или ином организме, в частности, в организме человека. Поэтому их поступление в организм с пищей необходимо.

Заменимые аминокислоты — это аминокислоты, которые могут синтезироваться в организме. Однако за счет этого эндогенного синтеза обеспечиваются только минимальные потребности организма, в связи с чем удовлетворение потребности организма в заменимых аминокислотах должно в основном осуществляться за счет поступления их в составе белков пищи.

# Способы получения.

## 1) Гидролиз белков.

Важнейший источник аминокислот – природные белки, при гидролизе которых образуются смеси α-аминокислот.

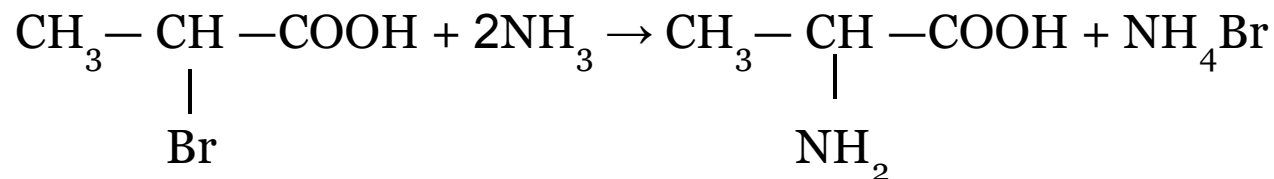


глицил-аланин (дипептид)

глицин

аланин

## 2) Из галогенозамещенных кислот.

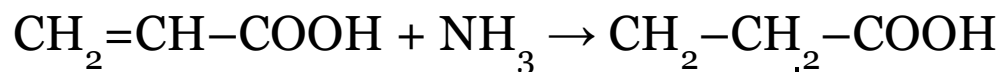


2-Бромпропановая  
кислота

2-Аминопропановая  
кислота



### 3) Из непредельных кислот.

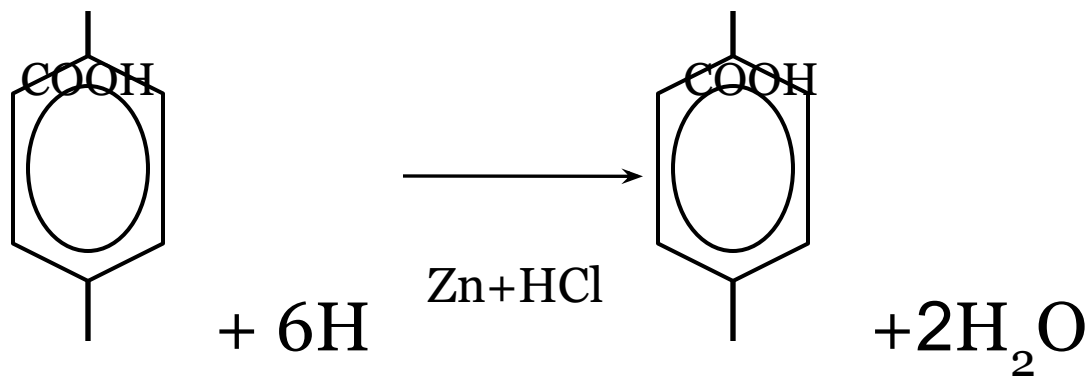


Пропеновая  
кислота

$\text{NH}_2$

$\beta$ -Аланин  
3-Аминопропановая кислота

### 4) Из нитросоединений. Реакция Зинина

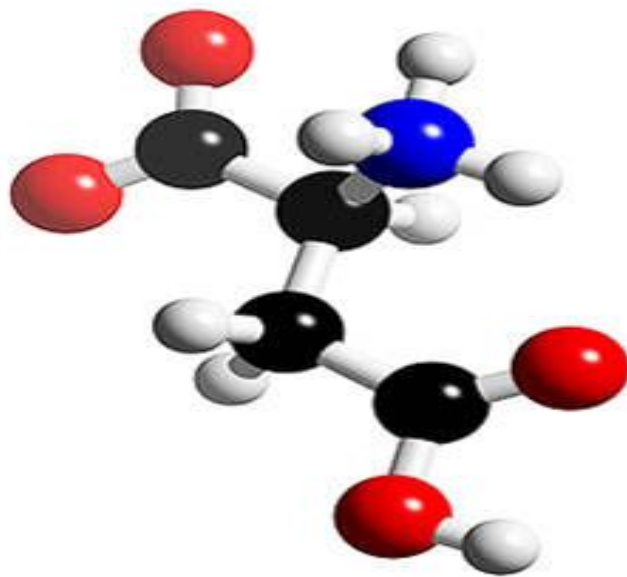


$\text{NO}_2$   
пара-нитробензойная  
кислота

$\text{NH}_2$   
пара-аминобензойная  
кислота

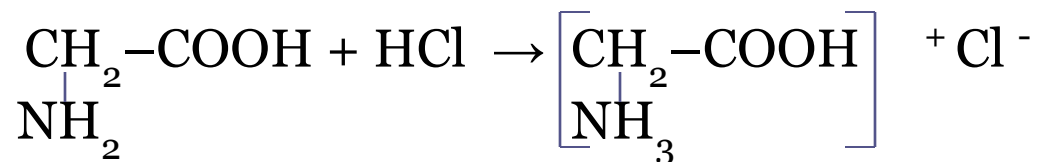
## Физические свойства аминокислот

**Аминокислоты** – бесцветные кристаллические вещества, большинство растворимы в воде, нерастворимы в неполярных органических растворителях, растворы многих аминокислот имеют сладкий вкус. Аминокислоты при нагревании разлагаются, поэтому не имеют точных температур кипения и плавления.



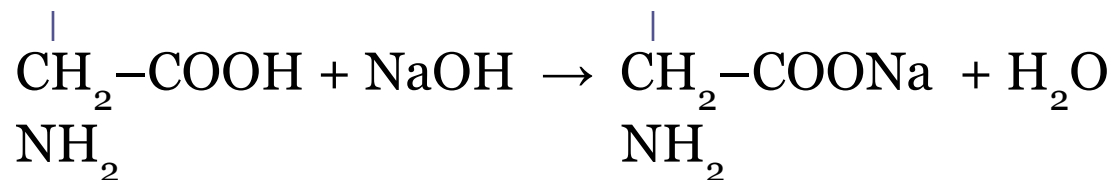
# Химические свойства

- 1) Амфотерность. Аминокислоты проявляют свойства оснований за счет аминогруппы и свойства кислот за счет карбоксильной группы, т.е. являются амфотерными соединениями. Подобно аминам, они реагируют с кислотами с образованием солей аммония:



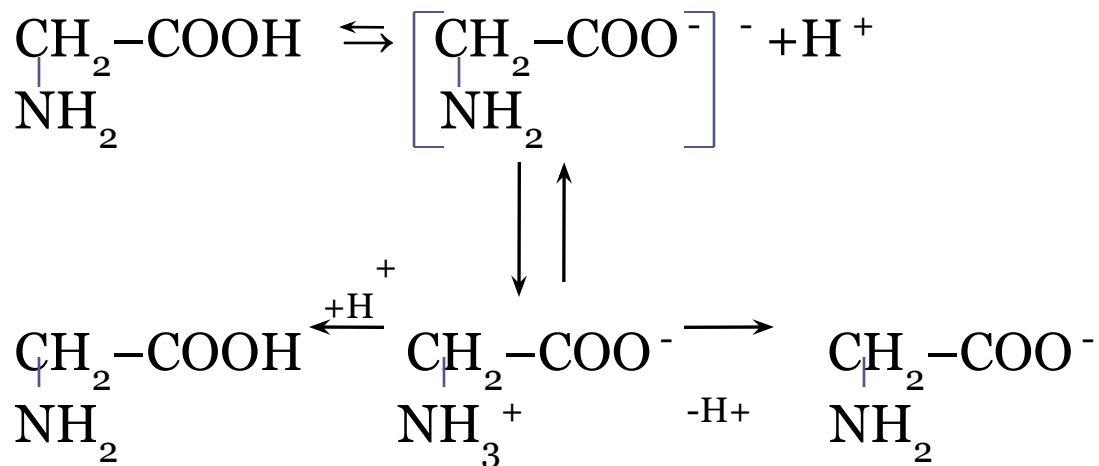
хлороводородная соль

аминоуксусной кислоты



натриевая соль глицина

## 2) Образование внутренних солей.



катионная  
форма

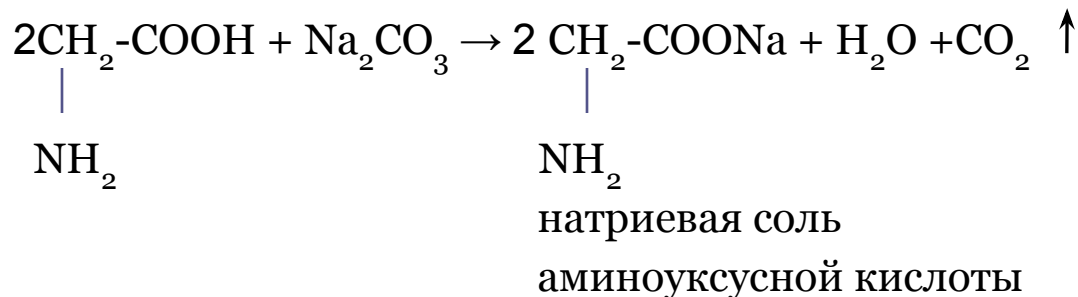
биполярный-ион  
цвиттер-ион

анионная  
форма

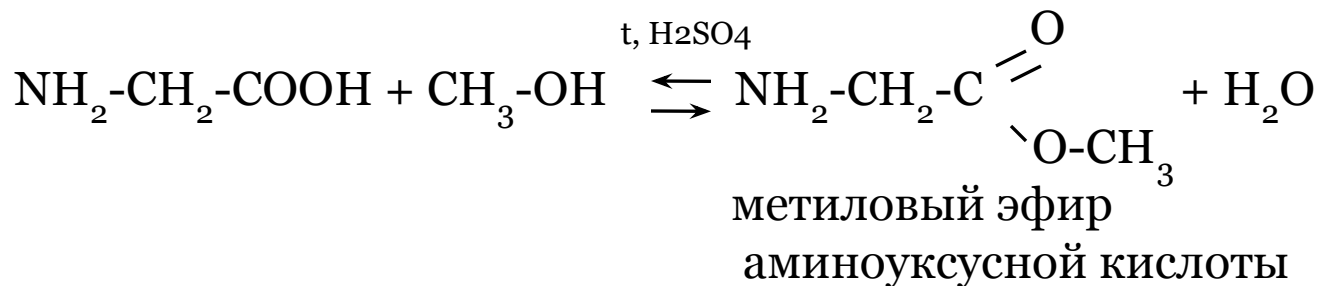
Водные растворы аминокислот имеют нейтральную, кислую или щелочную среду в зависимости от количества функциональных групп.

## Реакции по карбоксильной группе

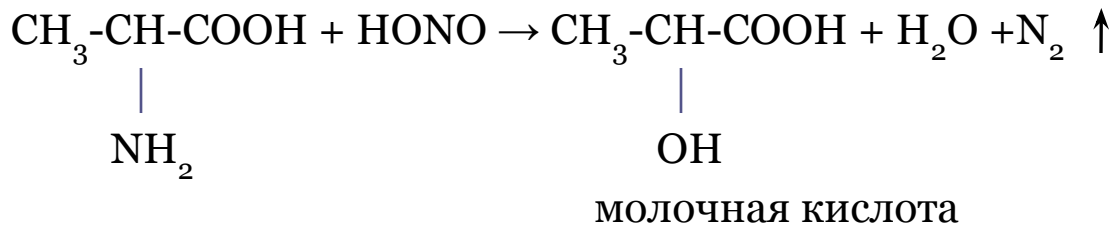
- 1) Взаимодействие с оксидами металлов, гидроксидами и солями слабых кислот.



- 2) Взаимодействие со спиртами. (реакция этерификации)

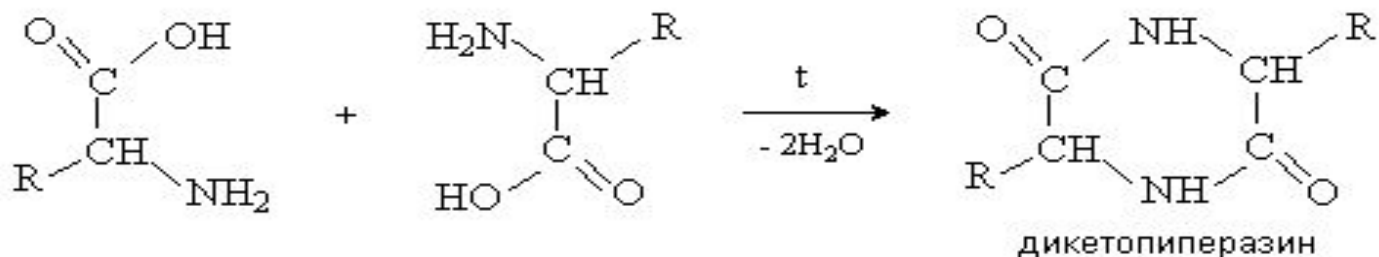


- 3) Взаимодействие с азотистой кислотой.

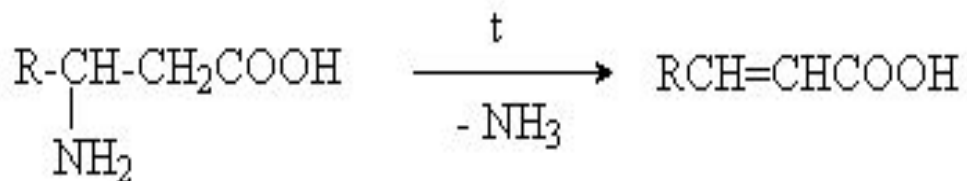


## Специфические реакции

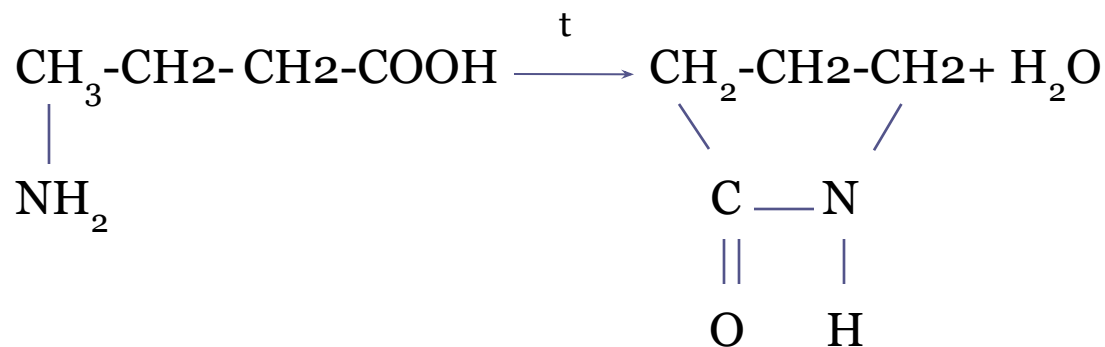
- 1) Отношение аминокислот к нагреванию. При нагревании  $\alpha$ -аминокислоты превращаются в дикетопиперазины. (межмолекулярное взаимодействие)



- 2)  $\beta$ -Аминокислоты при нагревании переходят в непредельные кислоты.



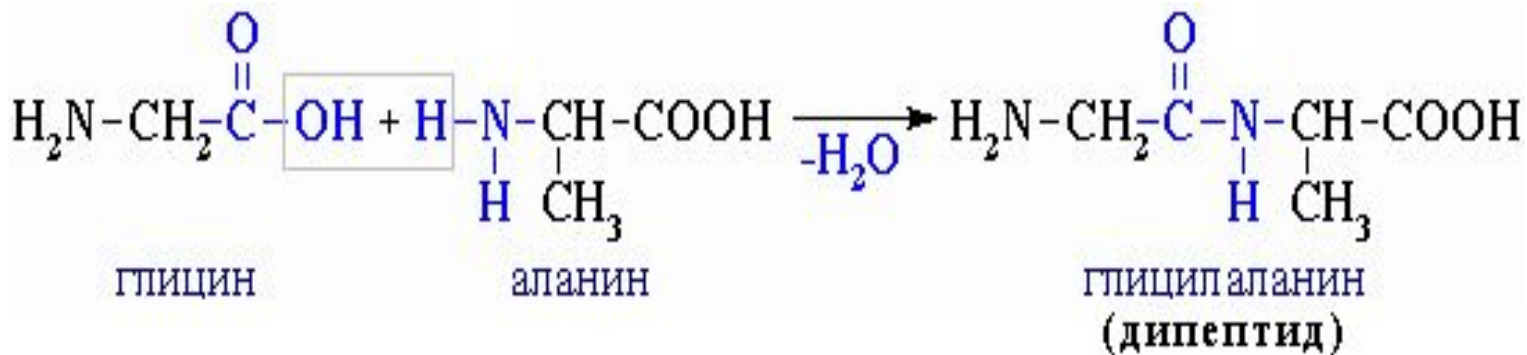
3)  $\gamma$ -аминокислоты при нагревании образуют циклические амиды,  $\gamma$ -лактамы. (внутримолекулярное взаимодействие)



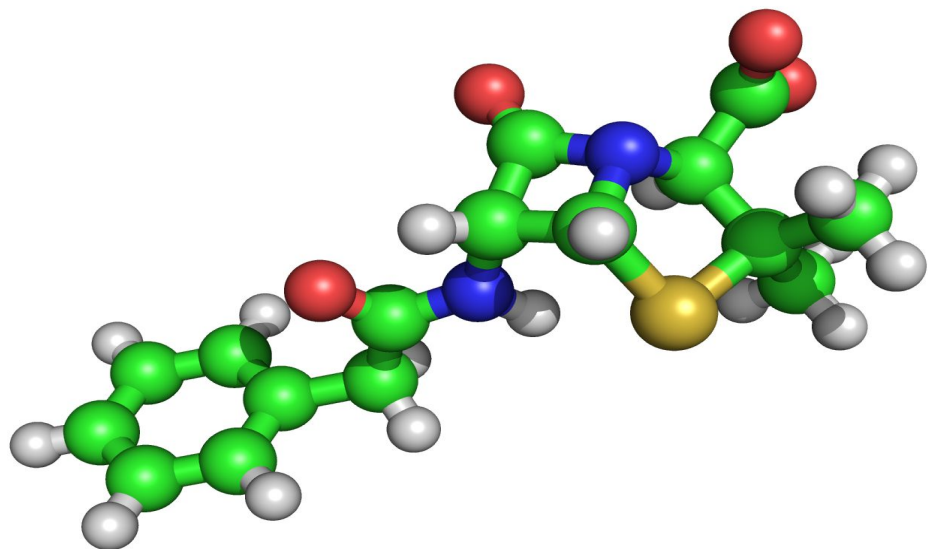
циклический амид,  
лактам

### Образование пептидов

Межмолекулярное взаимодействие  $\alpha$ -аминокислот приводит к образованию пептидов. При взаимодействии двух  $\alpha$ -аминокислот образуется дипептид.



# Белки





**Белки** – это природные высокомолекулярные соединения(биополимеры), структурную основу которой составляют полипептидные цепи, построенные из остатков  $\alpha$ -аминокислот.

По химическому составу белки подразделяются на:

1. **Протеины (простые)**, у которых макромолекулы состоят только из остатков  $\alpha$ -аминокислот;
2. **Протеиды (сложные)**: макромолекулы состоят из белковой и небелковой части.

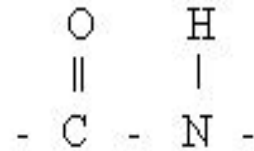
Белки по своему элементному составу отличаются от углеводов и жиров: кроме углерода, водорода и кислорода они ещё содержат азот. Кроме того, постоянной составной частью важнейших белковых соединений является сера, а некоторые белки содержат фосфор, железо и йод.

Развитие экспериментальных методов обусловило успехи в изучении структуры белковых молекул. В настоящее время различают первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуры белковых молекул.

## Структура белка

Первичная - линейная структура

Связи пептидные



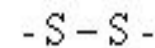
Вторичная спиралевидная структура

Внутримолекулярные водородные связи



Третичная глобулярная структура

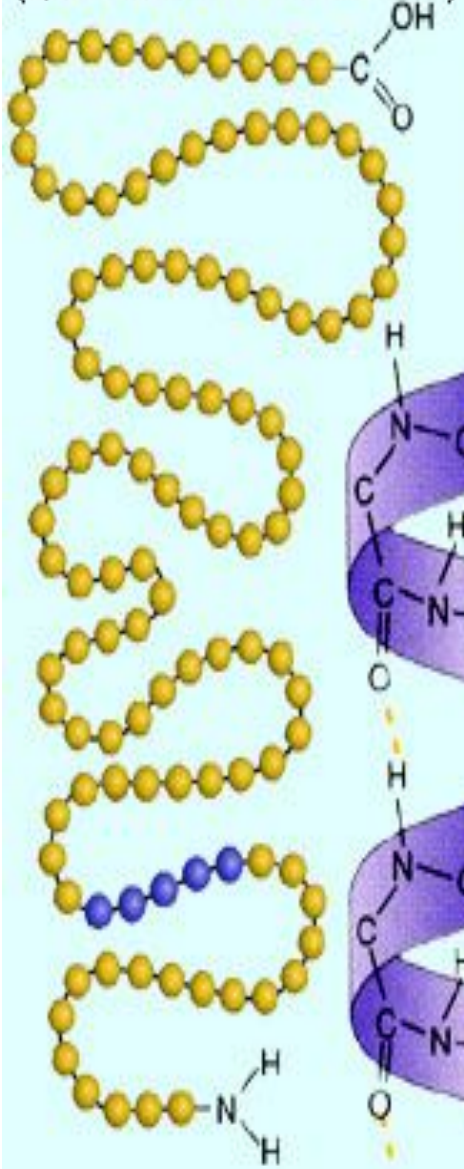
Дисульфидные и ионные связи



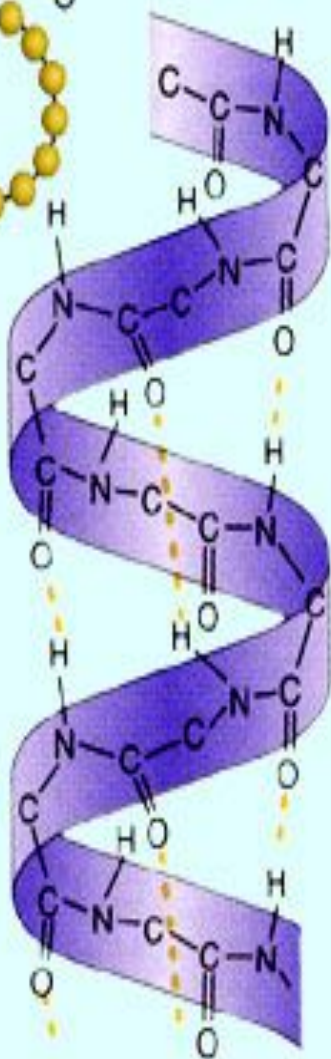
Четвертичная структура

Взаимодействие между разными полипептидным и цепями

Первичная структура  
(цепочка аминокислот)



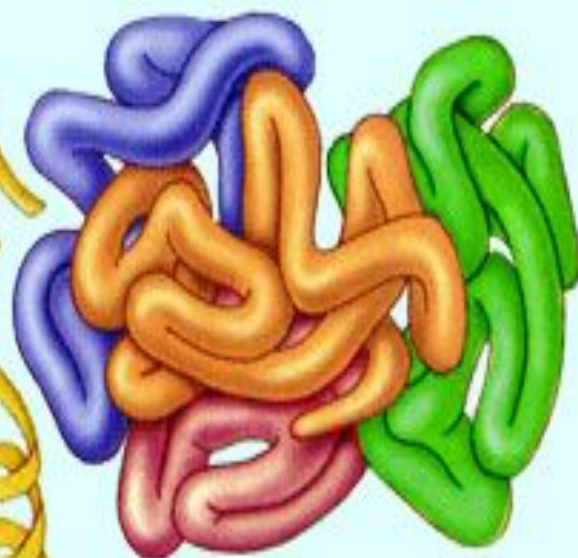
Вторичная структура  
( $\alpha$ -спираль)



Третичная структура

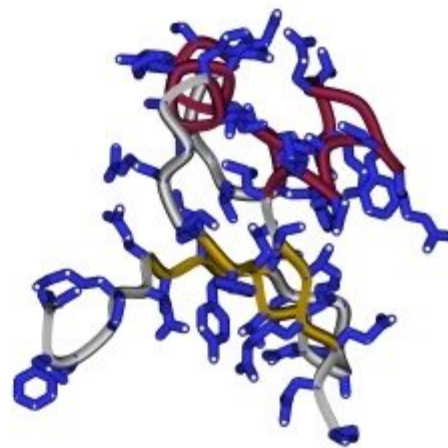
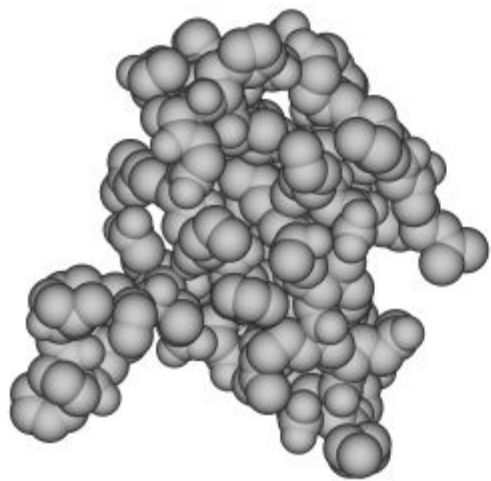


Четвертичная структура  
(клубок белков)



## Физические свойства белков.

Белки в твердом состоянии белого цвета, а в растворе бесцветны, если только они не несут какой-нибудь хромофорной (окрашенной) группы, как, например, гемоглобин. Растворимость в воде у разных белков сильно варьирует. Она изменяется также в зависимости от рН и от концентрации солей в растворе, так что можно подобрать условия, при которых один какой-нибудь белок будет избирательно осаждаться в присутствии других белков. Этот метод «высаливания» широко используется для выделения и очистки белков. Очищенный белок часто выпадает в осадок из раствора в виде кристаллов.

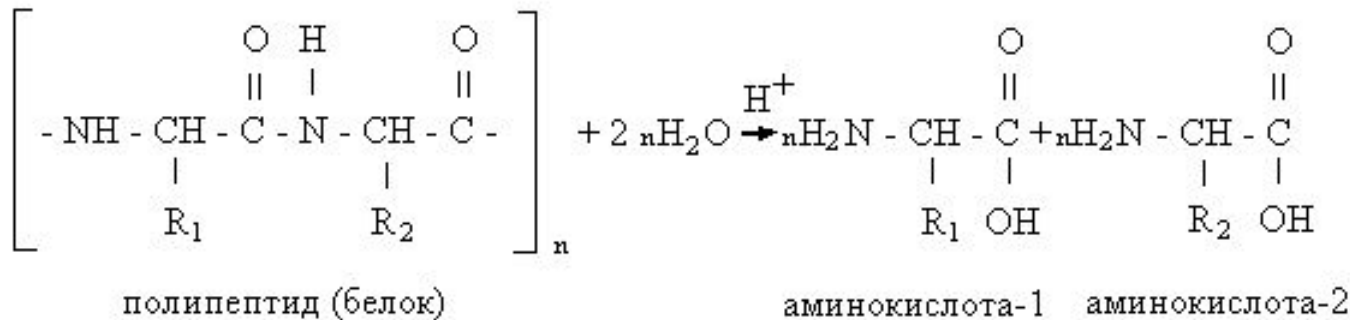


# Химические свойства

## 1) Гидролиз белков

Гидролиз белков — это необратимое разрушение первичной структуры в кислом или щелочном растворе с образованием аминокислот.

Анализируя продукты гидролиза, можно установить количественный состав белков.



## 2) Денатурация белков.

Разрушение вторичной и третичной структуры белка с сохранением первичной структуры называют денатурацией. Она происходит при нагревании, изменении кислотности среды, действии излучения. Пример денатурации — свертывание яичных белков при варке яиц. Денатурация бывает обратимой и необратимой. Необратимая денатурация может быть вызвана образованием нерастворимых веществ при действии на белки солей тяжелых металлов — свинца или ртути.

### 3) Пенообразование.

Процесс пенообразования – это способность белков образовывать высококонцентрированные системы «жидкость– газ», называемые пенами. Устойчивость пены, в которой белок является пенообразователем, зависит не только от его природы и от концентрации, но и от температуры.

### 4) Горение.

Белки горят с образованием азота, углекислого газа и воды, а также некоторых других веществ. Горение сопровождается характерным запахом жженных перьев.

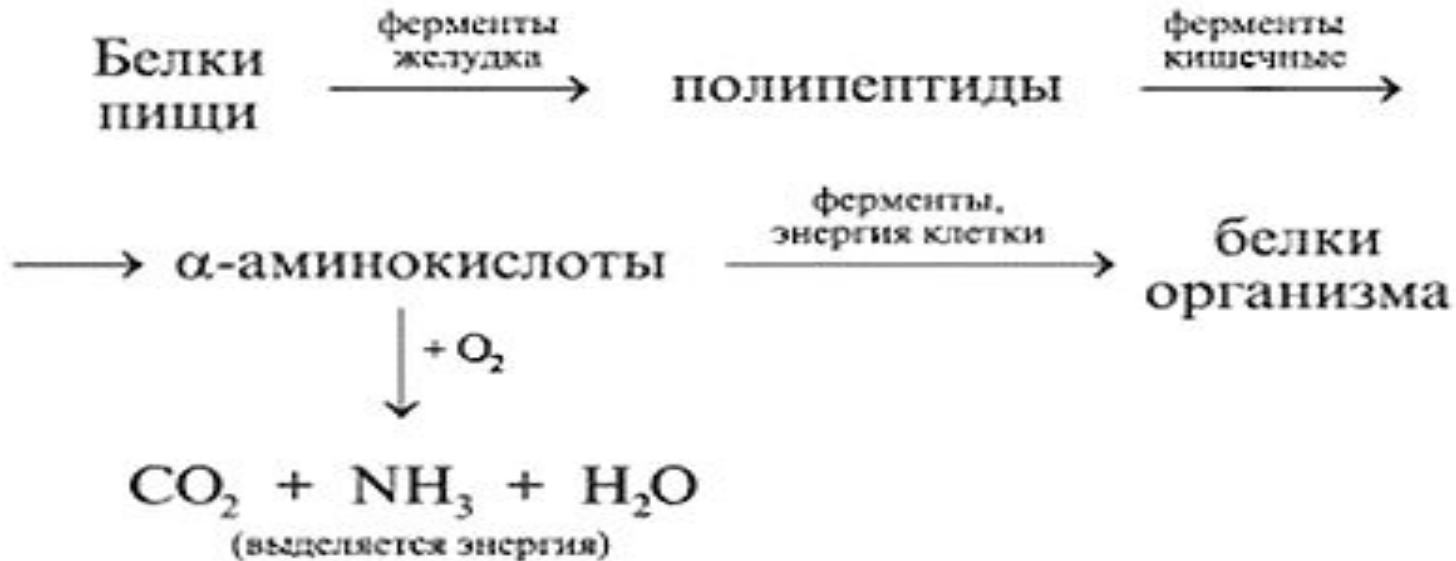
### 5) Гидратация.

Гидратация – связывание белками воды, при этом они проявляют гидрофильные свойства: набухают, их масса и объем увеличиваются (пример, студни) – ограниченное набухание.

6) Амфотерные свойства.

Очень важным для жизнедеятельности живых организмов является буферное свойство белков, т.е. способность связывать как кислоты, так и основания, и поддерживать постоянное значение рН различных систем живого организма.

7) Превращение белков в организме.

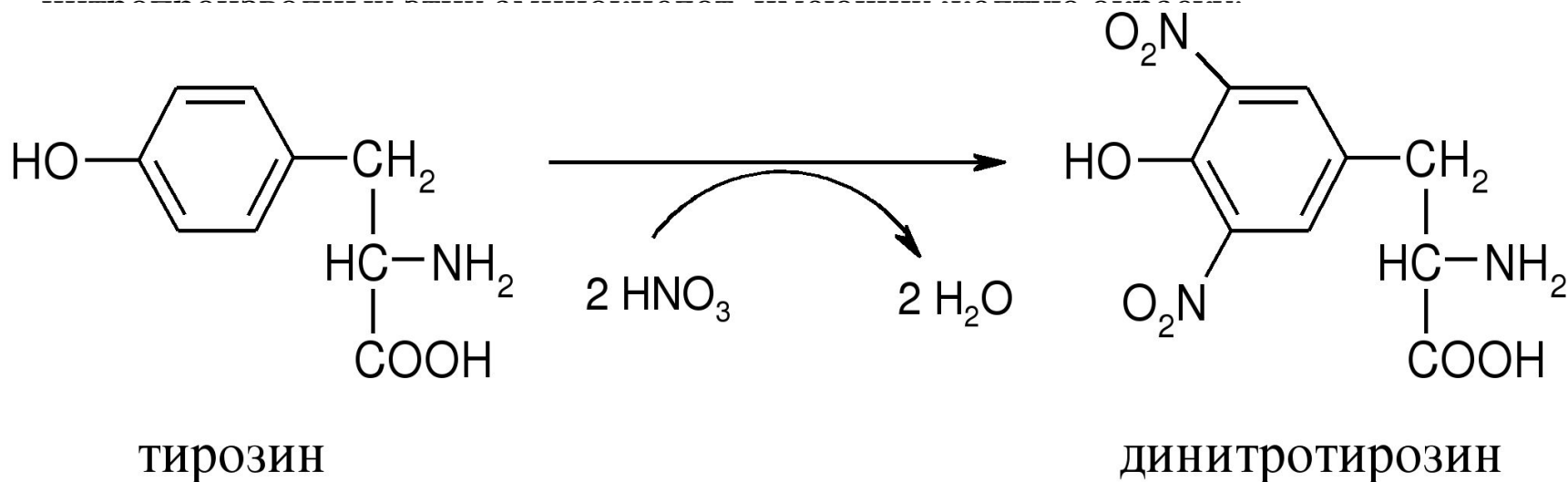


## Цветные (качественные) реакции на белки.

### 1. Ксантопротеиновая реакция (качественная реакция на ароматические аминокислоты)

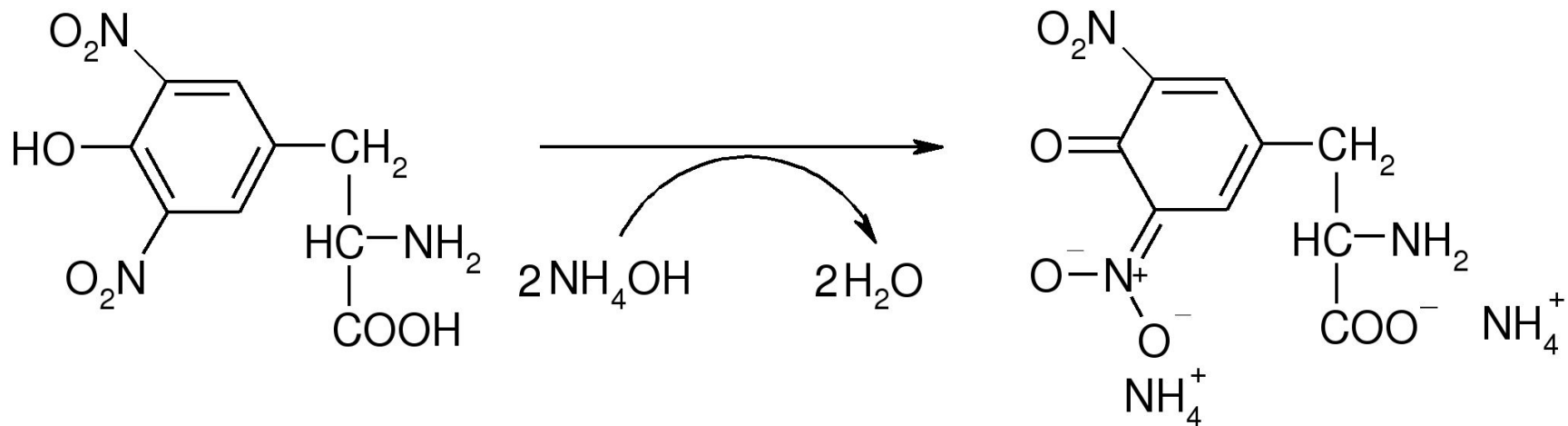
Белок +  $\text{HNO}_3$  (конц.) при нагревании  $\rightarrow$  **жёлтое окрашивание**

При нагревании с концентрированной азотной кислотой белки дают желтое окрашивание. Реакция обусловлена наличием в белках ароматических аминокислот (фенилаланина, тирозина и триптофана) и основана на образовании





Нитропроизводные аминокислот в щелочной среде образуют соли хиноидной структуры, окрашенные в **оранжевый цвет**:



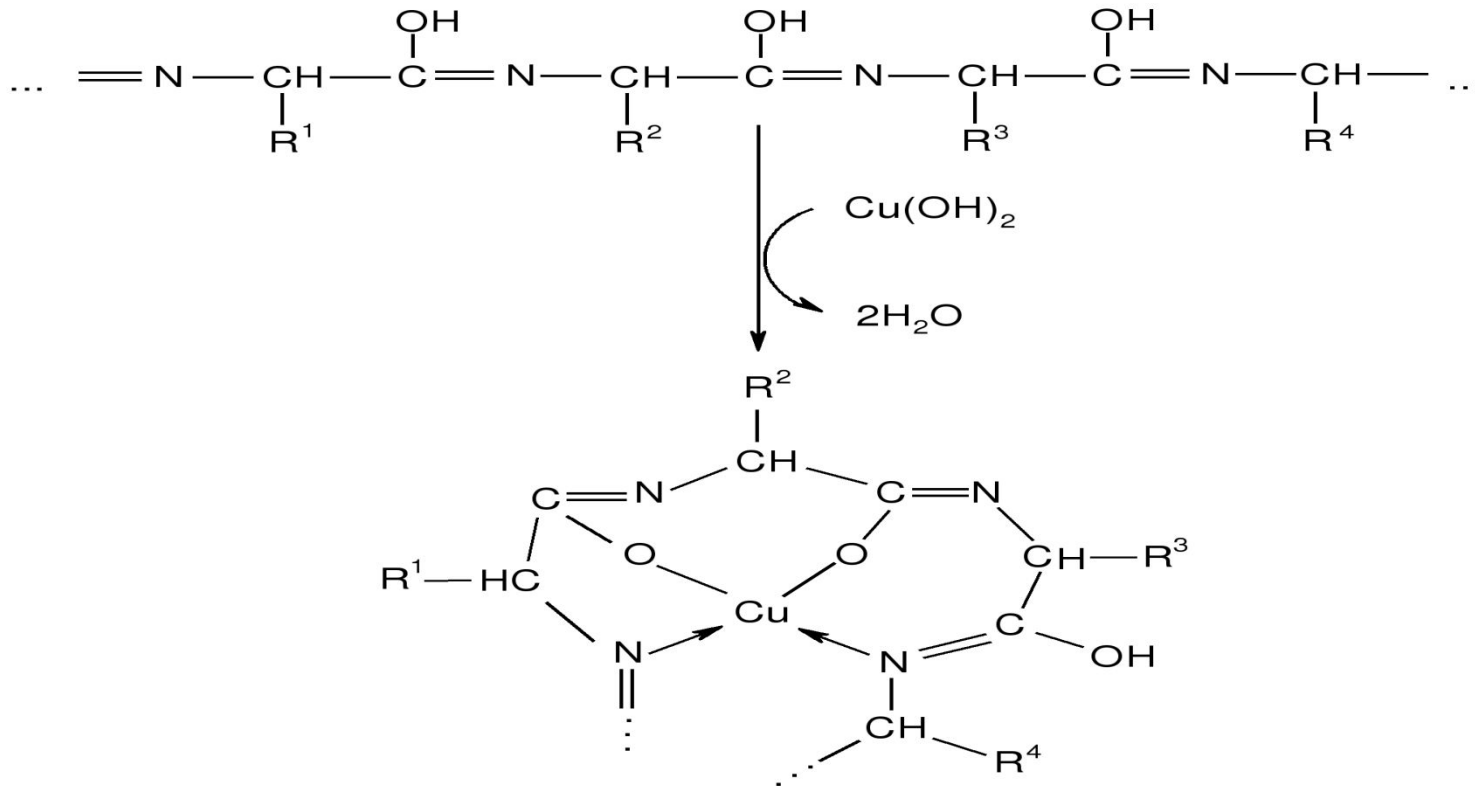
динитротирозин

аммонийная соль  
динитротирозина

## 2. Биуретовая реакция (качественная реакция на пептидную связь)

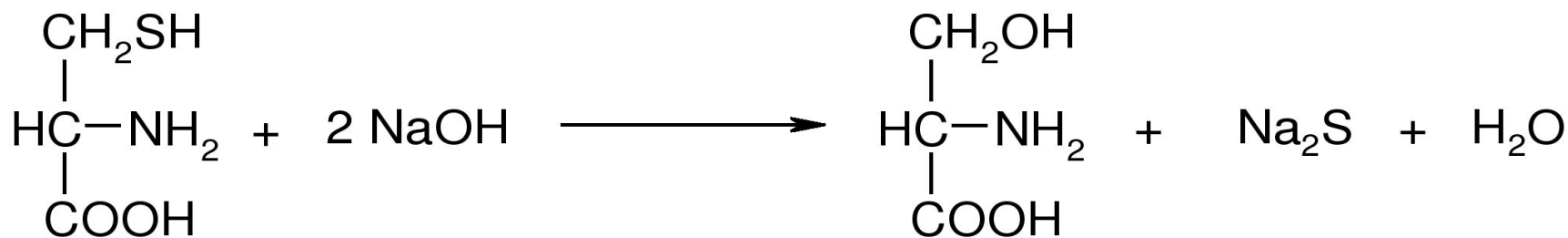
В основе ее лежит способность пептидных (-CO-NH-)связей образовывать с сульфатом меди в щелочной среде окрашенные комплексные соединения, интенсивность окраски которых зависит от длины полипептидной цепи. Раствор белка дает фиолетовое окрашивание.

**Белок + CuSO<sub>4</sub> + NaOH → фиолетовое окрашивание**



3. Реакция Фоля (Цистеиновая реакция) качественная реакция на серосодержащие аминокислоты (на цистеин и цистин), входящие в состав белка

При кипячении белка со щелочью от цистеина (цистина) легко отщепляется сера в виде сероводорода, который в щелочной среде образует сульфид натрия:



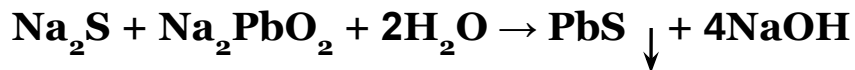
ЦИСТЕИН

серин

Для выявления сульфида натрия используют ацетат свинца, который при взаимодействии с избытком гидроксида натрия превращается в тетрагидроксоплюмбат:

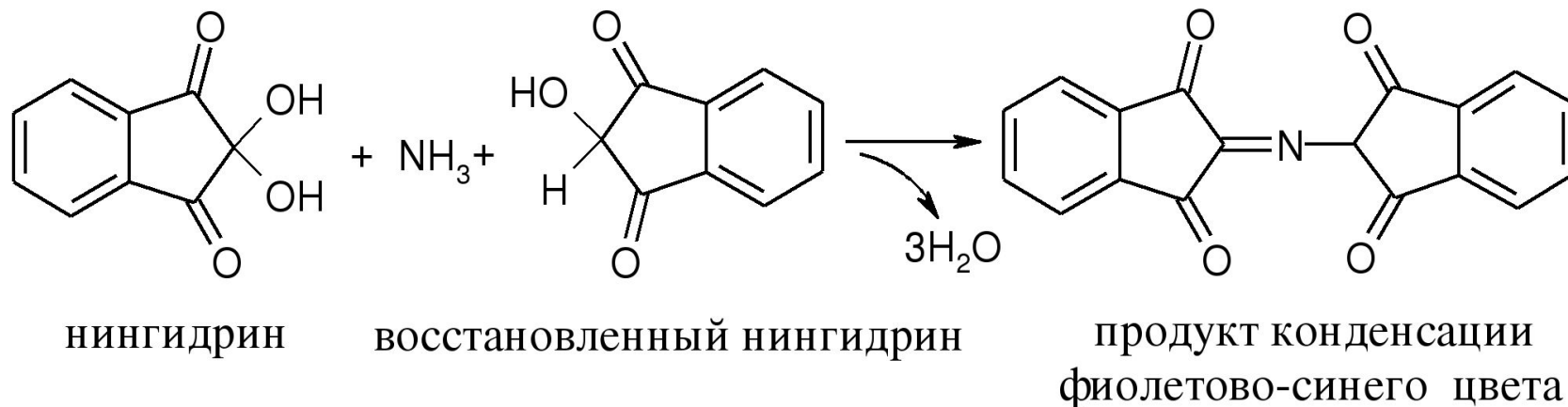
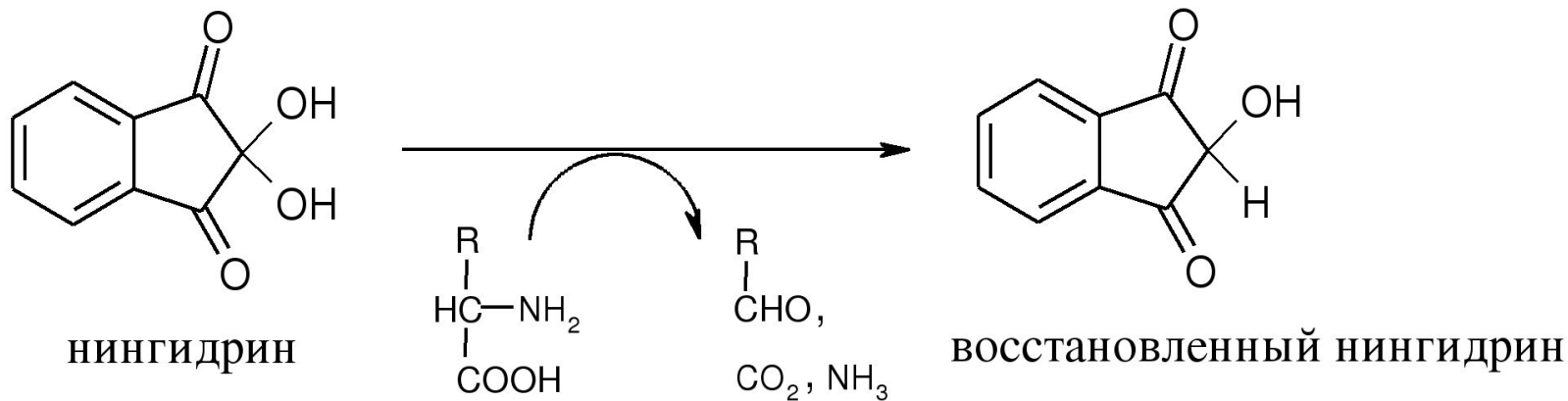


В результате взаимодействий ионов серы и свинца образуется сульфид свинца черного или бурого цвета :



#### 4. Нингидриновая реакция. (качественная реакция на аминокислоту)

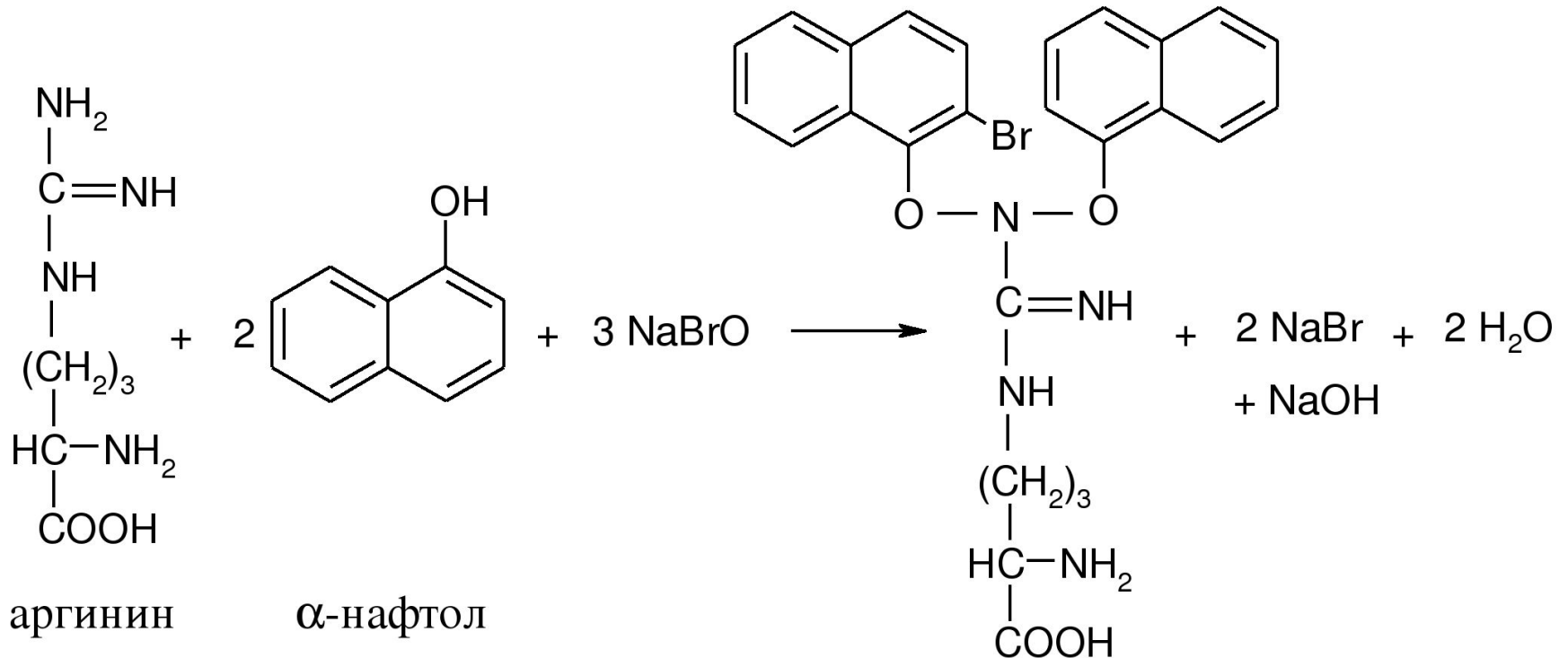
Белки, полипептиды и свободные  $\alpha$ -аминокислоты при нагревании реагируют с нингидрином с образованием продукта конденсации, окрашенного в **фиолетый цвет**:





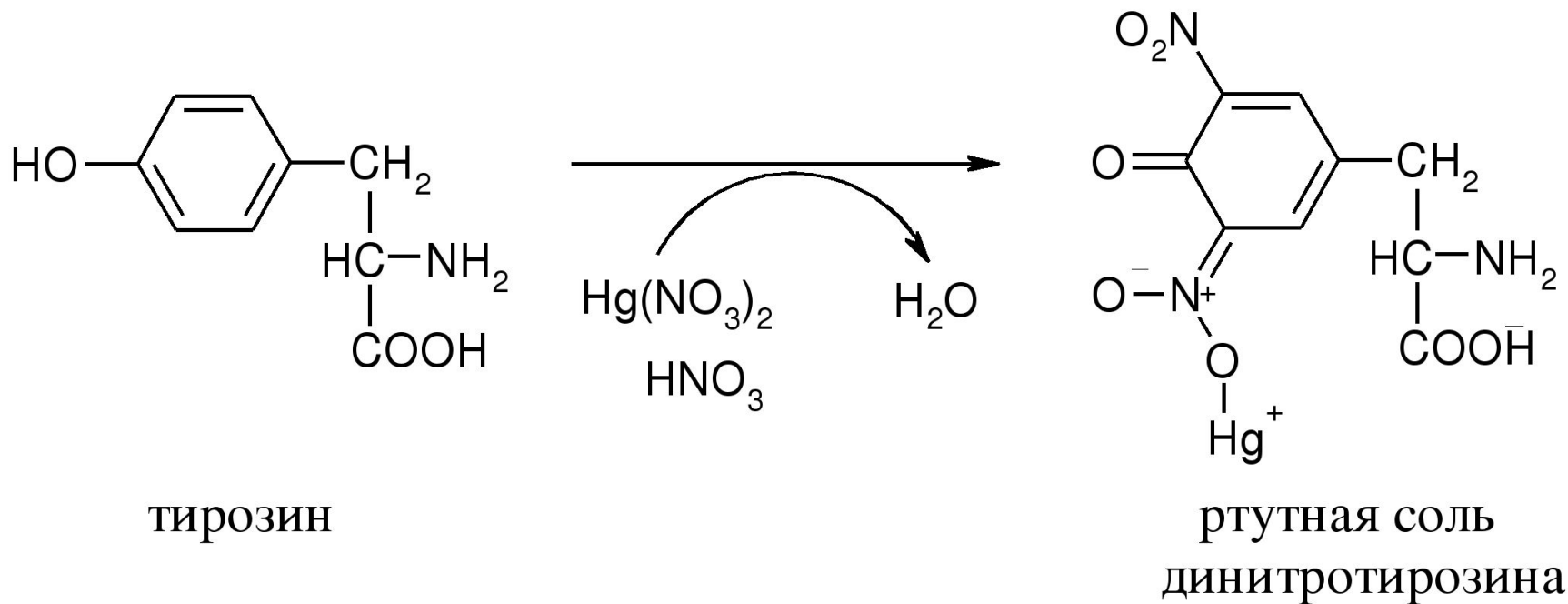
## 7) Реакция Сакагучи (на аргинин)

Белки, содержащие аргинин, в присутствии щелочи дают красное окрашивание с гипобромитом и  $\alpha$ -нафтолом. Гуанидиновая группа аргинина окисляется гипобромитом, и окисленный аргинин при взаимодействии с  $\alpha$ -нафтолом образует продукт конденсации **красного цвета**:



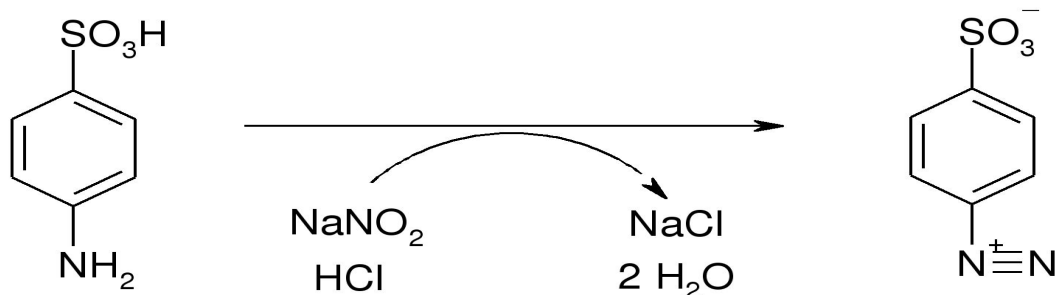
## 8) Реакция Миллона (на тирозин)

Реакция Миллона открывает в белке тирозин, в составе которого имеется фенольный радикал. При нагревании белка с реактивом Миллона (смесь нитратов и нитритов ртути (I) и (II), растворенных в концентрированной азотной кислоте) образуется осадок, окрашенный сначала в розовый, а затем в **красный цвет**. Реактив Миллона дает окрашивание почти со всеми фенолами:



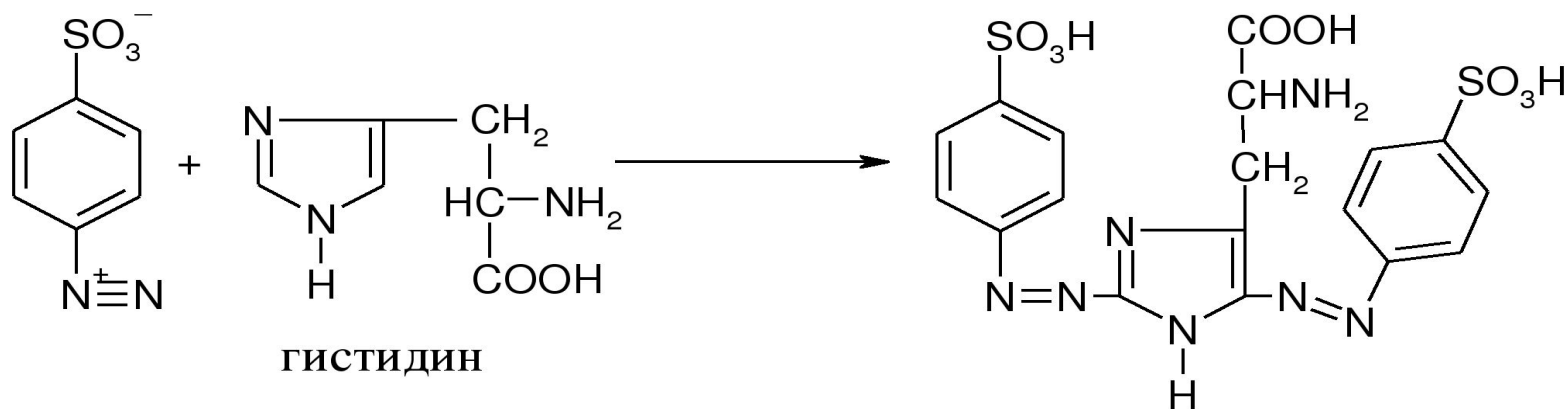
## 9) Реакция Паули (на гистидин и тирозин)

Реакция Паули позволяет обнаружить в белке аминокислоты гистидин и тирозин, которые образуют с диазобензол-сульфоной кислотой соединения вишнево красного цвета. Диазобензолсульфокислота образуется в реакции диазотирования при взаимодействии сульфаниловой кислоты с нитритом натрия (или калия) в кислой среде:



сульфаниловая кислота

4-дiazобензолсульфо́кислота



ГИСТИДИН



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**

Выполнила: Илютикова Жанна  
группа А-210(1)