

# Строение и свойства белков

# Что такое белки?

Белки, или протеины (от греч. «протос» — «первый»), — это природные органические соединения, которые обеспечивают все жизненные процессы любого организма.



# Биополимеры

## ПОЛИМЕРЫ

### ГОМОПОЛИМЕРЫ

представлены одним  
видом мономеров  
(A – A – A – A ...)

### ГЕТЕРОПОЛИМЕРЫ

представлены несколькими  
различными мономерами  
(A – B – C – A – D ...)

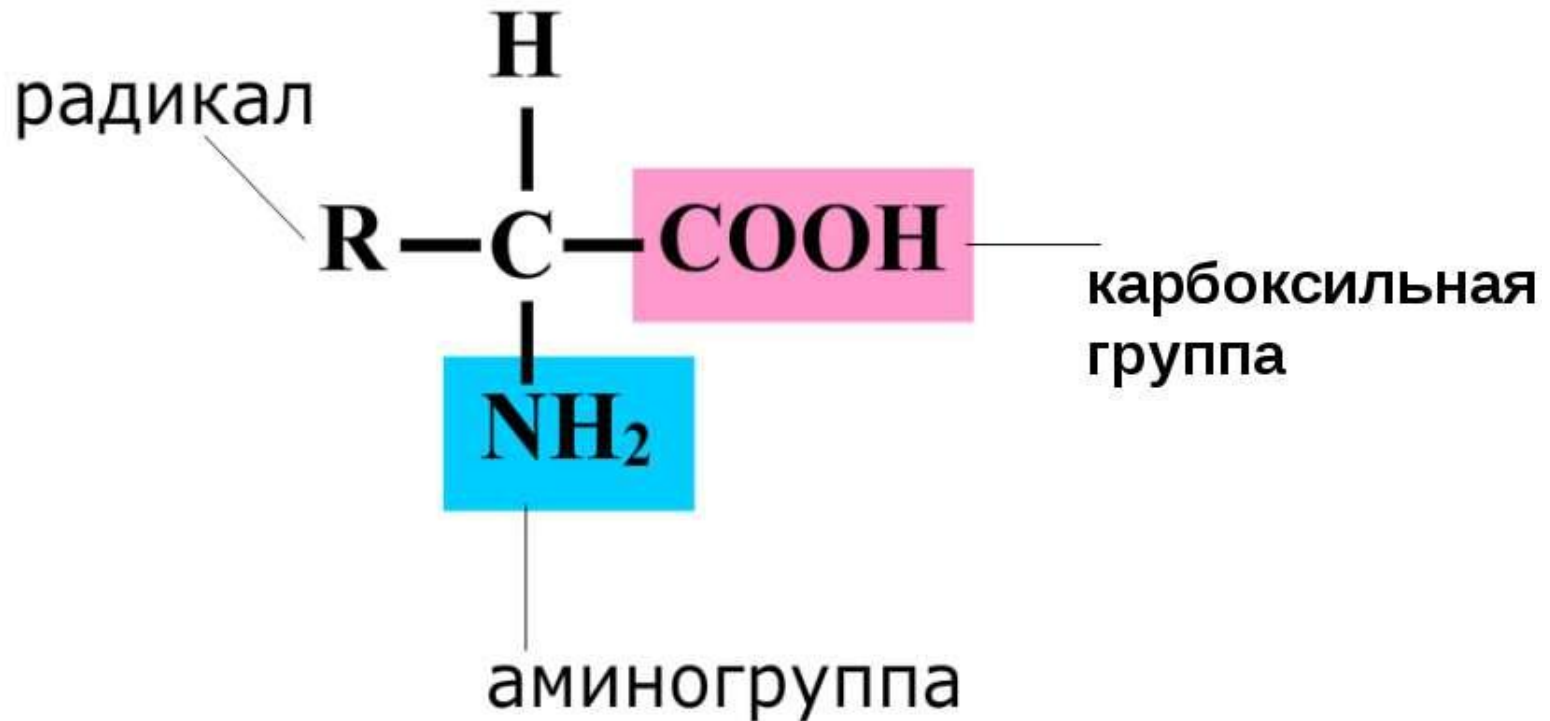
### РЕГУЛЯРНЫЕ

группа мономеров  
периодически повторяется  
... A-B-A-B-A-B ...  
... A-A-B-B-B-A-A-B-  
B-B ... ... A-B-C-A-B-C-A-B-  
C ...

### НЕРЕГУЛЯРНЫЕ

нет видимой  
повторяемости  
мономеров ...  
A-B-A-A-B-A-B-B-B-A ...  
A-B-C-B-B-C-A-C-A-A-C

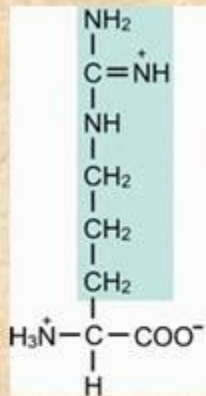
- Структурной единицей белков служит аминокислота. Белки нерегулярные полимеры.



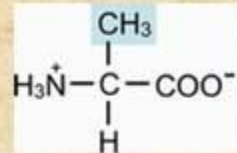
Каждая из 20 аминокислот имеет одинаковую часть ( $\text{NH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$ ) и отличается от любой другой аминокислоты **R-группой**, или **радикалом**

# Состав белков

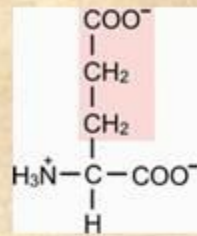
Обычные аминокислоты, входящие в состав белков



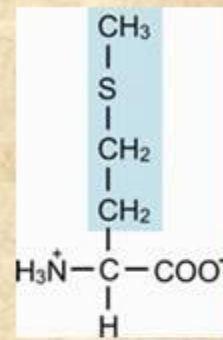
аргинин



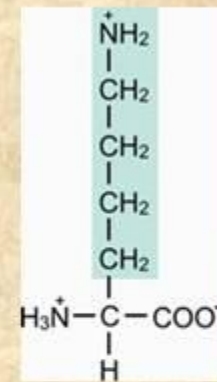
аланин



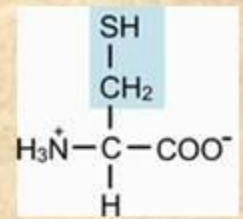
Глутаминовая кислота



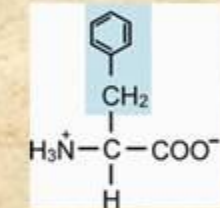
метионин



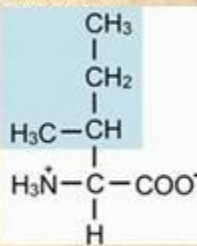
лизин



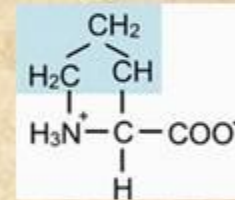
цистеин



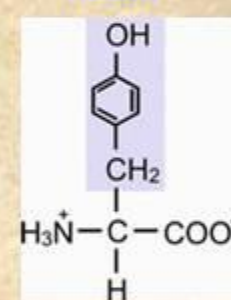
фенилаланин



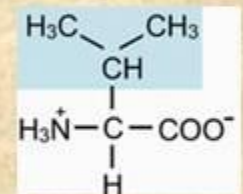
изолейцин



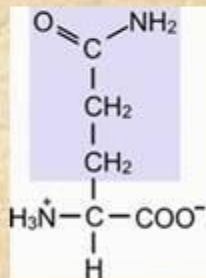
пролин



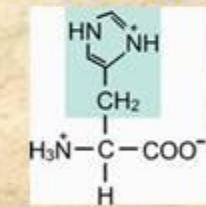
тирозин



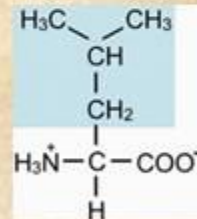
валин



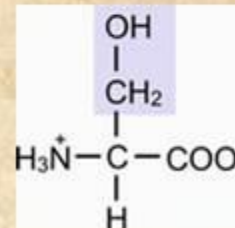
аспарагин



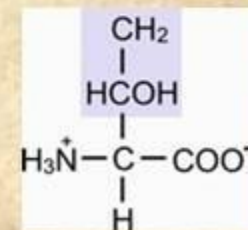
гистидин



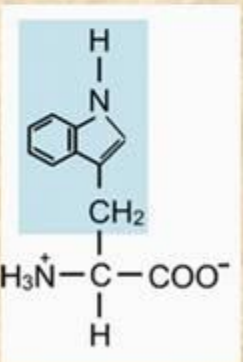
лейцин



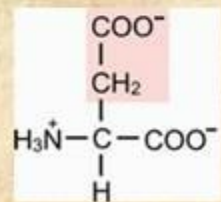
серин



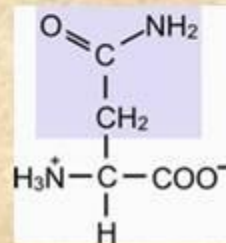
треонин



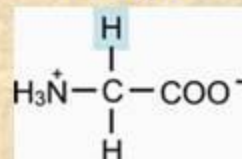
триптофан



Аспарагиновая кислота



глутамин



глицин

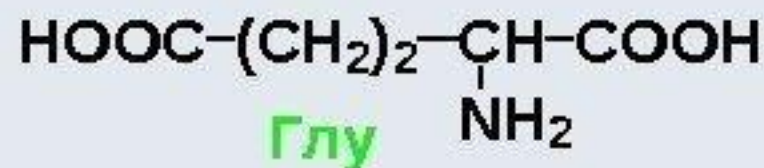
# Аминокислоты

кислые

моноамино-  
дикарбоновые

1 NH<sub>2</sub>-группа,  
2 COOH-группы

pI (2-3)



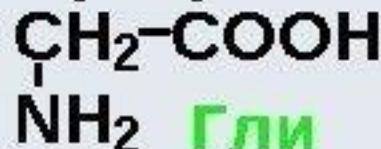
pI = 3,22

нейтральные

моноамино-  
монокарбоновые

1 NH<sub>2</sub>-группа,  
1 COOH-группа

pI (5-6)



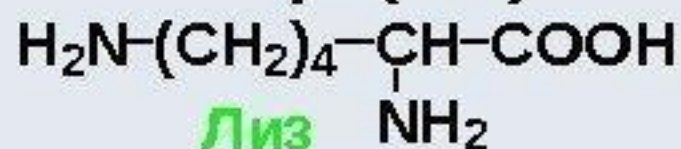
pI = 6,20

основные

диамино-  
монокарбоновые

2 NH<sub>2</sub>-группы,  
1 COOH-группа

pI (8-9)



pI = 9,74

Сокращенное название	Аминокислота	Сокращенное название	Аминокислота
<b>Ала</b>	Аланин	<b>Лей</b>	Лейцин
<b>Арг</b>	Аргинин	<b>Лиз</b>	Лизин
<b>Асп</b>	Аспарагин	<b>Мет</b>	Метионин
<b>Асп</b>	Аспарагиновая к.	<b>Про</b>	Пролин
<b>Вал</b>	Валин	<b>Сер</b>	Серин
<b>Гис</b>	Гистидин	<b>Тир</b>	Тирозин
<b>Гли</b>	Глицин	<b>Тре</b>	Треонин
<b>Гли</b>	Глутамин	<b>Три</b>	Триптофан
<b>Глу</b>	Глутаминовая к.	<b>Фен</b>	Фенилаланин
<b>Иле</b>	Изолейцин	<b>Цис</b>	Цистеин

# НЕЗАМЕНИМЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ

- не могут быть синтезированы в организме
- необходимо поступление в организм с пищей.



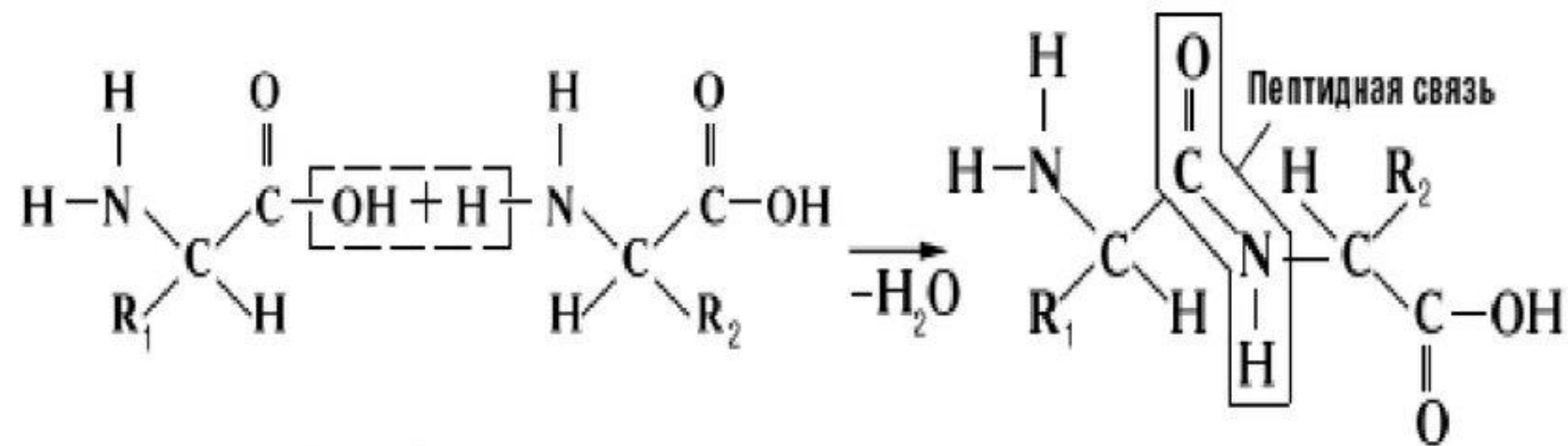
Для человека: аргинин, валин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан и фенилаланин.



# Строение белков.

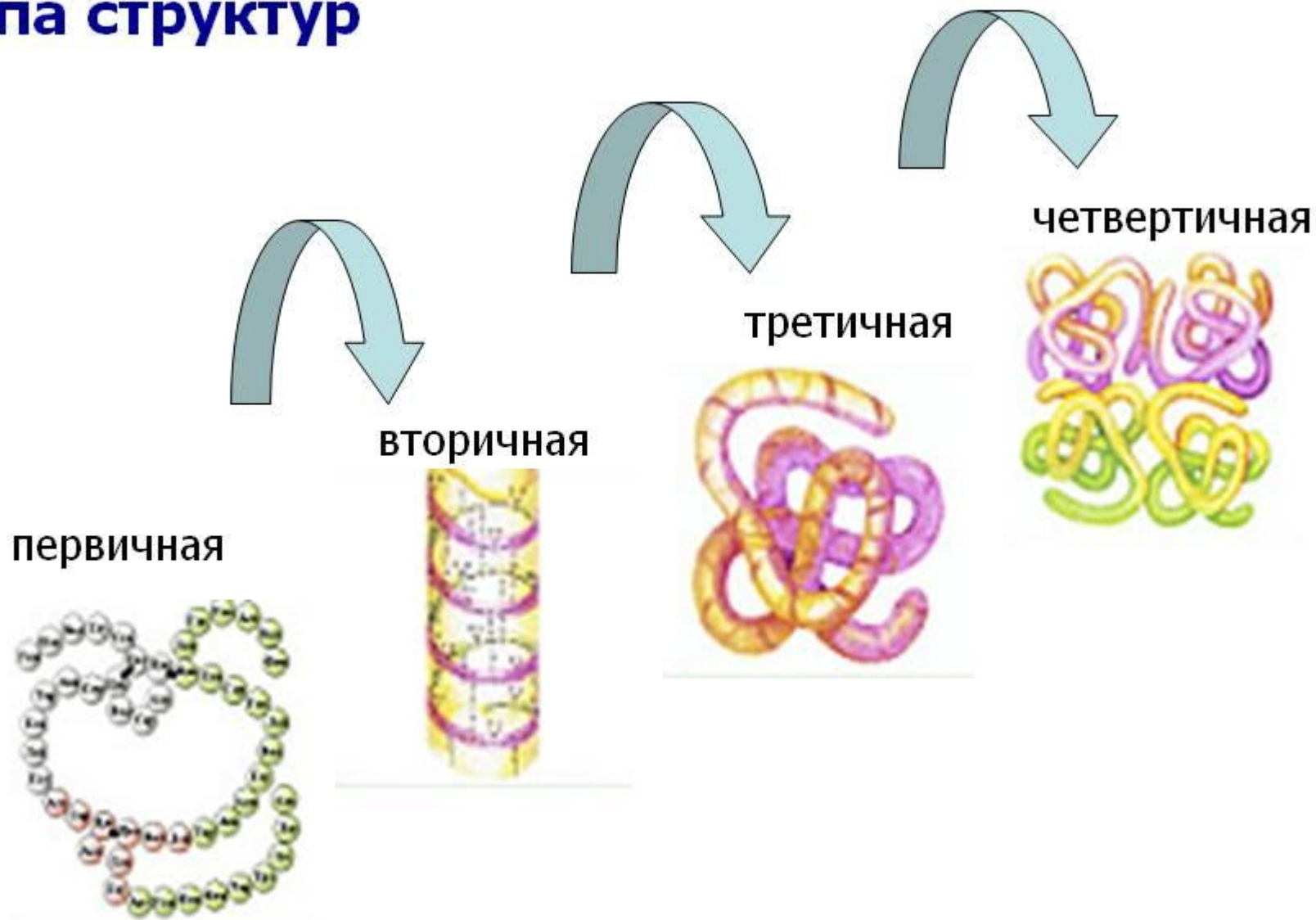
- Белки состоят из остатков аминокислот, соединенных пептидными связями, отсюда их второе название-полипептиды.
- Белки имеют четыре пространственные структуры (конформации):  
первичную, вторичную, третичную и четвертичную.

# СХЕМА ПЕПТИДНОЙ СВЯЗИ



$R_1$  и  $R_2$  - части молекулы, к-рые у разных аминокислот различны

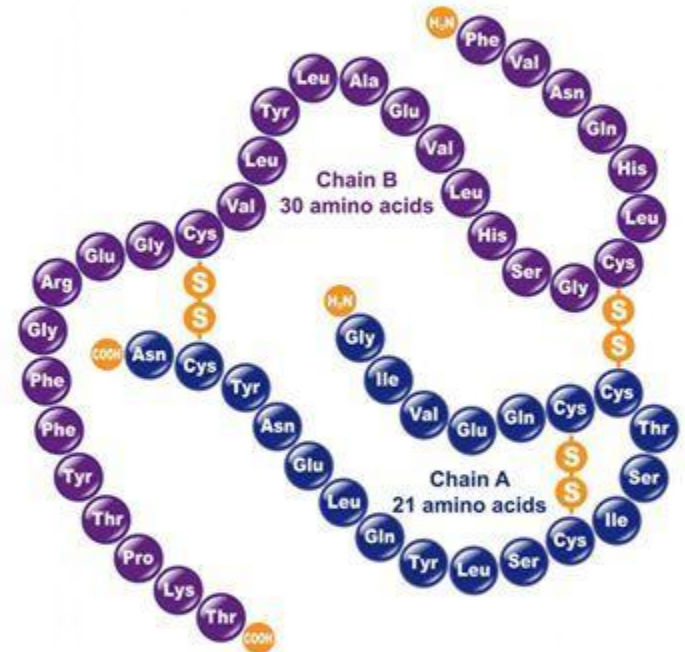
# Белковая молекула может образовать 4 типа структур



# Уровни организации белковой молекулы

- Первичная структура

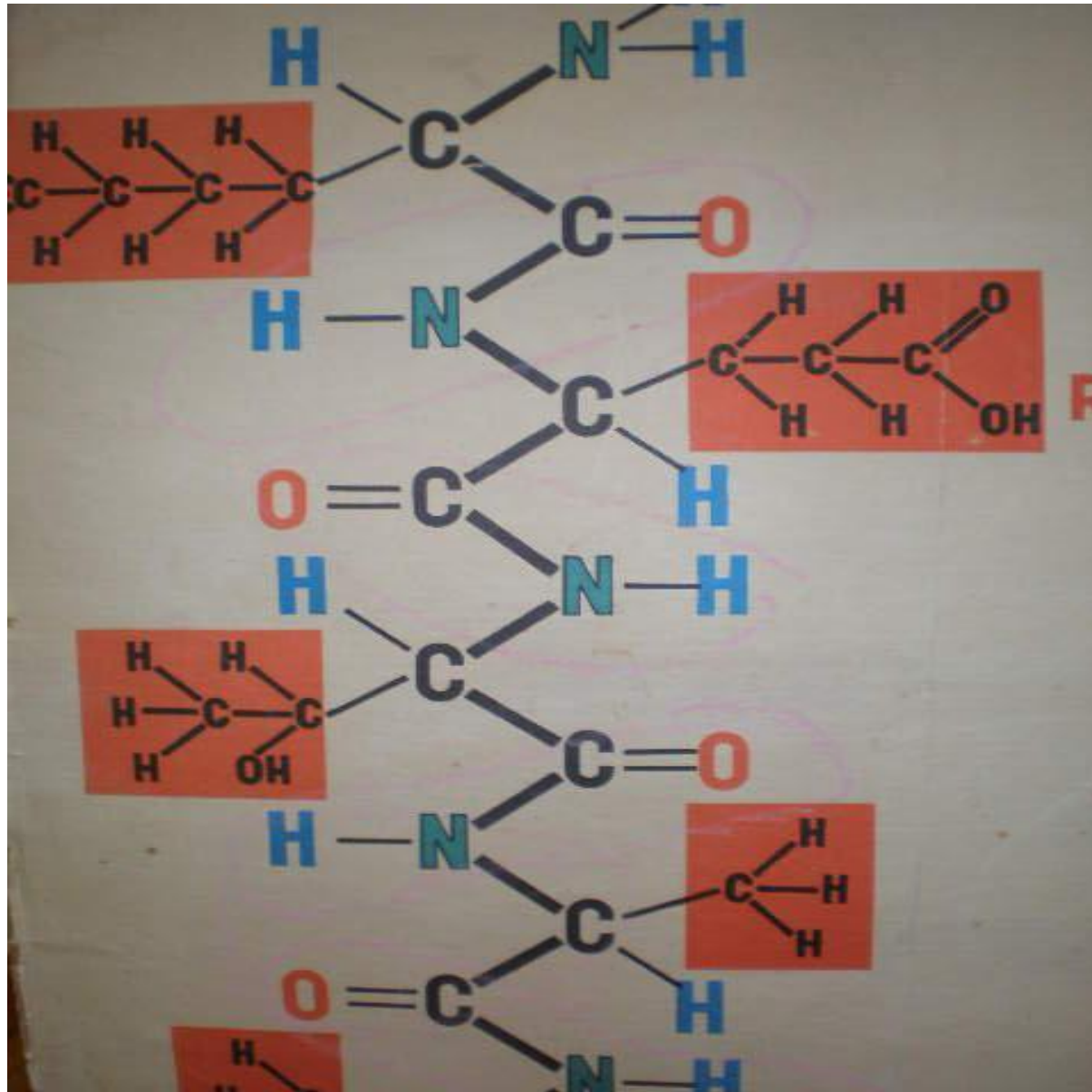
последовательность аминокислотных остатков



Первичная структура  
инсулина человека  
(<http://www.interactive-biology.com>)

Разрушение первичной структуры – гидролиз!

# Пептидная связь



# УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

- Роль пептидов в процессе жизнедеятельности организмов многообразна:
- - они служат гормонами: инсулин, глюкагон, гормон роста и др.;
- - некоторые являются сильнейшими ядами (яды змей, пауков, насекомых, грибов);
- - антибиотиками;
- - регуляторами психической деятельности.
- Значительное число природных пептидов удалось синтезировать. Искусственным путём получены сотни аналогов природных пептидов с более сильным биологическим действием.

# УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

⊙ **Вторичная структура** (организации белковых молекул) - это способ укладки полипептидной цепи в упорядоченную структуру:

- - а – спираль (с симметричными витками);
- - b – складчатый слой;

*Вторичная структура белка определяется первичной - т.е. какие аминокислотные остатки в ней находятся.*

Есть белки, где есть одновременно обе структуры.

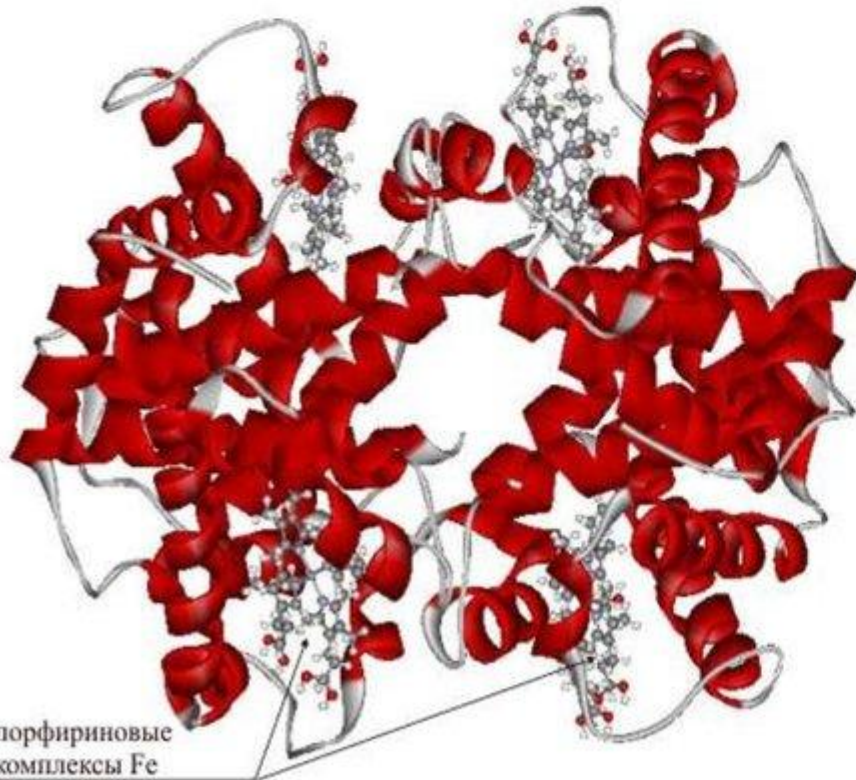
## УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

- ⦿ **Третичная структура** - спираль, которая далее свертывается, образуя:
  - - клубок – глобулу;
  - - пучок нитей – фибриллу;Они специфичны для каждого белка.



# УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ

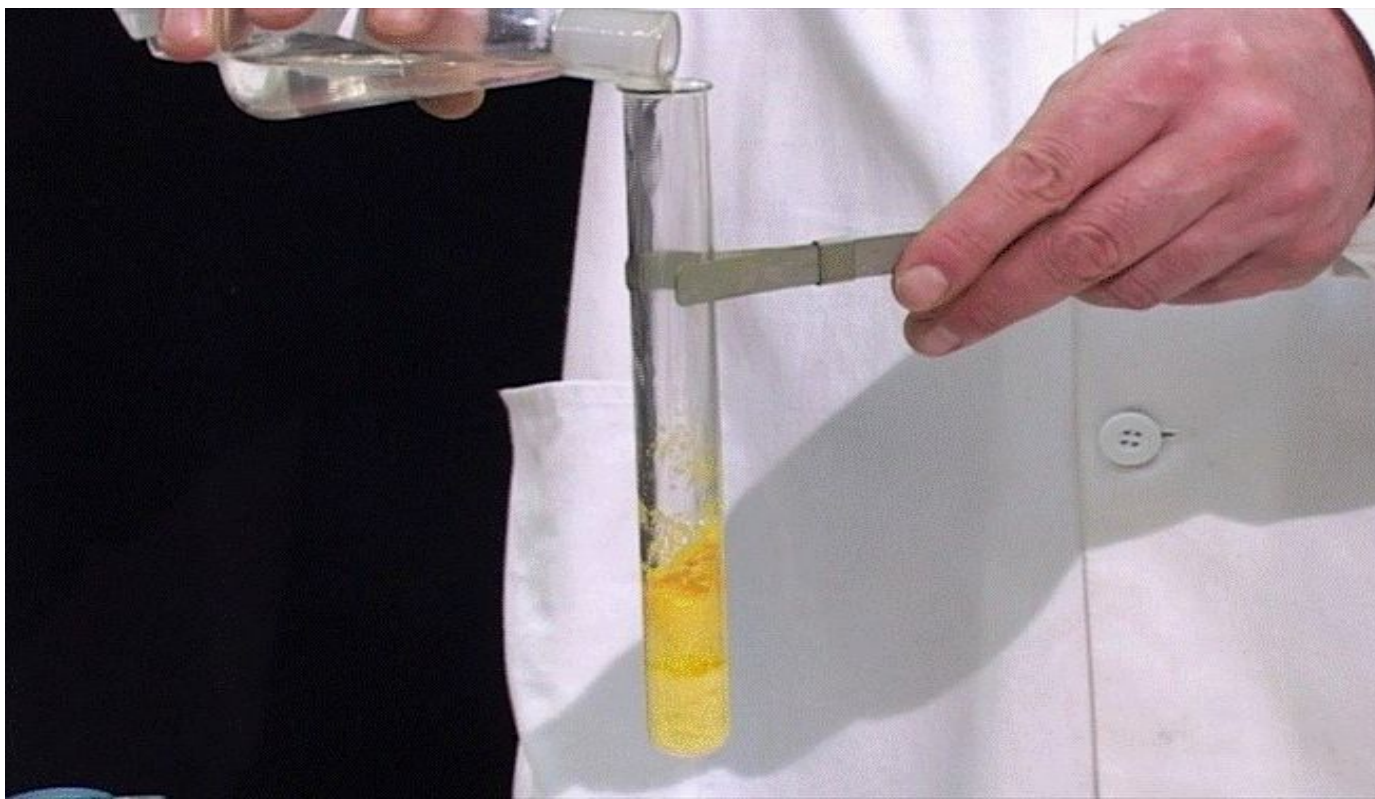
**Четвертичная структура** – состоит из нескольких глобул: у гемоглобина 4 глобулы.



порфириновые  
комплексы Fe

# Ксантопротеиновая реакция

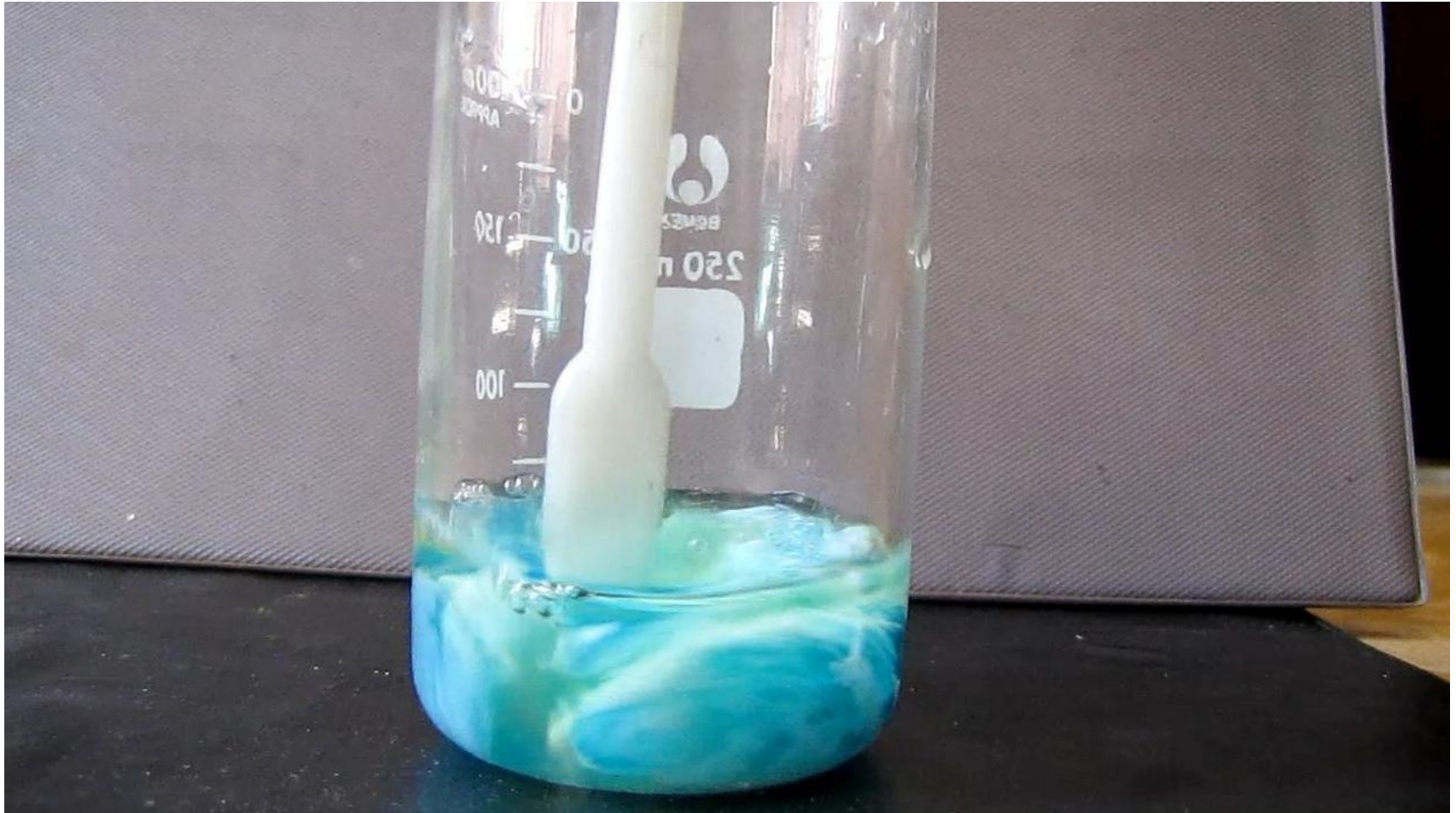
- Если к раствору белка прилить концентрированную азотную кислоту и нагреть, то образуется характерная желтая окраска раствора.



Разрушение белка- денатурация.  
Действие серной кислоты на  
белок.



# Денатурация белка сульфатом меди.



# КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ

## ○ I. По сложности строения белки делят на **простые и сложные**:

- - простые (однокомпонентные) белки состоят только из белковой части и распадаются на аминокислоты;
- - сложные (двухкомпонентные): в их состав входит протеин и добавочная группа небелковой природы – простетическая группа.

*В ее качестве могут выступить липиды - образя липопротеиды; углеводы - гликопротеиды; нуклеиновые кислоты - нуклеопротеиды; ионы металла - металлопротеиды (белок ферритин в селезенке содержит 20% железа).*

# КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ

○ II. По форме белковой молекулы белки разделяют на:

- **глобулярные**  
(корпускулярные);
- **фибриллярные**  
(волокнистые);

# ФИБРИЛЛЯРНЫЕ БЕЛКИ

- Молекулы фибриллярных белков нитевидные по форме и собраны в пучки, образующие волокна;
- Они выполняют защитную функцию образуя наружный слой нашей кожи;
- Участвуют в образовании соединительной ткани, включая хрящевую и сухожилия мышц.

# ГЛОБУЛЯРНЫЕ БЕЛКИ

- Их подавляющее большинство среди белков;
- Они имеют более сложную пространственную структуру;
- Выполняют более разнообразные функции:
  - - катализируют химические реакции в клетке;
  - - обеспечивают растворимость белка в воде и др.



# КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ

○ III. По растворимости в воде и растворах солей выделяют:

- - альбумины;
- - глобулины.

Альбумины – очень хорошо растворяются в воде и в концентрированных солевых растворах;

*Молекула альбуминов состоит из одной полипептидной цепи и насчитывает до 600 аминокислотных остатков;*

*Это альбумин белка куриного яйца, альбумин сыворотки крови, альбумин мышечной ткани.*

*Выполняют транспортные и питательные функции.*

# КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ

- ⊙ Глобулины – не растворяются в воде и в умеренно концентрированных растворах солей (или выпадают в осадок при их высокой концентрации).
- ⊙ Но в очень слабых растворах солей растворимы.
- ⊙ *Это фибриноген, глобулин сыворотки крови, глобулин мышечной ткани, глобулин белка куриного яйца.*
- ⊙ *Выполняют транспортную и защитную функцию.*