

# Строение, свойства и функции аминокислот и белков

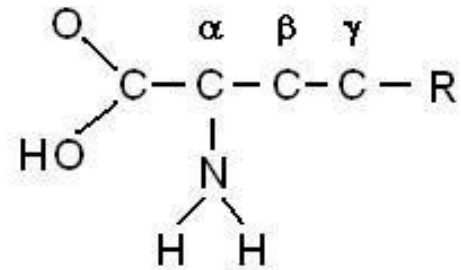
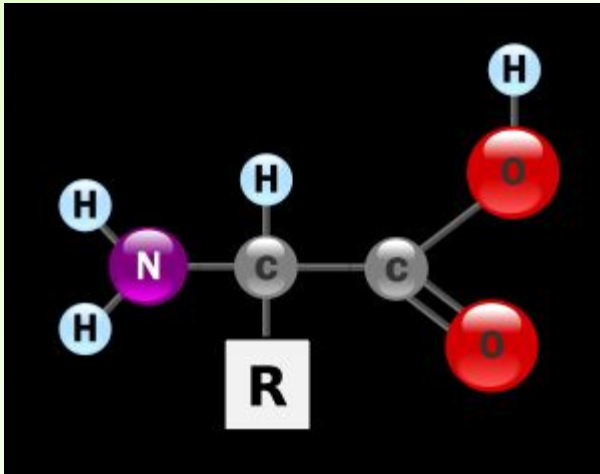
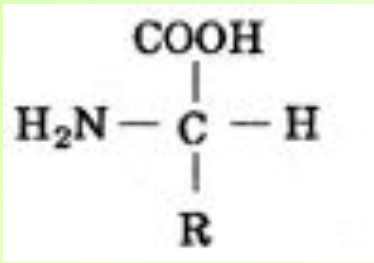
## Лекция 1



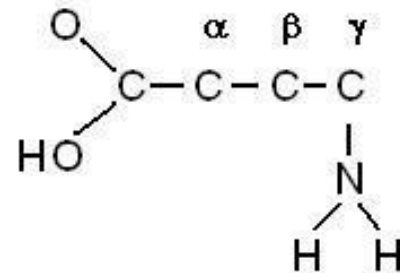
# План лекции

- Структура, свойства и функции аминокислот
- Классификация аминокислот
- Природные пептиды
- Строение, свойства и функции белков
- Классификация белков
- Методы разделения белков
- Белковые препараты в медицине

# Структура аминокислот

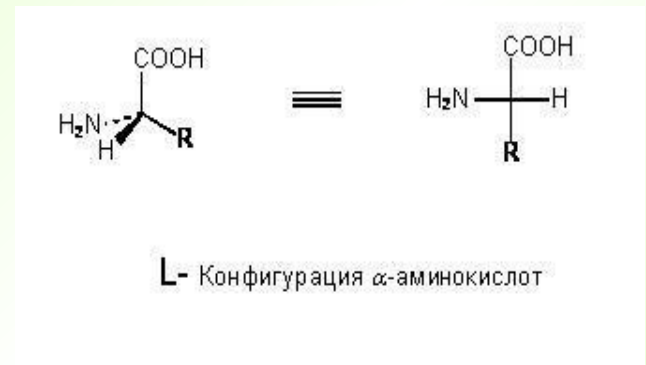


$\alpha$ -аминокислота



$\gamma$ -аминокислота

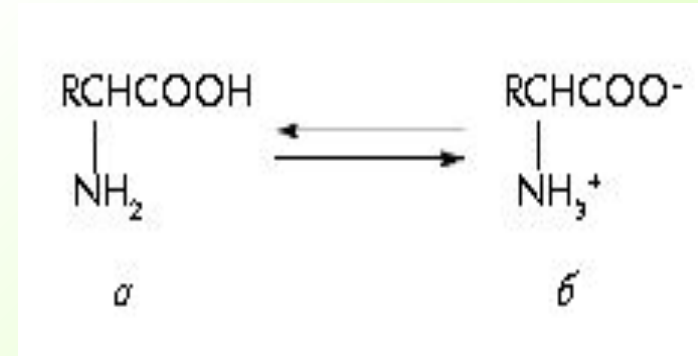
# Физические свойства аминокислот



- **Стереои́зомерия**: L и D формы – энантиомеры (**хиральный центр**)

- **Изоэлектрическая точка pI** – значение pH, при котором **суммарный заряд аминокислоты равен нулю** (при pH=7 цвиттер-ион).

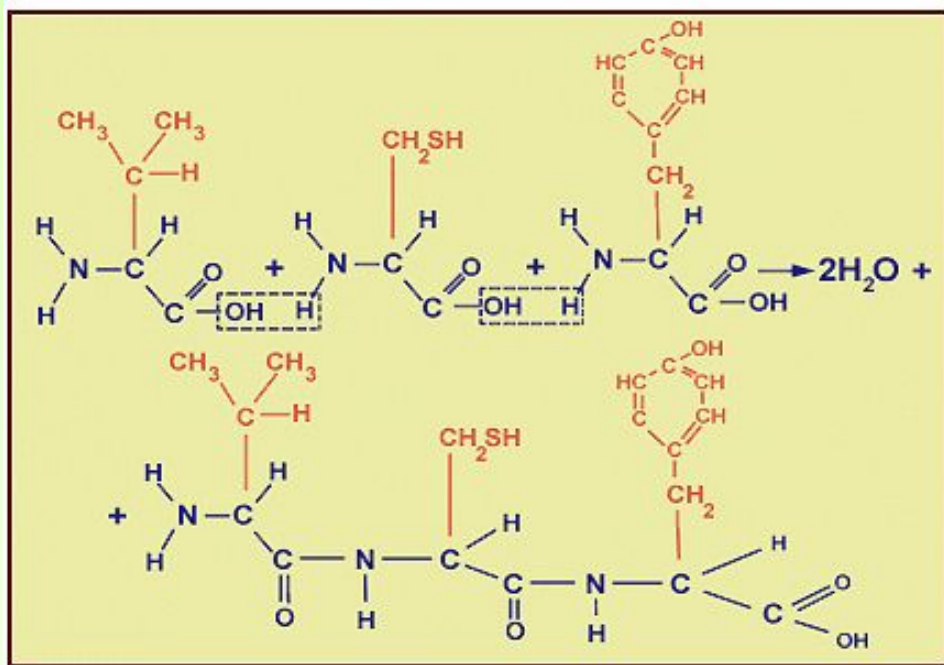
$$pI_{\text{АЛА}} = 6,02$$



- **Растворимость** – растворяются в полярных растворителях (вода)
- **Температура плавления** выше 200°C
- **Ионные: катионная и анионная формы** (в зависимости от pH):
  - в кислой:  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{NH}_3^+$ ;
  - в нейтральной:  $-\text{COO}^-$ ,  $-\text{NH}_3^+$ ;
  - в щелочной:  $-\text{COO}^-$ ,  $-\text{NH}_2$

# Химические свойства:

- образование пептидной связи;
- цветные реакции;
- реакции, свойственные функциональным группам



Связь называется пептидной (1902г. – Г.Э. Фишер) от греческого *пепсис* – пищеварение, т.к. эта связь гидролизуется пищеварительным ферментом желудочного сока *пепсином*. По природе пептидная связь является ковалентной.

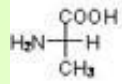
# Биологические функции аминокислот

- Мономеры белков
- Входят в состав природных соединений (кофермента КоА –  $\beta$ -аланин; желчных кислот - глицин и др.)
- Переносчики сигналов: ГЛУ, АСП, ГЛИ
- Метаболиты: ГЛН донор азота при синтезе нуклеиновых кислот
- Являются предшественниками биологически активных веществ: ГИС – предшественник гистамина

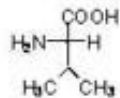
# Классификация аминокислот (СРС)

## АМИНОКИСЛОТЫ

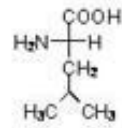
### НЕПОЛЯРНЫЕ



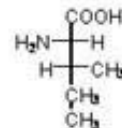
L-Аланин  
**Ala**



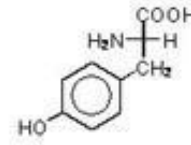
L-Валин  
**Val**



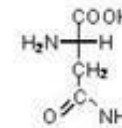
L-Лейцин  
**Leu**



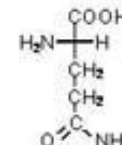
L-Изолейцин  
**Ile**



L-Тирозин  
**Tyr**



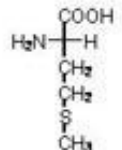
L-Аспарагин  
**Asn**



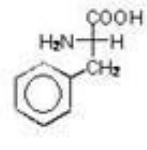
L-Глутамин  
**Gln**



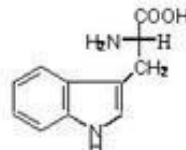
L-Пролин  
**Pro**



L-Метионин  
**Met**



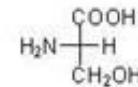
L-Фенилаланин  
**Phe**



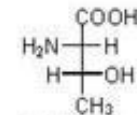
L-Триптофан  
**Trp**



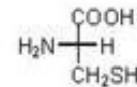
Глицин  
**Gly**



L-Серин  
**Ser**

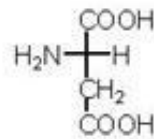


L-Треонин  
**Thr**

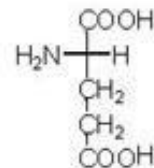


L-Цистеин  
**Cys**

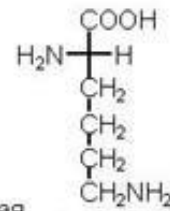
### ЗАРЯЖЕННЫЕ



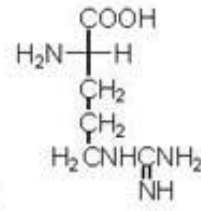
L-Аспарагиновая  
кислота  
**Asp**



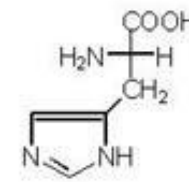
L-Глутаминовая  
кислота  
**Glu**



L-Лизин  
**Lys**



L-Аргинин  
**Arg**



L-Гистидин  
**His**

# Классификация аминокислот по биологическому и физиологическому значению (СРС)

**Заменяемые:** ГЛИ, АЛА, ПРО, АСП, АСН, ГЛУ, ГЛН, СЕР, ТИР, ЦИС

**Незаменимые:** ВАЛ, ЛЕЙ, ИЛЕ, ЛИЗ, ФЕН, ТРП, МЕТ, ТРЕ

**Частично заменяемые:** АРГ, ГИС - незаменимые для детей; ТИР – незаменимая при фенилкетонурии у детей



# Классификация по структуре радикала (СРС)

- **Алифатические монокарбоновые кислоты:** гли, ала, вал, лей, илей.
- **Оксиаминокислоты (алифатические) :** сер, тре.
- **Серосодержащие:** цис, мет.
- **Основные (диаминомонокарбоновые):** лиз, арг, гис.
- **Кислые (моноаминодикарбоновые):** аспарагиновая, глутаминовая, у них есть амиды (асн, глн).
- **Ароматические:** фен, тир, трп.
- **Гетероциклические:** гис, три.
- **Иминокислота:** про.

# Природные пептиды

- Две аминокислоты образуют дипептид: **карнозин, ансерин** – в мышечной ткани
- три аминокислоты – трипептид: **глутатион**
- Пептиды, содержащие до 10 аминокислот, называют олигопептидами: **окситоцин, вазопрессин (9), энкефалины, эндорфины**, а до 50 — полипептидами: **глюкагон (29)**,
- Полипептиды, содержащие более 50 аминокислот, уже называют белками: **инсулин (51)**.

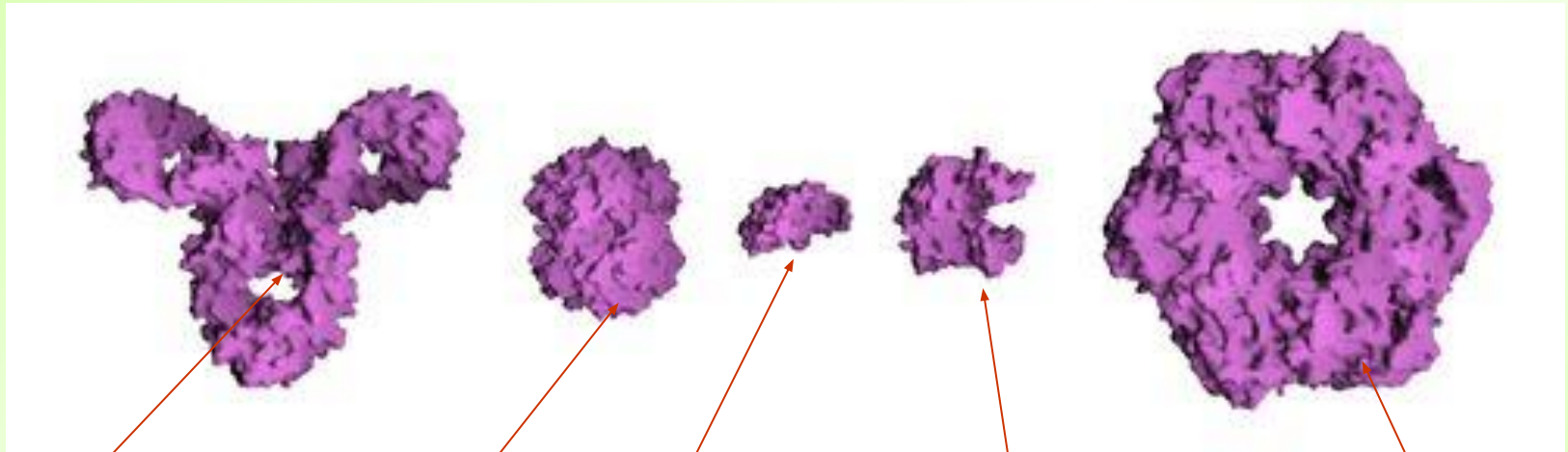
**Белки – высокомолекулярные азотосодержащие органические полимеры.**

**Они являются гетерополимерами (т.е. нерегулярные полимеры) и состоят из 20 мономеров – природных альфа-аминокислот.**

**С ними связаны следующие свойства живого:**

- **Способность к воспроизведению.**
- **Сократимость и движение.**
- **Обмен веществ (распад и обновление составных частей живого организма) с участием белков-ферментов.**

# Размеры белков



**IgG, гемоглобин, инсулин, аденилаткиназа, глутаминсинтаза**  
**150 kD, 16 kD, 5,5 kD,**

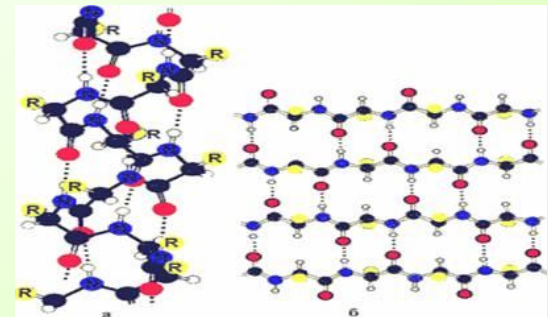
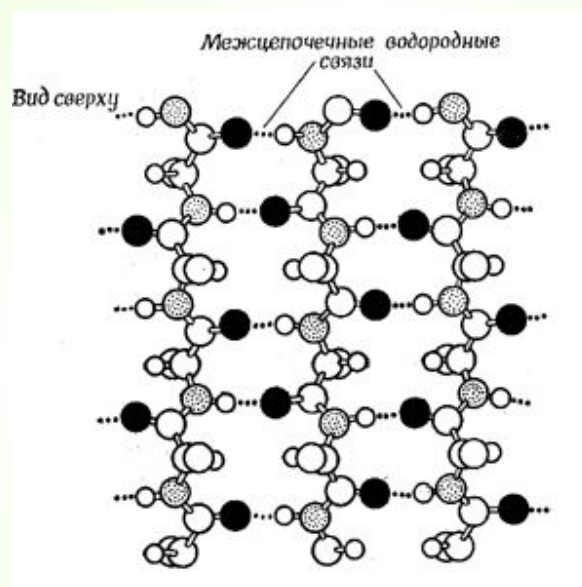
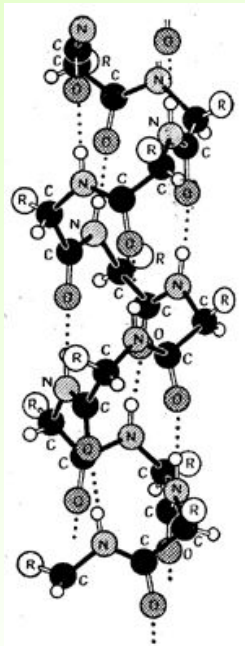
# Первичная структура белков



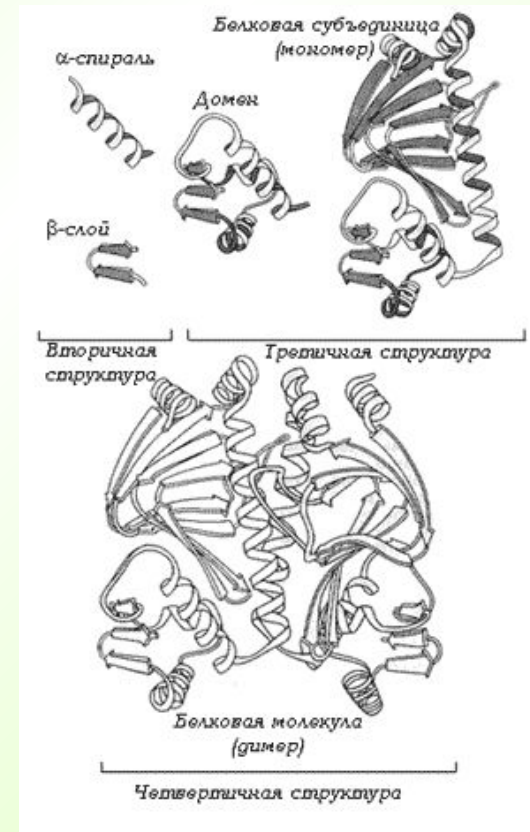
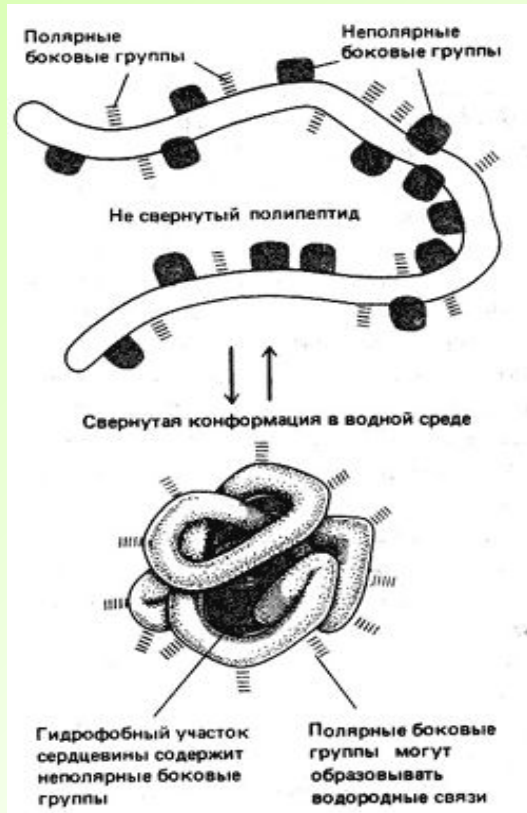
**Вторичная структура: 2 формы  $\alpha$ -спираль и  $\beta$ -складчатый слой имеют водородную связь между звеньями соседних полипептидных цепей.**



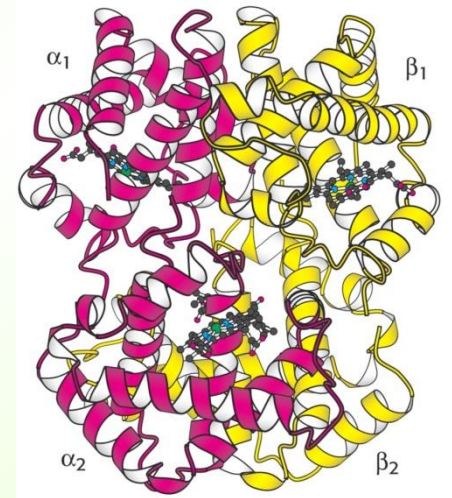
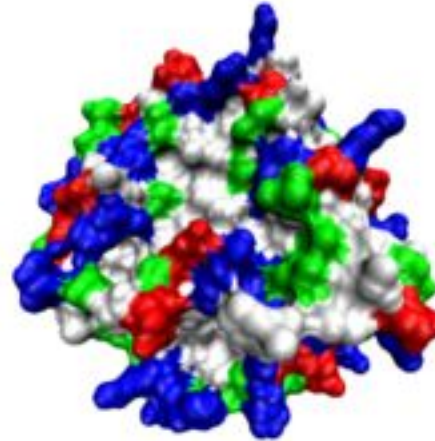
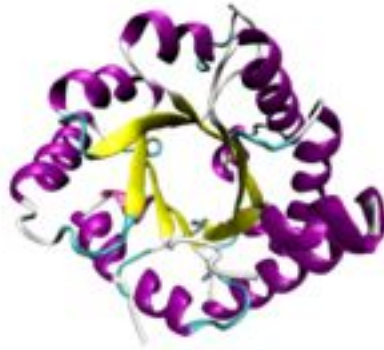
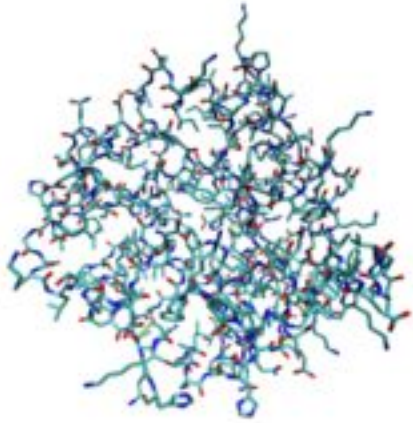
**Группы N–H и C=O, входящие в пептидную связь поляризованы: азот обладает большей электроотрицательностью, чем водород, а кислород – большей, чем углерод.**



# Конформация белка («сворачивание» белка – образование глобулы)



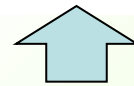
# Структурная организация белков



**Первичная**



**Вторичная**



**Третичная**



**Четвертичная**



# Биологическая роль белков

- **Пластическая:** миозин, актин, коллаген
- **Каталитическая:** ферменты
- **Регуляторная:** инсулин
- **Защитная:** иммуноглобулины
- **Транспортная:** ферритин
- **Пищевая и запасная (резервная):** Яичный альбумин, казеин молока, глиадин пшеницы
- **Рецепторная:** белки биомембран
- **Поддерживают pH крови:** белковый и гемоглобулиновый буфер
- **Поддерживают онкотическое давление крови**
- **Когенетическая:** участвуют в хранении и передачи генетической информации

# Классификация белков

По структуре

Простые

Сложные

По составу

По форме

Полноценные

Неполноценные

Глобулярные

Фибриллярные

По растворимости

Альбумины  
В воде

Глобулины  
В солевых  
растворах

Проламины  
В 79-80% спирте

Гистоны  
В солевых  
растворах

# Сложные белки имеют простетические группы

- **Гликопротеины** (содержат углеводы).
- **Липопротеины** (содержат липиды).
- **Фосфопротеины** (содержат фосфорную кислоту).
- **Хромопроотеины** (содержат окрашенную простетическую группу).
- **Металлопротеины** (содержат ионы различных металлов).
- **Нуклеопротеины** (содержат нуклеиновые кислоты).

# Классификация белков по функциям

- *Структурные* – входят в различные структуры клетки и организма.
- *Ферменты* – являются биологическими катализаторами.
- *Гормоны* – являются регуляторами биологических функций.
- *Транспортные* – переносят различные вещества.
- *Защитные* – обеспечивают иммунные реакции организма.
- *Сократительные* – участвуют в сокращении мышечных волокон.
- *Запасные* – служат резервными веществами клетки и организма.
- *Токсины* – являются ядами, используемыми живыми существами в целях защиты или нападения.

# Физико-химические свойства белков

- **Высокий молекулярный вес: 16 000-1 000 000: высокая вязкость, способность к набуханию, низкое осмотическое, высокое онкотическое давление**
- **Амфотерность и подвижность в электромагнитном поле: заряд белковой молекулы обусловлен наличием гидрофильных группировок аминокислот (-COOH, -OH, -NH<sub>2</sub>, -SH) и может меняться в зависимости от pH. Белки бывают **кислыми и основными**.**
- **pI – значение pH, при котором суммарный заряд белка равен 0, у большинства варьирует от 5,5 до 7: pI пепсина равен 1, сальмина – 12**
- **Оптическая активность и способность к поглощению УФ**

# Денатурация

**Денатурация – это нарушение пространственной структуры белка и изменение нативных свойств белка при воздействии на них определенных агентов.**

При денатурации белок **перестает функционировать.**

нарушается **четвертичная, третичная и вторичная структура,** первичная структура не изменяется,

**Факторы, вызывающие денатурацию:**

- **Физические: термические (кипячение); радиоактивное излучение.**
- **Химические: кислоты, -  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ , щелочи -  $\text{NaOH}$ , соли тяжелых металлов - меди, ртути, мышьяка, органические соединения – токсины, алкалоиды – танины и др.**

# Ренатурация

- Ренатурация – восстановление нативной пространственной структуры и свойств белка (биологической активности)
- Для этого необходимо очень короткое воздействие денатурирующих агентов и физиологические условия: рН, температура.

# Методы выделения белков

- **Высаливание белков:**  $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$  - снимается **гидратная оболочка**, белок сохраняет свою структуру, все связи, нативные свойства.

Такие белки можно затем вновь растворить и использовать.

- **Осаждение с потерей нативных свойств белка** - процесс **необратимый**. С белка снимается гидратная оболочка и заряд, при этом нарушаются свойства.



# **Методы выделения и очистки белков**

- **экстракция белков водными или водно-солевыми растворами;**
- **диализ;**
- **электрофорез;**
- **хроматография: аффинная, гель-проникающая; ионообменная**
- **ультрацентрифугирование.**

# Белковые препараты в медицине

- $\gamma$ -глобулин
- Иммуномодулятор – интерферон
- Гормоны – инсулин, гормон роста и др.
- Ферменты поджелудочной железы:  
(мезим, панкреатин)
- Парентеральное питание (смесь аминокислот)