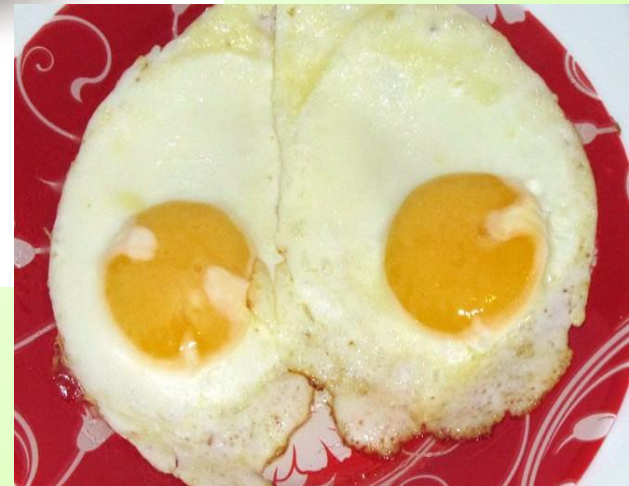


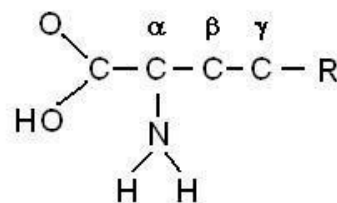
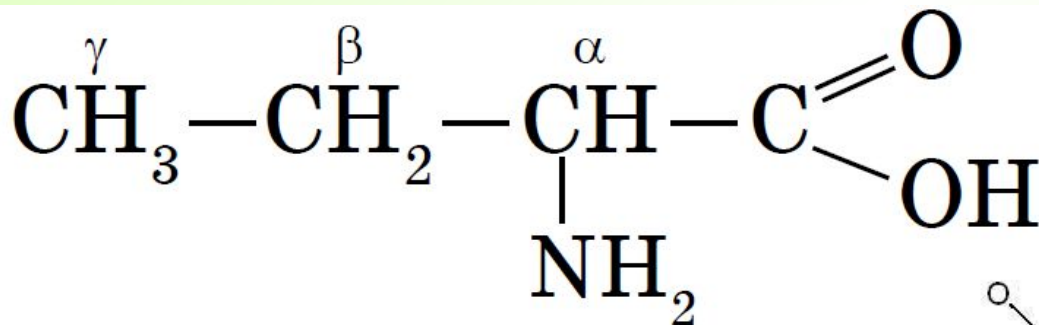
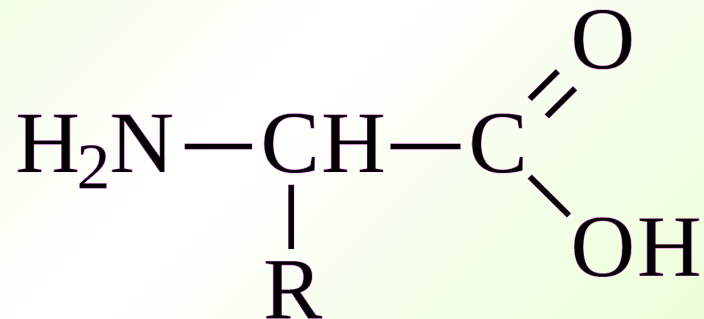
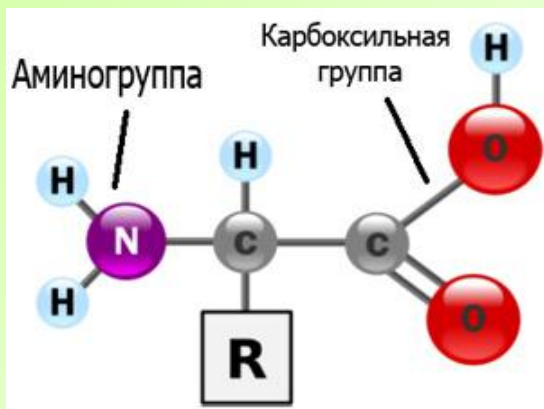
# Строение, свойства и функции аминокислот и белков



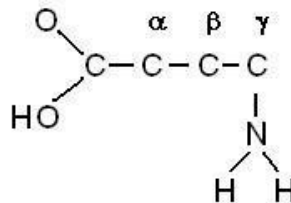
# План лекции

- **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

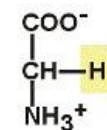


$\alpha$ -аминокислота

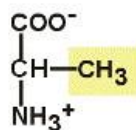


$\gamma$ -аминокислота

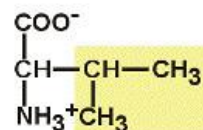
# Структура 20 протеиногенных аминокислот



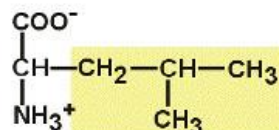
Глицин



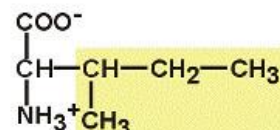
Аланин



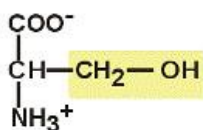
Валин



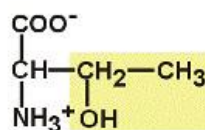
Лейцин



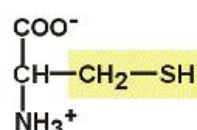
Изолейцин



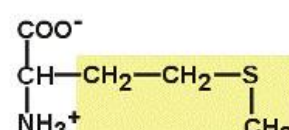
Серин



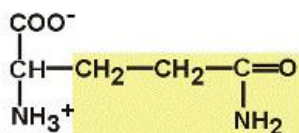
Треонин



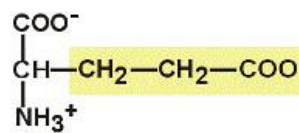
Цистеин



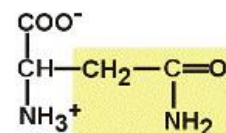
Метионин



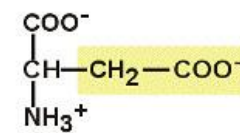
Глутамин



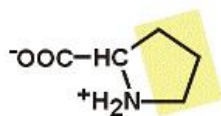
Глутаминовая кислота



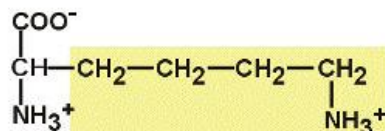
Аспарагин



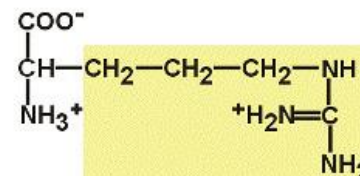
Аспарагиновая кислота



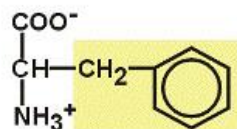
Пролин



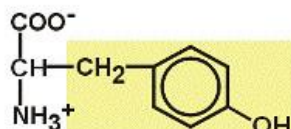
Лизин



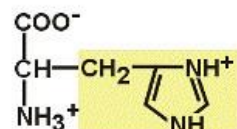
Аргинин



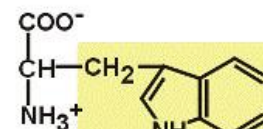
Фенилаланин



Тирозин



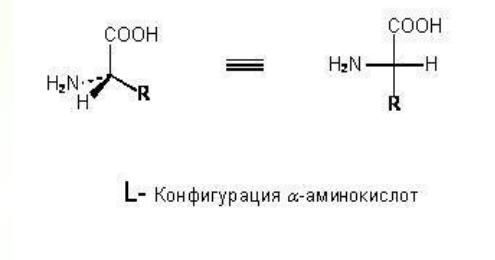
Гистидин



Триптофан

# Физические свойства аминокислот

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



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

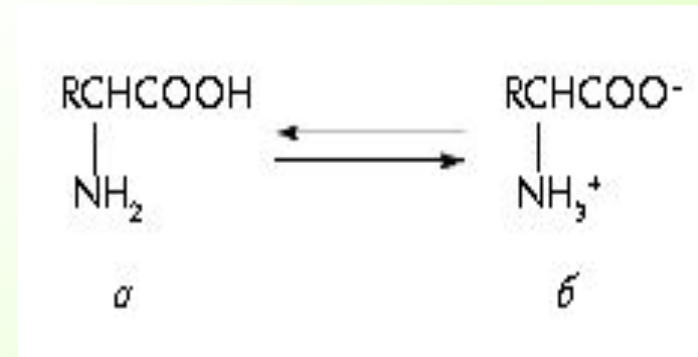
$$pI_{\text{АЛА}} = 6,02$$

- **Растворимость** – растворяются в полярных растворителях (вода)
- **Температура плавления** выше 200°C
- **Ионные:** **катионная и анионная формы** (в зависимости от pH):

в кислой:  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{NH}_3^+$ ;

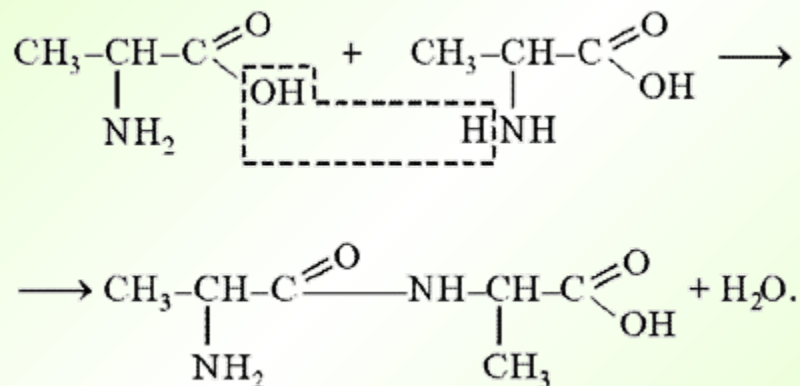
в нейтральной:  $-\text{COO}^-$ ,  $-\text{NH}_3^+$ ;

в щелочной:  $-\text{COO}^-$ ,  $-\text{NH}_2$



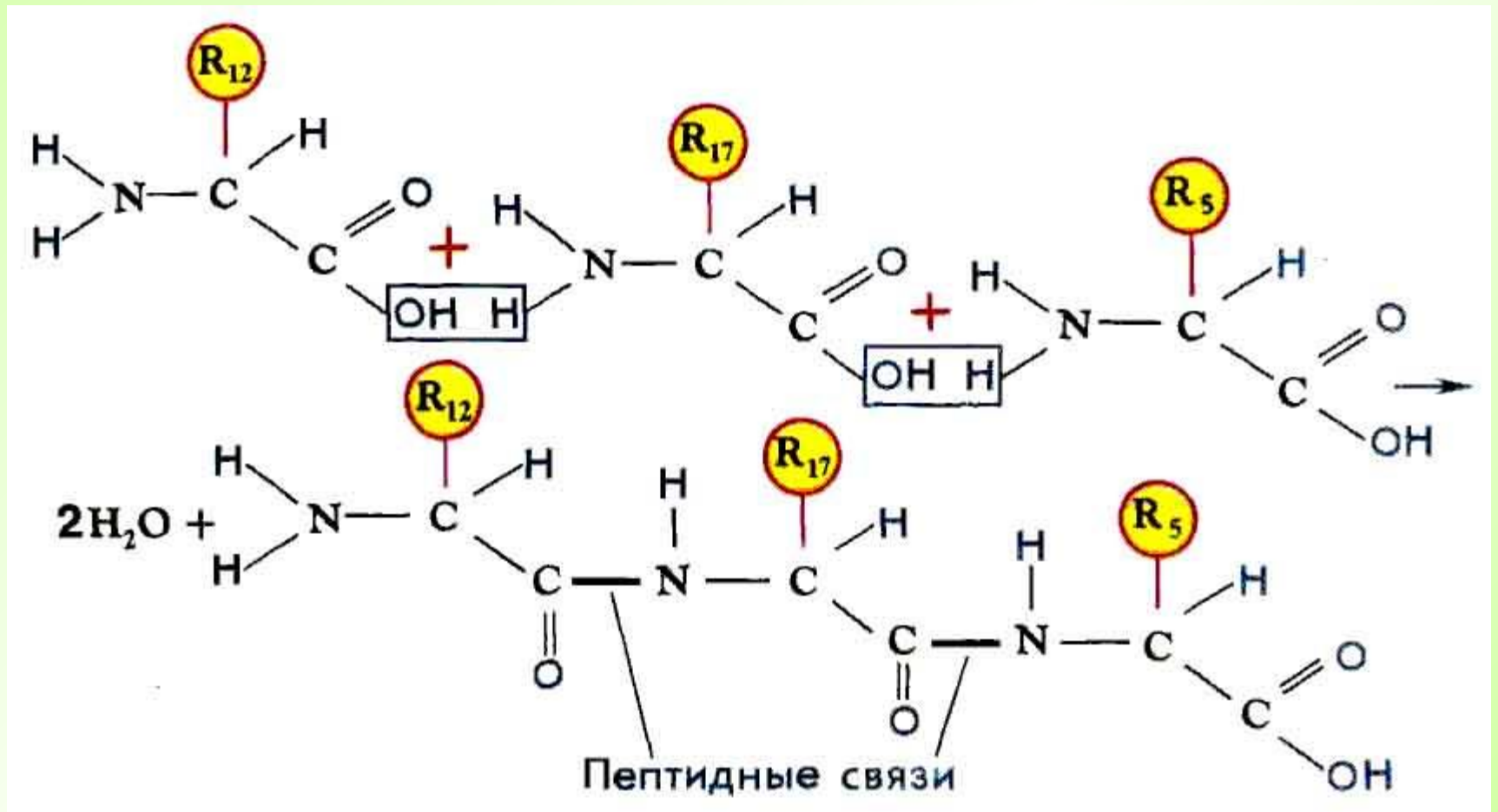
# Химические свойства:

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



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

# Образование трипептида





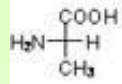
# **Биологические функции аминокислот**

- **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**

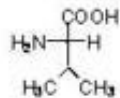
# Классификация аминокислот (СРС)

## АМИНОКИСЛОТЫ

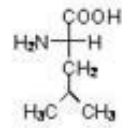
### НЕПОЛЯРНЫЕ



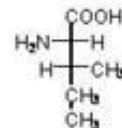
L-Аланин  
**Ala**



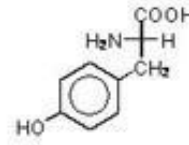
L-Валин  
**Val**



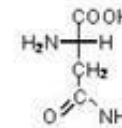
L-Лейцин  
**Leu**



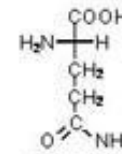
L-Изолейцин  
**Ile**



L-Тирозин  
**Tyr**



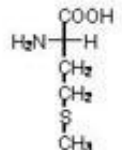
L-Аспарагин  
**Asn**



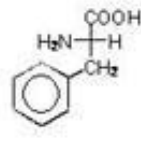
L-Глутамин  
**Gln**



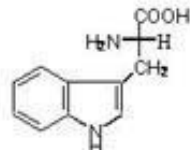
L-Пролин  
**Pro**



L-Метионин  
**Met**



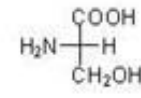
L-Фенилаланин  
**Phe**



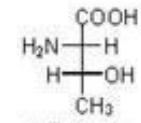
L-Триптофан  
**Trp**



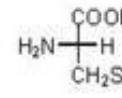
Глицин  
**Gly**



L-Серин  
**Ser**

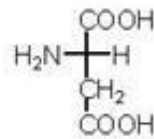


L-Треонин  
**Thr**

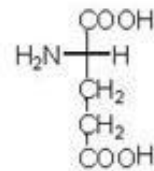


L-Цистеин  
**Cys**

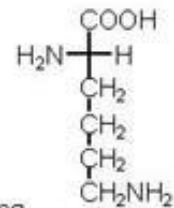
### ЗАРЯЖЕННЫЕ



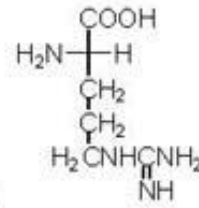
L-Аспарагиновая  
кислота  
**Asp**



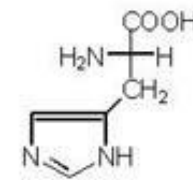
L-Глутаминовая  
кислота  
**Glu**



L-Лизин  
**Lys**



L-Аргинин  
**Arg**



L-Гистидин  
**His**

# Классификация 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, трп.
- **Иминокислота:** про.

# 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

# 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)**.

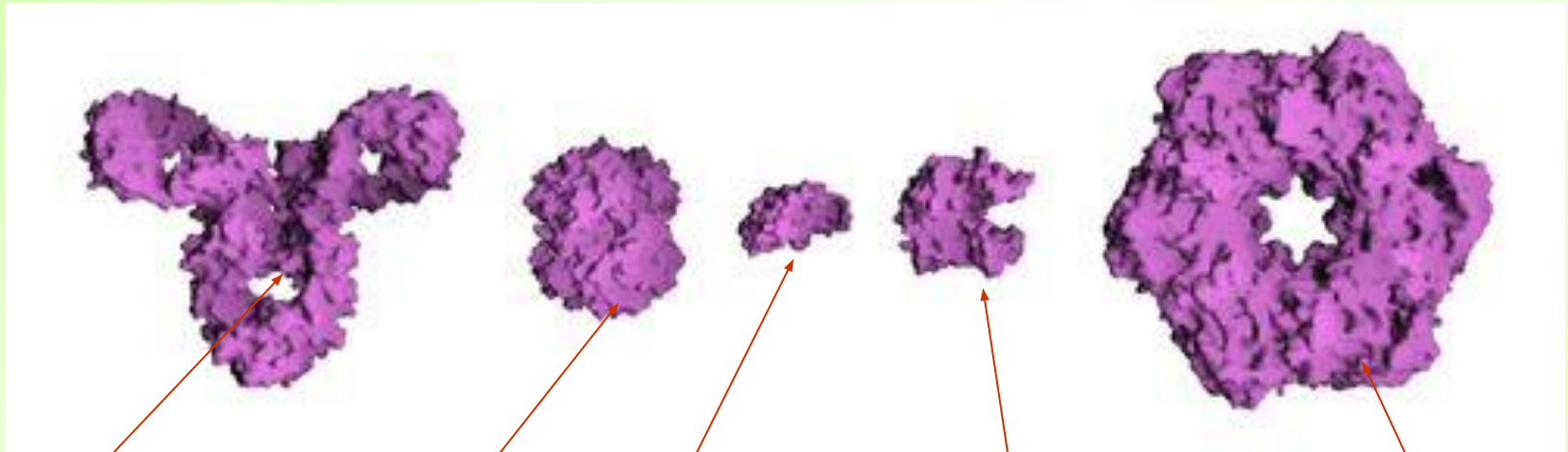
**Белки – высокомолекулярные азотосодержащие органические полимеры.**

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

**С ними связаны следующие свойства живого:**

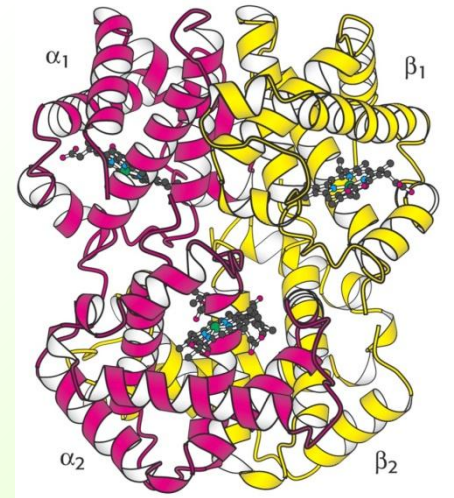
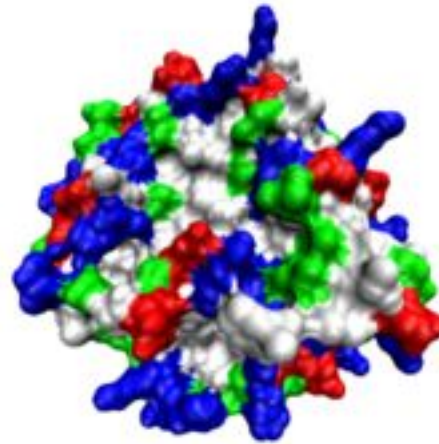
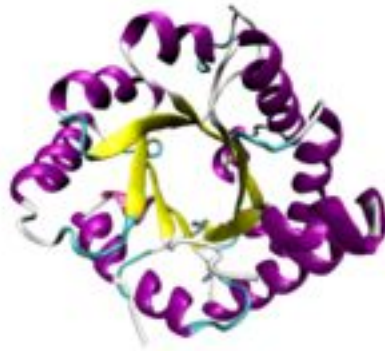
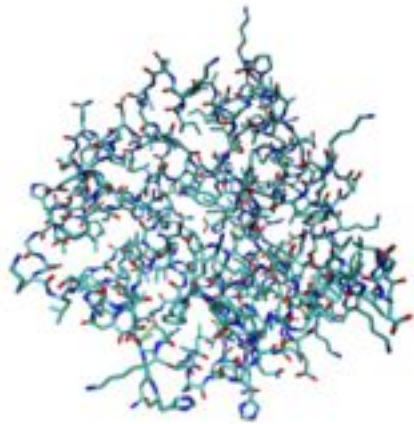
- Способность к воспроизведению.**
- Сократимость и движение.**
- Обмен веществ (распад и обновление составных частей живого организма) с участием белков-ферментов.**

# Размеры белков

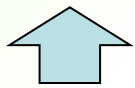


**IgG, гемоглобин, инсулин, аденилаткиназа, глутаминсинтаза**  
**150 kD, 16 kD, 5,5 kD,**

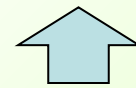
# Структурная организация белков (Уровни организации белков)



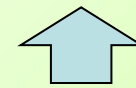
**Первичная**



**Вторичная**



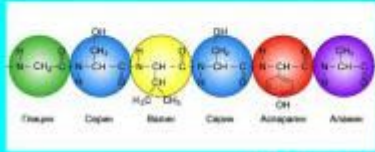
**Третичная**



**Четвертичная**



Первичная структура белка:

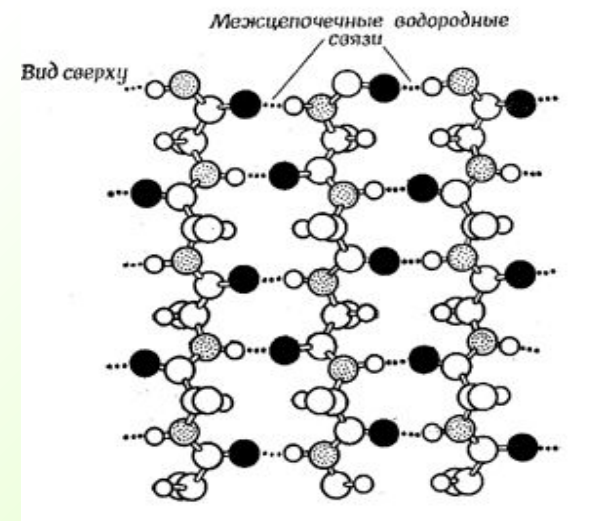
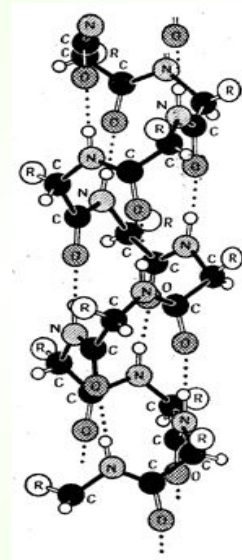
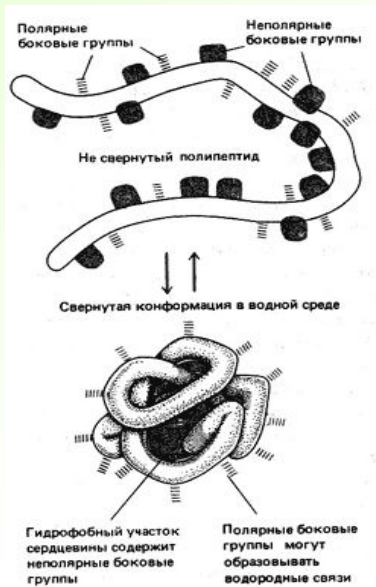


PPT4WEB.ru

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



Образование третичной структуры (сворачивание)



# 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 рН крови:** белковый и гемоглобулиновый буфер
- **Поддерживают онкотическое давление крови**
- **Когенетическая:** участвуют в хранении и передаче 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:**

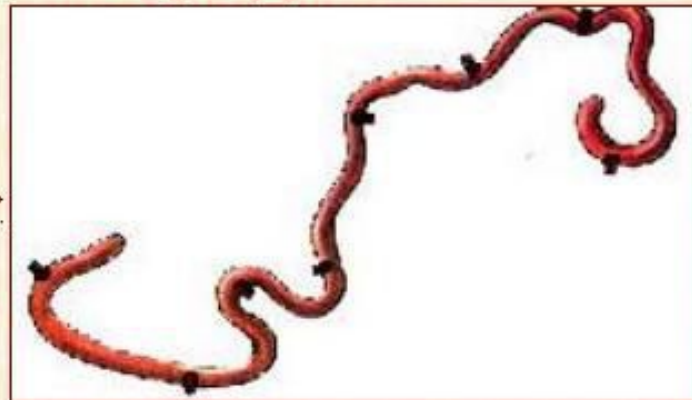
- **Физические: термические (кипячение); радиоактивное излучение.**
- **Химические: кислоты, -  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ , щелочи -  $\text{NaOH}$ , соли тяжелых металлов - меди, ртути, мышьяка, органические соединения – токсины, алкалоиды – танины и др.**

# Денатурация белка

Разрушение вторичной и третичной структур под воздействием различных факторов внешней среды.



*Третичная структура*



*Первичная структура*



# 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)