



# **Химия белков**



**Функции и классификация белков**

# Функции белков

- 1) структурная (пластическая, опорная) – определяет структуру тела, входят в состав различных биологических мембран. Эта функция является основной для коллагенов, эластинов, кератинов.
- 2) Каталитическая – белки обладают свойствами биокатализаторов (ферментов), ускоряя течение биологических процессов в организме.
- 3) Энергетическая – за счет части аминокислот. На долю белка приходится 10-20% энергопотребления.
- 4) Транспортная – белки переносят с кровью и другими биологическими жидкостями вещества, нерастворимые в воде (витамины, металлы, липиды, газы) и способствуют транспорту этих веществ через мембраны.
- 5) Защитная –
  - а) при поступлении чужеродного белка – антигена в организме вырабатываются антитела, образуется комплекс антиген-антитело и он исключается из метаболического круга путем осаждения, лизиса и т.д.
  - б) Гемостаз при травмах.
  - в) Связывание токсических веществ, поступивших извне или образовавшихся в результате метаболических реакций (например, альбумины плазмы крови связывают билирубин, СЖК, лекарства).
  - г) Антитела (гамма-глобулины, иммуноглобулины) д) интерфероны – блокируют синтез вирусных белков путем индукции синтеза ряда внутриклеточных ферментов.

# Функции белков



- 6) Сократительная – обеспечивает сокращение мышцы, перистальтику и т.п.
- 7) Регуляторная – белки играют важную роль в обменных процессах, осуществляют связь внутренней среды организма с внешней средой. Это гормоны, ферменты, БАВ, пептиды и т.д.). Рецепторы, через которые осуществляются регуляторные процессы также являются белками.
- 8) Трансформирующая – белки участвуют в превращении электрической и осмотической энергии в химическую энергию АТФ.
- 9) Передача наследственных признаков. Белки «запускают» процесс передачи наследственной информации и контролируют его на всем протяжении.

Кроме того, белки способствуют поддержанию стабильного онкотического давления, входят в состав буферных систем, поддерживающих рН внутренней среды и т.д.

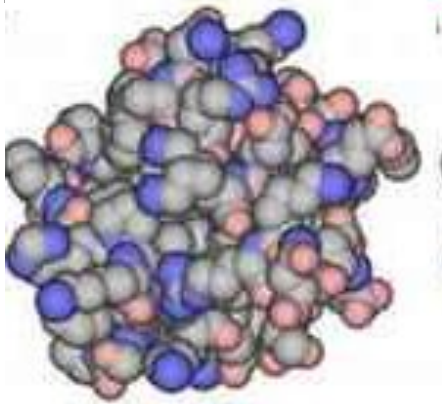
# Классификация белков

## Белки

### Простые

гидролизуются  
ТОЛЬКО  
на аминокислоты

глобулярные



фибриллярные



### Сложные

при гидролизе  
дают не только  
аминокислоты,  
но и другие структуры –  
ПРОСТЕТИЧЕСКИЕ группы

фосфопротеиды

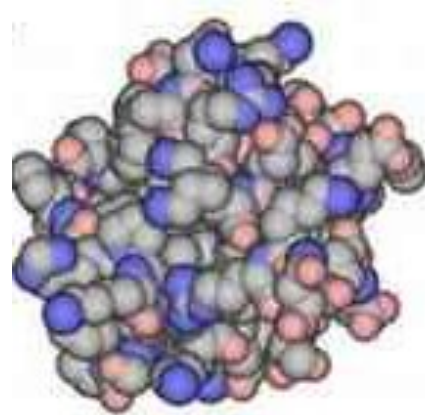
металлопротеиды

хромопротеиды

липопротеиды

# Простые белки

## Глобулярные белки



белки, в молекулах которых полипептидные цепи плотно свёрнуты в компактные шарообразные структуры — глобулы (третичные структуры белка)

Глобулярная структура белков обусловлена гидрофобно-гидрофильными взаимодействиями.

К глобулярным белкам относятся ферменты, иммуноглобулины, некоторые гормоны белковой природы (например, инсулин) а также другие белки, выполняющие транспортные, регуляторные и вспомогательные функции

# Простые белки

## Фибриллярные белки



имеют вытянутую нитевидную структуру, в которой соотношение продольной и поперечной осей более 1:10. Полипептидные цепи многих фибриллярных белков расположены параллельно друг другу вдоль одной оси и образуют длинные волокна (фибриллы) или слои.

Большинство не растворяются в воде. К фибриллярным белкам относят например,  $\alpha$ -кератины (на их долю приходится почти весь сухой вес волос, белки шерсти, рогов, копыт, ногтей, чешуи, перьев), коллаген — белок сухожилий и хрящей).

В формировании пространственной структуры участвуют, кроме слабых связей, ковалентные непептидные связи, тогда как в глобулярных белках основной вклад в стабилизацию конформации молекулы вносят слабые нековалентные взаимодействия.

# Фосфопротеиды - строение, представители, значение

Сложные белки, обособленной простетической группы не имеют. Ее роль выполняют остатки фосфорной кислоты, связанные сложноэфирными связями с гидроксильными группами оксиаминокислот: сер, тре, тир.

Полноценные белки с большой молекулярной массой, при нагревании не свертываются (термостабильны), в воде не растворимы, хорошо растворимы в разбавленных растворах солей и щелочей. Имеют кислый характер (ИЭТ ~ 4,7) из-за остатков фосфорной кислоты, осаждаются кислотами.

Служат пластическим материалом (источники незаменимых аминокислот и фосфора).

Представители – казеин молока, вителлин и фосвитин – ФП яичного желтка

# Хромопротеиды – строение, представители, значение

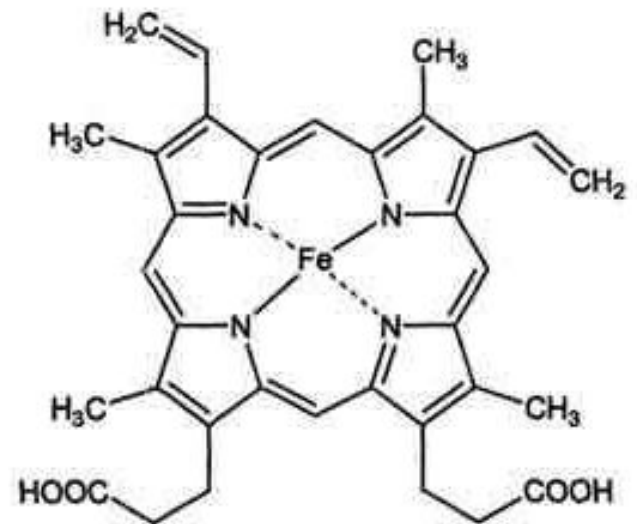
Окрашенные белки (chroma – краска). Молекулы состоят из простого белка и простетической группы, окрашенной обычно за счет металла или витамина. Среди ХП различают дыхательные белки и дыхательные ферменты, которые образуют подгруппу гемопротеидов. Кроме гемопротеидов в группу ХП входят пигменты (родопсин, меланин), магний-порфирины (хлорофилл), желтые ферменты – флавиновые ферменты (выполняют роль дыхательных ферментов).

К дыхательным белкам относятся гемоглобин (Hb) – красный пигмент крови и миоглобин (Mgb) – красный пигмент мышц.



# Хромопротеиды – строение, представители, значение

Гемоглобин состоит из простого белка типа гистонов – глобина и 4-х гемов (простетическая группа). Глобин состоит из 2-х п/п альфа цепей (по 141 аминокислоте в каждой) и 2-х бета-цепей (по 146 аминокислот в каждой). Видовая специфичность гемоглобина обусловлена особенностями аминокислотного состава глобина. Глобин, соединяясь с гемом, превращает малорастворимую и инертную структуру в хорошо растворимую и активную форму, способную связывать кислород. В свою очередь гемы придают устойчивость большим молекулам глобина.



# Хромопротеиды – строение, представители, значение

- Дыхательные ферменты. Это биологические катализаторы, ускоряющие ход ОВР в клетках и тканях. это сложные белки, среди них различают гемсодержащие (Цх, каталаза, пероксидазы) и негемовые (флавиновые ферменты). У первых простетической группой являются гемы различного строения, а у вторых – производные витамина В2 (рибофлавина).

# Лipopротейды – строение, представители, значение



- класс сложных белков, простетическая группа которых представлена каким-либо липидом. Так, в составе липопротеинов могут быть свободные жирные кислоты, нейтральные жиры, фосфолипиды, холестериды.
- Различают свободные (ЛП крови) и структурные ЛП (в составе мембран, ЭПР, органоидов). Свободные (сывороточные) ЛП построены по типу мицелл, т.е. имеют гидрофобное ядро. Ядро окружено гидрофильной оболочкой из белков и ФЛ.
- Различают альфа-ЛП (ЛПВП), б-ЛП (ЛПНП), преб-ЛП (ЛПОНП), которые отличаются разным содержанием липидов и белка. ЛП – это транспортная форма липидов, в которых липиды становятся легко растворимыми в воде и легко переносятся кровью. Структурные ЛП построены иначе: внутри – белок, снаружи – липиды. Их функция тесно связана с метаболизмом клетки.

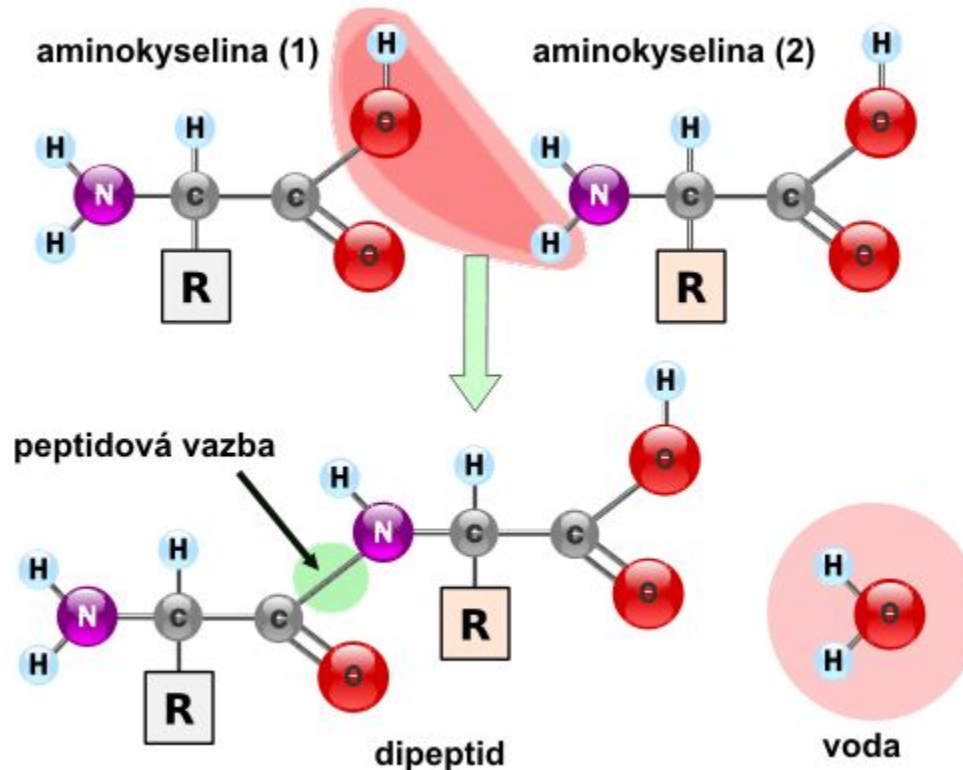
# Лipoppотеиды – строение, представители, значение

Вид	Размеры	Функция
Лipopпотеины высокой плотности (ЛВП)	8-11 нм	Транспорт холестерина от периферийных тканей к печени
Лipopпотеины низкой плотности (ЛНП)	18-26 нм	Транспорт холестерина, триацилглицеридов и фосфолипидов от печени к периферийным тканям
Лipopпотеины промежуточной (средней) плотности ЛПП (ЛСП)	25-35 нм	Транспорт холестерина, триацилглицеридов и фосфолипидов от печени к периферийным тканям
Лipopпотеины очень низкой плотности (ЛОНП)	30-80 нм	Транспорт холестерина, триацилглицеридов и фосфолипидов от печени к периферийным тканям
Хиломикроны	75-1200 нм	Транспорт холестерина и жирных кислот, поступающих с пищей, из кишечника в периферические ткани и печень

# Химические связи в молекуле белка

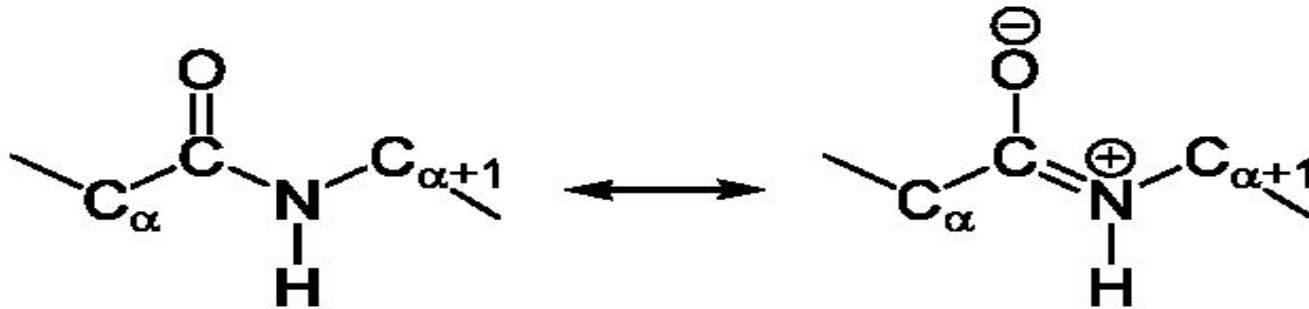
Пептидная связь - вид амидной связи, возникающей при образовании белков и пептидов в результате взаимодействия  $\alpha$ -аминогруппы ( $-\text{NH}_2$ ) одной аминокислоты с  $\alpha$ -карбоксильной группой ( $-\text{COOH}$ ) другой аминокислоты.

Из двух аминокислот (1) и (2) образуется дипептид (цепочка из двух аминокислот) и молекула воды. По этой же схеме рибосома генерирует и более длинные цепочки из аминокислот: полипептиды и белки. Разные аминокислоты, которые являются «строительными блоками» для белка, отличаются радикалом R



# Свойства пептидной связи

- в пептидной связи за счет резонанса канонических структур связь C-N между углеродом карбонильной группы и атомом азота частично имеет характер двойной:



- 4 атома связи (C, N, O и H) и 2  $\alpha$ -углерода находятся в одной плоскости. R-группы аминокислот и водороды при  $\alpha$ -углеродах находятся вне этой плоскости.
- Н и О в пептидной связи, а также  $\alpha$ -углероды двух аминокислот трансориентированы (транс-изомер более устойчив). В случае L-аминокислот, что имеет место во всех природных белках и пептидах, R-группы также трансориентированы.
- Вращение вокруг связи C-N затруднено, возможно вращение вокруг C-C связи.