

## Тема 2. БЕЛКИ. КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ

**Белки** – биополимеры, состоящие из **аминокислот\***, соединённых между собой пептидной, дисульфидной и/или водородной связью.

### Атомарный состав:

С 49-55%, О 21-23%, N 15-18%, Н 6-8%, S 0,2-3%

### Белки классифицируют:

- 1) по форме белковой молекулы;
- 2) по составу белка;
- 3) по растворимости;
- 4) по функциям в организме.



А



Б

1) Форма белковых молекул:

А – глобулярный белок, Б – фибриллярный белок

\***Аминокислоты** – это производные карбоновых кислот, у которых один или два атома водорода в радикале замещены на аминогруппу

## 2) По составу белковой молекулы:

√ *простые* состоят только из аминокислотных остатков, при гидролизе распадаются на аминокислоты;

√ *пептиды* – низкомолекулярные азотсодержащие соединения, состоящие из остатков аминокислот и имеющие молекулярную массу менее 5000 Дальтон (Да);

√ *сложные*, помимо полипептидных цепей, содержат другие химические компоненты (простетическую группу).

## Простые (протеины) – ферменты, запасные и фибриллярные белки:

- *протамины* и *гистоны*. Содержат до 85 % аргинина, имеют выраженные основные свойства. Протамины в основном являются белковой частью нуклеотидов (ДНК). Гистоны сосредоточены преимущественно в ядре, представляют белковую часть РНК;
- *альбумины* и *глобулины* – глобулярные белки, отличающиеся растворимостью (альбумины растворяются в воде, глобулины – в буферных растворах солей) и молекулярной массой (альбумины имеют молекулярную массу порядка 69000 Да, глобулины – 150000 Да);
- *проламины* (растворимы в спирте) и *глутелины* (растворимы в растворах щелочей).

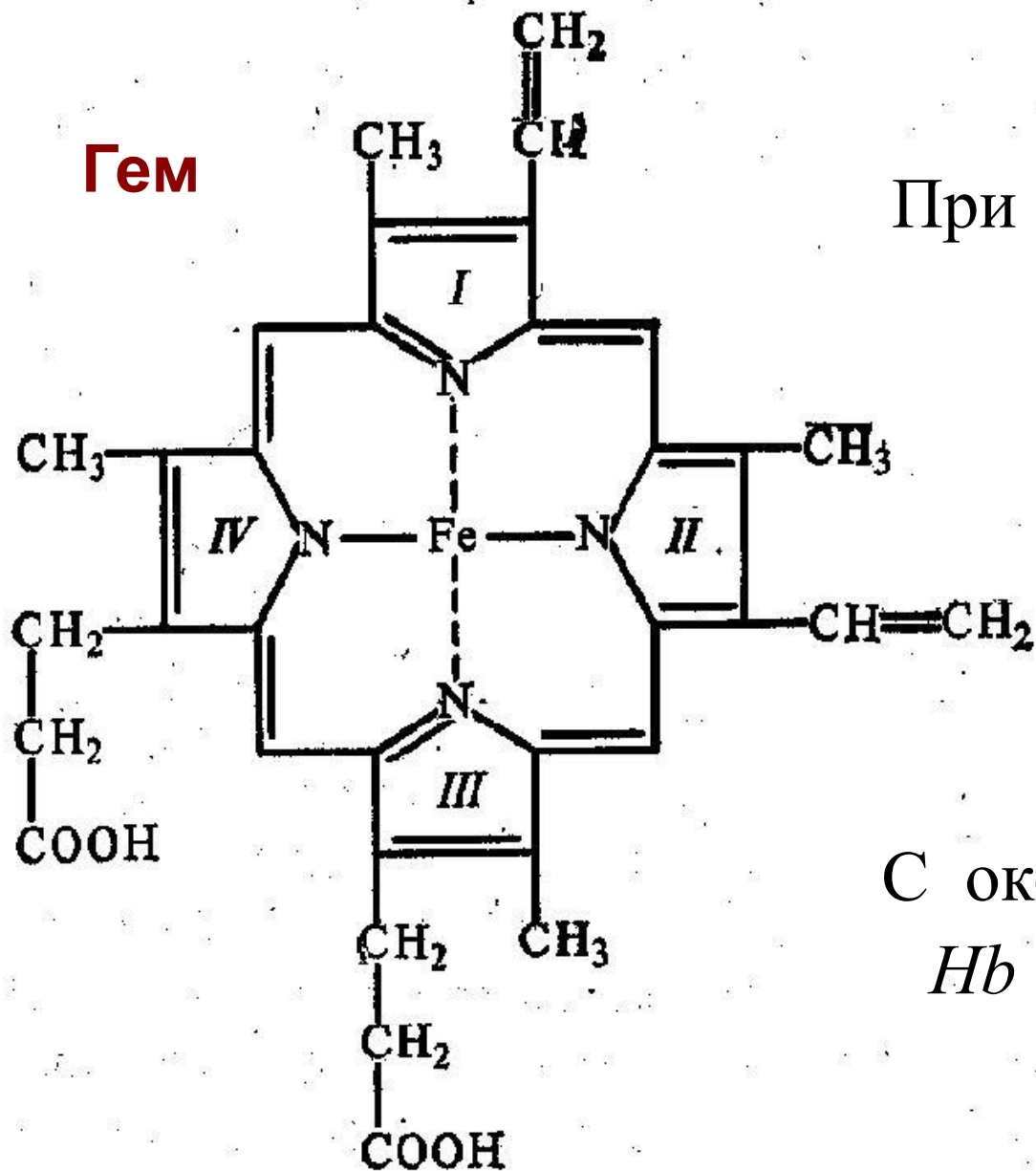
## Пептиды:

- а) с гормональной активностью (АКТГ, окситоцин, вазопрессин и др.);
- б) участвующие в процессах пищеварения (секретин, гастрин);
- в) содержащиеся в  $\alpha_2$ -глобулярной фракции сыворотки крови (брадикинин, ангиотензин);
- г) нейропептиды (рилизинг-факторы гормонов, например нейрофизины I и II гипоталамуса, способствуют выделению гормонов окситоцина и вазопрессина).

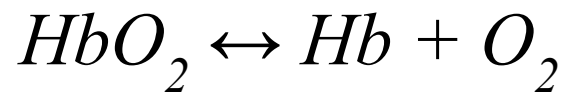
**Сложные белки** – металлопротеиды, хромопротеиды, фосфопротеиды, гликопротеиды, липопротеиды и др.

<i>Название сложных белков</i>	<i>Простетическая группа</i>
1. Хромопротеиды, в т.ч. гемопротеиды и флавопротеиды	окрашенный небелковый компонент – гемовое железо, производное изоаллоксазина ФАД, ФНН
2. Нуклеопротеиды	РНК, ДНК
3. Липопротеиды	липиды
4. Гликопротеиды	олигосахариды, простые сахара
5. Протеогликаны	полисахариды
6. Металлопротеиды	негемовое железо, другие атомы металлов

**Гем**

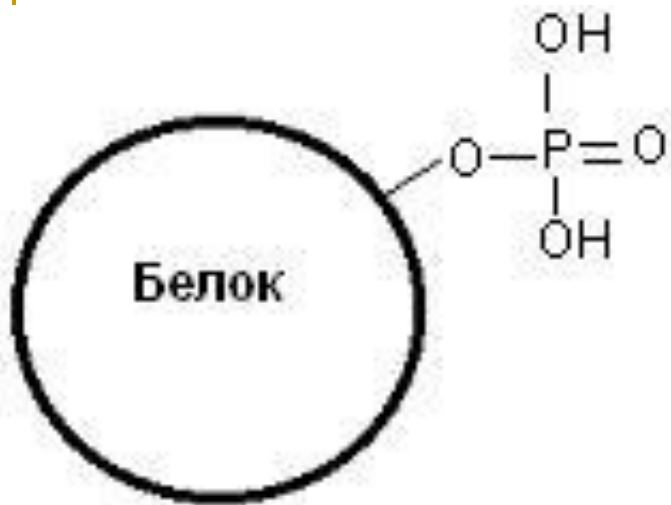


При дефиците кислорода:



С оксидом углерода:





**Фосфопротеид**

## **Липопротеид**





**Гликопротеид**



## По растворимости:

- √ *альбумины* – растворимы в воде;
- √ *глобулины* – растворимы в растворах солей;
- √ *глутелины* (глутены) – растворимы в щелочных растворах;
- √ *проламины* – растворимы в спирте и спиртовых растворах;
- √ белки, *перевариваемые* пепсином;
- √ белки, *не перевариваемые* пепсином.

## **По биологическим функциям (12 классов):**

- ✓ ферменты (липаза, карбоксилаза, полифенолоксидаза и др.);
- ✓ гормоны;
- ✓ регуляторы активности генома – репрессорные белки (регулируют биосинтез блокирующей части ДНК);
- ✓ защитные (антитела, белки свертывающей системы крови; растительные яды);
- ✓ запасные;
- ✓ транспортные;
- ✓ структурные (белки мембран);
- ✓ сократительные (микротрубочки, турбулин);
- ✓ рецепторные;
- ✓ ингибиторы ферментов;
- ✓ белки вирусной оболочки;
- ✓ белки с иными функциями.

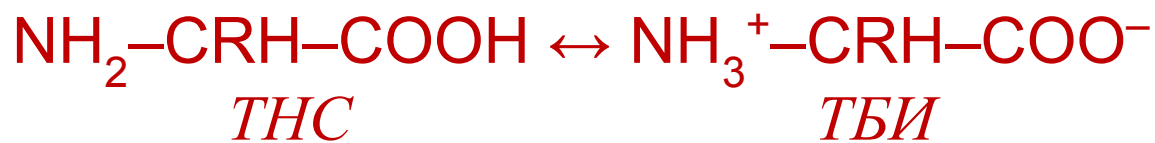
- 
- ***Структурные белки*** принимают участие в формировании клеточных мембран, в частности, могут образовывать в них каналы или выполнять другие функции.
  - ***Запасные белки*** потребляются во время развития зародышей – яичный белок, белки семян растений.
  - ***Сократительные белки*** обеспечивают работу мышц, движение жгутиков и ресничек у простейших, изменение формы клеток, перемещение органелл внутри клетки.
  - ***Транспортные белки*** отвечают за перенос через мембрану растворенных веществ.
-

## Содержание белка в органах и тканях растений

Органы растений	Содержание белков, % от массы свежей ткани
Семена	10-13
Стебли	1,5-3,0
Листья	1,2-3,0
Корни	0,5-3,0
Фрукты	0,3-1,0

**Аминокислоты** (аминокарбоновые кислоты) – органические соединения, в молекуле которых содержатся и карбоксильные, и аминные группы.

Молекулы  $\alpha$ -аминокислот являются амфолитами (содержат две функциональные группы), в их молекулах происходит перенос протона с карбоксильной группы на аминогруппу, т. е. прототропная таутомерия между таутомером, имеющим неионизированную структуру (*ТНС*), и таутомером с биполярно-ионной структурой (*ТБИ*):



Поскольку кислотные свойства *ТБИ* в  $10^5$ - $10^6$  раз слабее, чем у *ТНС*, то в водных растворах и кристаллах это прототропное равновесие для молекул  $\alpha$ -аминокислот смещено в сторону *ТБИ*. Поэтому  $\alpha$ -аминокислоты следует изображать в виде *ТБИ*!

---

## Классификация аминокислот по R-группам:

- неполярные: аланин, валин, лейцин, изолейцин, метионин, пролин, триптофан, фенилаланин;
  - полярные незаряженные: аспарагин, глицин, глутамин, серин, тирозин, треонин, цистеин;
  - заряженные отрицательно при  $pH=7$ : аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота;
  - заряженные положительно при  $pH=7$ : аргинин, гистидин, лизин.
-

## Классификация по функциональным группам:

- **алифатические**

- моноаминомонокарбоновые: аланин, валин, глицин, лейцин, изолейцин;
- оксимонаминокислоты: серин, треонин;
- моноаминодикарбоновые: аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота (за счёт второй карбоксильной группы несут в растворе отрицательный заряд);
- амиды моноаминодикарбоновых кислот: аспарагин, глутамин;
- диаминомонокарбоновые: аргинин, гистидин, лизин (несут в растворе положительный заряд);
- серосодержащие: цистеин (цистин), метионин;

- **ароматические:** фенилаланин, тирозин;

- **гетероциклические:** триптофан, гистидин, пролин.

---

---

## ***α-аминокислоты:***

- 1) α-аминокислоты с неполярным (гидрофобным) заместителем;
  - 2) α-аминокислоты с полярным (гидрофильным) заместителем;
  - 3) кислотные α-аминокислоты;
  - 4) осно́вные α-аминокислоты.
-



---

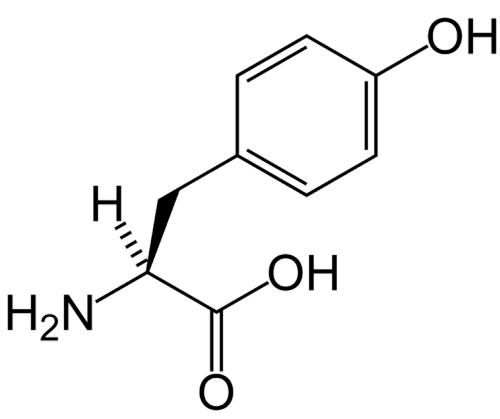
**1)  $\alpha$ -аминокислоты с неполярным  
(гидрофобным) заместителем**

- незаменимые: валин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, триптофан, метионин;
- заменимые: аланин, пролин.

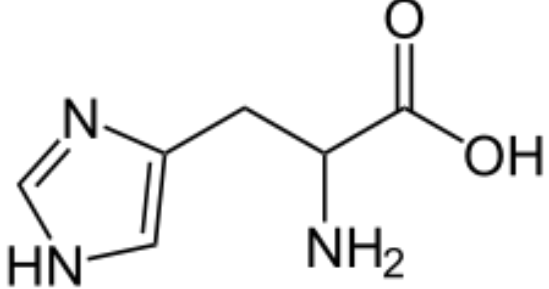
**2)  $\alpha$ -аминокислоты с полярным  
(гидрофильным) заместителем**

- незаменимые: треонин;
  - заменимые: глицин, серин, аспарагин, глутамин.
-

### 3) Кислотные $\alpha$ -аминокислоты

Аспарагиновая кислота	$\begin{array}{c} \text{NH}_3^+ - \text{CH} - \text{COO}^- \\   \\ \text{CH}_2 - \text{COOH} \end{array}$
Глутаминовая кислота	$\begin{array}{c} \text{NH}_3^+ - \text{CH} - \text{COO}^- \\   \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH} \end{array}$
Цистеин	$\begin{array}{c} \text{NH}_3^+ - \text{CH} - \text{COO}^- \\   \\ \text{CH}_2 - \text{SH} \end{array}$
Тирозин	 <p>The structure shows the side chain of Tyrosine, consisting of a para-hydroxybenzyl group attached to the alpha-carbon of an amino acid backbone. The alpha-carbon is bonded to an amino group (H<sub>2</sub>N), a hydrogen atom (H), and a carboxylic acid group (COOH). The side chain is represented as a benzene ring with a hydroxyl group (OH) at the para position, connected to a methylene group (-CH<sub>2</sub>-), which is in turn connected to the alpha-carbon.</p>

## 4) Основные α-аминокислоты

Лизин (незаменимая)	$\text{NH}_3^+ - \text{CH} - \text{COO}^-$ $ $ $(\text{CH}_2)_4 - \text{NH}_3^+$
Аргинин (незаменимая в детском питании)	$\text{NH}_2 - \text{CH} - \text{COOH}$ $ $ $\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{C} - \text{NH}_2$ $  $ $\text{NH}$
Гистидин (незаменимая в детском питании)	 <p>The chemical structure of Histidine consists of an imidazole ring attached to a side chain. The side chain is a three-carbon chain starting from the imidazole ring, with an amino group (-NH<sub>2</sub>) on the second carbon and a carboxylic acid group (-COOH) on the third carbon.</p>