

## 15. БЕЛКИ

Белки - это биополимеры, состоящие из остатков  $\alpha$ -аминокислот, связанных между собой пептидными связями.

В состав белков входят более 20  $\alpha$ -аминокислот. Белки имеют большую молекулярную массу, иногда до нескольких миллионов дальтон. Условно считают, что если белок имеет массу до 10.000 дальтон, то его называют пептидом (до 100 аминокислотных остатков в молекуле), выше этих значений - это уже белок.

Один конец белковой цепи, на котором находится свободная аминогруппа, называется N-концом, а другой, имеющий свободную карбоксильную группу, называется C-концом.

В зависимости от химического состава белки делят на простые (состоящие только из аминокислот) и сложные (имеющие в своем составе помимо аминокислот остатки других веществ). Простые белки называются протеинами, сложные - протеидами. В состав сложных белков входят фосфорная кислота (фосфопротеины), углеводы (гликопротеины), жиры (липопротеины) и т.д.

### А. Функции белков

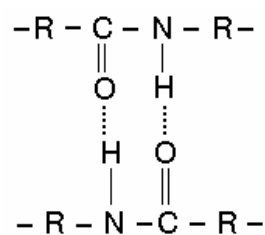
1. Структурная - белки являются структурными элементами клеток всех органов)
2. Каталитическая - белки-ферменты - трипсин, пепсин, амилаза
3. Гормональная - белки-гормоны - инсулин, соматотропин
4. Транспортная - так кислород переносится белком гемоглобином
5. Защитная - антитела против микроорганизмов имеют белковую природу
6. Сократительная - сократительные белки в мышцах - актин, миозин

### Б. Строение молекулы белка

Первичная структура - последовательность аминокислотных остатков в белках. Она записана в генетическом коде и изменения в генетическом коде могут привести к замене последовательности аминокислот в белке. Так, замена аминокислоты валин в гемоглобине на глутаминовую кислоту ухудшает способность гемоглобина переносить кислород, но повышает стойкость организма к малярии (серповидноклеточная анемия).

Первичная структура определяется путем последовательного отщепления  $\alpha$ -аминокислот с какого-либо конца белковой молекулы, чаще всего с N-конца.

Вторичная структура - это способ расположения цепочки белка в пространстве. Большая часть белковой цепочки закручена в правостороннюю спираль (альфа-спираль). Основную роль в стабилизации молекулы играют водородные связи, возникающие между витками спирали



Третичная структура - это трехмерная конфигурация  $\alpha$ -спирали белка, когда белковая цепочка скручивается в клубок. В стабилизации третичной структуры решающую роль играют дисульфидные связи и электростатическое взаимодействие.

Четвертичная структура - состоит в объединении нескольких белковых цепочек в более сложные образования. Так, например, гемоглобин состоит из 4-х белковых цепочек.

### В. Химические свойства белков

1. Гидролиз белков - происходит при нагревании белков с соляной кислотой или щелочами. Гидролиз идет до аминокислот. Белки гидролизуются также пищеварительными ферментами (трипсин, пепсин).

2. Амфотерные свойства белков обусловлены амфотерными свойствами входящих в их состав аминокислот - наличием как кислотных (-COOH), так и основных (-NH<sub>2</sub>).

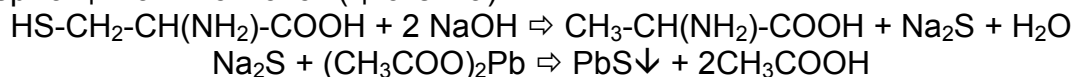
3. Денатурация белков - разрушение вторичной и третичной структуры белков под влиянием физических (УФ-излучение, радиация, нагрев) или химических (кислоты, щелочи, соли тяжелых металлов) факторов. Денатурация ведет к потере биологических функций белка. Она бывает обратимой и необратимой.

4. Качественные реакции на белки:

- биуретовая реакция - гидроксид меди(II) образует с пептидной связью комплексное соединение синефиолетового цвета. Во избежание выпадения гидроксида меди в осадок при его получении (NaOH + CuSO<sub>4</sub>), в раствор добавляют сегнетову соль в качестве комплексообразователя. Это качественная реакция на пептидную связь.

- ксантопротеиновая реакция - белок дает с концентрированной азотной кислотой соединение желтого цвета. Цвет обусловлен образованием нитропроизводных ароматических аминокислот белка.

- реакция Фолья - при кипячении белка с ацетатом свинца(II) в щелочной среде образуется черный осадок сульфида свинца вследствие отщепления серы от серосодержащих аминокислот (цистеина):



- проба с кипячением - белок сворачивается вследствие денатурации и теряет растворимость.

- осаждение сильными кислотами (трихлоруксусная, серная)

- осаждение солями тяжелых металлов (CuSO<sub>4</sub>, HgCl<sub>2</sub>, (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>Pb, FeCl<sub>3</sub>)