

Белки



Белками, или белковыми веществами, называют высокомолекулярные (молекулярная масса варьирует от 5-10 тыс. до 1 млн и более) природные полимеры, молекулы которых построены из остатков аминокислот, соединённых амидной (пептидной) связью.



Биологические функции белков

- каталитические (ферменты);
- регуляторные (гормоны);
- структурные (коллаген, фиброин);
- двигательные (миозин);
- транспортные (гемоглобин, миоглобин);
- защитные (иммуноглобулины, интерферон);
- запасные (казеин, альбумин, глиадин).

Среди белков встречаются антибиотики и вещества, оказывающие токсическое действие.

Белки – основа биомембран, важнейшей составной части клетки и клеточных компонентов. Они играют ключевую роль в жизни клетки, оставляя как бы материальную основу её химической деятельности.

Исключительное свойство белка – самоорганизация структуры, т.е. его способность самопроизвольно создавать определённую, свойственную только данному белку пространственную структуру. По существу, вся деятельность организма (развитие, движение, выполнение им различных функций и многое другое) связана с белковыми веществами. **Без белков невозможно представить себе жизнь.**

Белки - важнейшая составная часть пищи человека и животных, поставщик необходимых им аминокислот.

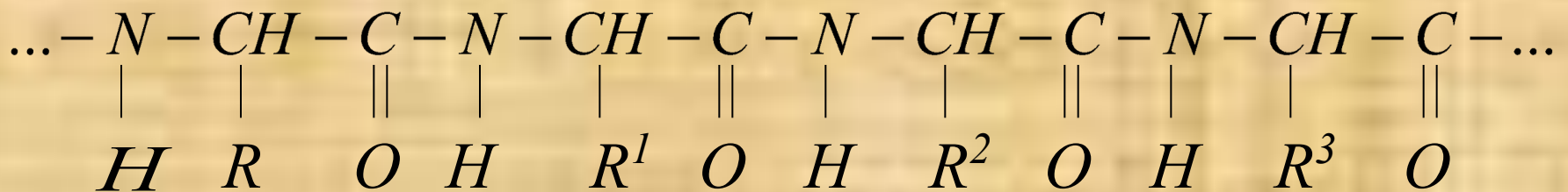
Химический состав организма человека

- **ВОДА – 65%**
- **ЖИРЫ – 10%**
- **БЕЛКИ – 18%**
- **УГЛЕВОДЫ – 5%**
- **Другие неорганические и органические вещества – 2%**



СТРОЕНИЕ

В молекулах белка α - аминокислоты связаны между собой пептидными (-CO-NH-) связями



Построенные таким образом полипептидные цепи или отдельные участки внутри полипептидной цепи могут быть в отдельных случаях дополнительно связаны между собой дисульфидными (-S-S-) связями, или, как их часто называют, дисульфидными мостиками

Большую роль в создании структуры белков играют **ионные (солевые)** и водородные связи, а также гидрофобное взаимодействие – особый вид контактов между гидрофобными компонентами молекул белков в водной среде. Все эти связи имеют различную прочность и обеспечивают образование сложной, большой молекулы белка.

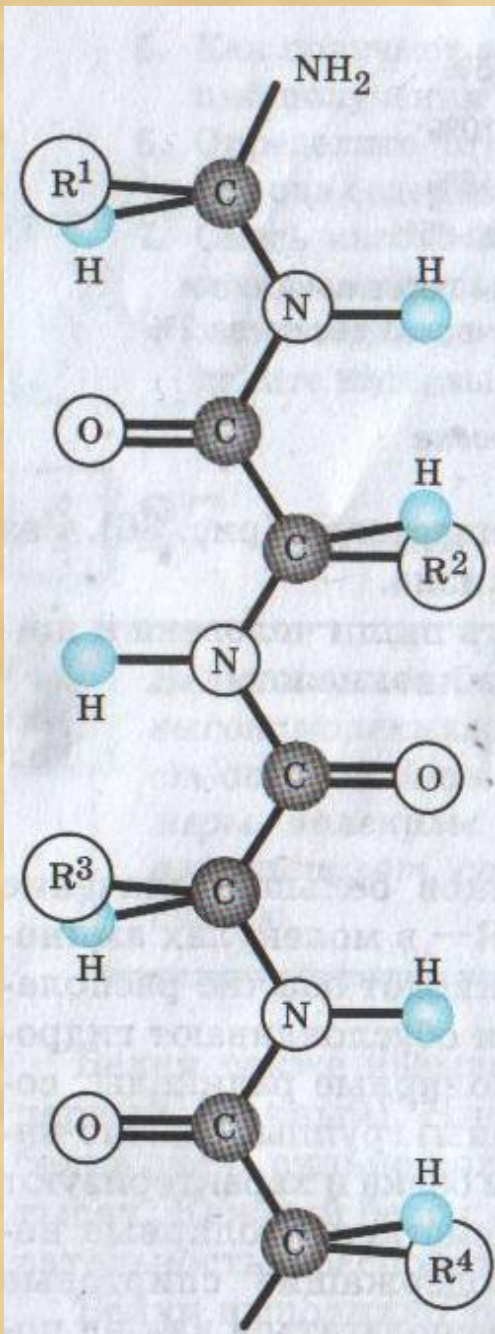
Несмотря на различие в строении и функциях белковых веществ, их элементный состав колеблется незначительно (в % на сухую массу):

углерода-**51-53**; кислорода-**21,5-23,5**;

азота-**16,8-18,4**; водорода-**6,5-7,3**;

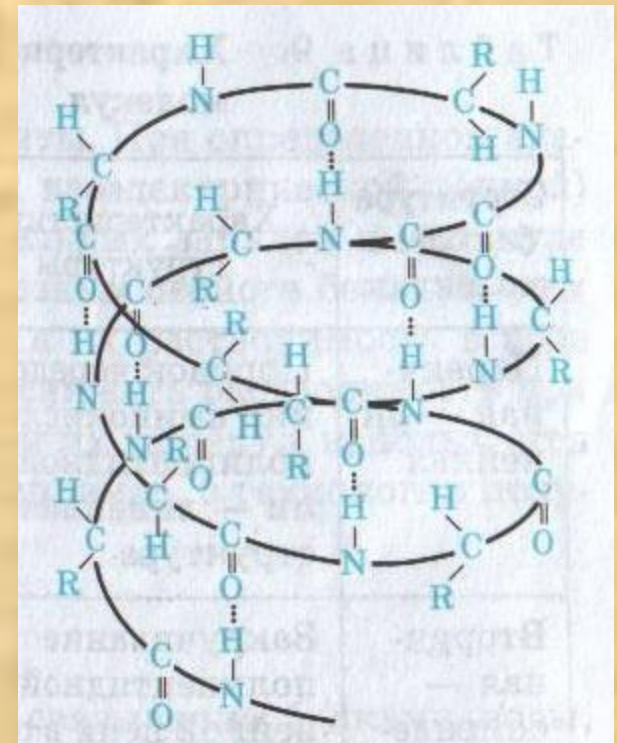
серы-**0,3-2,5**

Некоторые белки содержат в небольших количествах фосфор, селен и другие элементы.



Последовательность соединения аминокислотных остатков в полипептидной цепи получила название **первичной структурой белка**. Общее число различных типов белков у всех видов живых организмов составляет **$10^{10}-10^{12}$**

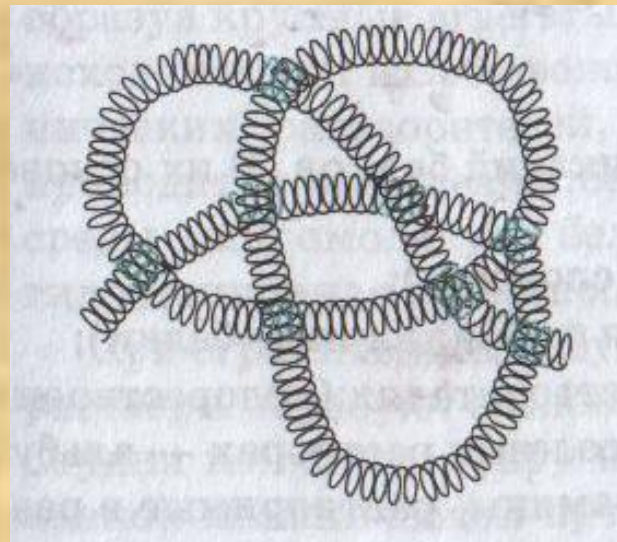
Вторичной структурой обладает большая часть белков, правда, не всегда на всём протяжении полипептидной цепи.



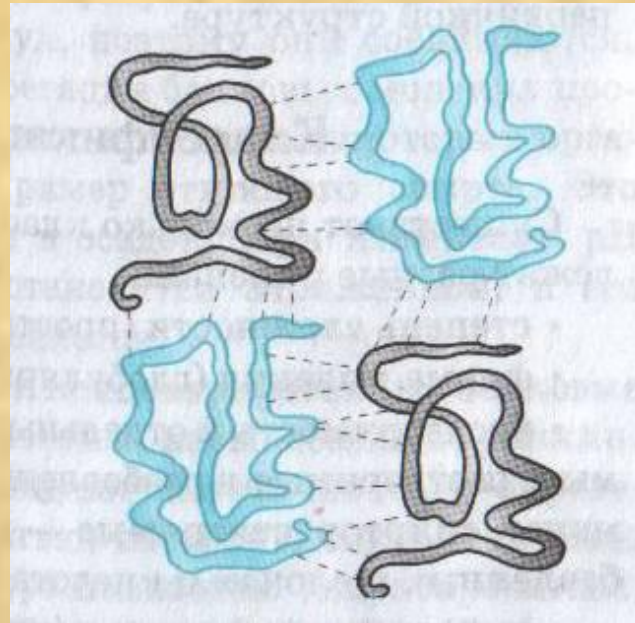
Полипептидные цепочки с определённой вторичной структурой могут быть по-разному расположены в пространстве.

Это пространственное расположение получило название **третичной структуры**.

В формировании третичной структуры, кроме водородных связей, большую роль играет ионное и гидрофобное взаимодействие. По характеру «упаковки» белковой молекулы различают **глобулярные**, или **шаровидные**, и **фибриллярные**, или **нитевидные**, белки.





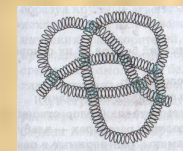
В ряде случаев отдельные субъединицы белка с помощью водородных связей, электростатического и других взаимодействий образуют сложные ансамбли. В этом случае образуется **четвертичная структура белков.**



Однако следует ещё раз отметить, что в организации более высоких структур белка исключительная роль принадлежит первичной структуре.

Характеристика трёх структур белковых молекул

Структура белковой молекулы	Характеристика структуры	Тип связи, определяющий структуру	Графическое изображение
Первичная – линейная	Порядок чередования аминокислот в полипептидной цепи – линейная структура	Пептидная связь – NH – CO –	
Вторичная – спиралевидная	Закручивание полипептидной линейной цепи в спираль – спиралевидная структура	Внутримолекулярные ВОДОРОДНЫЕ ВСЯЗИ	CO...HNCO...HN
Третичная – глобулярная	Упаковка вторичной спирали в клубок – клубочковидная структура	Дисульфидные и ионные связи	



Классификация

Существует несколько классификаций белков. В их основе лежат разные признаки:

- ❖ **Степень сложности (простые и сложные);**
- ❖ **Форма молекул (глобулярные и фибриллярные белки);**
- ❖ **Растворимость в отдельных растворителях (водорастворимые, растворимые в разбавленных солевых растворах – альбумины, спирторастворимые – проламины, растворимые в разбавленных щелочах и кислотах – глутелины);**
- ❖ **Выполняемая функция (например, запасные белки, скелетные и т.п.).**

Свойства

Белки – амфотерные электролиты. При определённом значении рН среды (она называется изоэлектрической точкой) число положительных и отрицательных зарядов в молекуле белка одинаково. Это одной из свойств белка. Белки в этой точке электронейтральны, а их растворимость в воде наименьшая. Способность белков снижать растворимость при достижении электронейтральности их молекул используется для выделения их из растворов, например в технологии получения белковых продуктов.

Гидратация

Процесс гидратации означает связывание белками воды, при этом они проявляют гидрофильные свойства: набухают, их масса и объём увеличиваются. Набухание белка сопровождается его частичным растворением. Гидрофильность отдельных белков зависит от их строения. Имеющиеся в составе и расположенные на поверхности белковой макромолекулы гидрофильные амидные (CO-NH-, пептидная связь), аминные (NH₂) и карбоксильные (COOH) группы притягивают к себе молекулы воды, строго ориентируя их на поверхности молекулы. Окружающая белковые глобулы гидратная (водная) оболочка препятствует агрегации и осаждению, а следовательно способствует устойчивости раствора белка.

При ограниченном набухании концентрированные белковые растворы образуют сложные системы, называемые *студнями*. Студни не текучи, упруги, обладают пластичностью, определенной механической прочностью, способны сохранять свою форму. Глобулярные белки могут полностью гидратироваться, растворяясь в воде (например, белки молока), образуя растворы с невысокой концентрацией.

Гидрофильность белков зерна и муки играет большую роль при хранении и переработке зерна, в хлебопечении. Тесто, которое получают в хлебопекарном производстве, представляет собой набухший в воде белок, концентрированный студень, содержащий зёрна крахмала.

Денатурация белков

При денатурации под влиянием внешних факторов (температуры, механического воздействия, действия химических агентов и ряда других факторов) происходит изменение вторичной, третичной и четвертичной структур белковой макромолекулы, т. е. её нативной пространственной структуры. Первичная структура, а следовательно, и химический состав белка не меняются. Изменяются физические свойства: снижается растворимость, способность к гидратации, теряется биологическая активность. Меняется форма белковой макромолекулы, происходит агрегирование. В то же время увеличивается активность некоторых химических групп, облегчается воздействие на белки протеолитических ферментов, а следовательно и легче гидролизуются.

В пищевой технологии особое практическое значение имеет тепловая денатурация белков, степень которой зависит от температуры, продолжительности нагрева и влажности.

Денатурация белков может вызываться и механическим воздействием (давлением, растиранием, встряхиванием, ультразвуком). Наконец, к денатурации белков приводит действие химических реагентов (кислот, щелочей, спирта, ацетона. Все эти приёмы широко используются в пищевой промышленности и в биотехнологии.

Пенообразование

Под процессом пенообразования понимают способность белков образовывать высококонцентрированные системы «жидкость – газ», называемые пенами. Устойчивость пены, в которой белок является пенообразователем, зависит не только от его природы и от концентрации, но и от температуры. Белки в качестве пенообразователей используются в кондитерской промышленности (пастила, зефир, суфле). Структуру пены имеет хлеб, а это влияет на его вкусовые свойства.

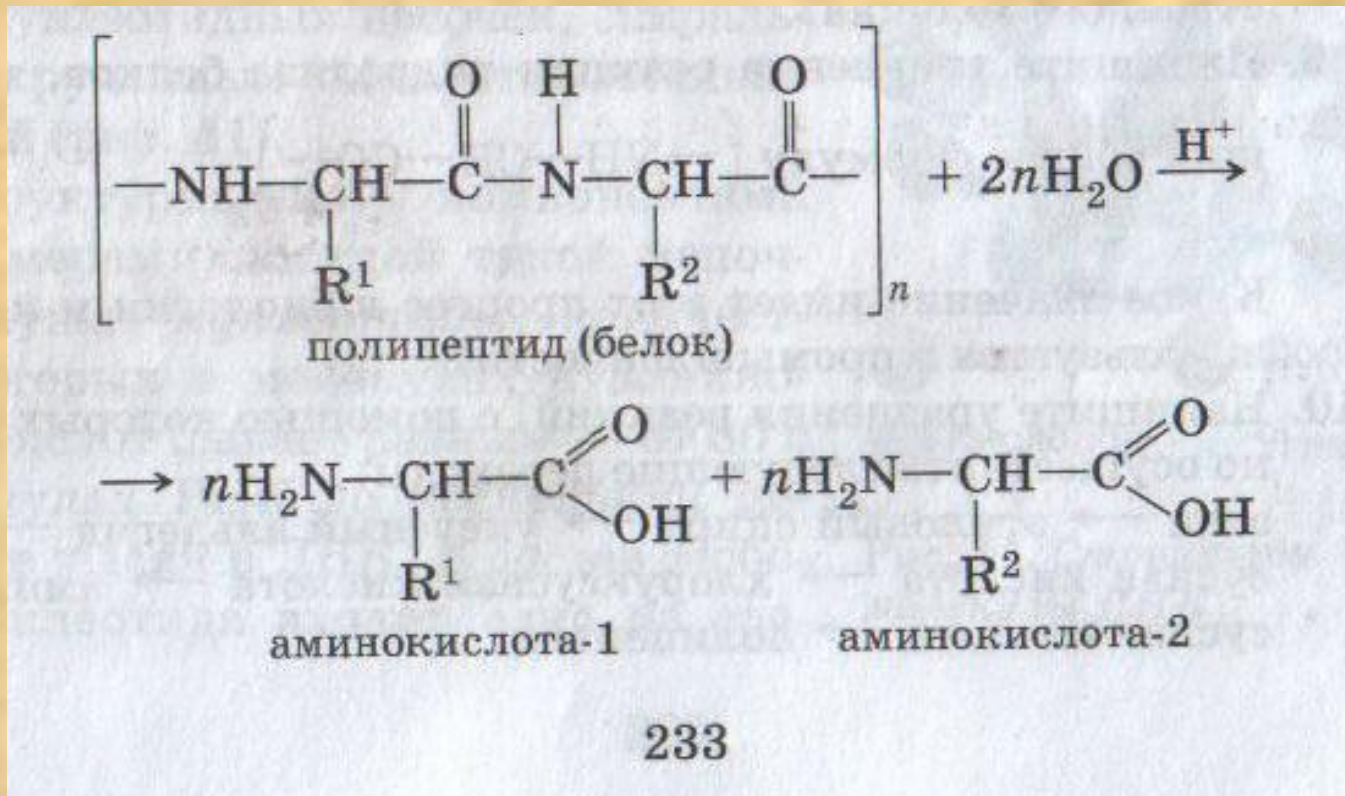
Для пищевой промышленности можно выделить два очень важных процесса:

- 1) Гидролиз белков под действием ферментов;
- 2) Взаимодействие аминокрупп белков или аминокислот с карбонильными группами восстанавливающих сахаров.

Скорость гидролиза белка зависит от его состава, молекулярной структуры, активности фермента и условий.

Гидролиз белков

Реакцию гидролиза с образованием аминокислот в общем виде можно записать так:



Горение

Белки горят с образованием азота, углекислого газа и воды, а также некоторых других веществ. Горение сопровождается характерным запахом жжёных перьев.

Цветные реакции

Используют следующие реакции:

- ❖ **ксантопротеиновую**, при которой происходит взаимодействие ароматических и гетероатомных циклов в молекуле белка с концентрированной азотной кислотой, сопровождающееся появлением жёлтой окраски;
- ❖ **биуретовую**, при которой происходит взаимодействие слабощелочных растворов белков с раствором сульфата меди(II) с образованием комплексных соединений между ионами Cu^{2+} и полипептидами. Реакция сопровождается появлением фиолетово-синей окраски.