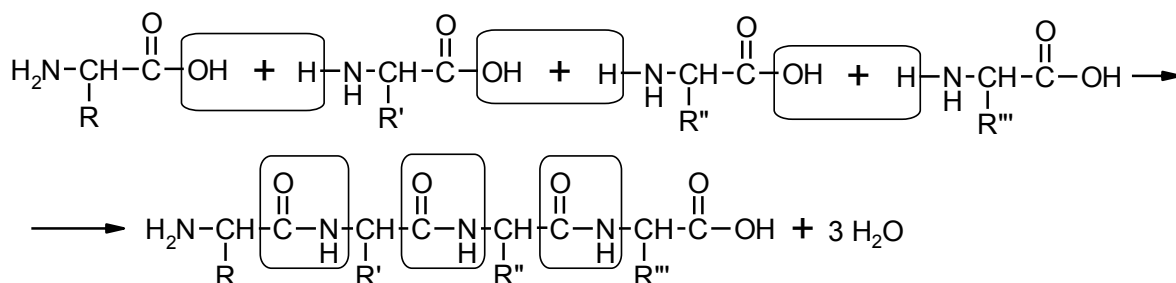


Белки и пептиды

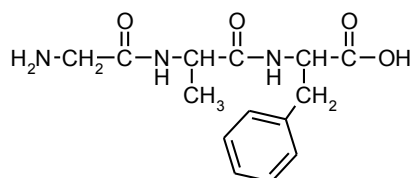
Белки - это высокомолекулярные природные полимеры, построенные из остатков α -аминокислот, соединенных амидной (пептидной) связью - **C(O)-NH-**. Белки входят в состав всех живых организмов. Мышцы, покровные ткани, внутренние органы, хрящи, шерсть, кровь - все это белковые вещества. Растения синтезируют белки из углекислого газа и воды за счет фотосинтеза. Животные организмы получают, в основном, готовые аминокислоты с пищей и на их базе строят белки своего организма. Практически все белки построены из 20 α -аминокислот, принадлежащих, за исключением глицина, к L-ряду.

Пептидную или белковую молекулу формально можно представить как продукт поликонденсации α -аминокислот, протекающий с образованием пептидных (амидных) связей:



Конструкция полиамидной цепи имеет одинаковое строение для всех пептидов и белков: *это цепь неразветвленного строения, которая состоит из чередующихся амидных (CONH) и метиновых (CH) групп*. Один конец цепи, на котором находится аминокислота со свободной аминогруппой, называется **N-концом**, другой на котором расположена аминокислота со свободной карбоксильной группой, - **C-концом**. Соответственно, эти аминокислоты называются **N-концевой** и **C-концевой**.

Пептиды по сравнению с белками являются более удобными объектами для исследования, т.к. имеют меньшую молекулу. Название пептидов строятся путем последовательного перечисления аминокислотных остатков, начиная с N-конца с добавлением суффикса **-ил**, кроме последней C-концевой аминокислоты, для которой сохраняется ее полное название.



Глицилаланилфенилаланин (*Gly-Ala-Phe*)

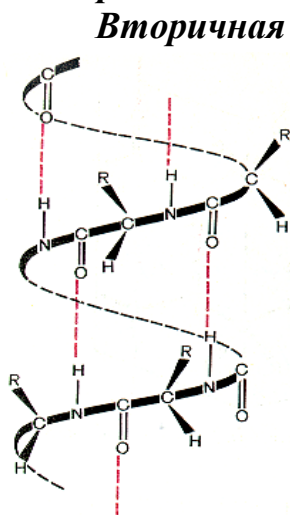
Несмотря на единообразие в построении цепи, в мире существует огромное множество пептидов и белков. Их количество определяется двумя важнейшими характеристиками:

- 1) аминокислотным составом;
- 2) аминокислотной последовательностью.

Аминокислотный состав пептидов и белков – это природа и количественное соотношение входящих в них альфа-аминокислот.

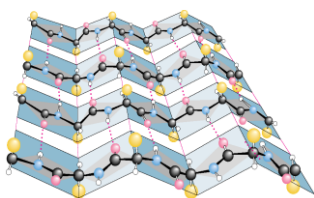
Однако более важной характеристикой является аминокислотная последовательность, т.е. порядок чередования аминокислотных остатков в молекуле пептида или белка. Такая последовательность индивидуальна для каждого белка и пептида и называется **первичной** структурой белка или пептида.

Для высокомолекулярных полипептидов и белков кроме первичной структуры существуют и другие уровни, определяющие пространственное строение их молекул. Это так называемые **вторичная, третичная и четвертичная структуры**.



Вторичная структура описывает пространственную ориентацию полипептидной цепи, т.е. способ, которым скручена цепь, и закрепляется с помощью водородных связей между пептидными группами. Основные виды вторичной структуры – α -спираль и β -структура.

В 1950 году Полинг и Кори установили, что для полипептидной цепи одной из наиболее выгодных конформаций является расположение в пространстве в виде правозакрученной спирали, названной ими **α -спиралью**. Один виток такой спирали в среднем включает 3,6 аминокислотных остатков, шаг спирали – 0,54 нм. Боковые радикалы аминокислотных остатков находятся на наружной стороне цилиндра. Водородные связи, удерживающие альфа-спираль, образуются между карбонильным атомом кислорода каждого первого и атомом водорода NH-группы каждого четвертого α -аминокислотных остатков. Обычно белковые цепи спирализованы не полностью.



Другим видом вторичной структуры является **β -структура**, называемая также **складчатым листом**. В складчатые листы укладываются вытянутые полипептидные цепи, связываемые множеством водородных связей между пептидными группами.

Третичная структура белков и полипептидов показывает, как макромолекула белка или полипептида изогнута и гидратирована в природном белке. Под этим термином понимают полную укладку в пространстве всей полипептидной цепи, включая укладку боковых радикалов. Третичная структура формируется в результате нековалентных

взаимодействий (электростатические, ионные, силы Ван-дер-Ваальса и др.) боковых радикалов, обрамляющих α -спирали и β -складки, и неперiodических фрагментов полипептидной цепи. Среди связей, удерживающих третичную структуру, следует отметить:

- а) дисульфидный мостик (– S – S –)
- б) сложноэфирный мостик (между карбоксильной группой и гидроксильной группой)
- в) солевой мостик (между карбоксильной группой и аминогруппой)
- г) водородные связи.

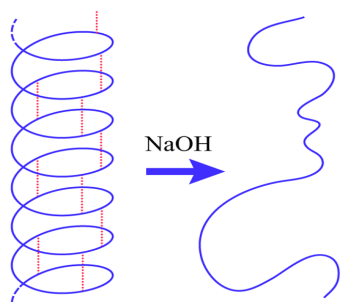
Четвертичная структура: в большинстве случаев для функционирования белков необходимо, чтобы несколько полимерных цепей были объединены в единый комплекс или агрегат. Такой комплекс рассматривается как белок, состоящий из нескольких *субъединиц*, причем каждая цепь сохраняет свою собственную вторичную и третичную структуру. Субъединичная структура в научной литературе называется четвертичной структурой белка.

Такой комплекс представляет собой единое целое и выполняет биологическую функцию, несвойственную отдельно взятым белкам, которые входят в его состав. Четвертичная структура закрепляется водородными связями и гидрофобными взаимодействиями. *Следует отметить, что четвертичная структура характерна не для всех белков!*

Денатурация

Пространственная структура белков способна разрушаться под действием ряда факторов – высокой температуры, изменения рН среды, облучения УФ светом или рентгеновскими лучами, под действием солевых растворов или органических растворителей, при механическом воздействии.

Разрушение природной макроструктуры белка называется **денатурацией**. *Первичная структура белка при денатурации сохраняется неизменной!!* Денатурация может быть обратимой (ренатурация), если она приводит к легко восстанавливаемым изменениям в структуре. Необратимая денатурация происходит при тепловом воздействии. **У денатурированных белков снижается растворимость и исчезает биологическая активность.**



Цветные реакции на белки (качественные):

1. *Биуретовая реакция* - возникновение фиолетового окрашивания при обработке белка NaOH (конц.) и насыщенным раствором сульфата меди.

Цвет обусловлен образованием внутреннего комплекса (все белки дают такую реакцию).

2. *Ксантопротеиновая реакция* - появление при действии HNO_3 (конц.) желтого окрашивания. Реакция связана с наличием в молекуле ароматических колец (фенилаланин, гистидин).

3. *Нингидриная реакция* (аминогруппа) - появление сине-фиолетового окрашивания при кипячении с водным раствором нингидрина.

4. *Сульфгидрильная реакция* – выпадение черного осадка сульфида свинца при взаимодействии белка, в составе которого имеется серусодержащая аминокислота (например, цистеин), с ацетатом свинца в щелочной среде.