

Лекция 9. Структура белков, уровни структурной организации белковых молекул

Первичная структура белка. Зависимость биологических свойств белков от первичной структуры.
Вторичная и надвторичная структура белка.

Белки играют фундаментальную роль в формировании и поддержании структуры и функций живых организмов.

Белки принимают участие в построении клеток и тканей; осуществляют биологический катализ; регуляторные и сократительные процессы; защиту от внешних воздействий.

Каждый белок характеризуется специфической аминокислотной последовательностью и индивидуальной пространственной структурой (конформацией)

Белками являются полипептиды, которые способны образовывать и самостоятельно стабилизировать свою пространственную структуру. Эта способность приобретается благодаря наличию большого числа нековалентных взаимодействий и связана с числом аминокислотных остатков, образующих полипептидную цепочку. Как правило, белками называют полипептиды, содержащие более 50 аминокислотных остатков.

Вместе с тем, длина полипептидной цепи может достигать до нескольких тысяч остатков

аминокислот; молекулярная масса белков колеблется от 6000 до 1 миллиона и более килодальтон.

базируется

на

высоко специфическом — как у ключа с замком — взаимодействии белка с обрабатываемой им молекулой. Для специфического взаимодействия необходима

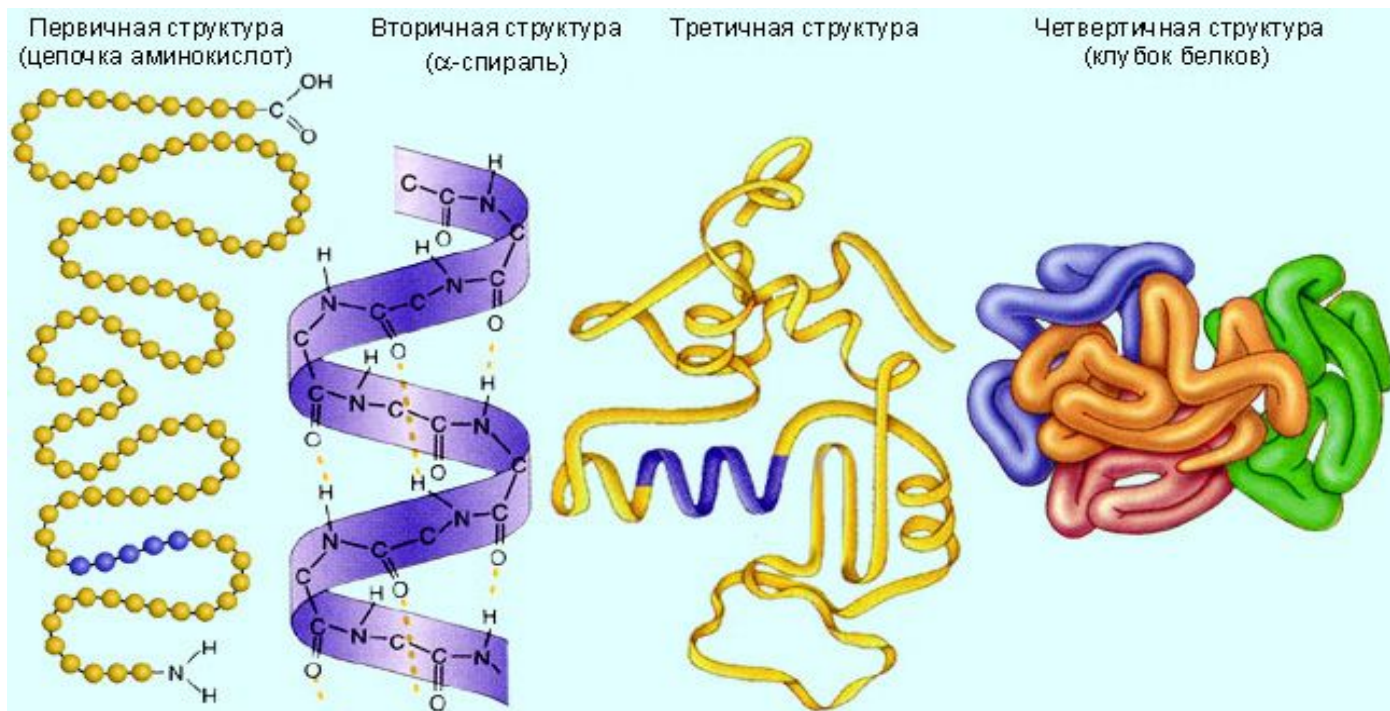
достаточно "твердая" пространственная структура. Поэтому биологическая функция

белков тесно связана с наличием определенной трехмерной структуры молекулы.

Знание молекулярной трехмерной структуры белка необходимо для понимания **механизма** функционирования белковой молекулы.

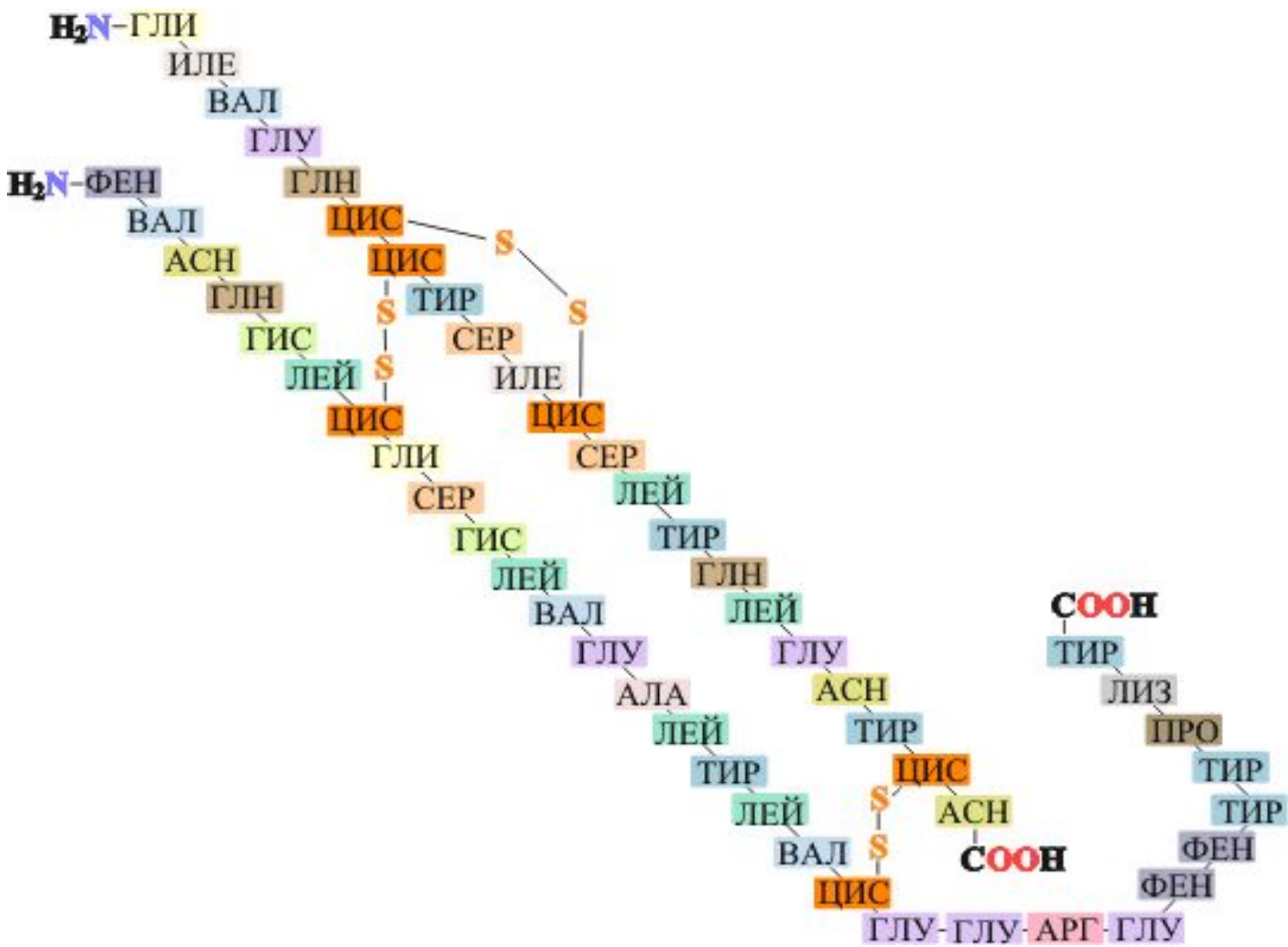
Поэтому, прежде всего, следует обсудить структуру белковой молекулы, природу ее

стабильности и способности к самоорганизации. Обычно при рассмотрении пространственной организации биополимеров (белков и нуклеиновых кислот) выделяют четыре уровня: **первичную, вторичную, третичную** и **четвертичную структуры.**



Уровни организации белковой структуры: первичная структура (аминокислотная последовательность), вторичная структура (α -спираль и β -структура), третичная структура (глобулы, сложенной одной цепью), и четвертичная структура олигомерного (в данном случае - татрамерного) белка

Первичная структура белков – последовательность аминокислот в полипептидной цепи (или цепях) и положение дисульфидных связей, если они есть

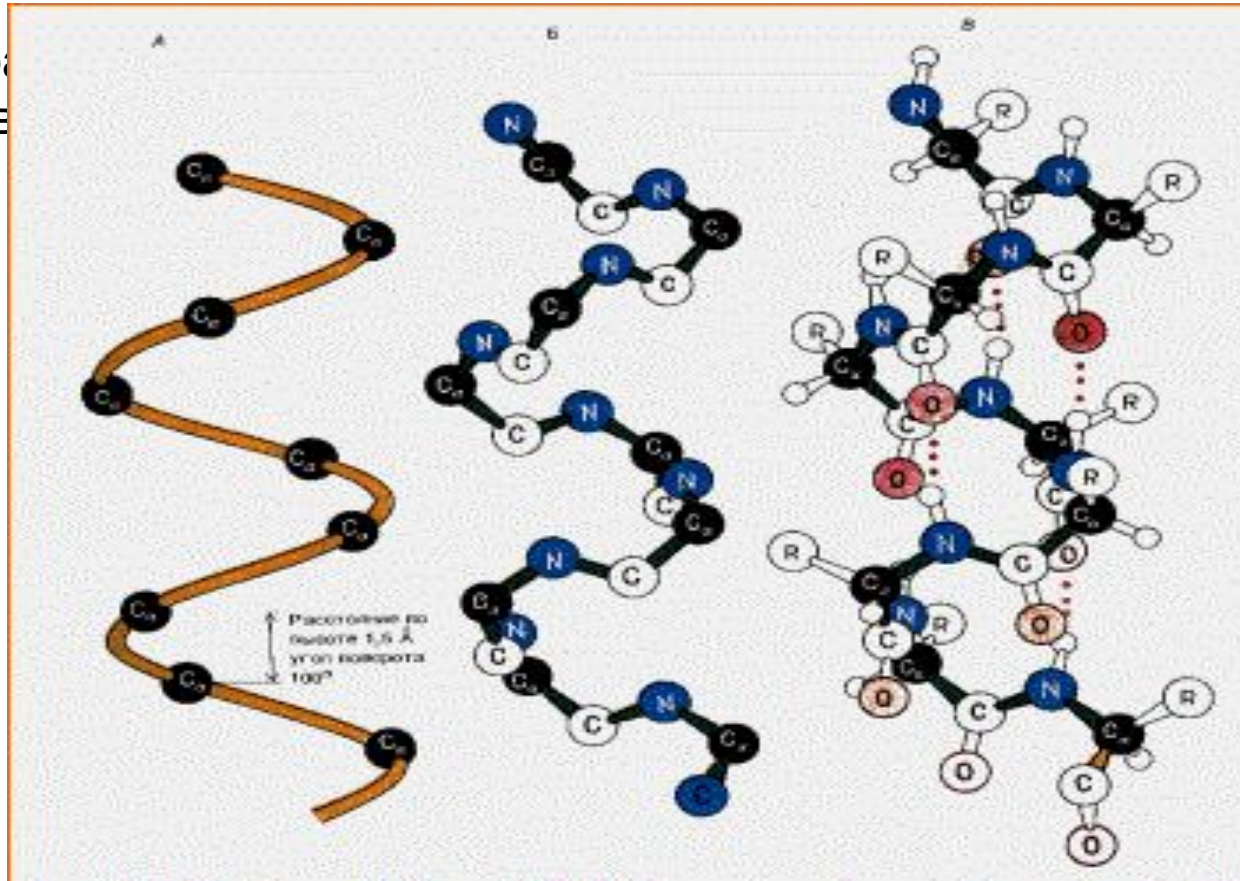


Свойства первичной структуры:

- 1) Последовательность аминокислот в первичной структуре белка является специфической видовой характеристикой данного белка.
- 2) Первичная структура белка является основой для формирования последующих структур белка за счёт взаимодействия радикалов аминокислотных остатков полипептидной цепи.

остатков которых, образует локально упорядоченные трёхмерные структуры. **Совокупность таких упорядоченных структур называют вторичной структурой белков.**

В результате совокупности действия таких факторов, как - плоское строение пептидной связи, возможность свободного вращения связей у α -углеродного атома, постоянство углов и межатомных расстояний формируются следующие типы вторичной структуры белков: **α -спираль**
Одним из основ



α -спираль

закрученной вокруг воображаемого цилиндра.

Характеристики α -спирали:

- содержит **3,6** аминокислотного остатка на виток с периодом повторяемости **5,4 нм**;
- полипептидный остов образует **плотные витки** вокруг длинной оси молекулы;
- **боковые радикалы** выступают **наружу**;
- спираль удерживается **водородными связями** между группами **N-H** одной пептидной

связи и **кислородом** группы **C=O**, принадлежащей **другой пептидной связи**, расположенной через **четыре аминокислотных остатка** над первой в следующем витке спирали;

- в α -спирали **полностью** использована **возможность** образования **водородных связей**

(внутримолекулярные), поэтому она **не способна** образовывать **водородные связи**

C

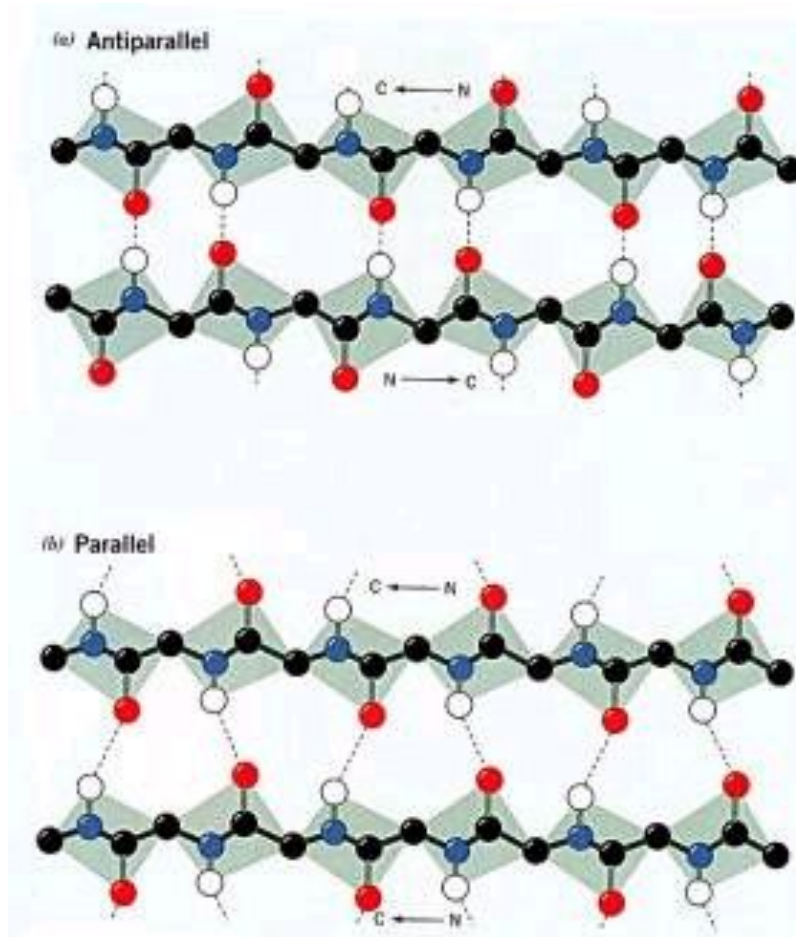
другими элементами вторичной структуры.

Степень **спирализации** в белках колеблется от **5 до 80%**. Для некоторых белков, например,

для цитохрома C, α -спираль лежит в основе пространственной структуры, другие, например, **химотрипсин**, не имеют α -спирализованных участков.

(При графическом изображении спиральные участки изображаются цилиндром).

β -структура является вторым элементом вторичной структуры белков. β -складчатые структуры – графически изображаются стрелкой:



Вторичный уровень организации белковой молекулы: β -структура

Характеристика β -структуры:

- остов полипептидной цепи в β -структуре вытянут таким образом, что имеет уже не спиральную, а зигзагообразную, складчатую форму;
 - боковые группы аминокислотных остатков (R-группы) направлены перпендикулярно плоскости складчатого слоя и расположены выше и ниже него;
 - в отличие от α -спирали β -структура образована за счет межцепочечных водородных связей между соседними участками полипептидной цепи, так как внутрицепочечные контакты отсутствуют.
- Если эти участки направлены в одну сторону, то такая структура называется параллельной, если же в противоположную, то - антипараллельной.
- в отличие от α -спирали, насыщенной водородными связями, каждый участок полипептидной цепи в β -конформации открыт для образования дополнительных водородных связей.

Соотношение между различными типами вторичных структур в составе белков варьирует

в широких пределах, причём доля неупорядоченных структур часто превалирует над

регулярными – α -спиралью и β -структурой.

В области неупорядоченных структур достаточно протяжённые зоны представлены петлями и резкими изгибами.

Наиболее часто встречаются так называемые β -изгибы, когда полипептидная цепь резко

меняет своё направление на 180° .

Этот изгиб по форме напоминает шпильку для волос и стабилизируется одной водородной

связью.

В областях β -изгибов преобладают главным образом спиральнеобразующие (имеющие наименьший боковой радикал) аминокислоты – пролин и глицин.

!!! Какую именно конформацию принимают участки полипептидной цепи (α -спираль,

β -складку, β -изгиб или остаются неструктурированными), в значительной степени

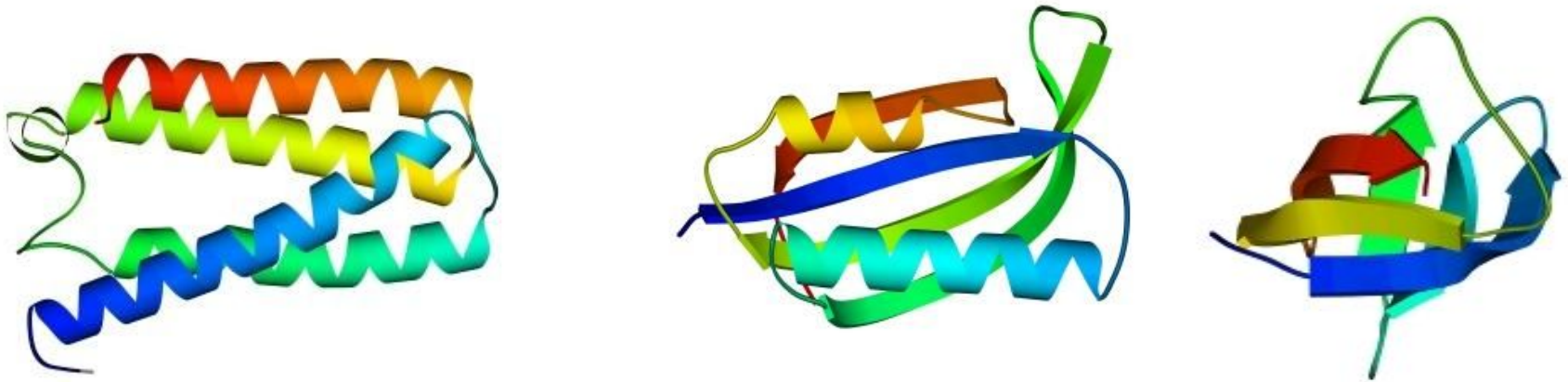
определяется первичной последовательностью полипептидной цепи.

Надвторичная, или супервторичная структура белков.

Надвторичные структуры представляют собой элементарные ансамбли

вторичных структур, возникающие при свёртывании вторичной цепи.

Среди них различают (α, β -структуры) и более сложные сочетания структур $\beta\beta\beta$, $\beta\alpha\beta$ и др.



Надвторичная или супервторичная структура белковой молекулы