

# *Белки, их строение и функции.*

**Белки** – это полимеры аминокислот, связанных пептидной связью, с  $n > 100$ . Помимо аминокислот в состав белков входят ионы металлов, производные витаминов, липиды, углеводы.

В 1 клетке содержится 30 – 50 тыс. разных белковых молекул.



# *Классификация белков по составу*

- ***Простые белки (неконъюгированные).***  
Состоят только из аминокислот.  
*α,β-кератин, фиброин, коллаген, эластин*
- ***Сложные белки (конъюгированные).***  
Содержат небелковые группы: гем, ионы металлов, нуклеиновые кислоты, липиды, сахара, флавины.



# Классификация по простетическим группам

- гемапротеины (простетическая группа – гем). *Гемоглобин, цитохром.*;
- металлопротеины (простетическая группа – металл(Mg, Mn, Fe)). *Ферритин, алкогольдегидрогеназа*;
- липопротеины (простетическая группа – липид).  *$\beta$ -липопротеин крови*;
- гликопротеины (простетическая группа – углеводная часть). *Рецепторы,  $\gamma$ -глобулины*;
- фосфопротеины (простетическая группа – фосфатная группа). *казеин*;
- нуклеопротеины (простетическая группа – нуклеиновый кислотный остаток). *Рибонуклеопротеины*;
- флавопротеины (простетическая группа – флавин). *Сукцинатдегидрогеназа*.



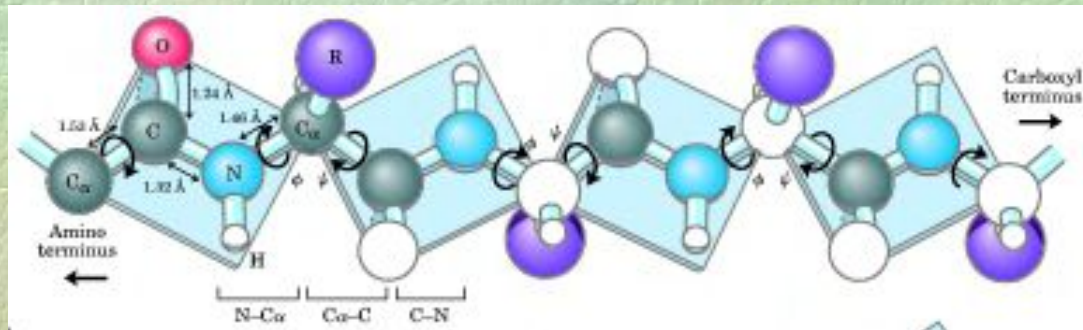
# Классификация по выполняемым функциям

- **Ферменты**
- **Транспортная**
  - через мембрану(пермеаза, K/Na-АТФаза, ферритин);
  - транспорт внутри целого организма(гемоглобин, альбумины);
- **Защитная**
  - защитные покровы( $\alpha$ -керотин);
  - антитела и яды.
- **Запасные и пищевые**
  - (альбумин, казеин);
- **Сократительная и двигательная**
  - (актин, миозин, флагеллин);
- **Структурная**
  - Участвуют в формировании организма(коллаген, эластин, каротин);
- **Регуляторная**
  - гормональной природы;
  - рецепторы.
- **Прочие.** Одной из таких функций являются белки осмогенез они регулируют концентрацию солей внутри клетки.



# Уровни структурной организации белков

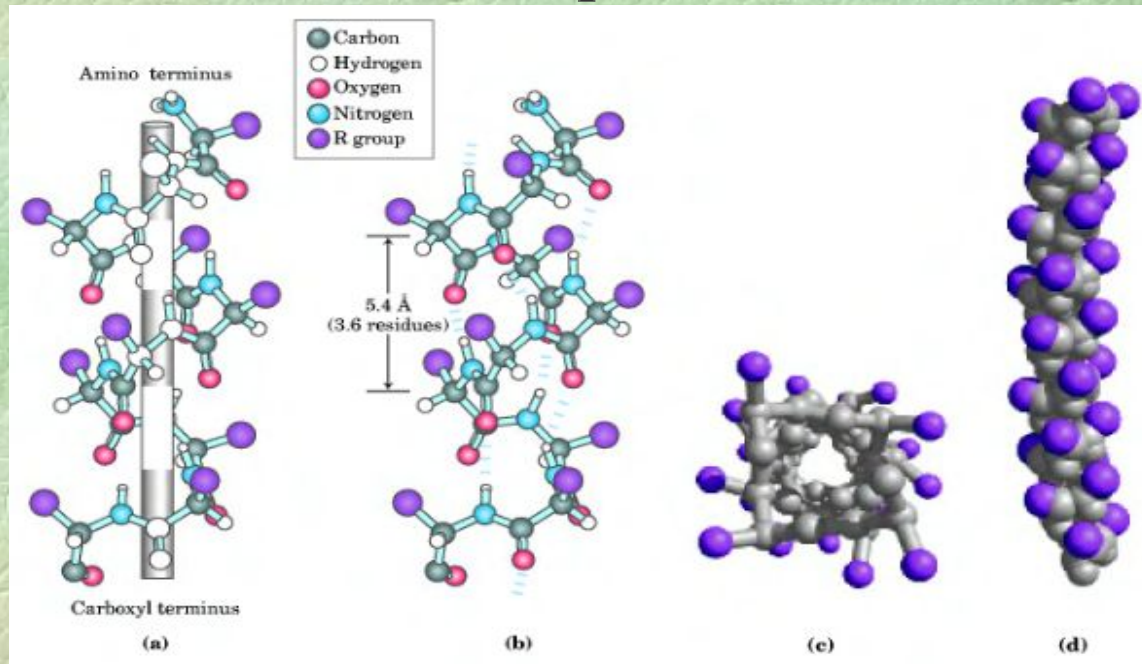
- **Первичная структура** – это линейная цепь аминокислот, связанных между собой пептидной связью.



- **Вторичная структура** – это способ укладки элементов первичной структуры в пространстве с образованием простейших структур:  $\alpha$ -спираль,  $\beta$ -конформации, неупорядоченный клубок.



# α-спираль



Поллинг и Кори предложили модель  $\alpha$ -спирали. Конфигурация имеет винтовую симметрию. Витки спирали регулярны. Спираль образована за счет внутримолекулярных водородных связей, обусловленных взаимодействием функциональных групп, входящих в состав пептидной связи. Спираль стабилизируется за счет внутрицепочечных водородных связей CO и NH группы 4-го за ним аминокислотного остатка. При расчете денной модели было показано, что расстояние между спиралями равно 0,54 нм.

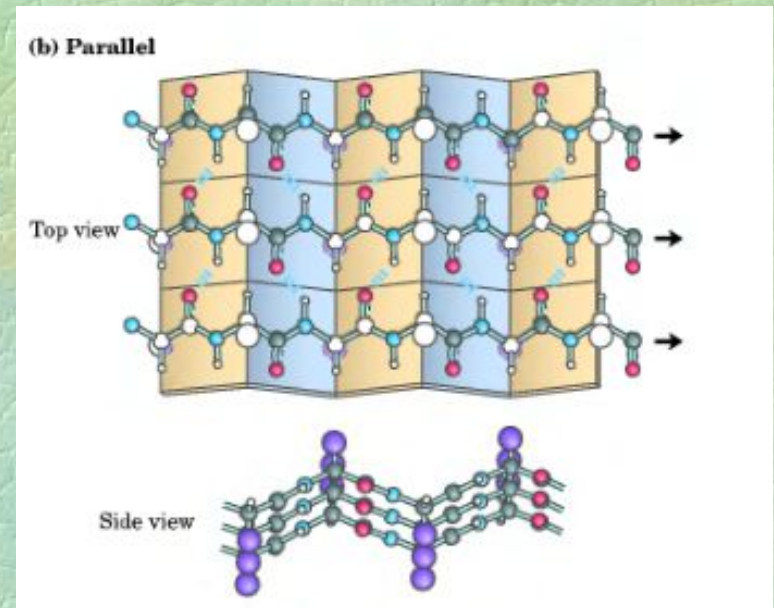
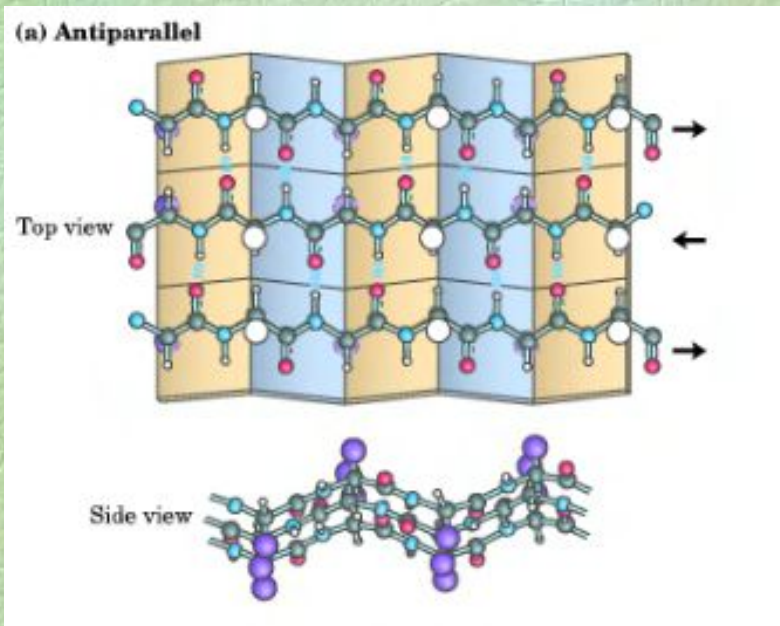


# Ограничения на существование $\alpha$ -спирали.

- на участке не может быть остатков аминокислот, имеющих большие углеводородные радикалы;
- не может быть много заряженных аминокислот;
- не может быть остатков пролина.
- Примером может являться  $\alpha$ -керотин (основные аминокислоты являются глицин, аланин, цистеин). Цистеин участвует в формировании цистина за счет образования -S-S- связей.



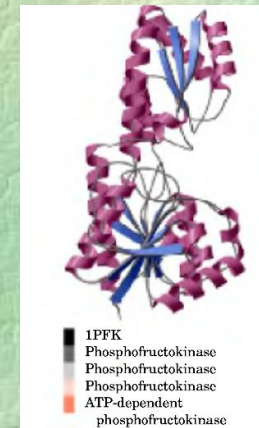
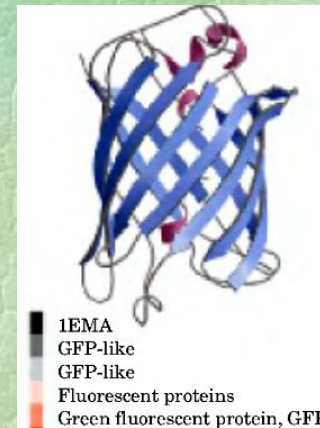
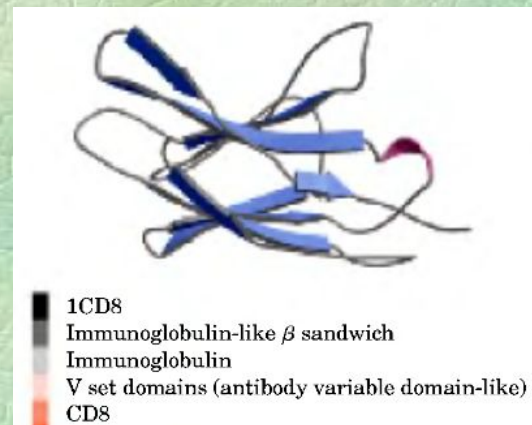
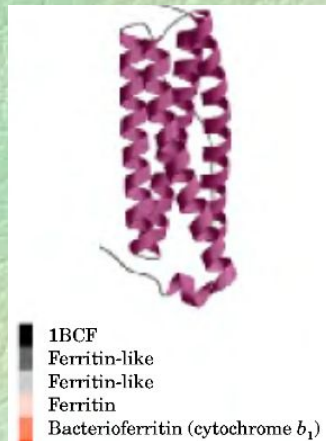
- $\beta$ -конформации



Была изучена на фиброине. Поллинг и Кори показали модель  $\beta$ -складчатости.  $\beta$ -конформация стабилизируется за счет образования межцепочечных водородных связей. Расстояние между соседними полипептидными связями 0,7 нм. полипептидные цепи при  $\beta$ -конформации укладываются либо параллельно, либо антипараллельно. Ограничения те же, что и при  $\alpha$ -спирали.



- **Домен** – участок полипептидной цепи, способный к быстрому и самопроизвольному формированию устойчивой пространственной структуры. Таким свойством обладают структурные домены.
- **Функциональные домены** – участок полипептидной цепи, способный выполнять некую функцию даже в отсутствии остальной части полипептидной цепи.
- Типы доменов:
- 4 $\alpha$ -спираль;  $\beta\beta$ -сэндвич;  $\alpha\beta$ -баррель;  $\alpha\beta$ -седло.





# Третичная структура белка

- Это способ укладки доменов и элементов вторичной структуры в пространстве. образуется за счет межмолекулярных взаимодействий отдельных аминокислотных остатков.
- Структура стабилизируется за счет:
- водородные связи формируются между аминокислотными остатками имеющими полярные группы(OH, NH<sub>2</sub>,...);
- вандервальсовы связи или гидрофобные взаимодействия образуются между ароматическими аминокислотами и аминокислотами, имеющими большое количество углеводородных радикалов;
- цистеиновые мостики или S-S связи образуются за счет димеризации 2х молекул цистеина в молекулу цистина;
- электростатические взаимодействия образующиеся за счет взаимодействия заряженных аминокислот.



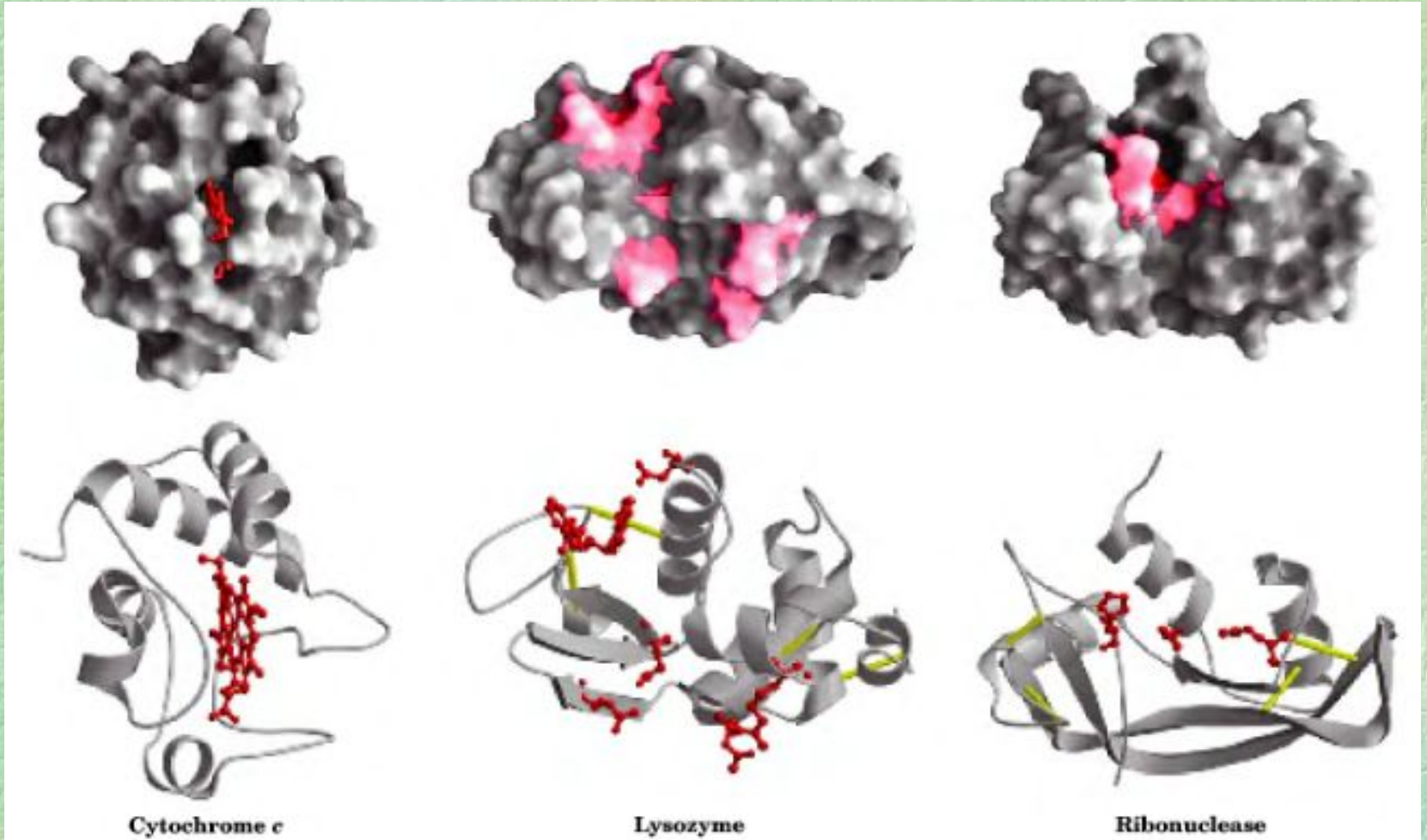
# Классификация по пространственной структуре

- **Фибриллярные.** Для них характерна линейная структура. Плохо растворимы в воде, обычно в их состав входят большое количество гидрофобных аминокислот.
- **Глобулярные.** Для них характерна сложная пространственная трехмерная структура. Имеют гидрофобное ядро и гидрофильную поверхность. Как правило, хорошо растворимы в воде.

Нпр., яичный альбумин.



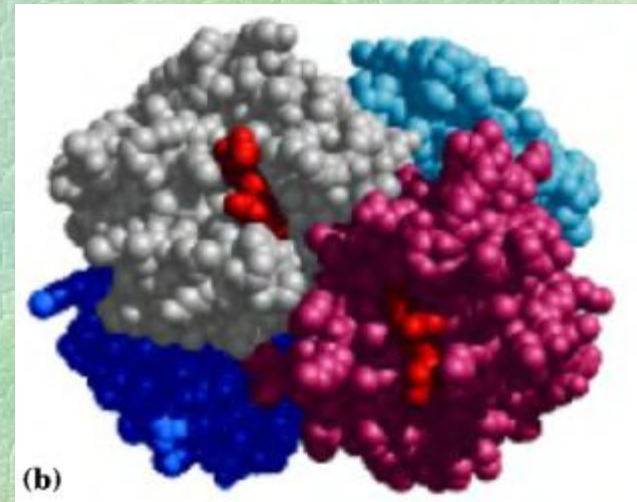
# Третичная структура белка





# Четвертичная структура белка

- Характерна для олигомерных белков (состоят из нескольких полипептидных цепей). Это способ укладки отдельных полипептидных цепей относительно друг друга.
- Структура стабилизируется за счет:
  - ✓ гидрофобные взаимодействия
  - ✓ электростатические взаимодействия
  - ✓ образование ковалентных связей
  - ✓ водородные связи
  - ✓ ван-дер-ваальсовы силы.



Пример: гемоглобин( $\alpha_2\beta_2$ ), т.е. 2  $\alpha$ -субъединицы и 2  $\beta$ -субъединицы



# Четвертичная структура белка

Если все субъединицы одинаковые, то это гомоолигомерные белки. Если разные – гетероолигомерные белки.

Гемоглобин – гетеротетромер.

