

Белки. Строение и функции

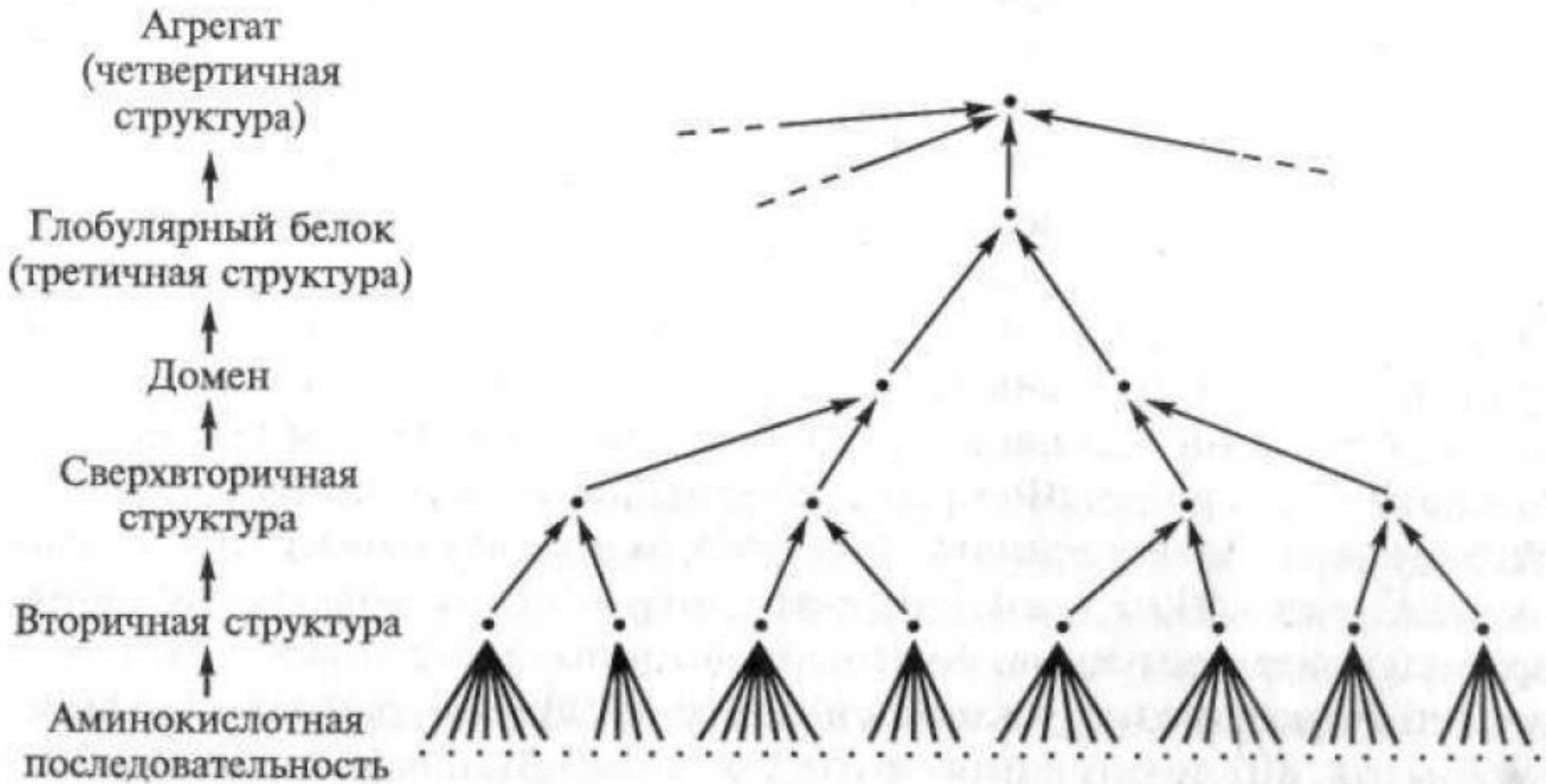
9 кл

Белки – это

сложные органические вещества, выполняющие в клетке важные функции

Белки представляют собой гигантские биополимерные молекулы, мономерами которых являются **аминокислоты**. В природе известно более 150 различных аминокислот, но в построении белков живых организмов участвуют только 20, их называют – **протеиногенные аминокислоты**

Последовательность аминокислот в белке несет информацию о построении пространственной структуры и функциях белка!



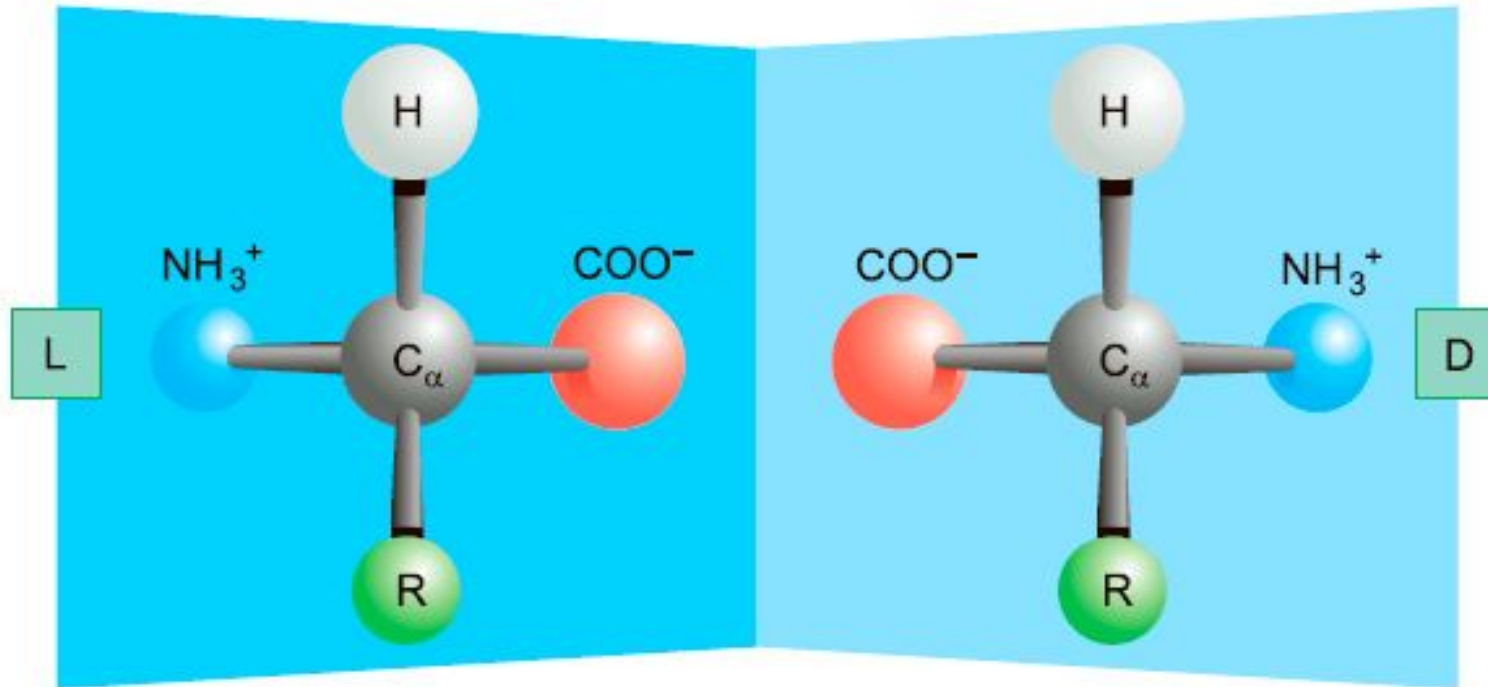
Аминокислоты

Все аминокислоты — **амфотерные соединения**, они могут проявлять как кислотные свойства, обусловленные наличием в их молекулах **карбоксильной группы —COOH**, так и основные свойства, обусловленные **аминогруппой —NH₂**

Особенности физических и химических свойств аминокислот обусловлены их строением — присутствием одновременно двух противоположных по свойствам функциональных групп: **кислотной и основной**

Аминокислоты в природе могут находиться в двух разных изомерных формах — L и D

Атом α -углерода асимметричен, в силу чего возможно существование двух зеркальных отображений, или стереоизомеров — L и D.



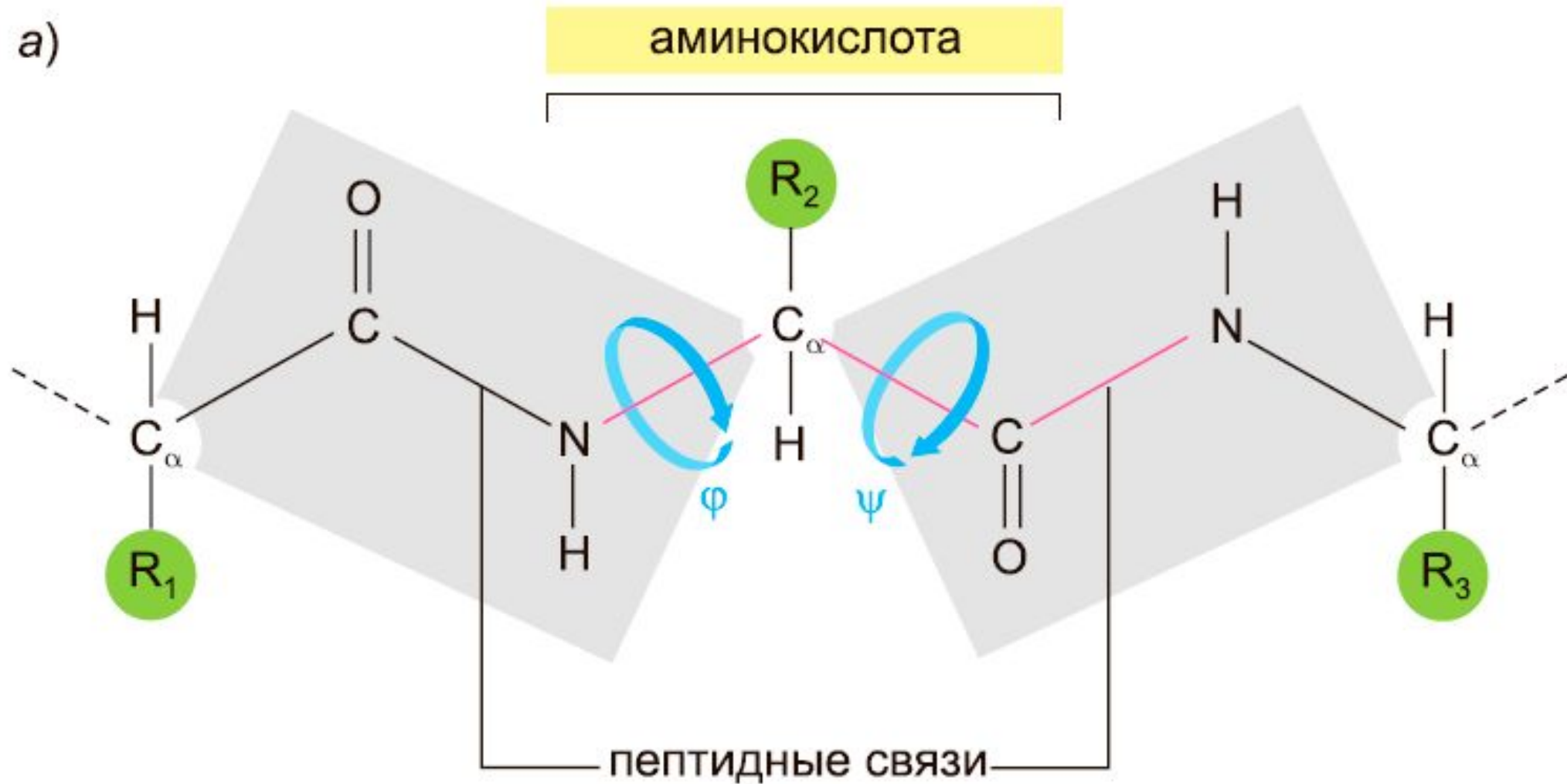
Белки состоят исключительно из L-аминокислот.

Первичная структура белков — это последовательность аминокислотных остатков в полипептидной цепи



Пептидная связь

a)

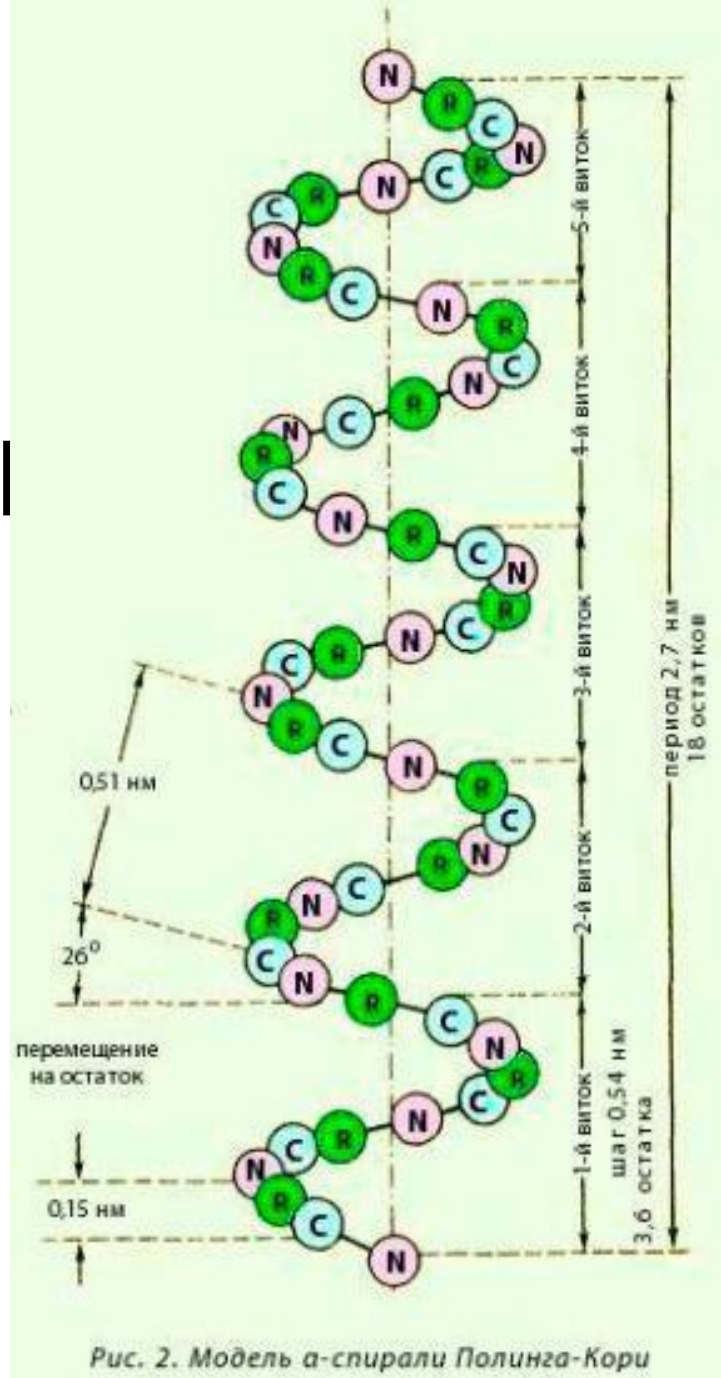


Вторичная структура

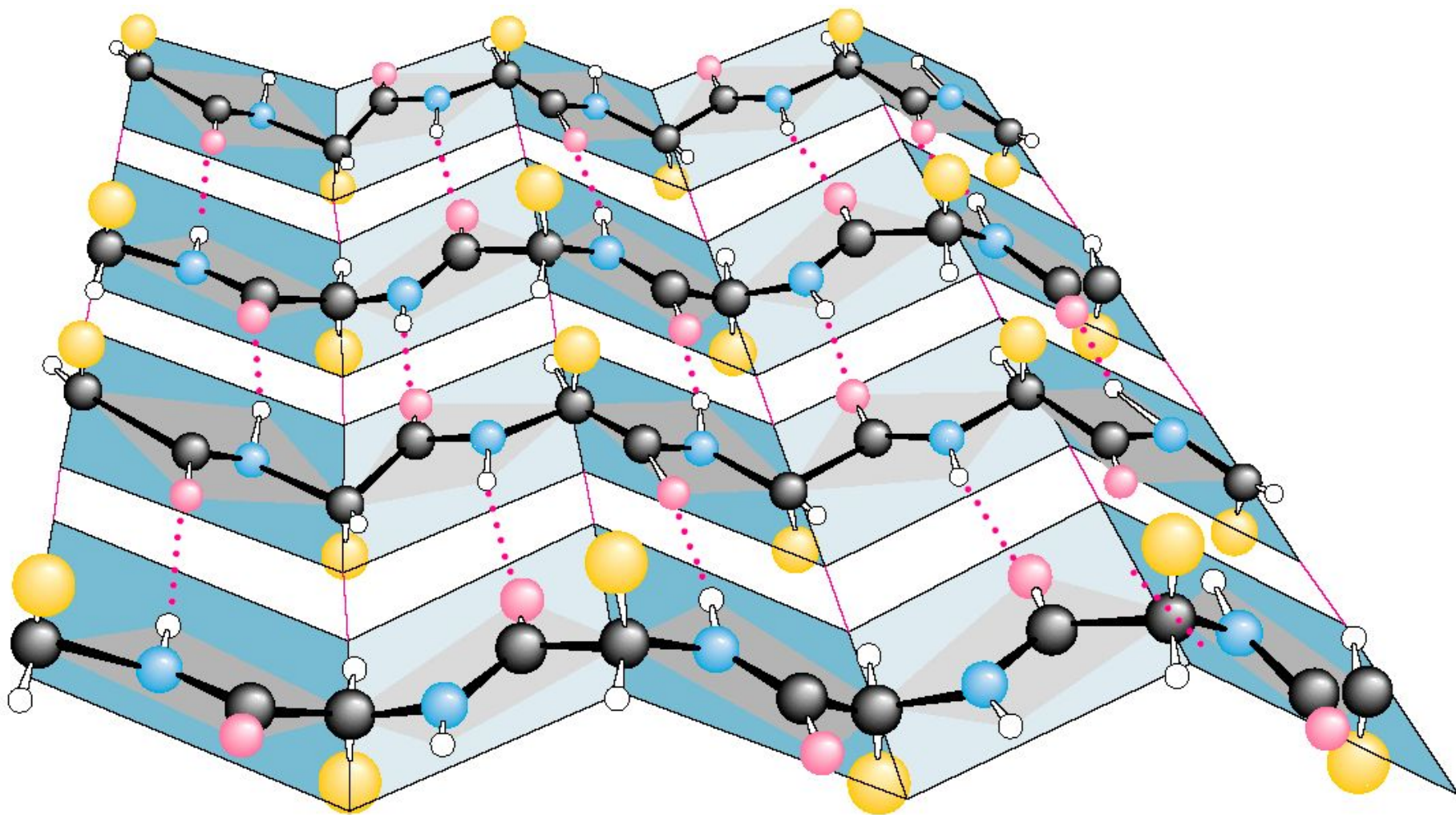
- представляет собой способ укладки полипептидной цепи в упорядоченную структуру благодаря образованию *водородных связей* между пептидными группами одной цепи или смежными полипептидными цепями

По конфигурации вторичные структуры делятся на спиральные (**α -спираль**) и слоисто-складчатые (**β -структура**), а также нерегулярные структуры (**β -изгиб или беспорядочный клубок**)

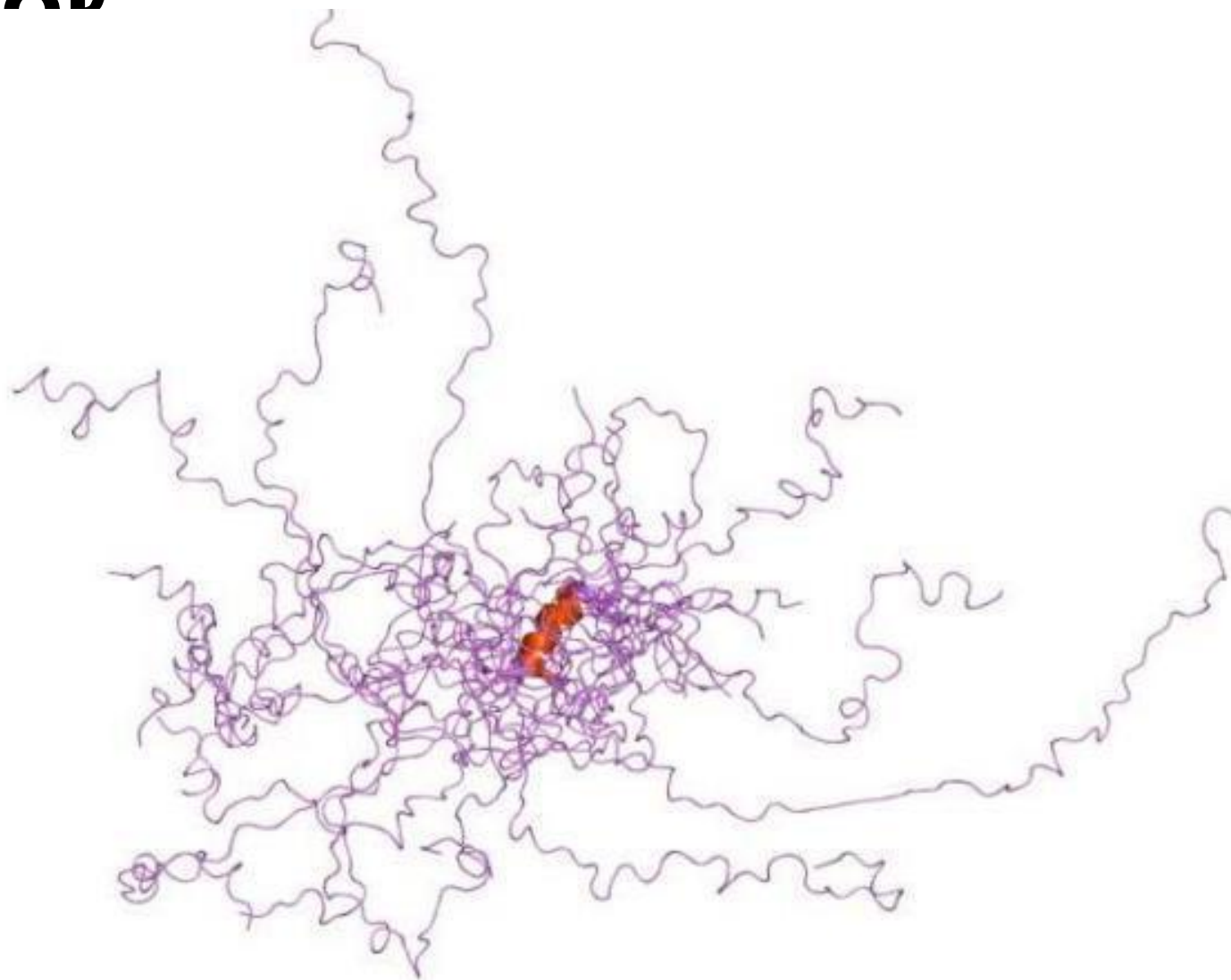
α-Спираль



β-Структура



β -изгиб или Беспорядочный клубок



В одном и том же белке могут присутствовать все три способа укладки полипептидной цепи (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Способы укладки пептидной цепи

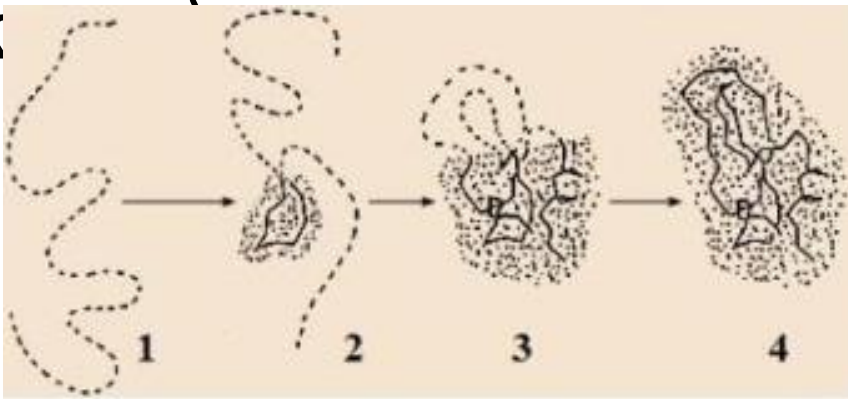
Домен белка

— элемент третичной структуры белка, представляющий собой достаточно стабильную и независимую подструктуру белка, **фолдинг** (укладка, сворачивание) которой проходит независимо от остальных частей

В состав домена обычно входит несколько элементов вторичной структуры

Сходные по структуре домены встречаются не только в родственных белках (например, в гемоглобинах разных животных), но и в совершенно разных белках

Фолдинг белка - процесс спонтанного сворачивания полипептидной цепи в уникальную нативную пространственную структуру (третичная струк



Стадии фолдинга

1. **Случайный белок** – пептидная цепь в первичной структуре свернута в **рыхлый клубок**. Все связи между аминокислотными остатками (кроме пептидной) отсутствуют.

2. **Предшественник расплавленной глобулы** – происходит формирование неполной вторичной структуры, за счет взаимодействия всех функционально активных групп аминокислот, кроме радикалов. Цепь принимает определенную пространственную структуру, но частично развернута.

3. **Расплавленная глобула** – вторичная структура сформирована; начинается сжатие цепи в компактную глобулу за счет взаимодействий между радикалами. Жесткой третичной структуры еще нет.

4. **Нативный белок** – связи в расплавленной глобуле установились: радикалы образовали максимально возможное количество связей белок находит оптимально выгодную структуру.

**Альбумин
состоит из 3-х
доменов,
пространственн
ое положение
которых
напоминает
форму сердца**



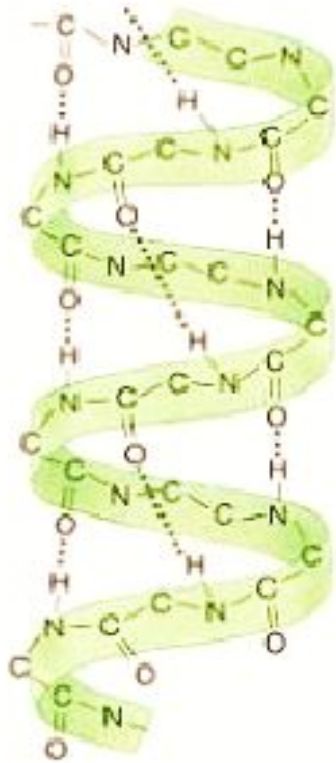
Третичная структура белка - это расположение в пространстве всех атомов белковой молекулы

Иными словами, под третичной понимают трехмерную структуру белков, характеризующуюся определенной укладкой в пространстве всех звеньев полипептидной цепи

Третичная структура белка



В самом общем виде по форме укладки в пространстве белковые молекулы давно принято подразделять на **фибрилярные и глобулярные**



вторичная
структура

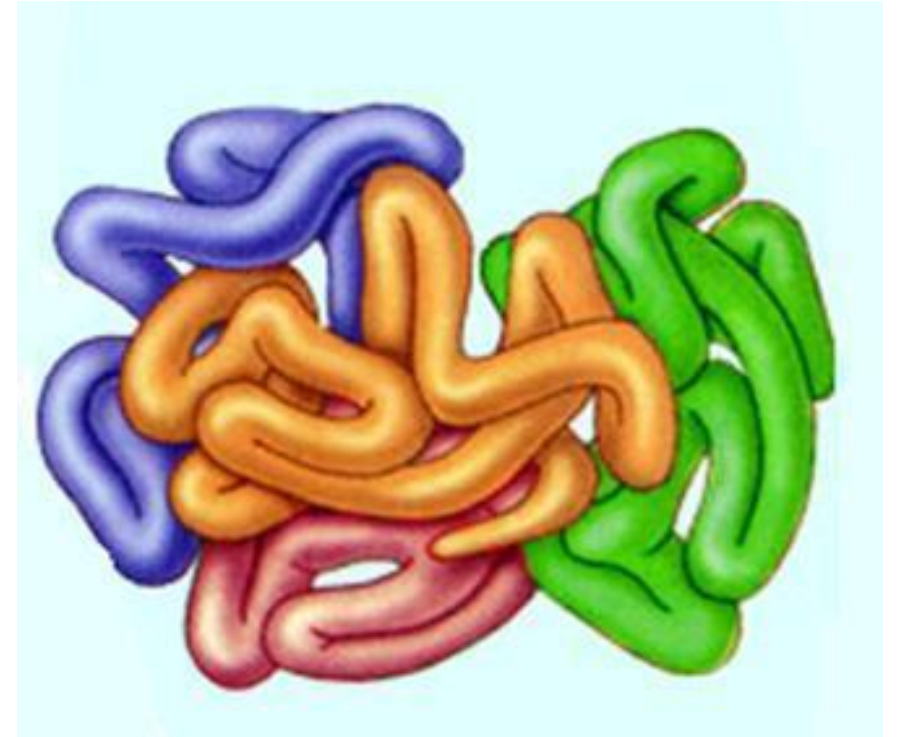


третичная
структура

водородные
ионные
ковалентные
связи

Четвертичная структура

– это надмолекулярное образование, состоящее из двух и более полипептидных цепей, связанных между собой водородными связями, электростатическими, диполь-дипольными и гидрофобными взаимодействиями между остатками аминокислот, находящихся на поверхности



Примером может служить молекула гемоглобина, вирус табачной мозаики и т.д.

Structure of Hemoglobin

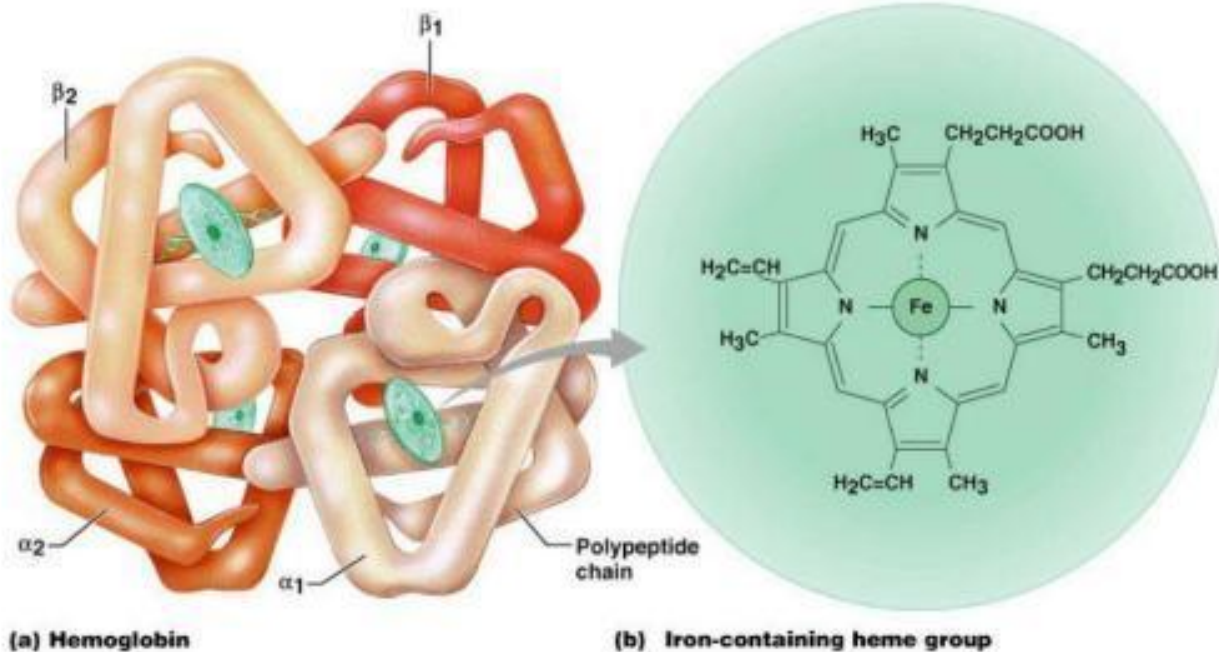
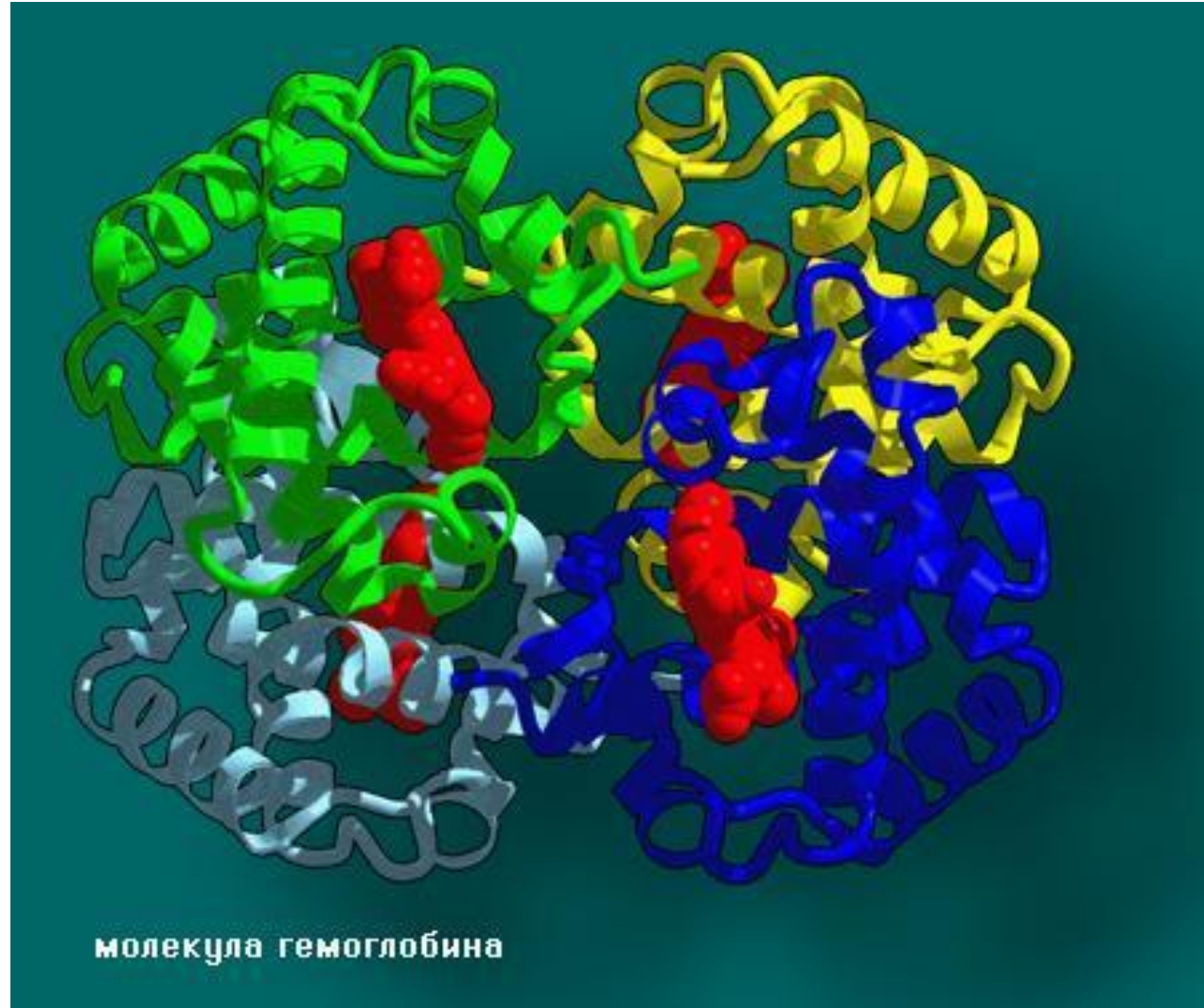


Figure 17.4



Денатурация

Резкое изменение условий, например, нагревание или обработка белка кислотой или щёлочью приводит к потере четвертичной, третичной и вторичной структур белка, называемой **денатурацией**

ДЕНАТУРАЦИЯ

БЫВАЕТ:

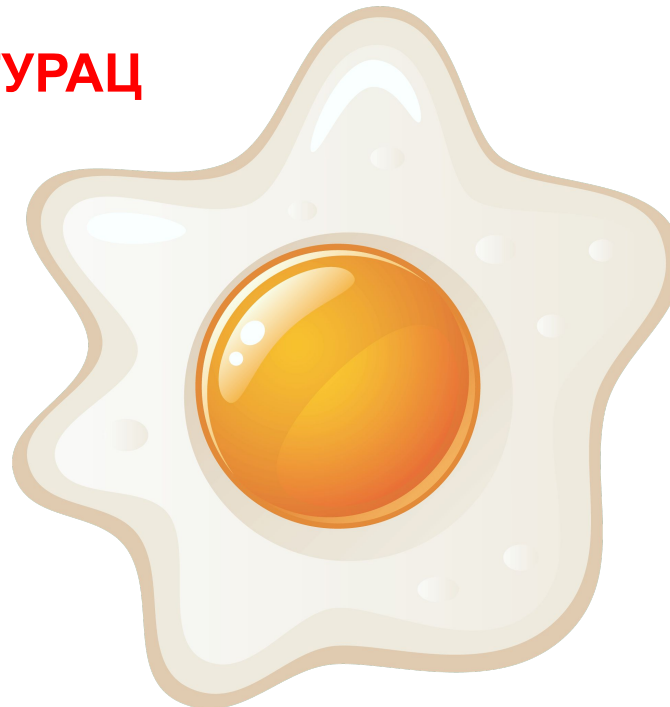
ОБРАТИМАЯ

Если сохранена
первичная
структура

НЕОБРАТИМАЯ

Если первичная
структура
разрушена

РЕНАТУРАЦИЯ



Самый известный случай денатурации белка в быту — это приготовление куриного яйца

Факторы, вызывающие денатурацию белков

Физические факторы:

1. Высокие температуры

Для разных белков характерна различная чувствительность к тепловому воздействию. Часть белков подвергается денатурации уже при 40-500°C. Такие белки называют термолабильными

Другие белки денатурируют при гораздо более высоких температурах, они являются термостабильными

2. Ультрафиолетовое облучение

3. Рентгеновское и радиоактивное облучение

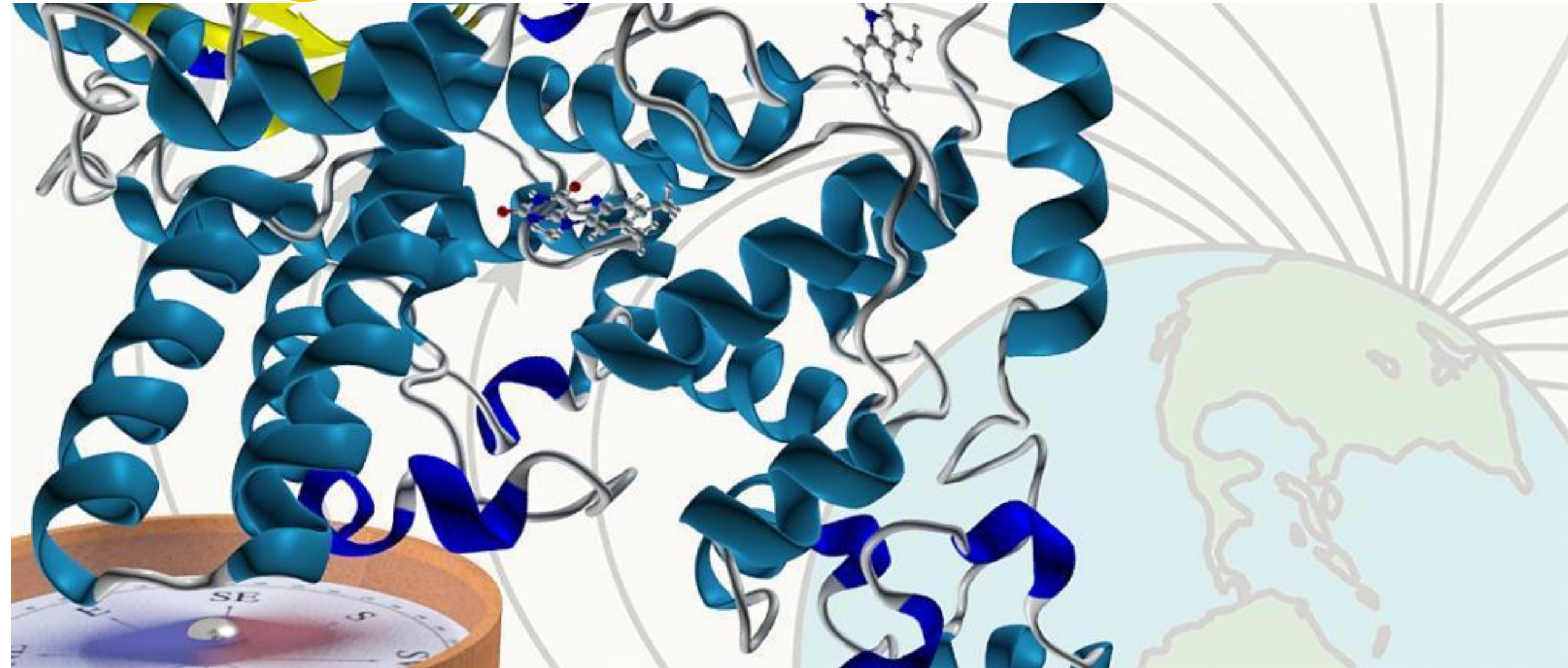
4. Ультразвук

5. Механическое воздействие (например, вибрация)

Химические факторы:

1. Концентрированные кислоты и щелочи
2. Соли тяжелых металлов
3. Органические растворители
4. Растительные алкалоиды
5. Мочевина в высоких конц.

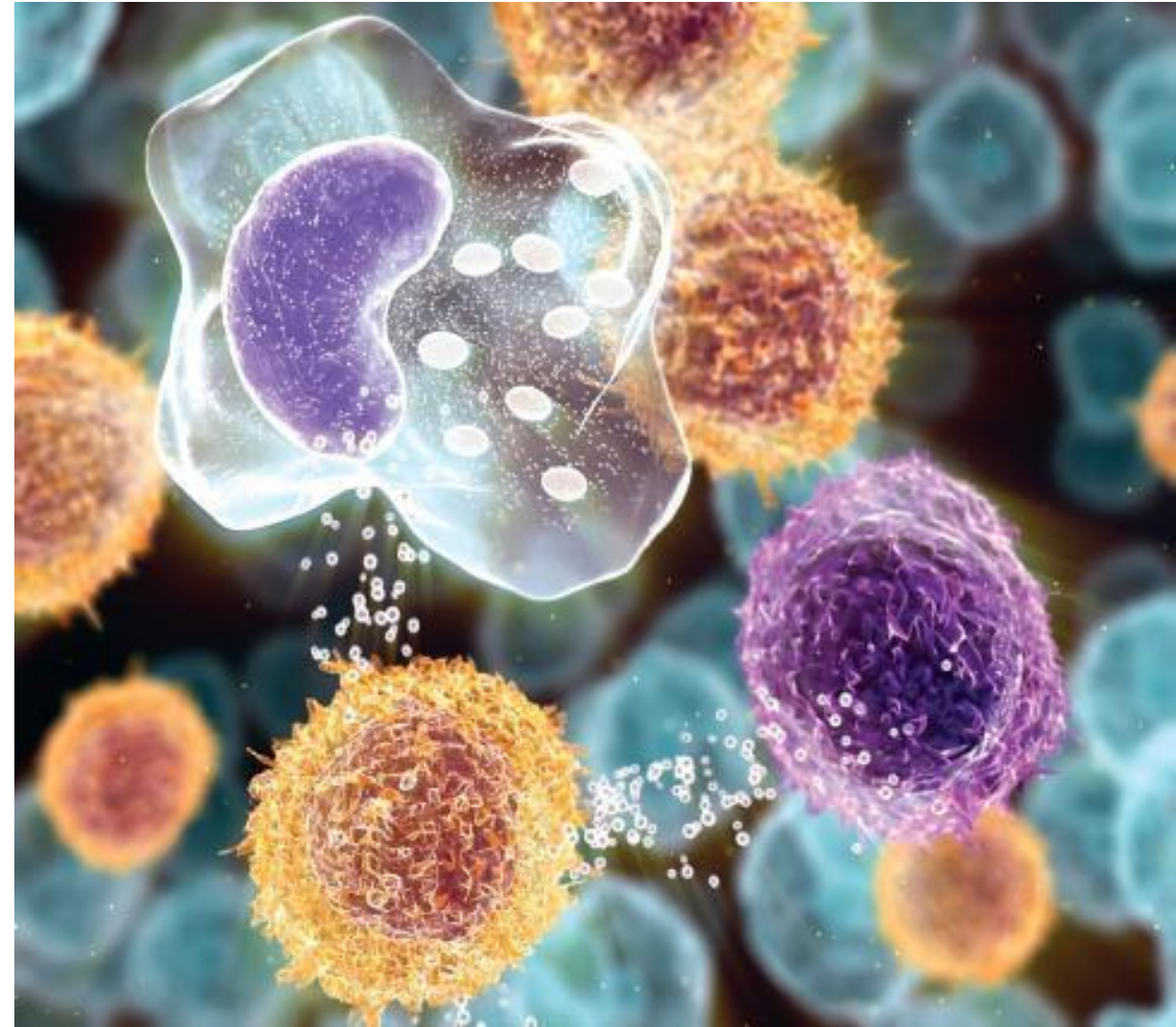
Функции белков



1. Каталитическая функция (ферментативная)

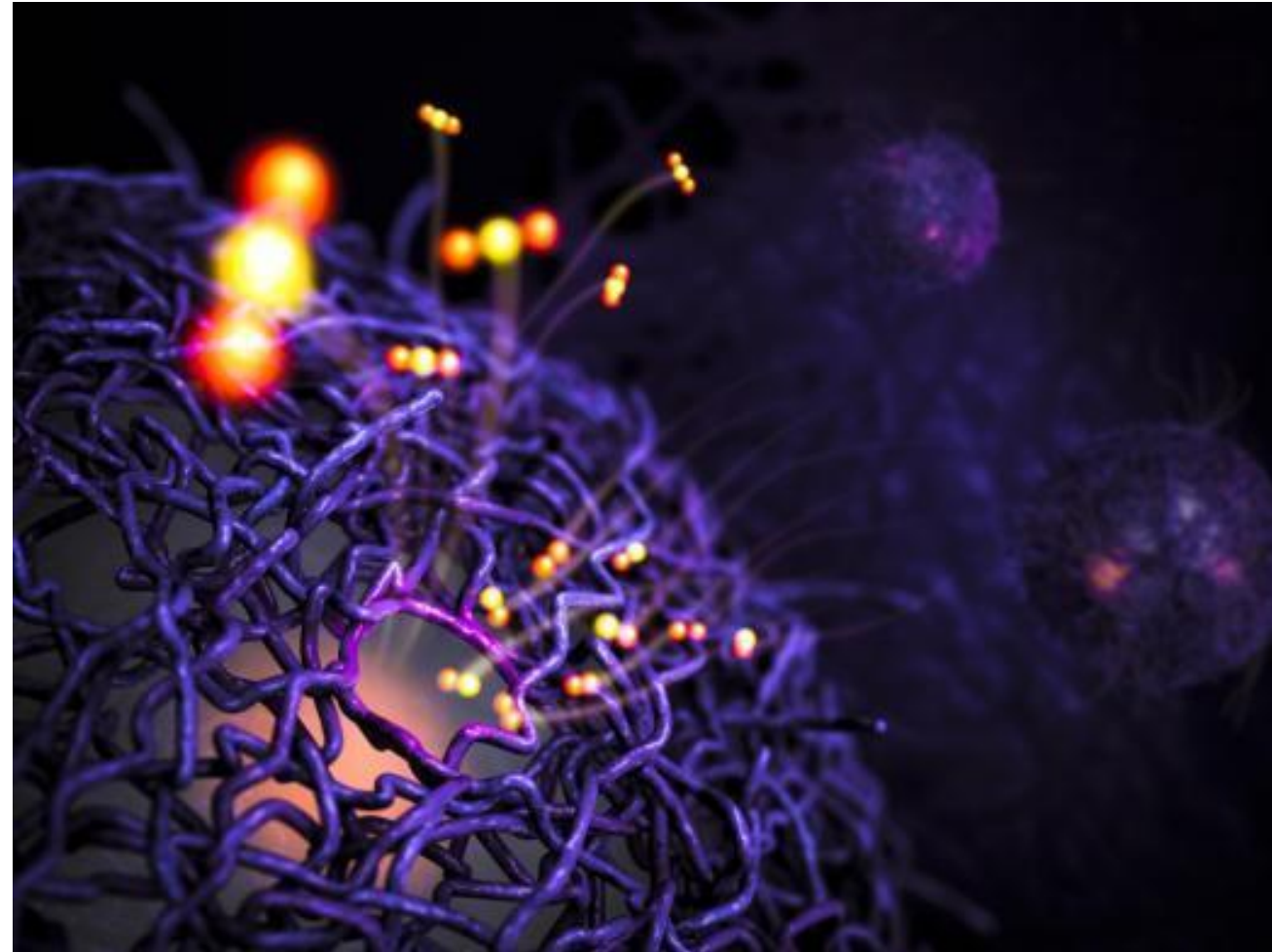
Ферментативный катализ — явление ускорения реакции

Ферменты (энзимы) — белок или группа белков (иногда РНК или их комплексы), обладающая каталитическими свойствами, т.е. каждый фермент ускоряет одну или несколько сходных реакций

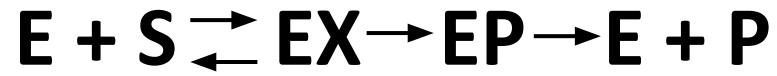


**В процессе катализа
сам фермент не
расходуется, но при этом
он ускоряет химические
реакции в
тысячи/миллионы раз!**

Молекулы, которые
присоединяются к
ферменту и изменяются в
результате реакции,
называются —
субстратами



Механизм действия ферментов



Теория Фишера «Ключ Замок»

1. Присоединение субстрата (S) к ферменту (E) с образованием фермент-субстратного комплекса (ES)
2. Преобразование фермент-субстратного комплекса в один или несколько переходных комплексов (EX) за одну или несколько стадий
3. Превращение переходного комплекса в комплекс фермент-продукт (EP)
4. Отделение конечных продуктов от фермента

Теория Кошланда «Рука перчатки»

Ферменты бывают простыми и сложными

Простые ферменты состоят только из белковой части и называются – **апоферментами**

Сложные, в отличии от простых, состоят из белковой и небелковой частей (неактивная белковая часть (апофермент) + активирующая её небелковая группа (кофермент). Такие ферменты называются **холоферментами**

Ферменты по структуре делятся:

на мономеры и полимеры

Мономеры состоят из одной белковой молекулы, полимеры из нескольких

Полимеры делятся на гомополимеры, состоящие из одинаковых белковых молекул (малатдегидрогеназа) и гетерополимеры (рибулозобисфосфаткарбоксилаза) – из разных

Структурно-функциональная

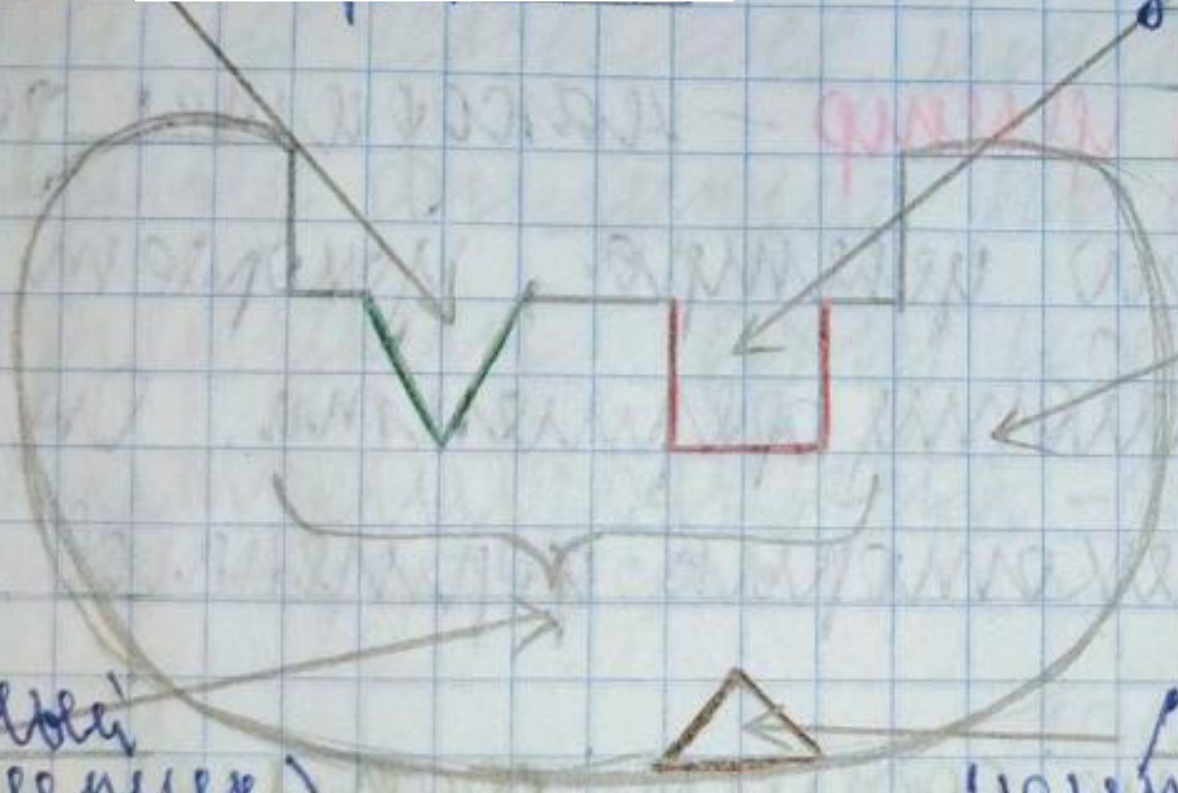
организация:

СВЯЗЫВАНИЯ

участок

участок катания
за

Белок (E)



Активный
(катализатор)
центр

регуляторный
центр (allosteric)
центр

Активный центр – комбинация аминокислот (12-16), связывающих субстрат и осуществляющих его превращение в продукт. Для каждого фермента суц. свой собственный уникальный активный центр

Участок связывания – комбинация аминокислот (3-5), обеспечивающих узнавание субстрата, присоединение его к активному центру и правильную ориентацию его в активном центре

Участок катализа – комбинация аминокислот (3-7) непосредственно преобразует субстрат в продукт

Регуляторный центр – находится вне активного центра, ускоряет или замедляет работу фермента. Имеется только у некоторых ферментов (аллостерических)

2. Питательная (резервная)

функция

Эту функцию выполняют **резервные белки**, являющиеся источниками питания для плода, например белки яйца

Ряд других белков используется в организме в качестве **источника аминокислот**, которые в свою очередь являются предшественниками биологически активных веществ, регулирующих процессы метаболизма



*Казеин
молок
а*

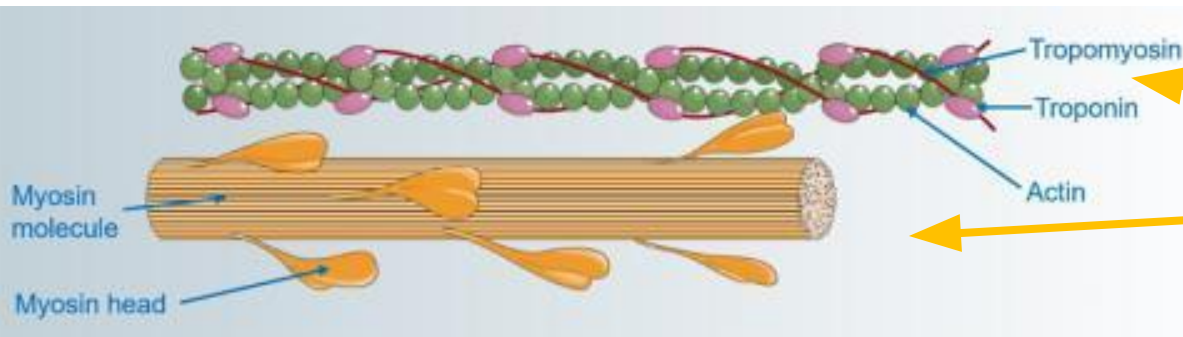
*Яичный
Альбумин*



Сократительная функция

Главную роль в акте мышечного сокращения и расслабления играют **актин и миозин** – специфические белки мышечной ткани

Сократительная функция присуща не только мышечным белкам, но и белкам цитоскелета, что обеспечивает тончайшие процессы жизнедеятельности клеток (*расхождение хромосом в процессе митоза*)



АКТИН
МИОЗИН

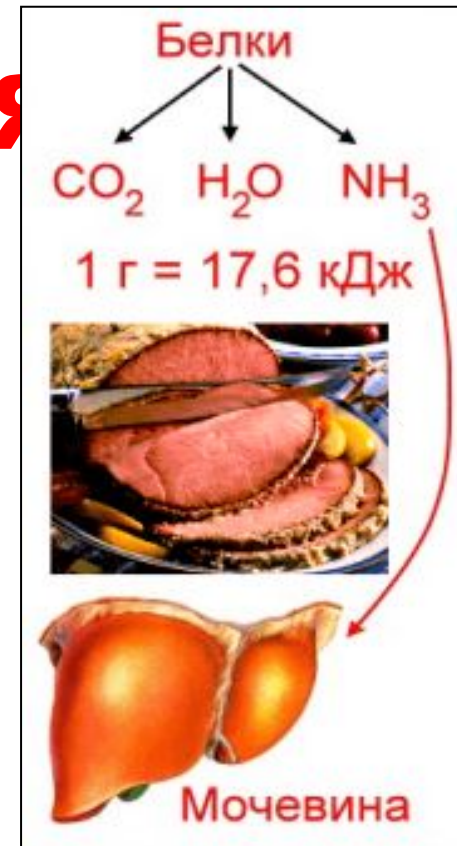
Энергетическая функция

– белки служат одним из **источников энергии** в клетке

Расщепление 1 г белка = 17,6 кДж энергии. Сначала белки расщепляются до аминокислот, затем до конечных продуктов:

1. *воды*
2. *углекислого газа*
3. *аммиака*

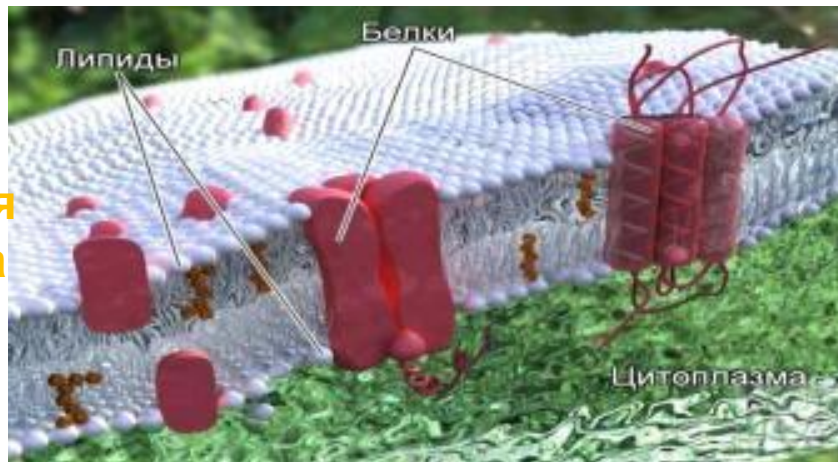
В качестве источника энергии белки используются крайне редко



Структурная функция

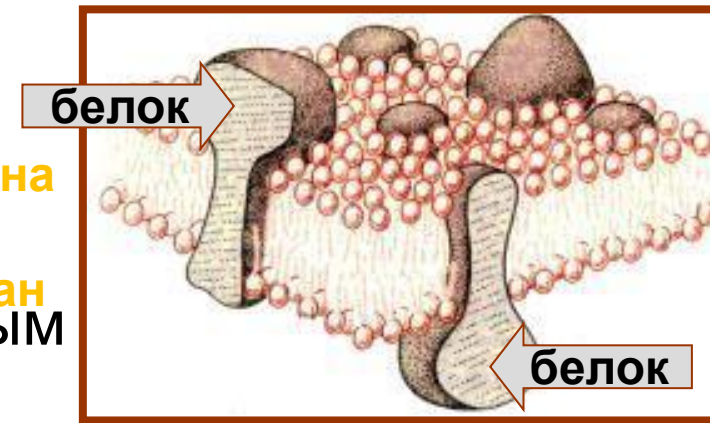
- 1) участвуют в образовании практически всех органоидов клеток, во многом определяя их структуру
- 2) образуют цитоскелет, придающий форму клеткам, многим органоидам и обеспечивающий механическую форму ряда тканей
- 3) входят в состав межклеточного вещества, во многом определяющего структуру тканей и форму тела животных

Клеточная мембрана



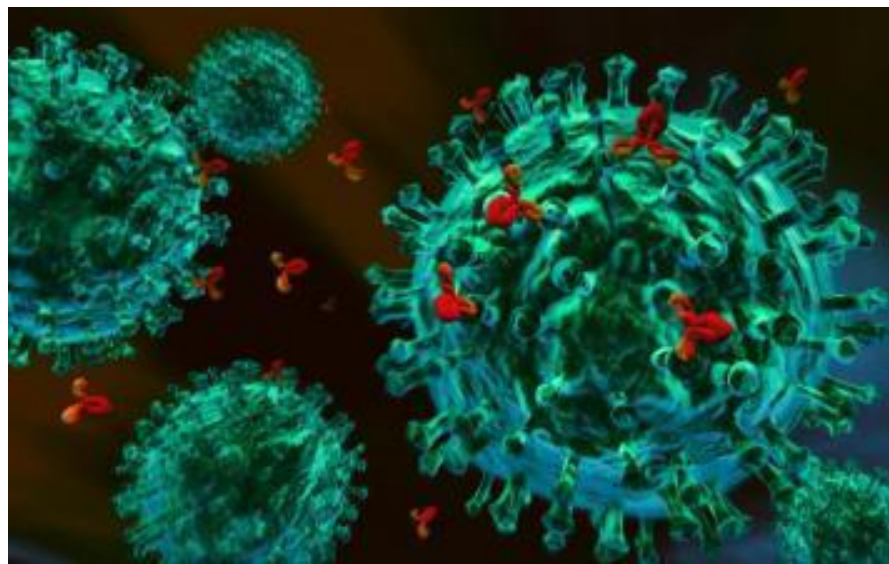
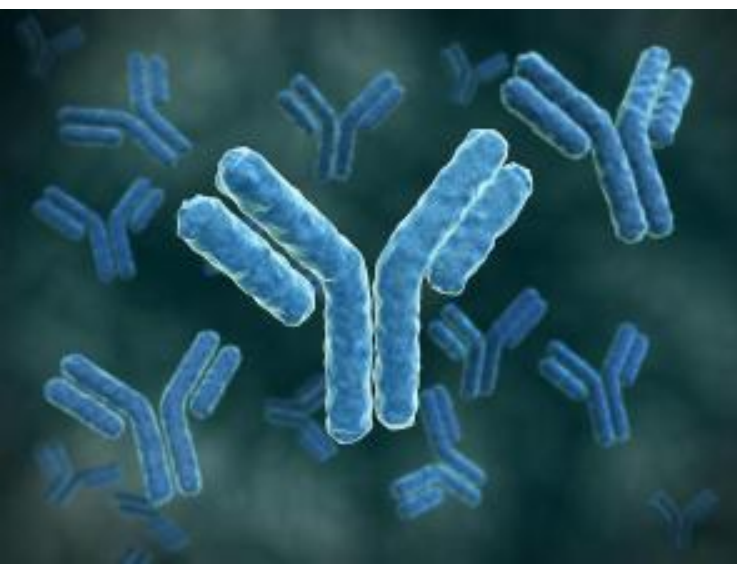
Кератин

К структурным белкам относятся:
Коллаген,
Актин,
Эластин,
Миозин,
Кератин,
Тубулин



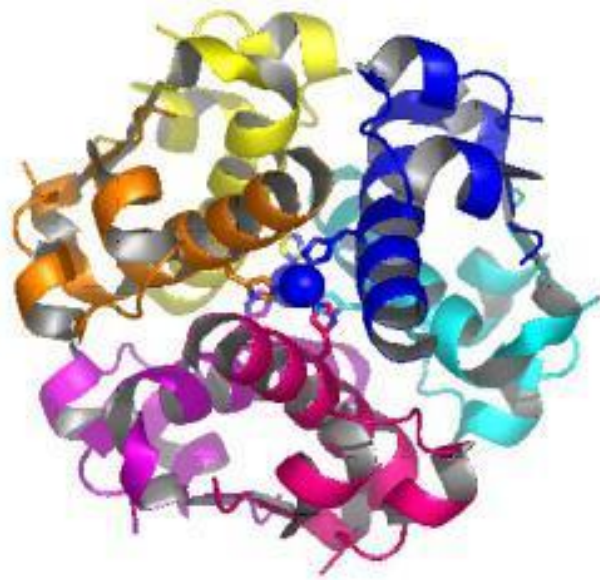
Защитная функция

В ответ на проникновение в организм чужеродных белков или микроорганизмов (*антигенов*) образуются особые белки — **антитела**, способные связывать и обезвреживать их



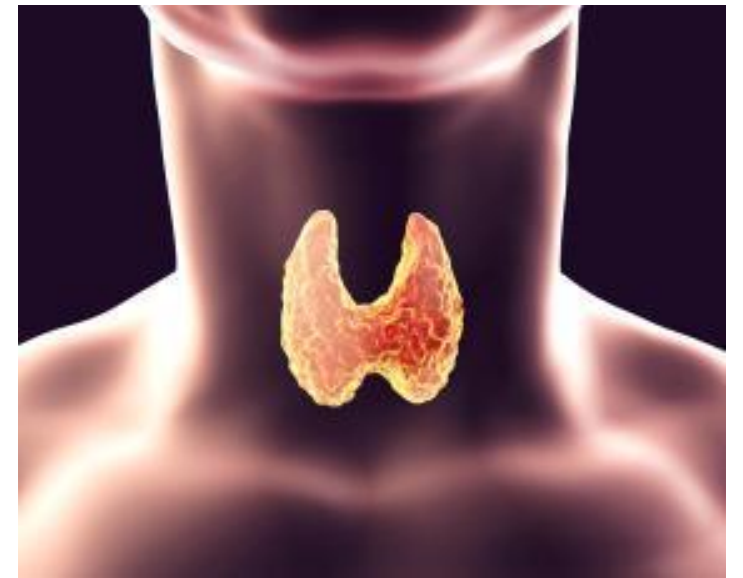
Регуляторная функция

Некоторые белки являются гормонами. **Гормоны** - биологически активные вещества выделяющиеся в кровь различными железами, которые принимают участие в регуляции процессов обмена веществ



Гормон
инсулин
регулирует
уровень
углеводов в
крови

Гормон
щитовидной
железы -
тироксин



Транспортная функция

— участие белков в переносе веществ в клетки и из клеток, в их перемещениях внутри клеток, а также в их транспорте кровью и другими жидкостями по организму

Виды транспорта, осуществляемые при помощи белков

Перенос
веществ
внутри клетки

Перенос
веществ через
клеточную
мембрану

Перенос
веществ по
организму



Например гемоглобин
переносит кислород