

Тема: «Строение белков»

Задачи:

Изучить особенности строения белков, их свойства и функции

Пименов А.В.

Общая характеристика белков

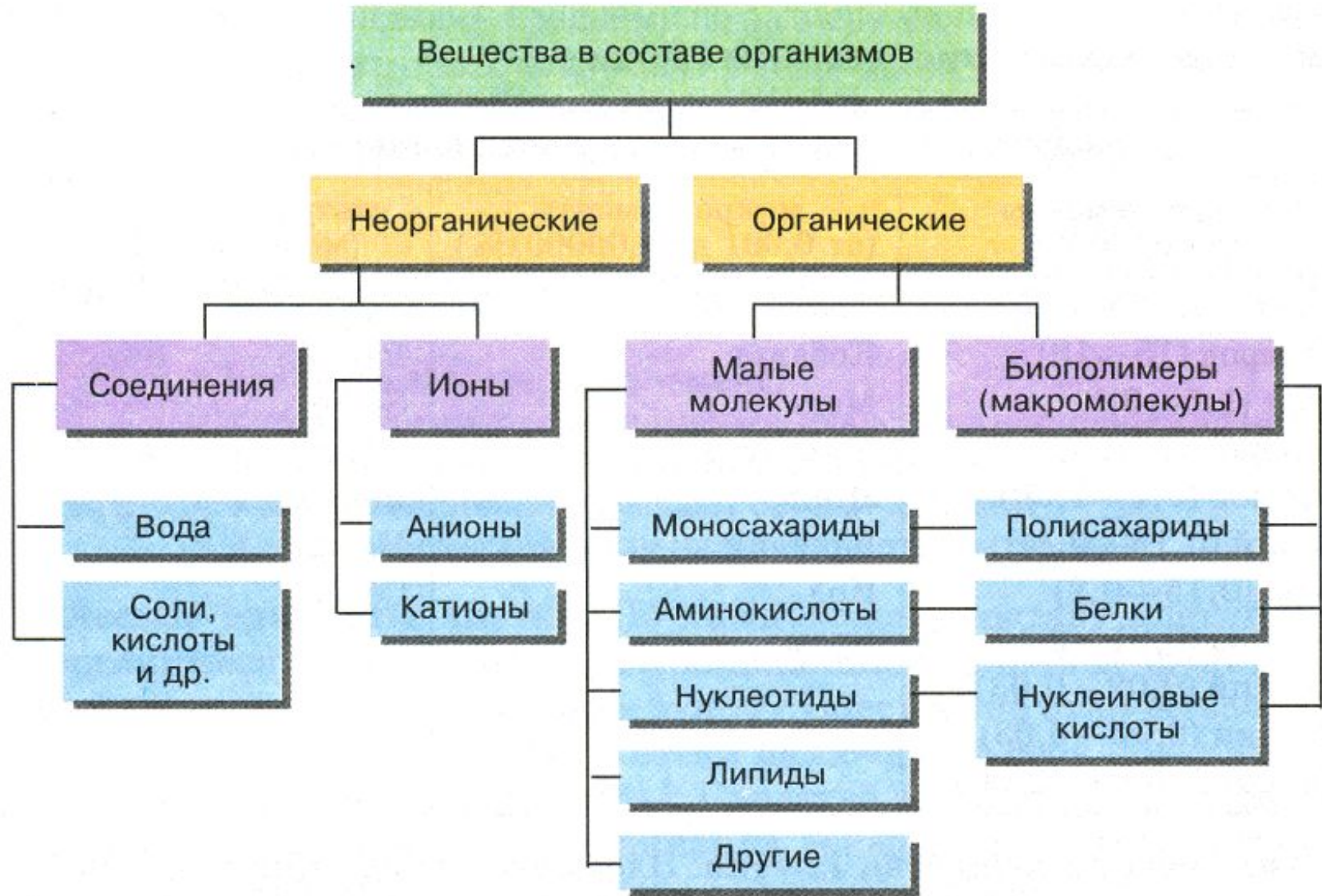


«Жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь, что приводит к разложению белка». Ф. Энгельс

«Живые тела, существующие на Земле, представляют собой открытые, саморегулирующиеся и самовоспроизводящиеся системы, построенными из биополимеров – белков и нуклеиновых кислот». М. В. Волькенштейн

Содержание в клетках химических соединений <i>(в % от сырой массы)</i>			
Неорганические соединения		Органические соединения	
Вода	75 - 85 %	Белки	10 - 15 %
Неорганические вещества	1,0 - 1,5 %	Жиры	1 - 5 %
		Углеводы	0,2 - 2,0 %
		Нуклеиновые кислоты	1 - 2 %
		Низкомолекулярные органические соединения	0,1 - 0,5 %

Общая характеристика белков



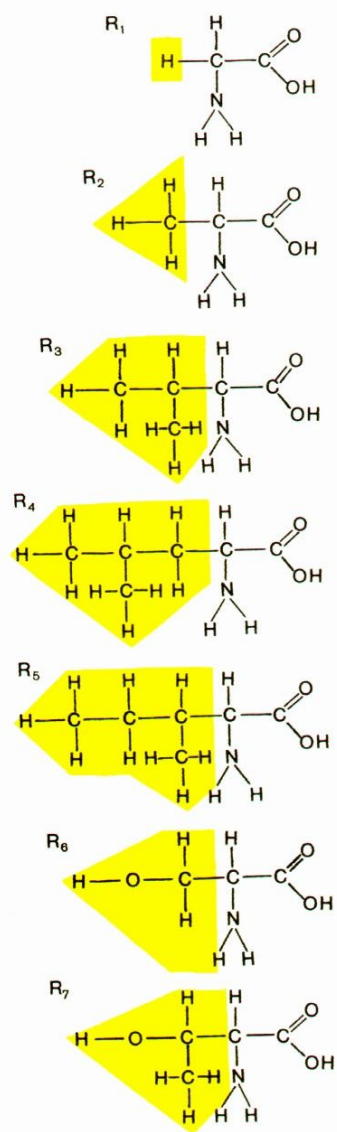
Общая характеристика белков

- Из органических веществ клетки по количеству и значению на **первом месте стоят белки (10-20% от массы клетки)**.
- В состав простых белков входят: **C, H, O, N, S**. Часть белков образует комплексы с другими молекулами, содержащими фосфор, железо, цинк и медь.
- Белки обладают **огромной молекулярной массой**: молекулярная масса альбумина (одного из белков яйца) — 36000, гемоглобина — 152000, миозина (одного из белков мышц) — 500000. Для сравнения: молекулярная масса спирта — 46, уксусной кислоты — 60, бензола — 78.
- Белки — высокомолекулярные органические вещества, **состоящие из остатков α-аминокислот**.
- Белки являются **непериодическими полимерами**, мономерами которых являются аминокислоты. В клетках и тканях обнаружено свыше 170 различных аминокислот, но в состав белков входит лишь 20.

Общая характеристика белков

- Обычными компонентами белков являются лишь 20 видов альфа-аминокислот.
- В зависимости от того, могут ли аминокислоты синтезироваться в организме, различают: *заменимые аминокислоты* — десять аминокислот, синтезируемых в организме; *незаменимые аминокислоты*, которые в организме не синтезируются. Незаменимые аминокислоты должны поступать в организм вместе с пищей.
- В зависимости от аминокислотного состава, белки бывают: *полноценными*, если содержат весь набор незаменимых аминокислот; *неполноценными*, если хотя бы одна незаменимая аминокислота в их составе отсутствует.
- Различают *простые белки* — белки, состоящие только из аминокислот (фибрин, трипсин) и *сложные* — белки, содержащие помимо аминокислот еще и небелковую — *простетическую группу*. Она может быть представлена ионами металлов (*металлопротеины* — гемоглобин), углеводами (*гликопротеины*), липидами (*липопротеины*), нуклеиновыми кислотами (*нуклеопротеины*).

Общая характеристика белков



Глицин (гли)

Аланин (ала)

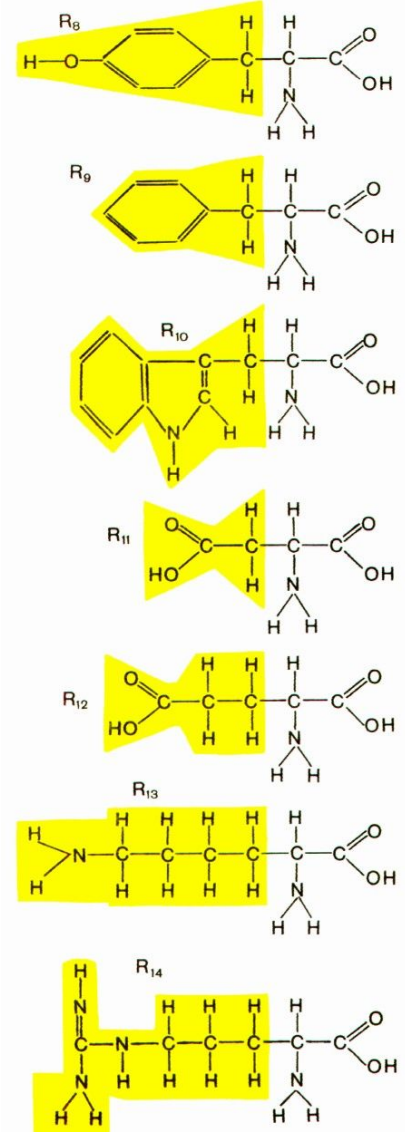
Валин (вал) *

Лейцин (лей) *

Изолейцин (илей) *

Серин (сер)

Треонин (тре) *



Тирозин (тир)

Фенилаланин (Фен) *

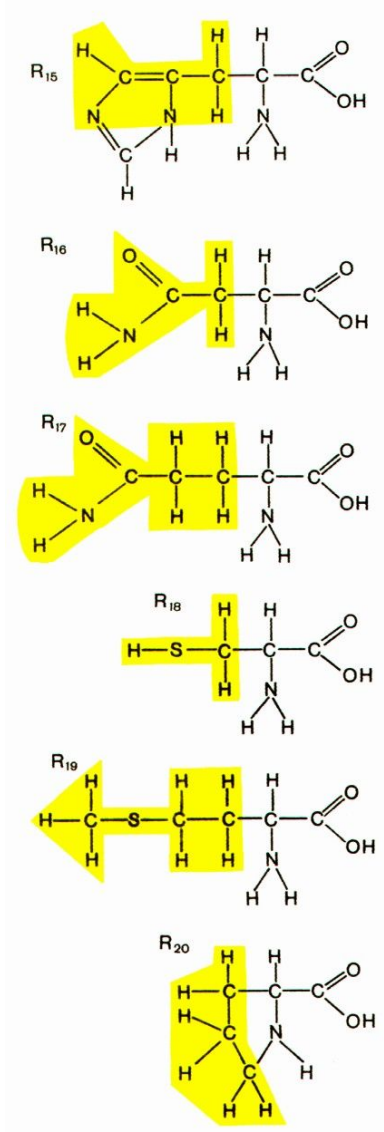
Триптофан (трп) *

Аспарагиновая кислота (асп)

Глутаминовая кислота (глу)

Пизин (лиз) *

Аргинин (арг) *



Гистидин (гис) *

Аспарагин (асн)

Глутамин (гln)

Цистеин (цис)

Метионин (мет) *

Пролин (про)

Общая характеристика белков

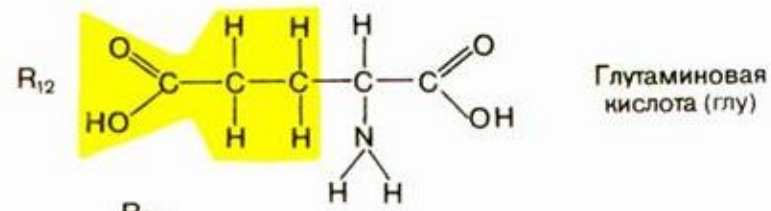
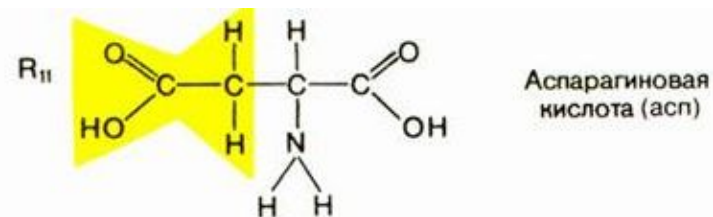
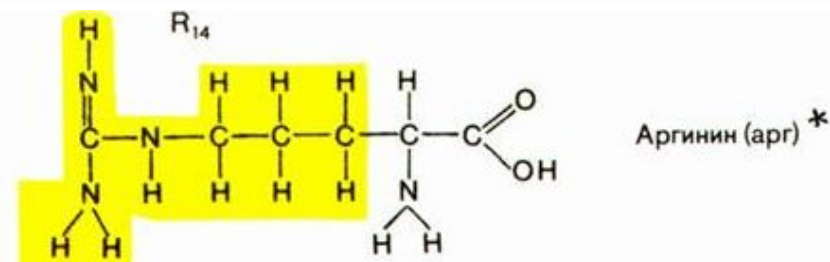
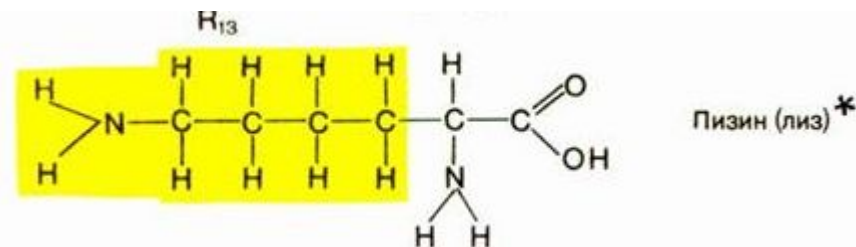
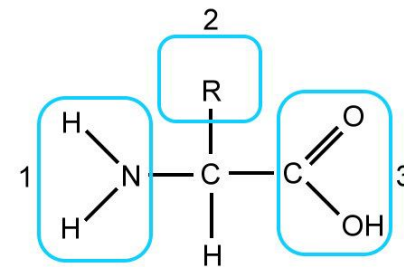
Все аминокислоты содержат хотя бы одну карбоксильную группу (-COOH) и одну аминогруппу (-NH₂). Остальная часть молекулы представлена радикалом.

В зависимости от количества аминогрупп и карбоксильных групп, входящих в состав аминокислот, различают:

нейтральные аминокислоты, имеющие одну карбоксильную группу и одну аминогруппу;

основные аминокислоты, имеющие более одной аминогруппы (*лизин, аргинин*);

кислые аминокислоты, имеющие более одной карбоксильной группы (*аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота*).

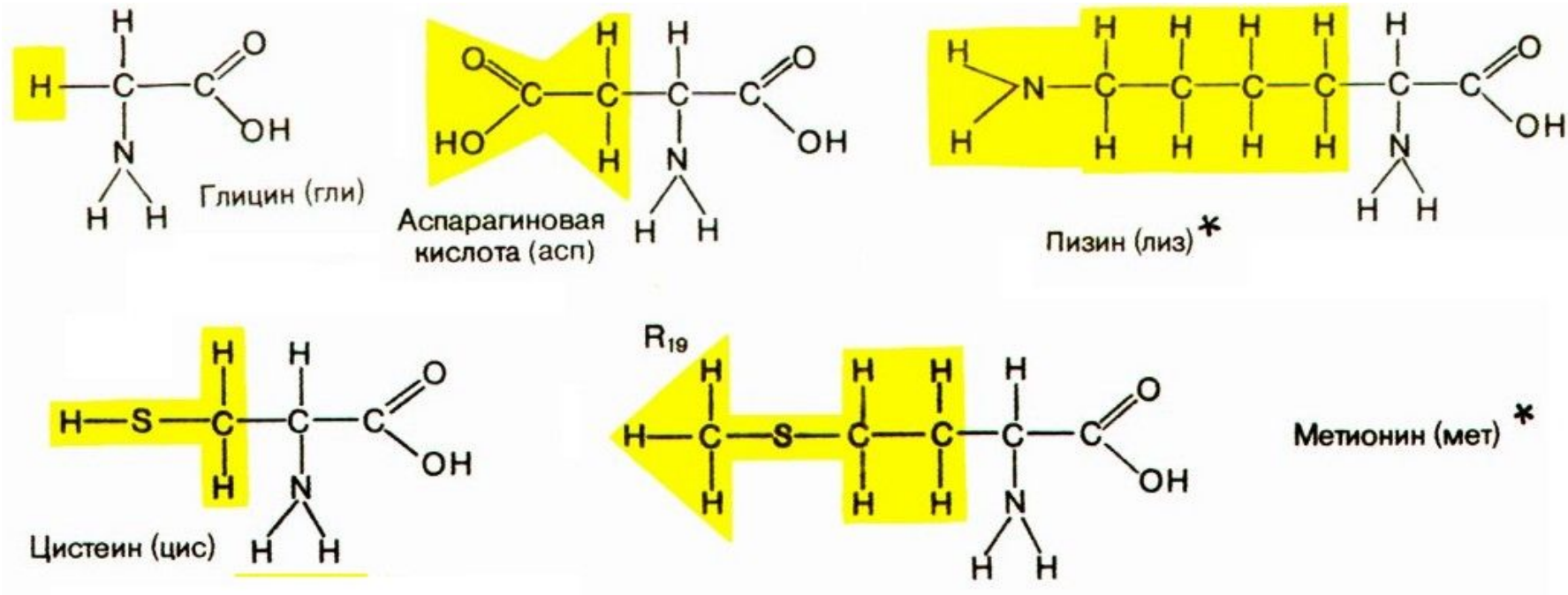


Общая характеристика белков



Аминокислоты являются **амфотерными** соединениями, так как в растворе они могут выступать как в роли кислот, так и оснований. В водных растворах аминокислоты существуют в разных ионных формах. Это зависит от pH раствора и от того, какая аминокислота: нейтральная, кислая или основная.

Общая характеристика белков



Нейтральные аминокислоты?

Глицин, цистеин, метионин.

Основные аминокислоты?

Лизин.

Кислые аминокислоты?

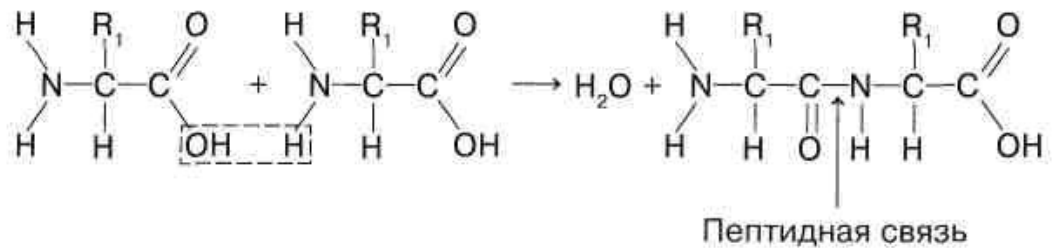
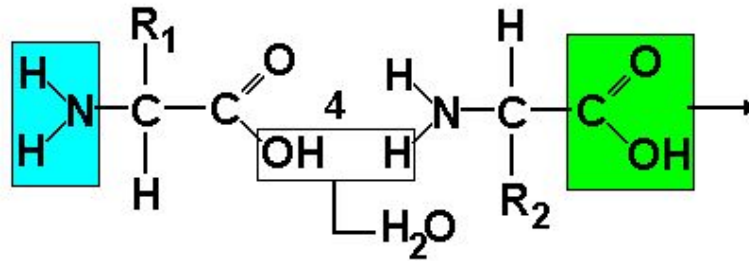
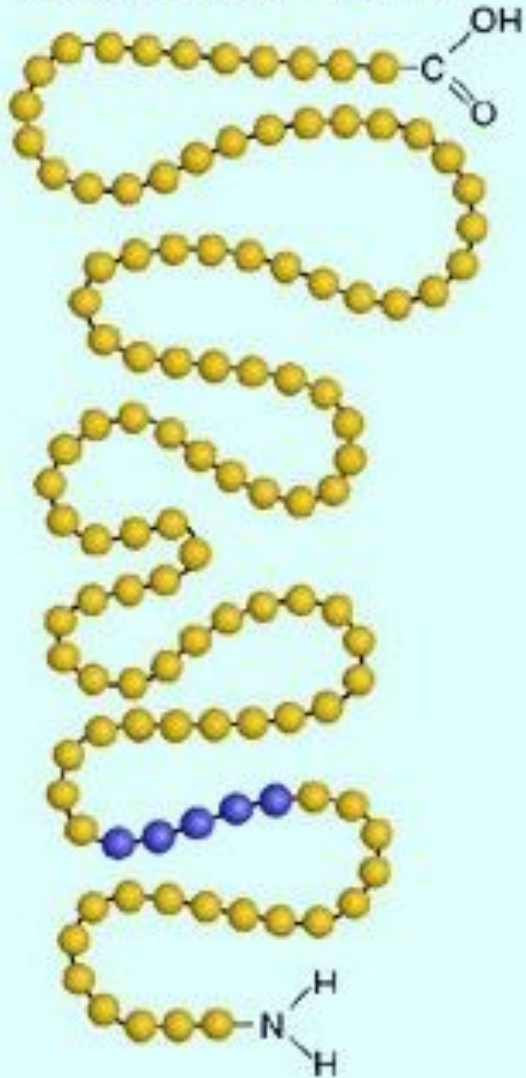
Аспарагиновая кислота.

Серусодержащие аминокислоты?

Цистеин, метионин.

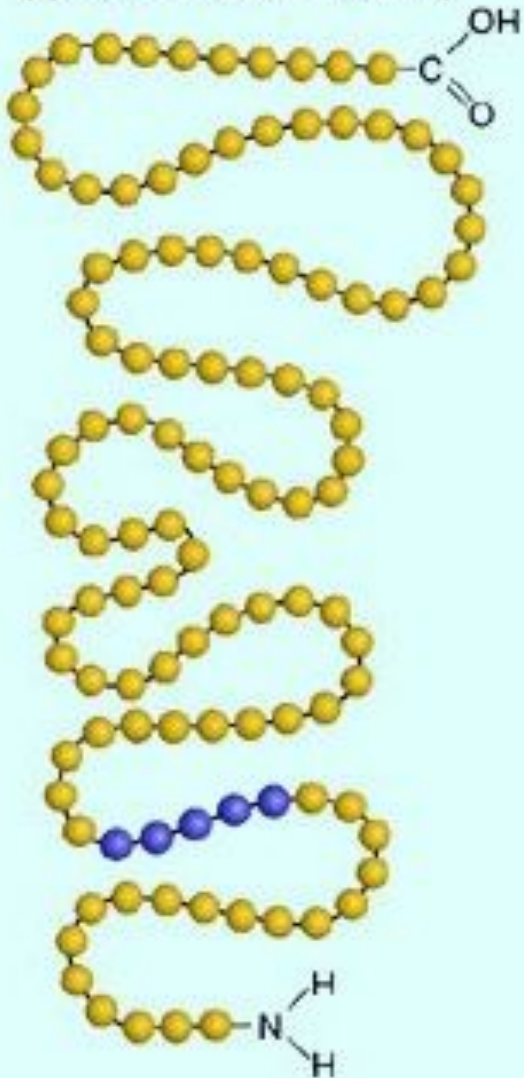
Структуры белковых молекул

Первичная структура
(цепочка аминокислот)



Структуры белковых молекул

Первичная структура
(цепочка аминокислот)



Выделяют **4 уровня** пространственной организации белков. Под **первичной структурой** белка понимают последовательность расположения аминокислотных остатков в одной или нескольких полипептидных цепях, составляющих молекулу белка. Первым белком, у которого была выявлена аминокислотная последовательность, стал гормон **инсулин**.

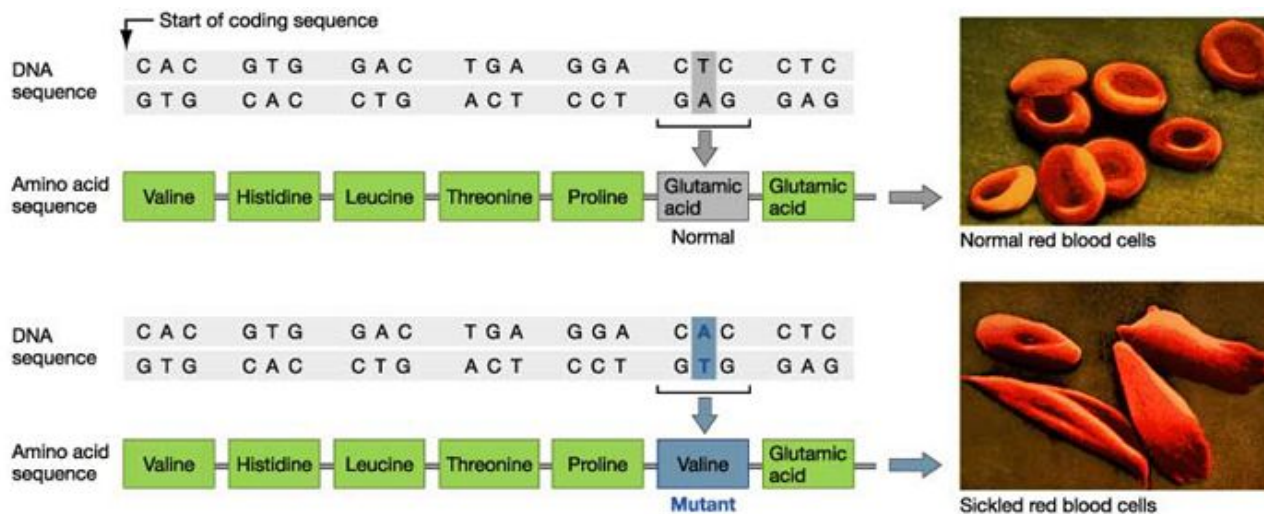
Исследования проводились в Кембриджском университете Ф.Сэнгером с 1944 по 1954 год.

Было выявлено, что молекула инсулина состоит из двух полипептидных цепей (21 и 30 аминокислотных остатков), удерживаемых около друг друга дисульфидными мостиками. За свой кропотливый труд Ф.Сэнгер был удостоен Нобелевской премии.

Структуры белковых молекул

В организме человека обнаружено порядка 10 тыс. различных белков. Имея всего лишь 20 аминокислот, можно составить из них огромное количество самых разнообразных комбинаций. Так, если молекула белка состоит всего из 10 аминокислотных остатков, то число теоретически возможных вариантов белковых молекул, отличающихся порядком чередования аминокислот, — 20^{10} . Белки же, выделенные из живых организмов, образованы сотнями, а иногда и тысячами аминокислотных остатков.

Первичная структура белковой молекулы определяет свойства молекул белка и ее пространственную конфигурацию. Замена всего лишь одной аминокислоты на другую в полипептидной цепочке может привести к изменению свойств и функций белка.



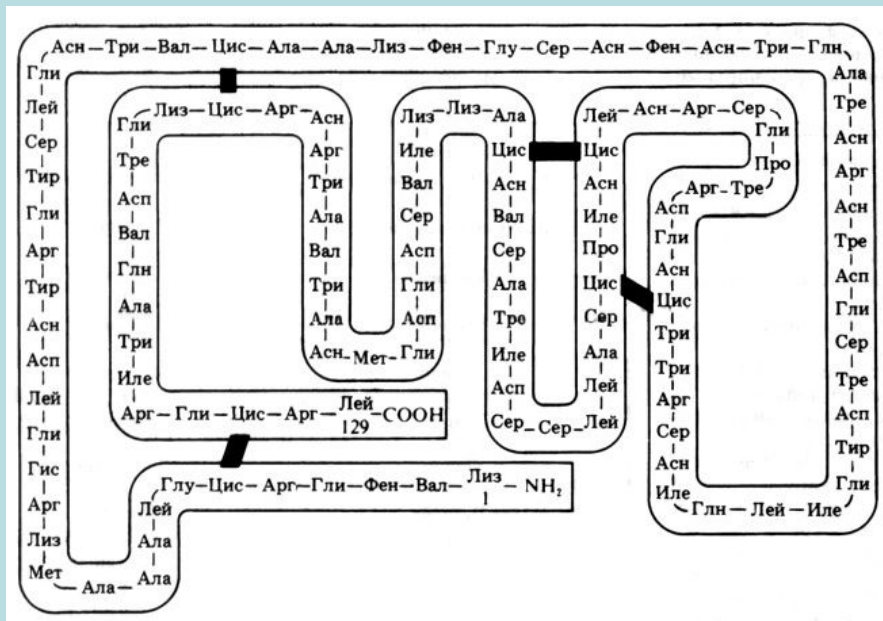
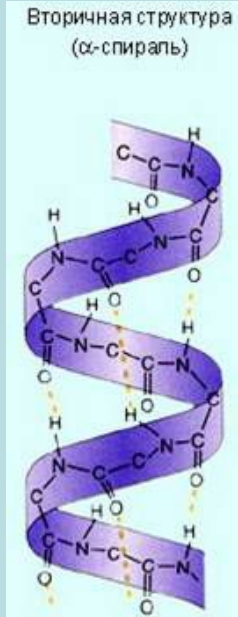
Структуры белковых молекул

Вторичная структура.

Упорядоченное свертывание полипептидной цепи в ***α-спираль*** (имеет вид растянутой пружины) или ***β-структа (складчатый слой)***. В *α-спирали* *NH-группа* данного остатка аминокислоты взаимодействует с *CO-группой* четвертого от нее остатка. Между радикалами возможно ионное взаимодействие.

Третичная структура.

Глобула, возникающая в результате возникновения химических связей (водородных, ионных, дисульфидных) и установления **гидрофильно- гидрофобных взаимодействий**.



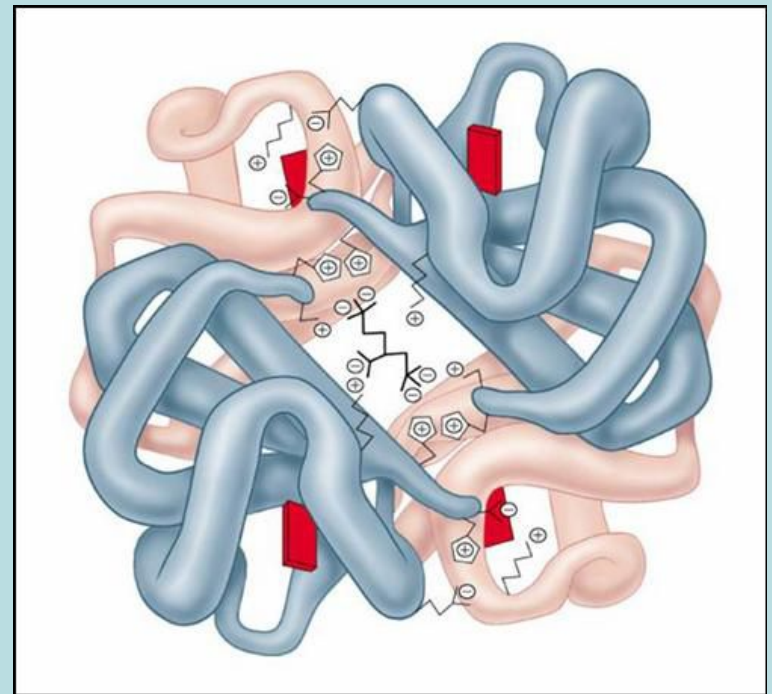
Гидрофобные боковые цепи стремятся спрятаться от воды, группируясь внутри, в то время как гидрофильные цепи в результате **гидратации** (взаимодействие с диполями воды) стремятся оказаться на поверхности молекулы. У некоторых белков третичная структура стабилизируется **дисульфидными** ковалентными связями.

Структуры белковых молекул

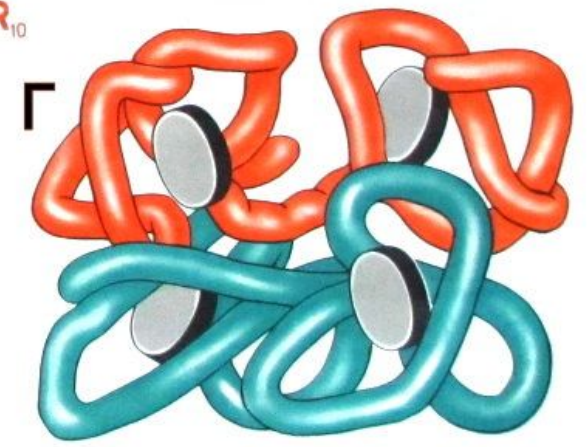
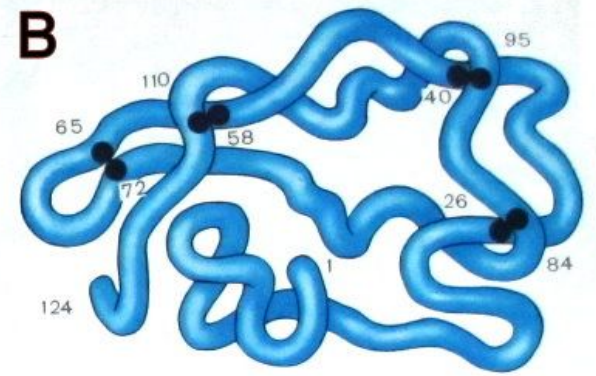
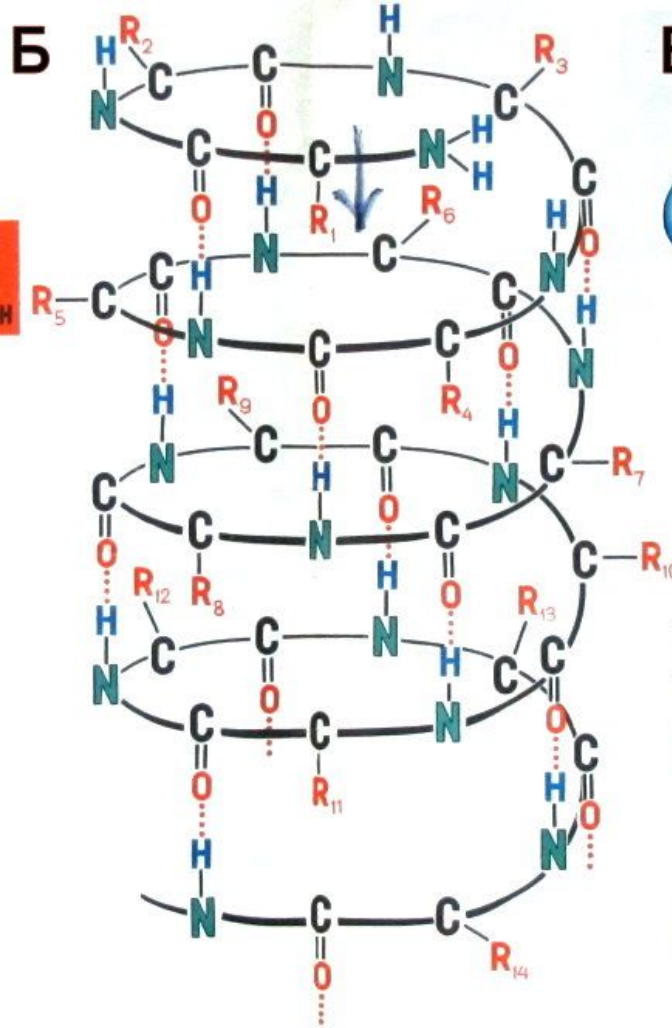
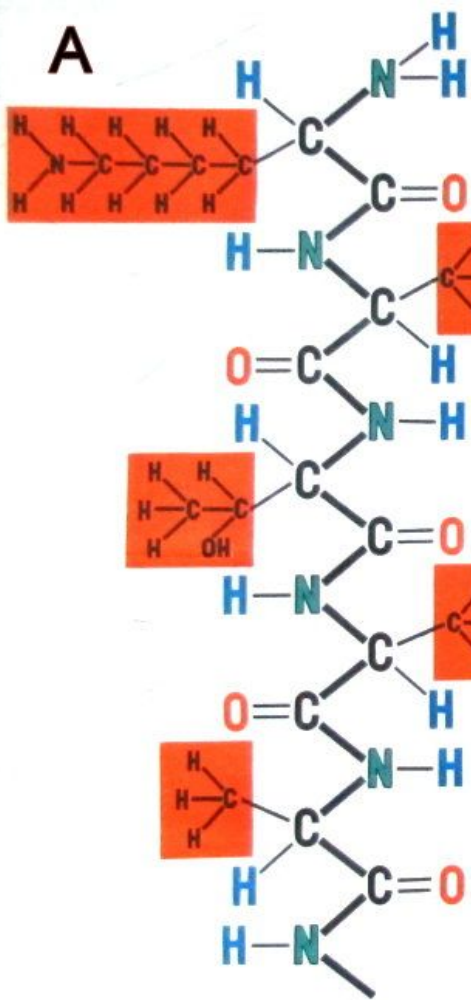
Четвертичная структура.

Характерна для сложных белков, молекулы которых образованы **двумя и более глобулами**. Субъединицы удерживаются в молекуле благодаря нековалентным связям, в первую очередь водородным и гидрофобным.

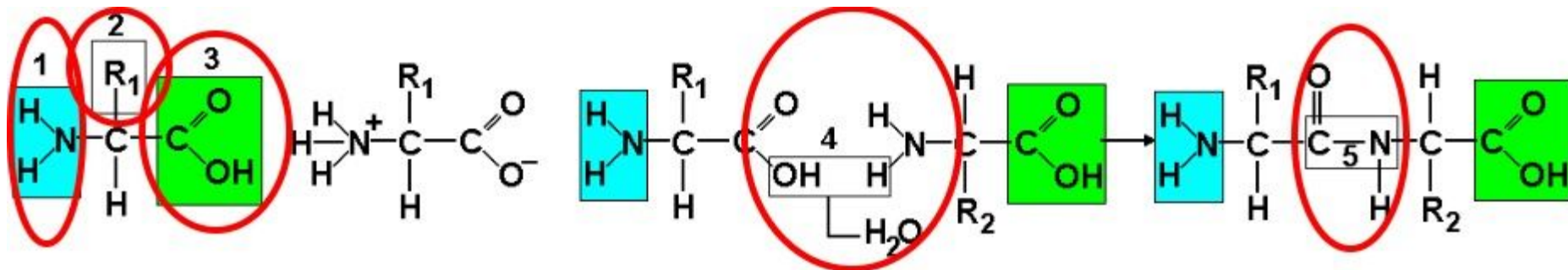
Наиболее изученным белком, имеющим четвертичную структуру, является **гемоглобин**. Он образован двумя α -субъединицами (141 аминокислотный остаток) и двумя β -субъединицами (146 аминокислотных остатков). С каждой субъединицей связана молекула **гема**, содержащая железо.



Структуры белковых молекул



Подведем итоги:



Что обозначено на рисунке цифрами 1 — 5?

1 – аминогруппа, 2 – радикал, 3 – карбоксильная группа, 4 – образование пептидной связи, 5 – пептидная связь.

Какие функциональные группировки аминокислоты обеспечивают основные свойства? Кислотные?

Основные – аминогруппа, кислые – карбоксильная группа.

Сколько незаменимых аминокислот для взрослого человека?

10.

Какие белки называются неполноценными?

В которых отсутствует хотя бы одна незаменимая аминокислота.

Какие белки называются простыми? Сложными?

Если белки состоят только из аминокислот – это простые белки. Если в состав белковой молекулы входит что-то еще – сложные.

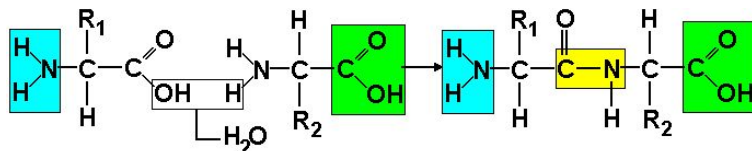
Подведем итоги:

Белки – полимеры. Мономеры белков:

20 видов аминокислот.

Какие аминокислоты называются незаменимыми? Сколько
Аминокислоты, которые не могут быть синтезированы называются незаменимыми. 10 аминокислот не могут быть синтезированы организмом человека.

Между какими группировками образуется пептидная связь?



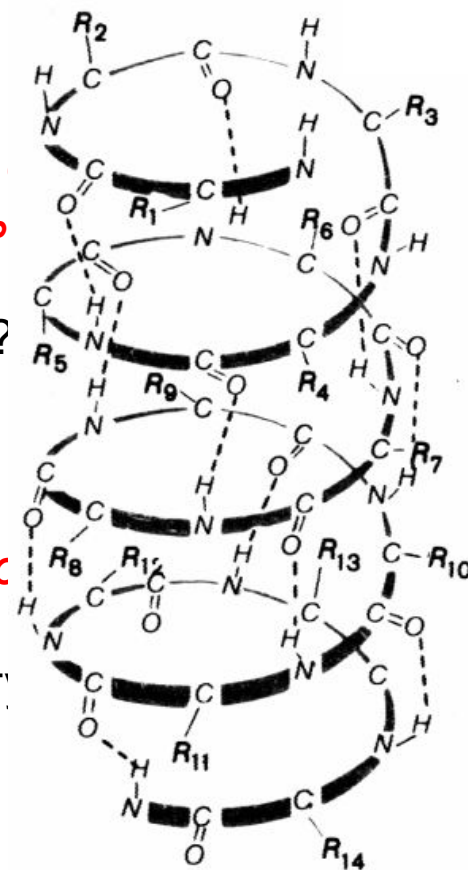
Между аминогруппой одной аминокислоты и карбоксильной группой другой аминокислоты.

Какие связи удерживают аминокислоты в первичной структуре?

Ковалентные, пептидные.

Какие связи удерживают витки спирали вторичной структуры белка?

Водородные, между аминогруппой и карбоксильной группой разных аминокислотных остатков. Могут быть ионные связи между радикалами.



Подведем итоги:

Что из себя представляет третичная структура белка?

Специфическую конфигурацию, имеющую вид клубка (глобулу). Прочность третичной структуры обеспечивается ионными, водородными и дисульфидными (—S—S—) связями между остатками цистеина, а также гидрофобным взаимодействием.

Что такое четвертичная структура белковой молекулы?

Характерна не для всех белков. Возникает в результате соединения нескольких глобул в сложный комплекс. Например, гемоглобин крови человека представляет комплекс из четырех таких субъединиц.

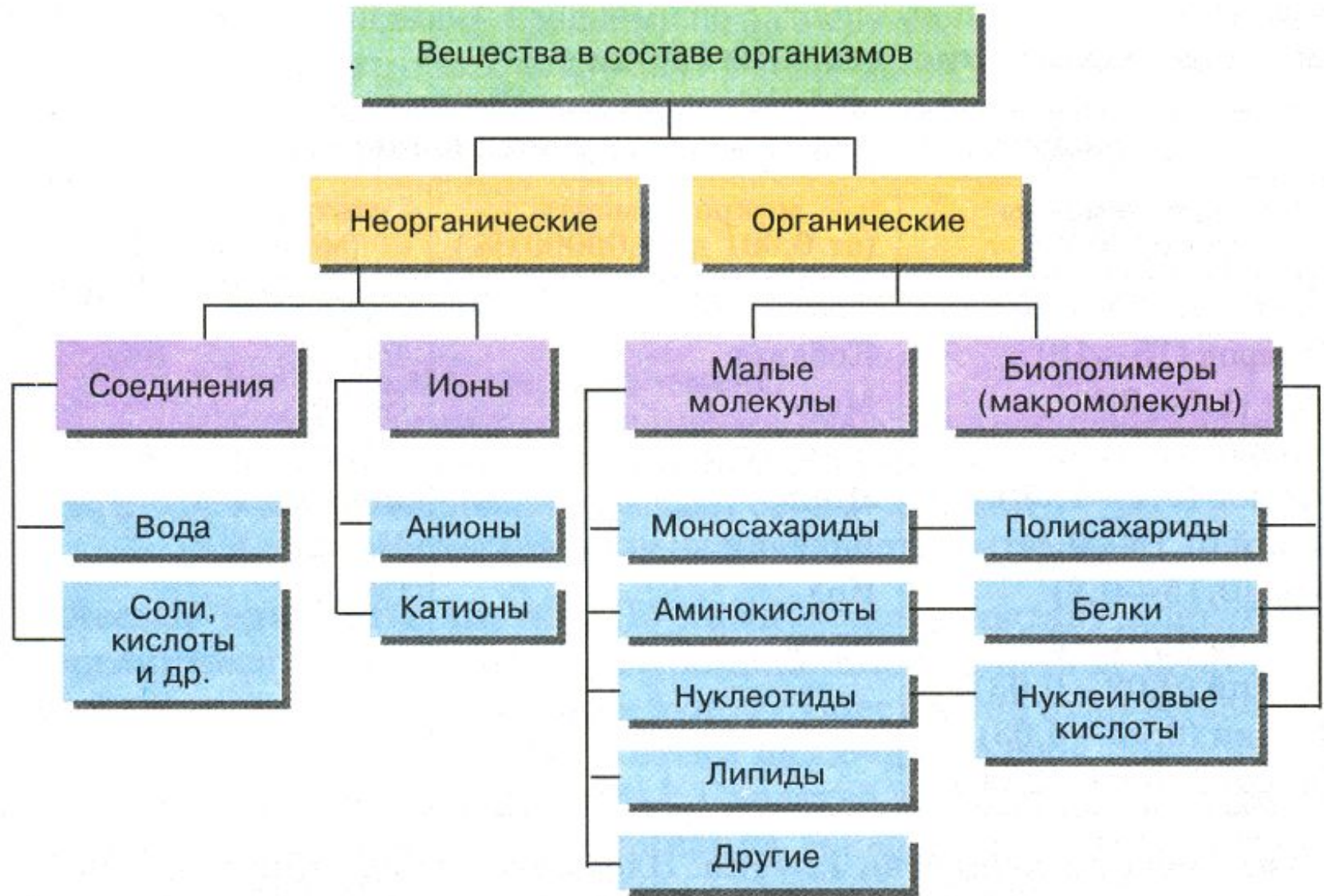
Тема: «Свойства и функции белков»

Задачи:

Изучить свойства и функции белков

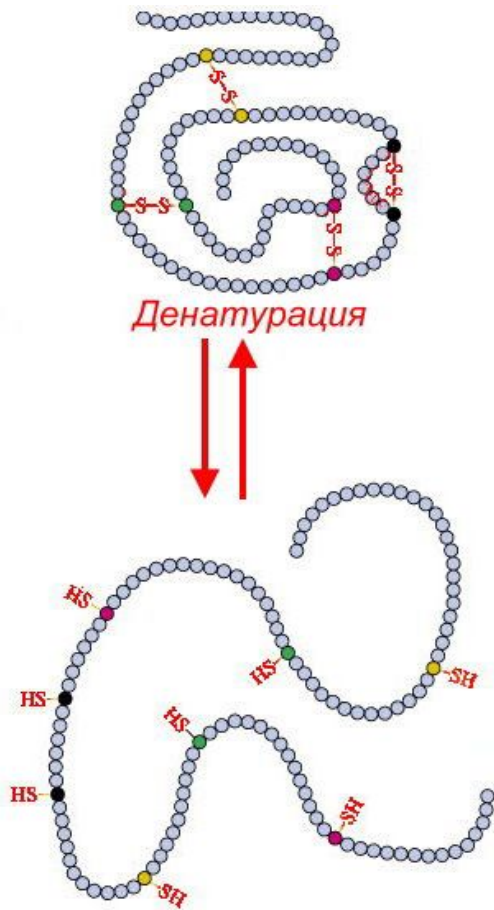
Пименов А.В.

Свойства белков



Свойства белков

1. Белки являются *амфотерными соединениями*, сочетают в себе **основные** и **кислотные** свойства, определяемые радикалами аминокислот. Различают **кислые**, **основные** и **нейтральные** белки. Способность отдавать и присоединять H^+ определяют *буферные свойства* белков, один из самых мощных буферов — гемоглобин в эритроцитах, поддерживающий рН крови на постоянном уровне.
2. Есть белки *растворимые*, есть *нерастворимые* белки, выполняющие механические функции (*фиброин, кератин, коллаген*).
3. Есть белки необычайно химически *активные* (ферменты), есть химически *неактивные*.
4. Есть *устойчивые* к воздействию различных условий внешней среды и крайне *неустойчивые*. Внешние факторы (*изменение температуры, солевого состава среды, рН, радиация*) могут вызывать нарушение структурной организации молекулы белка.



5. Процесс утраты трехмерной конформации, присущей данной молекуле белка, называют **денатурацией**. Причиной денатурации является разрыв связей, стабилизирующих определенную структуру белка. Вместе с тем, денатурация не сопровождается разрушением полипептидной цепи. Изменение пространственной конфигурации приводит к изменению свойств белка и, как следствие, **делает невозможным выполнение белком собственных ему биологических функций**. Денатурация может быть: **обратимой**, процесс восстановления структуры белка после денатурации называется **ренатурацией**. Если восстановление пространственной конфигурации белка невозможно, то денатурация называется **необратимой**.
6. Разрушение первичной структуры белковой молекулы называется **деградацией**.

Дайте ответы на вопросы:

Какие белки называются кислыми?

Белки, в которых больше кислых аминокислот, понижающие рН.

Какие белки называются нейтральными?

Белки, в которых одинаковое количество карбоксильных и аминогрупп.

Почему белки являются мощными буферными системами?

Способны присоединять или отдавать ионы водорода, поддерживая определенный уровень рН.

Что такое денатурация белка?

Процесс утраты трехмерной конформации, присущей данной молекуле белка, называют денатурацией.

Что такое ренатурация?

Процесс восстановления структуры белка после денатурации называется ренатурацией.

Приведите примеры растворимых и нерастворимых белков:

Растворимые (белки плазмы крови – фибриноген, протромбин, альбумин, глобулины), нерастворимые белки, выполняющие механические функции (фиброин, кератин, коллаген).

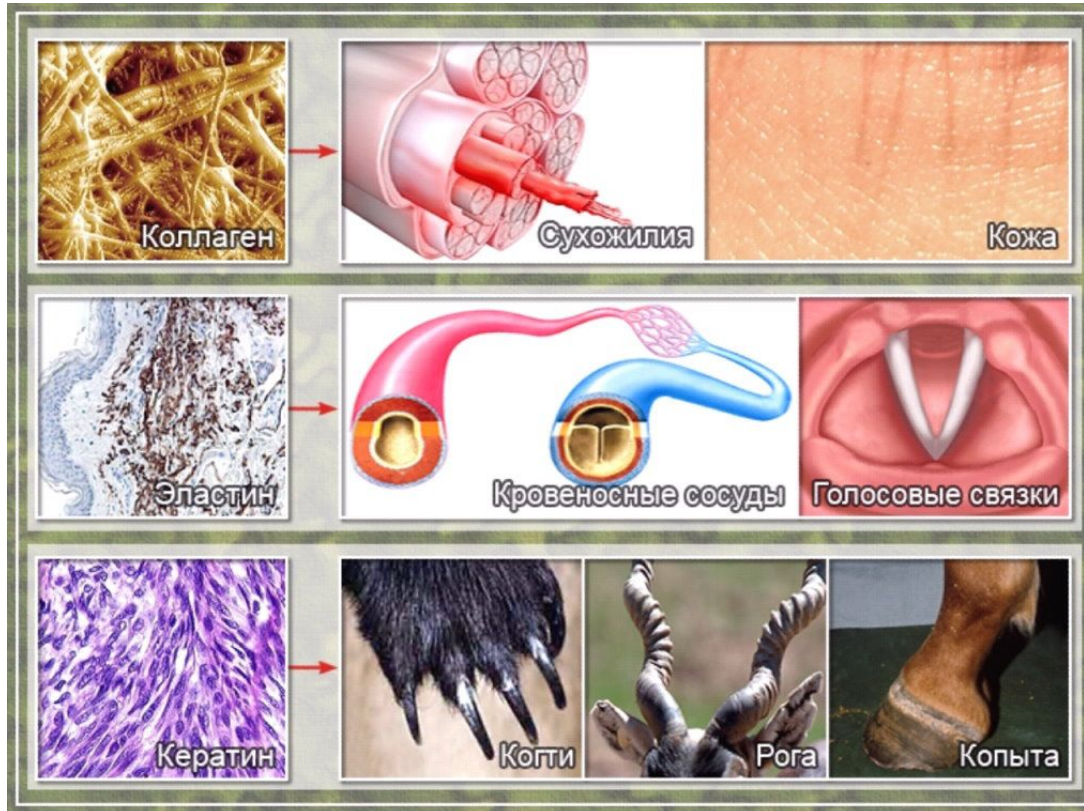
Приведите примеры белков, устойчивых к внешним воздействиям:

Фиброин – белок паутины, кератин – белки волос, коллаген – белок сухожилий.

Функции белков



Функции белков



Структурные белки участвуют в образовании различных органов и тканей.

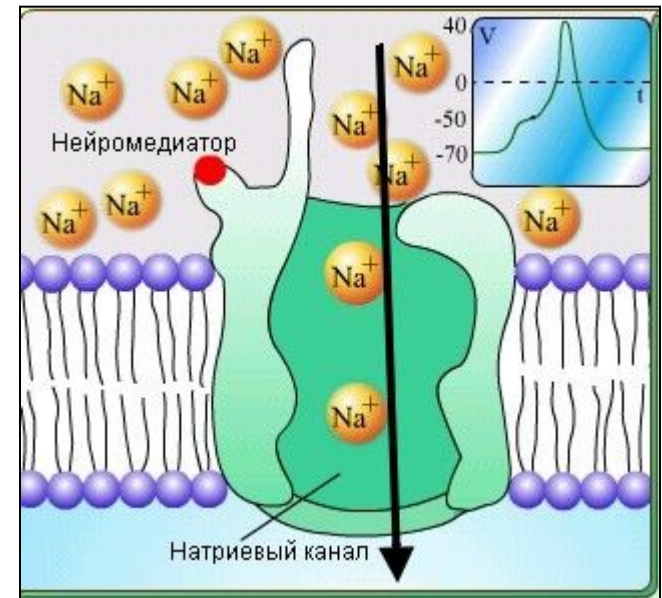
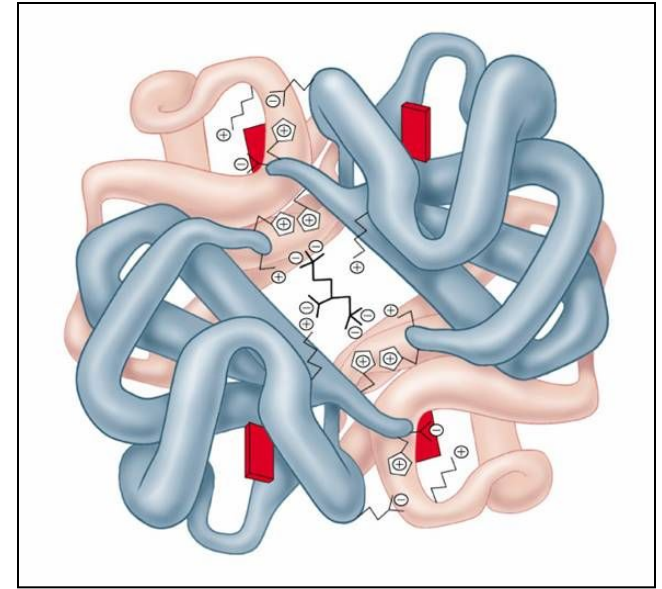
Благодаря сложности, разнообразию форм и состава, белки играют важную роль в жизнедеятельности клетки и организма в целом.

1. Одна из важнейших — *строительная*. Белки участвуют в образовании клеточных и внеклеточных структур: входят в состав клеточных мембран, шерсти, волос, сухожилий, стенок сосудов и т.д.

2. **Транспортная.** Некоторые белки способны присоединять различные вещества и переносить их к различным тканям и органам тела, из одного места клетки в другое.

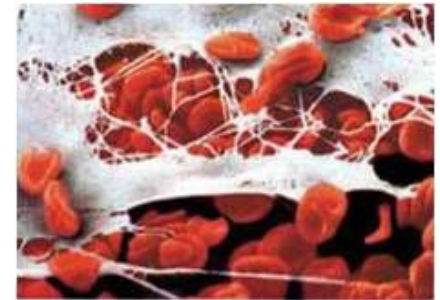
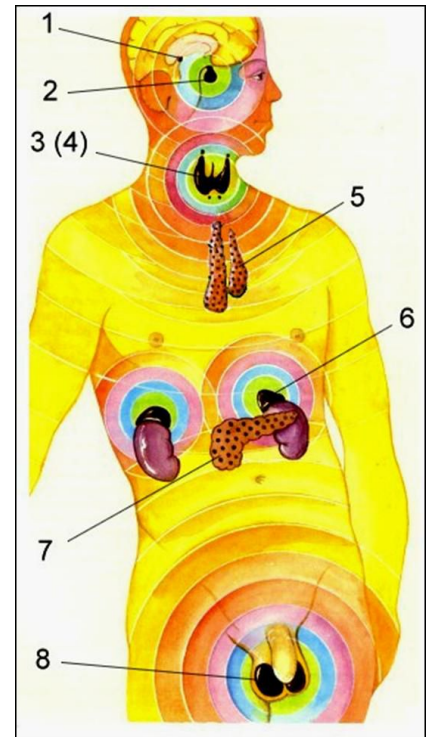
Например, белок крови **гемоглобин** транспортирует O_2 и CO_2 ;

в состав клеточных мембран входят особые **белки, обеспечивают активный и строго избирательный перенос некоторых веществ и ионов** из клетки во внешнюю среду и обратно.

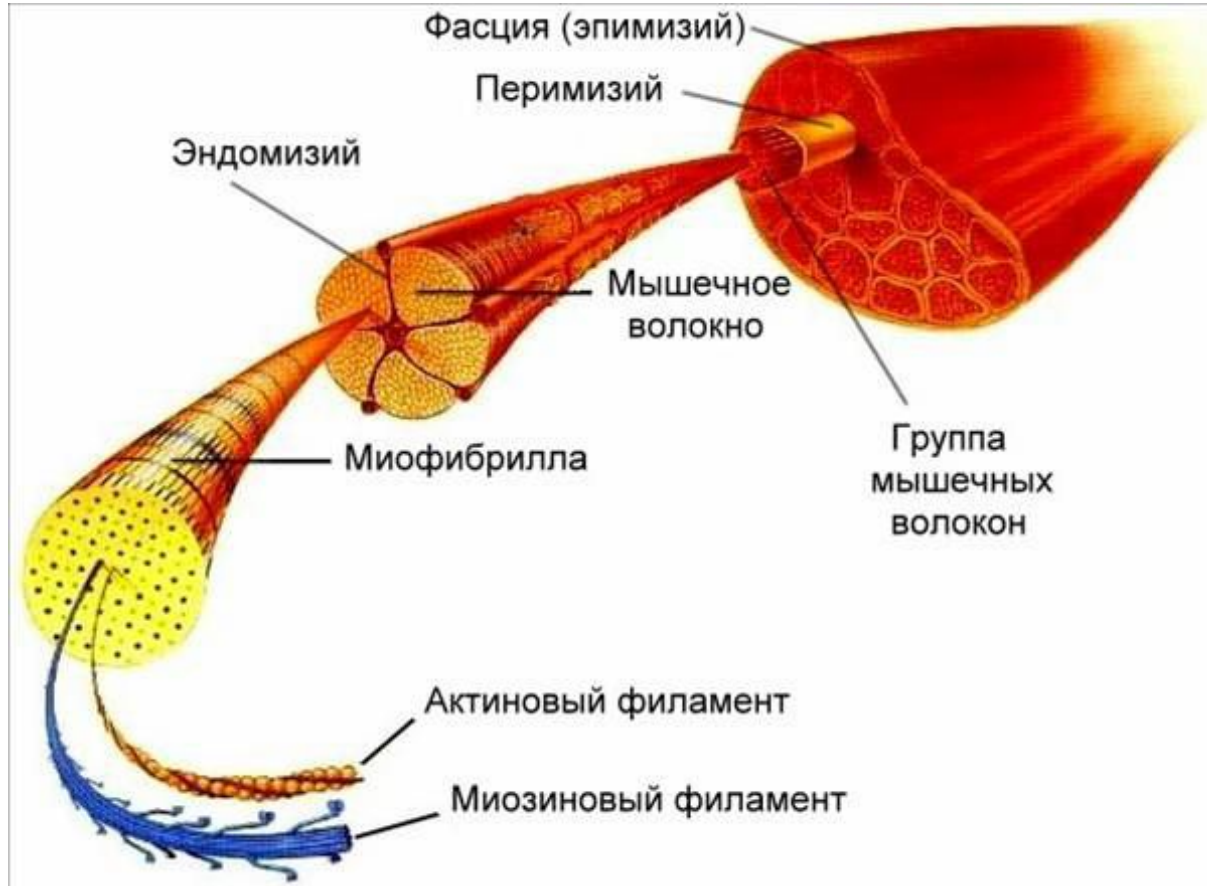


Функции белков

3. **Гормоны.** Большая группа белков организма принимает участие в регуляции процессов обмена веществ. Такими белками являются **гормоны** — биологически активные вещества, выделяющиеся в кровь железами внутренней секреции (гормоны гипофиза, поджелудочной железы). Например, гормон **инсулин** регулирует уровень сахара в крови путем повышения проницаемости клеточных мембран для глюкозы, способствует синтезу гликогена.
4. **Защитная.** В ответ на проникновение в организм чужеродных белков или микроорганизмов (антигенов) образуются особые белки — **антитела**, способные связывать и обезвреживать их. **Фибрин**, образующийся из **фибриногена**, способствует остановке кровотечений.

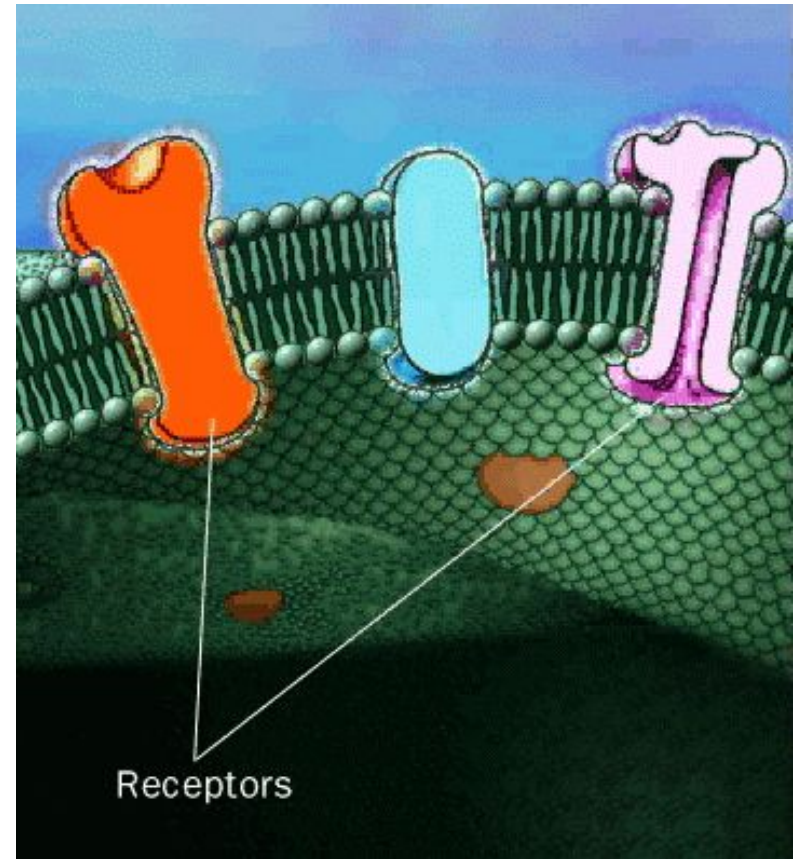


Функции белков



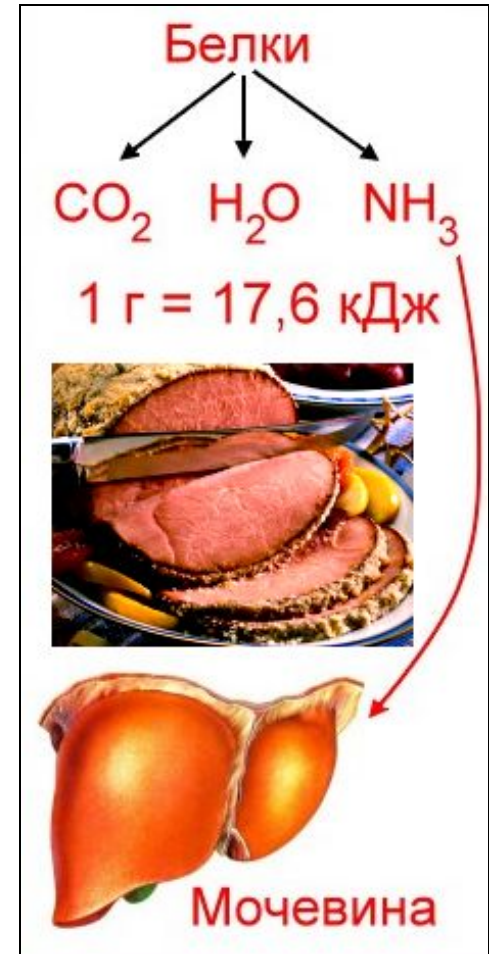
5. **Двигательная**. Особые сократительные белки (**актин и миозин**) участвуют во всех видах движения клетки и организма: образовании псевдоподий, мерцании ресничек и биении жгутиков у простейших, сокращении мышц у многоклеточных животных, движении листьев у растений и др.

6. Весьма важна для жизни клетки *сигнальная функция белков*. В поверхностную мембрану клетки встроены молекулы белков, способных изменять свою третичную структуру в ответ на действие факторов внешней среды. Так происходит прием сигналов из внешней среды и передача команд в клетку.



Функции белков

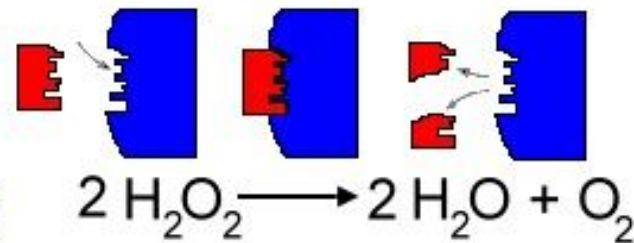
7. **Запасающая.** Благодаря белкам в организме могут откладываться про запас некоторые вещества. Например, при распаде гемоглобина железо не выводится из организма, а сохраняется в организме, образуя комплекс с белком **ферритином**. К запасным белкам относятся белки яйца, белки молока.
8. **Энергетическая.** Белки являются одним из источников энергии в клетке. При распаде 1 г белка до конечных продуктов выделяется **17,6 кДж**. Сначала белки распадаются до аминокислот, а затем до конечных продуктов — **воды, углекислого газа и аммиака**. Однако в качестве источника энергии белки используются тогда, когда другие (углеводы и жиры) израсходованы.



Функции белков

9. **Каталитическая**. Одна из важнейших функций белков. Скорость ферментативных реакций **в десятки тысяч (а иногда и в миллионы раз)** выше скорости реакций, идущих с участием неорганических катализаторов. Например, пероксид водорода без катализаторов разлагается медленно: $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$. В присутствии солей железа (катализатора) эта реакция идет несколько быстрее. Фермент **каталаза** за 1 сек. расщепляет до **100 тыс. молекул H_2O_2** .

Масса фермента гораздо больше массы субстрата, та часть молекулы фермента, которая взаимодействует с молекулой субстрата получила название – **активный центр фермента**.



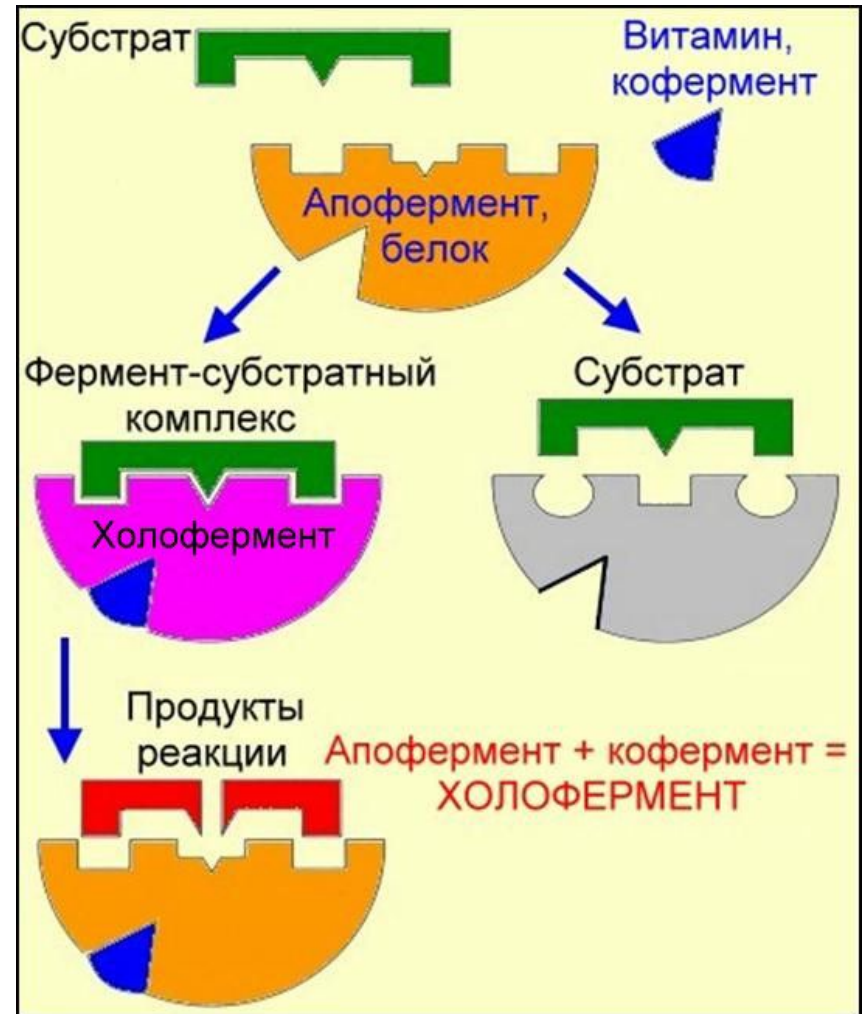
Масса каталазы - 250 000
Масса пероксида (H_2O_2)- 34

Функции белков

Ферменты – глобулярные белки, по особенностям строения ферменты можно разделить на две группы: **простые и сложные**.

Простые ферменты являются простыми белками, т.е. состоят только из аминокислот.

Сложные ферменты являются сложными белками, т.е. в их состав помимо белковой части входит органическое соединение небелковой природы — **коферменты**: **ионы металлов** или **ВИТАМИНЫ**.

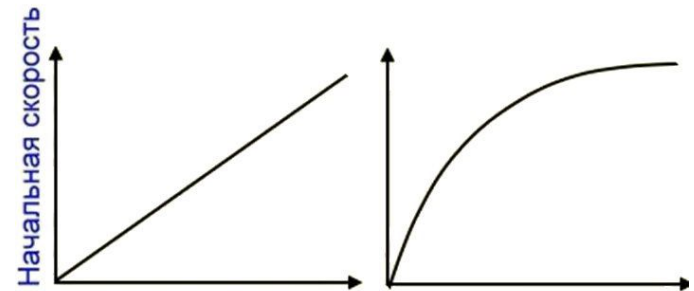
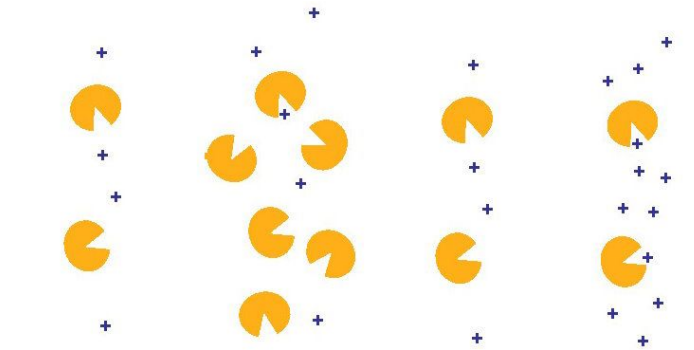


Функции белков

Ферменты специфичны – могут катализировать один тип реакций – в активный центр попадает определенная молекула субстрата.

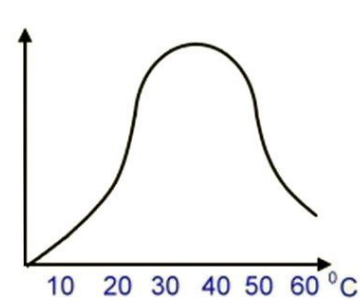
Поскольку почти все ферменты являются белками (есть *рибозимы*, РНК, катализирующие некоторые реакции), их активность наиболее высока при физиологически нормальных условиях: большинство ферментов наиболее активно работает только при *определенной температуре, pH, скорость зависит от концентрации фермента и субстрата.*

При повышении температуры до некоторого значения (в среднем до 50°C) каталитическая активность растет (на каждые 10°C скорость реакции повышается примерно в 2 раза).

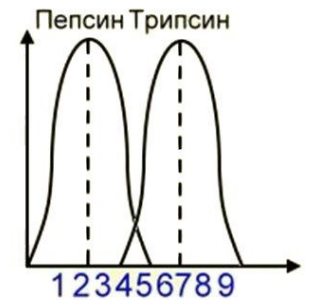


Концентрация фермента

Концентрация субстрата



Зависимость от температуры



Зависимость от pH

Подведем итоги:

Строительная функция белков проявляется:

Белки входят в состав всех клеточных мембран и органоидов клетки. Преимущественно из белка состоят стенки кровеносных сосудов, хрящи, сухожилия, волосы и ногти.

Двигательную функцию выполняют:

особые сократительные белки в жгутиках, ресничках, мышцах.

Транспортная функция белков проявляется:

Транспортные белки в наружной мембране клеток переносят различные вещества из окружающей среды в цитоплазму, гемоглобин, миоглобин транспортируют кислород.

Защитная функция белков проявляется в том, что:

Антитела, вырабатываемые лимфоцитами, блокируют чужеродные белки; фибрин и тромбин предохраняют организм от кровопотери.

Гормональная функция белков:

Белки-гормоны (гормоны гипофиза, поджелудочной железы) участвуют в росте, размножении и других жизненно важных процессах. Например, инсулин регулирует содержание сахара в крови.

Регуляторная функция белков:

Регуляция процессов транскрипции и трансляции.

Подведем итоги:

Сигнальная функция:

В мембрану клетки встроены белки, способные изменять свою третичную структуру в ответ на действие факторов внешней среды. Так происходит прием сигналов из внешней среды и передача информации в клетку.

Энергетическая функция:

При полном расщеплении 1 г белка до конечных продуктов выделяется 17,6 кДж энергии. Однако в качестве источника энергии белки используются крайне редко.

Каталитическая функция:

Белки — ферменты способны ускорять биохимические реакции в клетке в десятки и сотни миллионов раз.

Кофермент:

Небелковое соединение, входящее в состав сложных ферментов. В качестве коферментов выступают различные органические вещества, как правило витамины, и неорганические — ионы различных металлов.

Подведем итоги:

Активный центр:

Небольшой участок, на котором идет данная реакция, который взаимодействует с молекулой субстрата.

Специфичность ферментов:

Форма и химическое строение активного центра таковы, что с ним могут связываться только определенные молекулы в силу их комплементарности друг другу.

Зависимость скорости катализа от концентрации фермента:

Чем больше концентрация фермента, тем больше скорость.

Зависимость скорости катализа от концентрации субстрата:

Чем больше концентрация субстрата, тем больше скорость, но до насыщения активных центров.

Зависимость скорости катализа от температуры:

Повышение скорости катализа до 36 градусов, затем понижение и при 60 градусах большинство ферментов не функционирует.

