



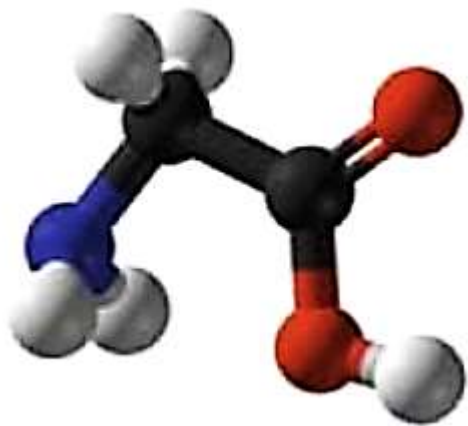
**ФГБОУ ВО Новосибирский государственный
медицинский университет Минздрава России
Кафедра медицинской химии**

Лекция № 8

по дисциплине «Химия»

для студентов 1 курса медико-профилактического факультета.

**Белки. Строение, свойства, биологическое
значение. Применение в медицине и
промышленности.**



**Лектор - старш. препод., канд. биол. наук,
Шехирева Татьяна Викторовна,
каб. 452, e-mail: tatiana_sheh@mail.ru.**

Цель лекции.

Изучить строение, классификация, свойства и физиологическое значение белков.

Актуальность.

Белки составляют 15-20 % массы тела человека и играют важную роль в обмене веществ, являются одним из важных компонентов пищи. Белковую ценность продуктов важно учитывать при составлении различных типов питания.

План:

Белки.

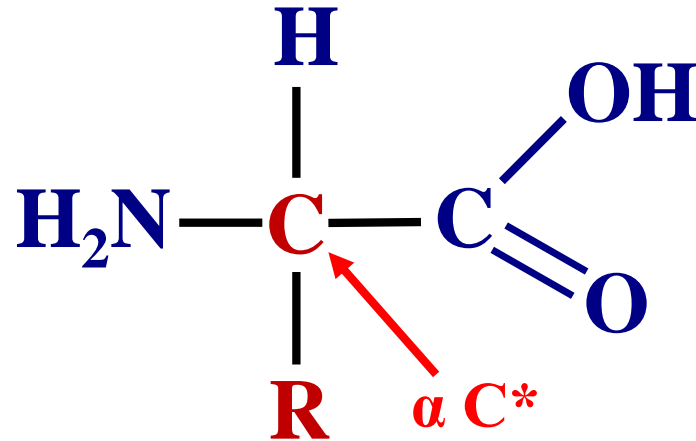
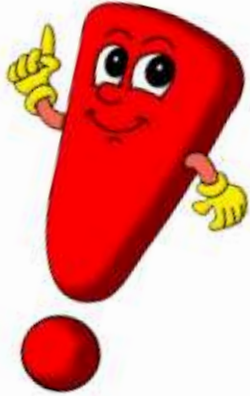
- Понятие.
- Классификация согласно строению.
- Функциональная классификация.
- Биосинтез.
- Структура (первичная, вторичная, третичная и четвертичная).
- Денатурация белков.
- Роль белков в поддержании постоянного РН физиологических жидкостей.
- Гидролиз белков.
- переваривание белков. Нарушение переваривания и всасывания аминокислот.
- Белковая недостаточность.
- Методы выделения белка. Качественная реакция на пептидную связь и аминокислотный состав.
- Белки - ферменты. Роль некоторых водорастворимых витаминов.
- Некоторые физиологически важные белки.
- Применение белков в медицине.

Некоторые типы питания и диеты и их влияние на здоровье.

- Вегетарианская диета.
- Белковое питание.
- Раздельное питание.

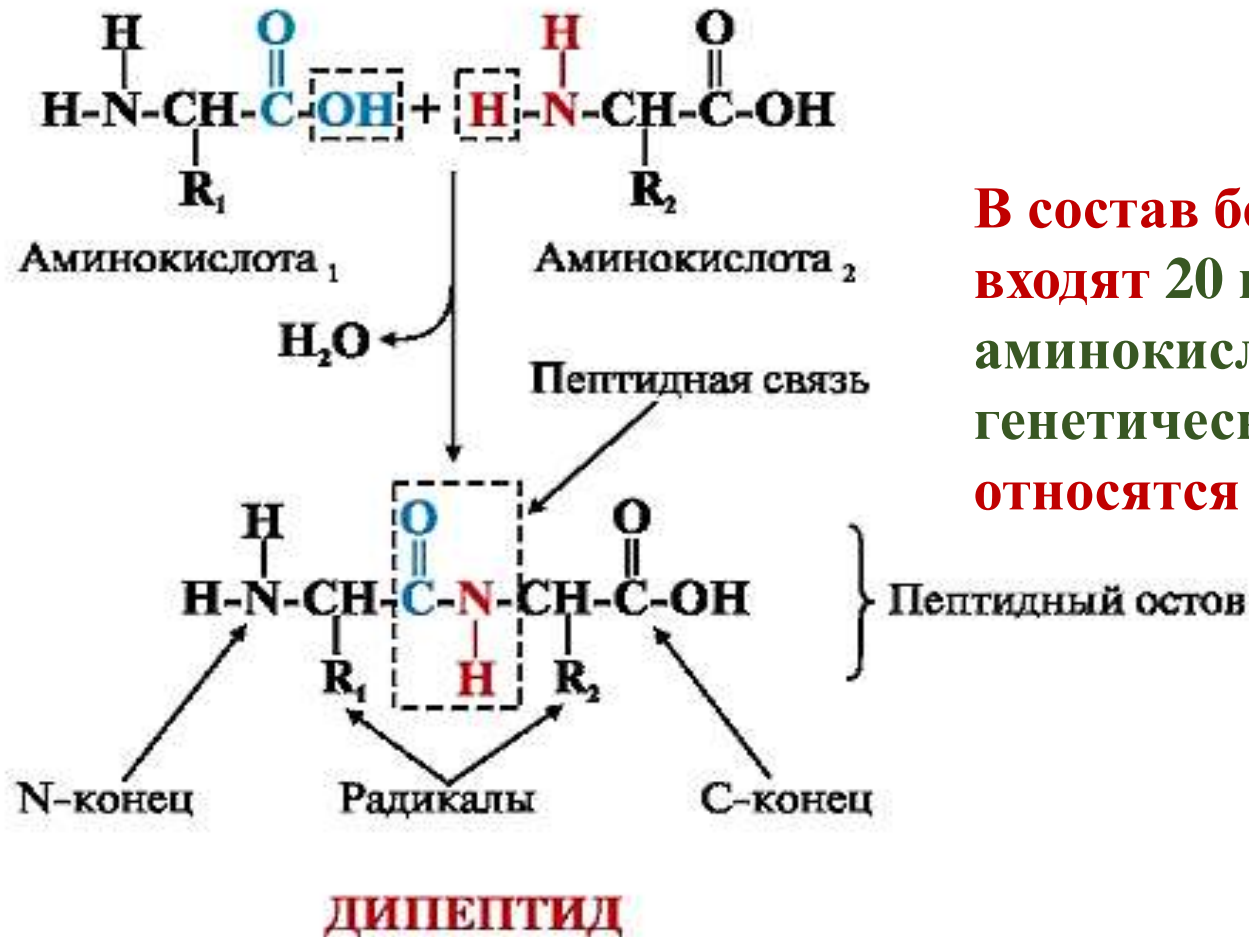
Что такое белки?

Белки — (от греч. «протос» — первый, главный) — высокомолекулярные соединения (биополимеры) с молекулярной массой от 6000 до 1000000 Да, состоящие из α -L-аминокислот.



Радикальный состав аминокислот влияет на свойства, структуру, биологические функции белков.

Как образуется пептидная связь?



В состав белков человека входят 20 протеиногенных аминокислот (кодируются генетическим кодом), которые относятся к L-ряду!

Пептидная связь - вид амидной связи, возникающей в результате взаимодействия α-карбоксильной группой (COOH) одной аминокислоты с α-аминогруппы (NH₂) другой аминокислоты.

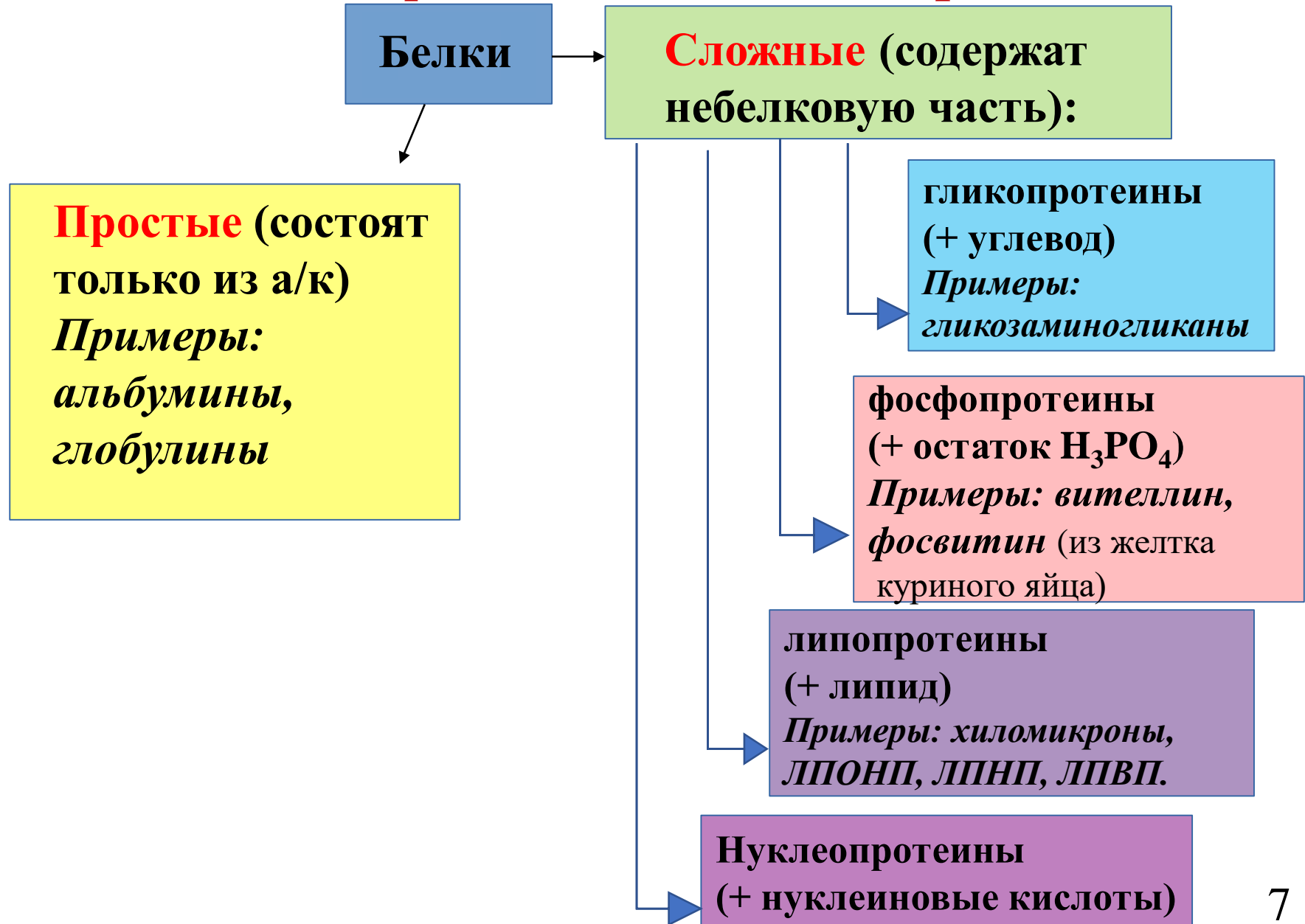
Классификация по количеству входящих аминокислот

1. Пептиды, содержащие в своем составе меньше 10 аминокислот, принято называть **олиго-пептидами**;
2. от 10 до 100 аминокислот – **полипептидами**;
3. более 100 – **белками**.

Элементный состав белков довольно постоянен. Они содержат **50-55% углерода**, **21-24% кислорода**, **15-18% азота**, **6,5-7,3% водорода**, **до 2,4% серы** и до 0,5% других элементов.

Молекулярная масса белков очень большая величина и измеряется в дальтонах (1 Дальтон по СИ равен 1 а.е.м., (примерно $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг). Точно установить её – достаточно сложная задача, требующая выяснения первичной структуры белка, что не всегда представляется возможным.

Классификация белков по строению:



Классификация белков по строению:

По форме выделяют **глобулярные** (шаровидные) и **фибриллярные** (вытянутые и складчатые):

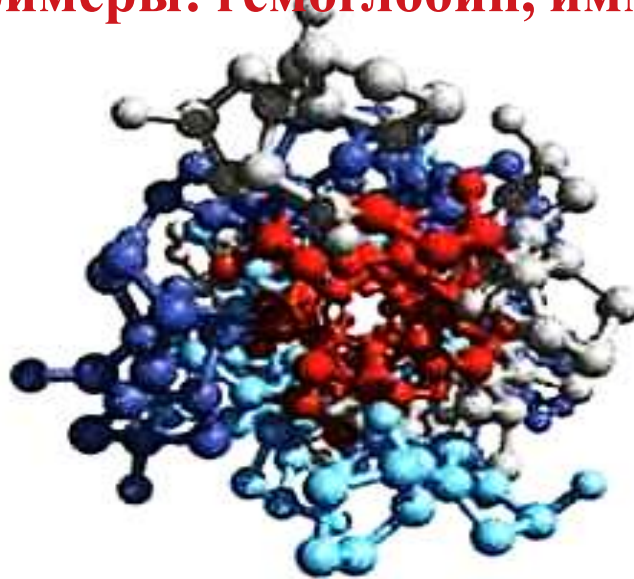


фибриллярный белок

Волокна белка коллагена

Примеры: α -, β - кератин, коллаген, эластин

глобулярный белок
Примеры: гемоглобин, иммуноглобулины



Функциональная классификация белков:

Белки

Каталитическая

Ферменты

ускоряют химические реакции в миллионы раз.

Пример: каталаза, пепсин, липаза

Регуляторная

Белки-гормоны регулируют метаболические процессы

Пример: инсулин, глюкагон, соматотропин

Транспортная

Перенос веществ от одного органа к другому

Пример: гемоглобин, трансферрин (транспорт железа), альбумины (транспорт жирных кислот)

Рецепторная

Гормоны осуществляют действие на клетку через специальные белки-рецепторы

Функциональная классификация белков:

Белки

Структурная

Белки являются основой соединительной ткани, являются компонентом клеточных мембран

Пример: коллаген, эластин, спектрин.

Защитная

Белки маркируют и связывают чужеродные вещества – антигены, участвуют в свертывании крови *Пример: иммуноглобулины, интерферон, тромбин, фибрин.*

Сократительная

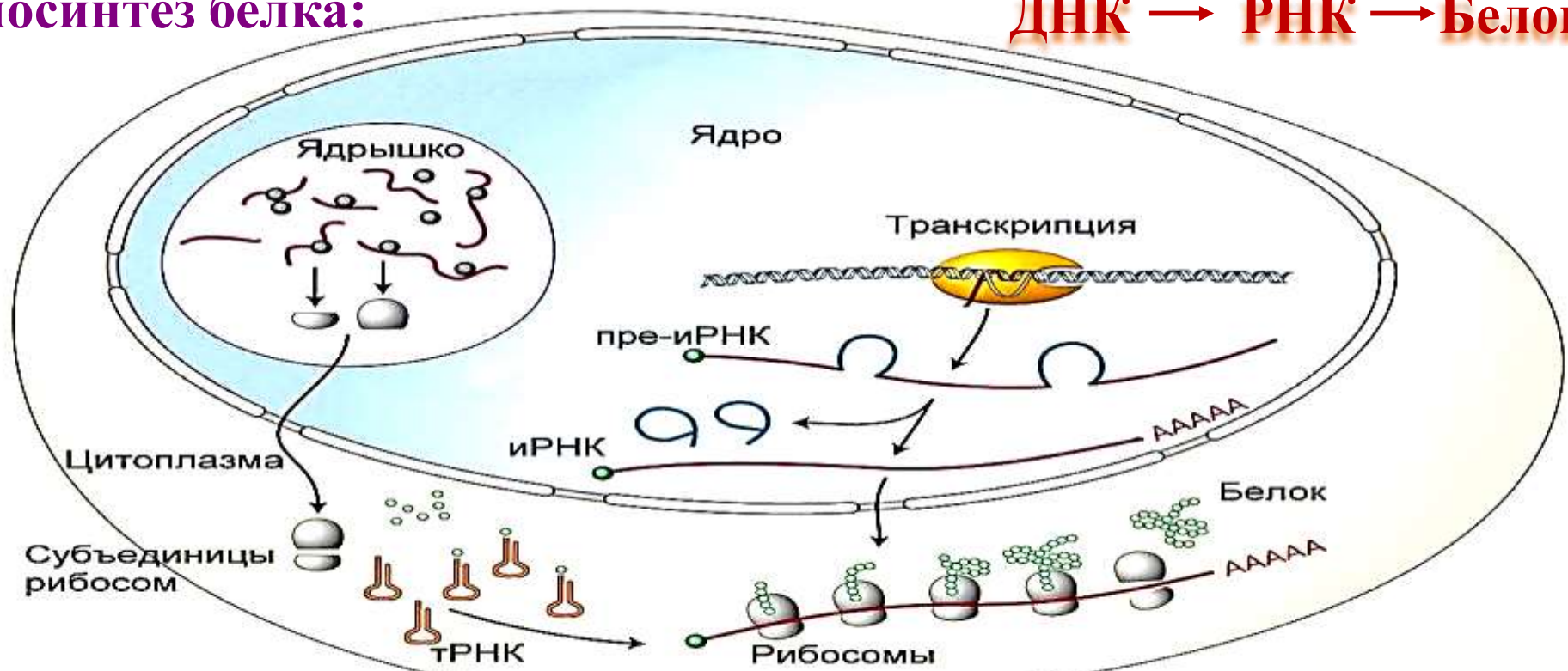
Белки принимают участие в движении органов и органелл

Пример: актин, миозин

Резервная

Белки могут окисляться для получения энергии АТФ в случае голодания.

Калорийность 1 г белка равна 4,1 ккал, сравнима с углеводами.



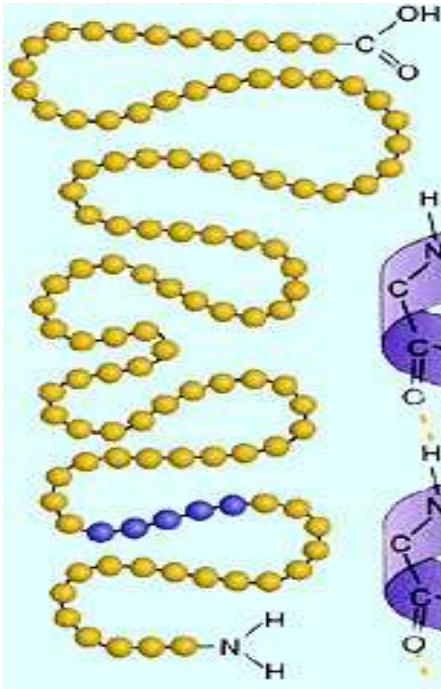
- **Репликация** - синтез **ДНК** из дезоксирибонуклеотидов, осуществляет ДНК-полимеразой.
- **Транскрипция** - синтез **РНК** из рибонуклеотидов (**информационной, транспортной и рибосомальной**) происходит по ДНК-матрице РНК-полимеразной.
- **Трансляция** - синтез **белка** из **аминокислот** происходит на рибосоме по иРНК.

Структурна белков:

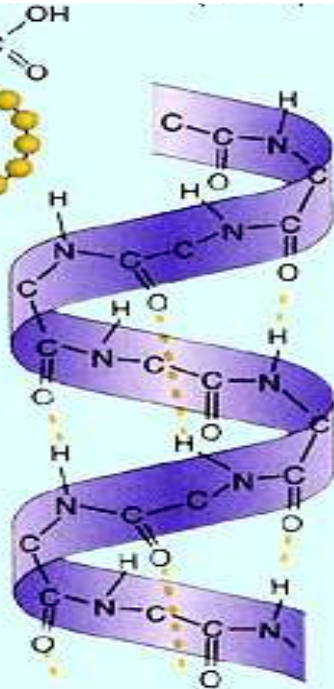
- **первичная структура** – определенная последовательность L-аминокислот, связанных между собой пептидной связью, закодированная нуклеотидной последовательностью ДНК.
- **вторичная структура** - белковая нить может закручиваться в правозакрученную α -спираль, складываться в β -складку или образовывать статистический клубок (образуется только за счет водородных связей).
- **третичная структура** - образуется в результате «самоупаковки» отдельной пептидной цепи в пространстве за счет водородных связей, ионных, гидрофобных взаимодействия и дисульфидных мостиков между аминокислотными остатками цистеина.
- **четвертичная структура** - агрегация нескольких белковых субъединиц за счет водородных связей, ионных и гидрофобных взаимодействий.

Структура белка:

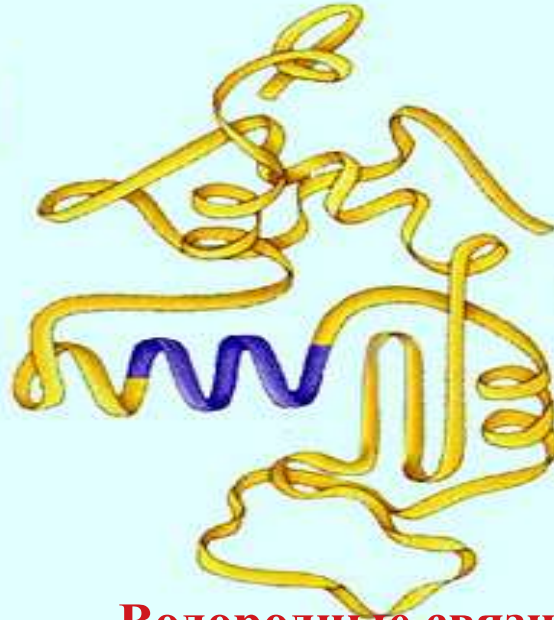
Первичная структура



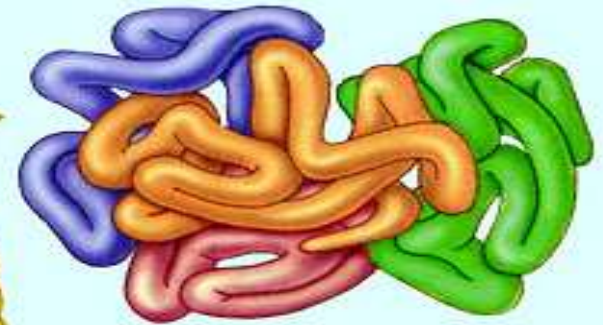
Вторичная структура



Третичная структура



Четвертичная структура (объединение глобул)



Полипептидная цепь

посл.-ть L-а.к.,
закодированная
послед. нуклеот. ДНК

Только водородные связи

α –спираль,
 β –структура,
статистический клубок

**Водородные связи,
ионные и гидрофобные
взаимодействия,
дисульфидные мостики**

«Трехмерная глобула»
само укладка цепи
в пространстве

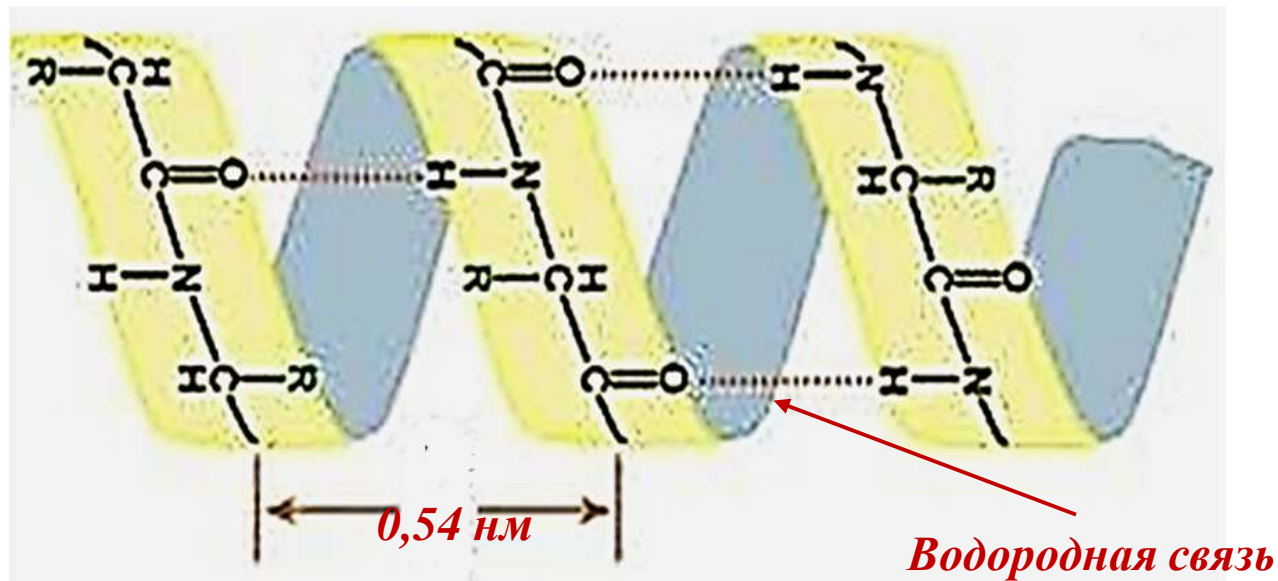
**Водородные,
ионные,
гидрофобные связи**

Агрегация
субъединиц

К основным типам конфигурации белка относят **вторичную и третичную структуры!**

Вторичная структура белка включает – 1. α – спираль, 2. β – складки, 3. статистический клубок.

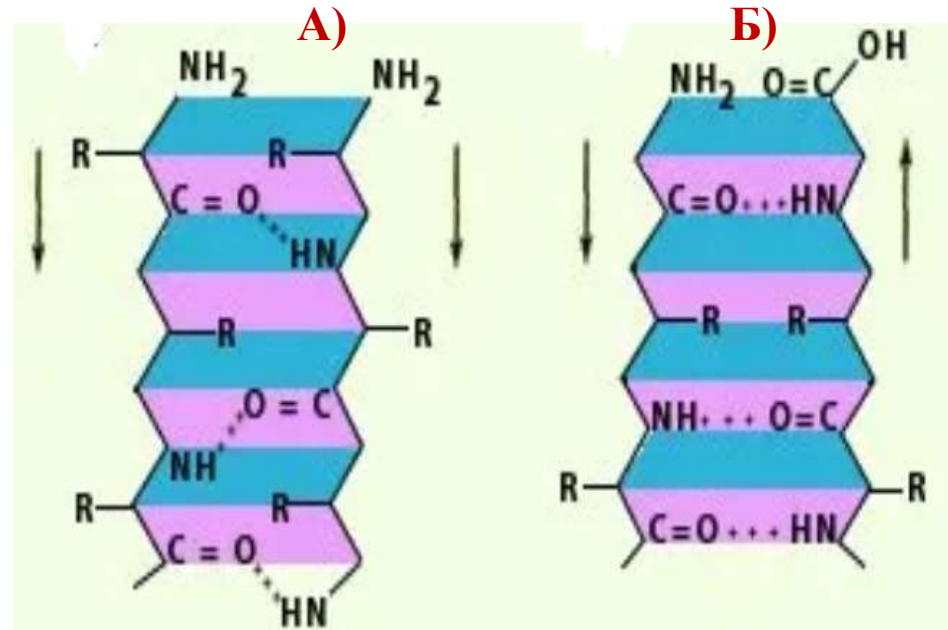
1. Правозакрученная α – спираль - образующаяся за счет водородных связей между $C=O$ и NH -группами ($N-H \dots O=C$) расположенными на соседних витках спирали **одной пептидной цепи**. На один виток спирали приходится **3.6 аминокислотных остатка**, что соответствует шагу спирали **0.54 нм** и диаметру – **0.5 нм**.



2. β – складки - ассоциация 2 - 6 и более полипептидных цепей одного пептидного остова. Водородные связи образуются между соседними или далеко стоящими линейными участками **одной и той же полипептидной цепи.**

А) параллельные цепи

Б) антипараллельные цепи



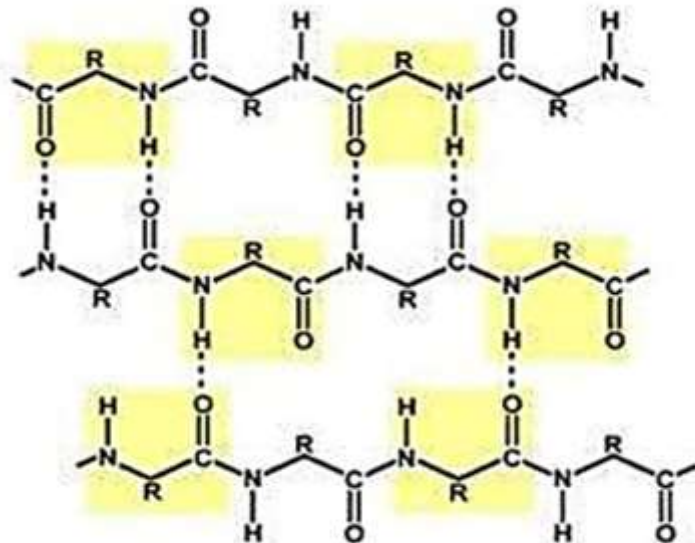
← Направление цепи

→ Направление цепи

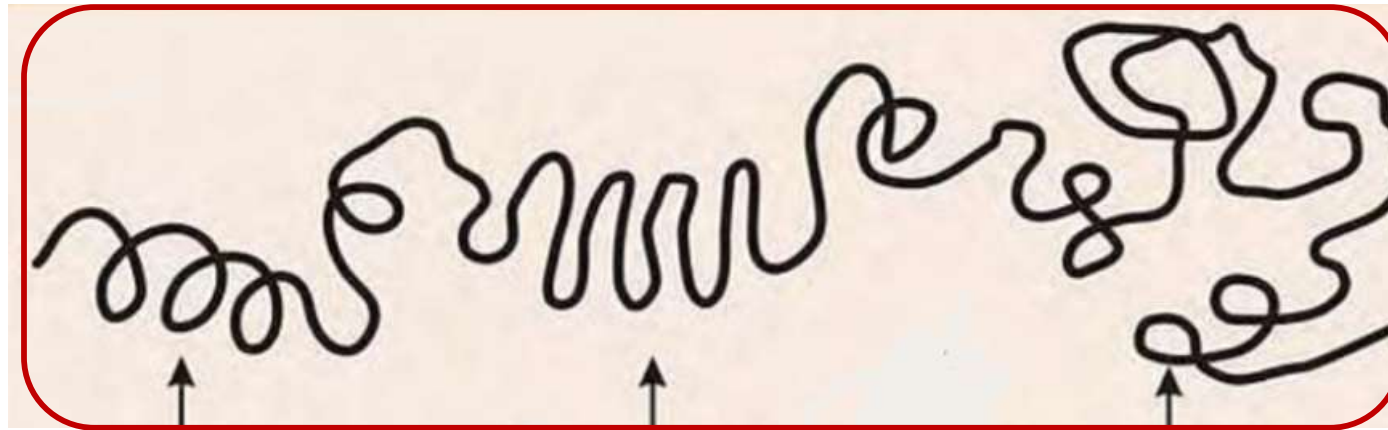
→ Направление цепи

Б) Антипараллельная ориентация цепей

А) Параллельная ориентация цепей



3. Статистический клубок – неупорядоченные клубки, петлеобразные или кольцеобразные структуры, имеющие меньшую регулярность укладки, чем α -спираль и β -структура. Полипептидная цепь нерегулярного клубка **может** сравнительно легко изгибаться и изменять конформацию.



α - спираль

β - складка

статистический клубок

α -Спирали и β -складчатый слой представляют собой достаточно жесткие структуры.

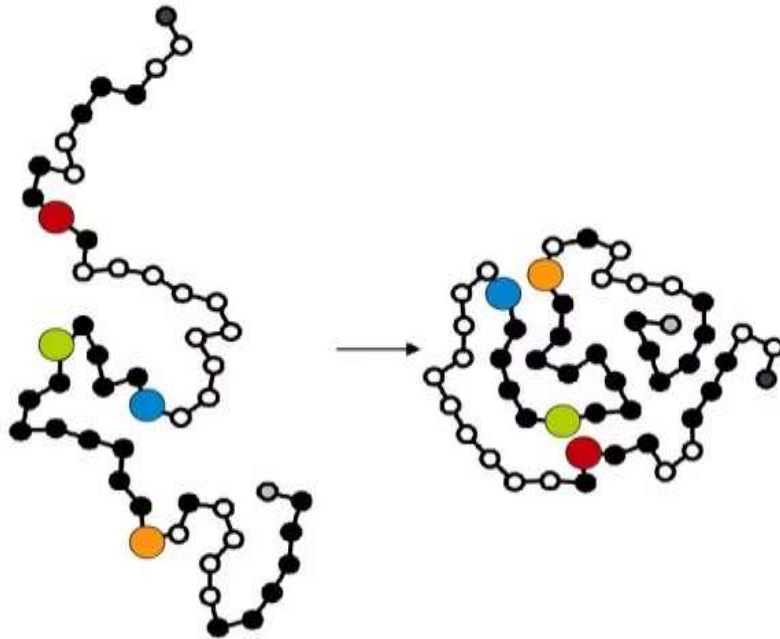
В одном и том же белке могут присутствовать все три способа укладки полипептидной цепи.

α -Спираль и β -структуры встречаются как у глобулярных, так и у фибриллярных белков. Для каждого белка характерна своя степень спирализации (закрученоти) полипептидной цепи.

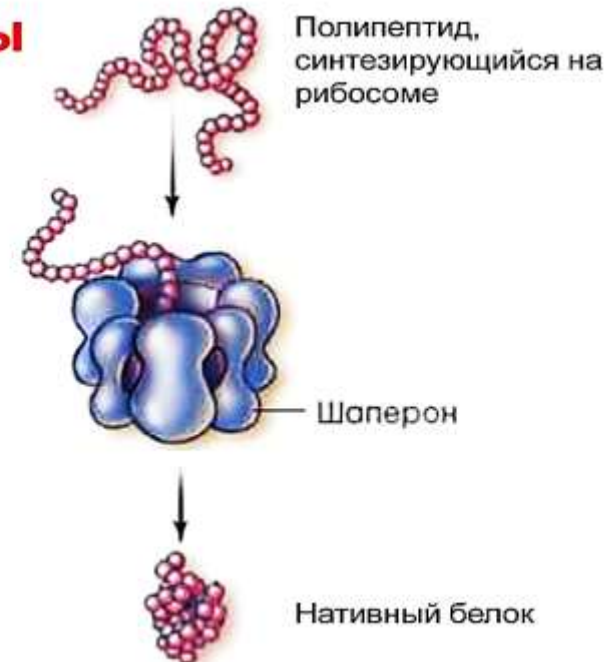
Третичная структура белка – трехмерная пространственная структура, образующаяся за счет взаимодействия боковых радикалов аминокислот.

Фолдинг белка - процесс укладки полипептидной цепи в трехмерную пространственную модель.

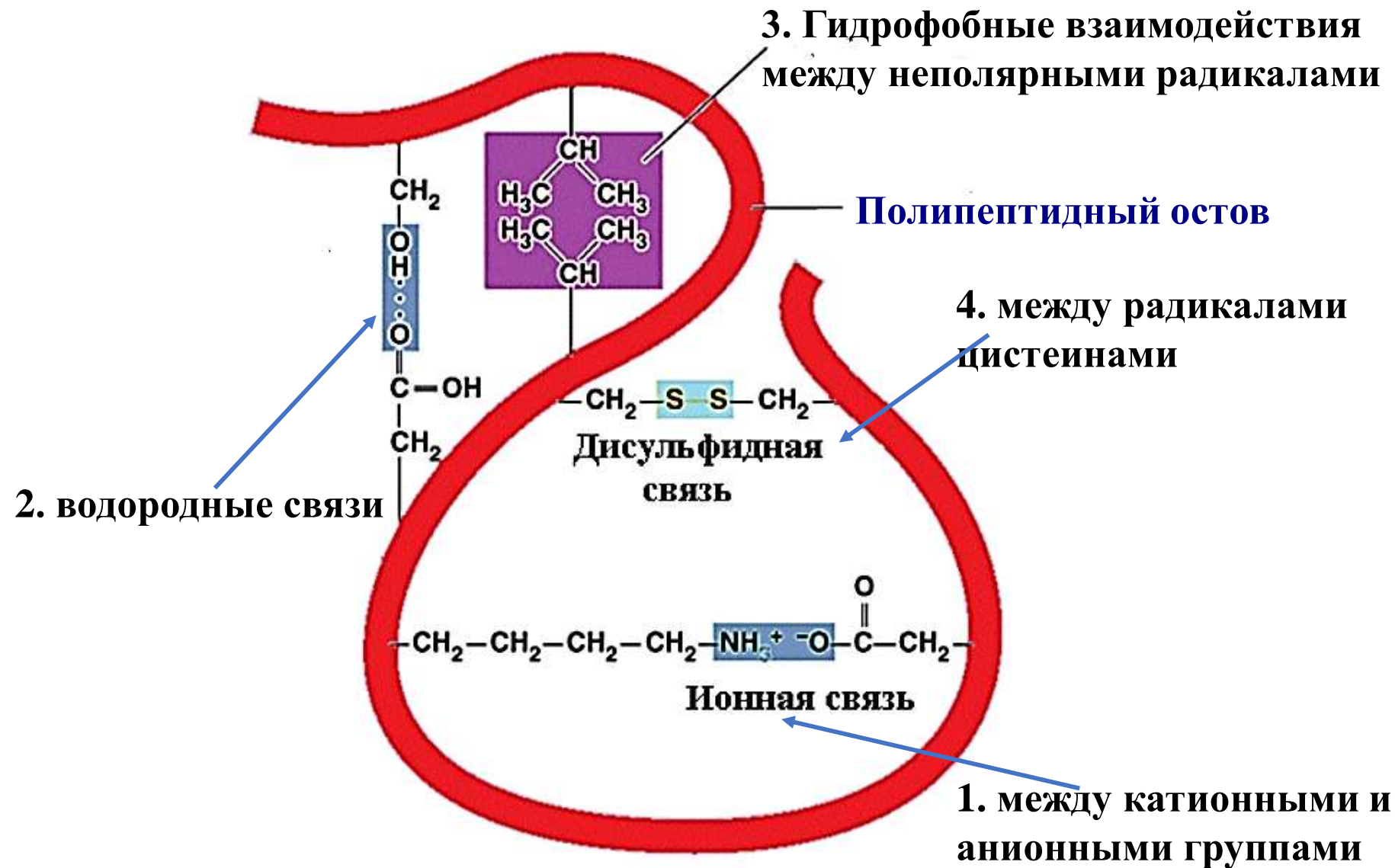
Шапероны (франц. *chaperon* – спутник, нянька) – белки, не входящие в состав белковой структуры, они необходимы для формирования, направления укладки полипептидной цепи в пространстве, восстановления правильной третичной структуры поврежденных белков, образовании и диссоциации белковых комплексов.



Шапероны



Химические связи, стабилизирующие третичную структуру белка:



Третичная структура белков после синтеза предопределяет особенности взаимного расположения полипептидных цепей в фибриллах и (или) глобулярных структурах.

В глобулярных белках **гидрофобные** остатки аминокислот погружены внутрь глобулы, а **гидрофильные** находятся на поверхности глобулы.

Только после формирования третичной структуры (**пост -трансляционных модификаций**) белок может выполнять свои биологические функции!

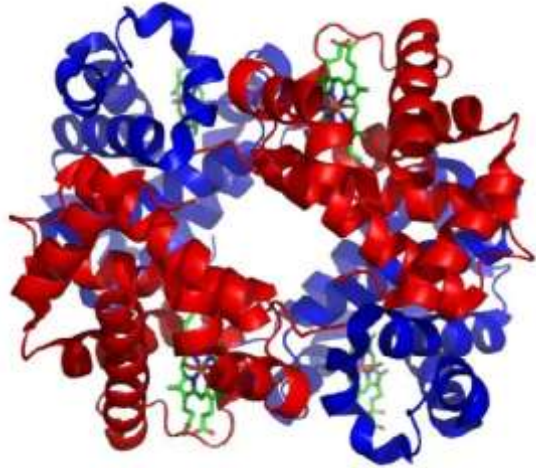


Четвертичная структура – объединение нескольких белковых субъединиц, образуя сложный белок, напоминающий глобулу (глобулярный белки) или цилиндр (фибриллярный белки).

Четвертичную структуру имеют лишь некоторые белки!

Связи, образующие четвертичную структуру белка (слабые взаимодействия):

1. водородные, 2. ионные, 3. гидрофобные.



Глобула гемоглобина



α -цепь



четвертичная структура

фибриллярного белка коллагена –

коллагеновые фибриллы

цилиндрической формы.

фибрилла коллагена

Конформацию белка поддерживают слабые связи – **ионные, водородные и гидрофобные**: их энергия ненамного превышает энергию теплового движения молекул при комнатной температуре (т.е. уже при данной температуре возможен разрыв таких связей).

Белки обладают **конформационной лабильностью** (способность белков к небольшим изменениям конформации за счет разрыва одних и образования других слабых связей)!

Факторы, вызывающие конформационные изменения белков:

- 1. незначительные изменения рН среды (не более 0,1);**
- 2. небольшое колебание температуры (на 1-2 градуса);**
- 3. изменение заряда аминокислотных остатков, при присоединении к ним ионных групп, например при добавлении электролита;**
- 4. взаимодействие белка с другими молекулами.**

По окончании воздействия белки принимают прежнюю конформацию!

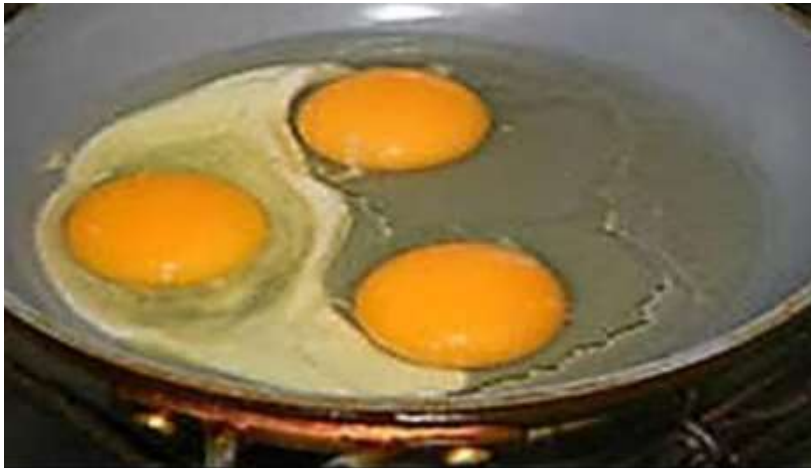
Конформационная лабильность играет важную роль в функционировании **ферментов!**

Денатурация белка – процесс нарушения нативной (природной) структуры белка, что сопровождается разрушением его четвертичной (если есть), третичной, а иногда и вторичной структуры и потерей биологических свойств.

Факторы, вызывающие денатурацию белка:

1. Физические факторы: нагревание, воздействие излучений, повышение давления, встряхивание.

2. Химические факторы: органические растворители (спирт, ацетон, диэтиловый эфир), кислоты и щелочи, соли тяжелых металлов (серебра, ртути, свинца).



При слабом внешнем воздействии возможен процесс ренатурации – восстановление первоначальной структуры белка.

Денатурация:

Обратимая

После удаления денатурирующего фактора может происходить *ренатурация* и белок восстанавливает свою структуру и функциональную активность



Молекула белка до денатурации

Необратимая

Ренатурация не происходит, т.к. нарушается структура белка на уровне **вторичной структуры**.



Денатурированный белок

Восстановление исходной молекулы белка



Белки, имеющие **четвертичную** структуру, называют **олигомерами**.

К настоящему времени четвертичная структура обнаружена у нескольких сотен белков.

Однако только для немногих белков она расшифрована.

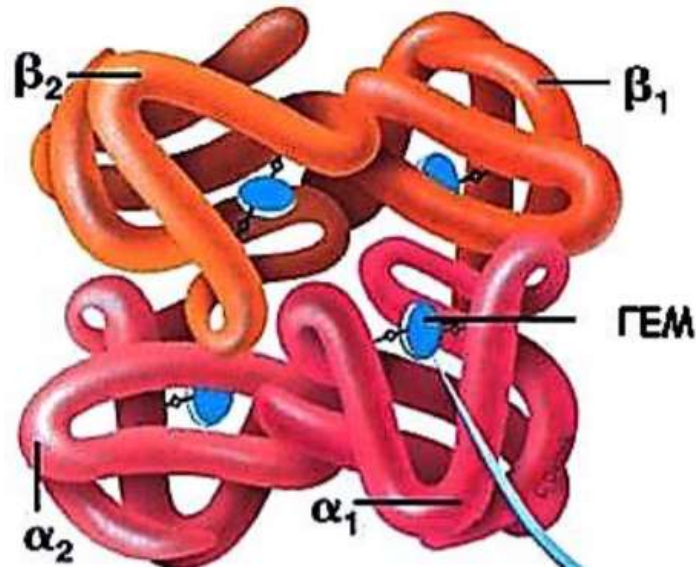
Большинство – **олигомеры**!

Структурная единица олигомерных белков – **протомер**!

Так, фермент **гексокиназа** содержит в своём составе **2** **протомера**; белок **лактатдегидрогеназа** — **4** **протомера**; фермент внутренней мембраны митохондрий **цитохромоксидаза** — **13** **протомеров**, а **глутаминсинтетаза** — **12** **протомеров**.

Гомологичные белки — белки, которые выполняют одну и ту же функцию, но различаются по первичной структуре, локализованы в различных органах и тканях (или образуются при патологических состояниях).

Четвертичная структура гемоглобина



Гемоглобин взрослого HbA1 (на его долю приходится 96-98 % этого белка) состоит из **4-х протомеров двух типов (2 α - и 2 β -цепи)**, имеющих разную первичную структуру.

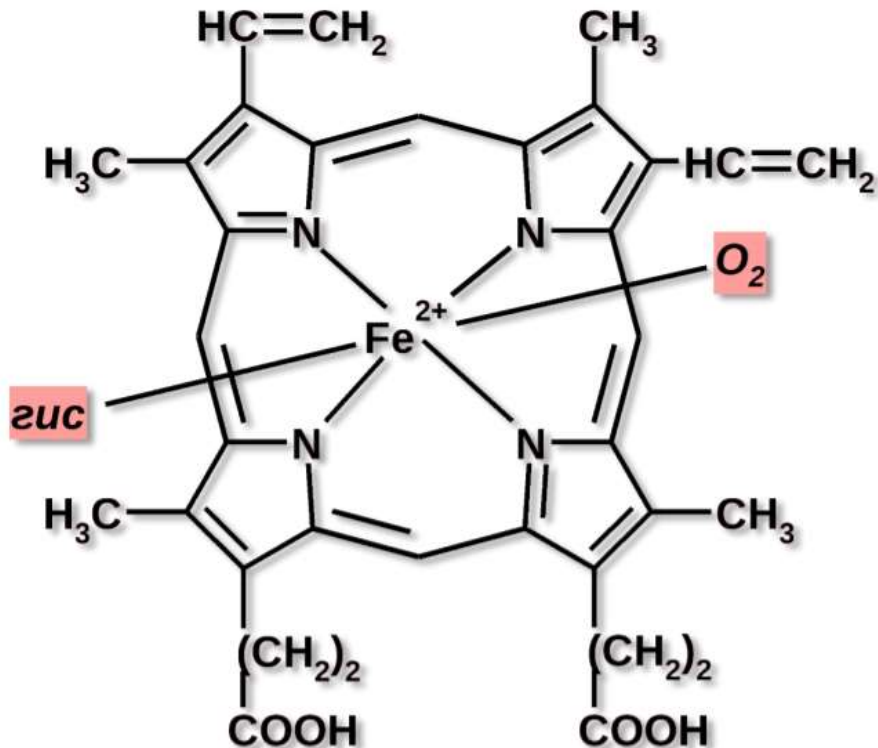
Каждый протомер содержит по **одному гему (небелковая часть)**.

Гемоглобин осуществляет транспорт O_2 в виде **оксигемоглобина** и CO_2 в виде **карбгемоглобина**.

Строение гема гемоглобина

Гем гемоглобина построен из четырех пиррольных колец и содержит Fe^{2+} . Атом железа связан **связан 2-мя координационными и 2-мя ковалентными связями с атомами азота пиррольных колец.**

Еще две связи Fe^{2+} использует для связывания кислорода и присоединения к глобину за счет гистидина.



- ☐ координационное число железа гема - 6
- ☐ В гемоглобине **четыре** участка связывания кислорода (по одному гему на каждую).

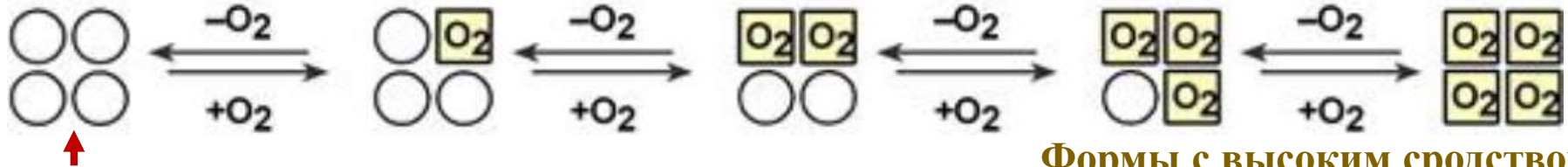
Кооперативное взаимодействие

Взаимовлияние протомеров олигомерного белка друг на друга называется кооперативное взаимодействие.

В легких кооперативное взаимодействие субъединиц гемоглобина **повышает** его сродство к O_2 и ускоряет присоединение следующей молекулы O_2 .

Четвертая молекула кислорода присоединяется в **300 раз быстрее** первой.

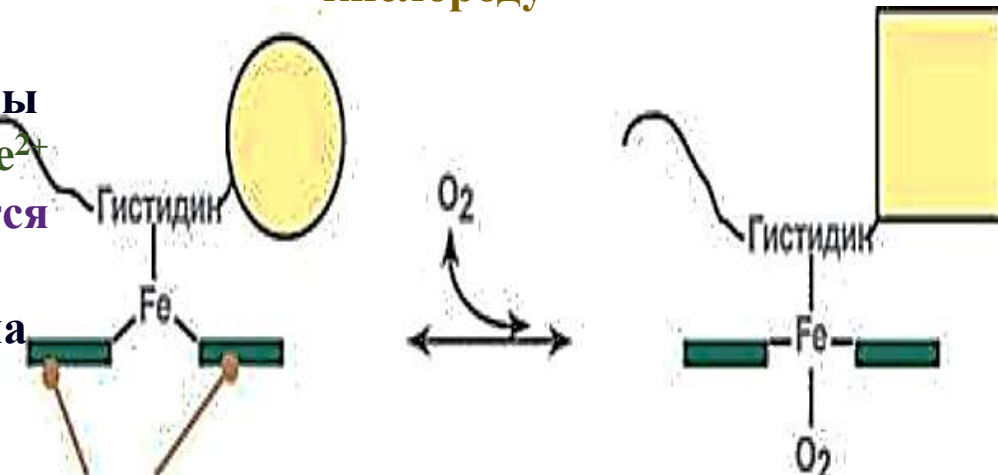
В тканях идет обратный процесс, сродство **снижается** и ускорение отдачи O_2 (четвертой молекулы также в **300 раз**).



Формы с низким сродством к кислороду

Формы с высоким сродством к кислороду

В **легких** при присоединении **1-ой** молекулы O_2 к Fe^{2+} за счет 6-й координационной связи Fe^{2+} **втягивается в плоскость гема**, кислород остается **вне плоскости**. Это вызывает изменение конформации **первого протомера**, что влияет на другие субъединицы и **облегчает** связывание кислорода со **вторым протомером**. Это меняет конформацию **второй субъединицы**, облегчая присоединение последующей молекулы O_2 .



*Пиррольные кольца
в плоскости гема*

Одно из биологических значений гемоглобина – поддержание физиологического рН (7,35-7,45) крови за счет гемоглобинового буфера эритроцитов:

Механизм гемоглобинового буфера:

- Состоит из гемоглобина H^+Hb и оксигемоглобина H^+HbO_2 .
- Присоединение и отщепление ионов H^+ происходит за счет остатков аминокислоты гистидина в составе белковой части – глобина.

Доноры H^+ : H^+Hb и H^+HbO_2

Акцепторы H^+ : Hb и HbO_2

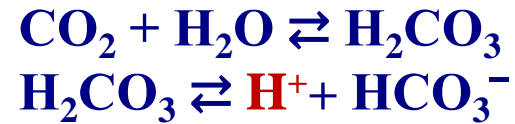
- Избыток кислот нейтрализуются в первую очередь гемоглобином Hb , имеющим большее сродство к протону. По отношению к основаниям наиболее активен более кислотный оксигемоглобин H^+HbO_2 .

- При добавлении кислоты: $\text{Hb} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}^+\text{Hb}$ - $\text{pK}_a = 8,2$
 $\text{HbO}_2 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}^+\text{HbO}_2$ - $\text{pK}_a = 6.95$

- При добавлении основания: $\text{H}^+\text{HbO}_2 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{HbO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

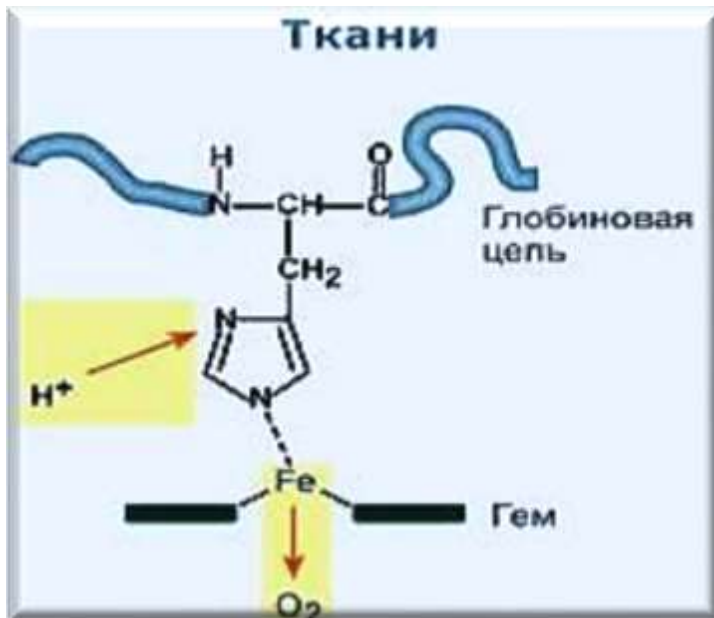
Оксигемоглобин
– более сильная
кислота.

В тканях за счет образования углекислого газа повышается концентрация ионов водорода:

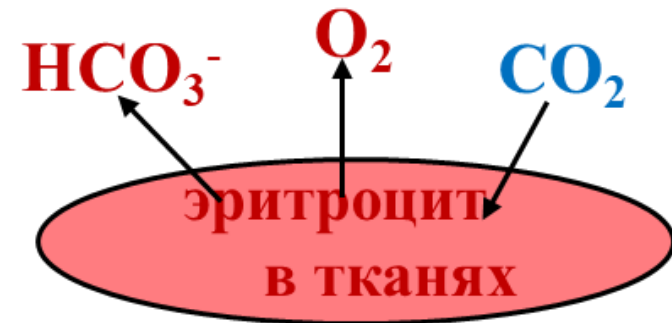


Ионы водорода связываются с гемоглобином, кислород при этом освобождается и поступает в ткани в обмен на углекислый газ.

Эффект Вериге-Бора – влияние рН на связывание гемоглобина с кислородом: чем выше кислотность, тем сродство гемоглобина к кислороду меньше.

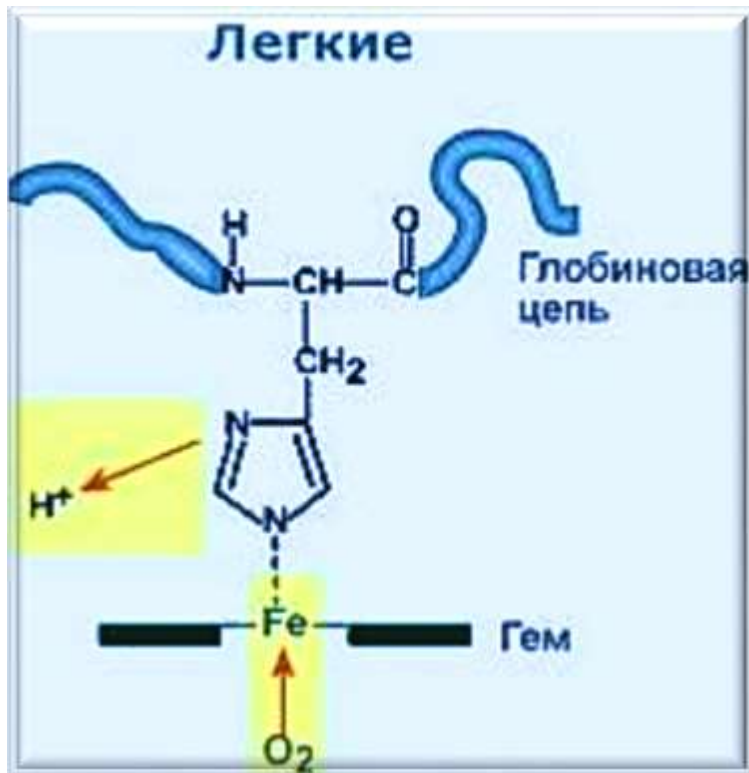


Сродство гемоглобина к кислороду снижается!

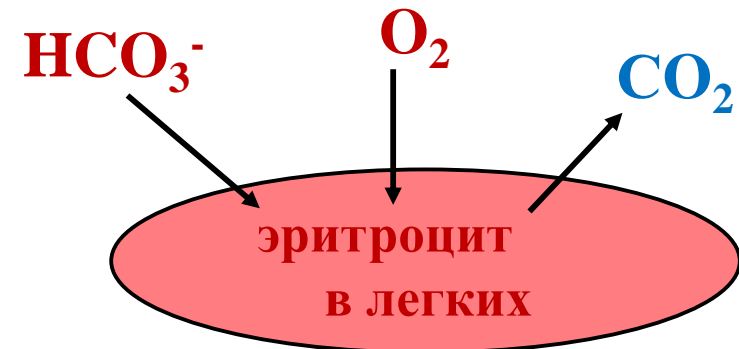


В легких удаляется углекислый газ и одновременно увеличивается концентрация кислорода.

Поступающий кислород «выталкивает» ионы H^+ из активного центра гемоглобина, замещая его.



Сродство гемоглобина к кислороду повышается!

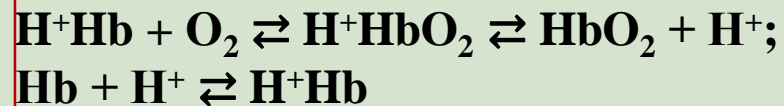


Механизм гемоглобиновой буферной системы:

В легких:

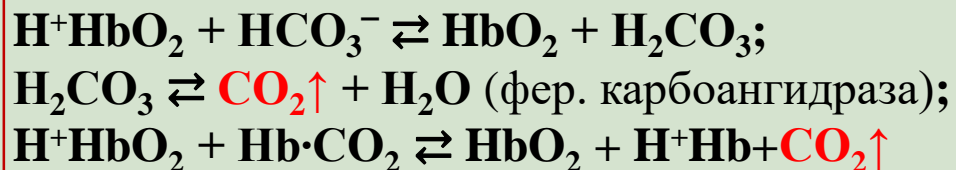
1. В легких: легочная кровь обогащается кислородом за счет связывания H^+Hb с O_2 , образуется H^+HbO_2 .

Вдох:



3. H^+HbO_2 в крови легких находится в избытке и по силе сопоставим с H_2CO_3 ($\text{pK}_a = 6.1$), поэтому происходит очищение крови от CO_2 путем связывания H^+HbO_2 с HCO_3^- и карбгемоглобином $\text{Hb}\cdot\text{CO}_2$.

Выдох:



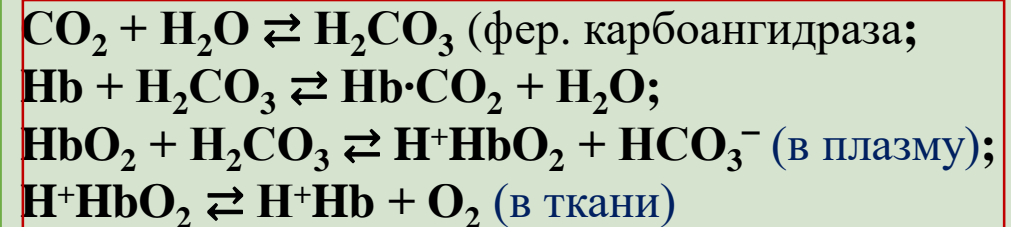
В тканях:

2. Обогащенная кислородом артериальная кровь, содержащая H^+HbO_2 (65% HbO_2) и H^+Hb (10% Hb), поступает **в ткани**.

CO_2 из тканей диффундирует в эритроциты, где связывается с H_2O с образованием H_2CO_3 .

H_2CO_3 взаимодействует с акцепторами протонов Hb и HbO_2 с образованием карбгемоглобина $\text{Hb}\cdot\text{CO}_2$ и HCO_3^- .

H^+HbO_2 легко отдает тканям кислород.



Кислотно-основные (амфотерные) и буферные свойства белков

Обусловлены присутствием в молекулах кислотных (COOH) и основных (NH₂) групп.



Изоэлектрическая точка (pI) – значение pH среды, при котором большинство молекул белка имеет суммарный заряд равный нулю.

Различные белки имеют разные изоэлектрические точки:

- Кислые белки $\text{pI} < 4.0$
- Нейтральные белки $\text{pI} = 5.0-7.0$
- Основные белки $\text{pI} > 7.5$

Изоэлектрические точки:

Белок	pI	Белок	pI
пепсин желудочного сока	1,5- 2,0	химотрипсин тонкой кишки	8,6
казеин молока	4,6	цитохром с	10,7
Миозин мышц	5	гемоглобин	6,7

Белки поддерживают кислотно-щелочное равновесие и осмотическое давление.

Осмотическое давление, создаваемое белками, называется онкотическим.

Механизм белкового буфера:

- При добавлении кислоты: $\text{H}_2\text{N}-\text{Prot}-\text{COO}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_3\text{N}^+-\text{Prot}-\text{COO}^-$;
«белок-основание»
- При добавлении основания: $\text{H}_3\text{N}^+-\text{Prot}-\text{COO}^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{N}-\text{Prot}-\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$.
«белок-соль»

Основные белки, поддерживающие кислотно-щелочной и осмотический гомеостаз, - *альбумины и глобулины*.

Уравнение Гендерсона-Гассельбаха для альбумина плазмы:

$$\text{pH} = \text{pK}_d + \lg \frac{[\text{R} - \text{OH}]}{[\text{R} - \text{H}]}; \quad \text{pK}_d = 7,4$$

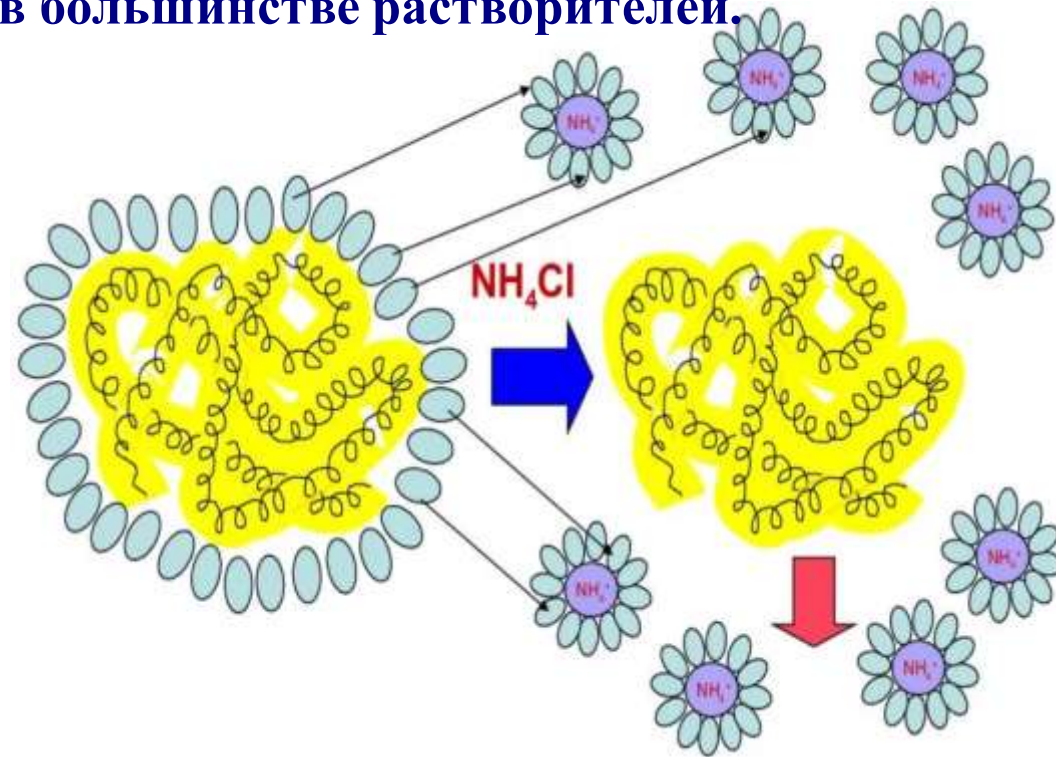
Растворимость белков зависит от формы молекул, молекулярной массы, соотношения полярных и неполярных групп в молекуле.

Глобулярные белки (альбумины) – хорошо растворимы в воде, выпадают в осадок раствора при полном насыщении раствора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Глобулины – труднее растворимы в воде, растворимы в слабых солевых растворах, осаждаются из полунасыщенного раствора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Фибриллярные белки нерастворимы в большинстве растворителей.

Высаливание белка – обратимый процесс осаждения белка с помощью концентрированных растворов солей (NaCl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) за счет снижения степени его гидратации.



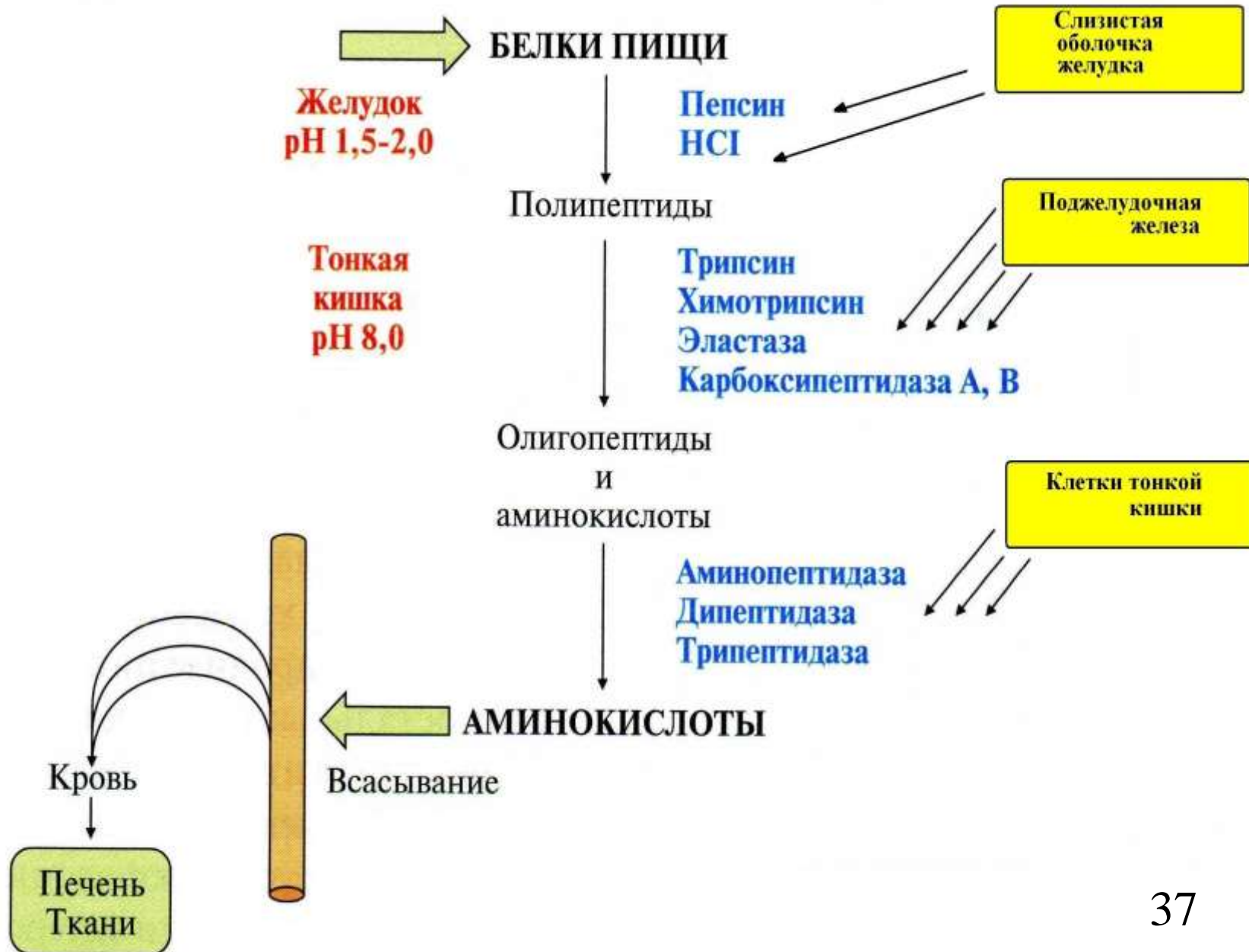
Гидролиз белка – процесс разрушения первичной структуры белка, т.е. разрыв пептидных связей H_2O (с присоединением воды по месту разрыва) под действием кислот, щелочей или ферментов ЖКТ с образованием аминокислот.

Переваривание белков осуществляется ферментами ЖКТ (**протеазами**):



В промышленности проводят кислотный (с HCl или H_2SO_4 при температуре более $100^{\circ}C$, время от 3 до 24 ч.) и ферментативный гидролиз).

Переваривание белков в ЖКТ:



При нарушении переваривания или всасывания аминокислот в кишечнике возникает белковая недостаточность! Последствия:

- Нарушаются процессы синтеза рецепторов, пептидных гормонов, коллагена.
- Гипоксия. Нарушается синтез гемоглобина.
- Нарушается синтез ферментов, нарушается их биологическая функция.
- Снижается количество иммуноглобулинов, снижается иммунитет.
- Усиливается нагрузка на печень, может возникнуть интоксикация.
- У детей при недостатке белка в пище задерживается рост, отстает физическое и умственное развитие, тормозится деятельность эндокринных желез.

Гниение аминокислот в кишечнике

- Аминокислоты и переваренные фрагменты белков достигают толстого кишечника, где подвергаются воздействию кишечной микрофлоры.
- При гниении образуются продукты, представляющие собой токсины:

Из метионина – метилмеркаптан

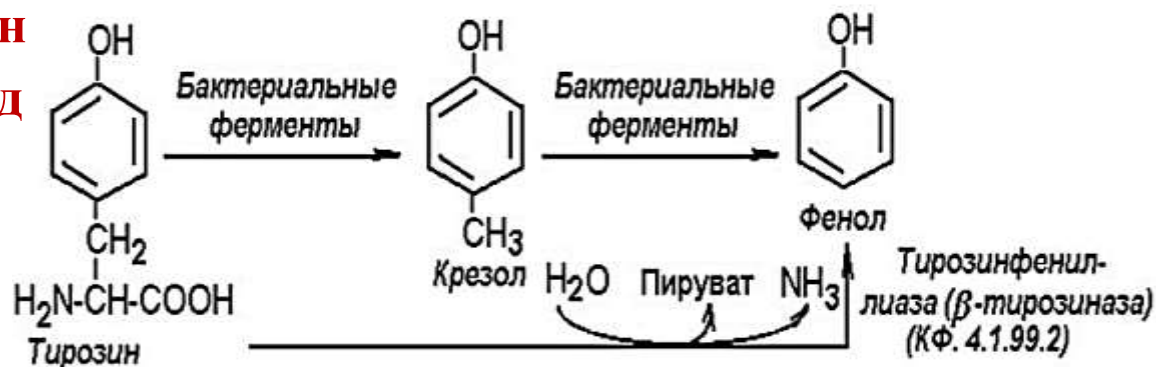
Цистина, цистеина - сероводород

Орнитина - путресцин

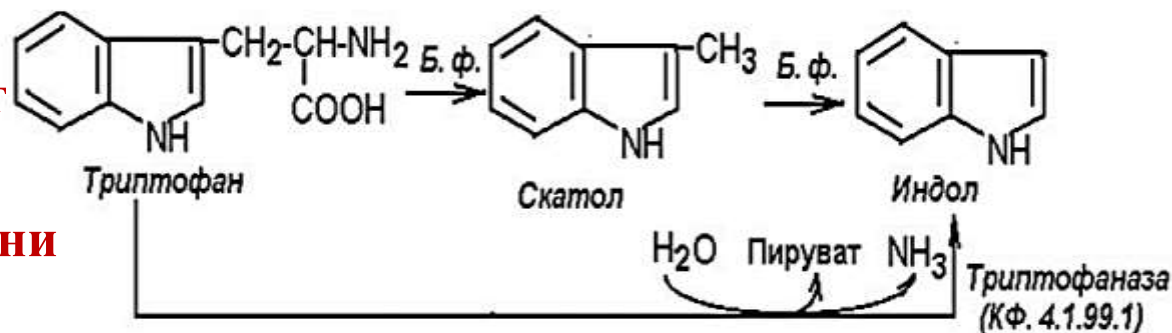
Лизина – кадаверин

Тирозина - крезол, фенол

Триптофана - скатол, индол.



Продукты гниения аминокислот обезвреживаются ферментами микрофлоры кишечника, в печени с образованием более водорастворимых соединений!



Методы выделения белков:

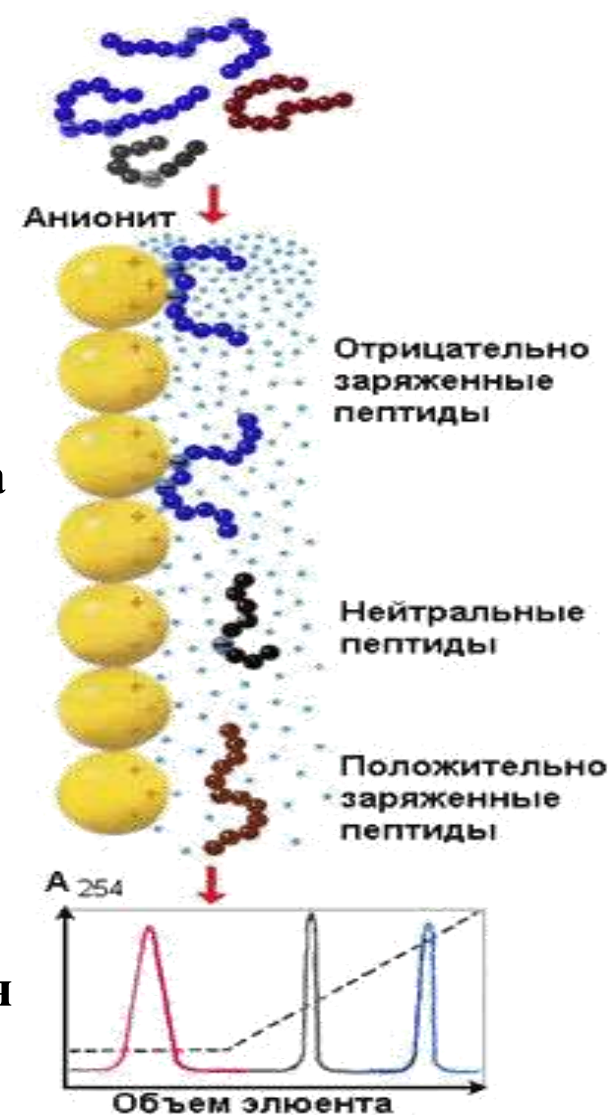
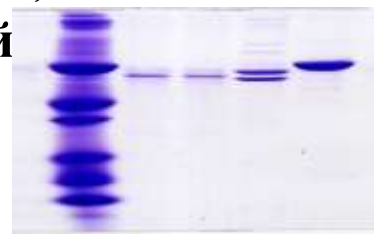
1. Высаливание.
2. Электрофорез.
3. Ультрацентрифугирование.
4. Хроматографические методы: гель-фильтрация (метод молекулярных сит); ионообменная хроматография; аффинная хроматография

- **Ионообменная хроматография** – метод, основанный на связывании заряженных групп или молекул с противоположно заряженными группами ионитов.

В качестве ионитов используют полимерные органические вещества: **катиониты** -

(карбоксиметилцеллюлоза) поглощают катионы, а **аниониты**- (диэтиламиноэтилцеллюлоза) – поглощают анионы.

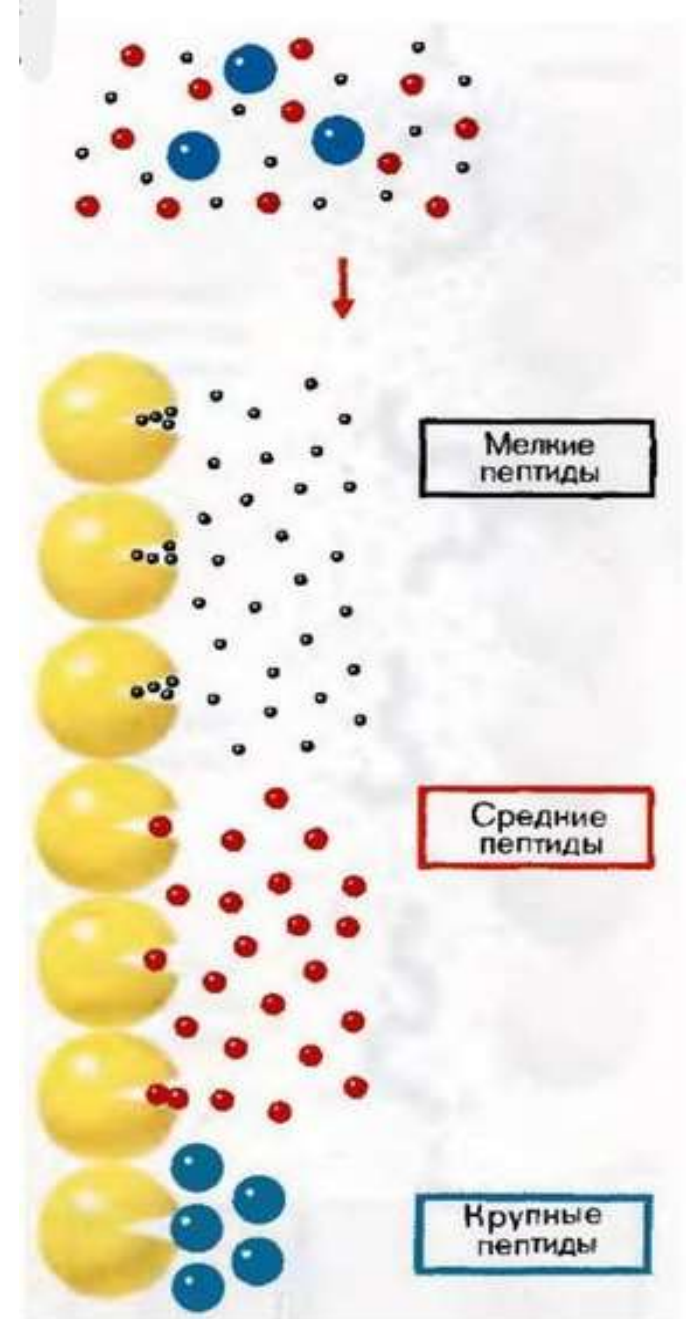
- **Электрофорез** – основан на разной скорости движения заряженных частиц в электрическом поле (к катоду или аноду). **Носители** - бумага, крахмал, ацетилцеллюлоза, полиакриламидный агарозный гель.



Методы выделения аминокислот и белков:

- **Гель-фильтрация** (метод молекулярных сит) — основанный на разной способности молекул разных размеров проходить через «молекулярные сита» — сефадексы — инертные гидратированные полисахаридные материалы (представляющие собой пористые гранулы).

При этом крупные молекулы белка не диффундируют в гранулы сефадекаса и выходят первыми из колонки. Молекулы меньших размеров проникают через поры гранул и задерживаются в них, поэтому выходят из колонки позже.

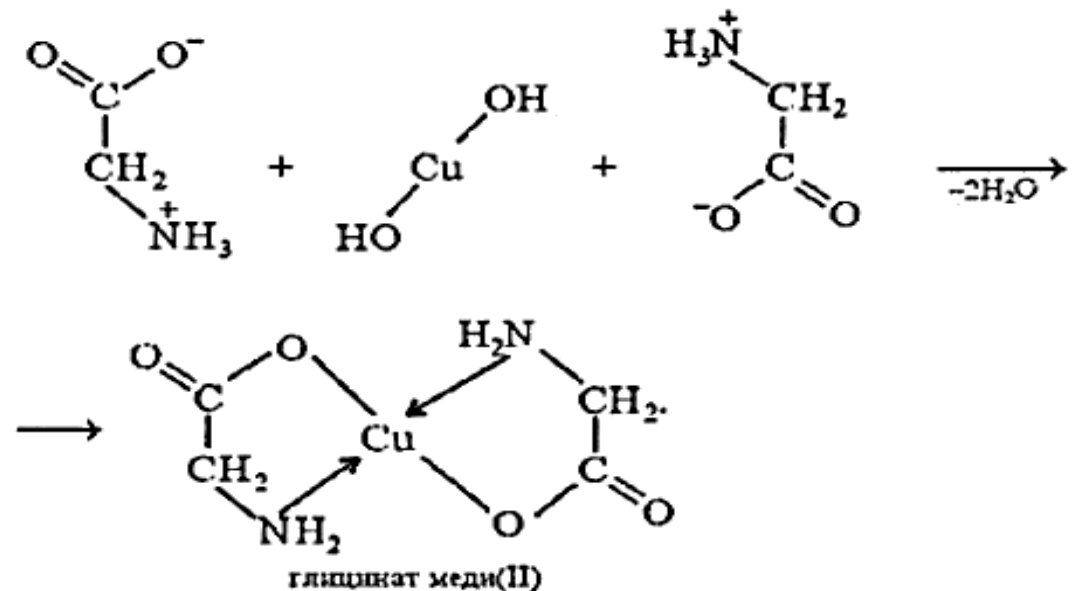


Определение белка в растворе

Качественная реакция на пептидную связь:

Биуретовая реакция белков – это качественная реакция на обнаружение белков, сопровождается **фиолетовым** окрашиванием при действии **солей меди (II) (медного купороса)** в щелочном растворе.

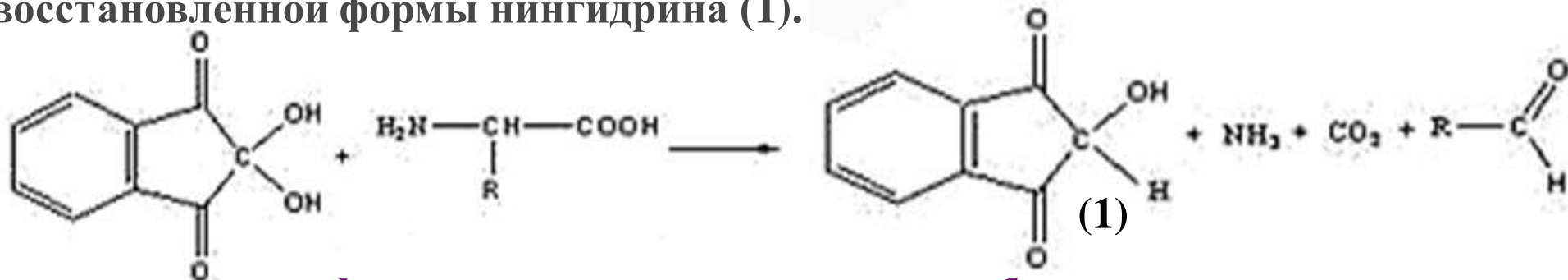
Фиолетовый цвет дают образовавшиеся комплексные соединения **меди с белками**. Такая реакция характерна для всех соединений с пептидной связью (**-CO-NH-**).



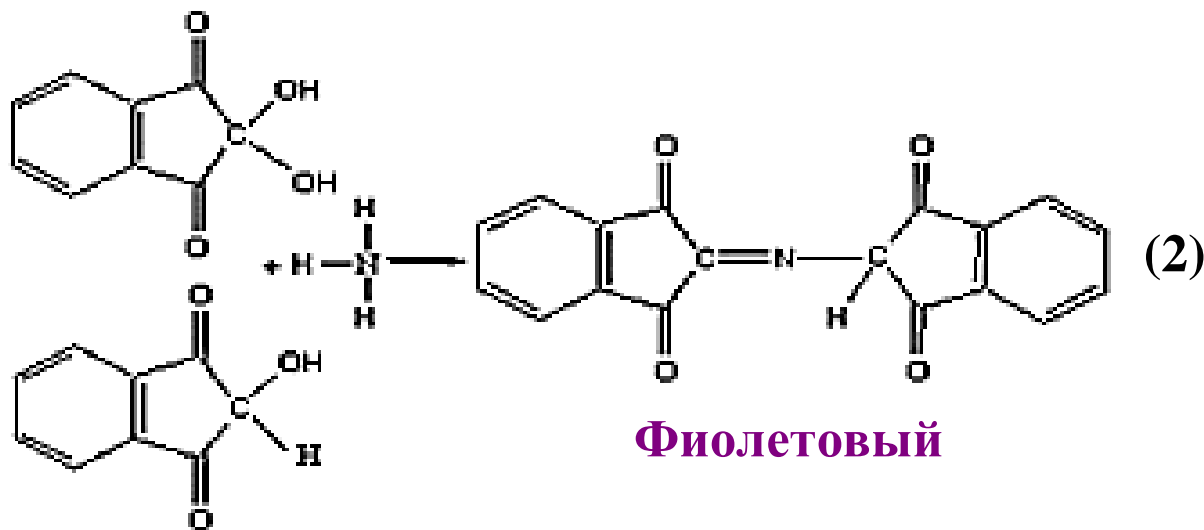
Количественный анализ определения аминокислот

Реакция нингидрина с аминокислотами.

Нингидрин - сильный окислитель, вызывает окислительное дезаминирование аминокислот, приводящее к образованию CO_2 , соответствующего альдегида и восстановленной формы нингидрина (1).

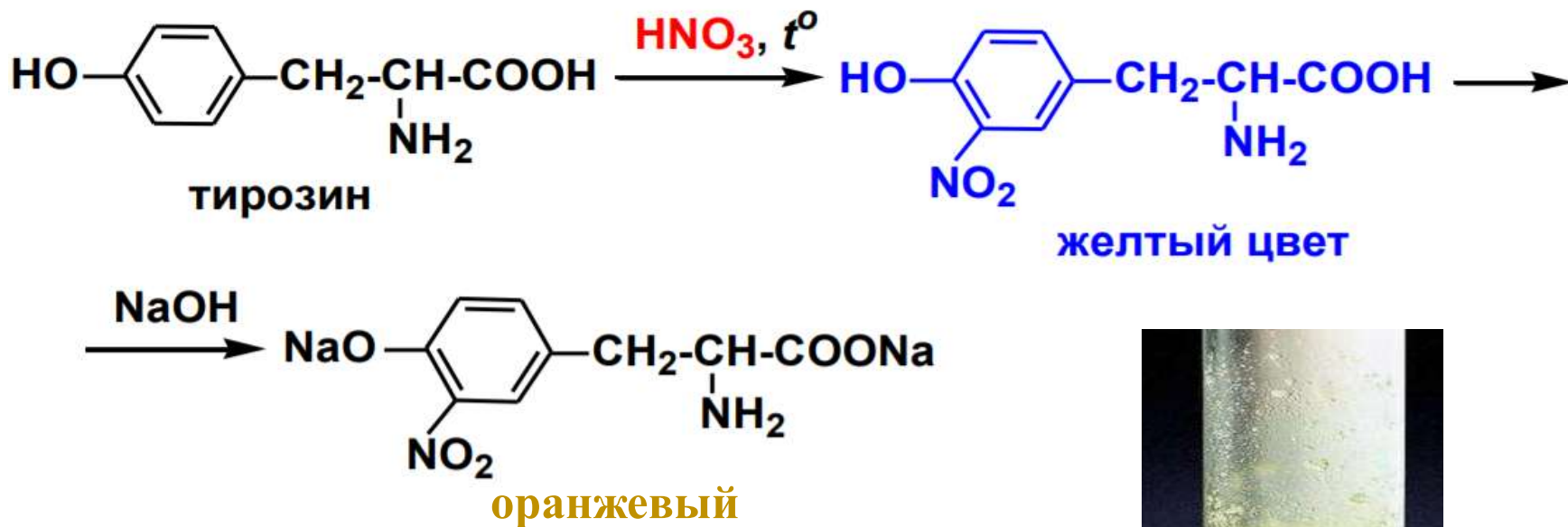


Восстановленная форма нингидрина реагирует с избытком нингидрина и NH_3 . При этом образуется продукт сине-фиолетового цвета (2).



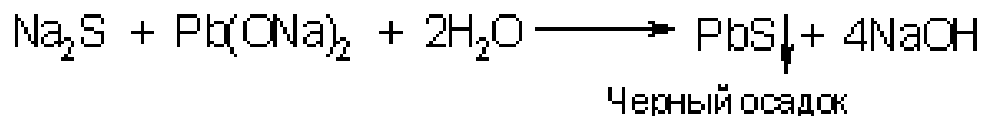
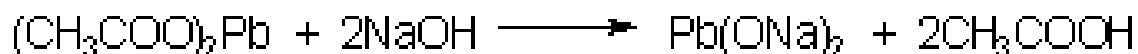
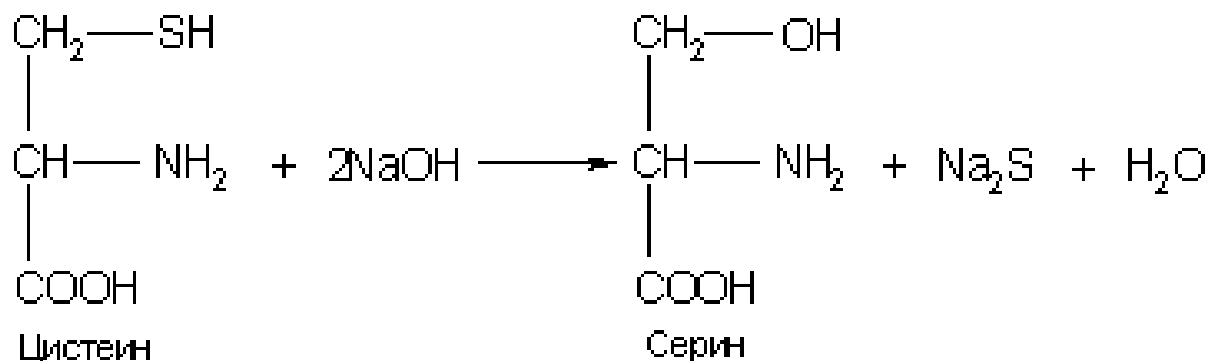
Ксантопротеиновая реакция на остатки ароматических и гетероциклических α -аминокислот

Растворы белков, содержащие остатки **ароматических и гетероциклических аминокислот**, при нагревании с концентрированной азотной кислотой окрашиваются в **лимонно-желтый цвет** за счет образования нитrosoсоединений. При добавлении щелочи окраска изменяется на **оранжевую**.



Реакция Фоля на серосодержащие аминокислоты

У белков, содержащих цистеин, при нагревании в щелочной среде происходит гидролиз тиольных групп с образованием **сульфида натрия**. Образование **сульфида натрия** можно обнаружить с помощью **ионов свинца**, образующих с **сульфид-ионами** нерастворимый сульфид свинца черного цвета.



Белки-ферменты

Простые — состоят только из аминокислот

Сложные — состоят из простого белка и небелковой части, кофактора (ионы металла), кофермента (производные витаминов)

Минеральные вещества (**цинк, медь, магний**) и **витамины** в активной форме (**коферменты**) входят в состав активного центра и непосредственно участвуют в работе ферментов:



Роль некоторых водорастворимых витаминов:

Название	Коферментная форма	Функции	Признаки недостатка витамина
B₁ (тиамин)	ТДФ	Декарбоксилирование α -кетокислот, перенос альдегидной группы (транскетолаза)	Повышенная утомляемость, раздражительность, ухудшение памяти, тяжелый дефицит — болезнь бери-бери
B₂ (рибофлавин)	FAD, FMN	Реакции переноса водорода, аэробные и анаэробные дегидрогеназы (ферменты дыхательной цепи)	Поражение слизистой оболочки губ, конъюнктивит, анемия.
B₅ (пантотеновая кислота)	КоА-HS	Транспорт ацильных групп, (реакция активации жир. кислот)	Повышенная утомляемость, шелушение кожи.

Роль некоторых водорастворимых витаминов:

В₆ (пиридоксин)	ПФ (пиридоксаль-фосфат)	Обмен а/к (транс-аминирование, декарбоксилирование, дезаминирование серина и треонина)	Повышенная возбудимость нервной системы, дерматиты
РР (ниацин)	NAD, NADP	Акцепторы и доноры водорода в окислительно-восстановительных реакциях	Дерматит, деменция и диарея
В₇ (витамин Н)	Биотин	Реакции карбоксилирования (карбоксилирование ацетил-КоА)	Дерматит, вялость, тошнота.
В₉ (фолиевая кислота)	Тетрагидрофолиевая кислота	Транспорт одноуглеродных групп	Нарушение кроветворения (анемия)
В₁₂ (кобаламин)	Дезоксиаденозилкобаламин	Транспорт метильных групп	Мегалобластная анемия
С (аскорбиновая кислота)	—	Гидроксилирование (пролина, лизина), антиоксидант	Кровоточивость десен, расшатывание зубов, подкожные кровоизлияния, отеки

Приведем примеры биологически важных белков:

1. **Коллаген** – фибриллярный белок, составляющий основу соединительной ткани (сухожилие, кость, хрящ, дерма).

Особенности строения:

Молекула коллагена (**тропоколлаген**) представляет собой спираль из 3-х **про- α -цепей** одинаковой длины.

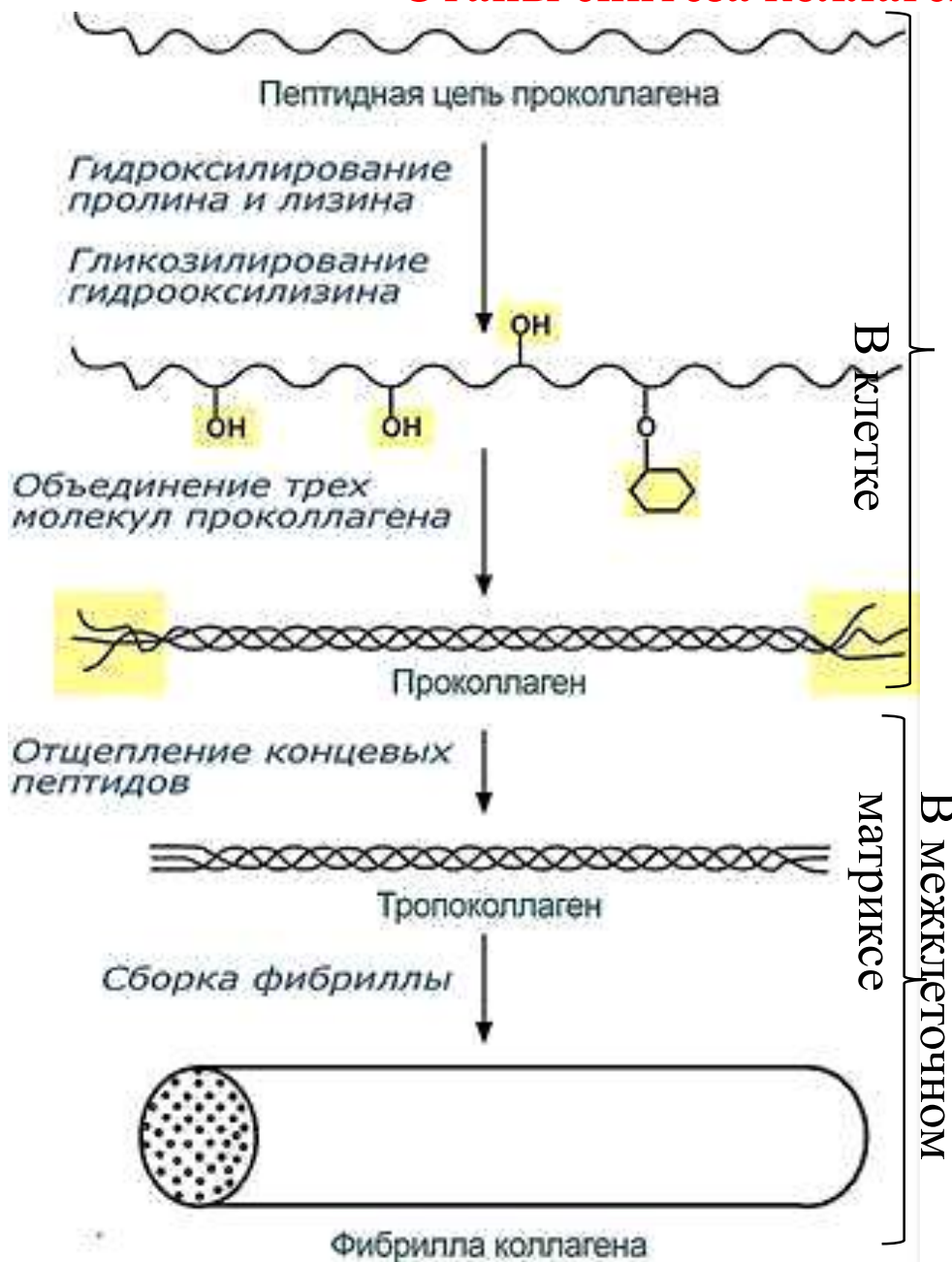
Про- α -цепь представляет собой последовательность триплетов глицин-«X»-«Y», где «X» - чаще всего **пролин** (1/4 всех аминокислот), а «Y» - чаще всего **оксипролин** или **оксилизин**. Глицин обеспечивает стабильность структуры, ограничивая вращение вокруг цепей.

Полностью отсутствуют **цистеин и триптофан** и крайне низкое содержание **фенилаланина, тирозина и гистидина**.

В матриксе молекулы тропоколлагена образуют **фибриллы**, обладающие огромной прочностью, они практически нерастяжимы.

1 мм выдерживает нагрузку более 10 кг!

Этапы синтеза коллагена:



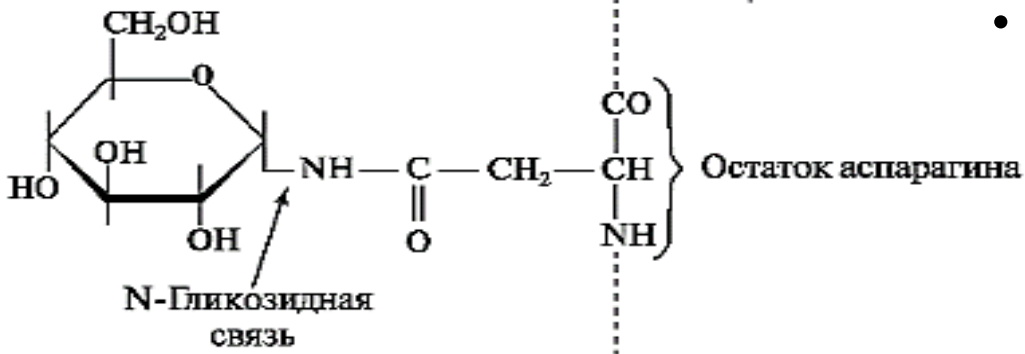
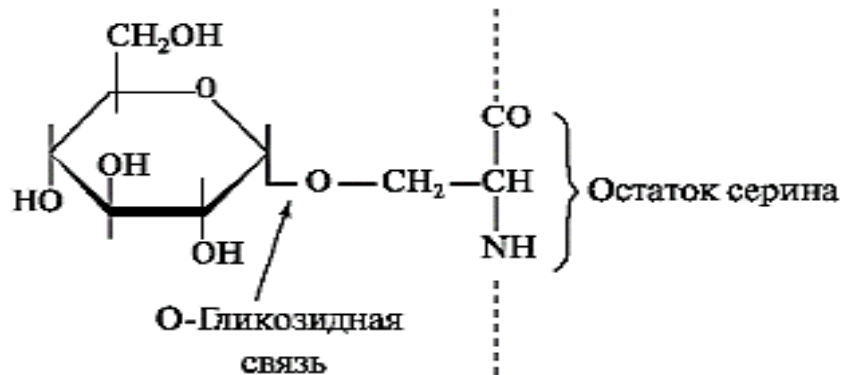
1. Синтез α -цепей **пре-проколлагена** на рибосоме и образование α - цепей проколлагена в эндоплазматической сети.
2. **Гидроксилирование** остатков **пролина и лизина** с помощью ферментов **гидроксилаз**.
3. **Гликозилирование гидроксилизина** в проколлагене под действием фермента гликозил-трансферазы.
4. Формирование тройной спирали - проколлагена (растворимый коллаген).
5. Секретируется пропроколлаген во внеклеточную среду, где карбоксипротеиназы **отщепляют (про)-** последовательность, образуя **тропоколлаген**.
6. “Сшивание” с помощью **лизилоксидазы** (ФАД и Cu зависим) молекулы тропоколлагена с образованием фибрилл коллагена.
7. Ассоциация молекул фибрилл коллагена с сдвигом на $1/4$ своей длины относительно предыдущей цепи.

Приведем примеры некоторых биологически важных белков:

2. Муцины - (от англ. mucus - слизь) - высокомолекулярные гликопротеины, покрывающие дыхательные, пищеварительные и мочеполовые пути. Белковая часть содержит много остатков **серина, треонина и пролина (~50%)**. Углеводные компоненты - кислые гетерополисахариды, содержащие фруктозу, галактозу, N-ацетилгалактозамин, сиаловую кислоту, связанные N- и O- гликозидными связями с остатками аргинина, серина и треонина.

Функции:

- отвечают за защиту слизистый слой от патогенных организмов, образуют защитную пленку;
- также играет роль смазки и способствует прохождению веществ по пищевому тракту;
- выполняют роль фильтра, свободно пропускающего воду и ионы, но защищающего слизистую от органических кислот и других продуктов жизнедеятельности микроорганизмов.



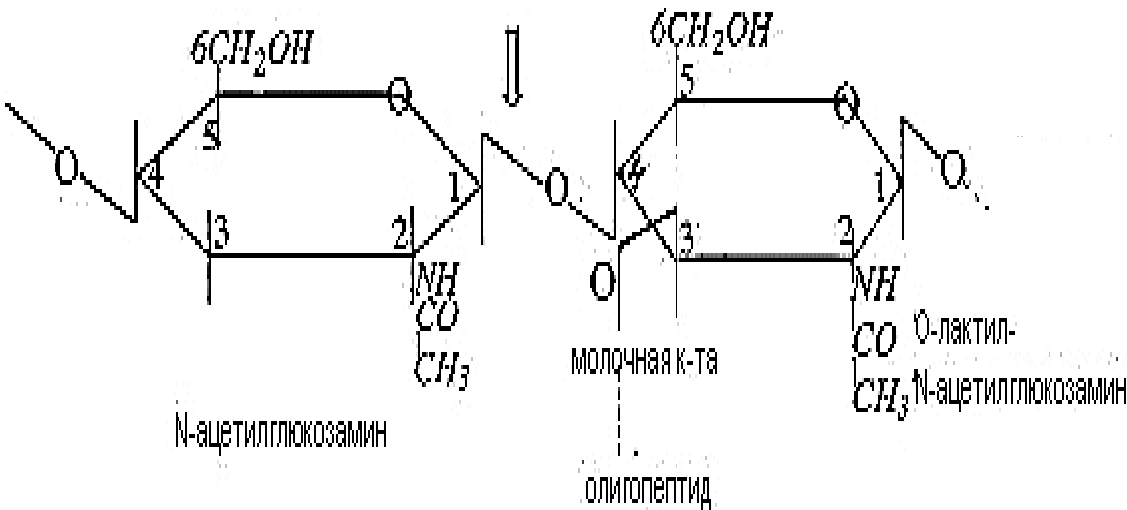
Приведем примеры биологически важных белков:

3. Лизоцим (от англ. *murus*- стенка) -гликопротеин, содержится в различных тканях и жидкостях организма, фермент *мурамидаза*, синтезируется макрофагами, расщепляет β -1,4-О-гликозидную связь между остатками N-ацетилглюкозамином и N- ацетилмурамовой кислоты в полисахаридных цепях муреина (гетерополимер клеточной стенки бактерий).

Функции:

- стимулирует фагоцитарную активность, систему комплимента, ускоряет заживление ран слизистых оболочек, оказывает регенерирующее и обезболивающее действие.
- отвечают за защиту организма от патогенных организмов, образуют защитную пленку.

Место действия лизоцима



Применение белков в медицине и пищевой промышленности:

- 1) зубные пасты, содержащие ферментные препараты, удаляющие зубной налет (папаин, лактопероксидаза, фицин);**
- 2) для обеззараживания гнойно-воспалительных очагов, препараты, содержащие фермент, разрушающий стенки бактерий (лизоцим);**
- 3) ранозаживляющие средства, содержащие коллагеназу (обмен коллагена) при воспалительных процессах в полости рта;**
- 4) при анестезии для улучшения эффекта, фермент, гидролизующий гиалуроновую кислоту (гиалуронидаза);**
- 4) в молочной промышленности, в сыро делении (химозин, пепсин, ренин).**
- 5) пептидные лекарственные препараты (короткие пептиды от 3-х аминокислот) - избирательно включаются в необходимый биохимический процесс в зависимости от исходного состояния; отличаются высокой эффективностью; имеют длительные действие; даже «омолаживают организм».**

Влияние питания на состояние организма:

Молочные продукты.

Кисломолочные продукты, молоко, сыр, творог богаты содержанием кальция, фтора, витаминов группы А, В, D, которые укрепляют кости, улучшают состояние слизистых и кожи.

Самый полезный из молочных продуктов это сыр. Он богат казеином и фосфатами.

Казеин и фосфаты уменьшают деминерализацию костей, зубов.

Типы питания и их влияние на организм.

1. Белковая диета.

- Длительное применение белковой диеты наносит ощутимый урон почкам, развитию подагры, противопоказана при почечных заболеваниях.**
- Усиливается гниение белков и аминокислот в кишечнике, нагрузка на печень, может развиваться интоксикация организма.**
- Во время белковой диеты происходит стремительная потеря организмом кальция. Это приводит к разрыхлению костей и зубов.**

Типы питания и их влияние на состояние организма.

2. Вегетарианство (плюсы):

- **Содержит большое количество растительной клетчатки, что стимулирует перистальтику кишечника при хронических запорах, положительно влияет на микрофлору кишечника.**
- **Помогает бороться с лишним весом, так как растительная пища содержит меньше калорий.**
- **Овощи и фрукты выводят из организма шлаки и токсины, активизируют защитные силы организма, нормализуют обмен веществ. Вегетарианцы почти не страдают от сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонии, диабета. Реже болеют раком.**
- **В овощах и фруктах содержится много витаминов и микроэлементов, в том числе калия и магния, мало соли.**
- **Растительная пища содержит много полезных углеводов, которые являются хорошим источником энергии для организма. Поэтому вегетарианцы энергичны и среди них больше долгожителей.**

Типы питания и их влияние на состояние организма.

2. Вегетарианство (минусы):

- При использовании продуктов только растительного происхождения **трудно составить сбалансированный рацион питания.**
- Увеличение объема потребляемых продуктов, неизбежное при низкокалорийной вегетарианской диете, **приводит к перегрузке органов пищеварения**, что может вызвать ряд нарушений в работе ЖКТ.
- **Растительный белок усваивается значительно хуже, чем животный.** Так, белок черного хлеба усваивается на 48—70%, в то время как белки мяса, рыбы, яиц и молока усваиваются в пределах 98%.
- По наблюдениям врачей, через 5-7 лет строгого вегетарианства у людей заметно **снижается иммунитет.**
- Вегетарианство противопоказано детям: **для нормального роста и развития детского организма необходимы мясо и рыба.**
- **Недостаток микроэлементов приводит к разрушению костей, зубов и повреждению десен, языка и слизистых оболочек полости рта.** Вегетарианцам, и особенно **веганам** (строгий отказ от любых продуктов животного происхождения), стоит придерживаться определенных правил, чтобы сохранить здоровье.

Типы питания и их влияние на состояние организма.

3. Раздельное питание (заключается в совместимости и несовместимости продуктов):

Не рекомендуется в один прием употреблять:

- 1) Белки и углеводы;**
- 2) Два белковых продукта;**
- 3) Жиры и белки;**
- 4) Углеводы и кислую пищу (т.е. хлеб, картофель и другие углеводные продукты нельзя есть с лимоном, апельсином, грейпфрутом);**
- 5) Крахмал с сахаром;**
- 6) Дыни и арбуз с другими продуктами;**
- 7) Молоко с другой пищей.**

Раздельное питание стабильно удерживает первое место в рейтингах в качестве профилактического и лечебного питания!

Список литературы:

- 1. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов : учебник для студентов вузов / ред. Ю. А. Ершов. - М. : Высшая школа, 2002, 2009. - 559 с.**
- 2. Биохимия: учебник. 5-е издание испр. и доп. / под ред. чл.-корр. РАН, проф. Е.С. Северина. - М.: ГЭОТАР - Медиа, 2016. - 768 с.**
- 3. Биоорганическая химия : учебник для студентов медицинских вузов / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 416 с. : ил.**
- 4. Попков, В. А. Общая химия [Электронный ресурс] : гриф УМО по медицинскому и фармацевтическому образованию вузов России. / Попков В.А. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. - Б. ц.— Режим**
- 5. Попков, В. А. Общая химия [Электронный ресурс] : гриф УМО по медицинскому и фармацевтическому образованию вузов России. / Попков В.А. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. - Б. ц.— Режим**
- 6. Биохимия: сб. ситуац. задач с эталонами ответов для студентов 2 курса, обучающихся по специальности - лечебное дело / сост. Г.Е.Герцог, С.К. Антонова, А.Д. Климоваи др. - Красноярск: КрасГМУ, 2011. - 76 с.**



Спасибо за внимание!