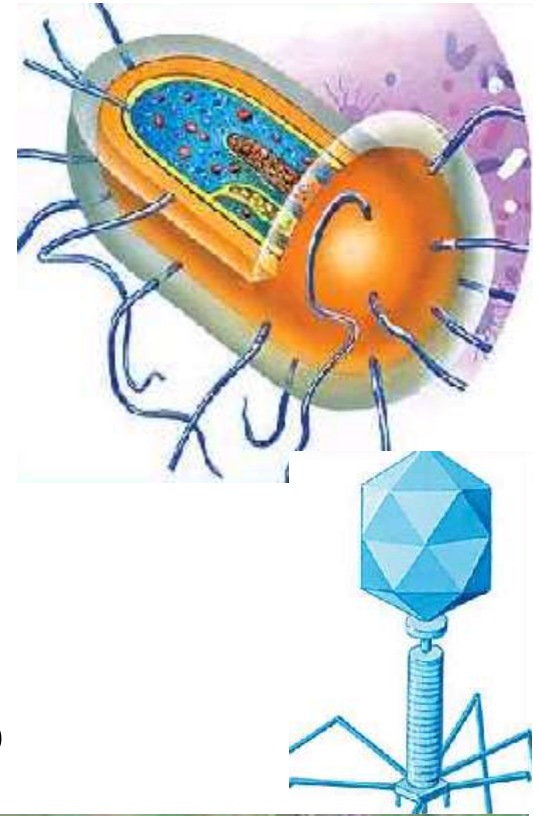


# Белки

«Во всех растениях и животных присутствует некое вещество, которое без сомнения является наиболее важным из всех известных веществ живой природы и без которого жизнь была бы на нашей планете невозможна»

**Ж. Мюльдер**



# БЕЛКИ

*«Жизнь - есть  
способ существования белковых тел.»*

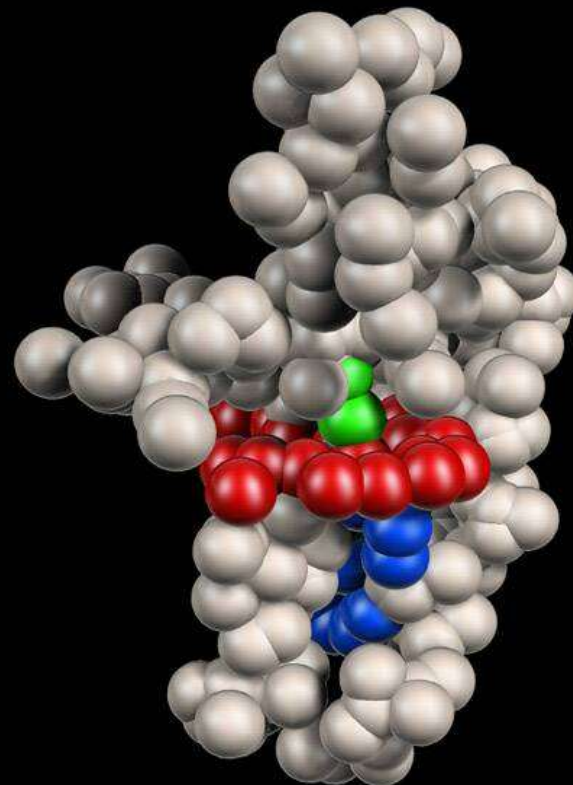
*Ф. Энгельс.*

# План урока

- Определение белков.
- Белки в природе.
- Состав белков.
- Строение белков.
- Функции белков
- Свойства белков.
- Превращение белков пищи в организме.
- Применение белков. Проблема синтеза белков.

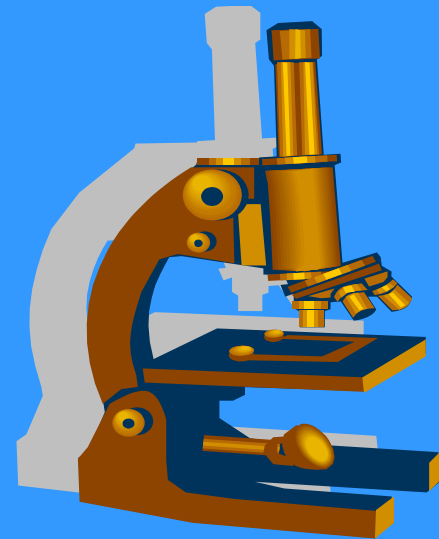


Белок – это высокомолекулярное органическое соединение, представляющее собой биополимер, состоящий из мономеров, которыми являются аминокислоты соединенные пептидной связью.



# Белки в природе

- Белки содержатся в протоплазме и ядре всех растительных и животных клеток.



# Состав белков

**Белки** – природные полимеры, молекулы которых построены из остатков аминокислот соединенных пептидной связью.

В инсулине 51 остаток, в миоглобине 140.

Относительная молекулярная масса белка колеблется

От 10 тысяч до многих миллионов.

Например: инсулин – 6500, белок вируса гриппа – 320 000 000.



Элементарный состав белка колеблется незначительно (в % на сухую массу):

C - 51 - 53%,

O - 21,5 - 23,5%,

N - 16,8 - 18,4%,

H - 6,5 - 7,3%,

S - 0,3 - 2,5%.

Некоторые белки содержат P, Se и др.

# Классификация белков

## по составу

### Протеины

Состоят из остатков  
аминокислот

#### Альбумины

белок куриного яйца

#### Глобулин

глобулин кровяной  
сыворотки

#### Проламины

глиадин клейковины

### Протеиды

Состоят из остатков  
аминокислот  
+ небелковые /простетические/  
группы

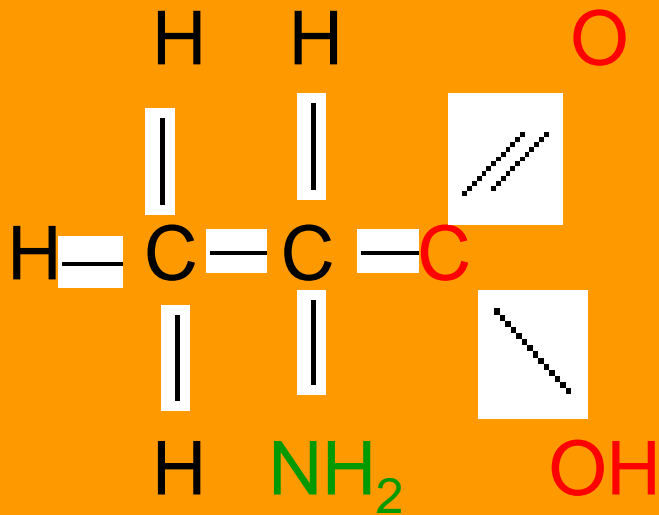
#### Нуклеопротеиды

Белок + нуклеиновая  
кислота

#### Хромопротеиды

Белок + небелковые  
окрашенные вещества  
гемоглобин

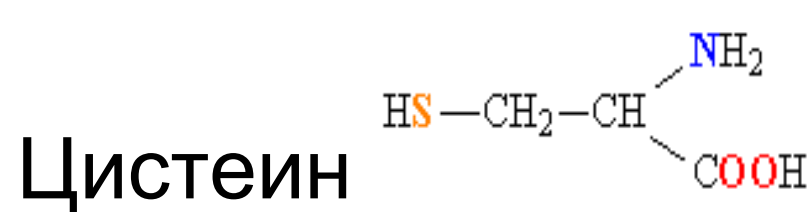
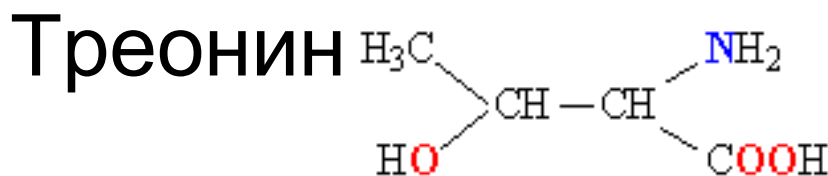
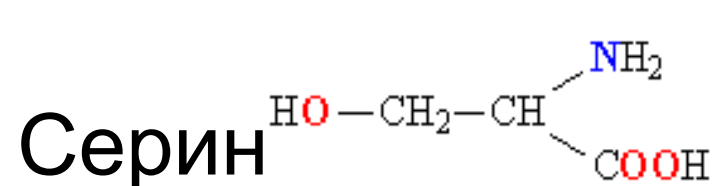
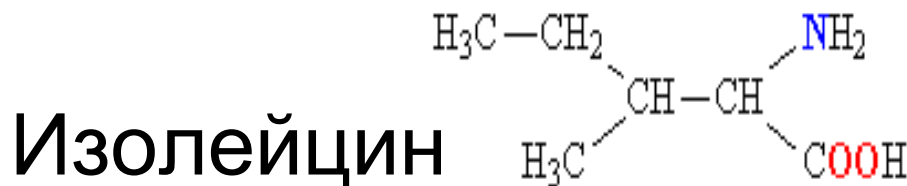
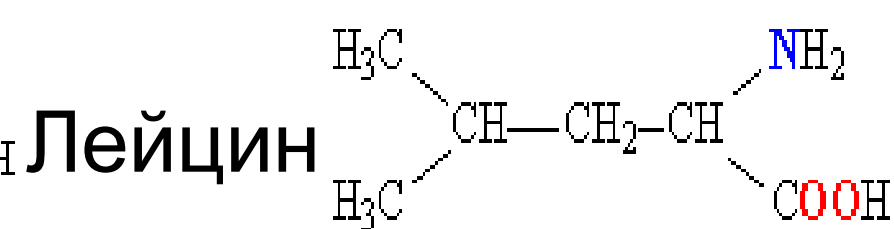
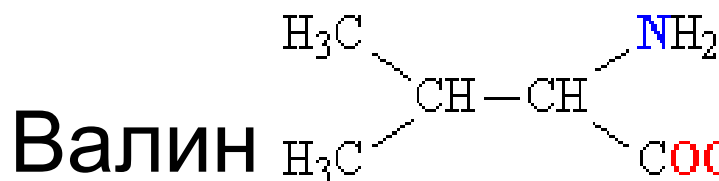
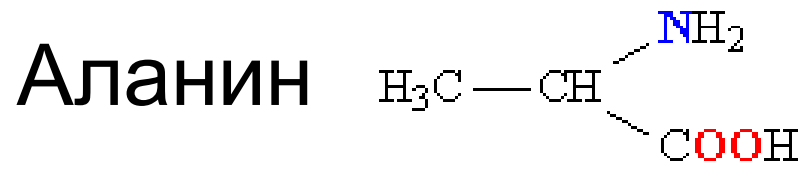
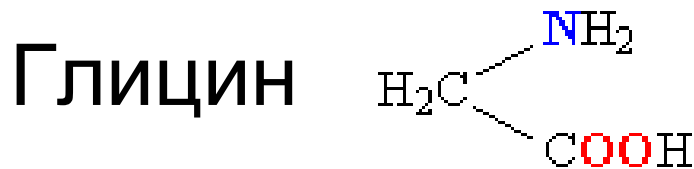
# Аминокислоты

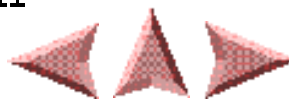
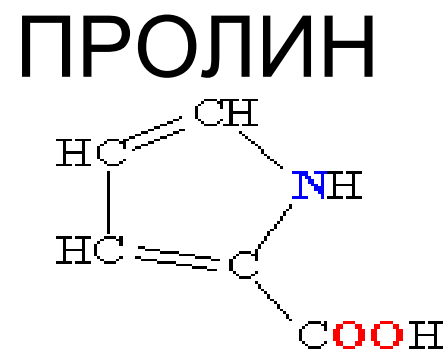
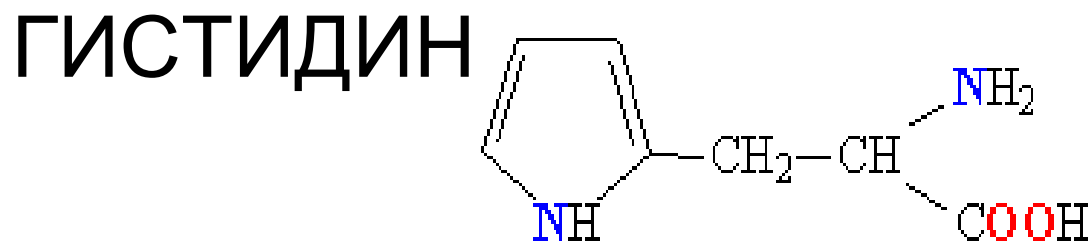
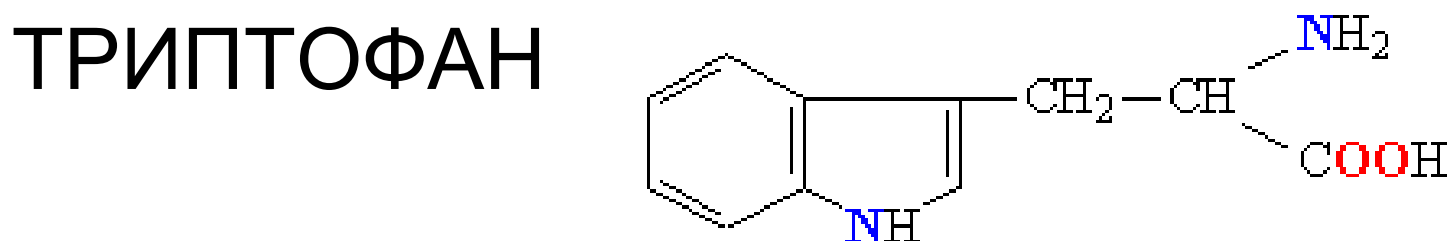
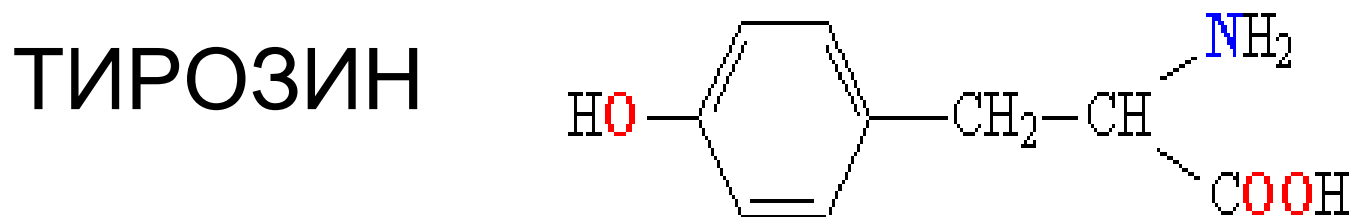
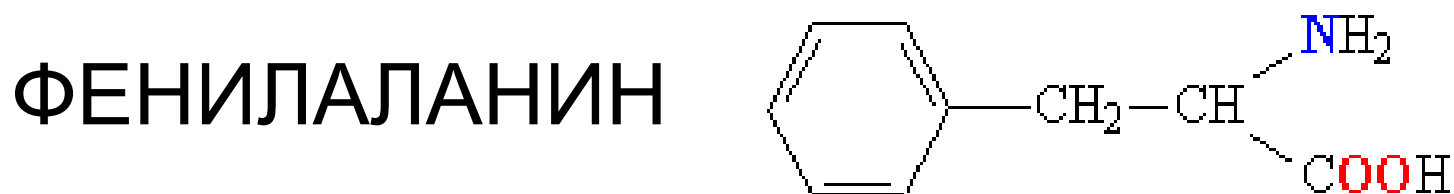
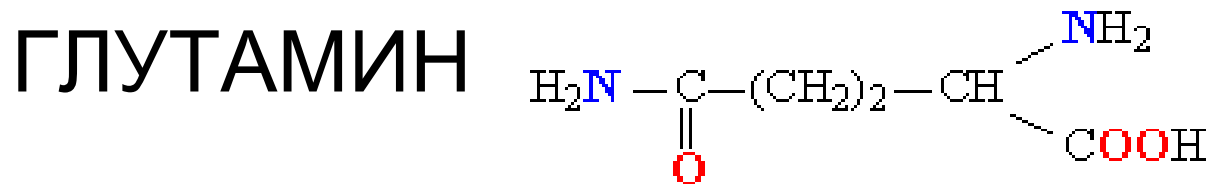


- Основными структурными компонентами белков являются аминокислоты.

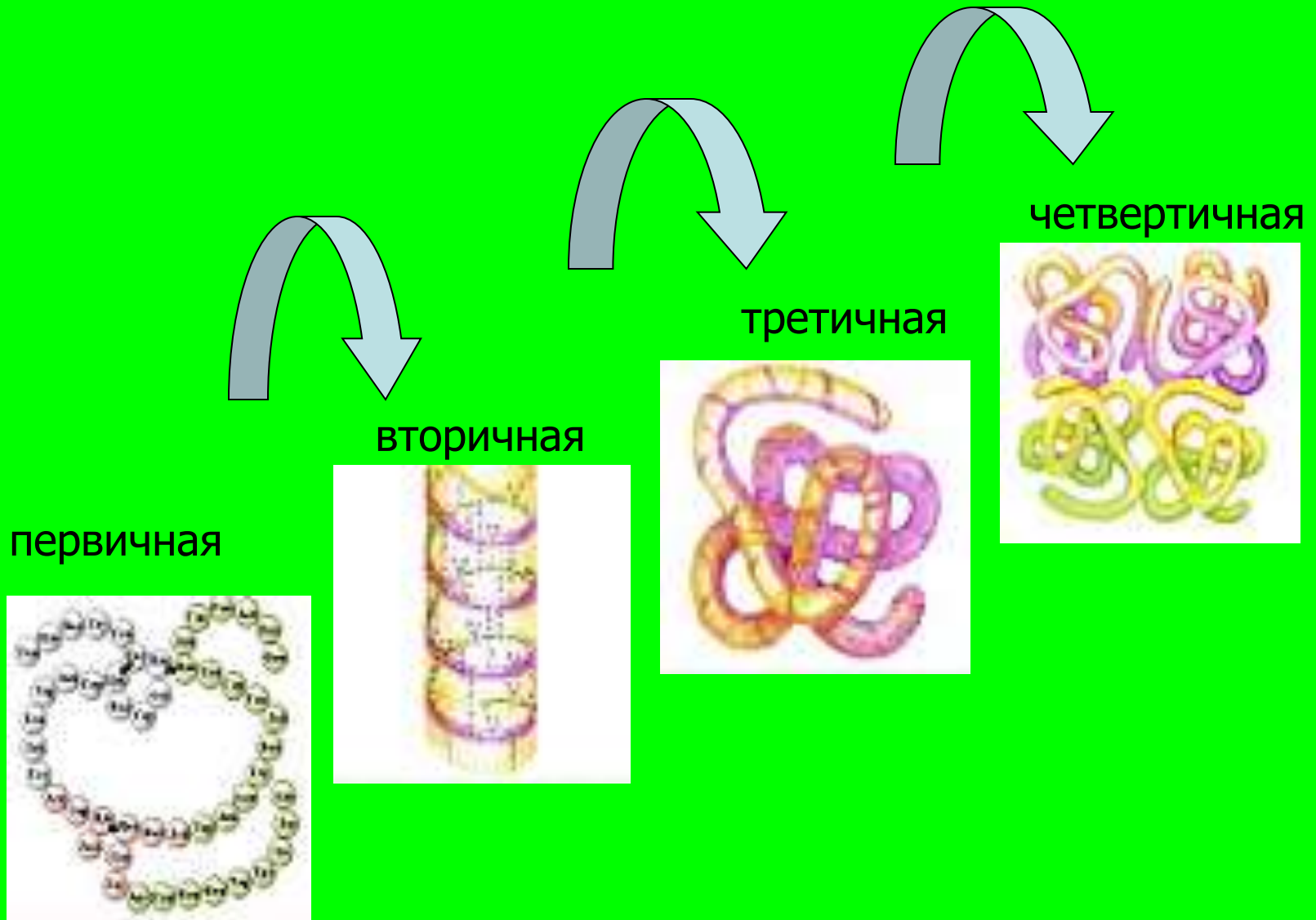


# Аминокислоты, участвующие в создании белков.



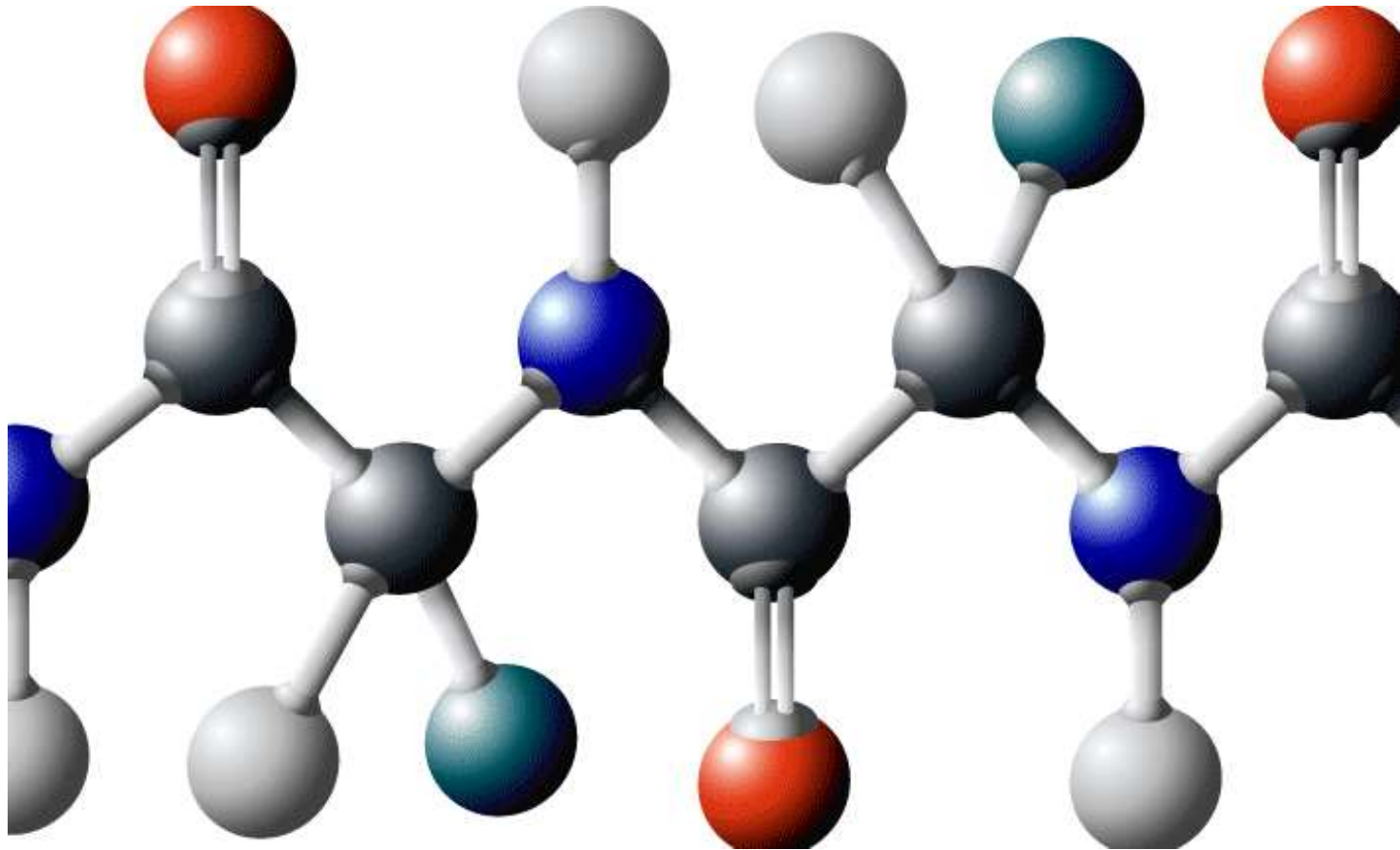


# Структура белковой молекулы



# Первичная структура белка

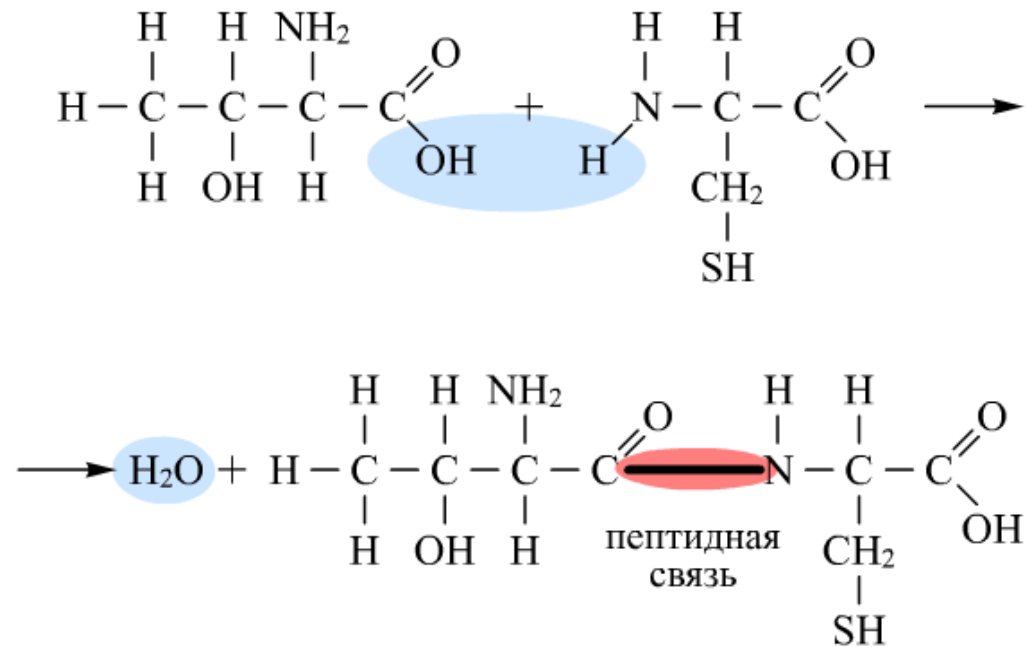
Последовательность аминокислотных остатков в полипептидной цепи соединенных между собой пептидными связями.



Большинство белков состоят из **20**  $\alpha$ - L- аминокислот.

Незаменимых аминокислот для человека- **8** для взрослых, **10** - для детей, для белой крысы-10, для цыплят-15.

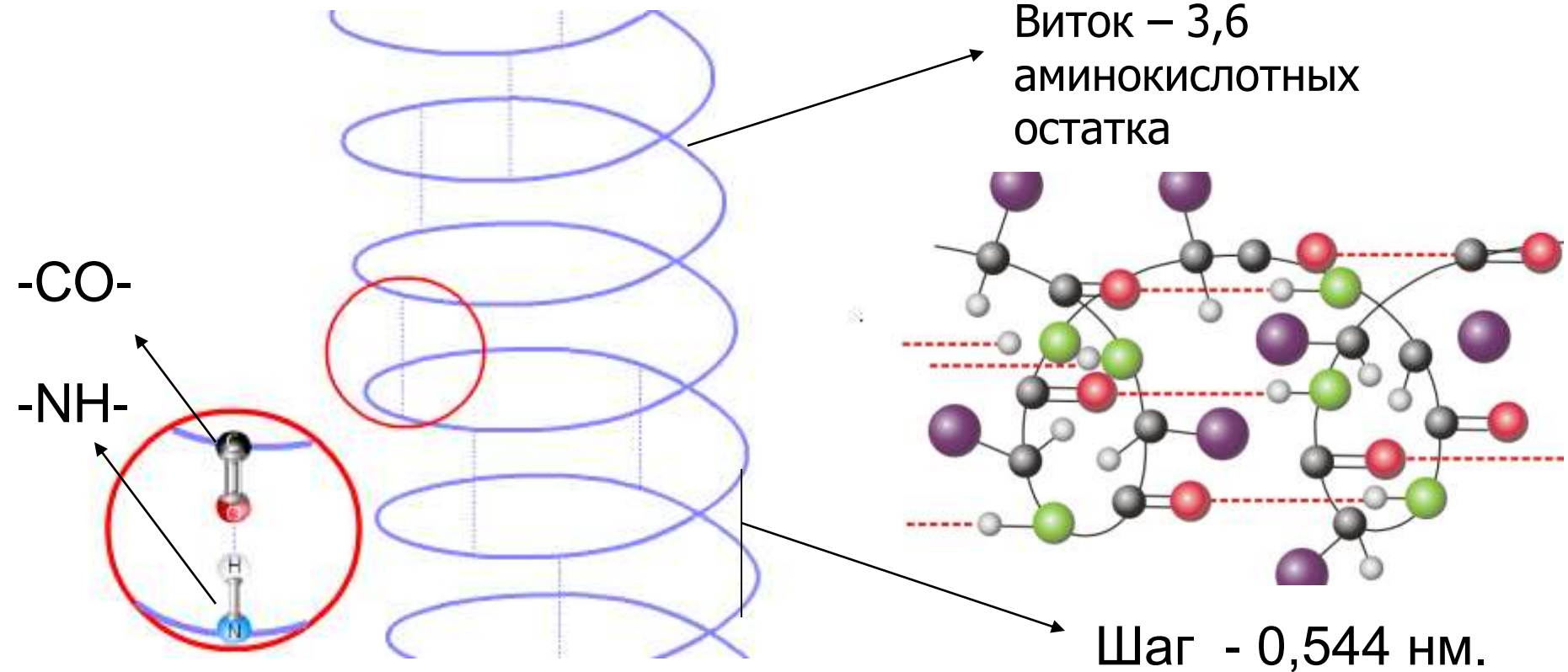
# Механизм образования пептидной связи

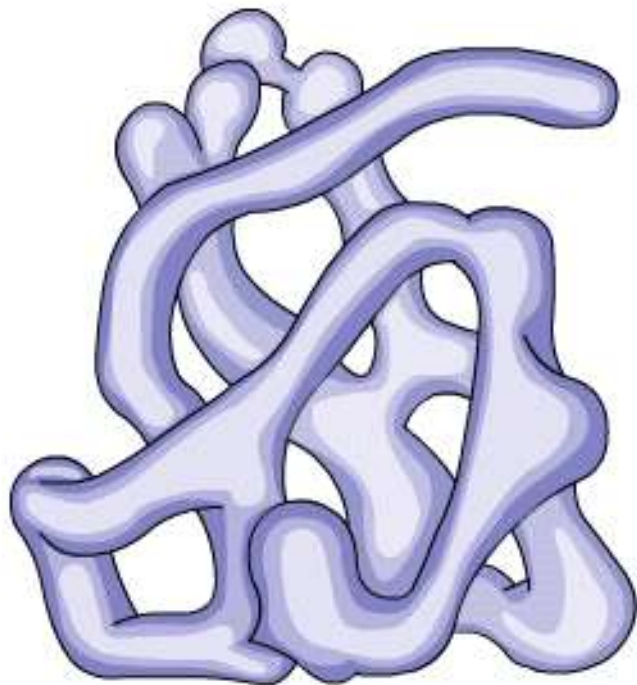


# Вторичная структура белка

скрученная в спираль полипептидная цепь.

Удерживается в пространстве за счет образования многочисленных водородных между группами  $-CO-$  и  $-NH-$ , расположенных на соседних витках спирали.





# Третичная структура

Реальная трехмерная конфигурация закрученной в пространстве спирали полипептидной цепи (т. е. спираль, скрученная в спираль).

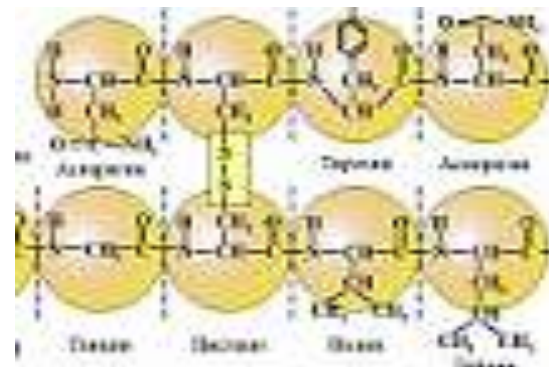
Поддерживается связями, возникающими между функциональными группами радикалов.

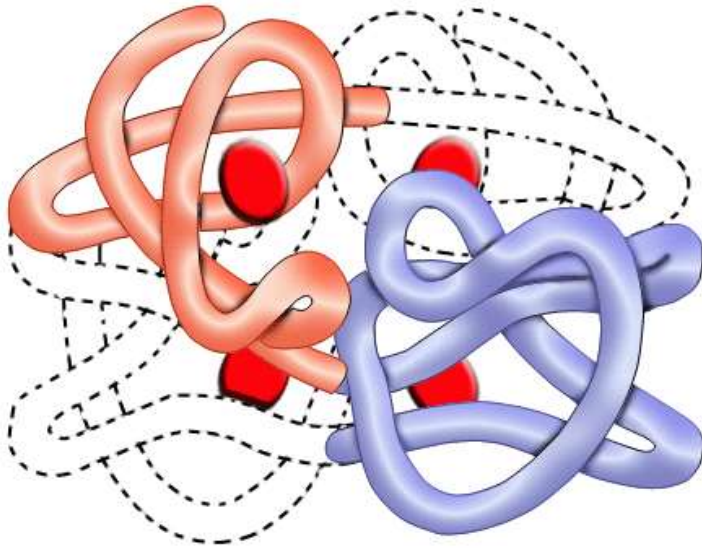
**Дисульфидные мостики** (-S-S-)

между атомами серы.

**Сложноэфирные мостики** между карбоксильной группой (-COOH) и гидроксильной группой (-OH).

**Солевые мостики** между карбоксильной группой (-COOH) и аминогруппой (-NH<sub>2</sub>).





Молекула гемоглобина ( $M_r = (C_{738}H_{1166}O_{208}S_2Fe) = 68000$ ) построена из четырех полипептидных цепей ( $M_r = 17000$  каждая). При соединении с кислородом молекула изменяет свою четвертичную структуру, захватывая кислород.

## Четвертичная структура белка

Форма взаимодействия между несколькими полипептидными цепями.

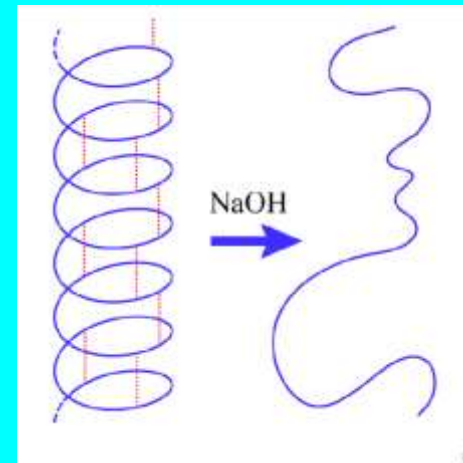
Между собой полипептидные цепи соединяются водородными, ионными, гидрофобными и др. связями.

Именно пространственная структура определяет химические и биологические свойства белков



# Свойства белков

- Физические
- Растворимость в воде и органических растворителях.
  - Химические
- Денатурация белков.
- Цветные реакции на белки.



# Химические свойства белков

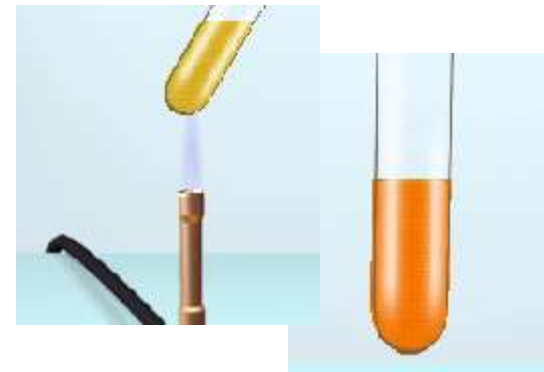
## Денатурация белка



## Гидролиз белка



## Цветные реакции на белок



# Необратимая денатурация белка под действием кислот



# Необратимая денатурация белка при нагревании



{37698396-C46C-4FF2-B753-751805517DC4}.avi

# Виды гидролиза



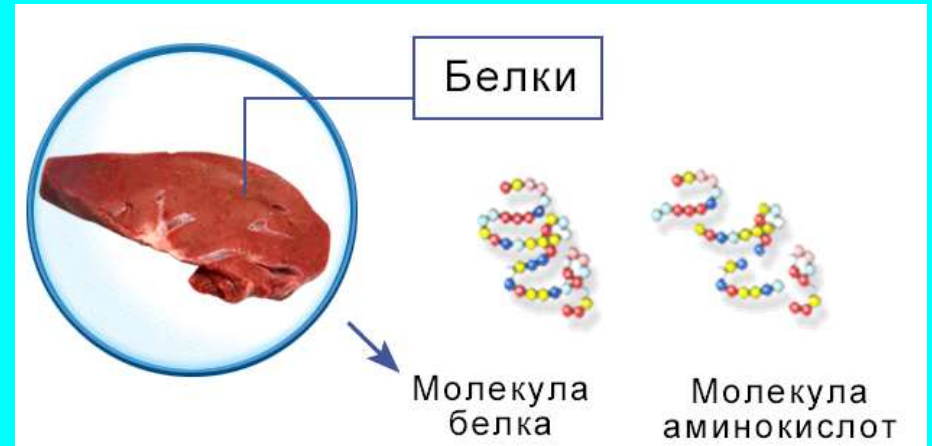
## кислотный



Используется для определения структуры белков



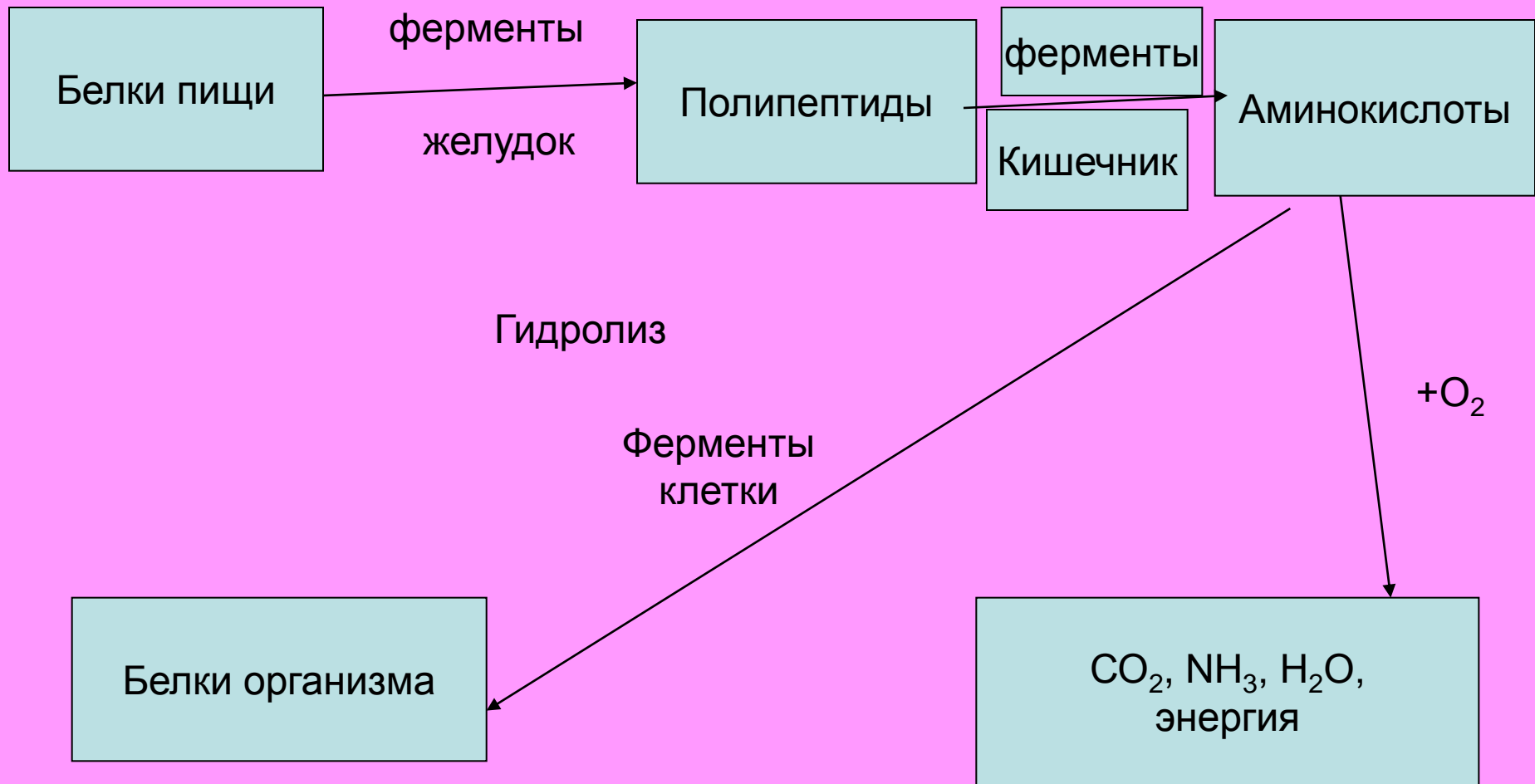
## ферментативный



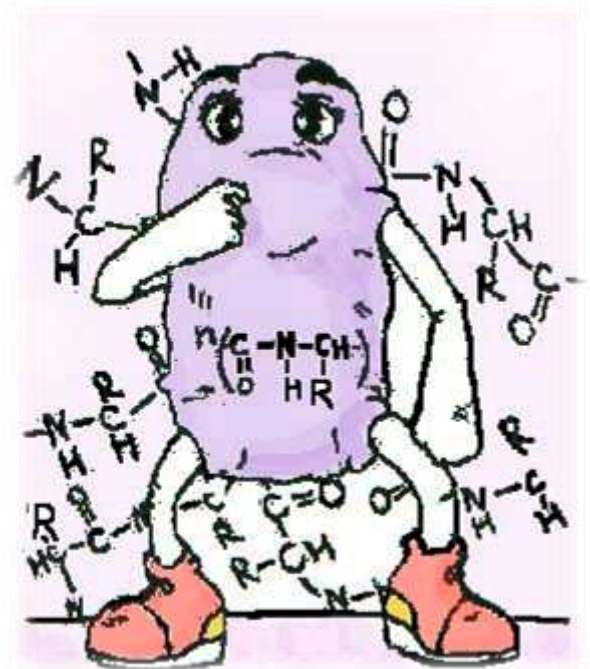
Происходит в желудке и кишечнике под действием пищеварительных ферментов

Полностью определена структура некоторых белков: гормона инсулина, антибиотика грамицидина, миоглобина, гемоглобина и т. д.

# Превращение белков пищи в организме



# Функции белков





# Биологические функции белков

**Энергетическая** -  
снабжают организм  
энергией

**Пластическая** -  
материал клетки  
(коллаген)

**Двигательная** -  
Все виды  
движения  
(миозин)

**Регуляторная** -  
гормоны  
(инсулин)

**Транспортная** -  
переносят  
различные  
вещества  
(гемоглобин)

**Каталитическая** -  
ферменты

**Защитная** -  
обезвреживают  
чужеродные вещества  
(глобулин)

**Белки**



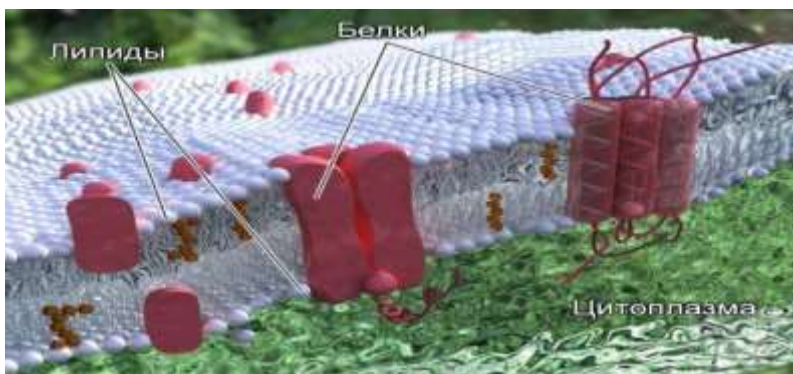
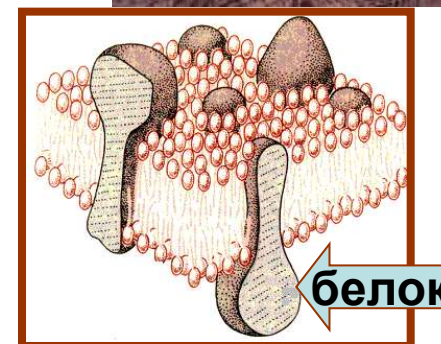
# Структурная функция.

**Структурная функция белков** заключается в том, что белки

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

**К структурным белкам относятся:**

- |           |          |
|-----------|----------|
| -коллаген | -актин   |
| -эластин  | -миозин  |
| -кератин  | -тубулин |



# Каталитическая функция. (ферментативная)

Наиболее хорошо известная роль белков в организме — катализ различных химических реакций.

Ферменты — группа белков, обладающая специфическими каталитическими свойствами, то есть каждый фермент катализирует одну или несколько сходных реакций, ускоряя их.

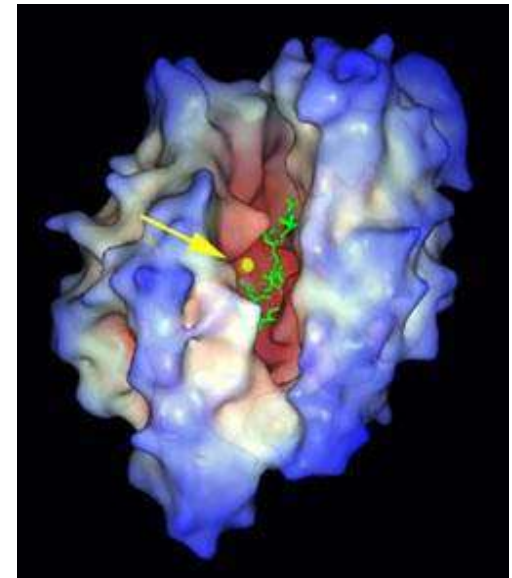
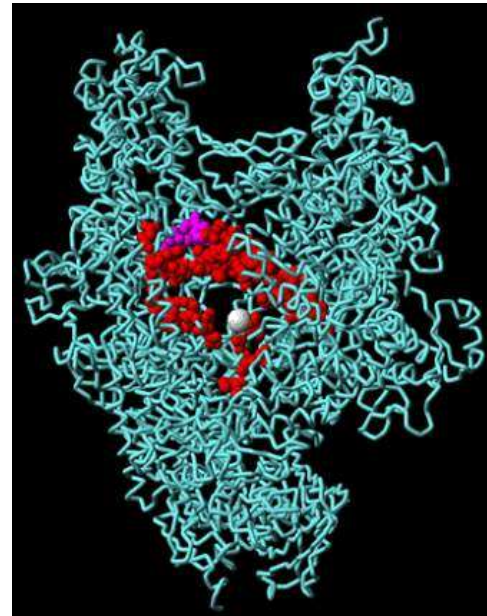
Пример:  $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

В присутствии солей железа (катализатора) эта реакция идет несколько быстрее.

Фермент каталаза за 1 сек. расщепляет до 100 тыс. молекул  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

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

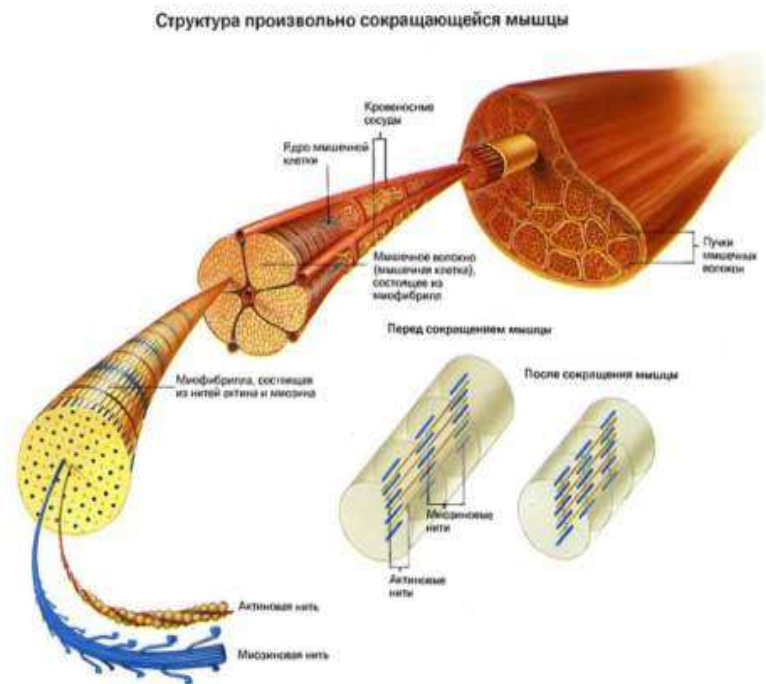
Масса фермента гораздо больше массы субстрата. Часть фермента, которая присоединяет субстраты содержит каталитические аминокислоты, называется активным центром фермента.



# Двигательная функция.

- **Мышечное сокращение является процессом, в ходе которого происходит превращение химической энергии, запасенной в виде макроэргических пирофосфатных связей в молекулах АТФ, в механическую работу. Непосредственными участниками процесса сокращения являются два белка - актин и миозин.**

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.



# Транспортная функция.

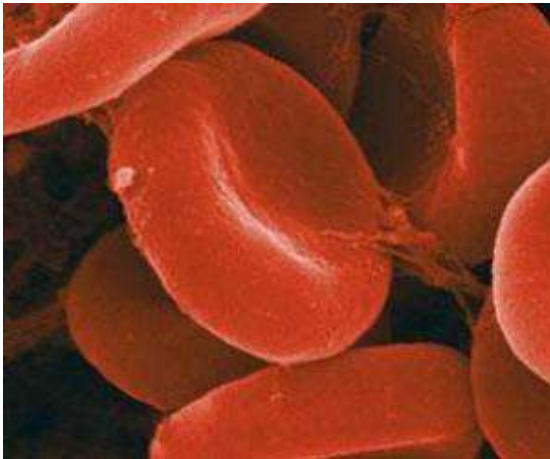
*Транспортная функция белков — участие белков в переносе веществ в клетки и из клеток, в их перемещениях внутри клеток, а также в их транспорте кровью и другими жидкостями по организму.*

Есть разные виды транспорта, которые осуществляются при помощи белков.

*Перенос веществ  
внутри клетки*

*Перенос веществ  
через клеточную  
мембрану*

*Перенос веществ  
по организму*



Например, гемоглобин крови переносит кислород

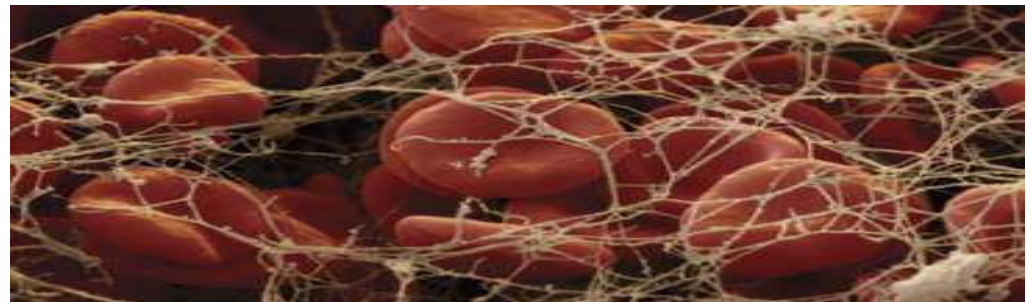
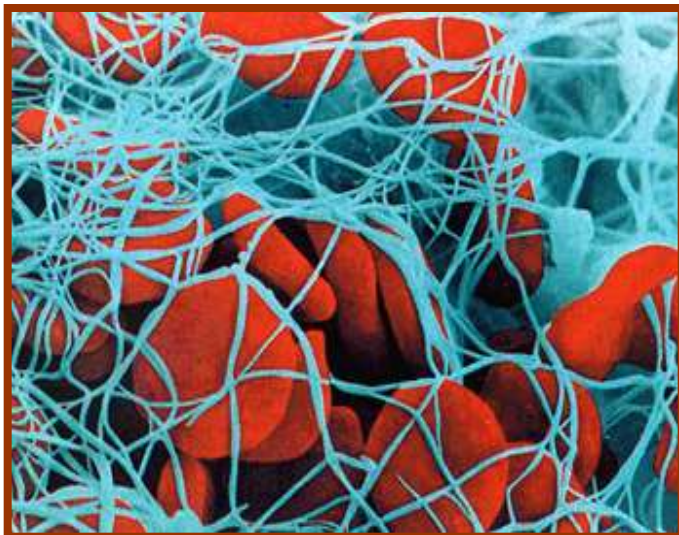
# Защитная функция.

**Предохраняют организм от вторжения чужеродных организмов и от повреждений**

**Антитела блокируют чужеродные белки**



**Например, фибриноген и протромбин обеспечивают свертываемость крови**



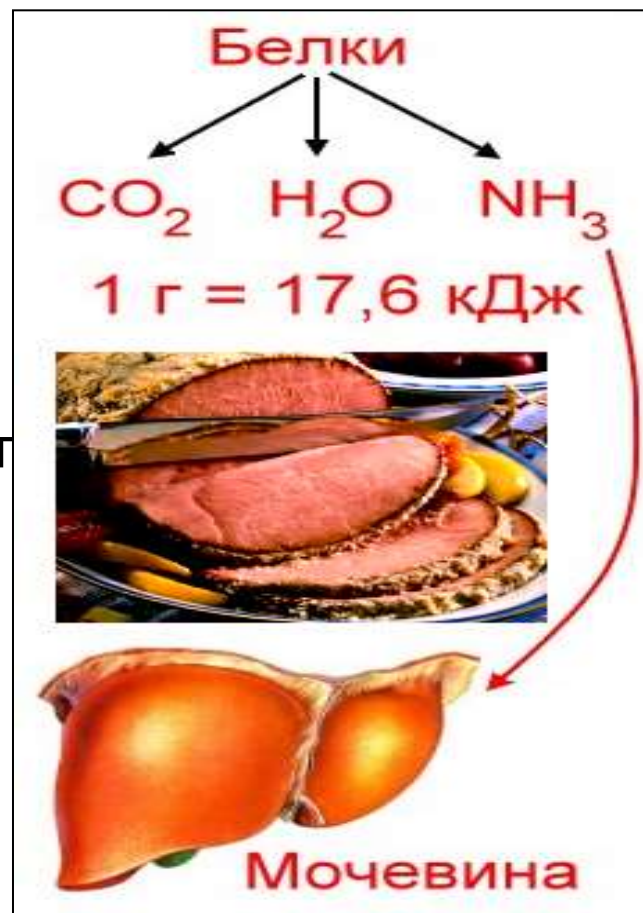
# Энергетическая функция.

- **Энергетическая функция** – белки служат одним из источников энергии в клетке.

При распаде 1 г белка до конечных продуктов выделяется 17,6 кДж энергии.

Сначала белки распадаются до аминокислот, а затем до конечных продуктов

- воды,
- углекислого газа,
- аммиака.



# Иммунная функция. (антибиотики)

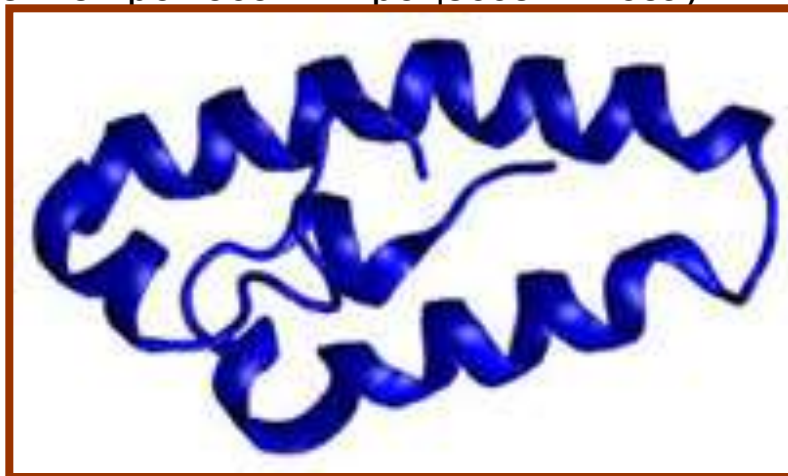
В тот момент, когда в организм попадают возбудители — вирусы или бактерии, в специализированных органах начинают вырабатываться специальные белки — антитела, которые связывают и обезвреживают возбудителей. Особенность иммунной системы заключается в том, что за счет антител она может бороться с почти любыми видами возбудителей.

К защитным белкам иммунной системы относятся также интерфероны. Эти белки производят клетки, зараженные вирусами. Их воздействие на соседние клетки обеспечивает противовирусную устойчивость, блокируя в клетках-мишенях размножение вирусов или сборку вирусных частиц. Интерфероны обладают и иными механизмами действия, например, влияют на активность лимфоцитов и других клеток иммунной системы.

# Сократительная функция.

- Белки - участвуют в сокращении **МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН.**

Сократительная функция. В акте мышечного сокращения и расслабления участвует множество белковых веществ. Однако главную роль в этих жизненно важных процессах 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).

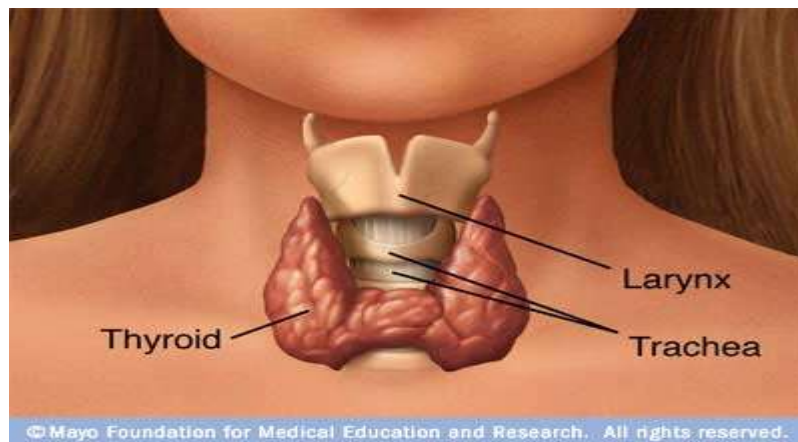


**Актин и миозин – белки мышц**



# Гормональная функция.

Гормональная функция. Обмен веществ в организме регулируется разнообразными механизмами. В этой регуляции важное место занимают гормоны, синтезируемые не только в железах внутренней секреции, но и во многих других клетках организма (см. далее). Ряд гормонов представлен белками или полипептидами, например гормоны гипофиза, поджелудочной железы и др. Некоторые гормоны являются производными аминокислот.



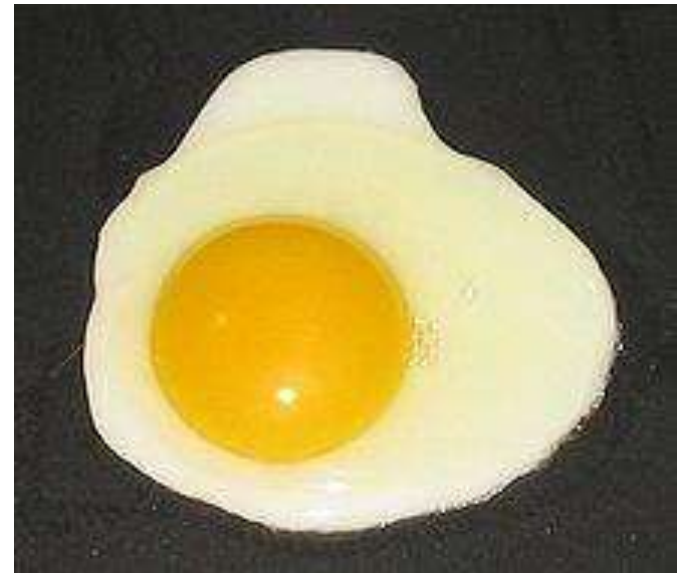
# Питательная функция. (резервная)

Питательная (резервная) функция. Эту функцию выполняют так называемые резервные белки, являющиеся источниками питания для плода, например белки яйца (овальбумины). Основным белком молока (казеин) также выполняет главным образом питательную функцию. Ряд других белков используется в организме в качестве источника аминокислот, которые в свою очередь являются предшественниками биологически активных веществ, регулирующих процессы метаболизма.

***Казеин молока***

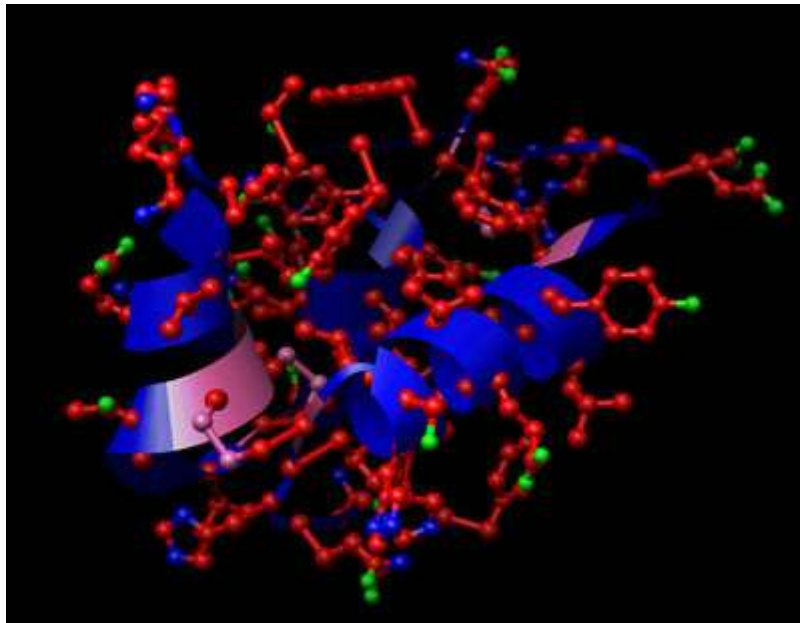


***Альбумин яйца***



# 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.

# Цветные реакции на белок



## Биуретовая

Фиолетовое окрашивание  
солями меди (II) в щелочном  
растворе



## Ксантопротеиновая

Желтое окрашивание при  
добавлении  
концентрированной азотной  
кислоты





## Получение белка



Основные компоненты пищи человека – белки, жиры и углеводы; из них наиболее дефицитны белки – 2/3 населения земного шара страдает от недостатка белка в пище.



# История изучения белка

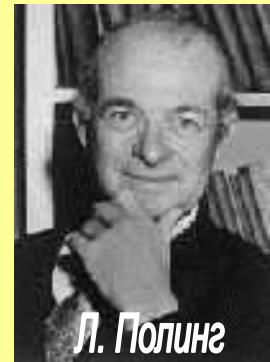
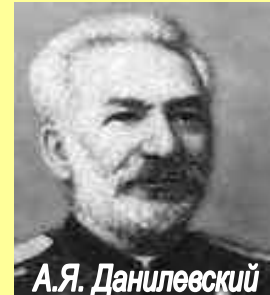
В **1878** г. **Беккари** впервые выделил из пшеничной муки белковое вещество – «клейковину»

В **1888** г. **Данилевский А.Я.** предположил существование в белках пептидных связей.

В **1902** г. **Э. Фишер** предложил пептидную теорию строения белка.

В **1953** г. **Л. Полинг** разработал модель вторичной структуры белка

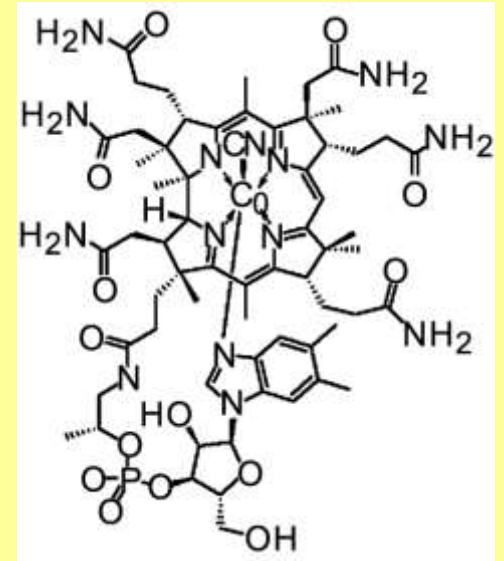
В **1954** г. **Сэнгер** расшифровал аминокислотную последовательность в инсулине (через 10 лет он был синтезирован). За это открытие Сэнгер был удостоен Нобелевской премии.



# История изучения белка

Молекула инсулина состоит из двух цепочек, в одной 21 аминокислотный остаток, в другой – 30 остатков. Они соединяются двумя сульфидными мостиками.

В 1962 г. М.Ф. Перуц и Д.К. Кендырю были удостоены Нобелевской премии за исследования в области изучения белков (построили пространственные модели миоглобина и гемоглобина).





## Промышленный синтез белков



Рекомбинантные микроорганизмы используются для промышленного получения разнообразных белков в биореакторах (ферментерах). Часто для получения хозяйственно ценных продуктов используют бактерию *E. coli* с введенной в нее рекомбинантной ДНК, несущей определенный ген с заданными свойствами (например, ген гемоглобина или ген инсулиноподобного фактора роста человека).



Промышленная ферментация и получение очищенного продукта – это процесс многоступенчатый.



Выращивание исходной культуры



# Желудок, поджелудочная железа

Алкоголь подавляет выделение пищеварительных ферментов поджелудочной железы, пригодные для питания клеток организма. Повреждая клетки внутренней поверхности желудка и поджелудочной железы, алкоголь угнетает процесс всасывания питательных веществ, а перенос некоторых веществ в кровь вообще делает невозможным. Например, вследствие недостаточности в организме соли фолиевой кислоты изменяются клетки, устилающие тонкую кишку, которые должны обеспечивать всасывание в кровь глюкозы, натрия, а также самой соли фолиевой кислоты и др. питательных веществ.

# Печень

пагубное  
влияние  
алкоголя.



# Почки

**ЗДОРОВАЯ ПОЧКА**



**ПОЧКА  
ОЖИВЛЕННАЯ**



**ПОЧКА  
СМОРЩЕННАЯ**



## Хлебопечение



Хлеб является обязательным компонентом питания человека. В древности хлеб представлял собой смешанную с водой и выпеченную муку. Революционную роль в хлебопечении сыграло применение заквасок для получения рыхлого теста. Производство хлеба особенно тесно связано с применением ферментов. Издавна применяли солод, потом – комплекс препаратов из грибов *Aspergillus awamori* и *Aspergillus oryzae*, в которых содержатся ферменты: амилаза, мальтаза, декстриназа протеолитические ферменты.

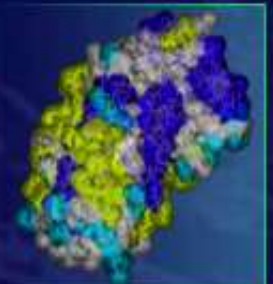


## Другие области применения иммобилизованных ферментов



Химическая промышленность

Добавление ферментов в стиральные порошки позволяет удалять застарелые, а также масляные и жировые пятна.



Бактериальные протеазы







# Тест «Вариант 1»

- 1. Мономерами молекул белка являются:  
**г) аминокислоты**
- 2. В первичной структуре молекул белка остатки аминокислот соединены между собой посредством следующей химической связи: **б) пептидной**
- 3. Синтез белков происходит в органоидах клетки, называемых: **в) рибосомы**
- 4. При последовательной обработке белка растворами щелочи и сульфата меди (II) (биуретовая реакция) появляется: **б) красно-фиолетовая окраска**
- 5. Ускоряют химические реакции в клетке:  
**г) белки-ферменты**

6. С каким витамином усваивается белок:

**б) с витамином С**

7. Составить формулу дипептида, состоящего из остатков аминокислот:

# Тест «Вариант 2»

1. Общепринятое число аминокислот, участвующих в синтезе белков: **в) 20**
2. Пространственная конфигурация белковой молекулы, напоминающая спираль (вторичная структура белка), образуется благодаря многочисленным:  
**в) водородным связям**
3. Процесс необратимого свёртывания белков называется:  
**а) денатурация**
4. При действии концентрированной азотной кислоты на белки (ксантопротеиновая реакция) появляется:  
**а) жёлтое окрашивание**
5. Какой белок лучше всего усваивается в организме:  
**б) белок куриного яйца**

6. В состав ферментов входят: **б) белки**

7. Составить формулу дипептида, состоящего из остатков аминокислот: