

# *Тема: «Строение белков»*

Задачи:

Изучить особенности строения белков, их свойства и функции

*Пименов А.В.*

# 1. 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

<i>Содержание в клетках химических соединений</i> (в % от сырой массы)			
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 %

# 1. 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  $\alpha$ -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.

# 1. Общая характеристика белков

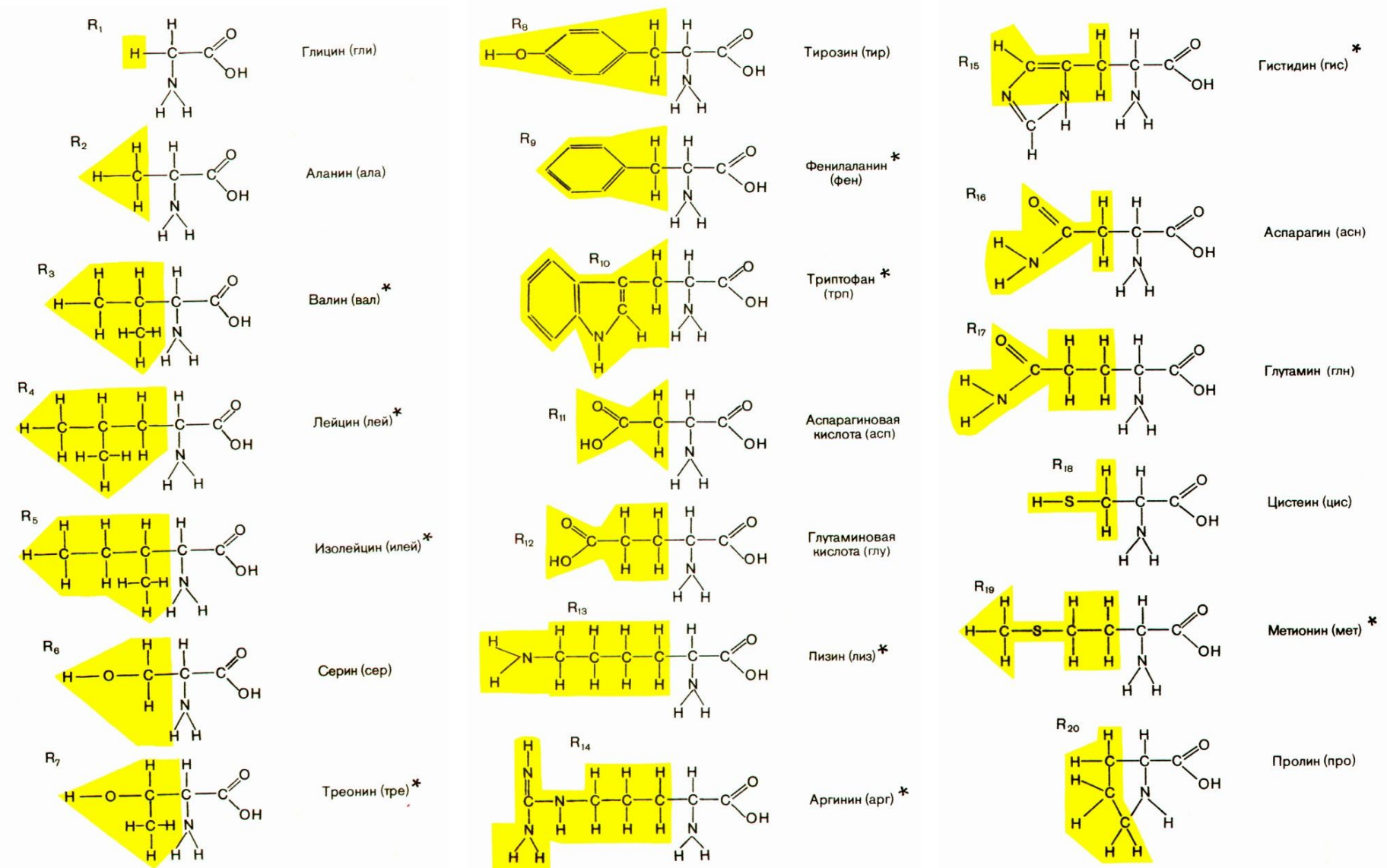
Обычными компонентами белков являются лишь 20 видов альфа-аминокислот.

В зависимости от того, могут ли аминокислоты синтезироваться в организме, различают: *заменяемые 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.

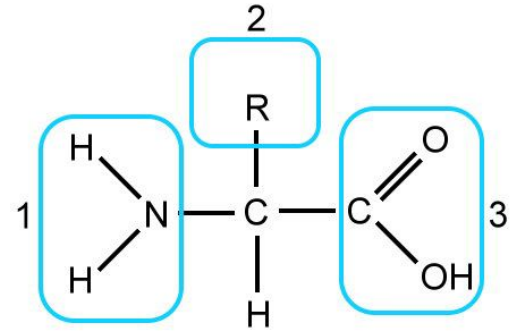
Различают *простые белки* — белки, состоящие только из аминокислот (фибрин, трипсин) и *сложные* — белки, содержащие помимо аминокислот еще и небелковую — *простетическую группу*. Она может быть представлена ионами металлов (*металлопротеины* — гемоглобин), углеводами (*гликопротеины*), липидами (*липопротеины*), нуклеиновыми кислотами (*нуклеопротеины*).

# 1. Общая характеристика белков

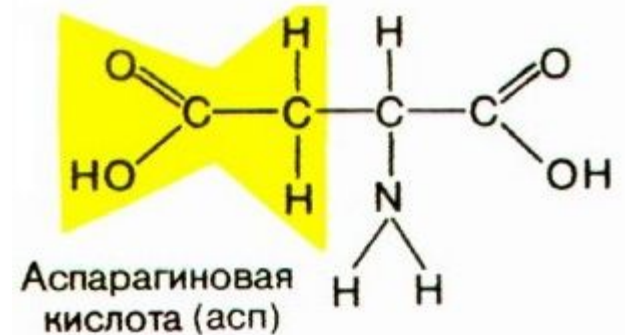
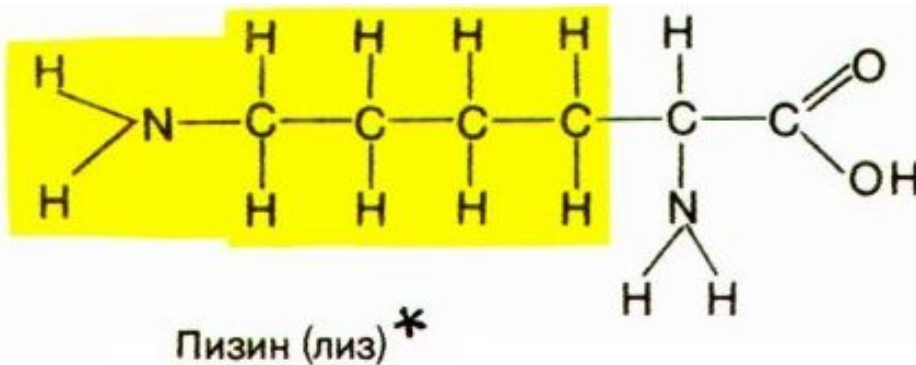
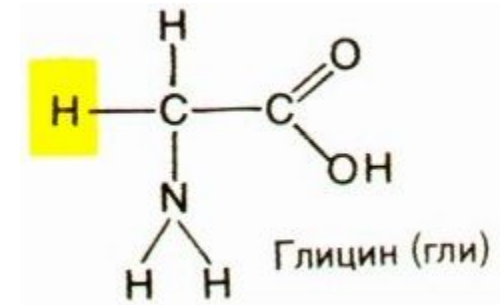


# 1. Общая характеристика белков

Все аминокислоты содержат хотя бы одну карбоксильную группу (-COOH) и одну аминогруппу (-NH<sub>2</sub>). 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; **кислые аминокислоты**, имеющие более одной карбоксильной группы.



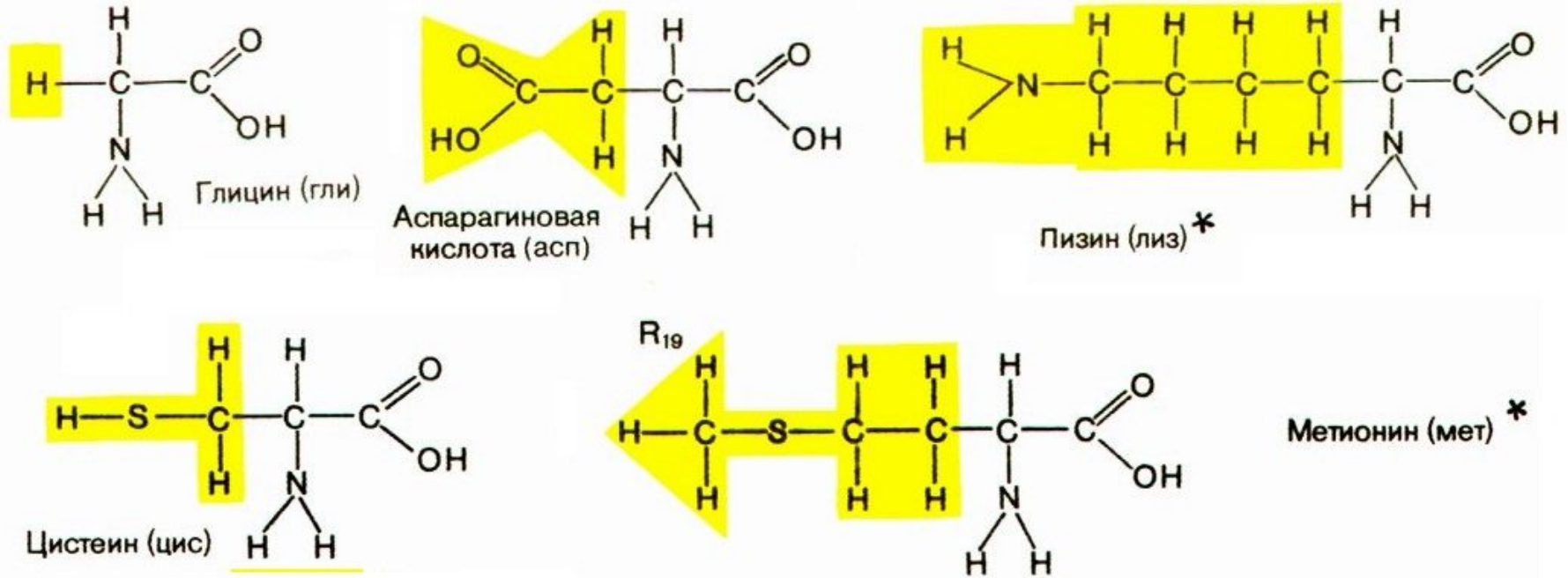


# 1. Общая характеристика белков



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 рН раствора и от того, какая аминокислота: нейтральная, кислая или основная.

# 1. Общая характеристика белков



Нейтральные аминокислоты?

Основные аминокислоты?

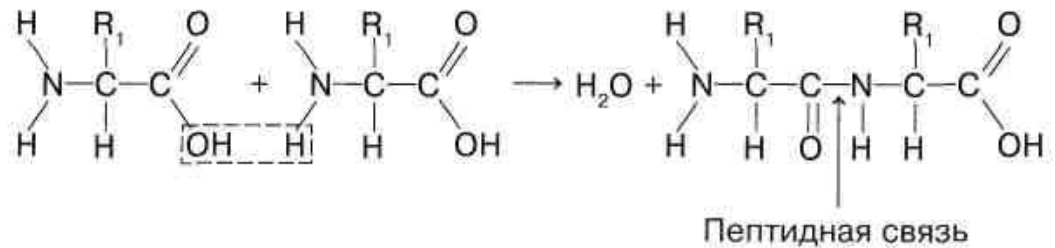
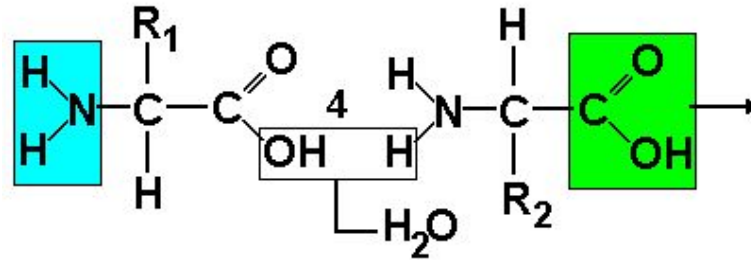
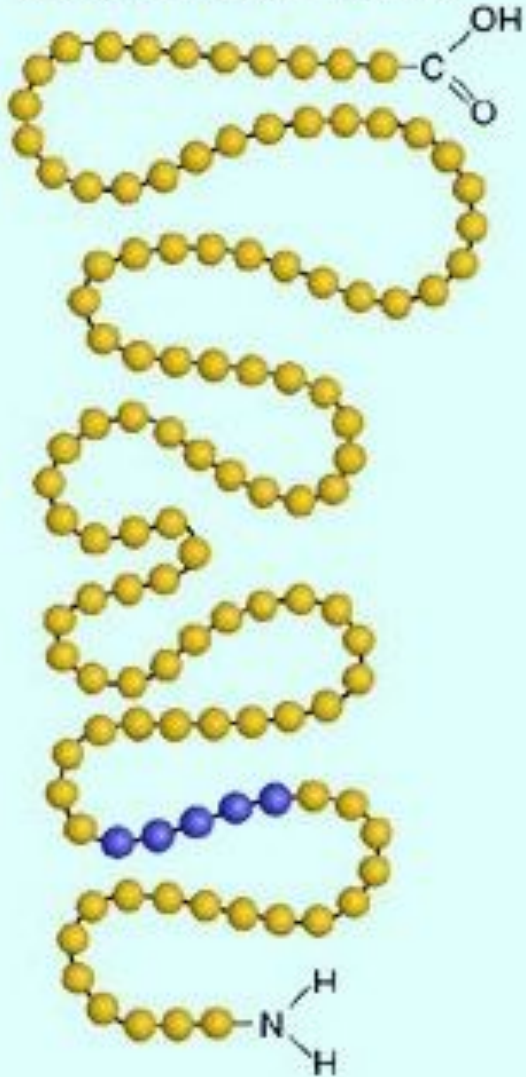
Кислые аминокислоты?

Серусодержащие аминокислоты?



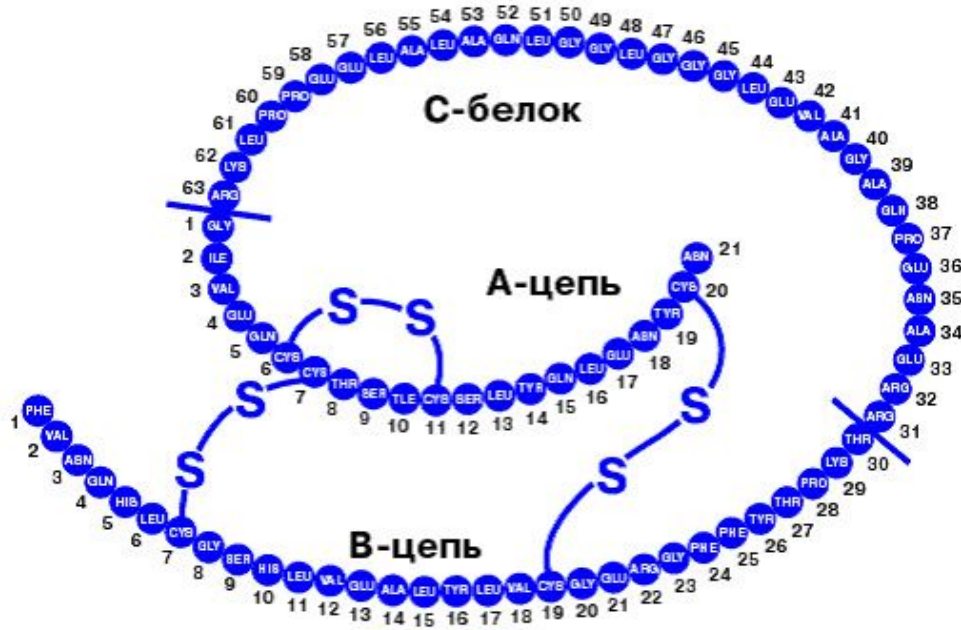
## 2. Структуры белковых молекул

Первичная структура  
(цепочка аминокислот)



## 2. Структуры белковых молекул

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**.



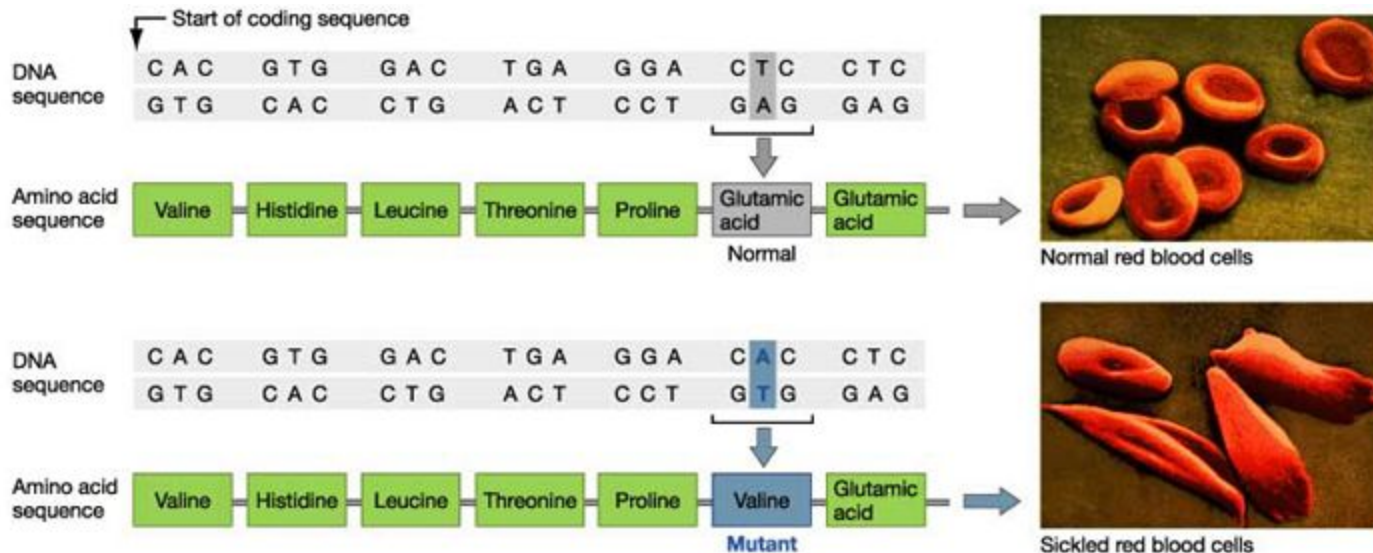
Исследования проводились в Кембриджском университете Ф. Сэнгером с 1944 по 1954 год.

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.

## 2. Структуры белковых молекул

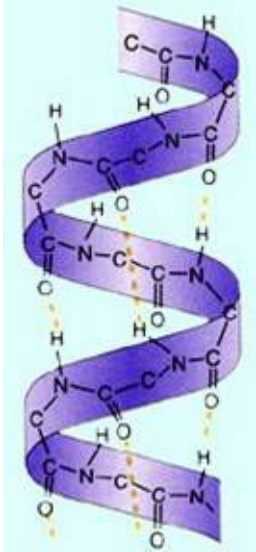
В организме человека обнаружено порядка 10 тыс. различных белков. Имея всего лишь 20 аминокислот, можно составить из них огромное количество самых разнообразных комбинаций. Так, если молекула белка состоит всего из 10 аминокислотных остатков, то число теоретически возможных вариантов белковых молекул, 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.



## 2. Структуры белковых молекул

Вторичная структура  
( $\alpha$ -спираль)

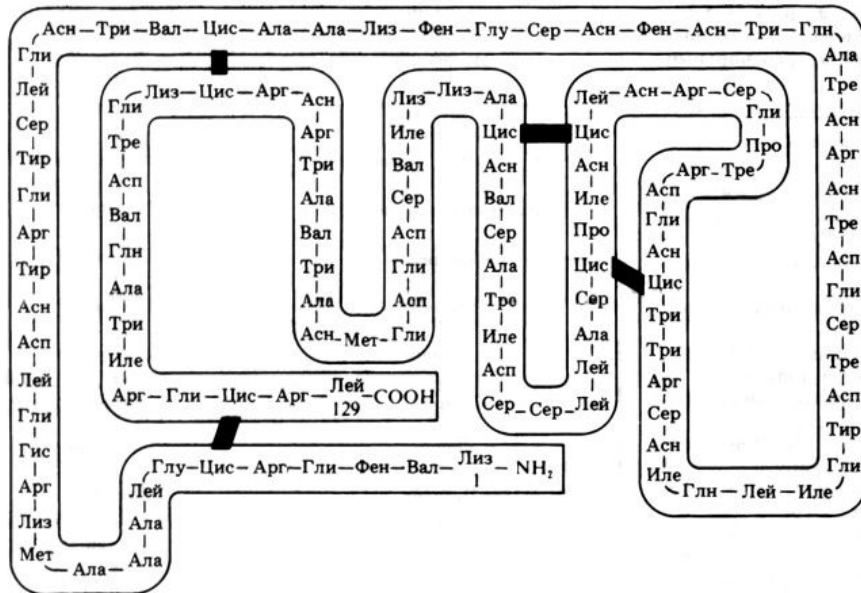


### Вторичная структура.

Упорядоченное свертывание полипептидной цепи в  $\alpha$ -спираль (имеет вид растянутой пружины) или  $\beta$ -структура (складчатый слой). В  $\alpha$ -спирали  $NH$ -группа данного остатка аминокислоты взаимодействует с  $CO$ -группой четвертого от нее остатка.

### 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.

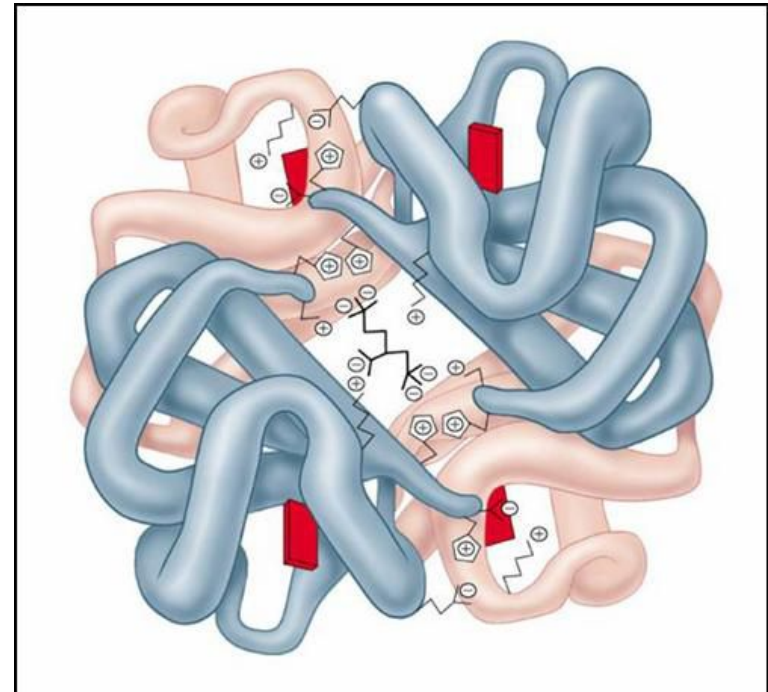


## 2. Структуры белковых молекул

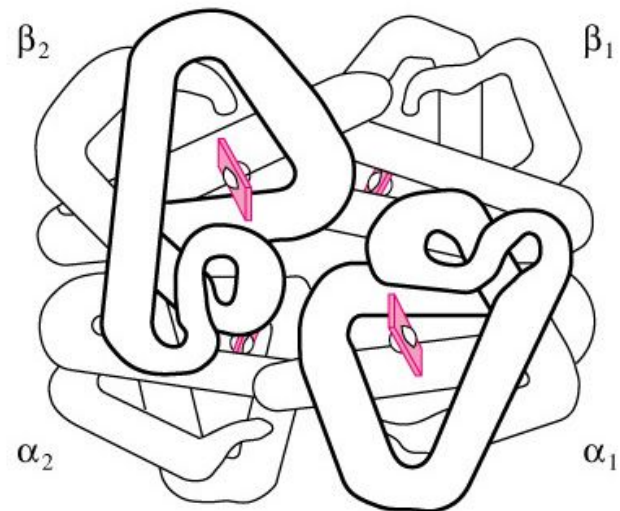
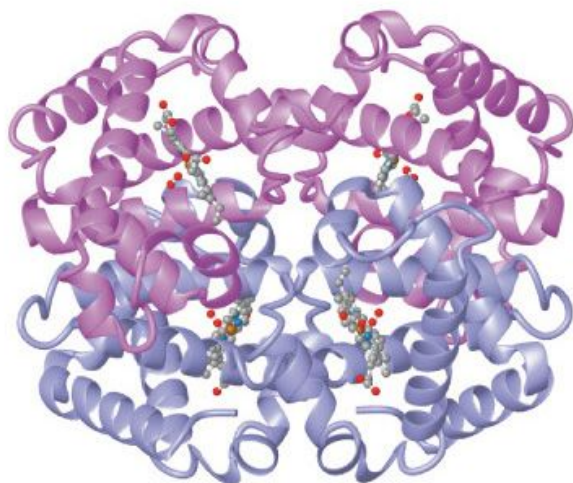
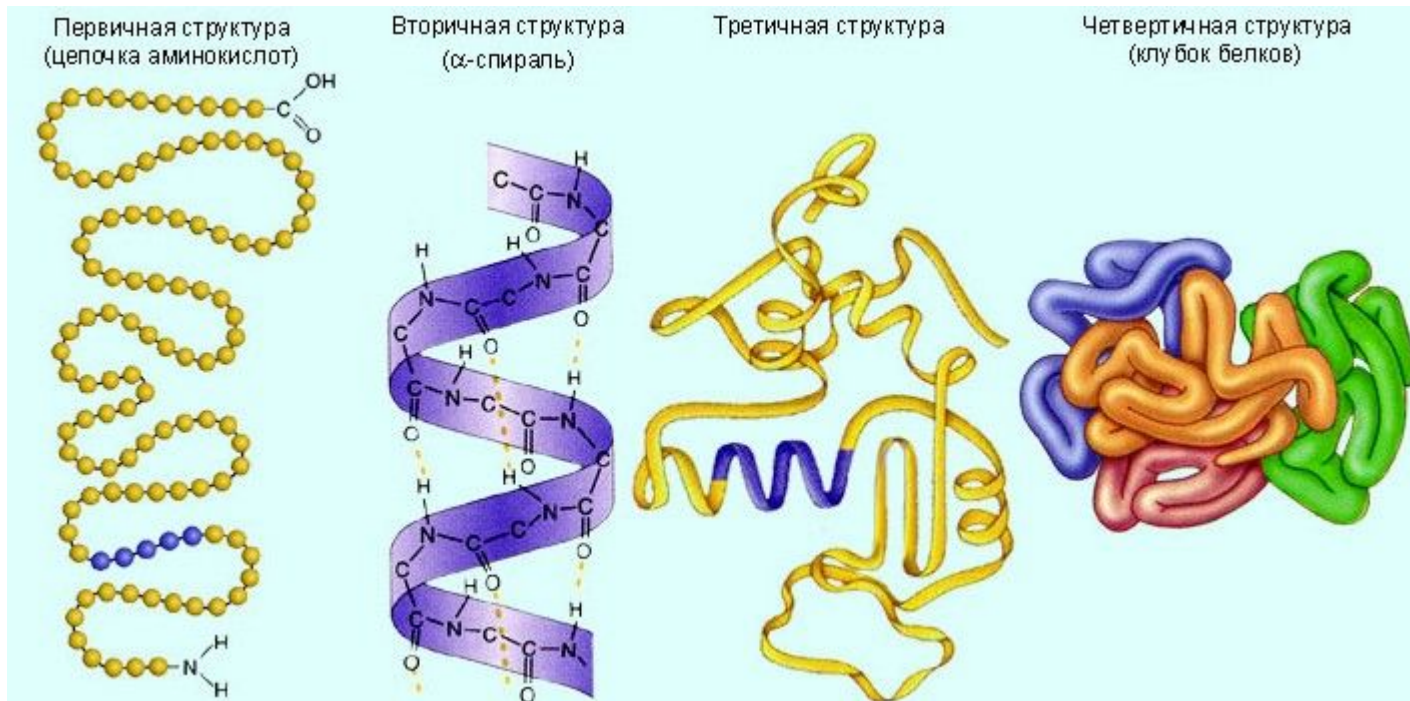
### Четвертичная структура.

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  $\alpha$ -субъединицами (141 аминокислотный остаток) и двумя  $\beta$ -субъединицами (146 аминокислотных остатков). С каждой субъединицей связана молекула **гема**, содержащая железо.

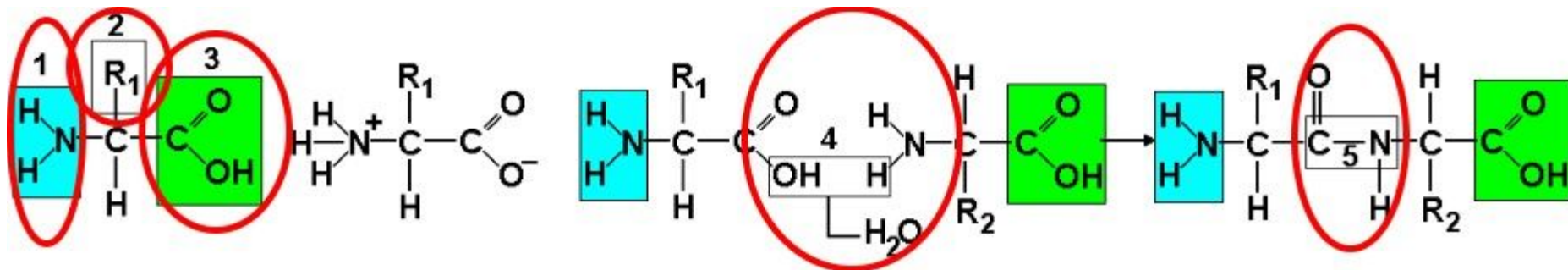


## 2. Структуры белковых молекул





## 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 полноценными?

*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.*

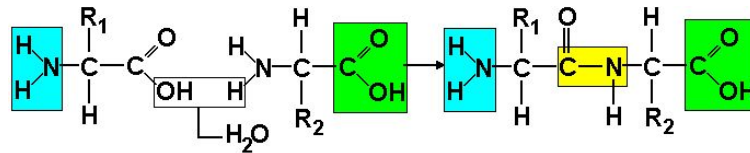
## Подведем итоги:

Белки – полимеры. Мономеры белков:

**20 видов аминокислот.**

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

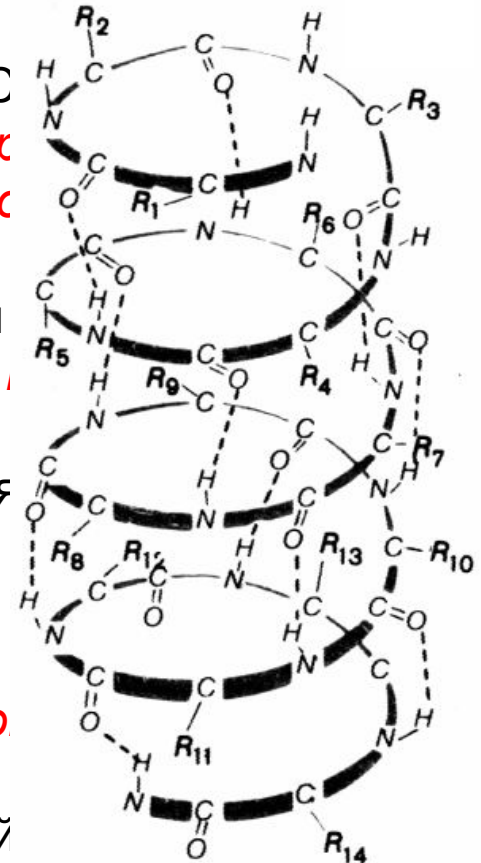
Какие группировки придают аминокислоте кислые и основные свойства – **Аминогруппа придает основные свойства – легко, карбоксильная группа придает кислые свойства – легко.** Между какими группировками образуется пептидная



**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.**



## *Подведем итоги:*

Что из себя представляет третичная структура белка?

*Специфическую конфигурацию, имеющую вид клубка (глобулу). Прочность третичной структуры обеспечивается ионными, водородными и дисульфидными ( $\text{—S—S—}$ ) 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.*

Спасибо за внимание!