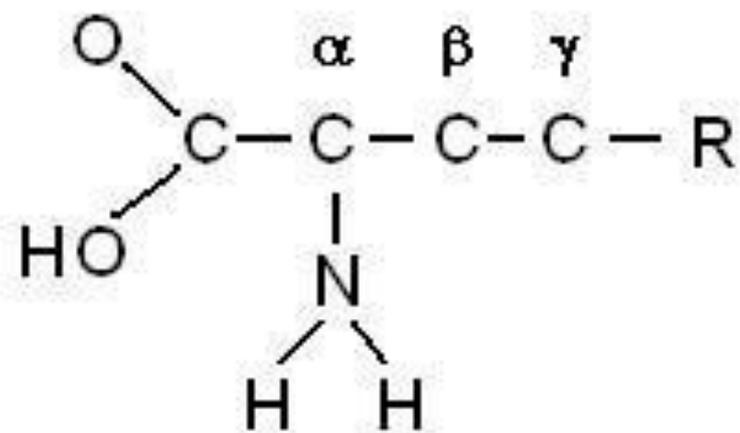


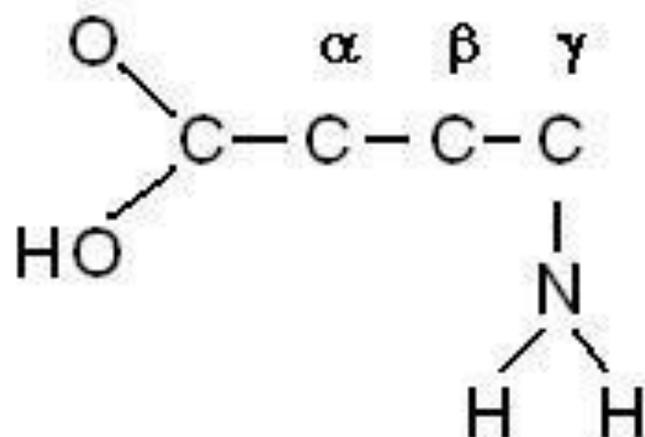
Белки состоят из **мономеров – аминокислот**.

Каждая аминокислота имеет аминогруппу, связанную с атомом углерода, с этим же атомом связана карбоксильная группа, водород и аминокислотный остаток.

Аминогруппа может быть присоединена к первому за карбоксильной группой атому углерода, или ко второму атому и т.д. Атомы нумеруются греческими буквами, и в зависимости от того, к какому по порядку атому присоединена аминокислота, ее называют альфа-аминокислота, или бета-аминокислота и т.д. В состав белков входят только **альфа-аминокислоты**.



$\alpha$ -аминокислота



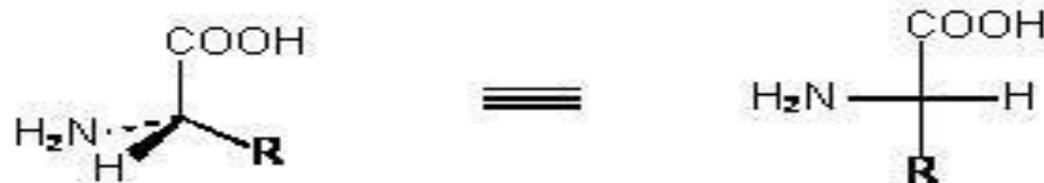
$\gamma$ -аминокислота

Карбоксильная группа имеет **кислотный характер**, она диссоциирует на ионы в водном растворе с образованием протона и отрицательно заряженной группы COO<sup>-</sup>, а NH<sub>2</sub>-группа имеет **основной характер**, она способна присоединять протон водорода, становясь положительно заряженной.

В молекуле аминокислоты протон от карбоксильной группы может переноситься на аминогруппу – такие образования называются цвиттер-ионы. В растворе аминокислоты находятся в виде цвиттер-ионов

Существенно, что молекулы аминокислот могут отличаться в своей пространственной конфигурации. Это явление называется стереизомерией. Эти молекулы называются D- изомерами и L- изомерами

Молекулы являются зеркальным отображением друг друга, и иначе, чем через четвертое измерение они одна в другую перейти не могут. . На плоскости тот атом, который находится ближе, перед плоскостью, изображается треугольной стрелкой, тот, что дальше, за плоскостью – пунктирной



L- Конфигурация  $\alpha$ -аминокислот

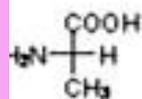
В живом организме все аминокислоты -L-  
изомеры. D-изомеры встречаются довольно редко  
и имеют определенные функции, например, могут  
входить в состав антибиотиков.

Всего живая клетка использует 20 аминокислот.  
Они отличаются строением боковой цепи, как  
видно из рисунка, могут быть разветвленные  
цепи, они могут содержать ароматические кольца.  
Например, у пролина второй углеродный атом  
израсходовал все свободные связи на  
ароматическую группу, и поэтому он не обладает  
такой подвижностью относительно группы C-C, и  
поэтому в белках, где есть пролин, вращение  
полипептидной цепи в этих участках ограничено.

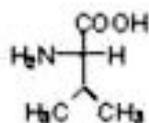
# АМИНОКИСЛОТЫ

## НЕПОЛЯРНЫЕ

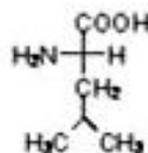
## ПОЛЯРНЫЕ НЕЗАРЯЖЕННЫЕ



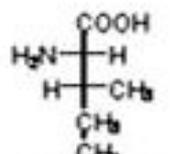
L-Аланин  
**Ala**



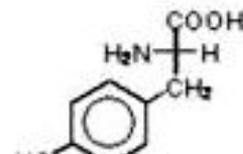
L-Валин  
**Val**



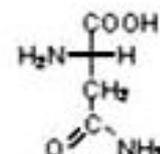
L-Лейцин  
**Leu**



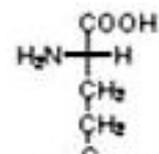
L-Изолейцин  
**Ile**



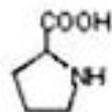
L-Тирозин  
**Tyr**



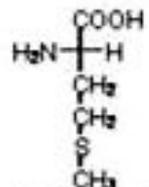
L-Аспарагин  
**Asn**



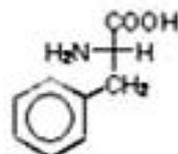
L-Глутамин  
**Gln**



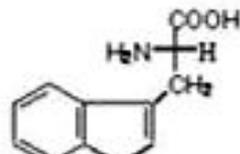
L-Пролин  
**Pro**



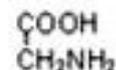
L-Метионин  
**Met**



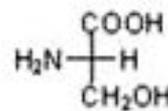
L-Фенилаланин  
**Phe**



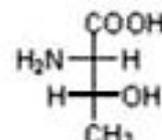
L-Триптофан  
**Trp**



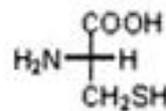
Глицин  
**Gly**



L-Серин  
**Ser**

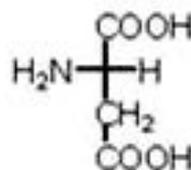


L-Треонин  
**Thr**



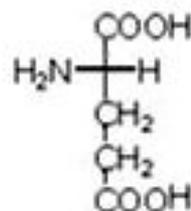
L-Цистеин  
**Cys**

## ЗАРЯЖЕННЫЕ



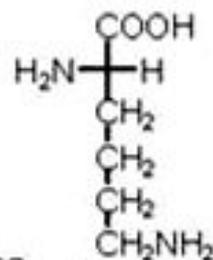
L-Аспарагиновая  
кислота

**Asp**



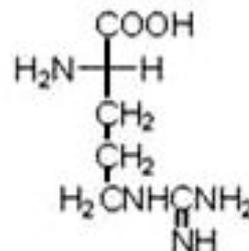
L-Глутаминовая  
кислота

**Glu**



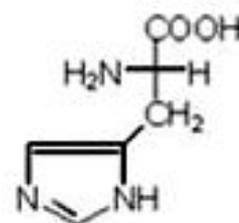
L-Лизин

**Lys**



L-Аргинин

**Arg**



L-Гистидин

**His**

Последовательность аминокислот в белке составляет его **первичную структуру**.

Как же они соединяются? Аминокислоты способны взаимодействовать друг с другом, образуя

**пептидную связь**.

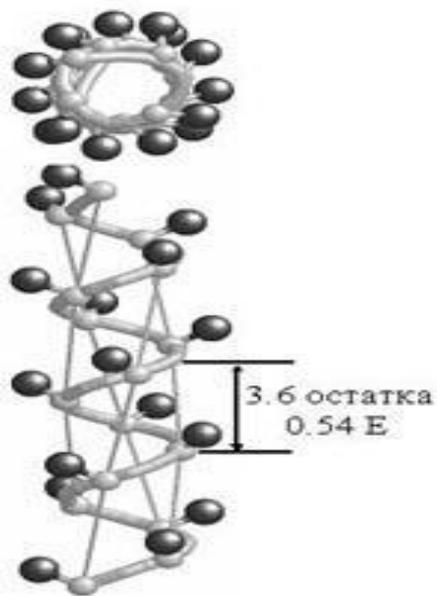
При этом молекула воды уходит, а углерод соединяется с азотом – собственно пептидная связь. Понятно, что следующая карбоксильная группа может прореагировать с аминогруппой другой кислоты и таким образом образуется полипептидная цепочка, что и называется первичной структурой белка. При записи первичной структуры аминокислоты обозначают либо трехбуквенным кодом, по первым трем буквам названия, либо используют однобуквенный код. В базах данных первичная структура белка записывается обычно однобуквенным кодом.

В зависимости от того, какие аминокислоты образовали цепочку, он может свернуться в пространстве и принять ту или иную пространственную структуру, которая называется **вторичной структурой белка**. Полипептидная цепочка сворачивается в пространстве в различные структуры, например спираль с определенными характеристиками, с определенным шагом ( **$\alpha$ -спираль**), или вытянутую структуру ( **$\beta$ -структура**).  **$\beta$ -спирали** могут взаимодействовать между собой, образуя целые белковые листы.

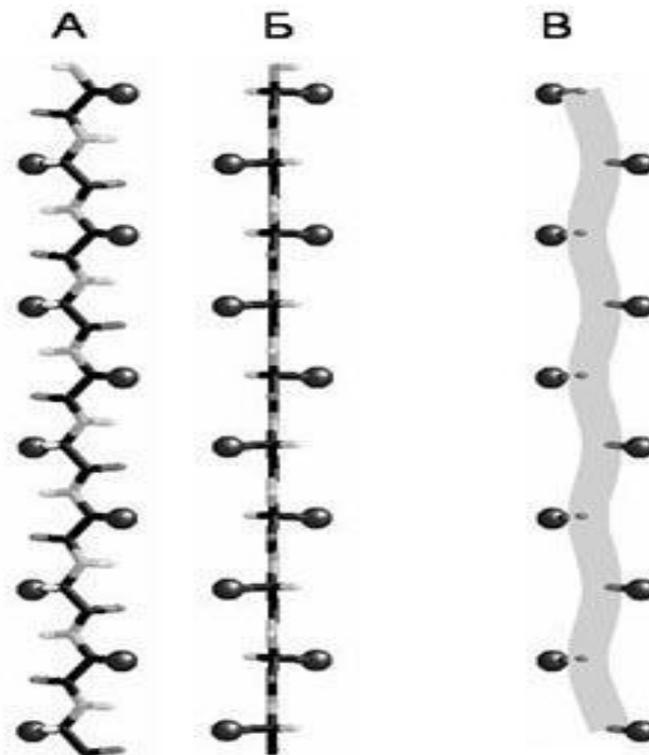
**$\alpha$ -спирали** образуют достаточно жесткие цилиндрические структуры. На рисунках альфа-спирали изображаются или как спиральные ленты или как цилиндры,

**бета-структуру** изображаются как плоские полосы.

## Вторичная структура полипептидной цепи



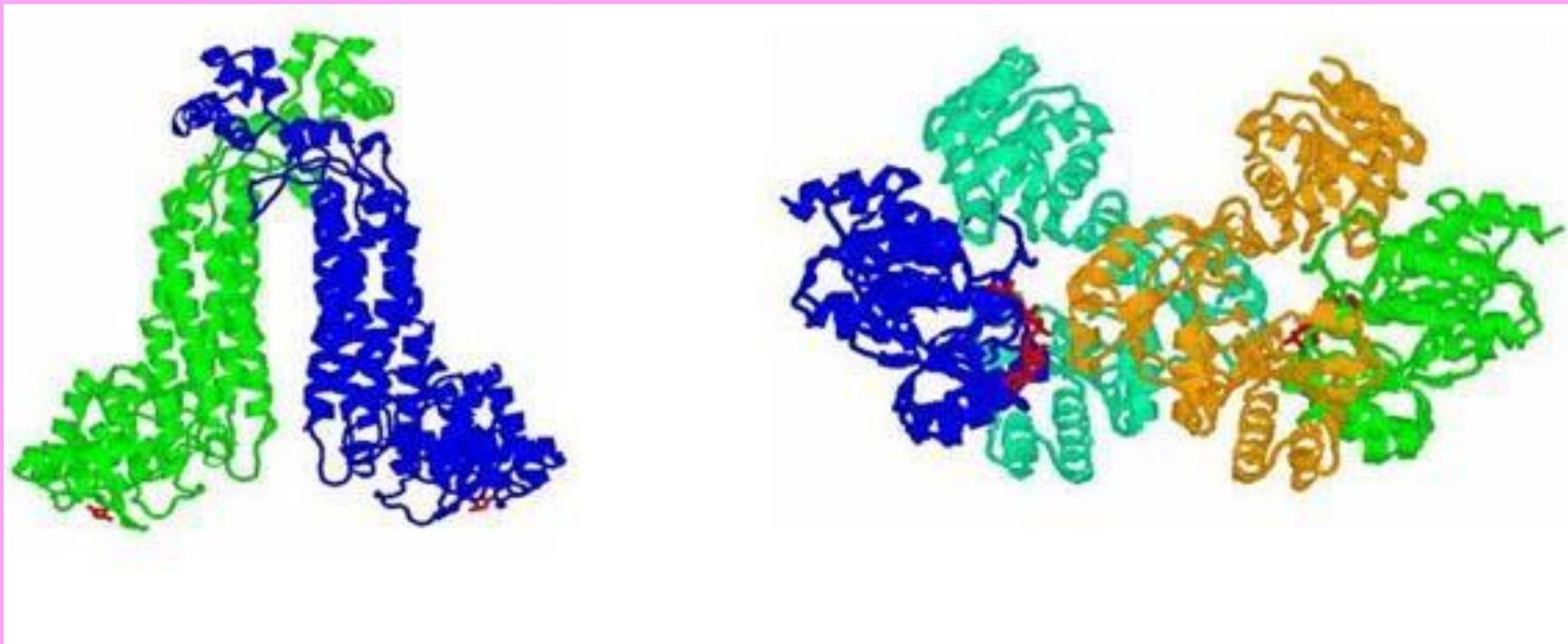
$\alpha$ - спираль



$\beta$ - структура

Что же заставляет белки сворачиваться? В формировании вторичной структуры принимают участие **гидрофобные взаимодействия, ионные взаимодействия, водородные связи и ковалентные связи.**

Расположение элементов вторичной структуры в пространстве относительно друг друга называется третичной структурой белка.



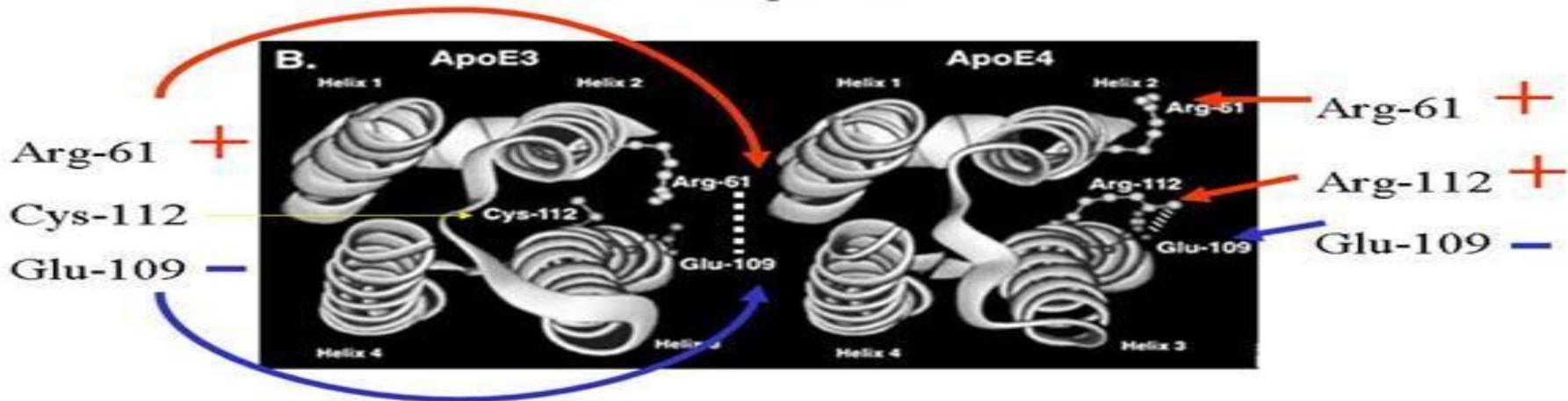
Но, в клетке еще есть белки, которые называются **шапероны** (от слова shape - форма), которые помогают другим белкам правильно сворачиваться. Если белки сворачиваются неправильно, то это может иметь катастрофические последствия. Несколько лет назад в Европе была эпидемия коровьего бешенства, и большое количество коров пришлось уничтожить. Коровье бешенство (губчатая энцефалопатия – мозг животного становится похож на губку) вызывается не вирусом и не бактерией, а особым клеточным агентом – неправильно свернутым белком. Этот белок приводит к образованию в клетке конгломератов, то есть, белки буквально выпадают в осадок, и жизнь клетки нарушается, прежде всего влияя на нервную систему.

**У людей есть аналог этой болезни. Это инфекционное заболевание называется куру. Оно описано у народов, имеющих привычку съедать мозги умерших предков (из уважения к последним).**



**В них как раз и находились инфекционные белки. Это так называемая «медленная инфекция» (белок ведь, в отличие от вируса, не размножается, а постепенно высаживает на себя другие клеточные белки, распространяя вокруг себя плохую «привычку» неправильно сворачиваться.**

## Молекулярная природа нарушения работы аполипопротеина E



Разрушение солевого мостика меняет взаимодействие субъединиц белка и тип связываемых липидов

(изоформа АРОЕ4 - x10 риск болезни Альгеймера)

На рисунке показано, как свернут белок. Arg-61, положительно заряженный, взаимодействует с отрицательно заряженной глутаминовой кислотой. Тут образуется своеобразный мостик. Слева на рисунке представлен белок, который отличается одной мутацией от белка, изображенного справа. В нем происходит одна аминокислотная замена. У людей с такой мутацией более высокий уровень холестерина и выше уровень риска развития старческого слабоумия.

Существуют разные классификации белков:

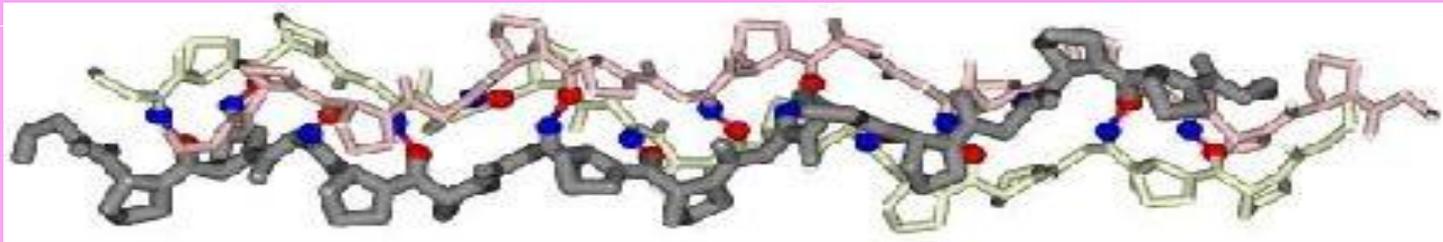
1. По составу:

<p><b>Простые (протеины)</b></p>	<p>Состоят только из аминокислот, образующих полипептидную цепь <i>(яичный альбумин, кератин шелка)</i></p>
<p><b>Сложные (протеиды)</b></p>	<p>Состоят из полипептидной цепи и небелкового компонента, в зависимости от которого называются:</p> <p><u>Металлопротеиды</u> - содержат ионы металлов <i>(многие ферменты);</i></p> <p><u>Гемопропротеиды</u> - содержат гем с ионом металла <i>(гемоглобин, каталаза, цитохромы);</i></p> <p><u>Фосфопротеиды</u> - содержат остатки фосфорной кислоты <i>(казеин молока);</i></p> <p><u>Липопротеиды</u> - содержат липиды <i>(родопсин);</i></p> <p><u>Гликопротеиды</u> - содержат углеводы <i>(иммуноглобулины);</i></p> <p><u>Нуклеопротеиды</u> - комплекс белка с нуклеиновыми кислотами <i>(хромосомы).</i></p>

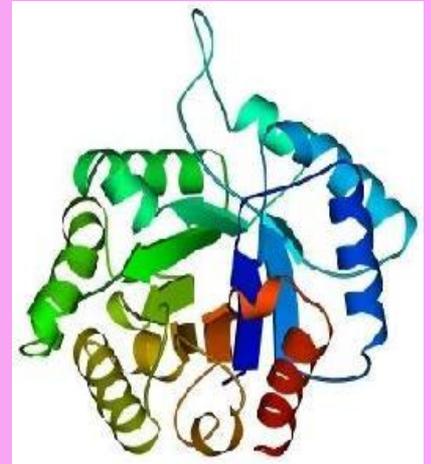
## 2. По

структуре:

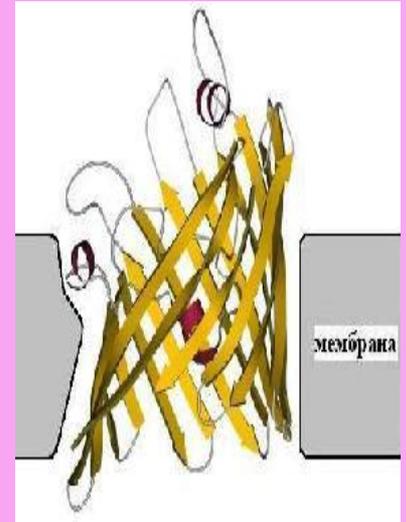
**1. Фибриллярные** : Нитевидные, имеют только выраженную вторичную структуру, нерастворимы в воде, выполняют структурную, сократительную функции (*коллаген - рис, кератин*)



**2. Глобулярные** : Имеют молекулу в виде шарика (глобулы), хорошо выраженную третичную структуру, растворимы в воде, выполняют сложные функции - каталитическую, регуляторную, защитную и др. ( *- рис., гормоны, гемоглобин*)



**3. Мембранные** : Также имеют молекулу в виде шарика (глобулы) и хорошо выраженную третичную структуру, но не растворимы в воде за счет гидрофобных участков, взаимодействующих с липидами мембран, выполняют транспортную (сквозь мембрану) и сигнальную функции (*порин - рис., родопсин*)



## 3. По

### функциям:

#### 1. Каталитическая.

Ферменты (энзимы) - увеличивают скорость протекания химических реакций (*каталаза, пепсин, трипсин*)

2. Транспортная. Перенос веществ (*гемоглобин, липопротеины крови*).

3. Регуляторная. Гормоны белковой природы (*АКТГ, инсулин*)

4. Сигнальная. Белки, реагирующие на внешние сигналы (*родопсин, рецепторы вкуса*).

5. Запасная. *Яичный альбумин, казеин молока.*

## **6. Структурная.**

Белки соединительной ткани (*коллаген*), роговых образований - волос, ногтей (*кератин*) .

## **7. Сократительная.**

Белки мышечной ткани (*актин, миозин*)

## **8. Защитная.**

*Иммуноглобулины; фибриноген плазмы (свертывание крови).*

## **9. Токсины.**

Яды белковой природы (чаще всего - ферменты по механизму действия, как змеиные яды); *дифтерийный и ботулинический токсины.*