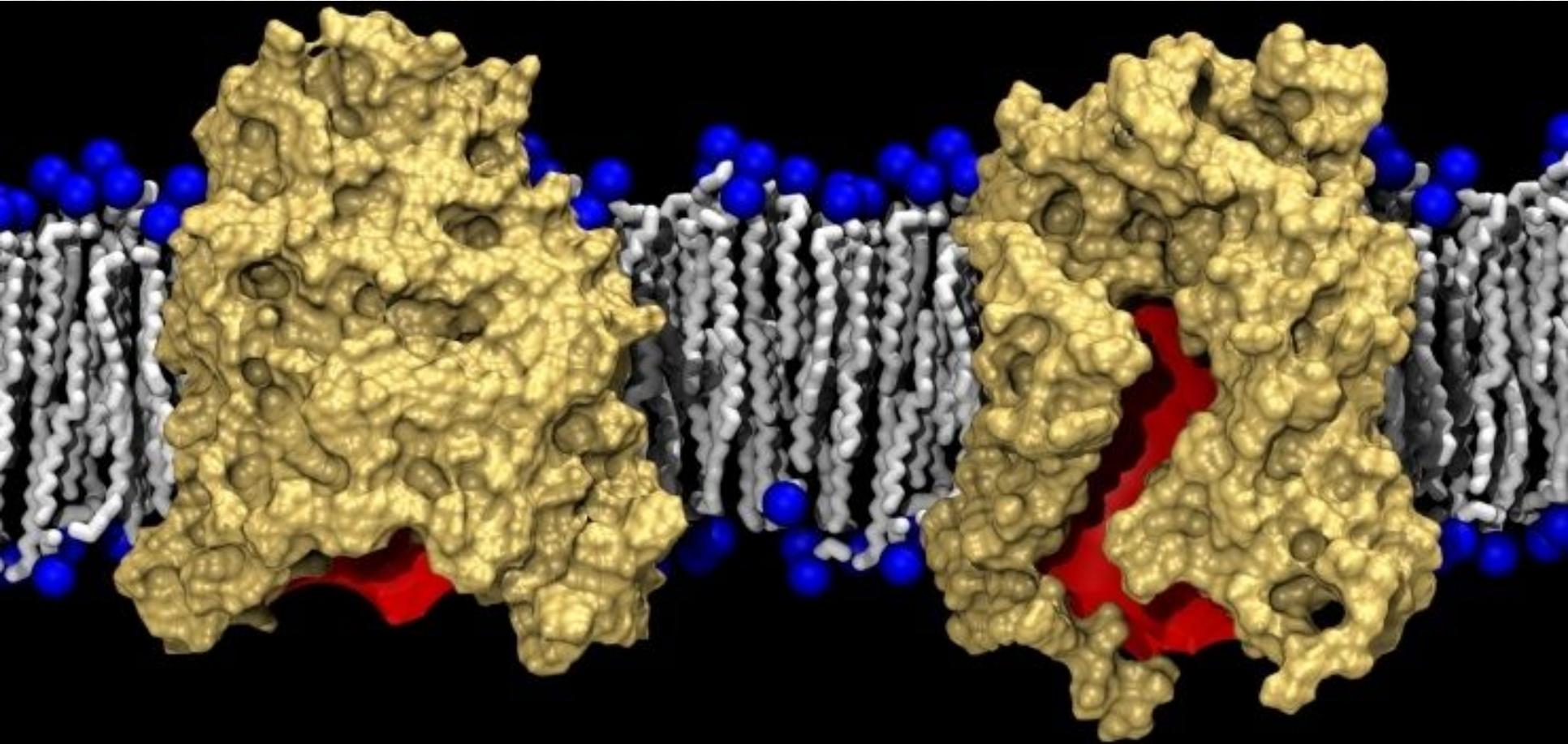


биополимеры

белки



Белки – биополимеры, мономерами, которых являются аминокислоты, соединенные пептидной связью.



Химический состав белков

- В состав белковых веществ входят: углерод, водород, кислород, азот, сера, фосфор.
- Гемоглобин – $C_{3032}H_{4816}O_{872}N_{780}S_8Fe_4$.
- Молекулярная масса белков колеблется от нескольких тысяч до нескольких миллионов.
- Mr белка яйца = 36 000, Mr белка мышц = 1 500 000

* в природе существует около 100 α -аминокислот,

* в организме встречается 20,

из них может быть образовано

2 432 902 008 176 640 000 комбинаций ($\sim 2 * 10^{18}$)

• **заменимые** аминокислоты - они могут синтезироваться в организме

• **незаменимые** - в организме не образуются, их получают с пищей (лизин, валин, лейцин, изолейцин, треонин, фенилаланин, триптофан, тирозин, метионин)

Классификация белков:

I. По количеству аминокислот:

1. Олигопептиды (от 2 до 10 аминокислот);

2. Полипептиды (от 10 до...):

собственно полипептиды (от 10 до 100 аминокислот) — гормоны;
белки (протеины) — от 100 аминокислот до нескольких миллионов.

БЕЛКИ

```
graph TD; A[БЕЛКИ] --> B[Простые белки (протеины)]; A --> C[Сложные белки (протеиды)]; B --> B1[1. Альбумины]; B --> B2[2. Глобулины]; B --> B3[3. Гистоны]; B --> B4[4. Белки опорных тканей]; C --> C1[1. Фосфопротеиды]; C --> C2[2. Нуклеопротеиды]; C --> C3[3. Гликопротеиды]; C --> C4[4. Липопротеиды]; C --> C5[5. Хромопротеиды];
```

Простые белки (протеины)

1. Альбумины
2. Глобулины
3. Гистоны
4. Белки опорных тканей

Сложные белки (протеиды)

1. Фосфопротеиды
2. Нуклеопротеиды
3. Гликопротеиды
4. Липопротеиды
5. Хромопротеиды



II. По составу:

Простые белки (протеины) состоят только из остатков аминокислот: протамины и гистоны — входят в состав нуклеопротеидов. Играют важную роль в регуляции метаболической активности генома; проламины и глютелины — белки растительного происхождения, составляют основную массу клейковины; альбумины и глобулины — белки животного происхождения (яичный белок, мышцы, молоко).

Сложные белки (протеиды) различают и называют по простетической (не белковой) группе:

хромопротеиды — белки, в которых простетической группой служит пигмент (гемоглобин, цитохромы, дыхательные ферменты);

нуклеопротеиды — белки, связанные с нуклеиновыми кислотами (основа ядерного вещества — хроматина);

липопротеиды — соединения белков и липидов (ферменты плазматических мембран);

фосфопротеиды — соединения белков и фосфатов (в молоке, желтке куриного яйца, икре рыб, ЦНС);

гликопротеиды — соединения белков и углеводов (компонент клеточной мембраны);

металлопротеиды — соединения белков и металлов (ферменты).

III. По структуре:

Фибриллярные белки — полипептидные нитевидные цепи, плохо растворимы в воде (кератин волос и рогов, миозин мышц, коллаген костей, фибриноген крови).

Глобулярные белки — полипептидные цепи, сложенные в форме шара, водорастворимые (протеины плазмы крови, ферменты).

Содержание белка в некоторых тканях

(после обезвоживания органа):

Мышцы – 80%;

Почки – 72%;

Кожа – 63%;

Печень – 57%;

Мозг – 45%;

Жировая ткань, кости, зубы – 14 – 28%;

Семена растений – 10 – 15 %;

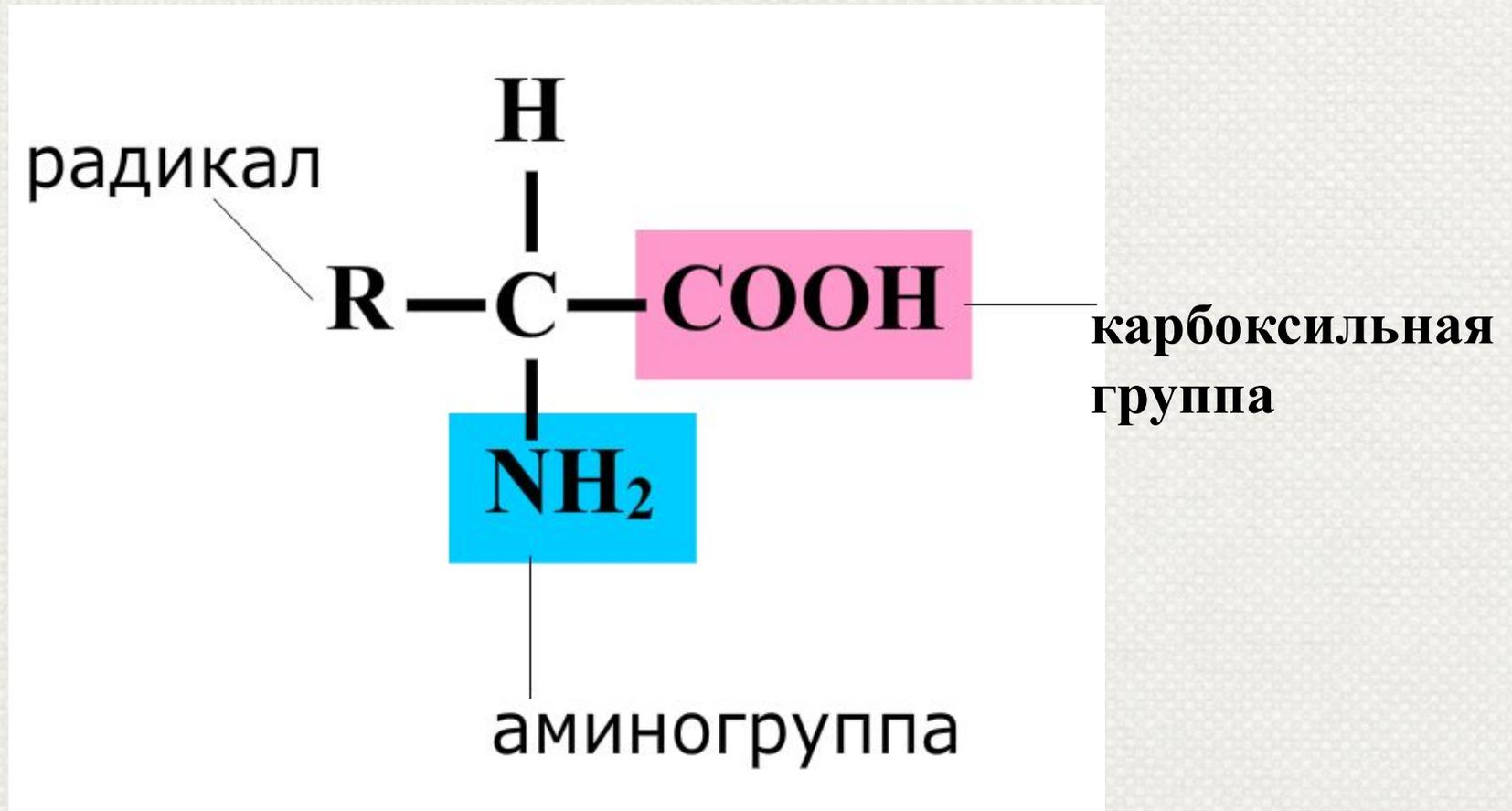
Стебли, корни, листья – 3% - 5%

Плоды – 1-2%

Состав и классификация белков

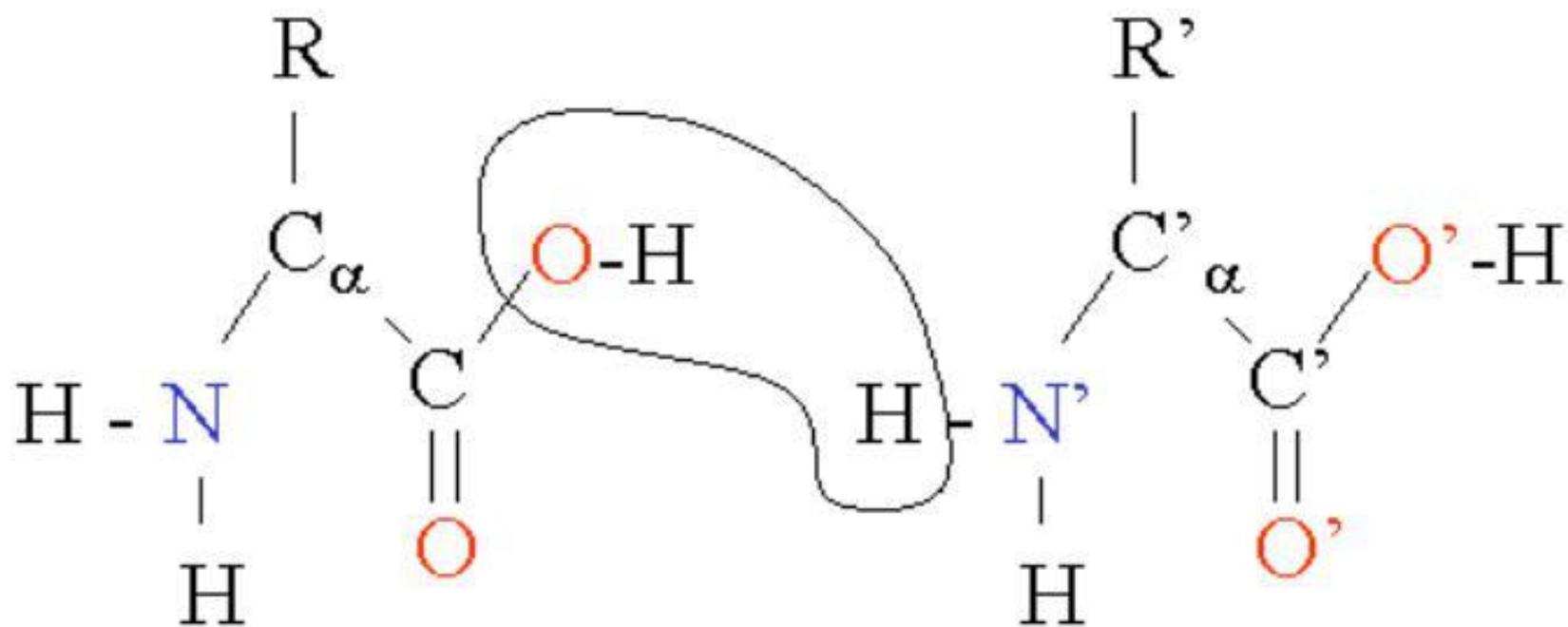
- По составу различают:
- **протеины**, состоящие только аминокислот,
- **протеиды** – содержащие небелковую часть,
- **простые белки** – состоят из аминокислот,
- **сложные** – могут включать углеводы (гликопротеиды), жиры (липопротеиды), нуклеиновые кислоты (нуклеопротеиды)
- **полноценные** – содержат весь набор аминокислот
- **неполноценные** – какие-то аминокислоты в них отсутствуют

Строение аминокислот

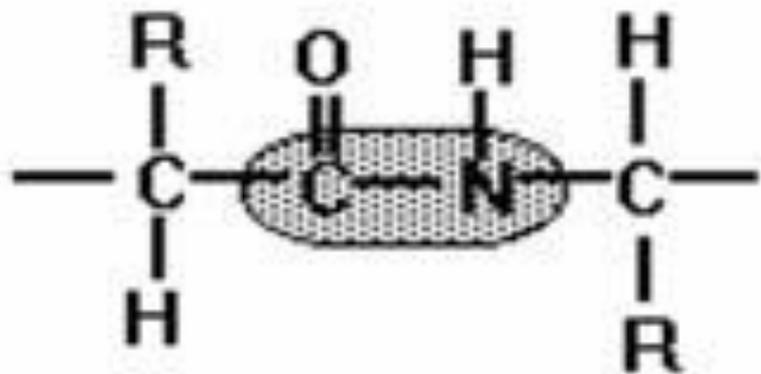
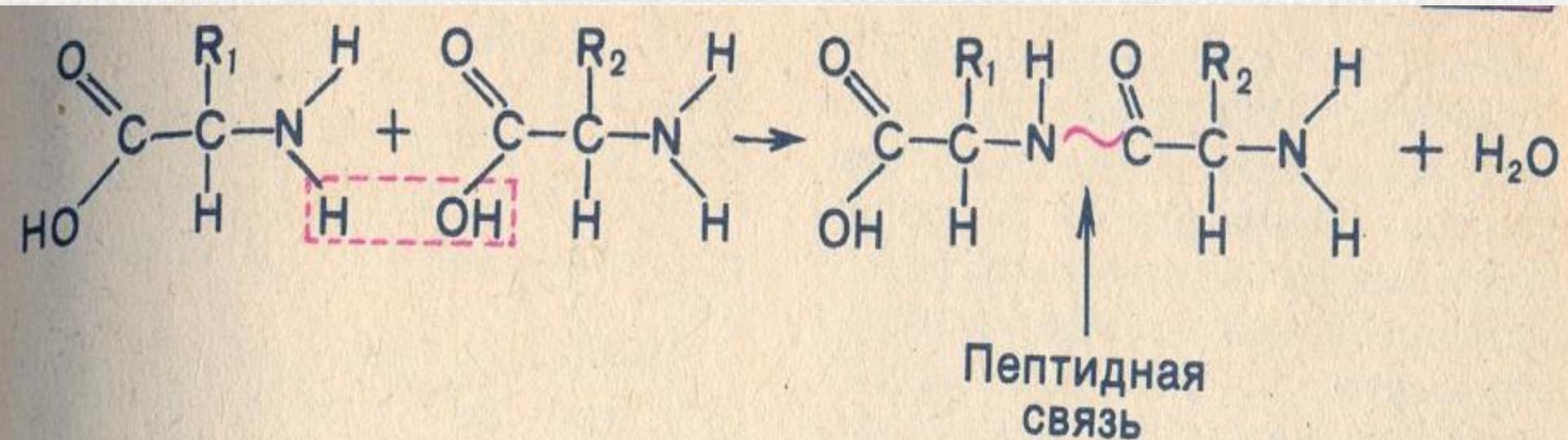


Каждая из 20 аминокислот имеет одинаковую часть (NH₂ — CH — COOH) и отличается от любой другой аминокислоты R-группой, или радикалом

Пептидная связь

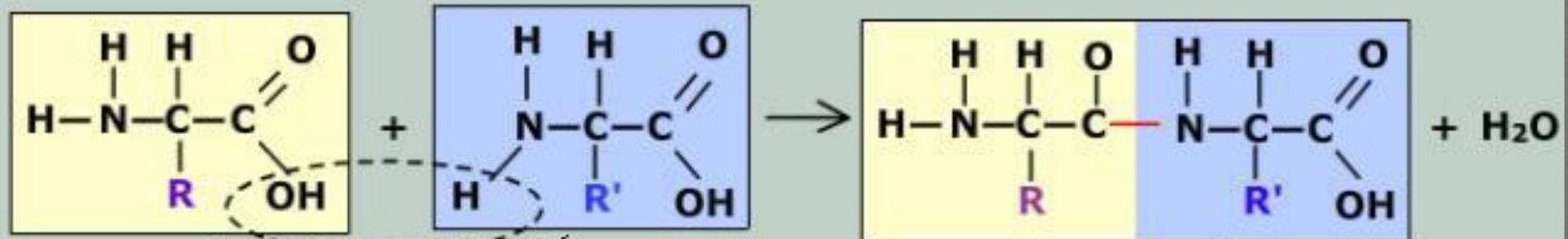


Как связаны аминокислоты



пептидная связь
(заштрихована)

Первичная структура белка



Здесь — пептидная связь

аминокислоты

белок (полипептид)

В состав белка могут входить несколько полипептидных цепей. Самые короткие белки содержат около 3-8 аминокислот, а самые длинные - до 1500 аминокислот.

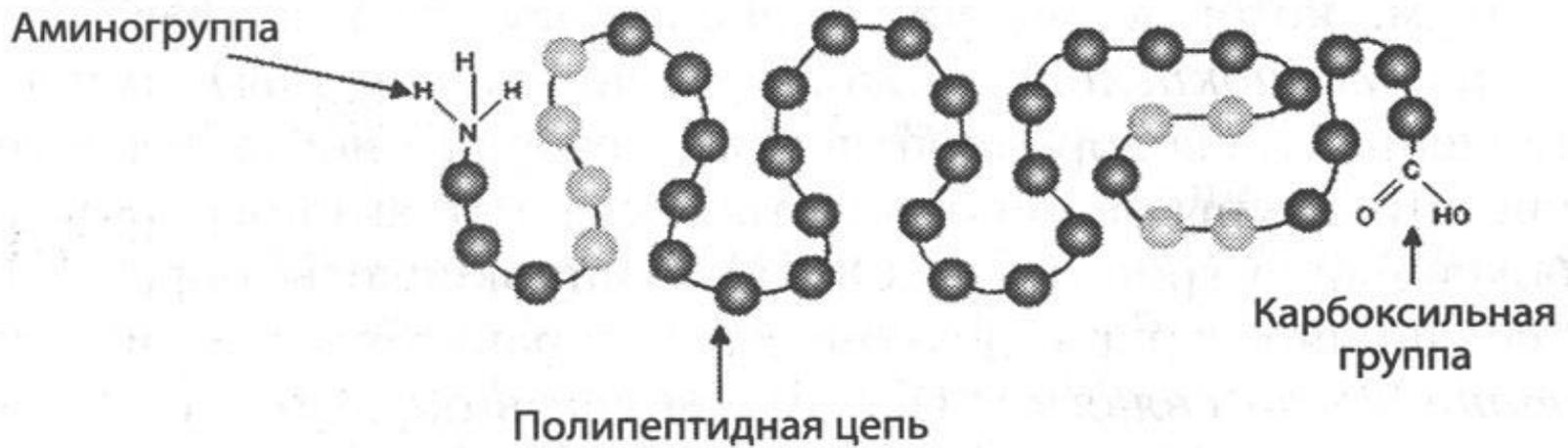
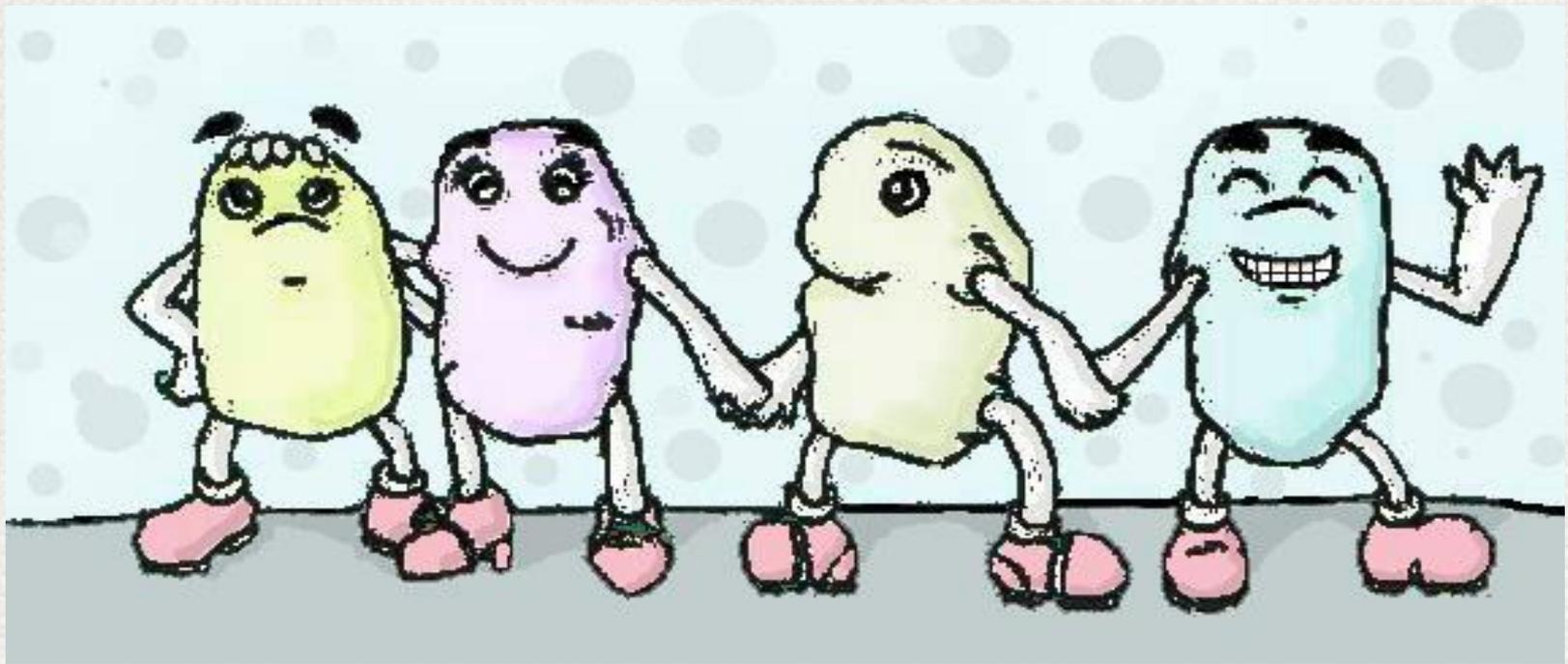
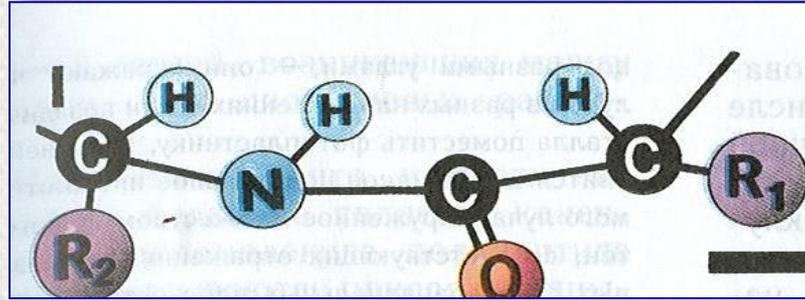


Рис. 8.2. Первичная структура белка

Первичная структура



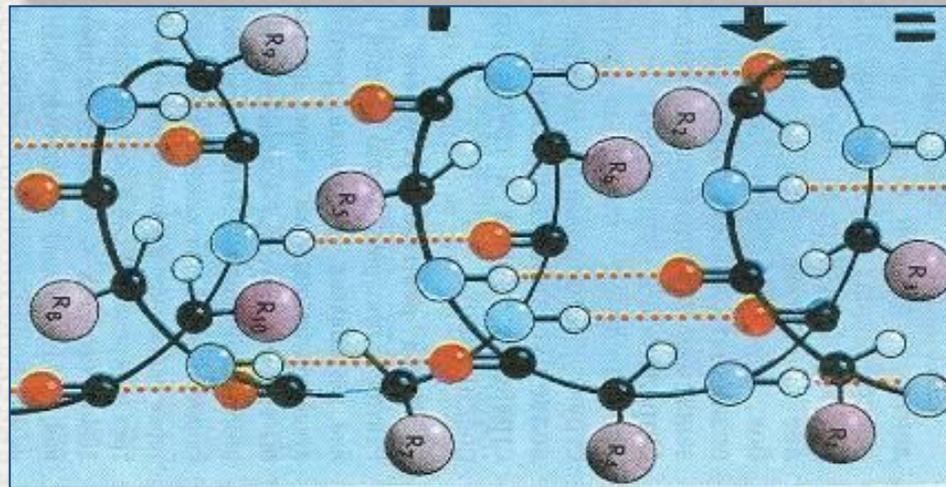
Первичная структура – полипептидная цепь, в которой пептидные связи между аминокислотными остатками.

Вторичная структура

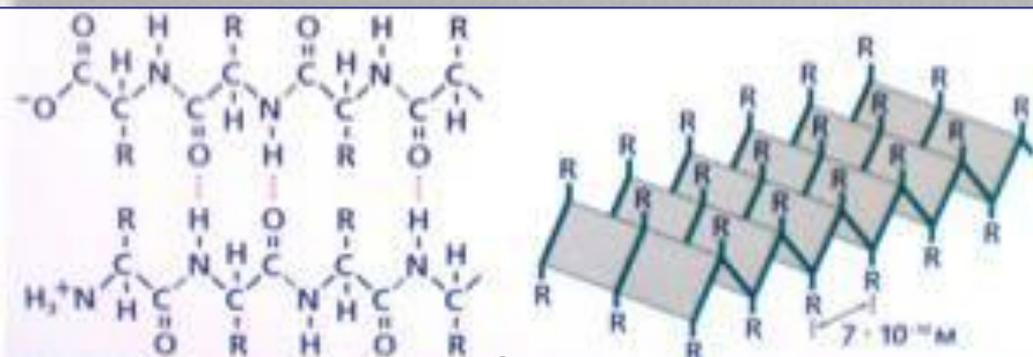
Вторичная структура – спираль,

поддерживается водородными связями,

каждая из которых в 15 – 20 раз слабее ковалентной.

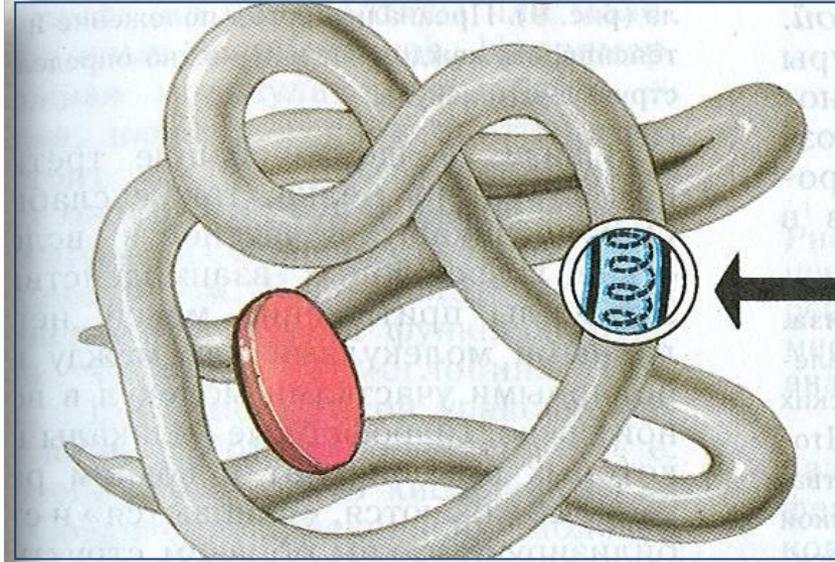
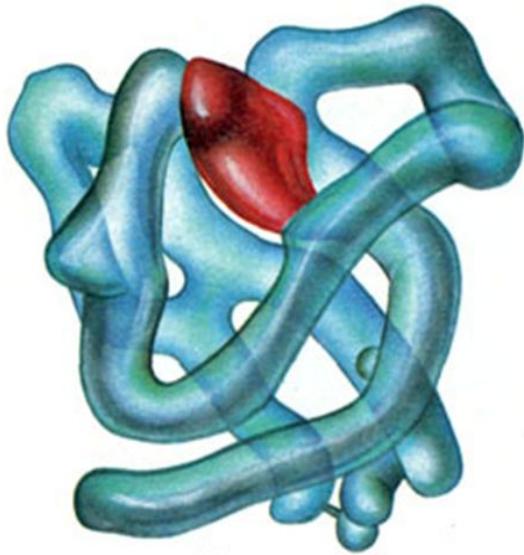


α -спираль



β -спираль

Третичная структура

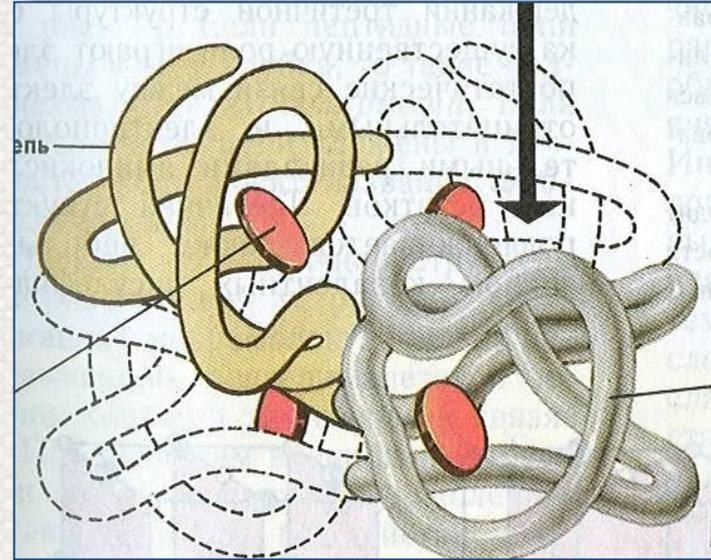


В образовании третичной структуры большая роль принадлежит радикалам.

За счёт которых образуются дисульфидные мостики, сложноэфирные связи, водородные связи, амидные связи.

Доказана третичная структура инсулина, рибонуклеазы

Четвертичная структура



Четвертичная структура – это объединение нескольких трёхмерных структур в одно целое. Классический пример: гемоглобин, хлорофилл. В гемоглобине - гем небелковая часть, глобин белковая часть.

Четвертичная структура белка

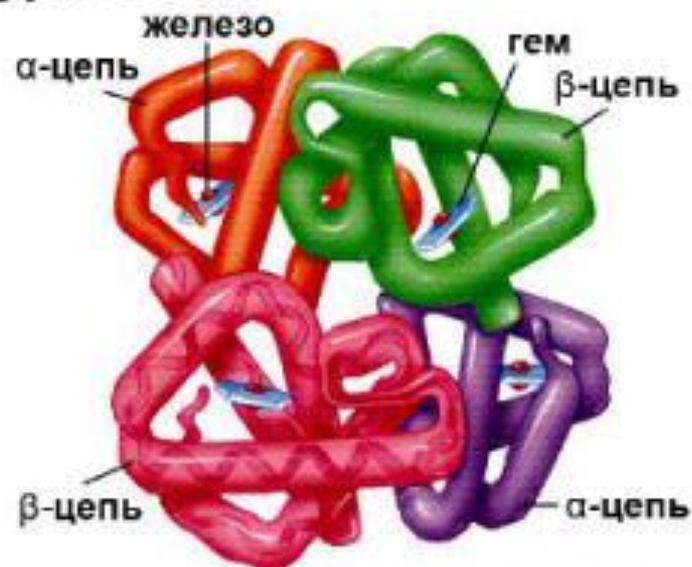
• Четвертичная структура белка – способ укладки в пространстве отдельных полипептидных цепей и формирование структурно и функционально единого макромолекулярного образования.

• Образовавшуюся молекулу называют олигомером, а отдельные полипептидные цепи, из которых он состоит – протомерами, мономерами или субъединицами (их обычно чётное количество: 2, 4, реже 6 или 8).

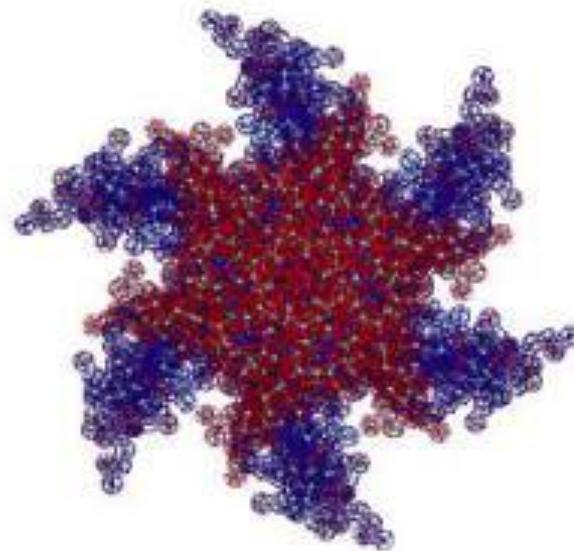
Например, молекула гемоглобина состоит из двух α - и двух β - полипептидных цепей.

Каждая полипептидная цепь окружает группу гема – небелкового пигмента, придающего крови её красный цвет. Именно в составе гема находится катион железа, способный присоединять и транспортировать по организму необходимый для функционирования организма кислород.

Четвертичной структурой обладает около 5% белков, в том числе гемоглобин, иммуноглобулины, инсулин, ферритин, почти все ДНК- и РНК-полимеразы.



Тетрамер гемоглобина

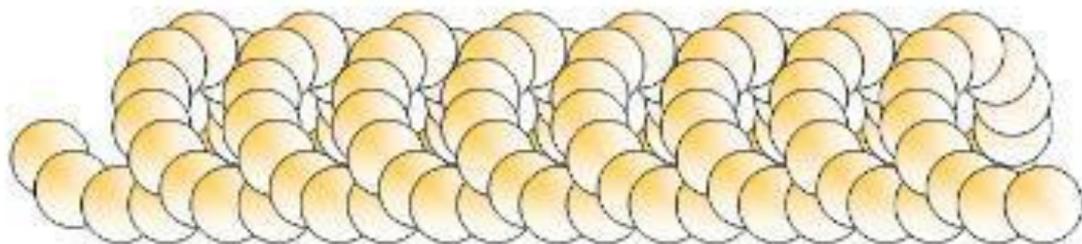


Гексамер инсулина

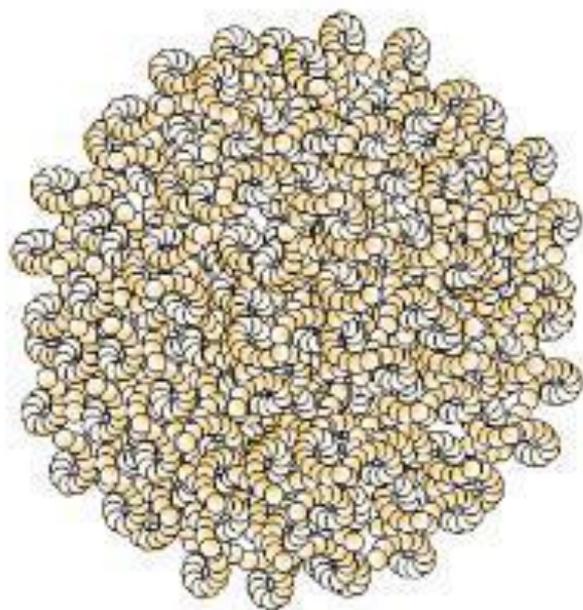
Структуры белка



I – Вытянутая молекула



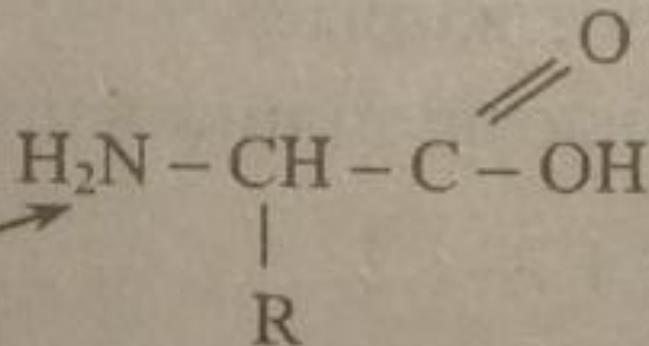
II – Спиралевидная молекула



III – Глобула



IV – Комплекс

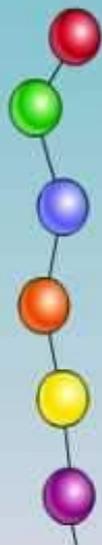


обладает
свойствами

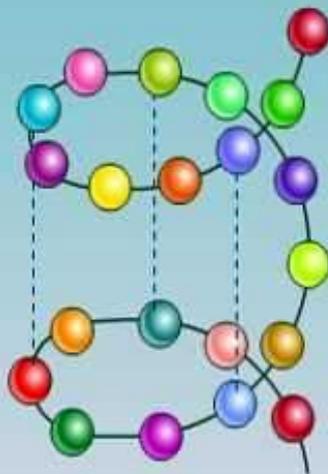
радикал –
разный
у всех
аминокислот

обладает
свойствами

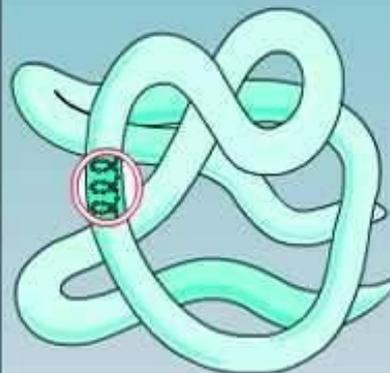
I структура



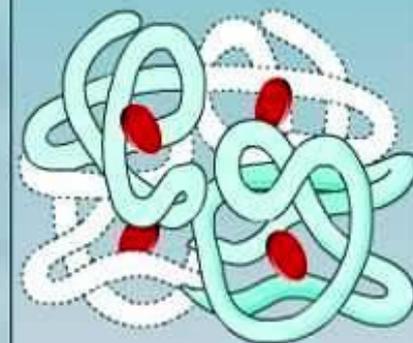
II структура



III структура



IV структура



Уровни организации белка

- Размер каждой аминокислоты около 0,3 нм,
- Белок, состоящий из многих аминокислотных остатков, должен представлять собой длинную нить
- Размеры молекул белков гораздо меньше
- Макромолекулы белков имеют форму компактных шариков (глобул) или вытянутых структур (фибрилл)
- Полипептидная цепь каким-то образом сплетена, образуя клубок или пучок нитей
- Она свёртывается упорядоченно, для каждого белка определённым образом

Свойства белков

Денатурация белка – нарушение природных свойств и структуры белка



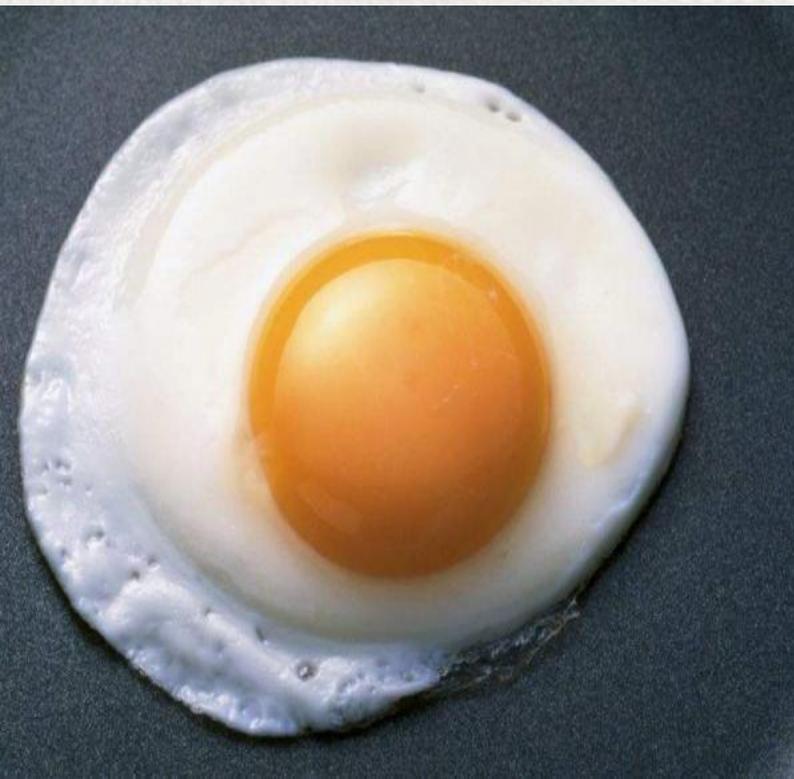
Причины денатурации:

- изменение температуры,
- радиация,
- сильные кислоты и щелочи,
- тяжелые металлы,
- органические растворители

Первоначально рвутся наиболее слабые связи, поэтому сначала утрачивается 4-ая, затем 3-ая и 2-ая структуры.

Химические свойства белков

1. **Гидролиз** (кислотно-основный, ферментативный), в результате которого образуются аминокислоты.
2. **Денатурация** – нарушение природной структуры белка под действием нагревания или химических реагентов.



Денатурированный белок теряет свои биологические свойства.

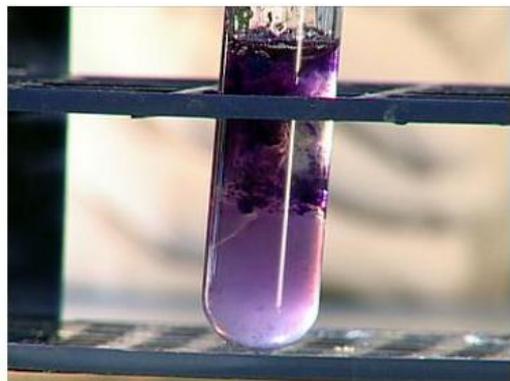
3. **Ренатурация** - полное или частичное восстановление денатурированными биополимерами своих свойств, в т. ч. биологической активности...

Цветные реакции на белки

1. Ксантопротеиновая – взаимодействие с концентрированной азотной кислотой, которое сопровождается появлением желтой окраски.



2. Биуретовая – взаимодействие слабощелочных растворов белков с раствором сульфата меди (II), в результате которой появляется фиолетово-синяя окраска.



Функции белков



1. 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;

К структурным белкам относятся:

-коллаген

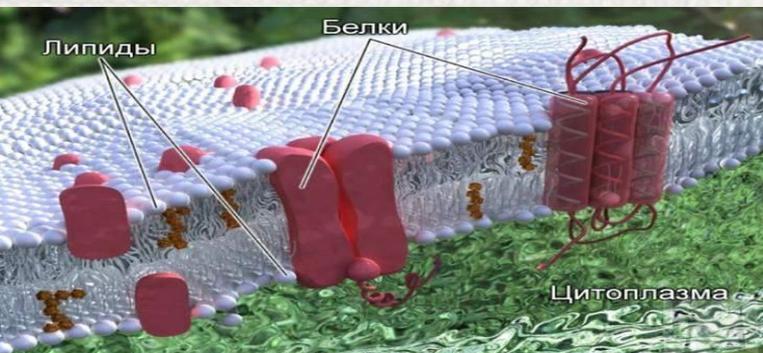
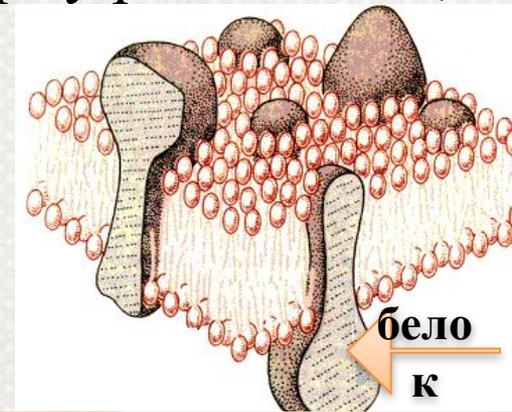
-актин

-эластин

-миозин

-кератин

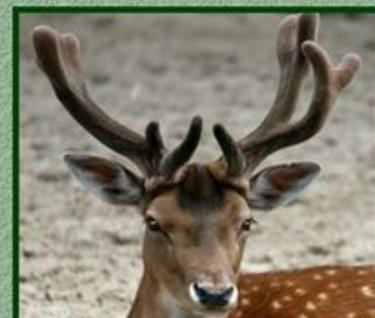
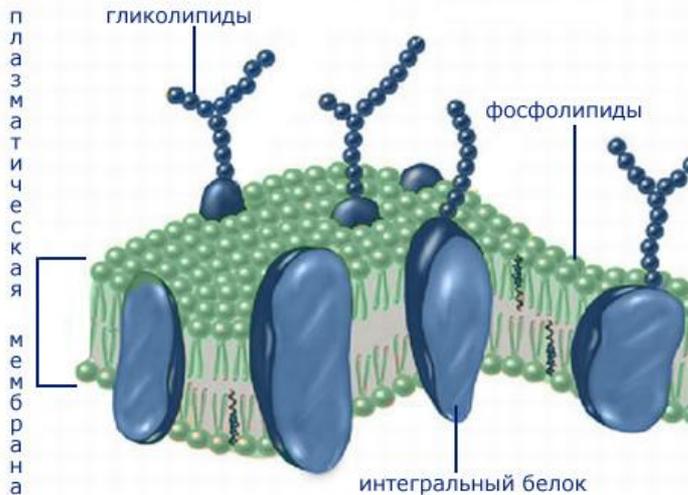
-тубулин



Структурная (строительная)

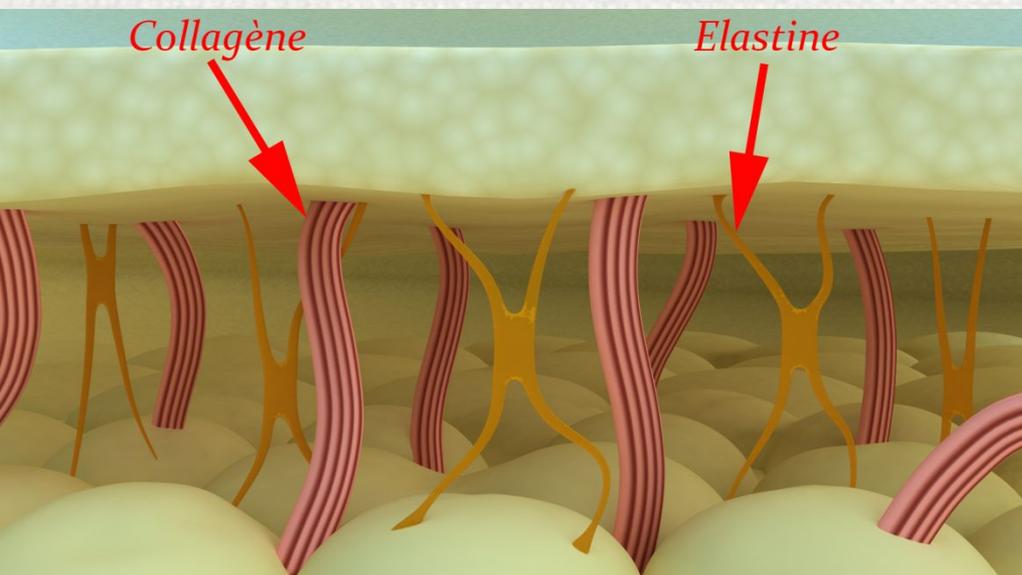
Белки входят в состав клеточных мембран (липопротеиды и гликопротеиды); волос (кератин); сухожилий (коллаген) и др.

Кератины— белки, волокна которых входят в состав рогового слоя кожи, волос, шерсти, перьев, чешуи, ногтей, рогов, клюва, копыт

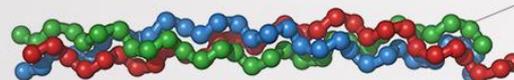


Фибриллярный белок - коллаген

Коллаген—белок, составляющий основу соединительной ткани животных (сухожилий, связок, хрящей, кожи, костей, чешуи рыб), выполняя главным образом опорные функции



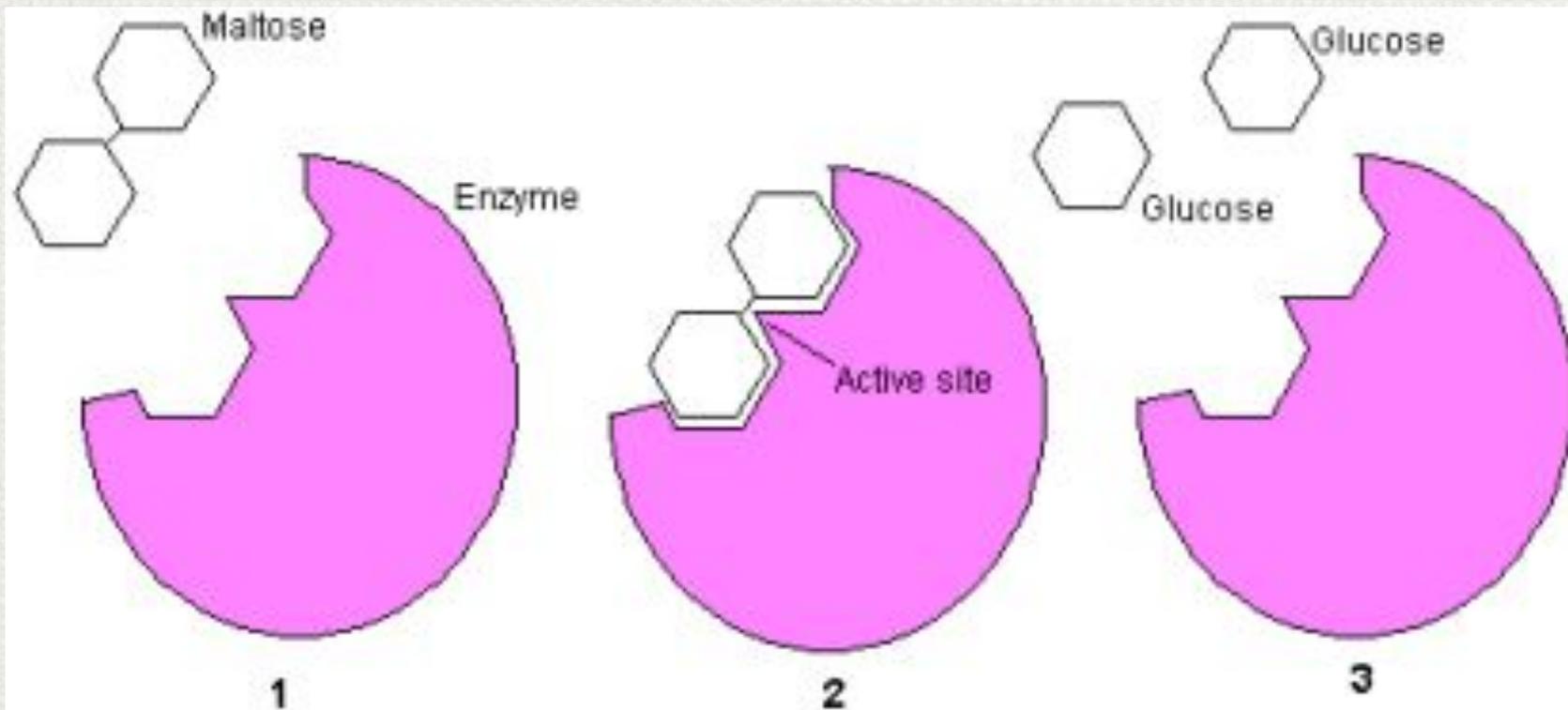
COLLAGEN



2. Каталитическая(ферментативная) функция

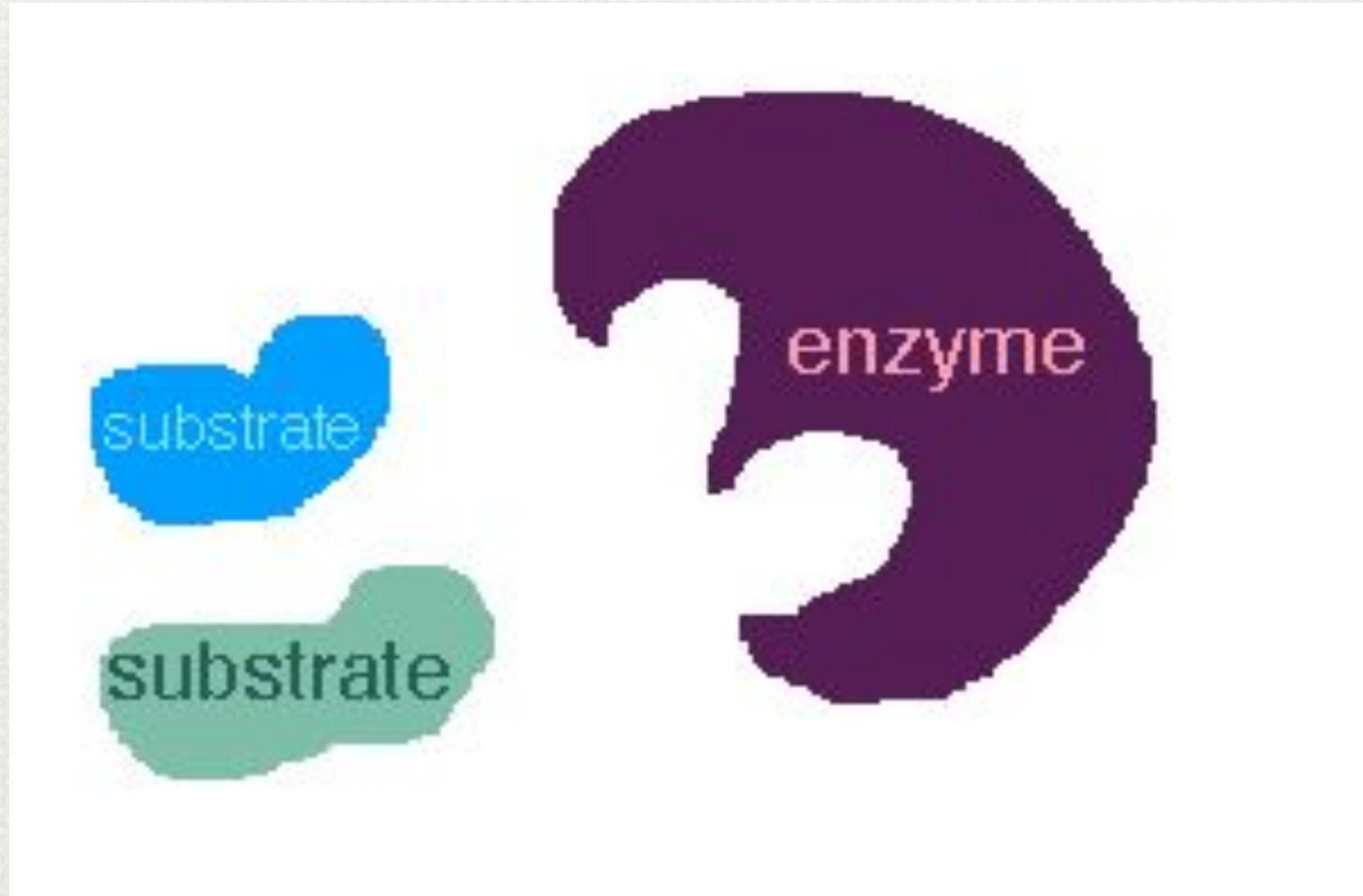
Все биологические реакции протекают с огромной скоростью благодаря белкам-ферментам.

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

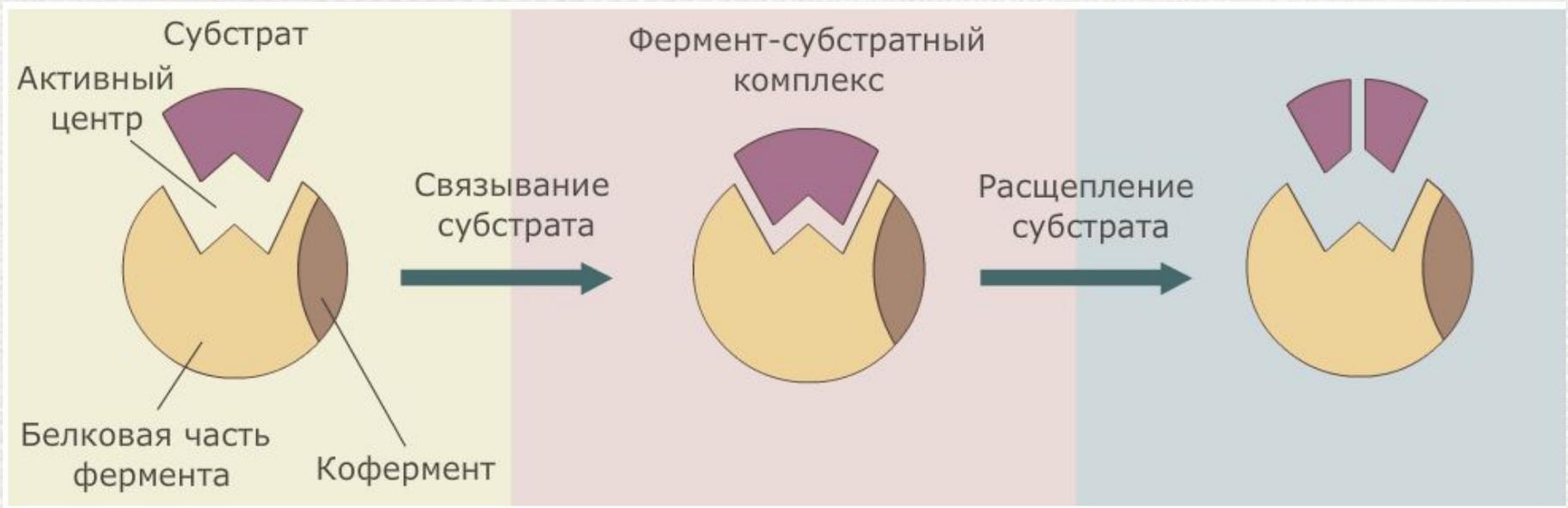


Молекулы, которые присоединяются к ферменту и изменяются в результате реакции, называются-субстратами.

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



Белки-ферменты



Ферменты— специфические белковые катализаторы, присутствующие во всех живых клетках. Все биохимические реакции, протекающие в любом организме, катализируются соответствующими ферментами.

Вещество, на которое оказывает действие фермент, называется **субстратом**. Вещества, получающиеся в результате ферментативной реакции, называются **продуктами** реакции.

Строение фермента



- 1) Ферменты обладают специфичностью, т.е. каждый фермент проводит только одну определенную реакцию с одним определенным субстратом.
- 2) Ферменты ускоряют реакции в миллионы и миллиарды раз.
- 3) При нагревании реакции, катализируемые ферментами, замедляются, потому что при нагревании белок денатурирует, и активный центр перестает подходить к субстрату как ключ к замку.

График зависимости скорости реакции и концентрации субстрата

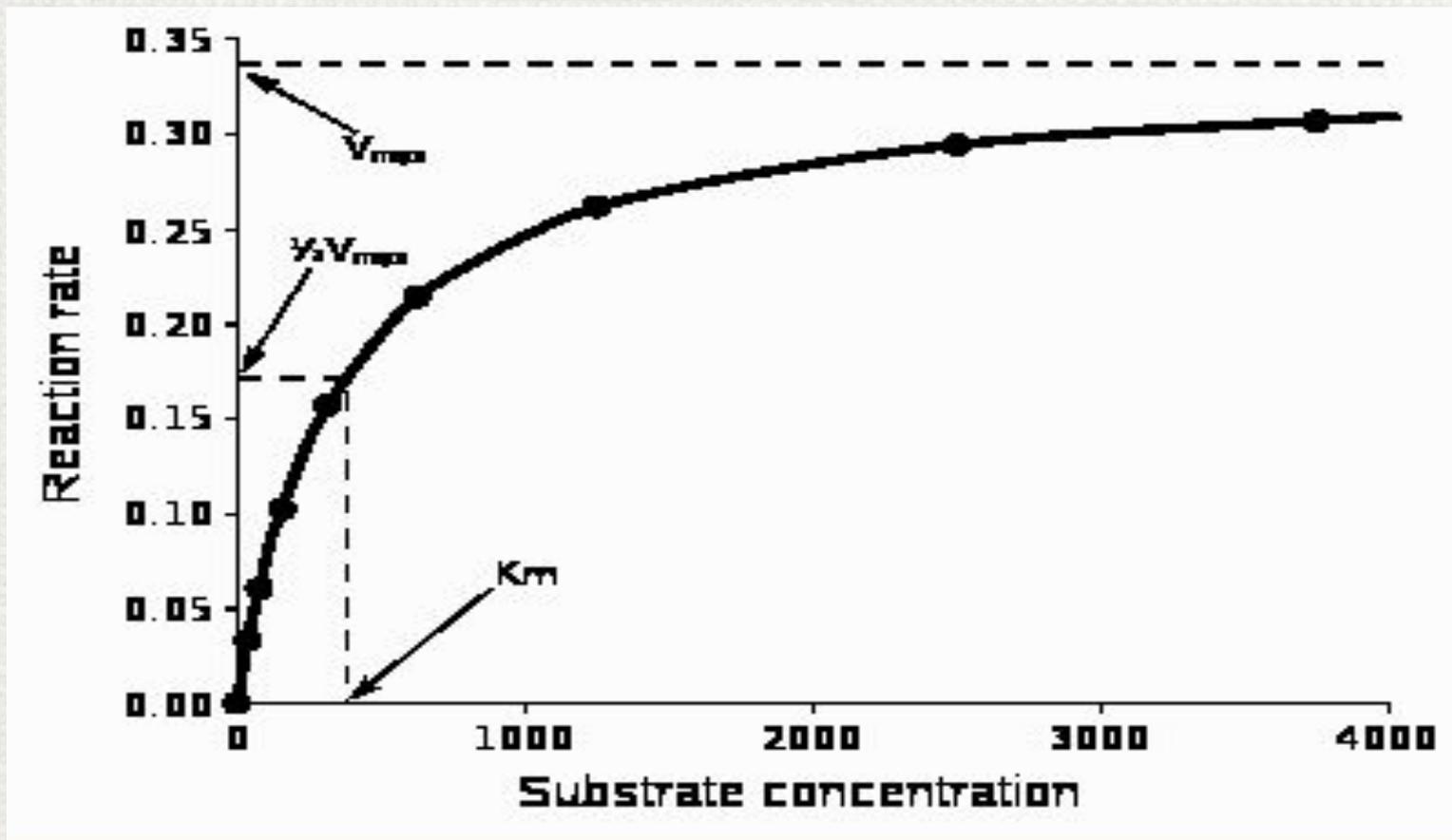


График зависимости скорости реакции от температурных показателей

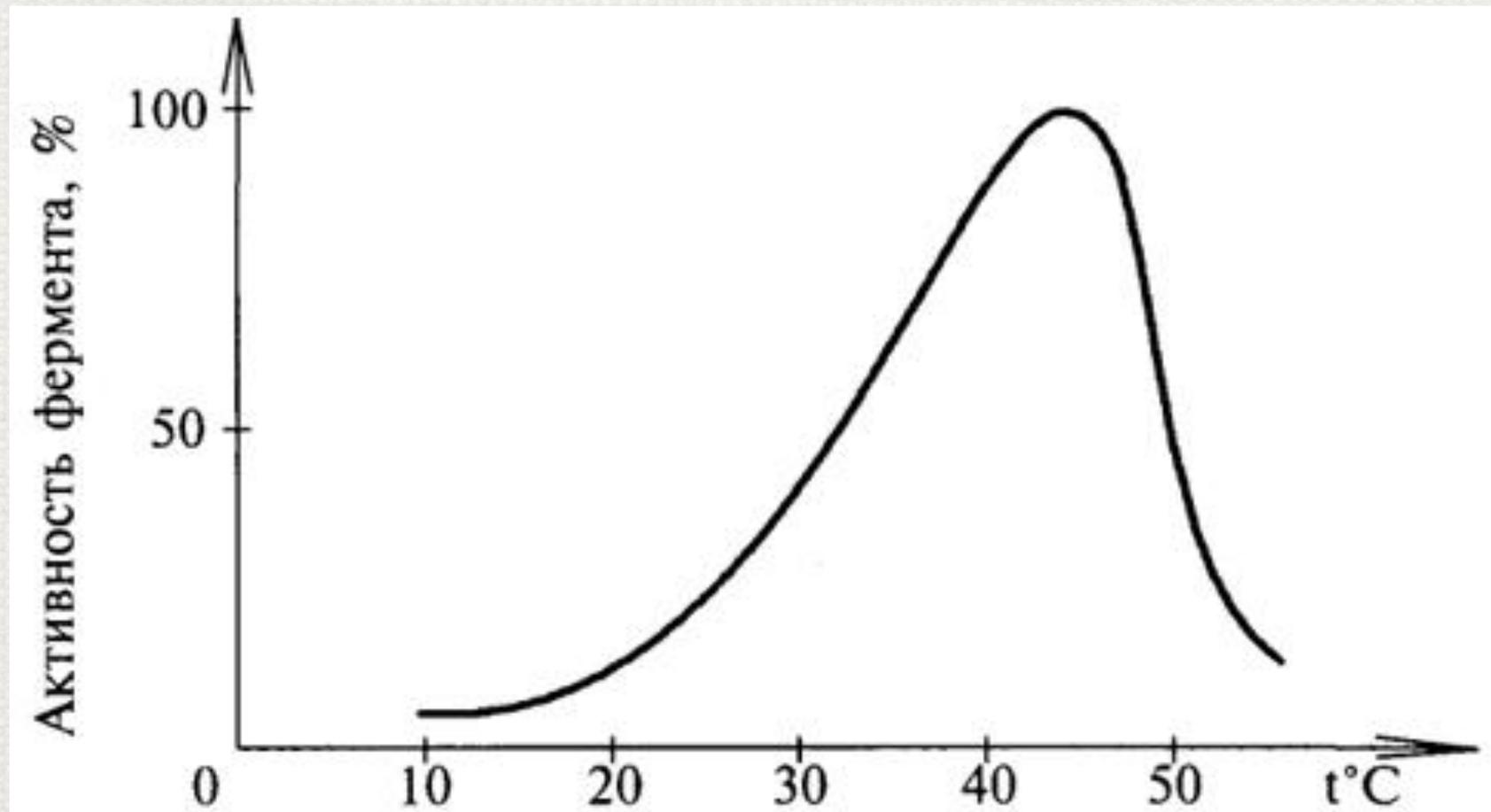
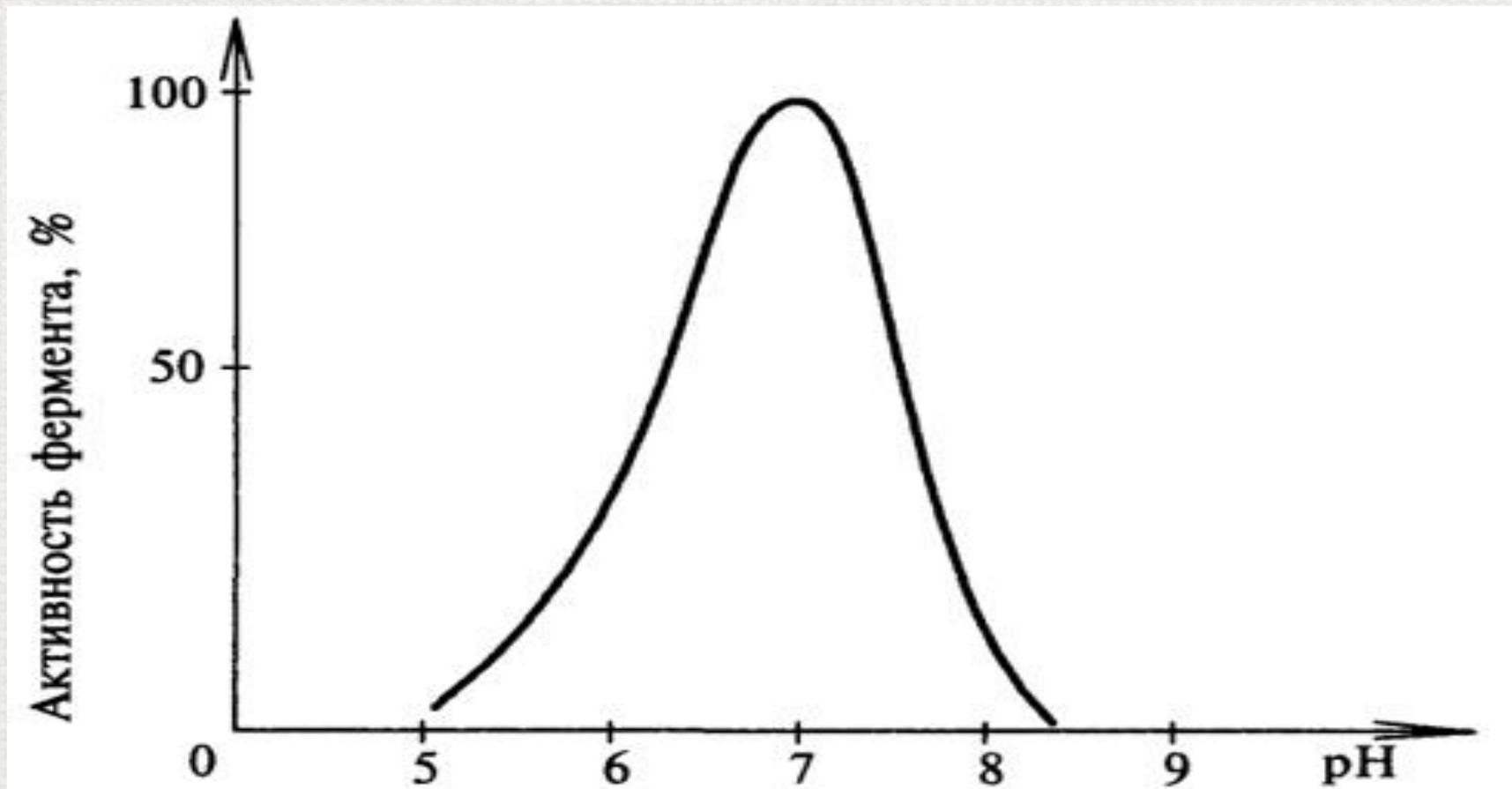


График зависимости скорости реакции от pH среды



Свойства ферментов

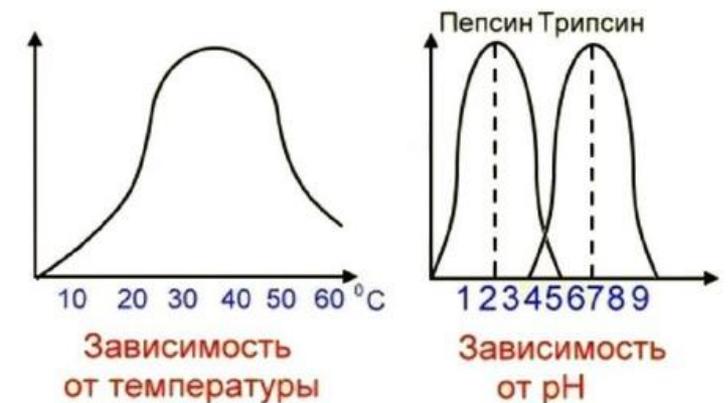
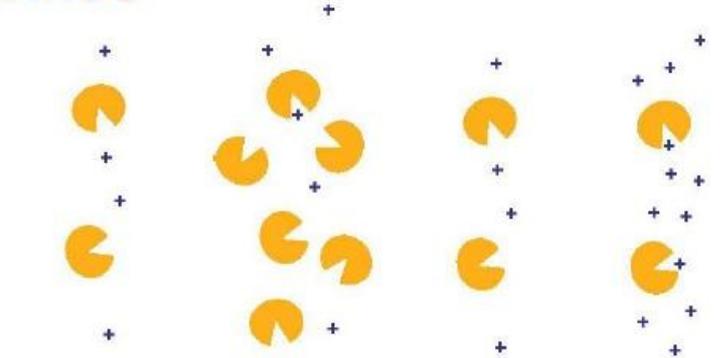
1. Обладают специфичностью, т.е. катализирует только одну реакцию или один вид реакции.
2. Скорости реакций в 10000 иногда и в млн. раз выше химических каталитических реакций.
3. Скорость реакции зависит пропорционально от концентрации субстрата.
4. Реакции идут при оптимальной температуре (5-40), исключение составляют ферменты микроорганизмов, живущих в горячих источниках.
5. Реакции идут при нормальном давлении.
6. Скорость реакции зависит от рН среды. Оптимальна при показателях 7-7,5.
7. При этом сами ферменты не изменяются.

2. 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).

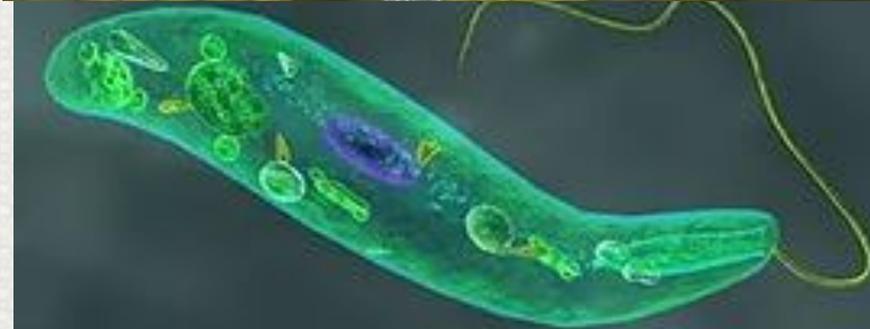
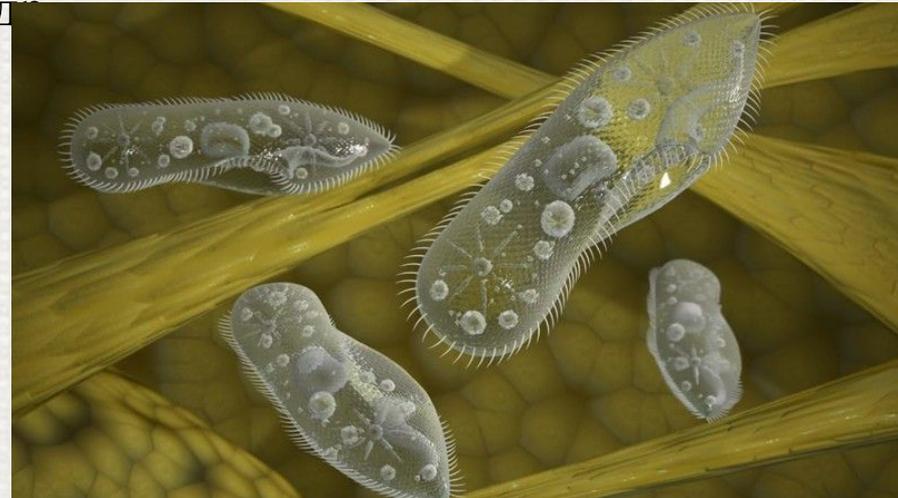
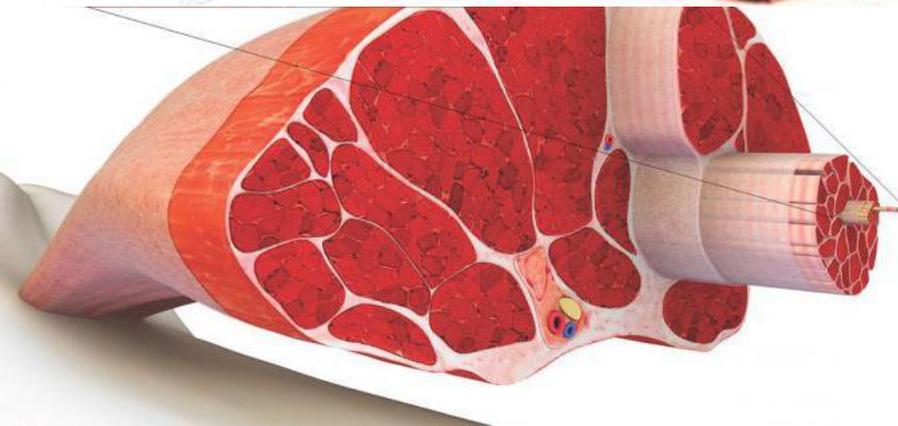


- Какова природа большинства ферментов и почему они теряют свою активность при повышении уровня радиации?
- **Пояснение.** 1) Ферменты имеют белковую природу.
- 2) Повышенный уровень радиации ведет к денатурации белков, из-за чего и теряется их активность.

3. Двигательная функция

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.



4. Транспортная функция.

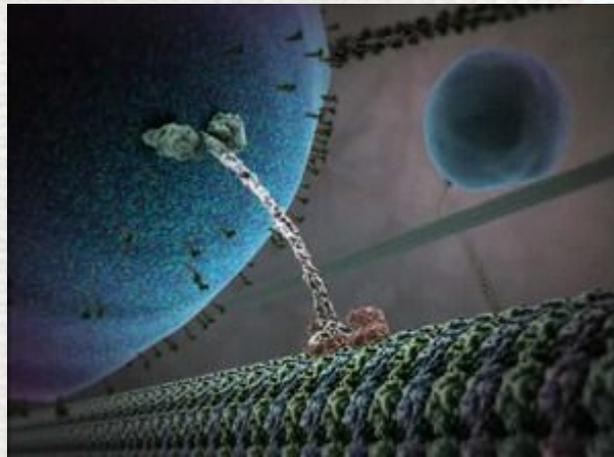
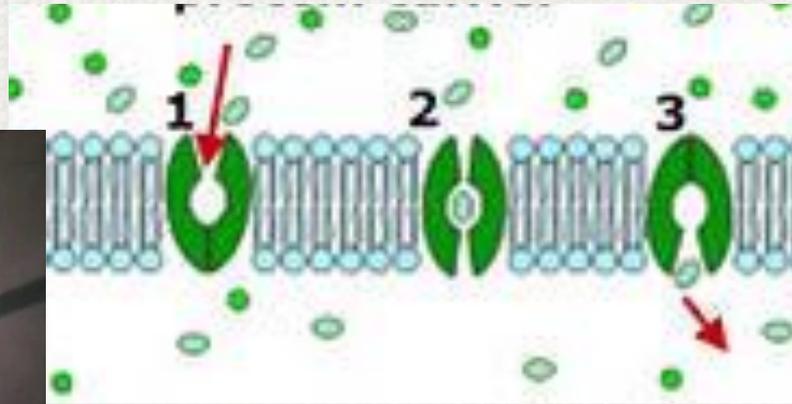
Транспортная функция — участие белков в переносе веществ в клетки и из клеток, в их перемещениях внутри клеток, а также в их транспорте кровью и другими жидкостями по организму.

Есть разные виды транспорта, которые осуществляются при помощи белков.

Перенос веществ
внутри клетки

Перенос веществ
через клеточную
мембрану

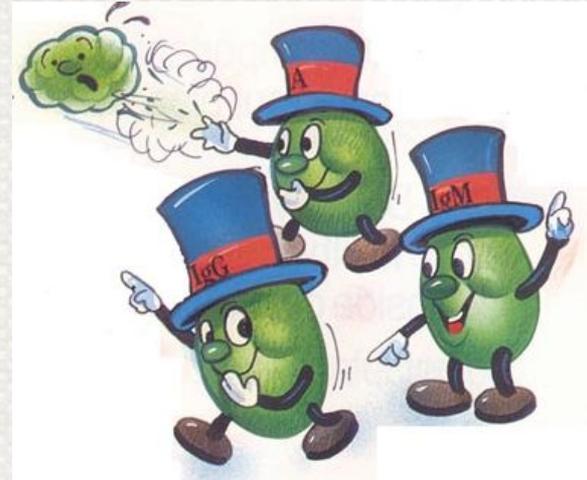
Перенос веществ
по организму



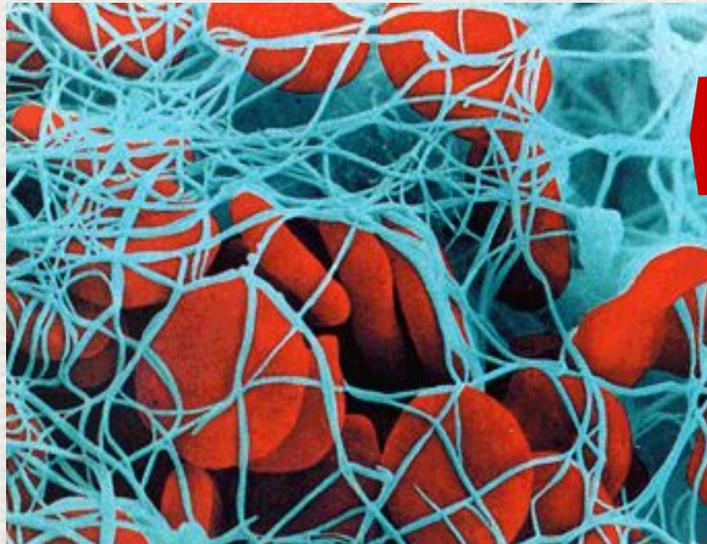
5. Защитная функция.

Предохраняют организм от вторжения чужеродных организмов и от повреждений

Антитела блокируют чужеродные белки

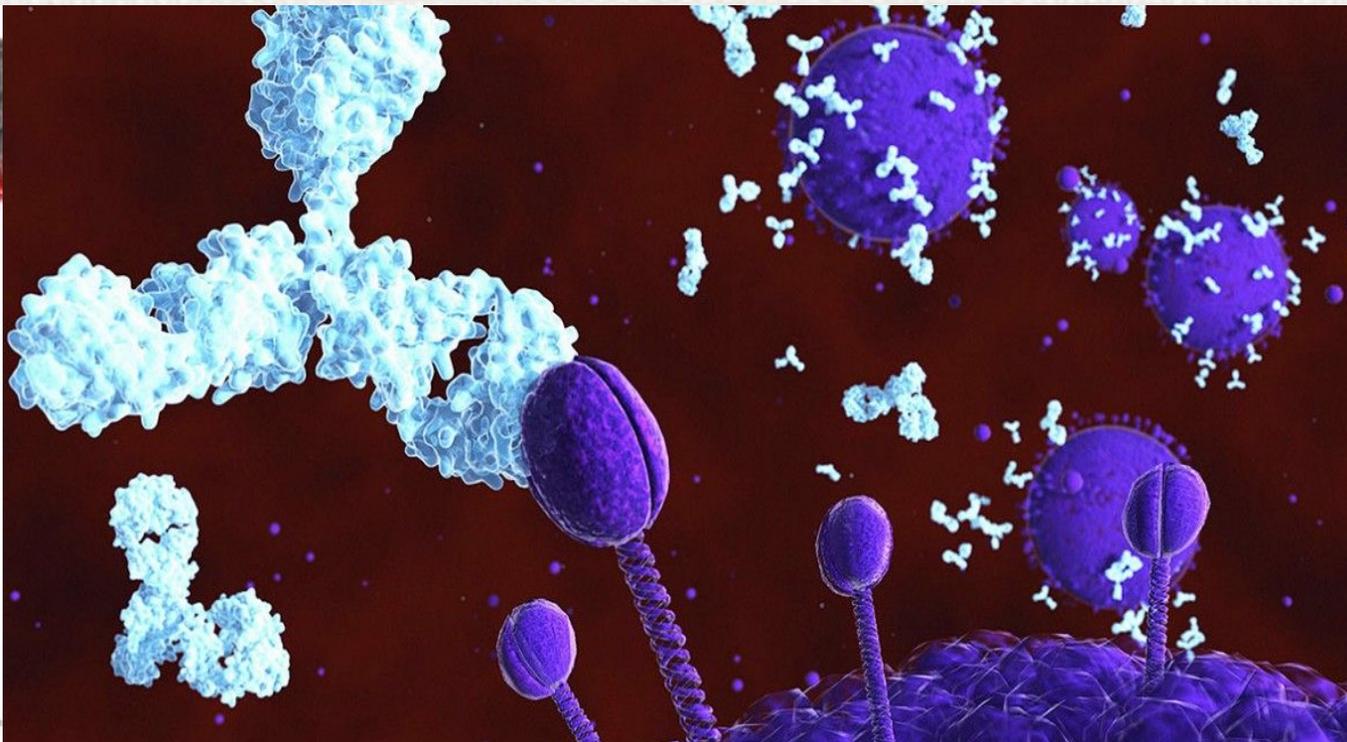
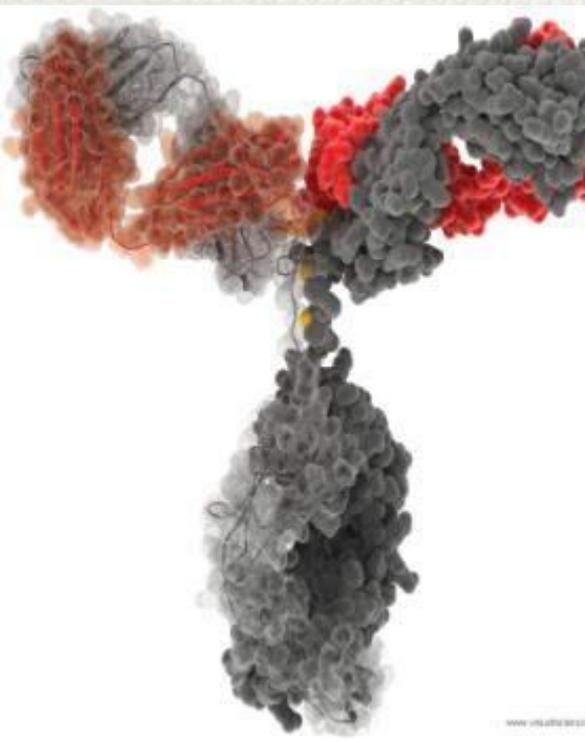


Например, фибриноген и протромбин обеспечивают свертываемость крови



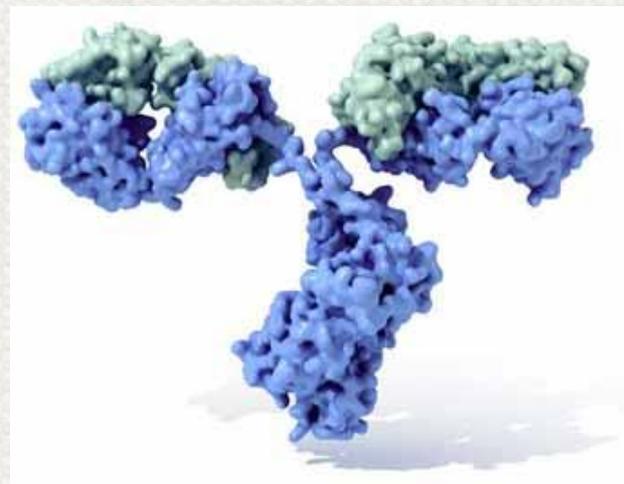
Защитная функция.

В ответ на проникновение в организм чужеродных белков или микроорганизмов (антигенов) образуются особые белки — **антитела**, способные связывать и обезвреживать их.

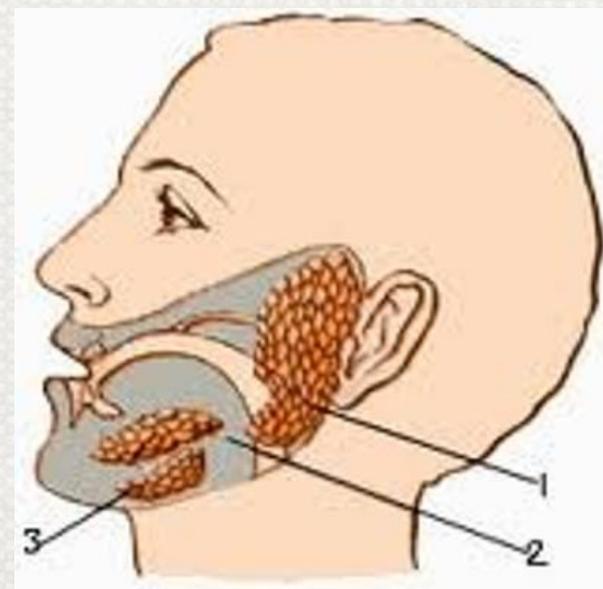
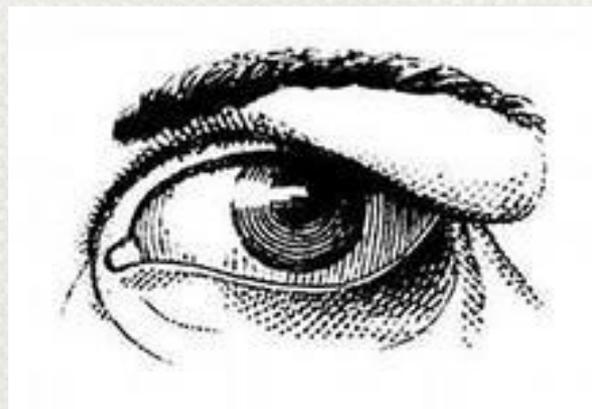


Глобулярный белок – иммуноглобулин

Иммуноглобулины— содержатся в сыворотке крови позвоночных животных и человека, **связывают и обезвреживают** проникающие в организм чужеродные белки и микроорганизмы.



В слюне и слезах содержится белок **лизоцим** – фермент, разрушающий клеточные стенки бактерий.

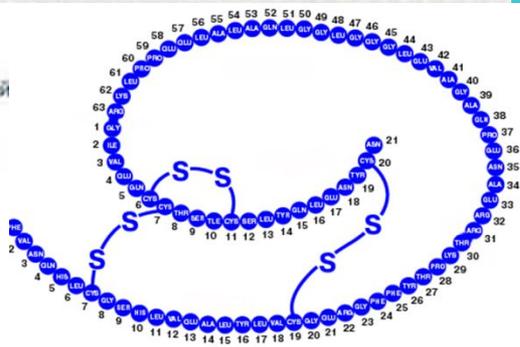


6. Регуляторная функция

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. Ряд гормонов представлен белками или полипептидами, например гормоны гипофиза, поджелудочной железы



4. Регуляторная

Фитохром растений является светочувствительным белком, регулирующим фотопериодическую реакцию у растений.



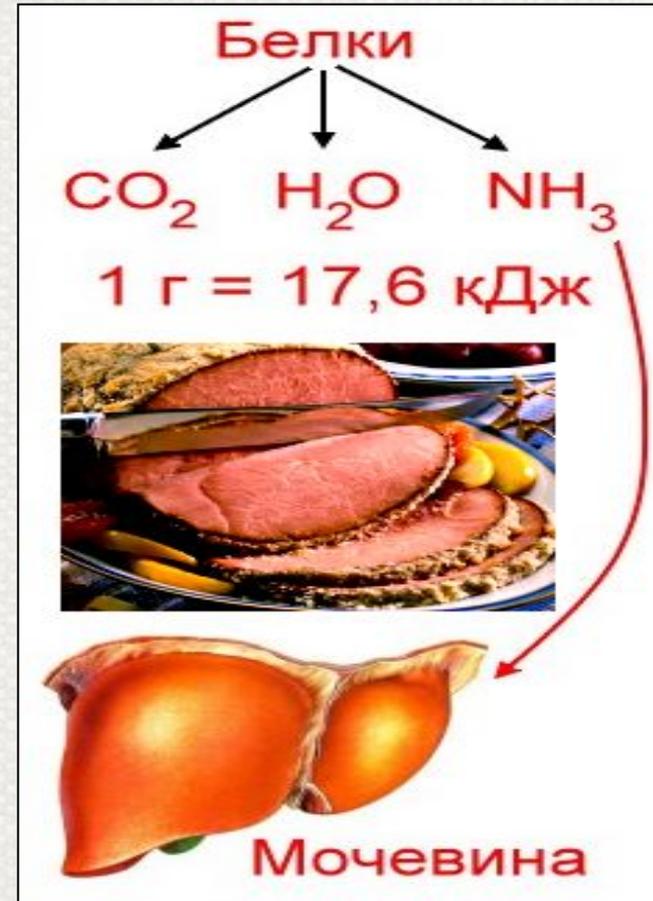
7. Энергетическая функция.

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.



Но в качестве источника энергии белки используются крайне редко.

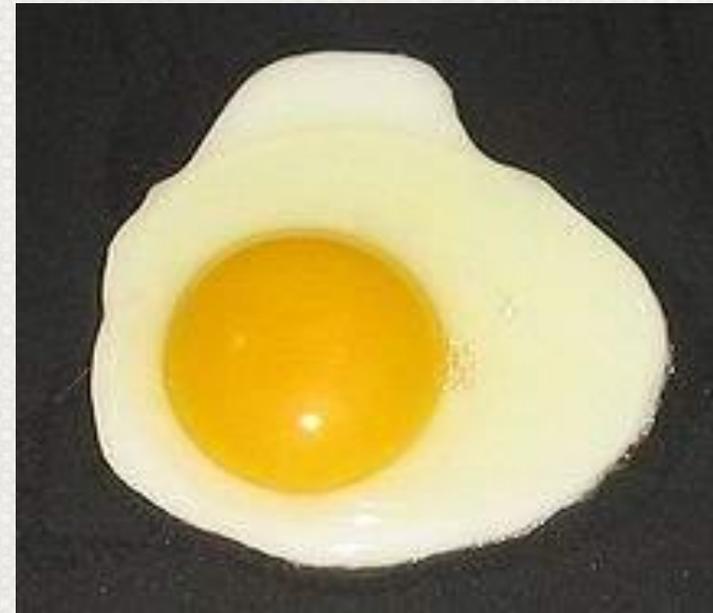
8. Питательная функция.

Эту функцию выполняют 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 яиц



Белки – источник незаменимых аминокислот.

Полноценные Белки



Неполноценные Белки

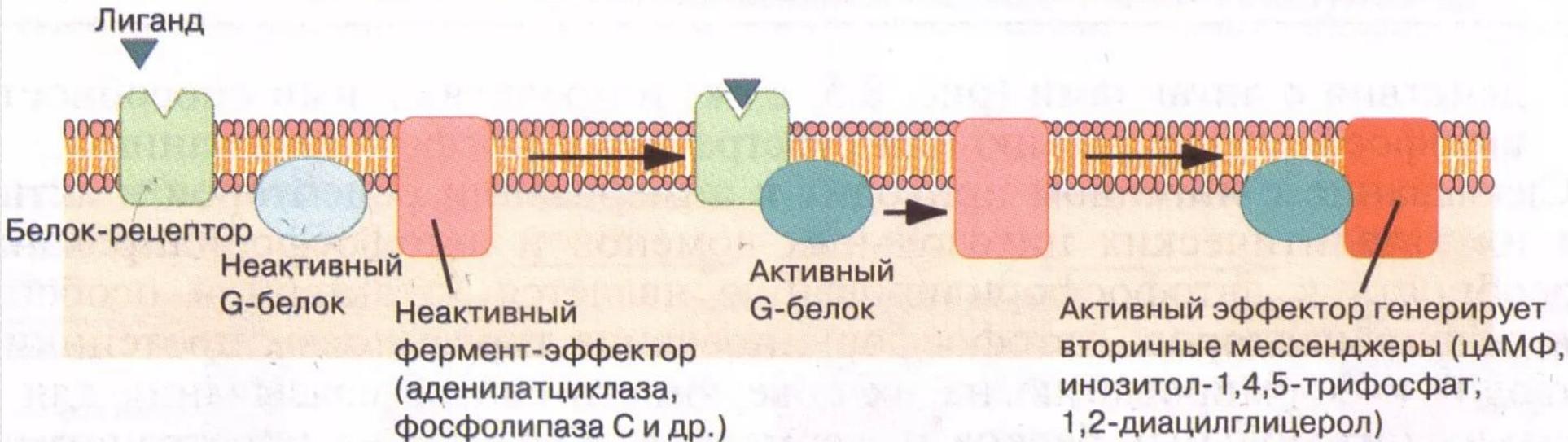


9. Рецепторная функция

Рецепторная – реакция на внешний раздражитель

Белки-рецепторы – встроенные в мембрану молекулы белков, способных изменять свою структуру в ответ на присоединение определенного химического вещества.

а) Рецепторы, сопряженные с G-белком (адреналин, глюкагон, серотонин)



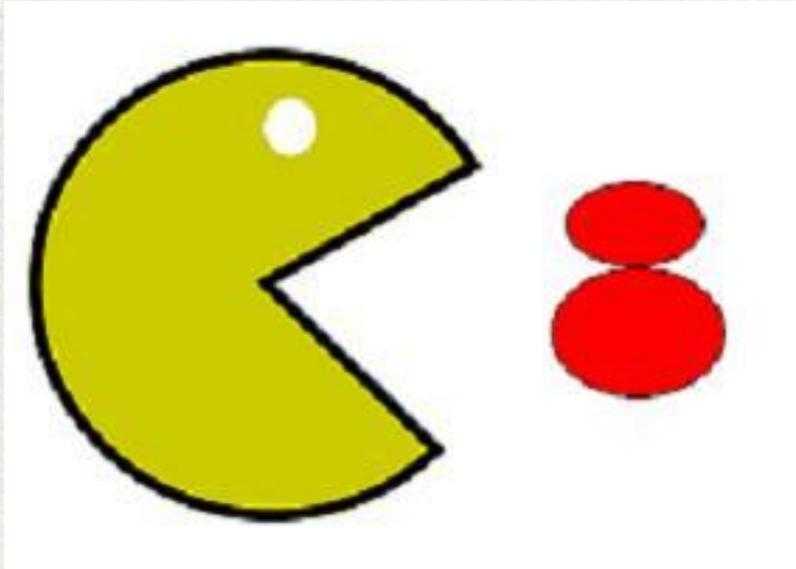
10. Иммунная функция. (антибиотики)

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.

Механизм действия



**ОСТАНОВКА
СИНТЕЗА
БЕЛКА**

Бактерицидное действие - нарушение синтеза белка на рибосомах

Неэффективны в отношении внутриклеточных паразитов!

11. Токсины

К токсинам относят высокомолекулярные соединения (белки, полипептиды), при попадании которых в организм происходит выработка антител.

По мишени действия токсины разделяют на

- Гематические яды — яды, затрагивающие кровь.
- Нейротоксины — яды, поражающие нервную систему и мозг.
- Миоксичные яды — яды, повреждающие мышцы.
- Гемотоксины — токсины, которые повреждают кровеносные сосуды и вызывают кровотечение.
- Гемолитические токсины — токсины, которые повреждают эритроциты.
- Нефротоксины — токсины, которые повреждают почки.
- Кардиотоксины — токсины, которые повреждают сердце.
- Некротоксины — токсины, которые разрушают ткани, вызывая их омертвление (некроз).

Поганка белая - смертельно ядовитый гриб, содержит яды аманитини вирозин.

При отравлении, происходит летальный исход.



установите соответствие между белками и их функциями

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Белки:

1. Кератин
2. Гемоглобин
3. Актин
4. Антитела
5. Миозин
6. Фибриноген
7. Коллаген
8. Альбумин
9. Каталаза
10. Трипсин
11. Инсулин

Функции:

- А. Строительная
- Б. Запасающая
- В. Защитная
- Г. Двигательная
- Д. Транспортная
- Е. Ферментативная
- Ж. Регуляторная

Выберите примеры функций белков, осуществляемых ими на клеточном уровне жизни.

- 1) обеспечивают транспорт ионов через мембрану
- 2) входят в состав волос, перьев
- 3) формируют кожные покровы
- 4) антитела связывают антигены
- 5) запасают кислород в мышцах
- 6) обеспечивают работу веретена деления

Какие из перечисленных белков невозможно обнаружить внутри мышечной клетки?

- 1) актин
- 2) гемоглобин
- 3) фибриноген
- 4) АТФаза
- 5) РНК-полимераза
- 6) трипсин

Выберите особенности строения молекул белков.

- 1) состоят из жирных кислот
- 2) состоят из аминокислот
- 3) мономеры молекулы удерживаются пептидными связями
- 4) состоят из одинаковых по строению мономеров
- 5) представляют собой многоатомные спирты
- 6) четвертичная структура молекул состоит из нескольких глобул

Все приведённые ниже признаки, кроме двух, можно использовать для описания белков и их значения в организме человека и животных. Определите два признака, «выпадающих» из общего списка, и запишите в ответ цифры, под которыми они указаны.

- 1) служат основным строительным материалом
- 2) расщепляются в кишечнике до глицерина и жирных кислот
- 3) образуются из аминокислот
- 4) в печени превращаются в гликоген
- 5) в качестве ферментов ускоряют химические реакции

Все перечисленные ниже признаки, кроме двух, можно использовать для описания молекулы инсулина. Определите два признака, «выпадающие» из общего списка, и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны

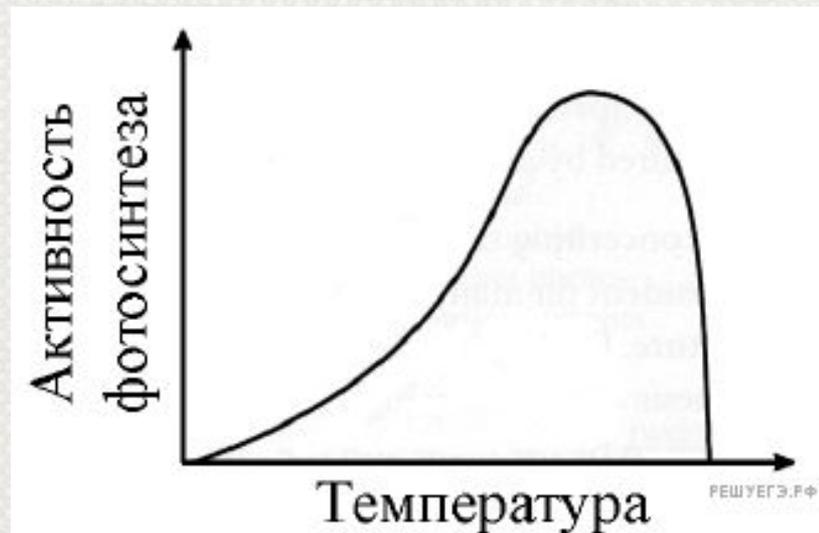
- 1) состоит из аминокислот
- 2) гормон надпочечников
- 3) катализатор многих химических реакций
- 4) гормон поджелудочной железы
- 5) вещество белковой природы

Все перечисленные ниже признаки, кроме двух, можно использовать для описания яичного белка альбумина.

Определите два признака, «выпадающих» из общего списка, и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) состоит из аминокислот
- 2) пищеварительный фермент
- 3) денатурирует обратимо при варке яйца
- 4) мономеры связаны пептидными связями
- 5) молекула образует первичную, вторичную и третичную структуры

- Во время эксперимента учёный измерял скорость фотосинтеза в зависимости от температуры. Концентрацию углекислого газа и интенсивность освещения он поддерживал постоянными. Объясните, почему при повышении температуры активность фотосинтеза сначала растёт, но начиная с определённой температуры начинает стремительно снижаться (см. график).



- Пояснение.
- 1) Темновая стадия фотосинтеза – это цикл реакций, катализируемых ферментами.
- 2) Активность ферментов при повышении температуры возрастает,
- 3) пока не начнётся денатурация ферментов под воздействием высокой температуры, и тогда скорость реакции падает.

**Преступник, чтобы скрыть
следы преступления, сжег
окровавленную одежду
жертвы.**

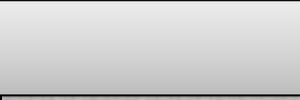
**Судебно-медицинский
эксперт установил
наличие крови на одежде.
Как это было сделано?**

Функция	Описание	Примеры
Транспортная	Переносят химические элементы к клеткам и обратно во внешнюю среду	Гемоглобин переносит кислород и углекислый газ, транскортин – гормон надпочечников в кровь
Двигательная	Помогают сокращаться мышцам многоклеточных животных	Актин, миозин
Структурная	Обеспечивают прочность тканей и клеточных структур	Коллаген, фиброин, липопротейны
Строительная	Участвуют в образовании тканей, мембран, клеточных стенок. Составляют мышцы, волосы, сухожилия	Эластин, кератин
Сигнальная	Передают информацию между клетками, тканями, органами	Цитокины
Ферментативная или каталитическая	Они являются катализатором многих биохимических реакций (ускоряют или замедляют)	Ферменты
Регуляторная или гормональная	Гормоны белкового происхождения контролируют и регулируют процессы метаболизма	Инсулин, лютропин, тиротропин

Функция	Описание	Примеры
Генно-регуляторная	Регулируют функции нуклеиновых кислот при переносе генетической информации	Гистоны регулируют репликацию и транскрипцию ДНК
Энергетическая	Используется как дополнительный источник энергии. При распаде 1 г высвобождается 17,6 кДж	Распадаются после истощения других источников энергии – углеводов и жиров
Защитная	Специфичные белки – антитела – предохраняют организм от заражения, уничтожая чужеродные частицы. Особые белки сворачивают кровь, останавливая кровотечение	Иммуноглобулины, фибриноген, тромбин
Запасающая	Запасаются для питания клеток. Удерживают необходимые организму вещества	Ферритин удерживает железо, казеин, глютен, альбумин запасаются в организме
Рецепторная	Удерживают различные регуляторы (гормоны, медиаторы) на поверхности или внутри клетки	Глюкагоновый рецептор, протеинкиназа

Функция	Описание	Примеры
Генно-регуляторная	Регулируют функции нуклеиновых кислот при переносе генетической информации	Гистоны регулируют репликацию и транскрипцию ДНК
Энергетическая	Используется как дополнительный источник энергии. При распаде 1 г высвобождается 17,6 кДж	Распадаются после истощения других источников энергии – углеводов и жиров
Защитная	Специфичные белки – антитела – предохраняют организм от заражения, уничтожая чужеродные частицы. Особые белки сворачивают кровь, останавливая кровотечение	Иммуноглобулины, фибриноген, тромбин
Запасающая	Запасаются для питания клеток. Удерживают необходимые организму вещества	Ферритин удерживает железо, казеин, глютен, альбумин запасаются в организме
Рецепторная	Удерживают различные регуляторы (гормоны, медиаторы) на поверхности или внутри клетки	Глюкагоновый рецептор, протеинкиназа

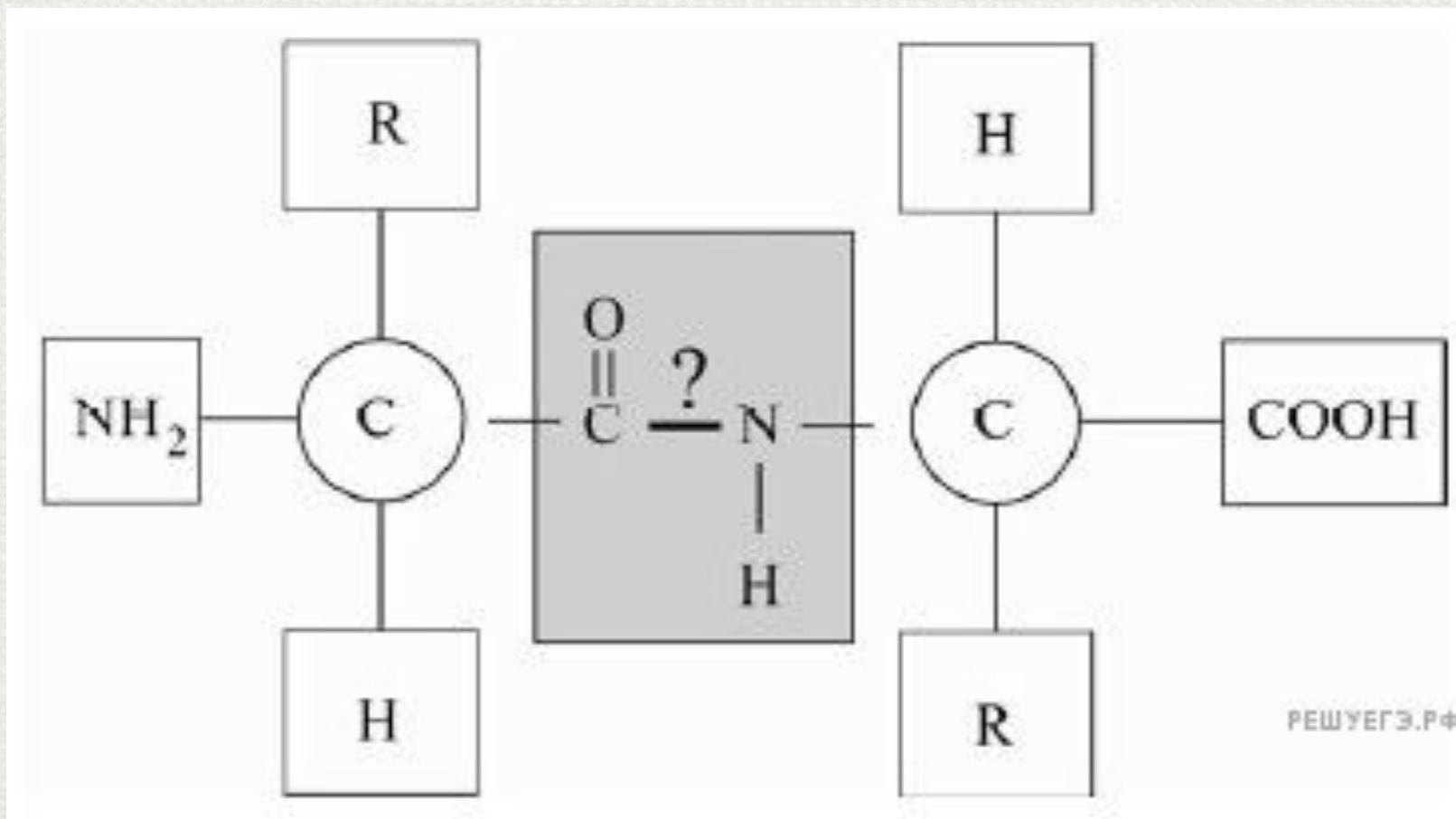
Функция	Описание	Примеры
[]	Переносят химические элементы к клеткам и обратно во внешнюю среду	[]
[]	Помогают сокращаться мышцам многоклеточных животных	[]
[]	Обеспечивают прочность тканей и клеточных структур	Коллаген, фиброин, липопротейны
[]	Участвуют в образовании тканей, мембран, клеточных стенок. Составляют мышцы, волосы, сухожилия	[]
[]	Передают информацию между клетками, тканями, органами	Цитокины
[]	[]	и Ферменты
[]	Гормоны белкового происхождения контролируют и регулируют процессы метаболизма	[]

Функция	Описание	Примеры
Генно-регуляторная	Регулируют функции нуклеиновых кислот при переносе генетической информации	Гистоны регулируют репликацию и транскрипцию ДНК
	Используется как дополнительный источник энергии. При распаде 1 г высвобождается 17,6 кДж	Распадаются после истощения других источников энергии – углеводов и жиров
	Специфичные белки – антитела – предохраняют организм от заражения, уничтожая чужеродные частицы. Особые белки сворачивают кровь, останавливая кровотечение	
	Запасаются для питания клеток. Удерживают необходимые организму вещества	
	Удерживают различные регуляторы (гормоны, медиаторы) на поверхности или внутри клетки	Глюкагоновый рецептор, протеинкиназа

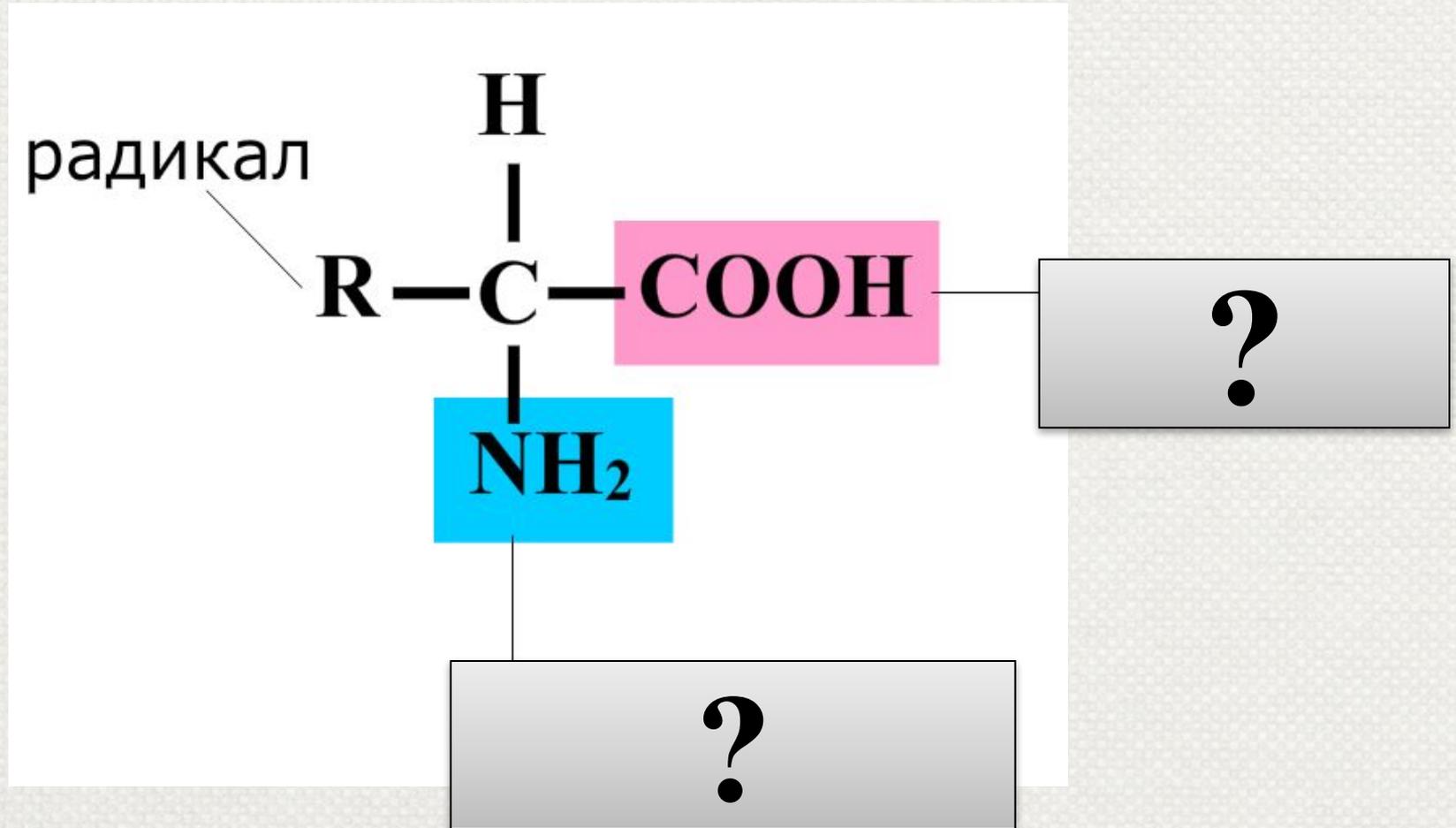
Выберите три функции, характерные только для белков.

- 1) энергетическая
- 2) каталитическая
- 3) двигательная
- 4) транспортная
- 5) структурная
- 6) запасаящая

- Рассмотрите предложенную схему реакции между аминокислотами. Запишите в ответ понятие, обозначающее название химической связи, отмеченной на схеме знаком вопроса.



Строение аминокислот



Каждая из 20 аминокислот имеет одинаковую часть (NH₂ — CH — COOH) и отличается от любой другой аминокислоты R-группой, или радикалом

