

Химический состав клетки

Кондратьева Е.И.

Свойства живых организмов

Империя Клеточные

Надцарство Прокариоты
Царство Дробянки

Подцарство
Архебактерии

Подцарство
Настоящие бактерии

Подцарство
Цианобактерии

Надцарство Эукариоты

Царство Растения

350 000 видов
фотоавтотрофных
организмов.



Царство Животные

Гетеротрофные
подвижные
организмы. Запасное
вещество - гликоген.



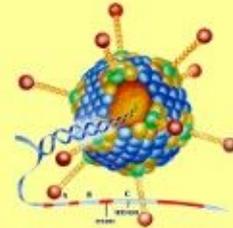
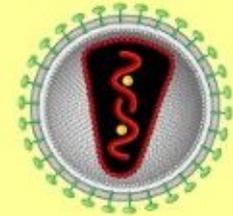
Царство Грибы

100 000 видов
гетеротрофных
организмов.



Империя Неклеточные

Царство Вирусы



Все живые организмы на Земле делятся на две империи — **империя Клеточные** и **империя Неклеточные**. Империя Клеточные объединяет организмы, имеющие клеточное строение. К неклеточным организмам относится вирусы, объединенные в царство Вирусы.

Свойства живых организмов

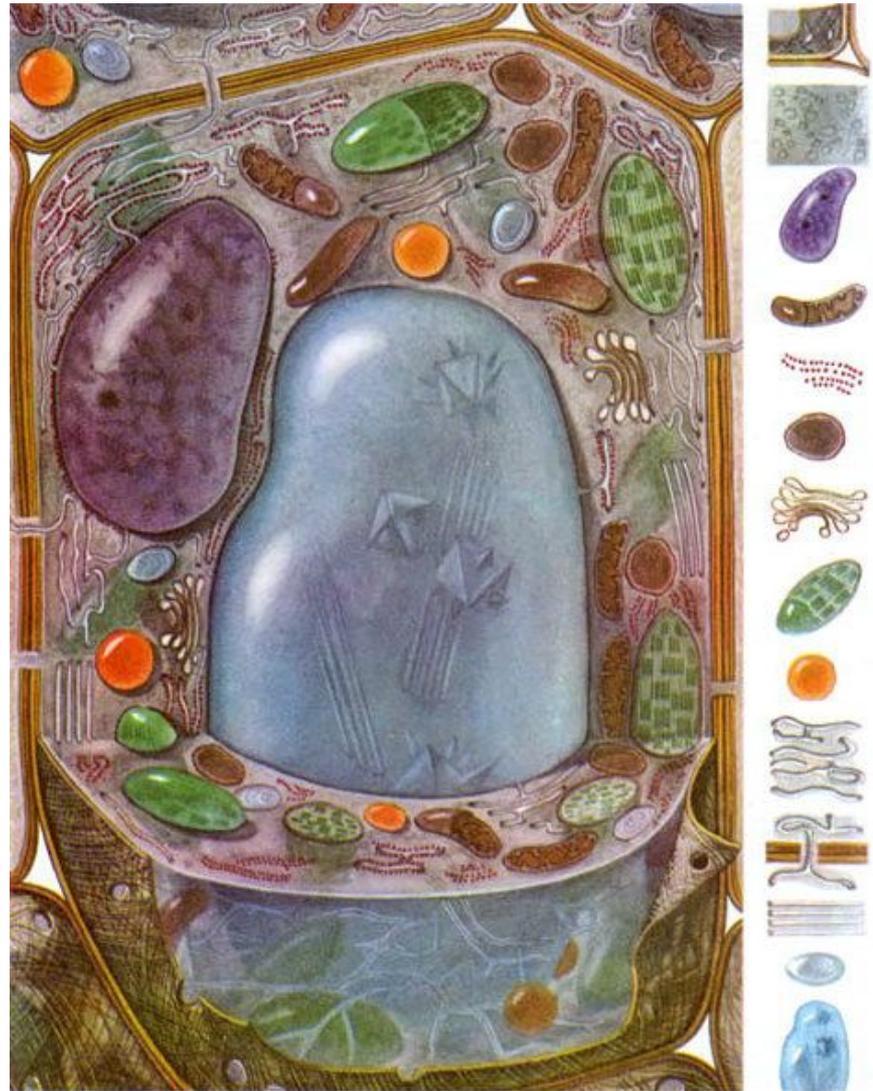
1. Важнейший признак живого организма — способность к размножению, способность к передаче генетической информации следующему поколению. При бесполом размножении следующее поколение получают генетическую информацию от материнского организма, при половом — происходит объединение генетической информации двух организмов.
2. Живой организм является открытой системой, в него поступают питательные вещества, он использует различные виды энергии — энергию света, энергию, выделяющуюся при окислении органических и неорганических веществ, выделяет в окружающую среду продукты обмена веществ и энергию. Другими словами, между организмом и средой обитания происходит постоянный обмен веществ и энергии.
3. Клетки живых организмов образованы различными биополимерами, важнейшими из которых являются нуклеиновые кислоты и белки. Но мертвая лошадь также состоит из биополимеров, поэтому важно подчеркнуть их постоянное самообновление.
4. Пока организм жив, он воспринимает воздействия окружающей среды, под влиянием раздражителя происходит возбуждение и развивается ответная реакция на возбуждение. Возбудимость — важнейшее свойство организма.

Свойства живых организмов

5. В результате естественного отбора организмы удивительным образом **адаптировались к конкретным условиям обитания**. Эта адаптация началась с эволюции на уровне молекул, затем на уровне органоидов клетки — на клеточном уровне, затем на уровне многоклеточного организма.
6. Для живых организмов характерна **высокая степень организации**, которая проявляется в сложном строении биологических молекул, органоидов, клеток, органов, их специализации к выполнению определенных функций.
7. Также к признакам живых организмов относятся **рост, старение и смерть**.

Уровни организации живой материи

На клеточном уровне изучается строение клеток, строение и функции ее отдельных органоидов.



Уровни организации живой материи

Неорганические	Содержание, %	Органические	Содержание, %
Вода	40—95	Белки	10—20
Другие неорганические вещества	1,0—1,5	Липиды	1—5
		Углеводы	0,2—2,0
		Нуклеиновые кислоты	1,0—2,0
		АТФ и другие низкомолекулярные органические соединения	0,1—0,5

Молекулярный уровень представлен молекулами органических веществ – белков, углеводов, липидов, нуклеиновых кислот, находящихся в клетках и получивших название биологических молекул.

Химический состав клетки

Все клетки, независимо от уровня организации, сходны по химическому составу. В живых организмах обнаружено около 80 химических элементов периодической системы Д.И.Менделеева.

Для 24 элементов известны функции, которые они выполняют в клетке. Эти элементы называются *биогенными*. По количественному содержанию в живом веществе элементы делятся на три категории:

Макроэлементы:

O, C, H, N — около 98% от массы клетки, элементы 1-ой группы;

K, Na, Ca, Mg, S, P, Cl, Fe — 1,9 % от массы клетки, элементы 2-ой группы. К макроэлементам относят элементы, концентрация которых превышает 0,001%. Они составляют основную массу живого вещества клетки.

Микроэлементы:

(*Zn, Mn, Cu, Co, Mo* и многие другие), доля которых составляет от 0,001% до 0,000001% (0,1 % массы клетки). Входят в состав биологически активных веществ — ферментов, витаминов и гормонов.

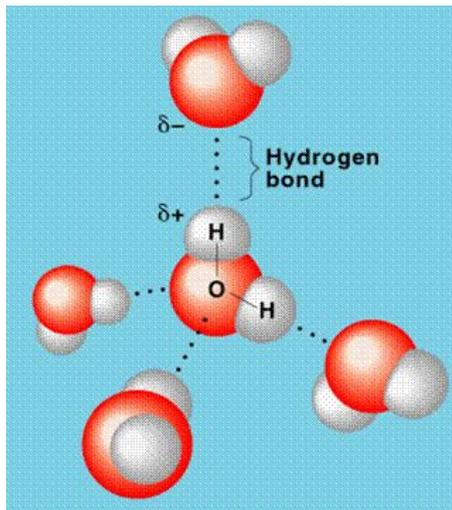
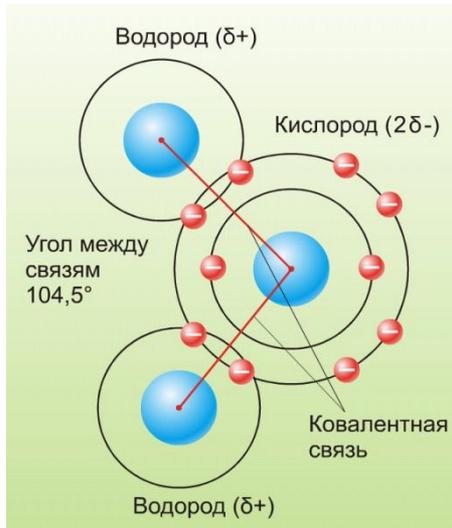
Ультрамикроэлементы:

(*Au, U, Ra* и др.), концентрация которых не превышает 0,000001%. Роль большинства элементов этой группы до сих пор не выяснена.

Химические соединения клетки. Вода



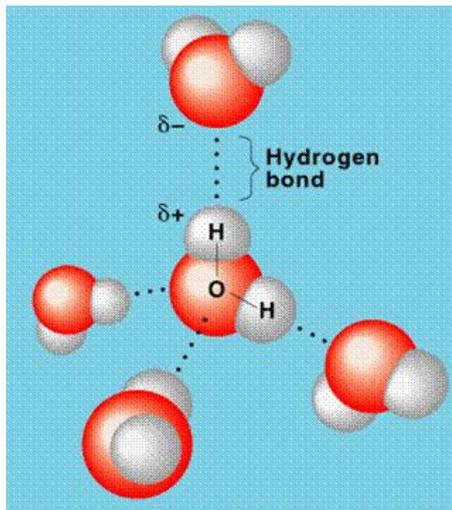
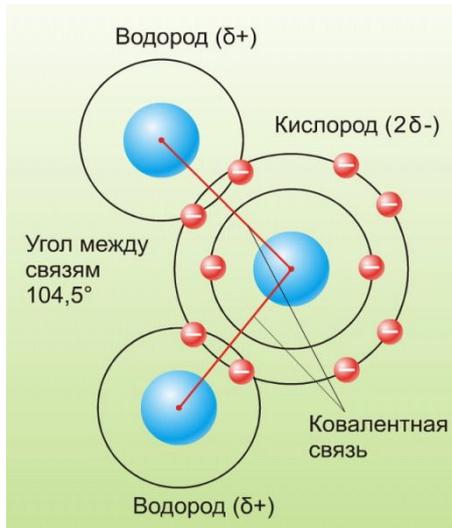
Химические соединения клетки. Вода



Молекула воды состоит из атома O, связанного с двумя атомами H полярными ковалентными связями. Характерное расположение электронов в молекуле воды придает ей электрическую асимметрию. Более электроотрицательный атом кислорода притягивает электроны атомов водорода сильнее, в результате общие пары электронов смещены в молекуле воды в его сторону.

Поэтому, хотя молекула воды **в целом не заряжена**, каждый из двух атомов водорода обладает частично положительным зарядом (обозначаемым δ^+), а атом кислорода несет частично отрицательный заряд ($2\delta^-$). Молекула воды поляризована и является диполем (имеет два полюса).

Химические соединения клетки. Вода

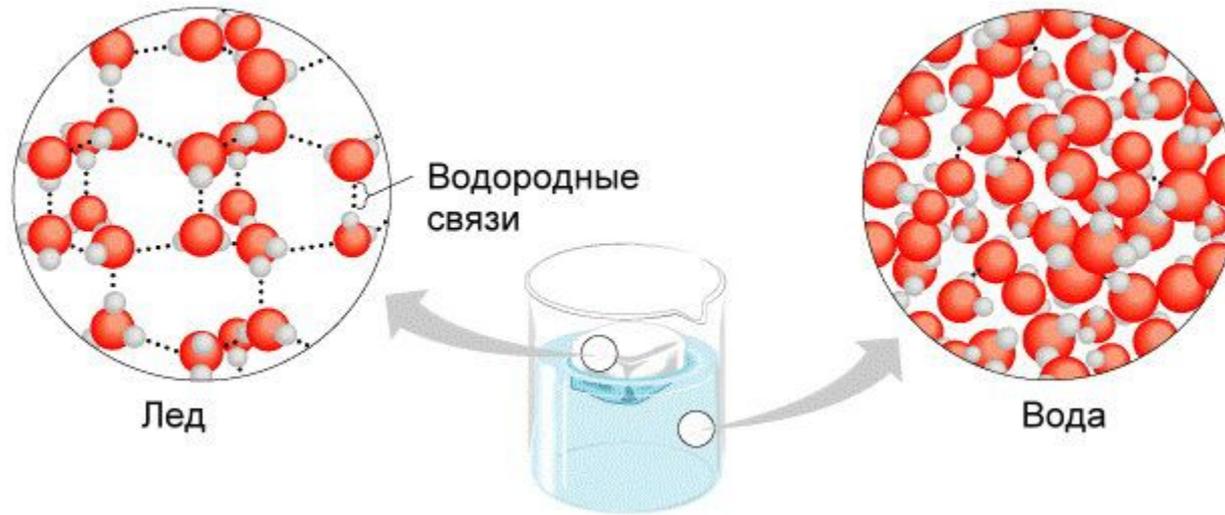


Частично отрицательный заряд атома кислорода одной молекулы воды притягивается частично положительными атомами водорода других молекул. Таким образом, каждая молекула воды стремится связаться водородными связями с четырьмя соседними молекулами воды.

Вода является хорошим растворителем.

Благодаря полярности молекул и способности образовывать водородные связи вода легко **растворяет ионные соединения (соли, кислоты, основания)**. Хорошо растворяются в воде и некоторые **неионные, но полярные соединения**, т. е. в молекуле которых присутствуют заряженные (полярные) группы, например сахара, простые спирты, аминокислоты. Вещества, хорошо растворимые в воде, называются **гидрофильными** (от греч. *hygros* – влажный и *philia* – дружба, склонность).

Химические соединения клетки. Вода



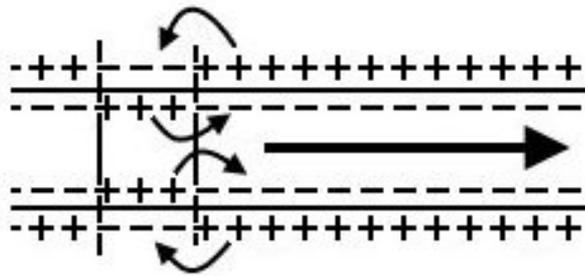
Плотность воды в твердом состоянии меньше чем в жидком, благодаря этому лед образуется на поверхности воды. Максимальная плотность воды при $+4\text{ C}^\circ$.

Химические соединения клетки. Соли

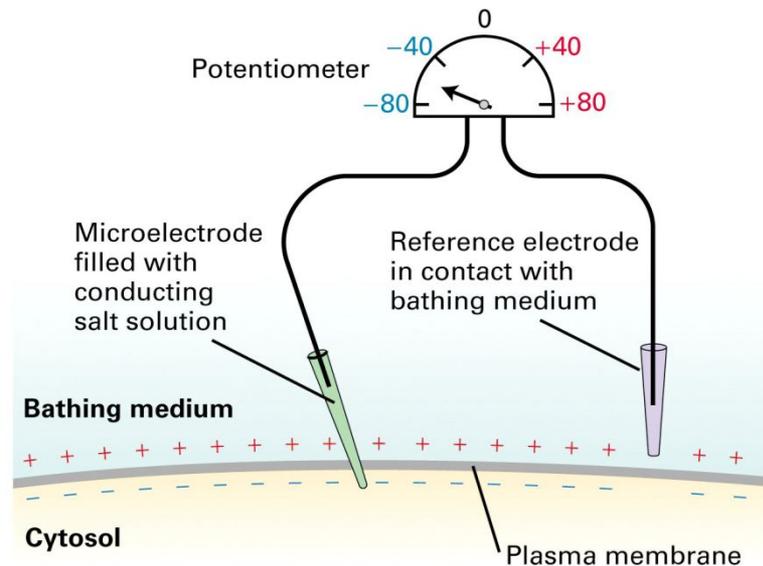
Важнейшие катионы

K^+ , Na^+ , Ca^{2+} и др.

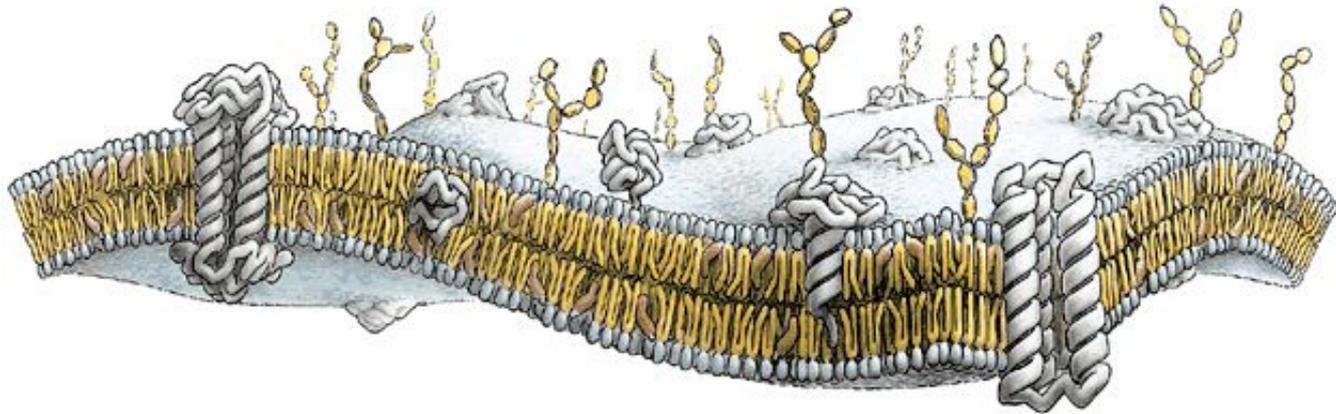
На внешней поверхности мембраны всегда больше Na^+ чем на внутренней, и меньше K^+ , чем на внутренней



Данные катионы обеспечивают возбудимость клетки и проведение нервного импульса.



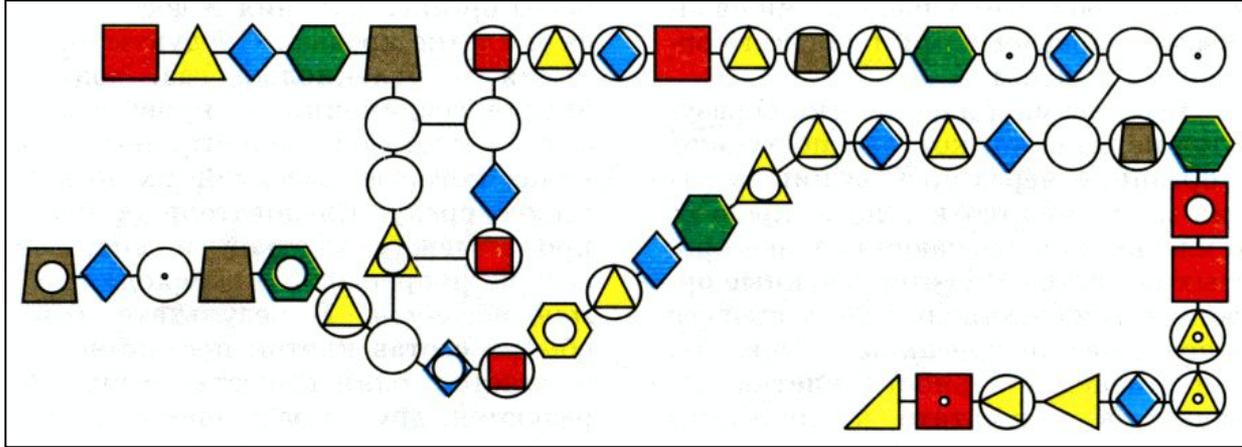
Химический состав клетки



Жиры образованы теми же химическими элементами, что и углеводы. Жиры нерастворимы в воде. Они входят в состав клеточных мембран. Жиры также служат запасным источником энергии в организме. При полном расщеплении 1 г жира освобождается **38,9 кДж** энергии.

Белки являются основными веществами клетки. Белки — самые сложные из встречающихся в природе органических веществ, хотя и состоят из относительно небольшого числа химических элементов — **углерода, водорода, кислорода, азота, серы**. Молекула белка имеет большие размеры и представляет собой цепь, состоящую из десятков и сотен более простых соединений — **20 видов аминокислот**.

Химический состав клетки



Белки служат главным строительным материалом. Они участвуют в формировании мембран клетки, ядра, цитоплазмы, органоидов.

Многие белки выполняют роль ускорителей течения химических реакций — *ферментов*. Биохимические процессы могут происходить в клетке только в присутствии особых ферментов, которые ускоряют химические превращения веществ в сотни миллионов раз.

Белки имеют разнообразное строение. Только в одной клетке насчитывается до 1000 разных белков. При распаде белков в организме освобождается примерно такое же количество энергии, как и при расщеплении углеводов — *17,6 кДж на 1 г*.

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 α -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.

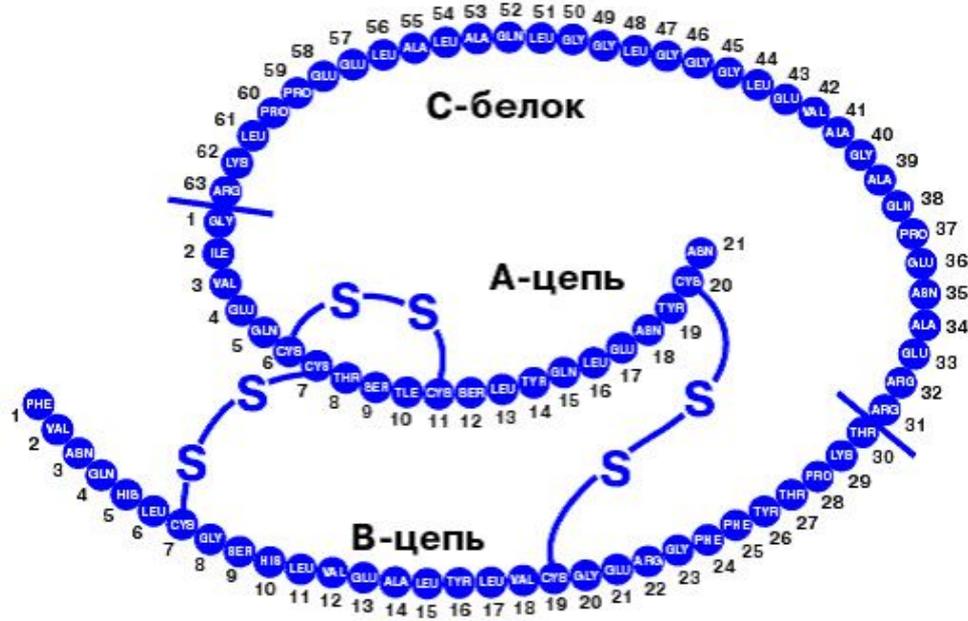
В зависимости от того, могут ли аминокислоты синтезироваться в организме, различают: *заменимые аминокислоты* — десять аминокислот, синтезируемых в организме; *незаменимые аминокислоты*, которые в организме не синтезируются. Незаменимые аминокислоты должны поступать в организм вместе с пищей.

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*).

2. Структуры белковых молекул

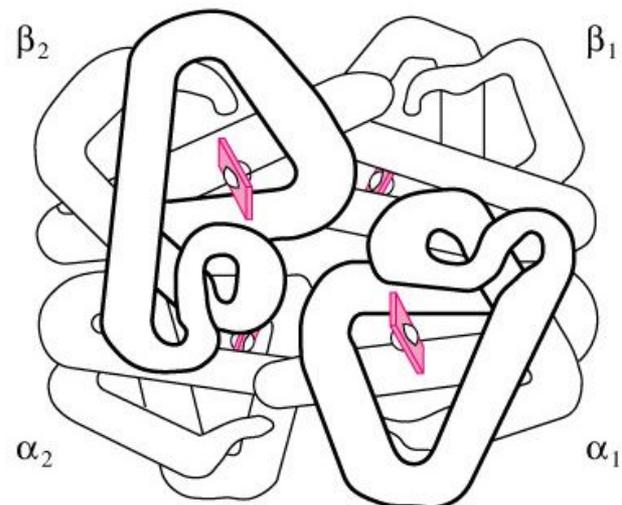
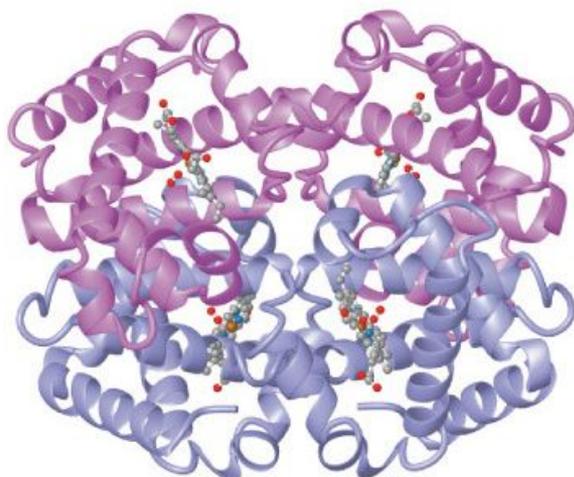
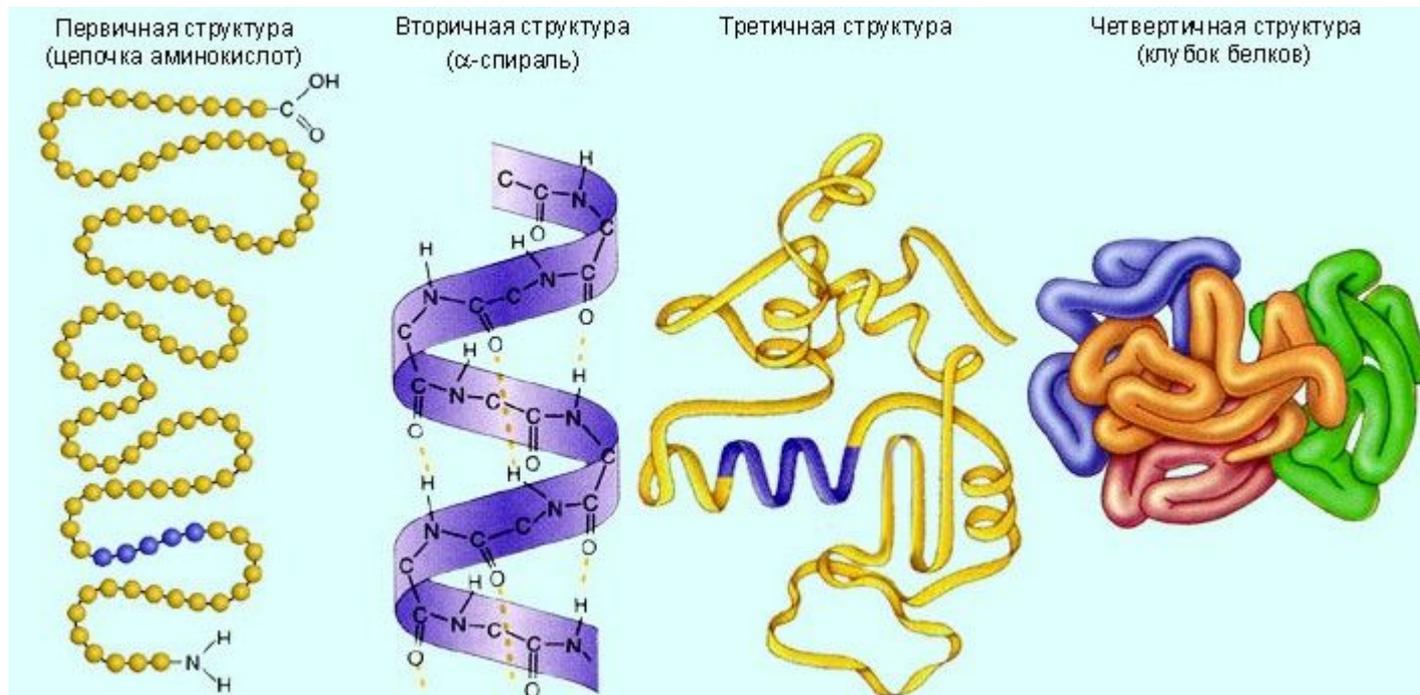
Выделяют 4 уровня пространственной организации белков. Под *первичной структурой* белка понимают последовательность расположения аминокислотных остатков в одной или нескольких полипептидных цепях, составляющих молекулу белка. Первым белком, у которого была выявлена аминокислотная последовательность, 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

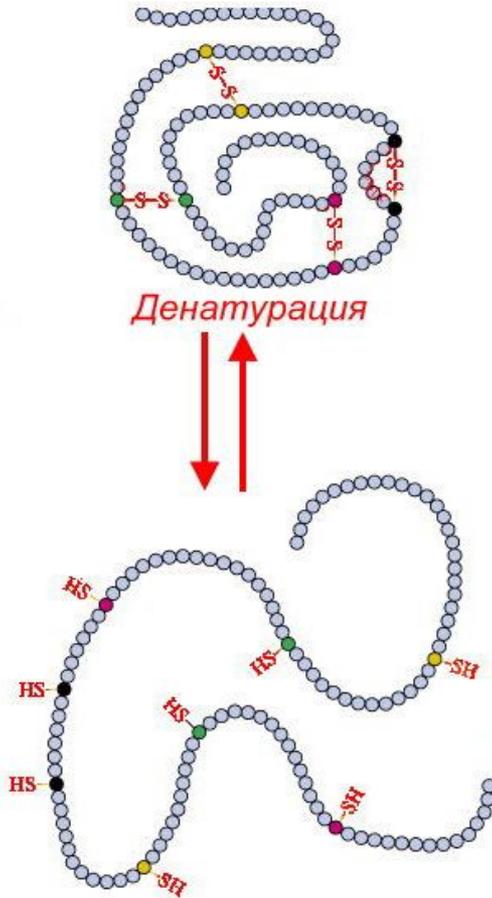


1. Свойства белков

1. Белки являются *амфотерными соединениями*, сочетают в себе *основные* и *кислотные* свойства, определяемые радикалами аминокислот. Различают *кислые*, *основные* и *нейтральные* белки. Способность отдавать и присоединять H^+ определяют *буферные свойства* белков, один из самых мощных буферов — гемоглобин в эритроцитах, поддерживающий pH крови на постоянном уровне.
2. Есть белки *растворимые*, есть *нерастворимые* белки, выполняющие механические функции (*фиброин, кератин, коллаген*).
3. Есть белки необычайно химически *активные* (ферменты), есть химически *неактивные*.
4. Есть *устойчивые* к воздействию различных условий внешней среды и крайне *неустойчивые*. Внешние факторы (*изменение температуры, солевого состава среды, pH, радиация*) могут вызывать нарушение структурной организации молекулы белка.

1. Свойства белков

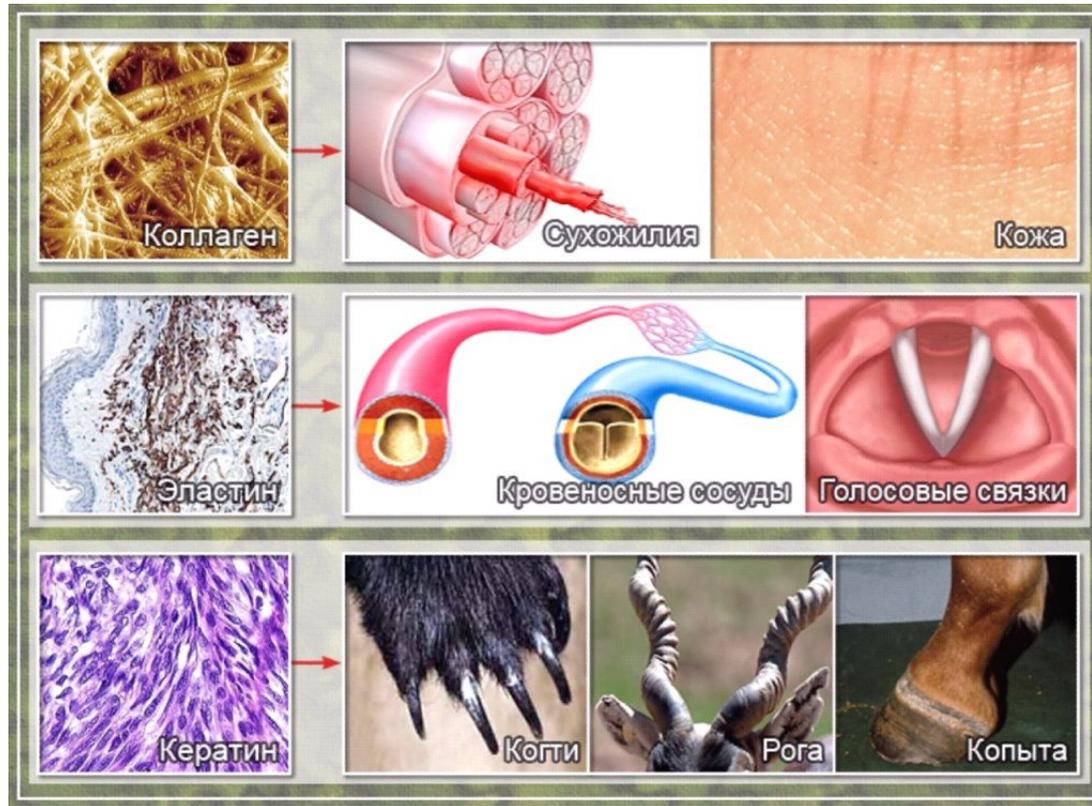
5. Процесс утраты трехмерной конформации, присущей данной молекуле белка, называют **денатурацией**. Причиной денатурации является разрыв связей, стабилизирующих определенную структуру белка. Вместе с тем, **денатурация не сопровождается разрушением полипептидной цепи**. Изменение пространственной конфигурации приводит к изменению свойств белка и, как следствие, **делает невозможным выполнение белком собственных ему биологических функций**.



Денатурация может быть: **обратимой**, процесс восстановления структуры белка после денатурации называется **ренатурацией**. Если восстановление пространственной конфигурации белка невозможно, то денатурация называется **необратимой**.

6. Разрушение первичной структуры белковой молекулы называется **деградацией**.

2. Функции белков



Структурные белки участвуют в образовании различных органов и тканей.

Благодаря сложности, разнообразию форм и состава, белки играют важную роль в жизнедеятельности клетки и организма в целом.

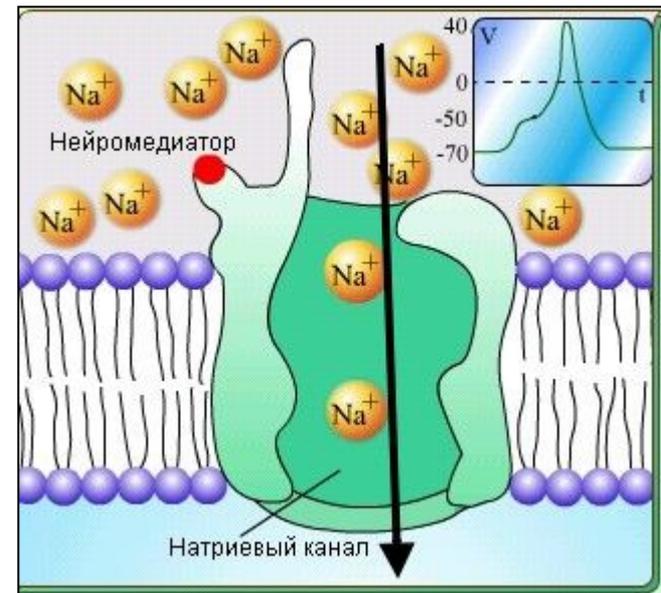
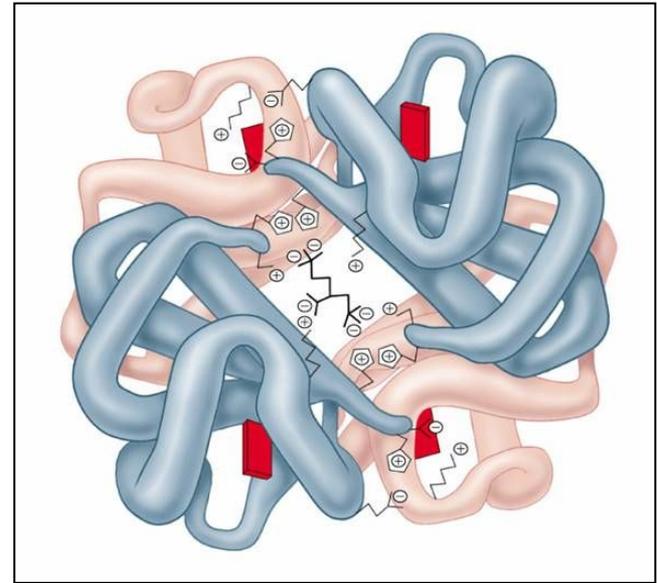
1. Одна из важнейших — **строительная**. Белки участвуют в образовании клеточных и внеклеточных структур: входят в состав клеточных мембран, шерсти, волос, сухожилий, стенок сосудов и т.д.

2. Функции белков

2. **Транспортная.** Некоторые белки способны присоединять различные вещества и переносить их к различным тканям и органам тела, из одного места клетки в другое.

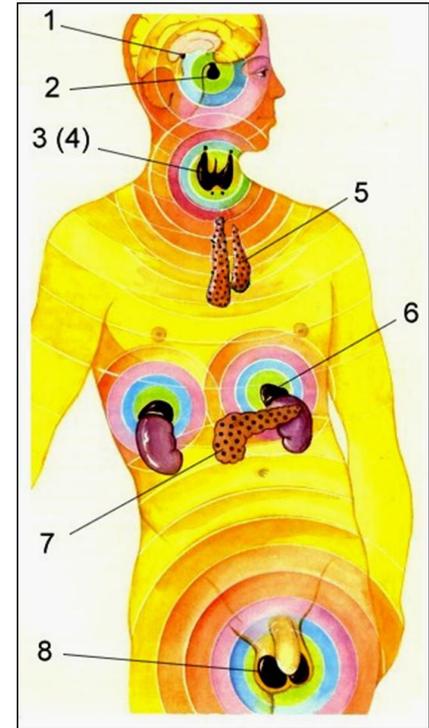
Например, белок крови **гемоглобин транспортирует O_2 и CO_2** ;

в состав клеточных мембран входят особые **белки**, **обеспечивают активный и строго избирательный перенос некоторых веществ и ионов** из клетки во внешнюю среду и обратно.

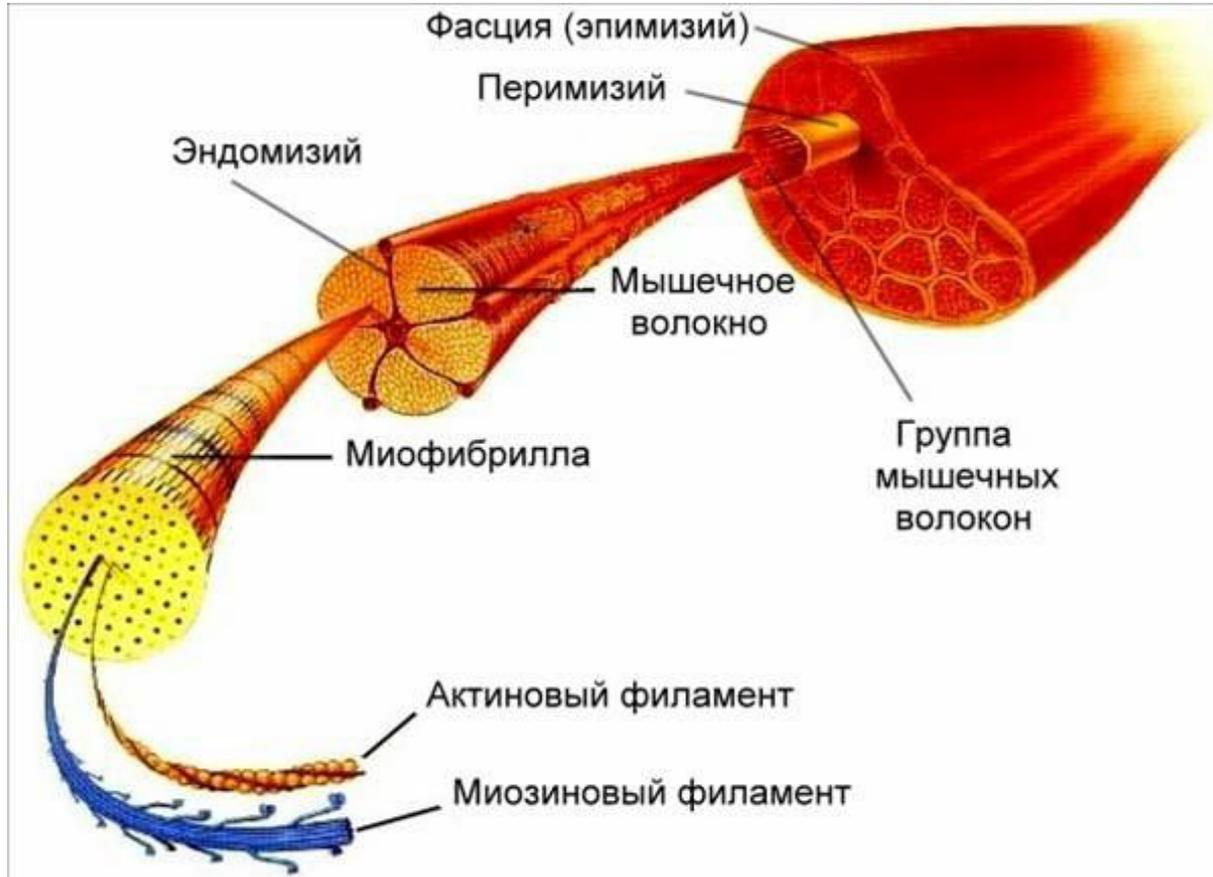


2. Функции белков

3. **Регуляторная.** Большая группа белков организма принимает участие в регуляции процессов обмена веществ. Такими белками являются **гормоны** — биологически активные вещества, выделяющиеся в кровь железами внутренней секреции (гормоны гипофиза, поджелудочной железы). Например, гормон **инсулин** регулирует уровень сахара в крови путем повышения проницаемости клеточных мембран для глюкозы, способствует синтезу гликогена.
4. **Защитная.** В ответ на проникновение в организм чужеродных белков или микроорганизмов (антигенов) образуются особые белки — **антитела**, способные связывать и обезвреживать их. **Фибрин**, образующийся из **фибриногена**, способствует остановке кровотечений.



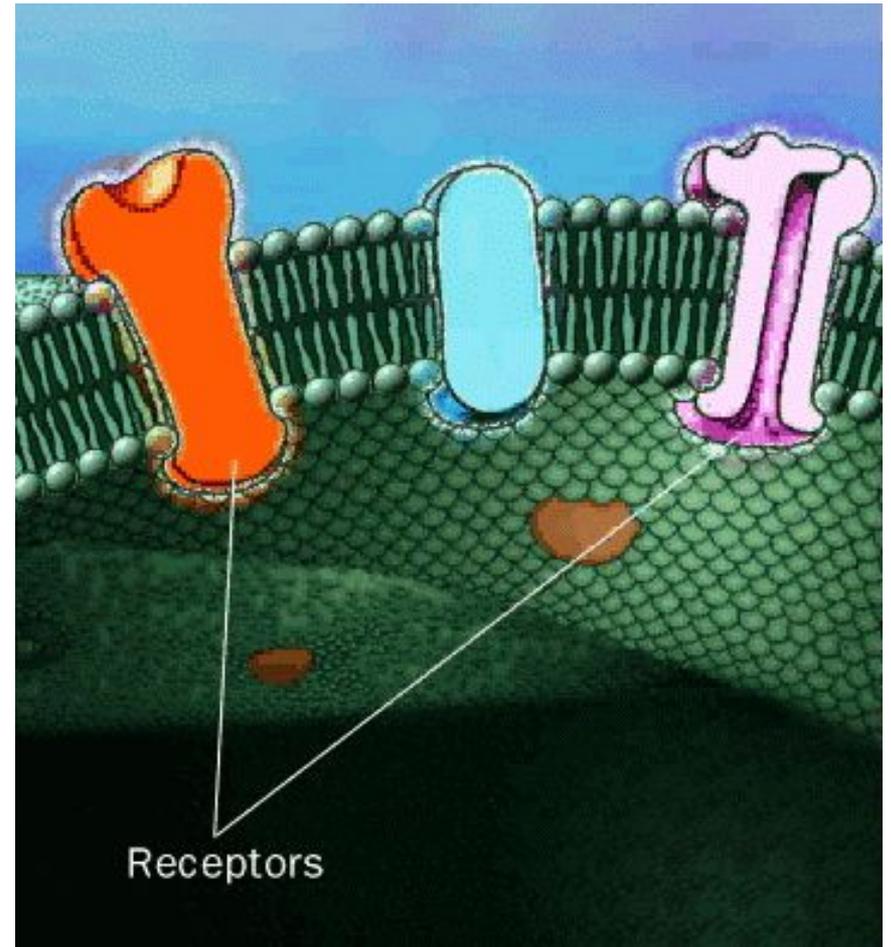
2. Функции белков



5. **Двигательная.** 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.

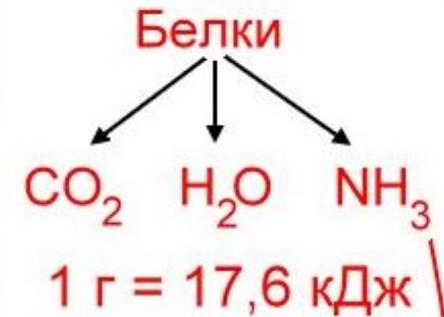
2. Функции белков

6. Весьма важна для жизни клетки *сигнальная функция белков*. В поверхностную мембрану клетки встроены молекулы белков, способных изменять свою третичную структуру в ответ на действие факторов внешней среды. Так происходит прием сигналов из внешней среды и передача команд в клетку.



2. Функции белков

7. **Запасаящая.** Благодаря белкам в организме могут откладываться про запас некоторые вещества. Например, при распаде гемоглобина железо не выводится из организма, а сохраняется в организме, образуя комплекс с белком **ферритином**. К запасным белкам относятся белки яйца, белки молока.
8. **Энергетическая.** Белки являются одним из источников энергии в клетке. При распаде 1 г белка до конечных продуктов выделяется **17,6 кДж**. Сначала белки распадаются до аминокислот, а затем до конечных продуктов — **воды, углекислого газа и аммиака**. Однако в качестве источника энергии белки используются тогда, когда другие (углеводы и жиры) израсходованы.

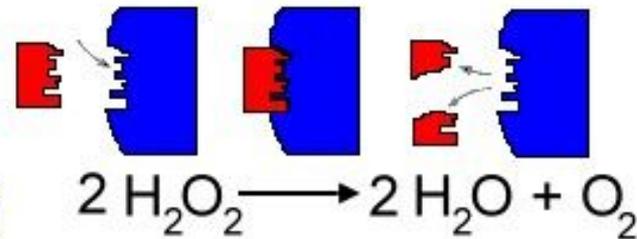


2. Функции белков

9. **Каталитическая.** Одна из важнейших функций белков. Скорость ферментативных реакций **в десятки тысяч (а иногда и в миллионы раз)** выше скорости реакций, идущих с участием неорганических катализаторов.

Например, пероксид водорода без катализаторов разлагается медленно: $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$. В присутствии солей железа (катализатора) эта реакция идет несколько быстрее. Фермент **каталаза** за 1 сек. расщепляет до **100 тыс. молекул H_2O_2** .

Масса фермента гораздо больше массы субстрата, та часть молекулы фермента, которая взаимодействует с молекулой субстрата получила название – **активный центр фермента**.



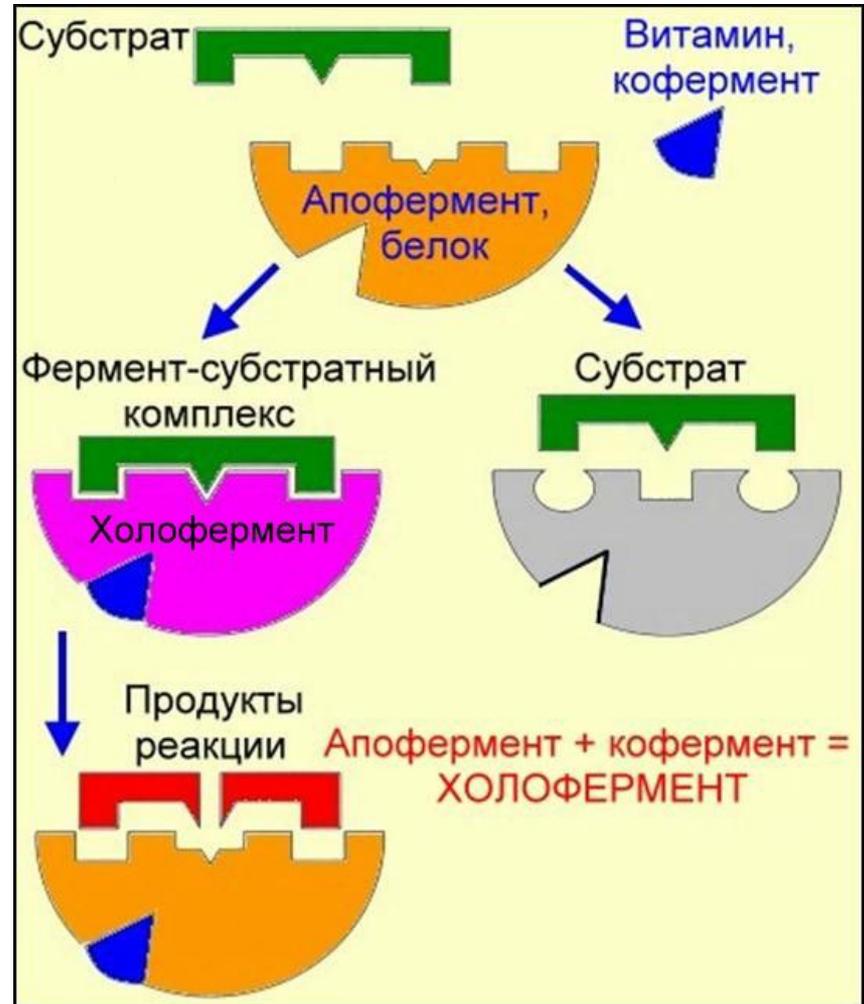
Масса каталазы - 250 000
Масса пероксида (H_2O_2)- 34

2. Функции белков

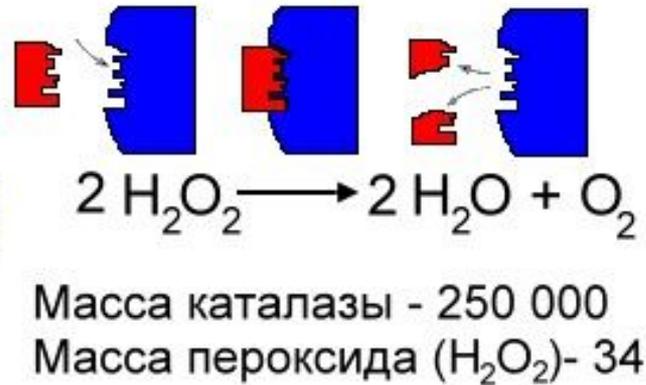
Ферменты – глобулярные белки, по особенностям строения ферменты можно разделить на две группы: **простые и сложные**.

Простые ферменты являются простыми белками, т.е. состоят только из аминокислот.

Сложные ферменты являются сложными белками, т.е. в их состав помимо белковой части входит органическое соединение небелковой природы — *коферменты*: **ионы металлов** или **ВИТАМИНЫ**.



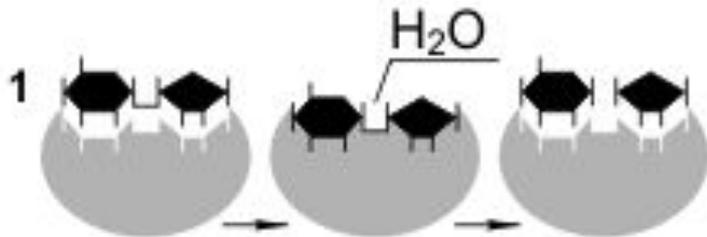
Отличительные особенности ферментативного катализа



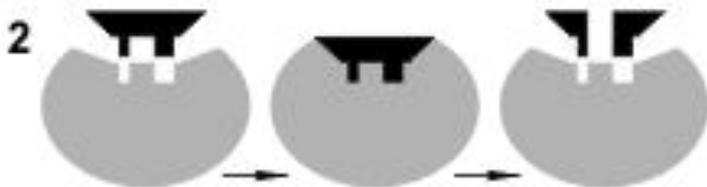
- Для реакций ферментативного катализа характерны: 1) высокая эффективность, 2) строгая избирательность и направленность действия, 3) субстратная специфичность, 4) тонкая и точная регуляция. Субстратную и реакцию специфичность реакций ферментативного катализа объясняют гипотезы Э. Фишера (1890 г.) и Д. Кошланда (1959 г.).

Механизм действия

Соответствие фермента и субстрата:



Гипотеза «ключ-замок»

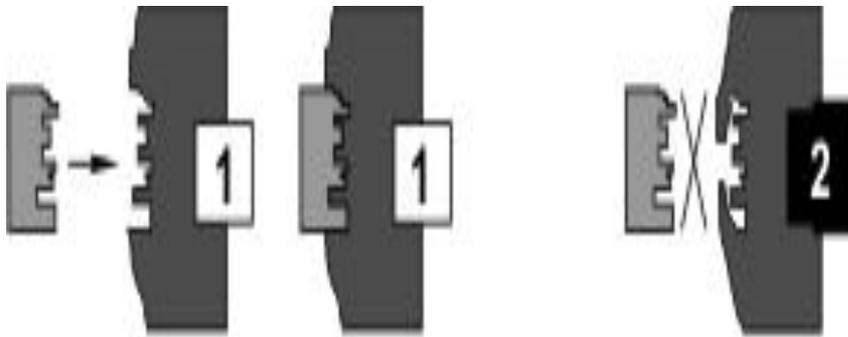


Гипотеза «рука-перчатка»

- **Э. Фишер (гипотеза «ключ-замок»)** предположил, что пространственные конфигурации активного центра фермента и субстрата должны точно соответствовать друг другу. Субстрат сравнивается с «ключом», фермент — с «замком».
- **Д. Кошланд (гипотеза «рука-перчатка»)** предположил, что пространственное соответствие структуры субстрата и активного центра фермента создается лишь в момент их взаимодействия друг с другом. Эту гипотезу еще называют **гипотезой индуцированного соответствия**.

Скорость ферментативных реакций зависит от: 1) температуры, 2) концентрации фермента, 3) концентрации субстрата, 4) pH. Следует подчеркнуть, что поскольку ферменты являются белками, то их активность наиболее высока при физиологически нормальных условиях.

Регуляция активности фермента



Аллостерические фрагменты:

1 – аллостерический активатор;

2 – аллостерический ингибитор.

- Для каждого фермента существует оптимальное значение рН, при котором он проявляет максимальную активность (пепсин — 2,0, амилаза слюны — 6,8, липаза поджелудочной железы — 9,0). При более высоких или низких значениях рН активность фермента снижается. При резких сдвигах рН фермент денатурирует.
- Скорость работы аллостерических ферментов регулируется веществами, присоединяющимися к аллостерическим центрам. Если эти вещества ускоряют реакцию, они называются **активаторами**, если тормозят — **ингибиторами**.

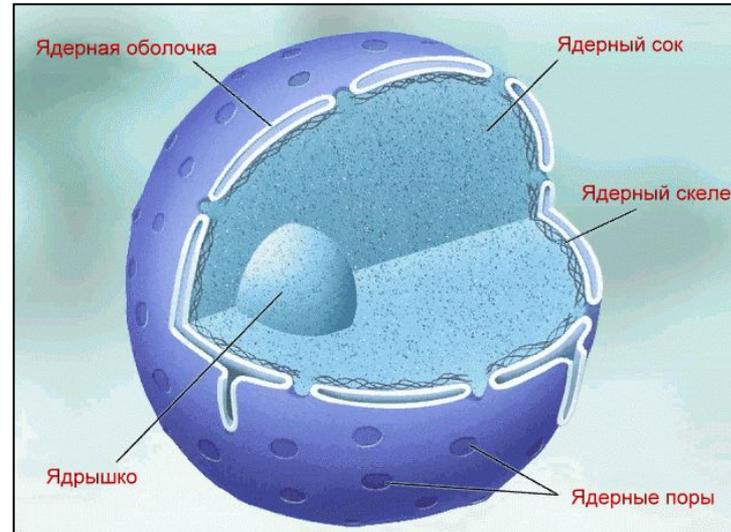
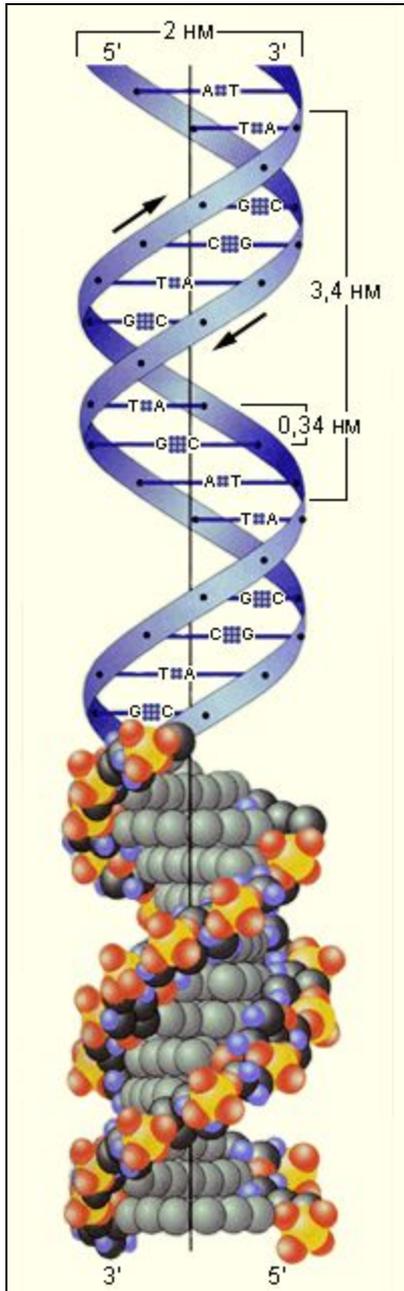
Классификация ферментов

По типу катализируемых химических превращений ферменты разделены на 6 классов:

1. **оксиредуктазы** (перенос атомов водорода, кислорода или электронов от одного вещества к другому — дегидрогеназа),
2. **трансферазы** (перенос метильной, ацильной, фосфатной или аминогруппы от одного вещества к другому — трансаминаза),
3. **гидролазы** (реакции гидролиза, при которых из субстрата образуются два продукта — амилаза, липаза),
4. **лиазы** (негидролитическое присоединение к субстрату или отщепление от него группы атомов, при этом могут разрываться связи C–C, C–N, C–O, C–S — декарбоксилаза),
5. **изомеразы** (внутримолекулярная перестройка — изомераза),
6. **лигазы** (соединение двух молекул в результате образования связей C–C, C–N, C–O, C–S — синтетаза).

Классы в свою очередь подразделены на подклассы и подподклассы. В действующей международной классификации каждый фермент имеет определенный шифр, состоящий из четырех чисел, разделенных точками. Первое число — класс, второе — подкласс, третье — подподкласс, четвертое — порядковый номер фермента в данном подподклассе, например, шифр аргиназы — 3.5.3.1.

Химический состав клетки



Нуклеиновые кислоты образуются в клеточном ядре. С этим связано их название (от лат. «нуклеус» — ядро). Они состоят из углерода, кислорода, водорода и азота и фосфора. Нуклеиновые кислоты бывают двух типов — **дезоксирибонуклеиновые (ДНК)** и **рибонуклеиновые (РНК)**. ДНК находятся в основном в хромосомах клеток. ДНК определяет состав белков клетки и передачу наследственных признаков и свойств от родителей к потомству. Функции РНК связаны с образованием характерных для этой клетки белков.