

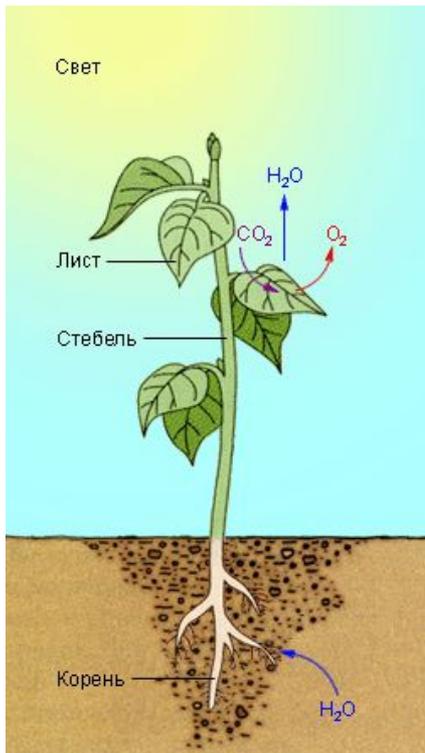
*Тема:*  
*Обмен веществ. Витамины*

Задачи:

Дать характеристику белковому, углеводному, жировому и водно-солевому обменам.

Рассмотреть значение витаминов для нормального обмена веществ.

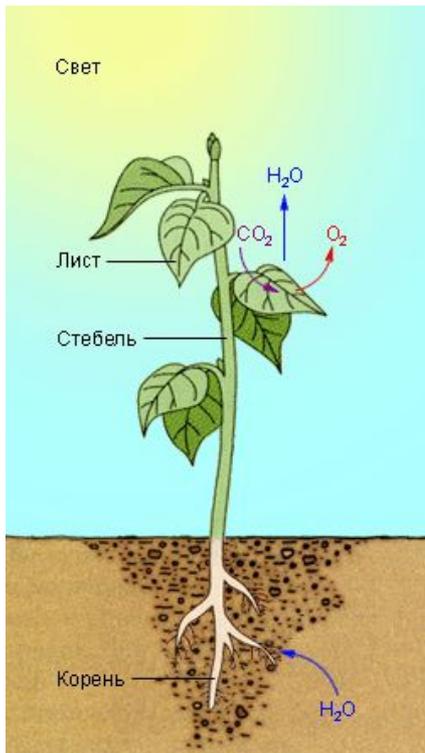
## Обмен веществ и энергии



Обмен веществ (*метаболизм*) — одно из основных свойств живого организма. Суть его в постоянном поступлении и выведении из организма различных веществ.

В организм человека поступает кислород, вода, органические и неорганические вещества. Сложные органические вещества, поступающие в организм, расщепляются до простых веществ, всасываются и поступают в клетки, где часть подвергается распаду и окислению до *воды углекислого газа, аммиака, мочевины* обеспечивая организм энергией — реакции *диссимиляции, или энергетического обмена (катаболизма)*.

## Обмен веществ и энергии



Другая часть поступивших веществ является строительным материалом для реакций *ассимиляции*, или *пластического обмена (анаболизма)*. Из организма удаляются углекислый газ, продукты обмена, выделяется энергия.

Реакции ассимиляции и диссимиляции протекают одновременно и взаимосвязано. Синтез веществ требует энергии, которая образуется в реакциях энергетического обмена, а для реакций энергетического обмена нужны ферменты, синтезируемы в результате ассимиляции.

Обмен веществ зависит от выполняемой работы, от возраста, от состояния человека. В период роста преобладают реакции пластического обмена, в период старения реакции катаболизма. Регуляция осуществляется с помощью нервной системы и желез внутренней секреции.



# Общая характеристика белков

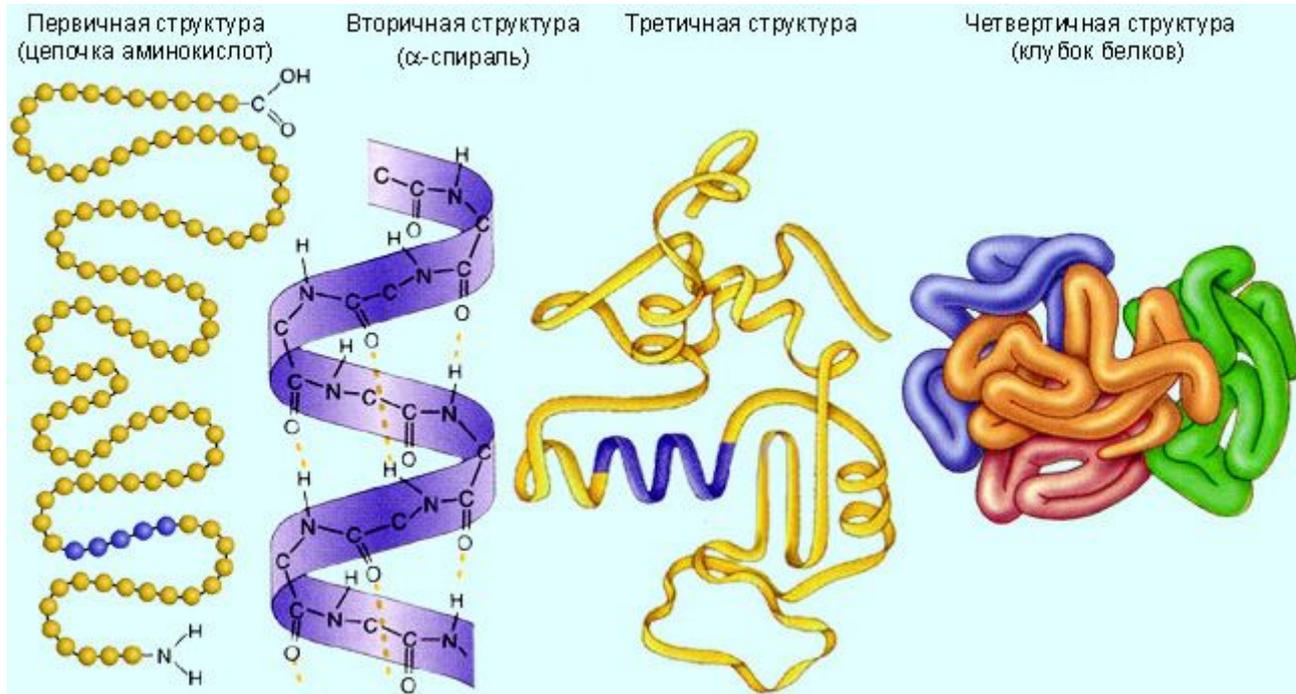
Обычными компонентами белков являются лишь 20 видов альфа-аминокислот.

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*).

# Белковый обмен



Белки составляют около 25% от массы тела. В пище различают белки *растительного* и *животного* происхождения.

Белки состоят:

**из 20 видов аминокислот.**

Незаменимые аминокислоты:

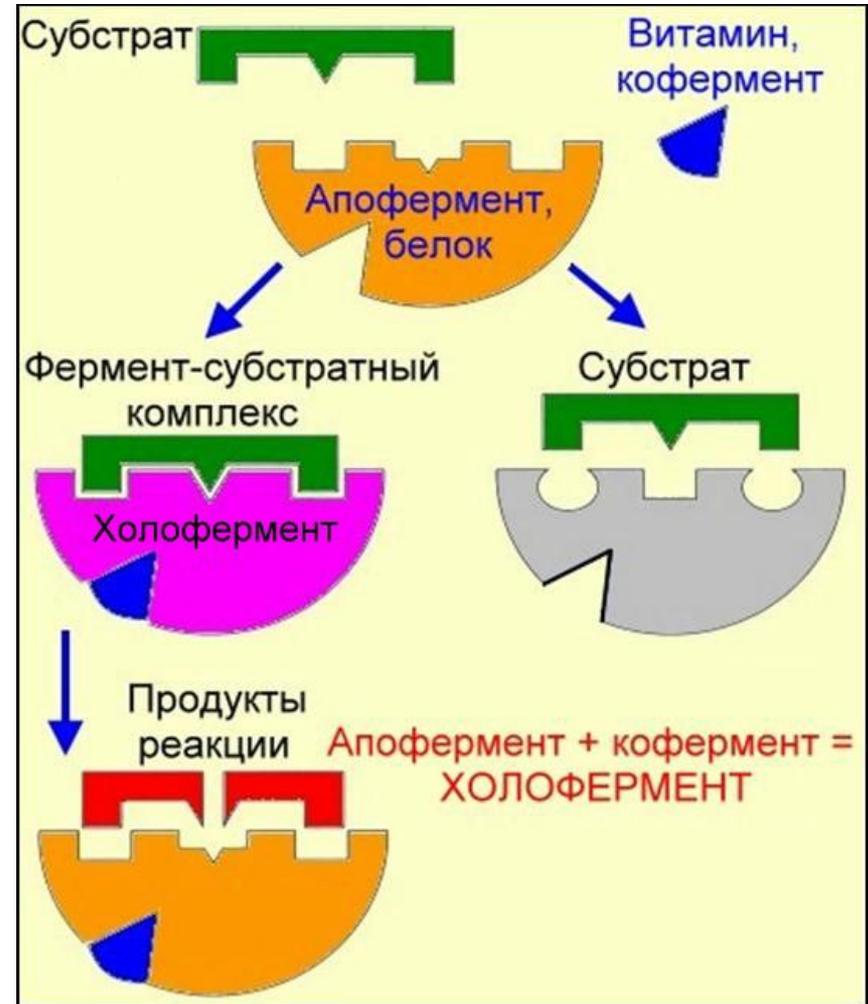
**10 аминокислот являются незаменимыми — не могут синтезироваться в организме человека и должны поступать вместе с пищей.**

# Функции белков

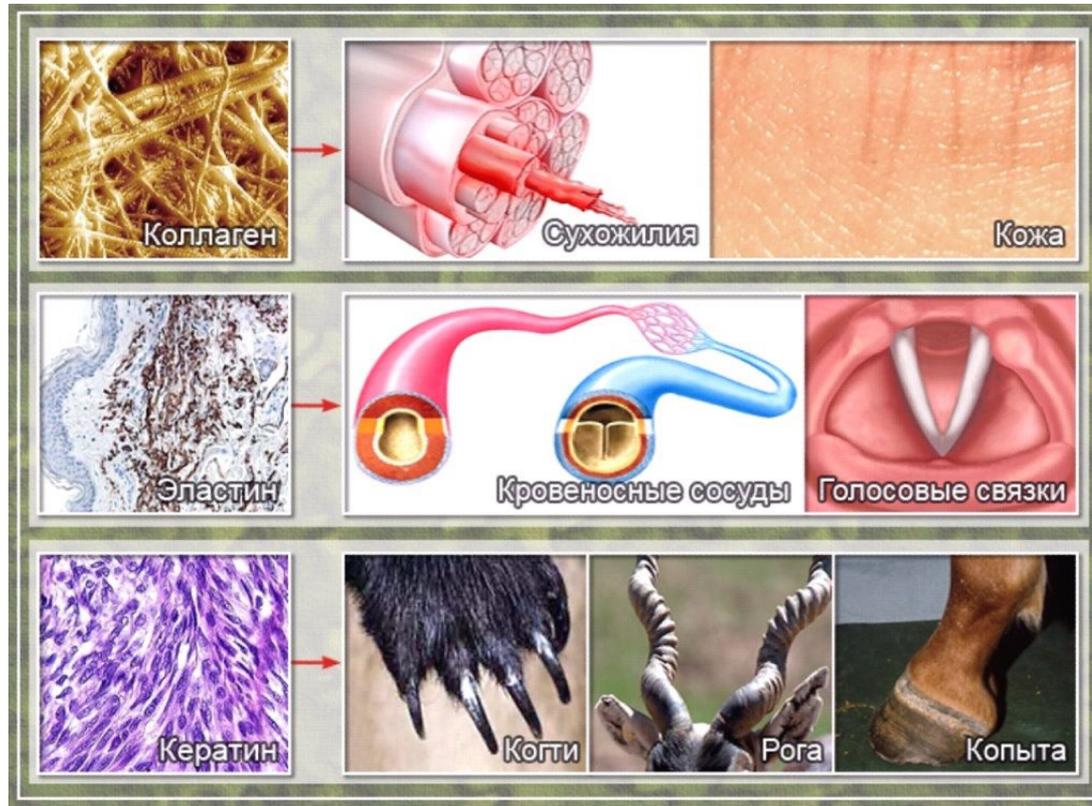
Ферменты – глобулярные белки, по особенностям строения ферменты можно разделить на две группы: **простые и сложные**.

**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**.



# 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.

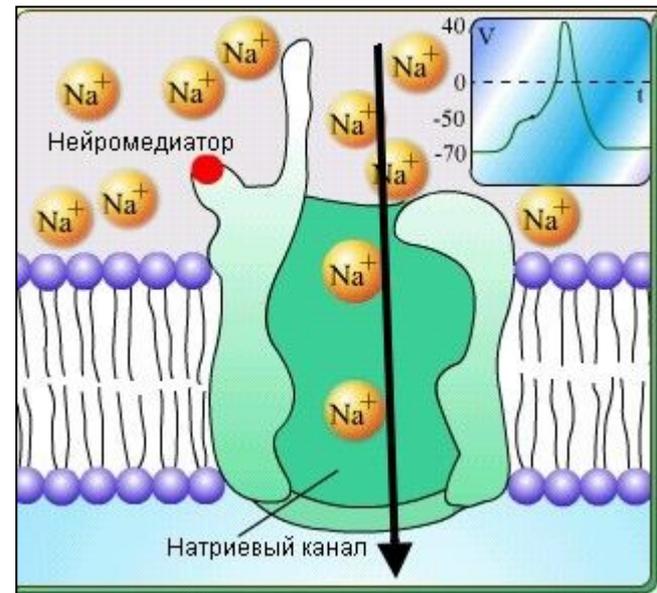
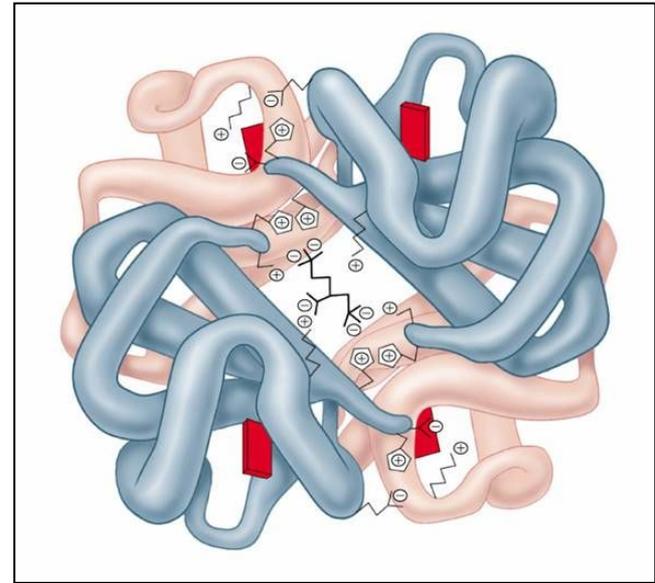
1. Одна из важнейших — *строительная*. Белки участвуют в образовании клеточных и внеклеточных структур: входят в состав клеточных мембран, шерсти, волос, сухожилий, стенок сосудов и т.д.

# 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.

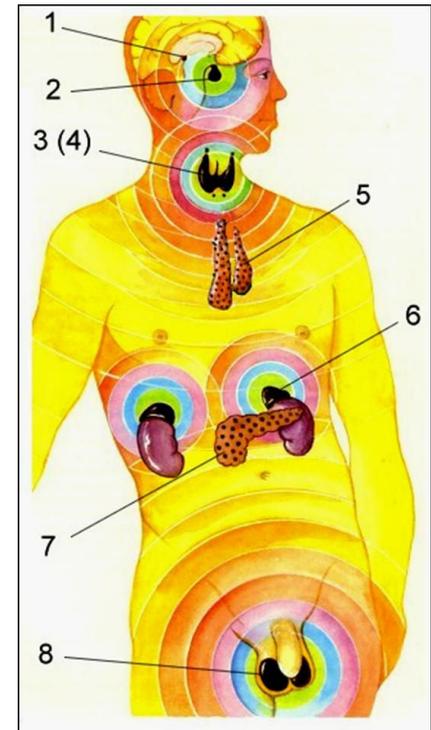


# Функции белков

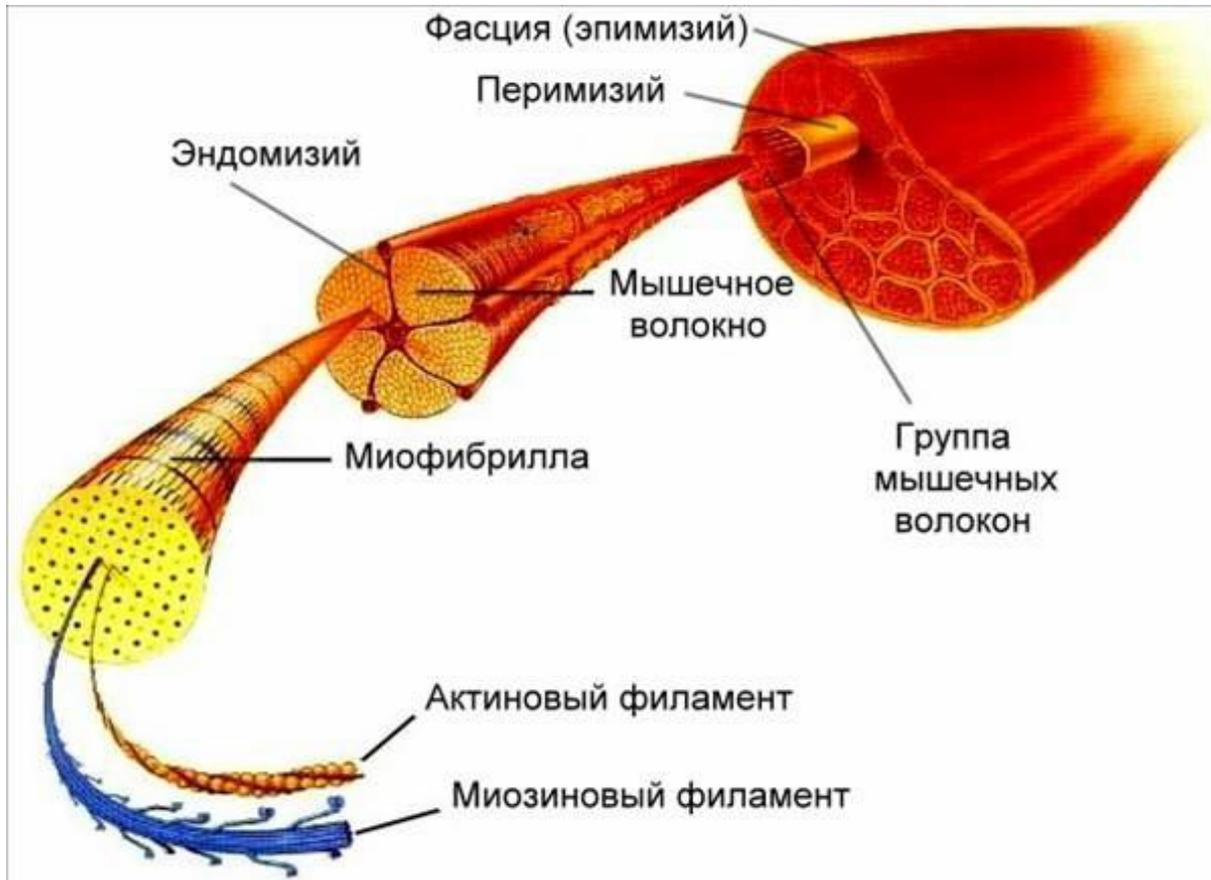
3. **Регуляторная.** Большая группа белков организма принимает участие в регуляции процессов обмена веществ. Такими белками являются **гормоны** — биологически активные вещества, выделяющиеся в кровь железами внутренней секреции (гормоны гипофиза, поджелудочной железы).

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.



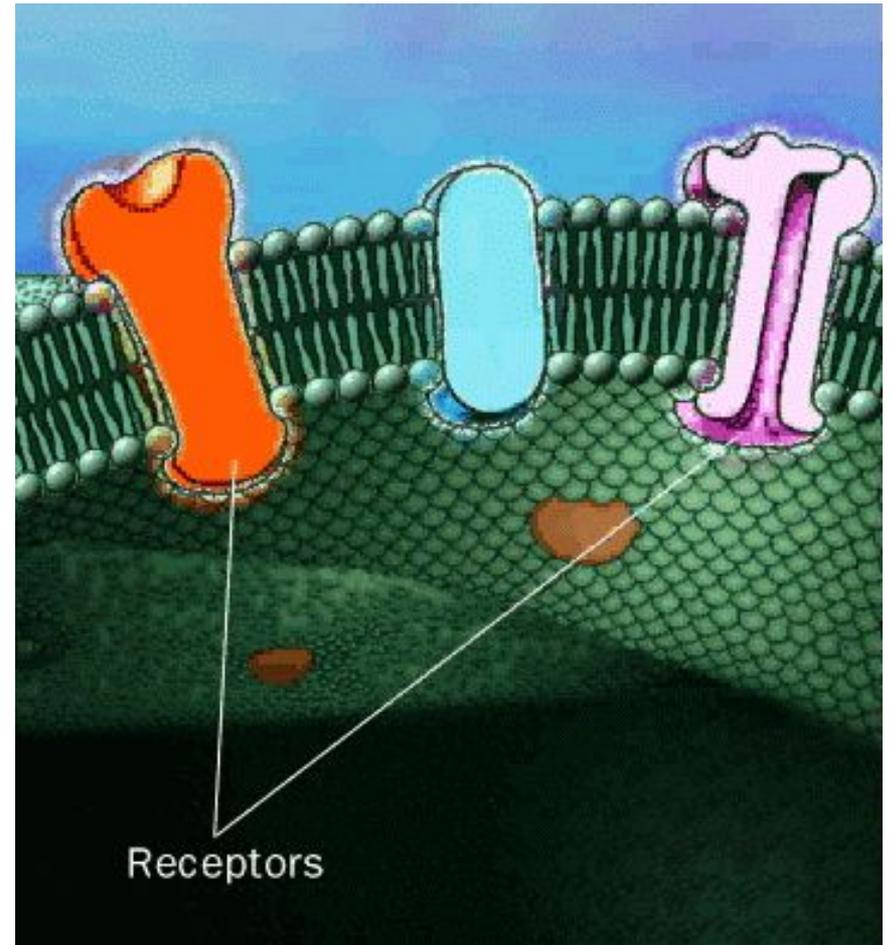
## Функции белков



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.

# 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.

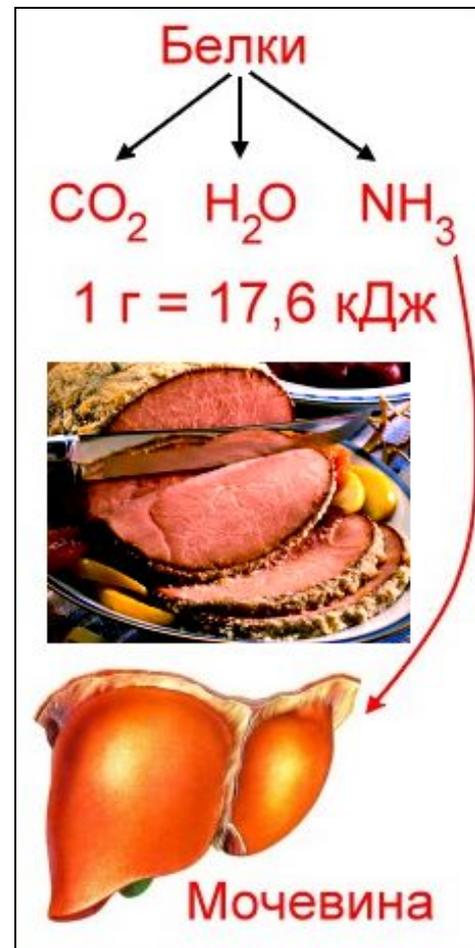


# Функции белков

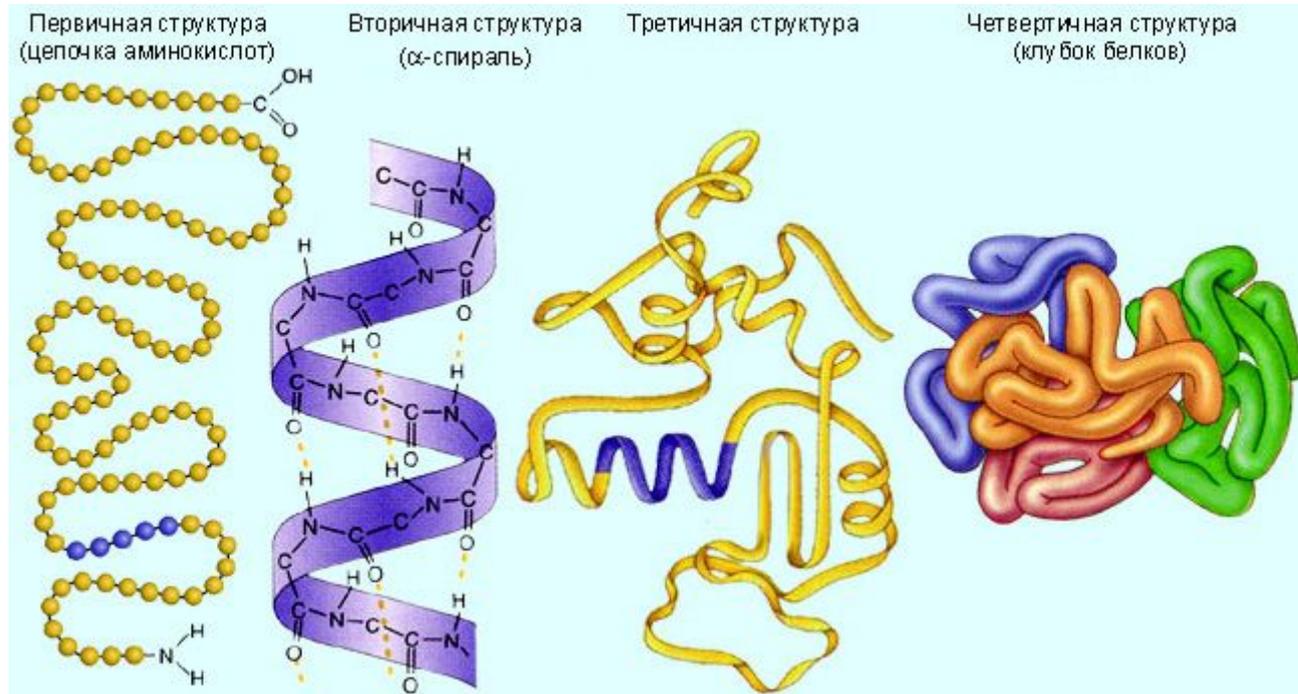
7. **Запасающая.** Благодаря белкам в организме могут откладываться про запас некоторые вещества. Например, при распаде гемоглобина железо не выводится из организма, а сохраняется в организме, образуя комплекс с белком **ферритином**. К запасным белкам относятся белки яйца, белки молока.

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.



# Белковый обмен



В зависимости от аминокислотного состава белки делят на две группы:

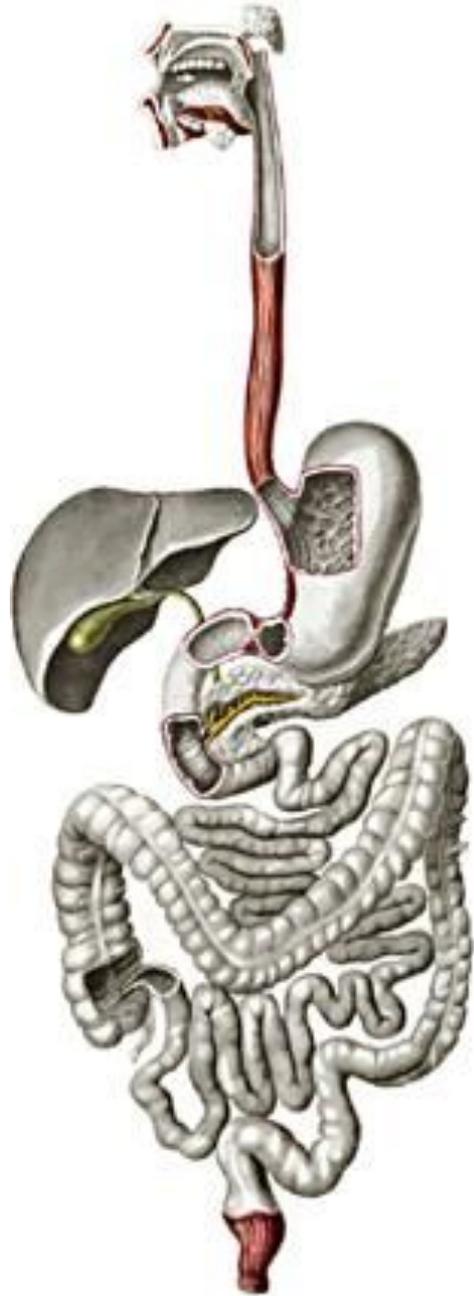
**полноценные и неполноценные:**

**Полноценные содержат все незаменимые аминокислоты, в неполноценных могут отсутствовать некоторые аминокислоты.**

**Почему пища вегетарианцев должна быть разнообразной?**

**Растительные белки чаще неполноценные, в них могут отсутствовать некоторые незаменимые аминокислоты, пища вегетарианцев должна быть разнообразной, чтобы из разных продуктов получить все 10 незаменимых аминокислот.**

## Белковый обмен



Белки гидролизуются до аминокислот под действием ферментов пищеварительного тракта:

*Пепсина, трипсина, химотрипсина, аминопептидазы, карбоксипептидазы.*

Аминокислоты транспортируются в клетки и являются:

*Строительным материалом для синтеза белков организма.*

Избыток аминокислот не накапливается:

*В отличие от углеводов, накапливаться «про запас» аминокислоты не могут, часть из них вступает в реакции ассимиляция, а избыток аминокислот подвергается диссимиляции, полное окисление аминокислот и белков происходит до  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{NH}_3$ .*

# Характеристика углеводов

Различают две группы углеводов: простые сахара и сложные сахара, образованные остатками простых сахаров. Простые углеводы называют *моносахаридами*. Общая формула простых сахаров  $(\text{C}\text{H}_2\text{O})_n$ , где  $n \geq 3$

## Простые углеводы

Простые углеводы называют *моносахаридами*. В зависимости от числа атомов углерода в молекуле моносахаридов различают: **триозы (3C)**, **тетрозы (4C)**, **пентозы (5C)**, **гексозы (6C)**, **гептозы (7C)**.

## Сложные углеводы

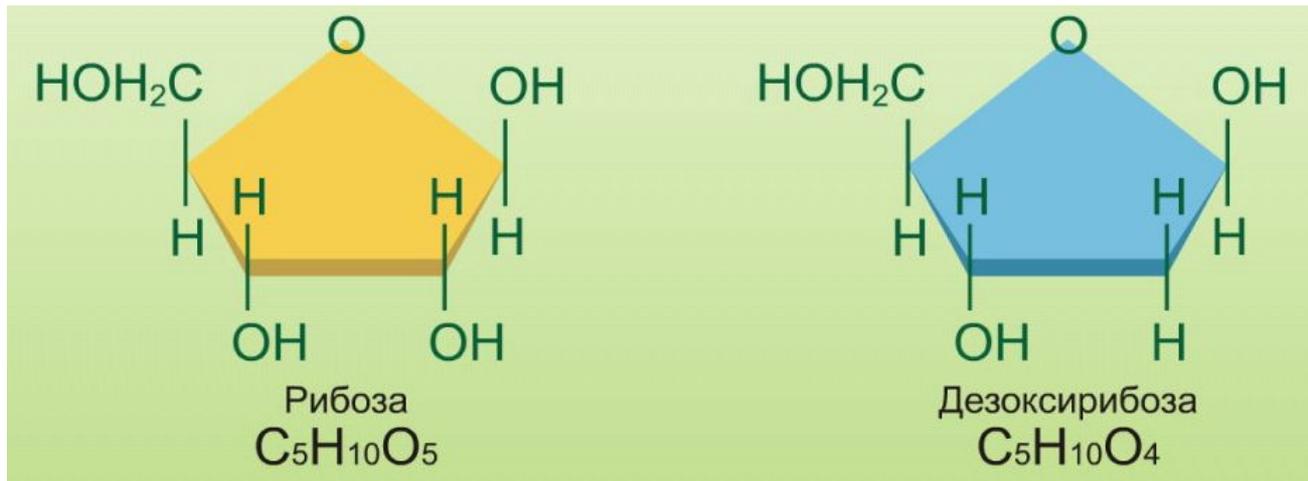
*Сложными* называют углеводы, молекулы которых при гидролизе распадаются с образованием простых углеводов. Среди сложных углеводов различают **олигосахариды** и **полисахариды**.

# Характеристика углеводов

**Свойства моносахаридов:** низкая молекулярная масса; сладкий вкус; легко растворяются в воде; кристаллизуются; относятся к редуцирующим (восстанавливающим) сахарам.

## Важнейшие моносахариды:

Пентозы — **рибоза и дезоксирибоза**, входящие в состав ДНК, РНК. Дезоксирибоза ( $C_5H_{10}O_4$ ) отличается от рибозы ( $C_5H_{10}O_5$ ) тем, что при втором атоме углерода имеет атом водорода, а не гидроксильную группу как у рибозы.



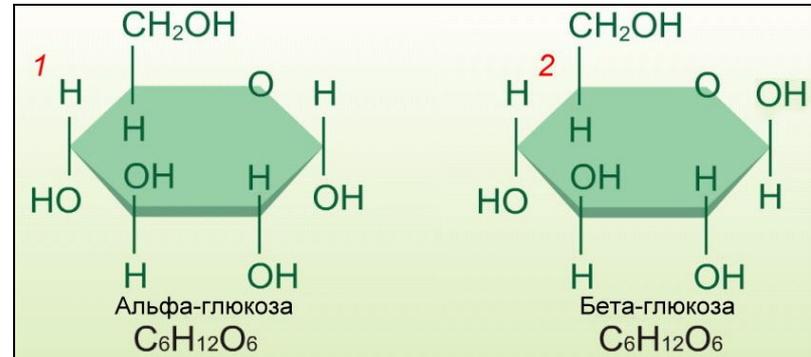
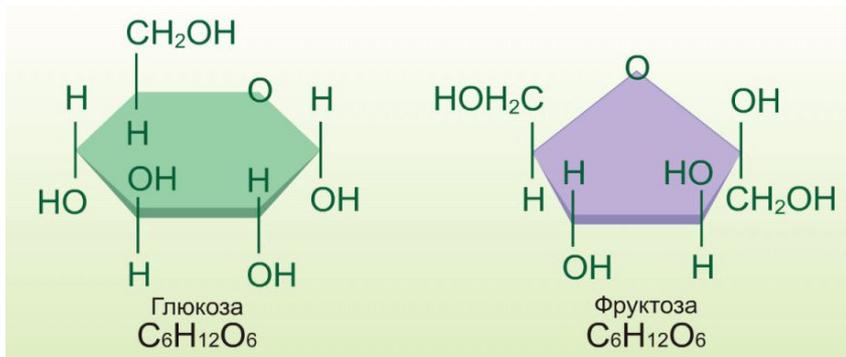
# Характеристика углеводов

Из гексоз наиболее распространены глюкоза, фруктоза и галактоза (общая формула  $C_6H_{12}O_6$ ).

**Глюкоза (виноградный сахар).** В свободном виде встречается и у растений, и у животных. Глюкоза — это первичный источник энергии для клеток.

**Фруктоза.** Широко распространена в природе. В свободном виде встречается в плодах. Особенно много ее в меде, фруктах. Значительно слаще глюкозы и других сахаров. Входит в состав олиго- и полисахаридов, участвует в поддержании тургора растительных клеток. Поскольку метаболизм фруктозы не регулируется инсулином, имеет важное значение при питании больных сахарным диабетом.

Моносахариды могут быть представлены в форме  $\alpha$ - и  $\beta$ -изомеров. Гидроксильная группа при первом атоме углерода может располагаться как под плоскостью цикла ( $\alpha$ -изомер), так и над ней ( $\beta$ -изомер).



# Характеристика углеводов

*Сложными называют углеводы, молекулы которых при гидролизе распадаются с образованием простых углеводов. Их состав выражается общей формулой  $C_m(H_2O)_n$ , где  $m > n$ . Среди сложных углеводов различают олигосахариды и полисахариды.*

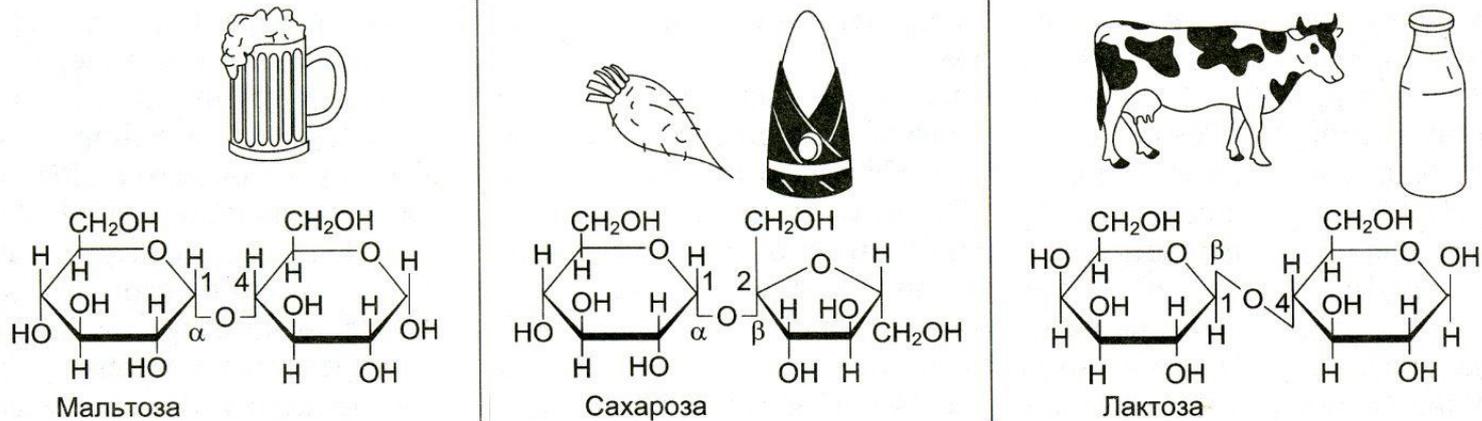
## Олигосахариды.

*Олигосахаридами называют сложные углеводы, содержащие от 2 до 30 моносахаридных остатков.*

В зависимости от количества остатков моносахаридов, входящих в молекулы олигосахаридов, различают дисахариды, трисахариды, тетрасахариды и т.д. Наиболее широко распространены в природе дисахариды.

У олигосахаридов хорошая растворимость в воде, они легко кристаллизуются, обладают, как правило, сладким вкусом, могут быть как редуцирующими, так и нередуцирующими.

# Характеристика углеводов

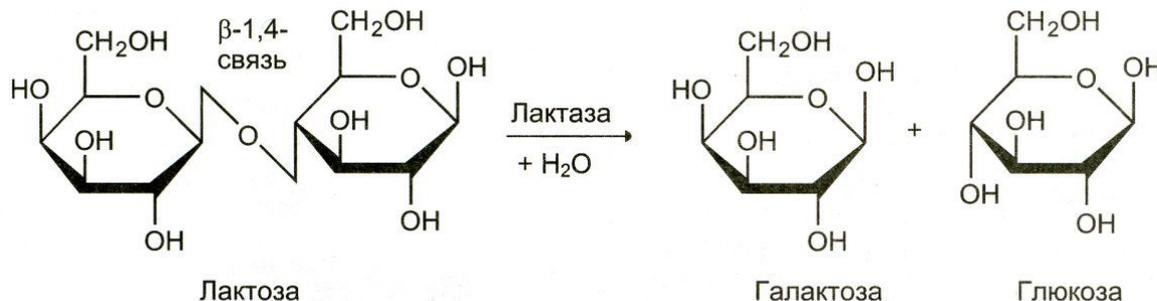


Наиболее широко распространены в природе **дисахариды**:

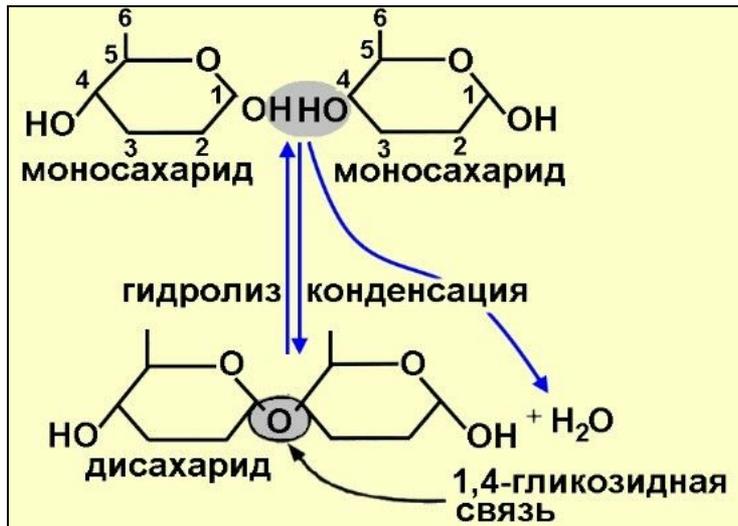
**мальтоза**, состоящая из двух остатков  $\alpha$ -глюкозы;

**сахароза** – свекловичный сахар ( $\alpha$ -глюкоза + фруктоза);

**лактоза** – молочный сахар ( $\beta$ -глюкоза + галактоза).



# Характеристика углеводов



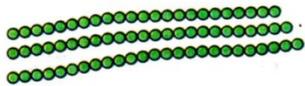
Дисахариды образуются в результате конденсации двух моноссахаридов (чаще всего гексоз).

Связь, возникающую между двумя моноссахаридами, называют *гликозидной*. Обычно она образуется между 1-м и 4-м углеродными атомами соседних моноссахаридных единиц (1,4-гликозидная связь).

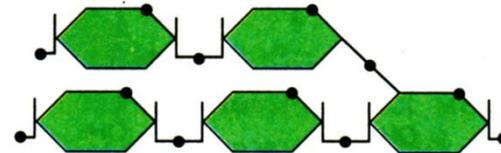
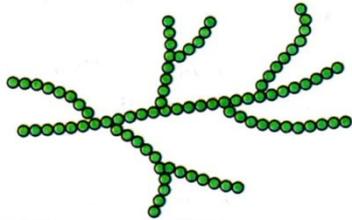
# Характеристика углеводов



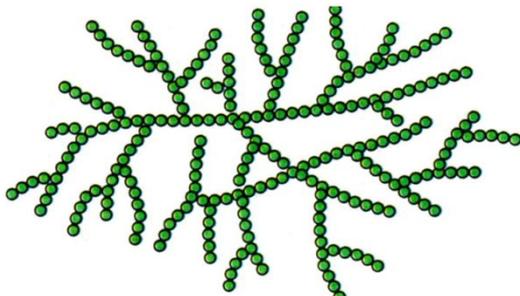
Целлюлоза



Крахмал



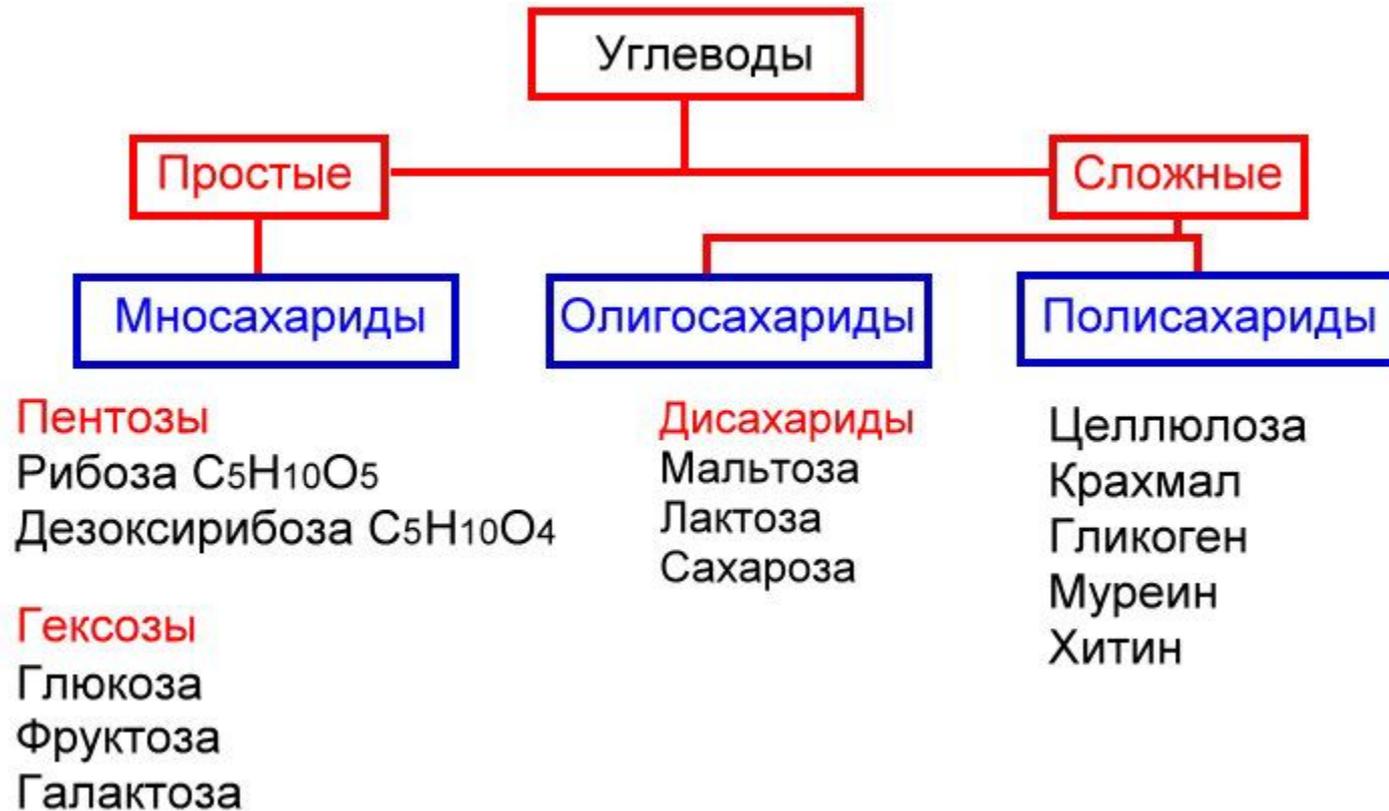
Гликоген



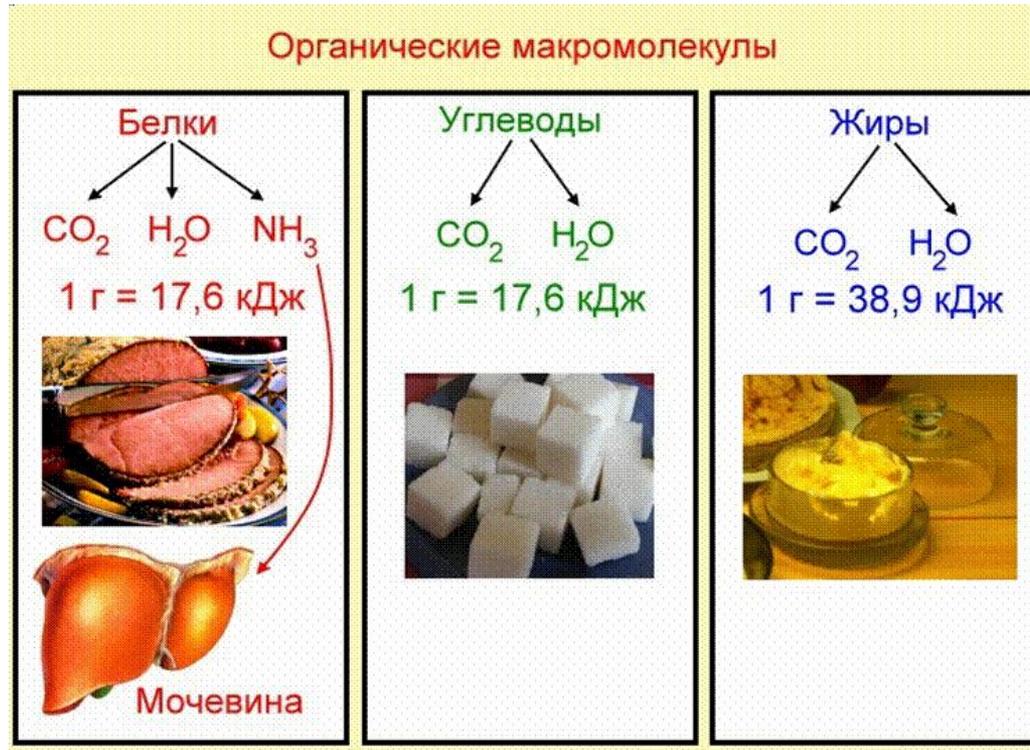
**Полисахариды** (греч. poly – много) являются полимерами и состоят из неопределенно большого (до нескольких сотен или тысяч) числа остатков молекул моносахаридов, соединенных ковалентными связями. К ним относятся:

- крахмал (запасной углевод растений);
- гликоген (запасной углевод животных);
- целлюлоза (клеточная стенка растений);
- хитин (клеточная стенка грибов);
- муреин (клеточная стенка бактерий).

# Характеристика углеводов

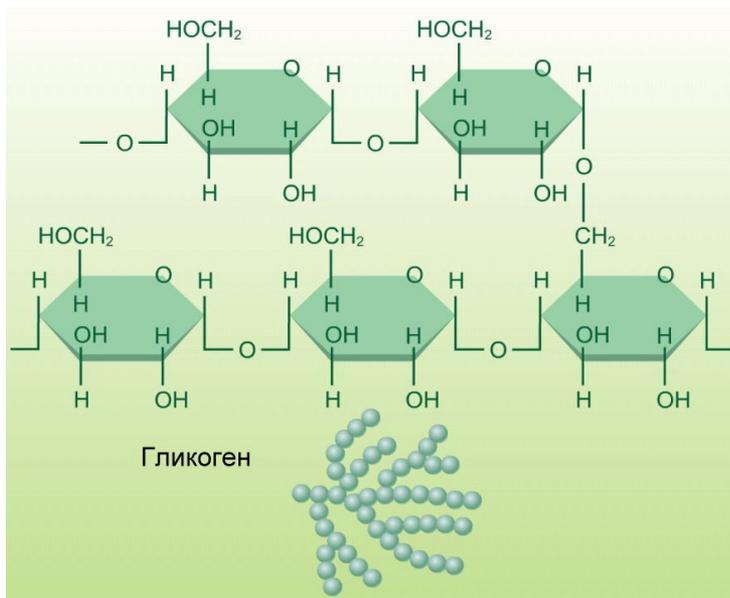
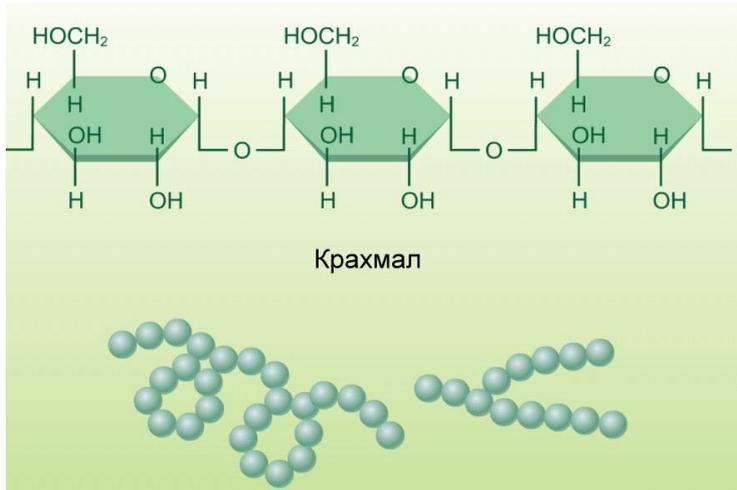


# Характеристика углеводов



Основная функция углеводов – **энергетическая**. При их ферментативном расщеплении и окислении молекул углеводов выделяется энергия, которая обеспечивает жизнедеятельность организма. При полном расщеплении 1 г углеводов освобождается 17,6 кДж.

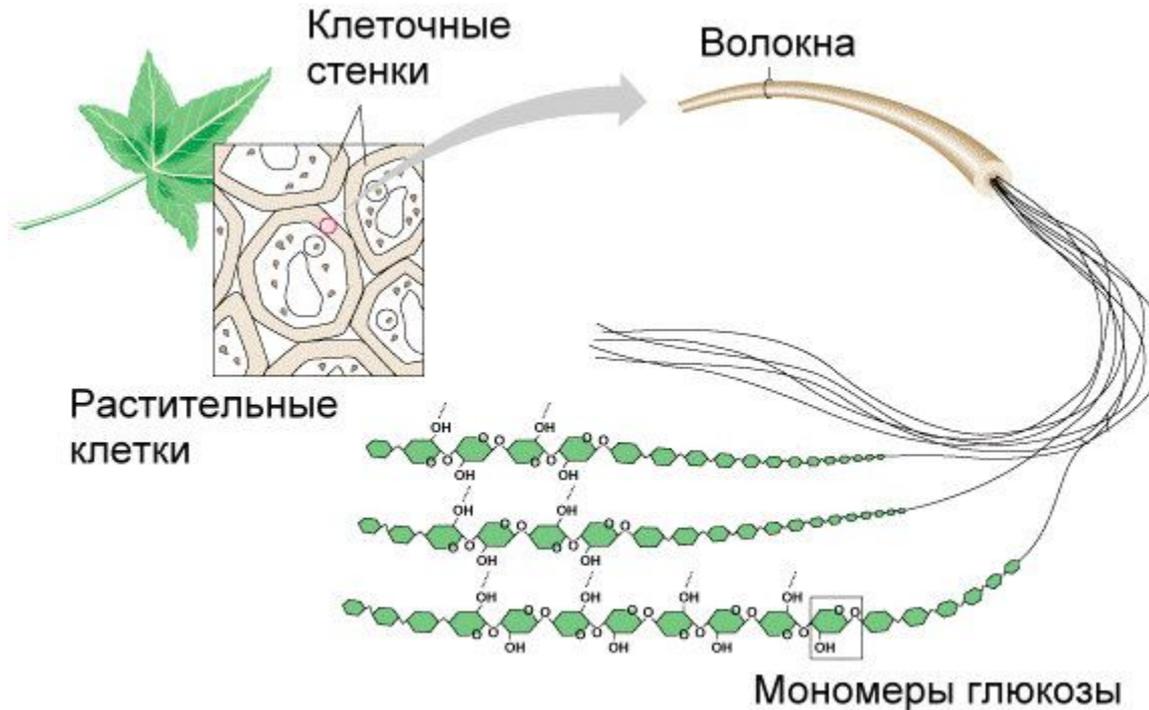
# Характеристика углеводов



Углеводы выполняют **запасающую** функцию. При избытке они накапливаются в клетке в качестве запасяющих веществ (**крахмал в клетках растений, гликоген в клетках животных**) и при необходимости используются организмом как источник энергии.

Усиленное расщепление углеводов происходит, например, при прорастании семян, интенсивной мышечной работе, длительном голодании.

# Характеристика углеводов



Очень важной является **структурная**, или **строительная**, функция углеводов. Они используются в качестве строительного материала. Так, **целлюлоза** благодаря особому строению нерастворима в воде и обладает высокой прочностью. В среднем 20—40% материала клеточных стенок растений составляет целлюлоза, а волокна хлопка – почти чистая целлюлоза, и именно поэтому они используются для изготовления тканей.

# Углеводный обмен



Углеводы составляют около 1% от массы тела. В организм поступают в виде моно-, ди- и полисахаридов. Под действием пищеварительных ферментов:

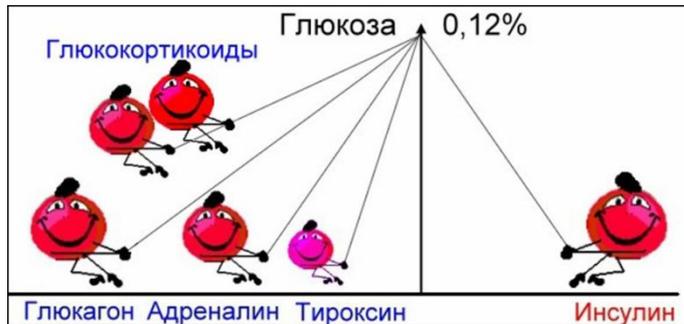
**Амилазы, мальтазы, лактазы, сахаразы** происходит их гидролиз до глюкозы, которая поступает в кровь.

Содержание глюкозы в крови относительно постоянно, в норме — 0,12%, **это основной источник энергии для клеток организма**. При её избытке:

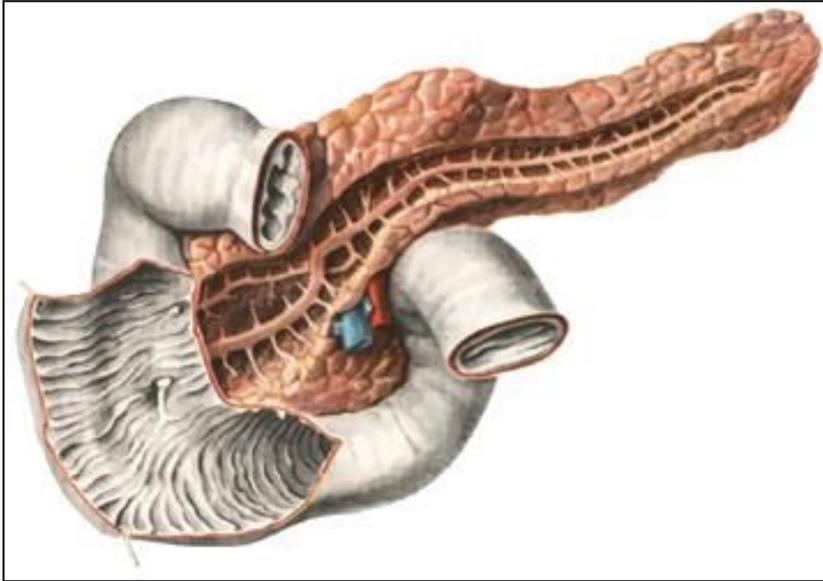
С помощью **инсулина** поджелудочной железы активируются ферменты, снижающие уровень глюкозы в крови, она поступает в клетки печени и мышц, где превращается в гликоген.

Недостаток глюкозы приводит к расщеплению гликогена и выведению глюкозы в кровь ряд гормонов:

**Глюкагон, адреналин, тироксин и другие.**



# Углеводный обмен

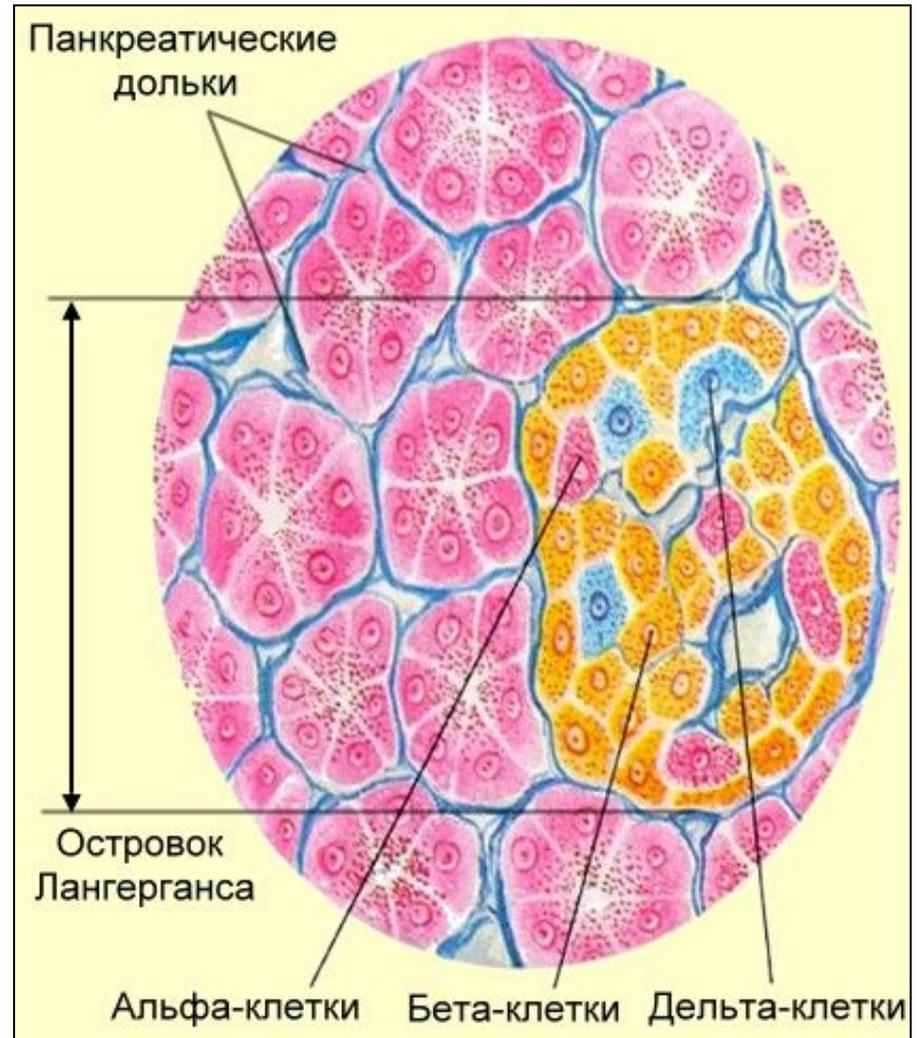


Альфа-клетки островков Лангерганса секретируют:

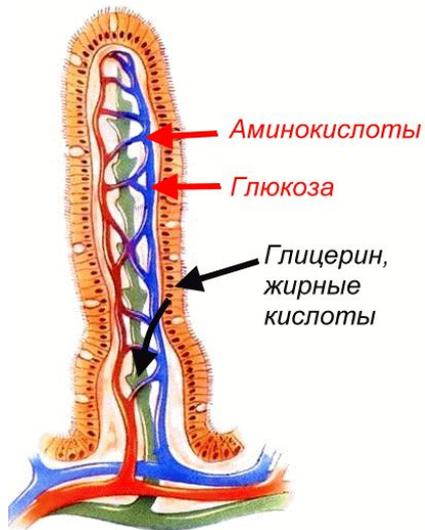
*Глюкагон, который приводит к гликогенолизу – расщеплению гликогена и повышению уровня глюкозы в крови.*

Бета клетки секретируют:

*Инсулин, который приводит к гликогенезу.*

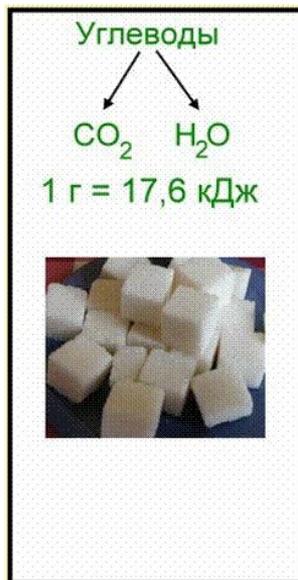


# Углеводный обмен



Суточное потребление должно составлять **около 500 г**. В результате пластического обмена синтезируется гликоген, углеводы, входящие в состав клеточных мембран, слизи и другие вещества.

Основная функция углеводов в организме: **Энергетическая. При расщеплении выделяется 17,6 кДж на 1 г.**



При недостаточном поступлении углеводов с пищей они могут быть образованы:

**Из белков и жиров – глюконеогенез, при избыточном – превращаться в жиры.**

# Характеристика липидов

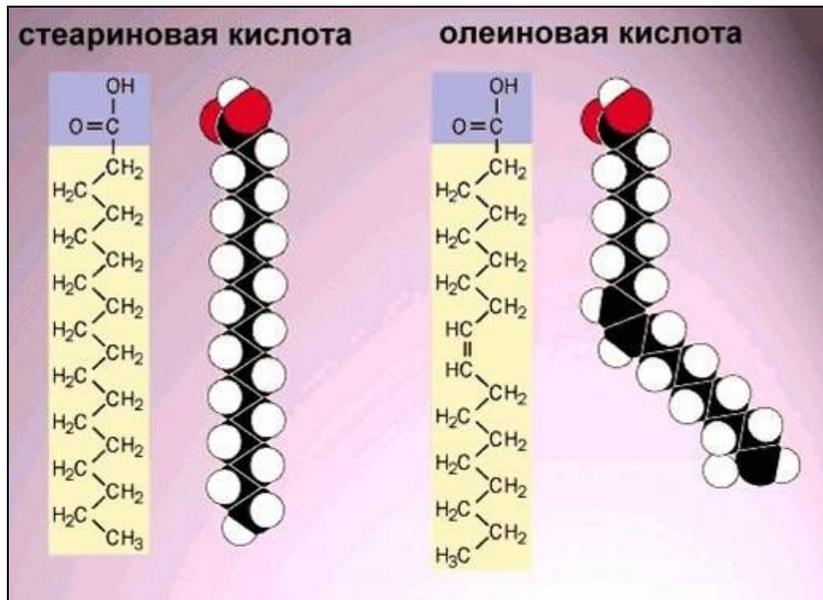
**Липиды** (от греч. lípos – жир) – обширная группа жиров и жироподобных веществ, которые содержатся во всех живых клетках. Большинство их неполярны и, следовательно, гидрофобны. Они практически нерастворимы в воде, но хорошо растворимы в органических растворителях (бензин, хлороформ, эфир и др.).

В некоторых клетках липидов очень мало, всего несколько процентов, а вот в клетках подкожной жировой клетчатки млекопитающих их содержание достигает 90%. По химическому строению липиды весьма разнообразны.



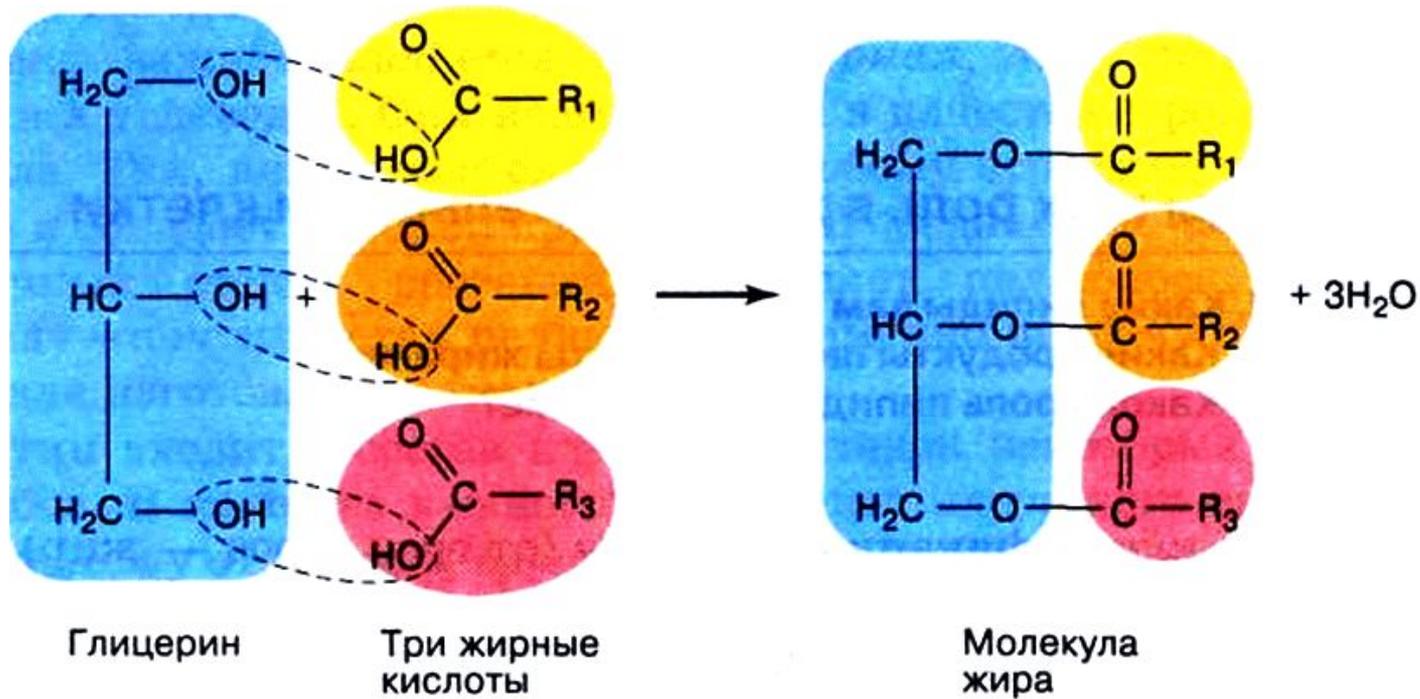
# Характеристика липидов

**1. Простые липиды – жиры и воска. Жиры** – наиболее простые и широко распространенные липиды. Их молекулы образуются в результате присоединения трех остатков высокомолекулярных жирных кислот к одной молекуле трехатомного спирта глицерина. Среди соединений этой группы различают жиры, остающиеся твердыми при температуре 20 °С, и масла, которые в этих условиях становятся жидкими. Масла более типичны для растений, но могут встречаться и у животных.



Жирные кислоты представляют собой карбоксильную группу и углеводородный хвост, отличающийся у разных жирных кислот количеством группировок –CH<sub>2</sub>. «Хвост» неполярен, поэтому гидрофобен. Большая часть жирных кислот содержит в "хвосте" четное число атомов углерода, от 14 до 22.

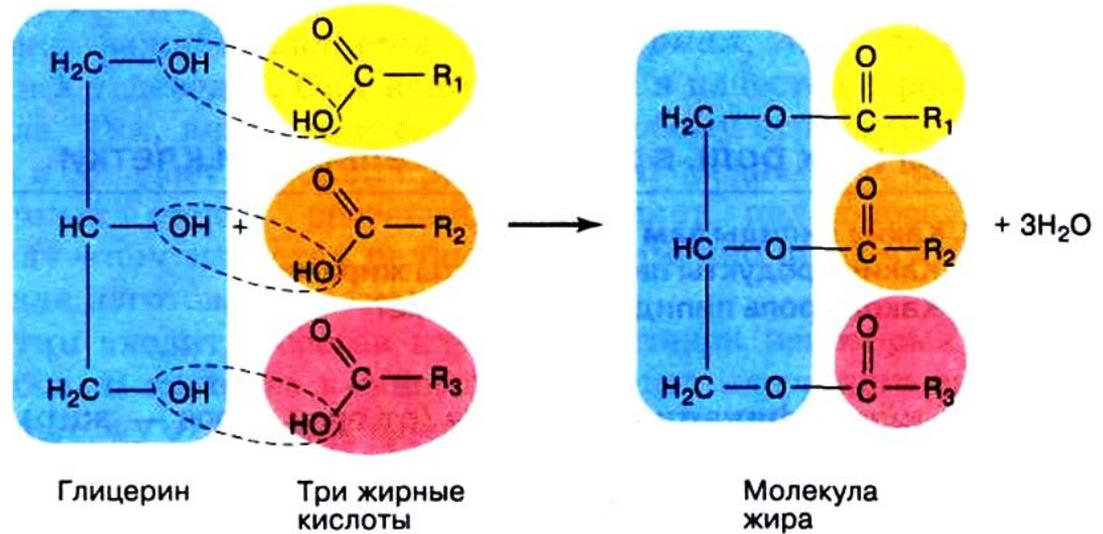
## Характеристика липидов



Кроме того, углеводородный хвост может содержать различное количество двойных связей. По наличию или отсутствию двойных связей в углеводородном хвосте различают: *насыщенные жирные кислоты* и *ненасыщенные жирные кислоты*, имеющие двойные связи между атомами углерода (-CH=CH-).

# Характеристика липидов

При образовании молекулы триглицерида каждая из трех гидроксильных (-ОН) групп глицерина вступает в реакцию конденсации с жирной кислотой. В ходе реакции возникают три сложноэфирные связи, поэтому образовавшееся соединение называют сложным эфиром.



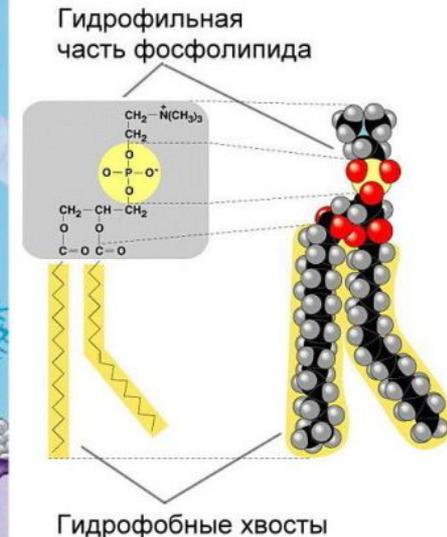
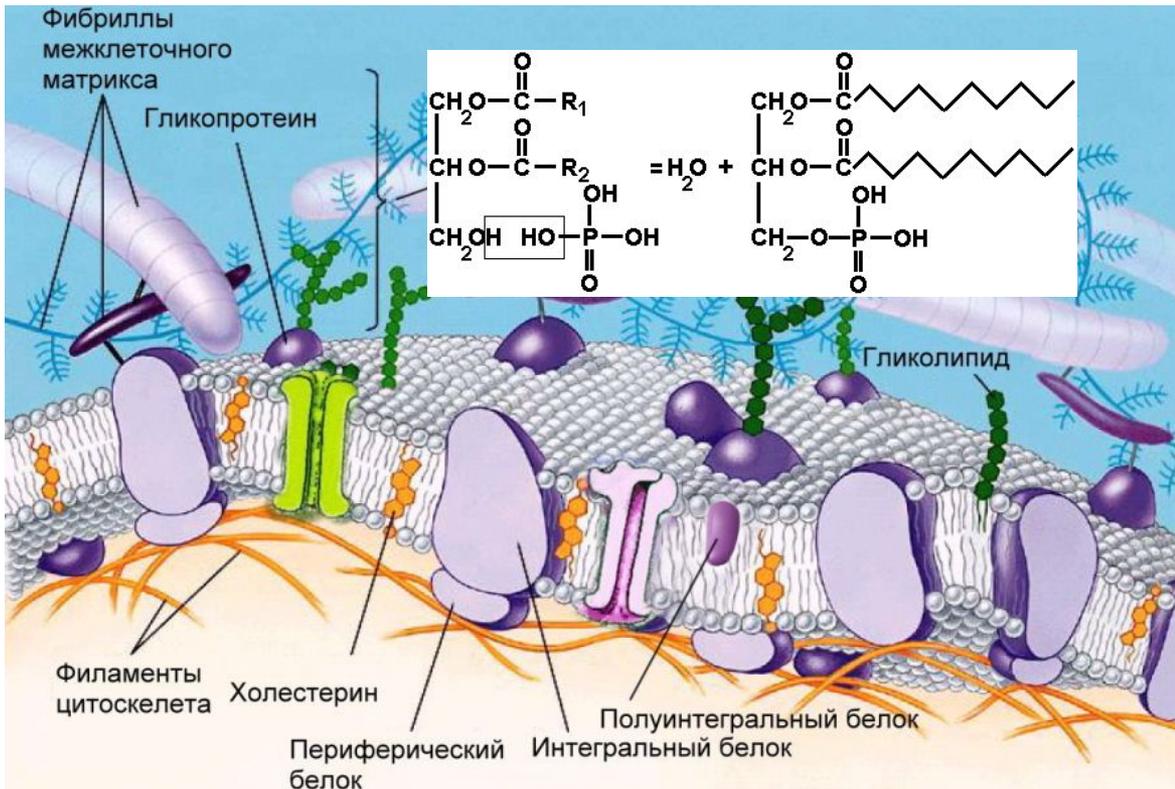
Обычно в реакцию вступают все три гидроксильные группы глицерина, поэтому продукт реакции называется триглицеридом. Физические свойства зависят от состава их молекул. Если в триглицеридах преобладают насыщенные жирные кислоты, то они твердые (жиры), если ненасыщенные — жидкие (масла). Плотность жиров ниже, чем у воды, поэтому в воде они всплывают и находятся на поверхности.

# Характеристика липидов

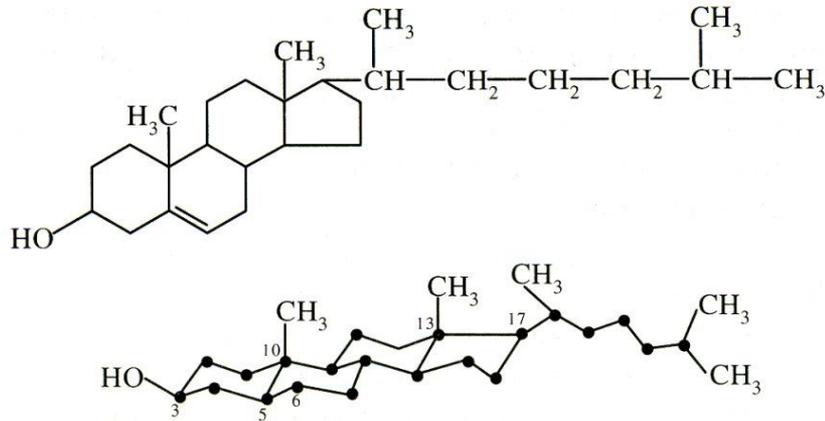
## 2. Сложные липиды – фосфолипиды, гликолипиды и липопротеины.

**Фосфолипиды** по своей структуре сходны с жирами, но в их молекуле один или два остатка жирных кислот замещены остатком фосфорной кислоты. Фосфолипиды являются составным компонентом клеточных мембран.

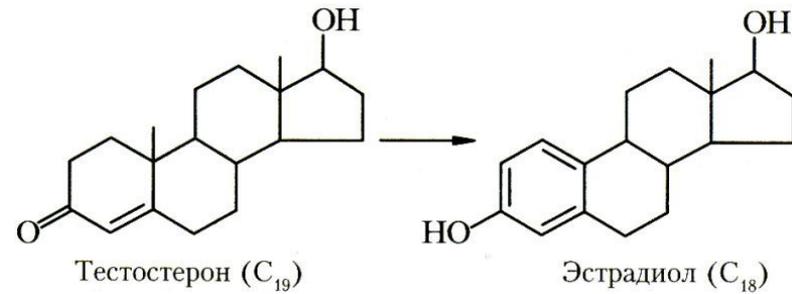
Липиды могут образовывать сложные соединения с веществами других классов, например с белками – **липопротеиды** и с углеводами – **гликолипиды**.



# Характеристика липидов



Форма молекулы холестерина



**3. Стероиды** – это липиды, не содержащие жирных кислот и имеющие особую структуру. К стероидам относятся гормоны, в частности кортизон, вырабатываемый корой надпочечников, различные половые гормоны, витамины А, D, Е, К и ростовые вещества растений. Стероид холестерин – важный компонент клеточных мембран.

## Характеристика липидов

Жиры являются основным **запасающим веществом** у животных, а также у некоторых растений.

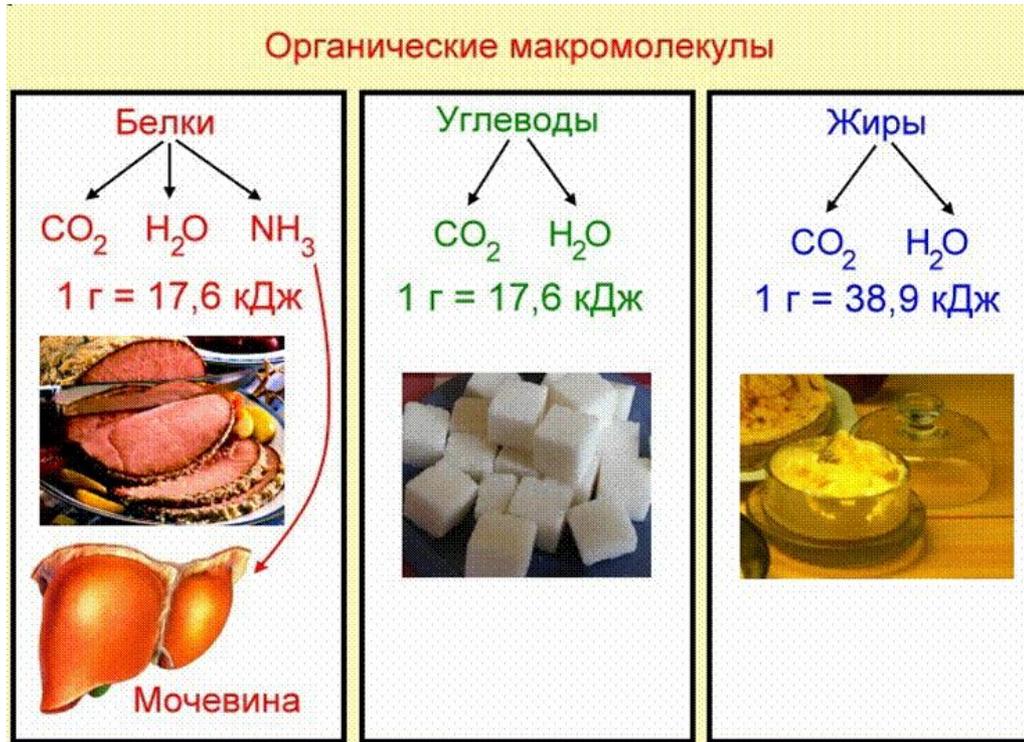
Они могут использоваться также в качестве **источника воды** (при окислении 1 кг жира образуется 1 кг 100 г воды). Это особенно ценно для пустынных животных, обитающих в условиях дефицита воды. Помимо воды, находящейся в пище, они используют **метаболическую** воду.



Жировой запас в горбе верблюда позволяет ему выжить в сухом и жарком климате пустыни.

# Характеристика липидов

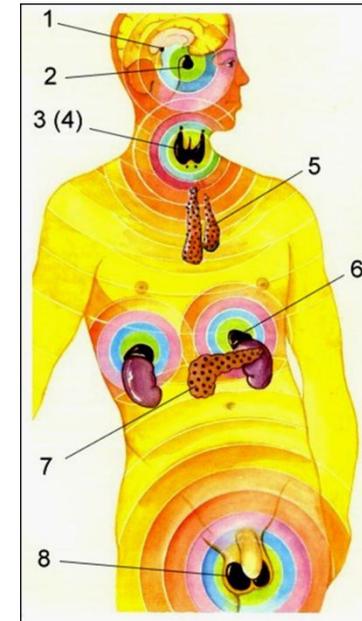
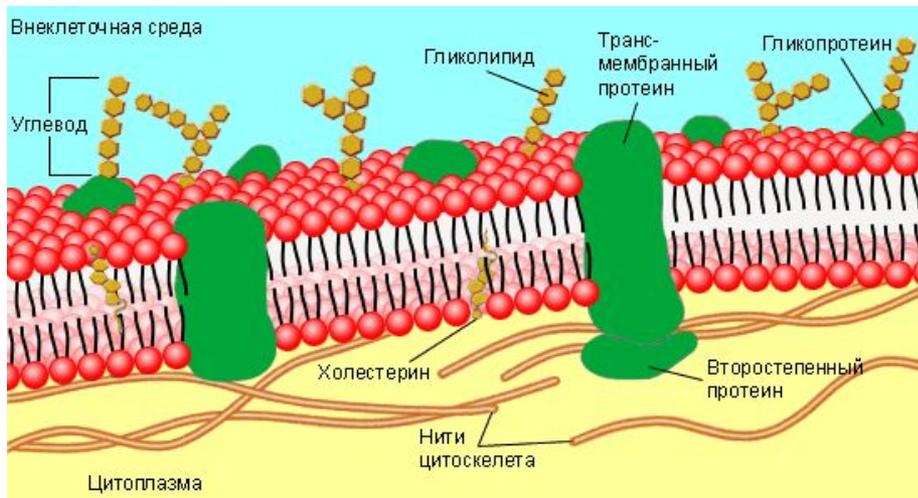
Одна из основных функций – *энергетическая*. При полном окислении 1 г жира выделяется 38,9 кДж энергии. То есть жиры дают более чем в 2 раза больше энергии по сравнению с углеводами. У позвоночных животных примерно половина энергии, потребляемой клетками в состоянии покоя, образуется за счет окисления жиров.



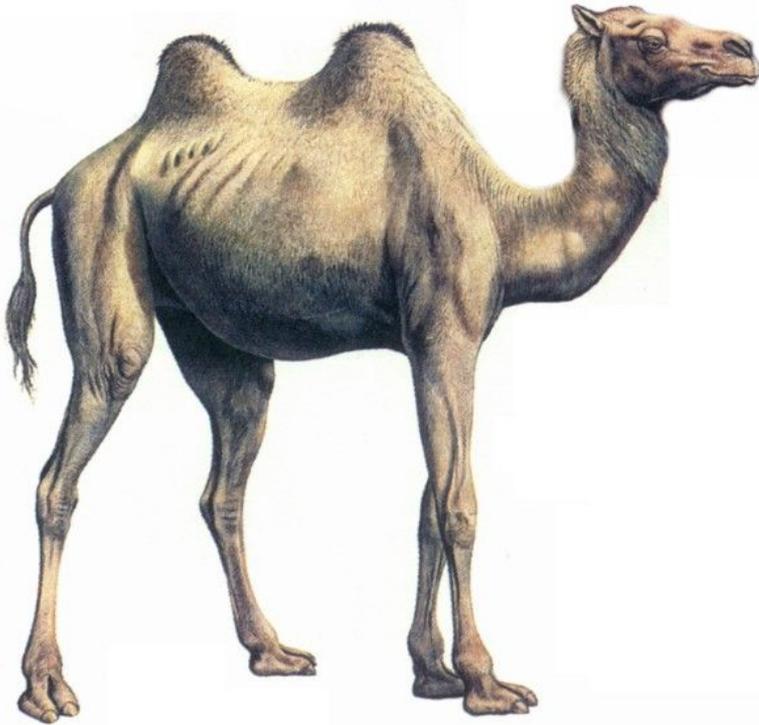
# Характеристика липидов

Липиды выполняют и **строительную функцию**, так как нерастворимость в воде делает их важнейшими компонентами клеточных мембран (фосфолипиды, липопротеины, гликолипиды, холестерин).

Многие производные липидов (например, гормоны коры надпочечников, половых желез, витамины А, D, Е, К) участвуют в обменных процессах, происходящих в организме. Следовательно, этим веществам присуща и **регуляторная функция**.



# Жировой обмен



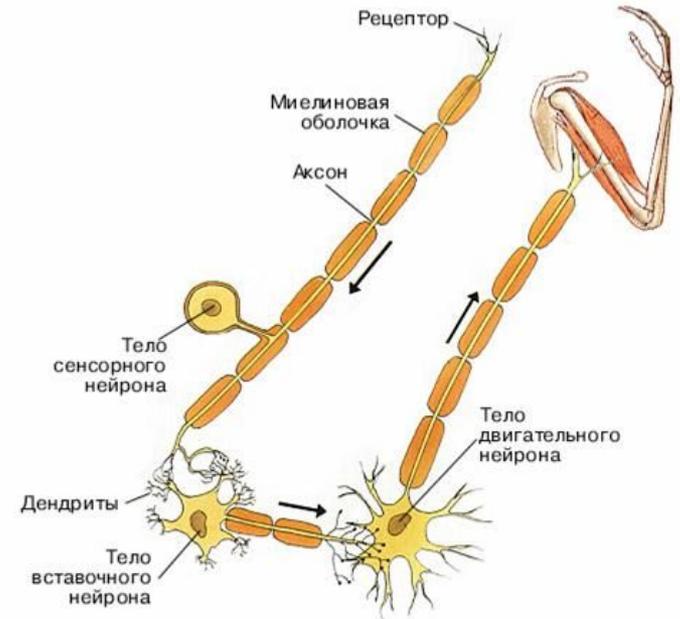
При *пластическом обмене* фосфолипиды образуют мембраны клеток, жиры входят в состав медиаторов, гормонов, ферментов. Избыток жиров запасается в жировых клетках сальника, подкожной жировой клетчатки.

При *катаболизме* обеспечивают организм энергией, при окислении 1 г жира до углекислого газа и воды выделяется 38,9 кДж энергии.

## Главные функции:

1. Запасающая, запасной источник энергии.
2. Структурная — входят в состав мембран;
3. Энергетическая, при окислении 1 г жира образуется  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ , 38,9 кДж;
4. Источник метаболической воды (100 г жира при окислении образуют 107 г воды);

# Жировой обмен



4. Теплоизоляционная;
5. Жиры образуют миелиновые оболочки нервных клеток
6. Жирорастворимые витамины ADEK входят в состав ферментов.
7. Многие гормоны относятся к группе стероидов.

Жиры способны превращаться в углеводы. Синтез жиров может осуществляться из углеводов и белков.

# Жировой обмен



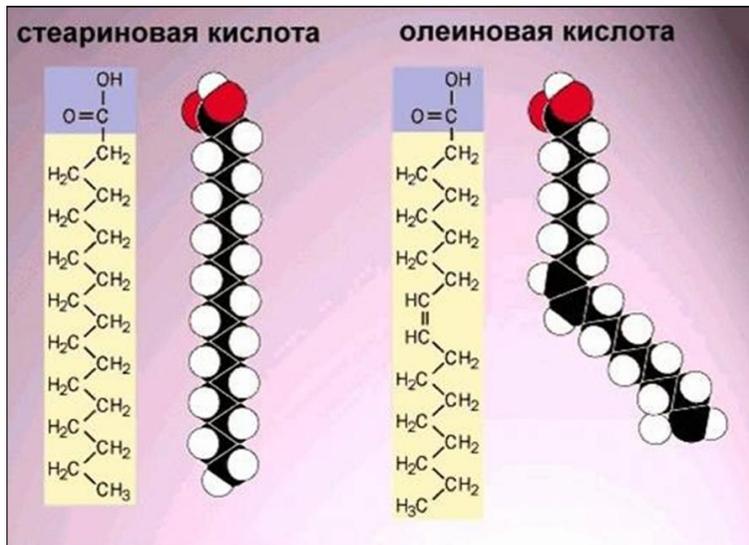
Жиры составляют 10-20% от массы тела. Состоят из глицерина и жирных кислот. Взрослому организму необходимо около 100 г в сутки. Жиры в кишечнике эмульгируются под действием:

*Желчи печени.*

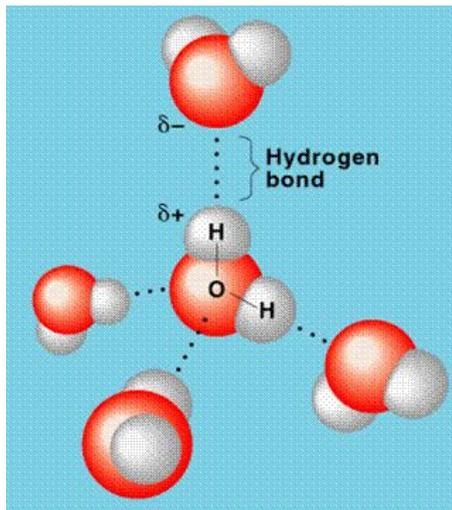
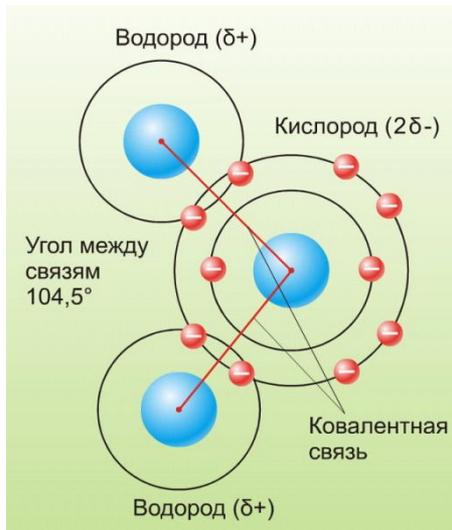
Гидролизуются под действием:

*Липаз.*

В клетках кишечного эпителия синтезируются транспортные формы жиров, которые поступают в лимфу. Жирные кислоты могут быть: *Насыщенными* (в твердых, животных жирах) и *ненасыщенными* (в маслах). Последние не синтезируются в организме и должны поступать с пищей.



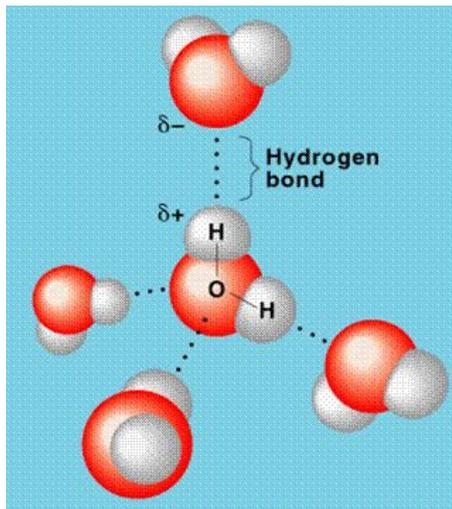
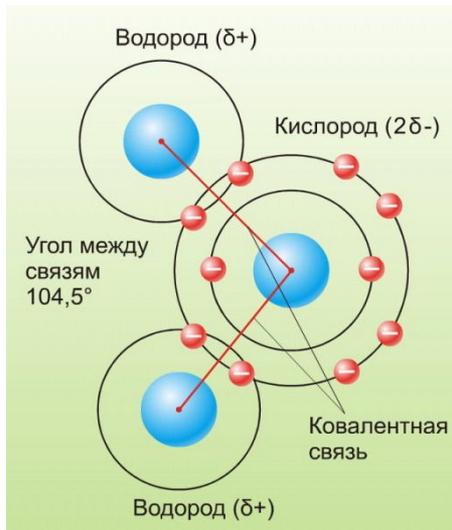
# Химические соединения клетки. Вода



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  $\delta^+$ ), а атом кислорода несет частично отрицательный заряд ( $2\delta^-$ ). Молекула воды поляризована и является диполем (имеет два полюса).

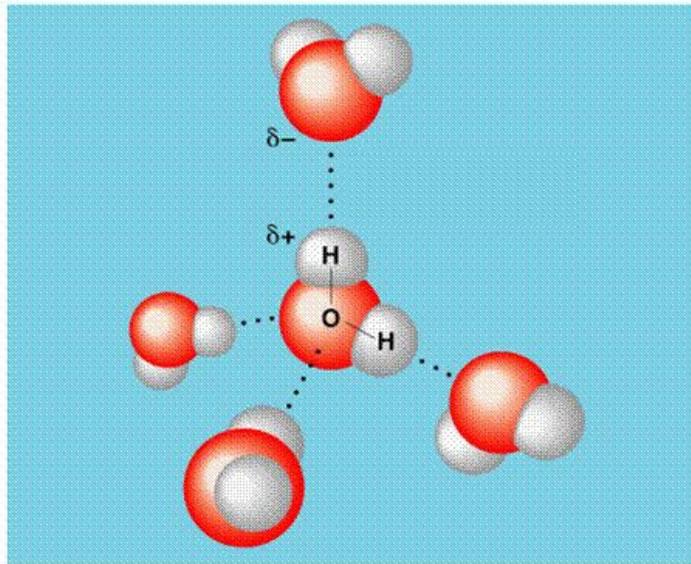
# Химические соединения клетки. Вода



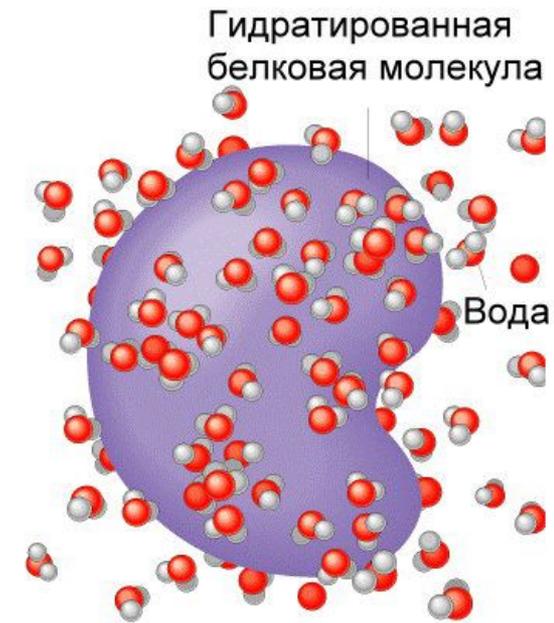
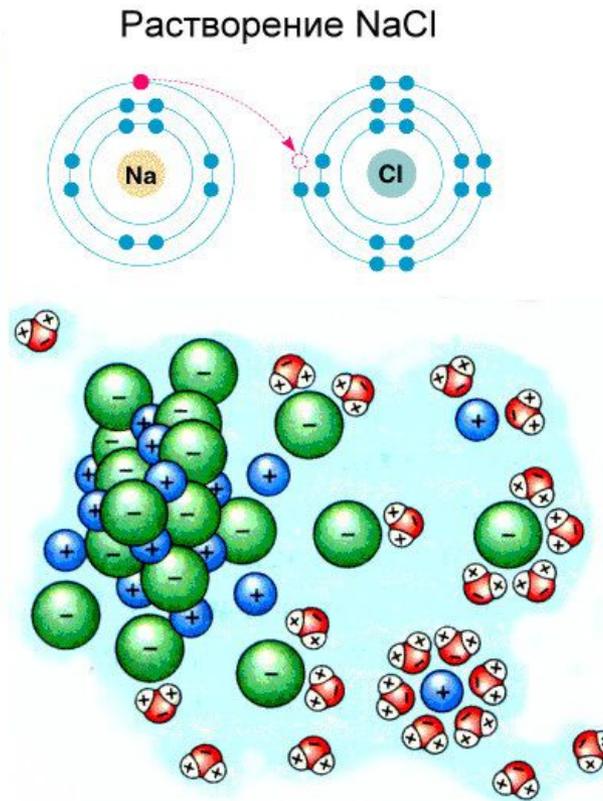
Частично отрицательный заряд атома кислорода одной молекулы воды притягивается частично положительными атомами водорода других молекул. Таким образом, каждая молекула воды стремится связаться водородными связями с четырьмя соседними молекулами воды.

**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).

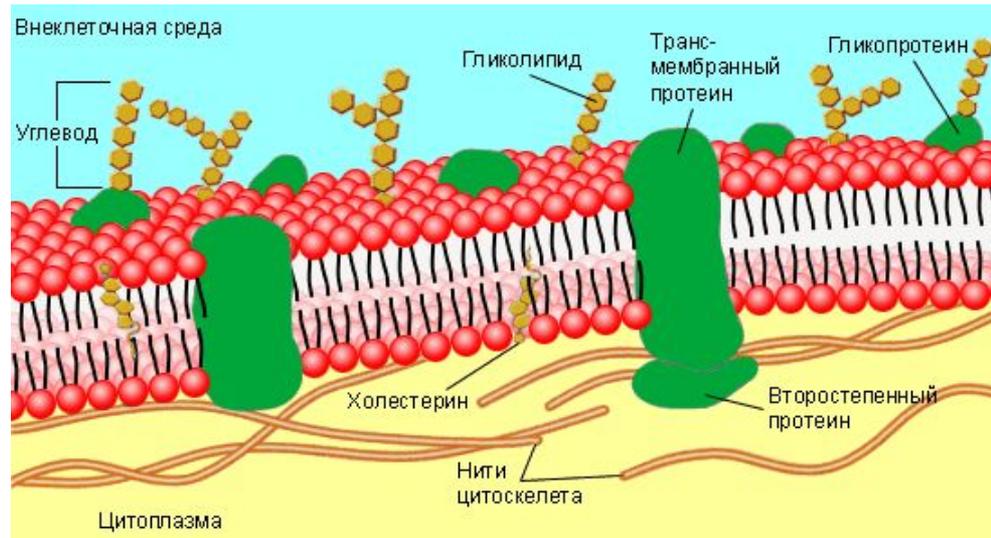
# Химические соединения клетки. Вода



Водородные связи  
между молекулами воды



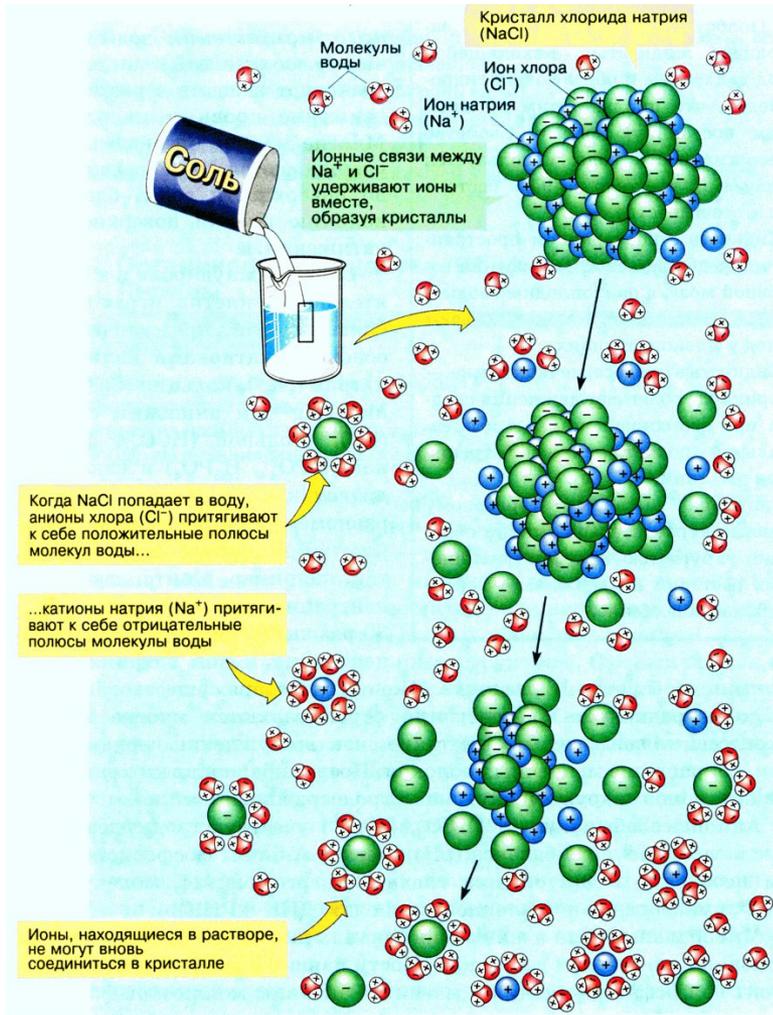
## Химические соединения клетки. Вода



Вещества, плохо или вовсе нерастворимые в воде, называются **гидрофобными** (от греч. phobos – страх). К ним относятся жиры, нуклеиновые кислоты, некоторые белки. Такие вещества могут образовывать с водой поверхности раздела, на которых протекают многие химические реакции.

Следовательно, тот факт, что вода не растворяет неполярные вещества, для живых организмов также очень важен. К числу важных в физиологическом отношении свойств воды относится ее способность растворять газы ( $O_2$ ,  $CO_2$  и др.).

# Химические соединения клетки. Вода



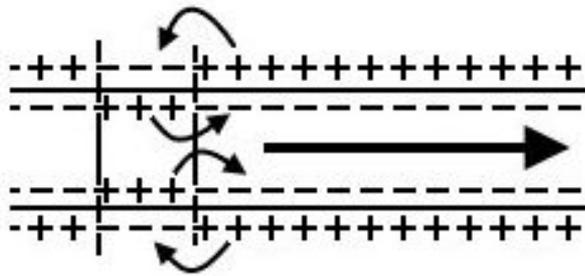
**Вода обладает также высокой теплопроводностью**, обеспечивая равномерное распределение тепла по всему организму. Следовательно, высокая удельная теплоемкость и высокая теплопроводность делают воду идеальной жидкостью для поддержания теплового равновесия клетки и организма.

**Вода практически не сжимается**, создавая **тургорное** давление, определяя объем и упругость клеток и тканей. Так, именно гидростатический скелет поддерживает форму у круглых червей, медуз и других организмов.

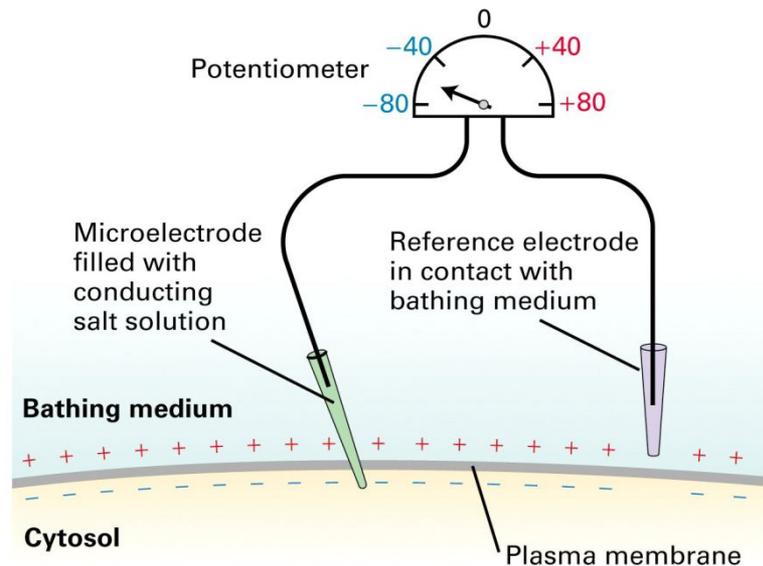
# Химические соединения клетки. Соли

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.





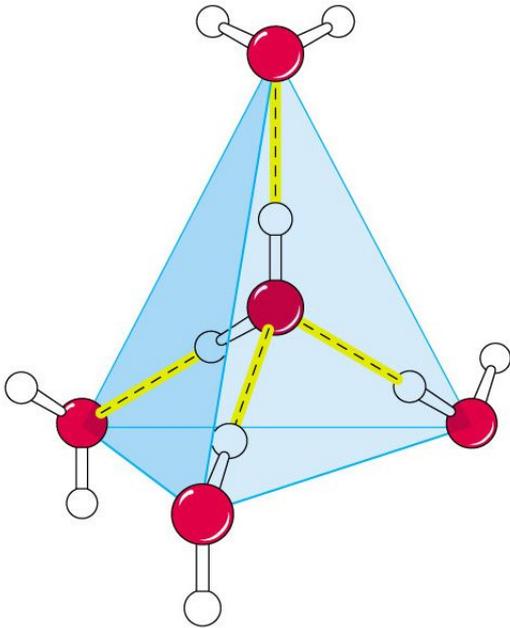
## Водно-солевой обмен

Вода составляет около 60% от массы тела. В мышцах до 80%, в костях до 20%.

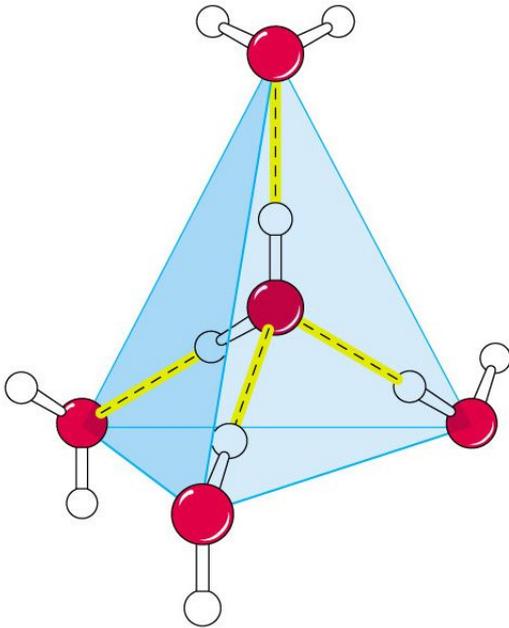
В сутки в среднем потребляется 2,5 л: 1,2 л в виде жидкостей, 1 л с пищей, 0,3 л образуется *метаболической* воды.

Выводится почками, кишечником, кожей и легкими. Избыток и недостаток воды приводят к отравлению организма. Содержание воды в организме регулируется нейрогипофизом, выделяющим: *Вазопрессин*, а также корой надпочечников, секретирующей гормон: *Альдостерон*.

Оба этих гормона регулируют работу почек. Например, если в крови солей больше нормы, нейрогипофиз выделяет больше вазопрессина. Антидиуретический гормон уменьшает мочеобразование и мочевыделение, сохраняя воду в организме.



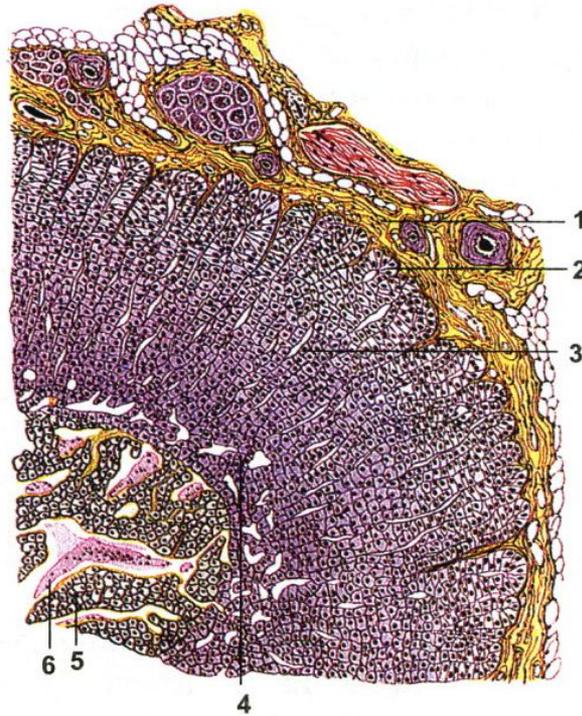
# Водно-солевой обмен



**Функции:** вода необходима для нормального течения многих физиологических процессов: является растворителем, принимает участие в образовании структуры органических молекул, выполняет транспортные функции, участвует в регуляции температуры, участвует в реакциях гидролиза различных веществ.

Водный обмен тесно связан с **минеральным обменом**. Минеральные вещества обуславливают **осмотическое давление**, участвуют в проведении **нервного возбуждения**, в **мышечных сокращениях**, **свертывании крови**. Составляют около 4% от массы организма.

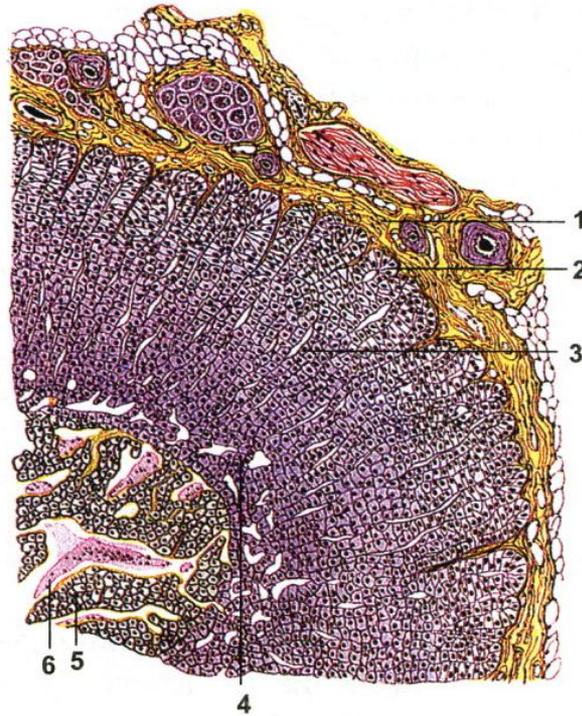
# Надпочечники



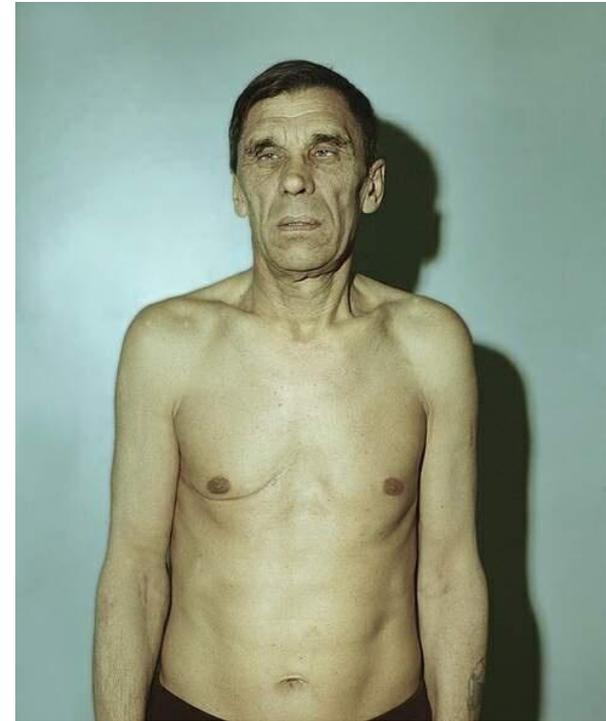
**Рис. 464.** Микроскопическое строение надпочечника:  
1 – капсула надпочечника; 2 – клубочковая зона; 3 – пучковая зона; 4 – сетчатая зона; 5 – мозговое вещество; 6 – синусоидный капилляр (по Алмазову и Сутолову)

**Корковый слой** вырабатывает три группы **стероидных** гормонов:  
**минералокортикоиды клубочкового слоя** (альдостерон и др.), которые регулируют водно-солевой обмен, сохраняя  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  в организме;  
**глюкокортикоиды пучкового слоя** (кортизол и др.) регулируют углеводный, белковый обмены (глюконеогенез), уменьшают образование антител, подавляют воспалительные реакции;  
**половые гормоны сетчатого слоя** являются слабыми андрогенами и эстрогенами и контролируют развитие вторичных половых признаков.

# Надпочечники



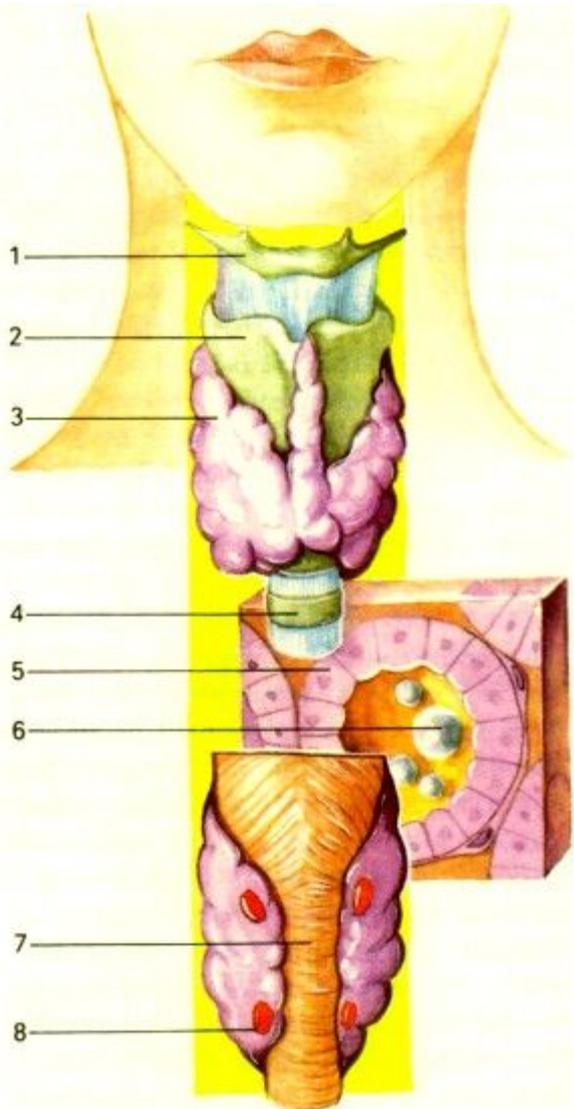
**Рис. 464.** Микроскопическое строение надпочечника:  
1 – капсула надпочечника; 2 – клубочковая зона; 3 – пучковая зона; 4 – сетчатая зона; 5 – мозговое вещество; 6 – синусоидный капилляр (по Алмазову и Сутолову)



При недостаточной деятельности коры надпочечников развивается **«бронзовая, или аддисонова болезнь»**, характерными признаками которой являются бронзовый оттенок кожи, мышечная слабость, повышенная утомляемость, похудение.

**Мозговое вещество** секретирует **адреналин** и **норадреналин** (производные аминокислот). Большое количество адреналина выделяется при сильных эмоциях — гневе, боли, страхе, во время экзаменов.

## Щитовидная железа, паращитовидные железы



В особых клетках щитовидной железы образуется гормон *тиреокальцитонин*, регулирующий содержание кальция и фосфора в крови. Его называют кальций-сберегающим гормоном, он снижает уровень кальция в крови, сохраняя его в костной ткани.

*Паращитовидные железы* расположены на задней поверхности щитовидной железы, по две на каждой доле. Вырабатывают *паратгормон*, который вызывает выход кальция и фосфора в кровь из костной ткани. При избыточном количестве паратгормона в крови повышается количество кальция и понижается количество фосфата, одновременно увеличивается их выделение с мочой. При недостатке гормона содержание кальция в крови ниже нормы, часто бывают мышечные судороги. Животные с удаленными паращитовидными железами погибают от судорог скелетной мускулатуры.

# Водно-солевой обмен

*Na и K.*

Участвуют в процессах возбуждения клетки, проведении нервных импульсов, в поддержании осмотического давления, pH среды.

*Ca.*

В составе зубов и костей. Необходим для свертывания крови, мышечных сокращений, синаптической передачи.

*P.*

В составе костей и зубов. Входит в состав АТФ, ДНК, РНК, в состав клеточных мембран.

*Cl.*

Участвует в образовании pH желудочного сока, обеспечивает наряду с другими ионами возбуждение и торможение в нервных клетках.

*Fe.*

Входит в состав гемоглобина крови, в состав цитохромов, принимающих участие в окислительном фосфорилировании.

*I.*

Входит в состав гормонов щитовидной железы.

*S.*

Входит в состав аминокислот, белков и витаминов.

*Co.*

В состав витамина B<sub>12</sub>.

## Подведем итоги:

Расщепление белков начинается ....

*В желудке.*

Ферменты на белки:

*В желудке – пепсин, в соке поджелудочной железы – трипсин и химотрипсин, в кишечном соке – аминопептидаза, карбоксипептидаза.*

Белки состоят:

*Из 20 видов аминокислот, 10 из которых являются незаменимыми и не могут синтезироваться в организме человека.*

Избыток аминокислот запасается:

*Аминокислоты не запасаются.*

Белки могут превращаться в организме человека:

*В другие белки, в жиры и углеводы.*

Углеводы и липиды могут превращаться в белки?

*Нет.*

Основная функция белков:

*Строительная.*

Конечными продуктами расщепления белков в клетках человека являются:

*Углекислый газ, вода, аммиак и 17,6 кДж на 1 г.*

## *Подведем итоги:*

Углеводы окисляются в пищеварительной системе до ( ), в клетках до конечных продуктов:

*Моносахаридов, в клетках – до углекислого газа, воды и 17,6 кДж на г.*

Ферменты, расщепляющие углеводы:

*Амилаза, мальтаза, сахараза, лактаза.*

Глюкоза всасывается кишечными ворсинками и ворсинках попадает:

*В капилляры.*

Вся кровь от пищеварительной системы попадает в печень через:

*Воротную вену печени.*

Избыток глюкозы с помощью ( ) превращается:

*В гликоген.*

Важнейшая функция углеводов:

*Энергетическая.*

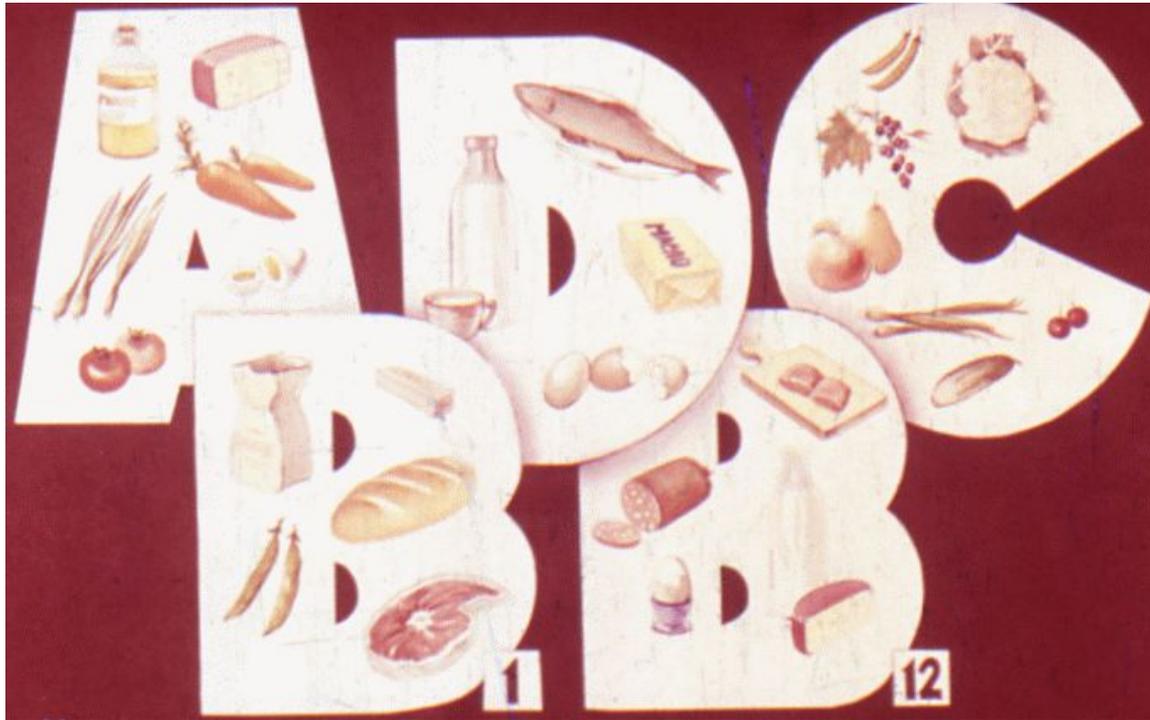
Ферменты, расщепляющие жиры:

*Липазы желудка, поджелудочной и кишечника.*

Жиры расщепляются в пищеварительной системе до ( ), в клетках – до конечных продуктов:

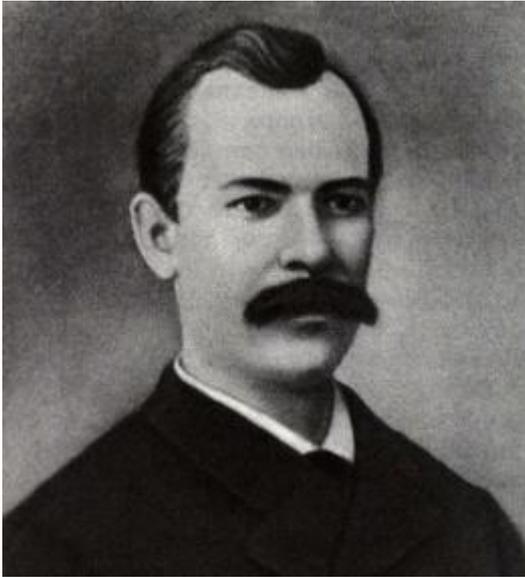
*Глицерина и жирных кислот, в клетках – до углекислого газа, воды и 38,9 кДж на г.*

# Витамины



Долгое время люди не знали, как лечить загадочные болезни, вызывающие параличи, язвы, искривления костей, выпадение зубов. Немало мореплавателей погибло от цинги. Ее жертвами стали экипажи кораблей Магеллана, капитаны Седов, Баренц, командор Беринг.

# Витамины



Участники многих полярных экспедиций конца XIX и начала XX веков страдали от воспаления десен – **цинги**. Помогал от цинги чеснок. В тайге – хвойные отвары.

На о.Ява группа врачей изучала распространенного заболевания «бери-бери», связанное с нарушениями в ЦНС. Причем состоятельные люди заболевали чаще, чем бедняки. Один из врачей **Х.Эйкман** обратил внимание на то, что куры, питавшиеся очищенным отшлифованным рисом, заболевали, но стоило добавить в корм рисовые отруби – они быстро поправлялись. Сегодня известно, что в рисовой оболочке находится **витамин В<sub>1</sub>**.

**В 1880 г Н.И.Лунин** в диссертации «О значении неорганических солей для питания животных» отметил, что в пище кроме белков, жиров и углеводов должны содержаться еще какие-то загадочные вещества.



Лишь в конце XIX в. учёные установили причину страшных заболеваний. В 1880 г. русский врач Н. И. Лунин доказал, что кроме белков, жиров, углеводов, минеральных солей, воды организму нужны и другие вещества.

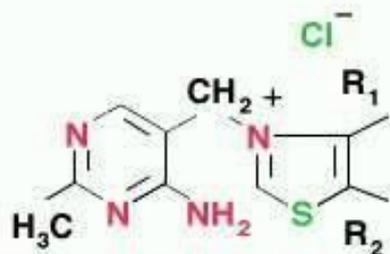


**В 1912 г. польский учёный Казимир Функ предложил назвать эти вещества витаминами (от латинского *vita*—«жизнь»), а болезни, вызванные их недостатком,—авитаминозами.**

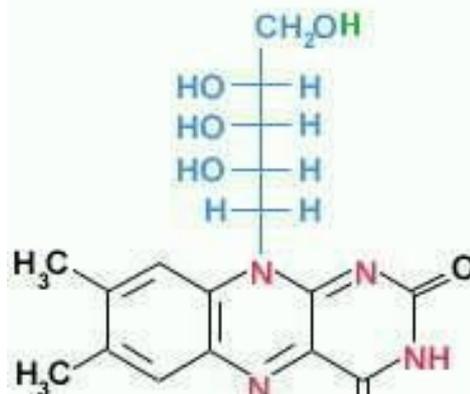
# Витамины



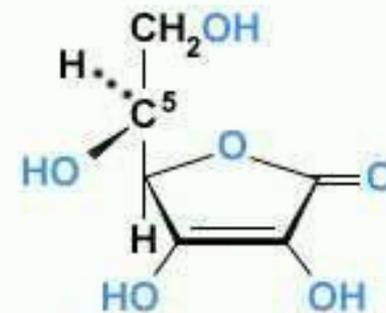
В 1912 году Функ выпустил книгу с названием «Витамины». Термин прижился, хотя не все витамины содержат аминогруппу и имеют различные химические структуры.



Витамин В<sub>1</sub>  
(тиамин)

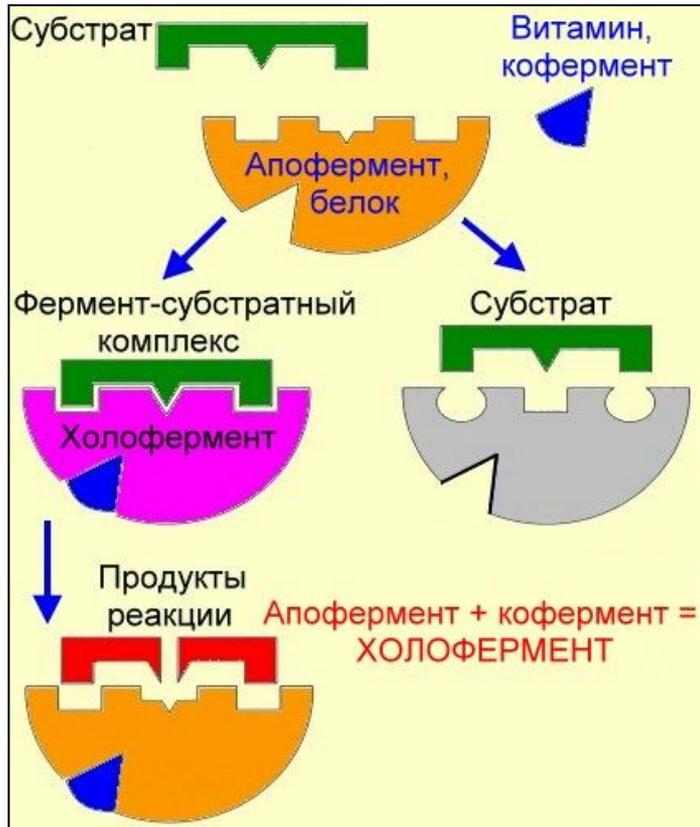


Витамин В<sub>2</sub>  
(рибофлавин)



Витамин С  
(аскорбинка)

# Витамины



Витамины входят в состав ферментов.

*Соединяясь с белками, образуют ферменты; необходимы для нормального обмена веществ.*

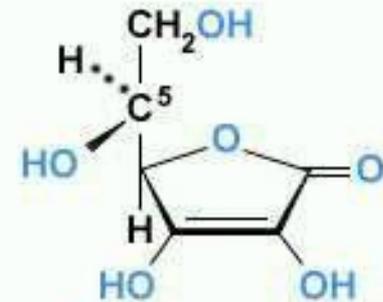
Общее количество витаминов, необходимое человеку незначительно, отсутствие какого-либо витамина в пище приводит к *авитаминозу*. Избыток витамина приводит к *гипервитаминозам* и различным нарушениям обмена веществ.

Содержатся витамины в растительной пище и животной пище.

# Витамины

Витамины принято обозначать буквами латинского алфавита и делить на *жирорастворимые А, D, Е, К* и *водорастворимые*.

В настоящее время известно около 50 витаминов. Интересно, что вещество, являющееся витамином для одного организма, для других видов витамином не является. Например, витамин С необходим человеку, всем приматам, а большинство других млекопитающих его могут синтезировать.



Витамин С  
(аскорбинка)

# витамин С



Аскорбиновая кислота повышает сопротивляемость организма к инфекциям, интоксикациям химическими веществами, перегреванию, охлаждению, кислородному голоданию. Одна из важнейших функций витамина С — синтез и сохранение коллагена — белка, который «цементирует» клетки и тем самым служит основой образования соединительных тканей. Коллаген скрепляет сосуды, костную ткань, кожу, сухожилия, зубы. Витамин С нормализует уровень холестерина в крови, способствует усвоению железа из пищи, требуется для нормального кроветворения, влияет на обмен многих витамине'

## Витамин С



**Витамин С (аскорбиновая кислота).** В значительных количествах содержится в плодах шиповника, черной смородины, капусте, помидорах, моркови, картофеле и других овощах и фруктах.

При длительном отсутствии в пище витамина С развивается **цинга**. При цинге люди слабеют, у них воспаляются и кровоточат десны, выпадают зубы, распухают суставы.

## Витамин С



При тяжелой работе и заболеваниях потребность в витамине С возрастает. Витамин С стимулирует гормональную регуляцию, процессы развития организма, сопротивляемость к заболеваниям. Витамин С выделен в чистом виде и получается фабричным путем.

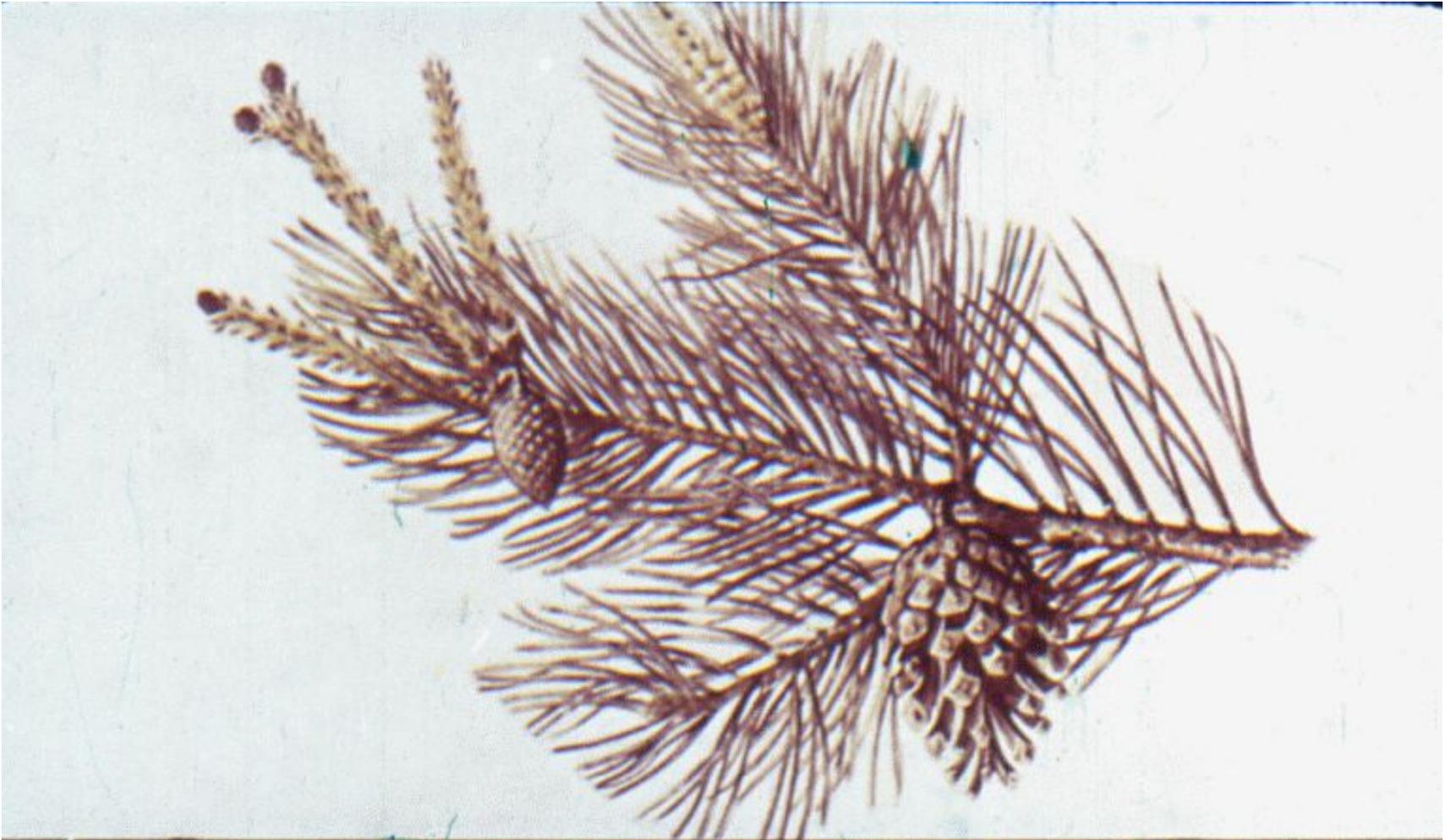
## *Витамин С*



19

**Не только за нежный аромат и красоту цветков ценится шиповник. Его плоды содержат до 40% витамина С и используются в свежем виде или для приготовления отвара.**

## Витамин С



Потребность в витаминах особенно сильна зимой. В это время молодая хвоя сосны—лучшее противцинготное средство. стакан хвойного напитка содержит в 60 раз больше витамина С, чем стакан лимонного сока.

## Витамин А



В 1831 г. из оранжевого пигмента моркови было получено вещество каротин. Дальнейшие исследования показали, что каротином богаты плоды и листья многих дикорастущих растений,

## Витамин А



## Витамин А



В цитоплазме животных клеток *каротин превращается в жирорастворимый витамин А (ретинол)*. Значительное количество витамина А содержится в сливочном масле, яйцах, сметане, печени и рыбьем жире. При отсутствии витамина А в пище поражаются роговица глаза, кожа, дыхательные пути, замедляется рост, развивается «куриная слепота».

# витами́н А

Без **витамина А** невозможен нормальный синтез белков и обмен веществ, здоровье клеток, зубов и костей, правильное распределение жировых отложений; он замедляет старение и помогает появляться и расти новым клеткам. Он имеет большое значение для восприятия света – фоторецепции, для работы зрительных анализаторов и нормального состояния сетчатки глаза. Четкая работа иммунной системы и действенная защита от инфекций тоже невозможна при нехватке витамина А. Он повышает устойчивость слизистых оболочек к вирусам, способствует большей активности лейкоцитов, защищает от инфекций дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт, мочеполовую систему. Эндокринная система тоже часто даёт сбои, если витамина А не хватает.



## Витамин А



**Ксерофтальмия**

Человек должен получать витамин А в количестве 1,5 мг в сутки. Недостаток витамина затормаживает

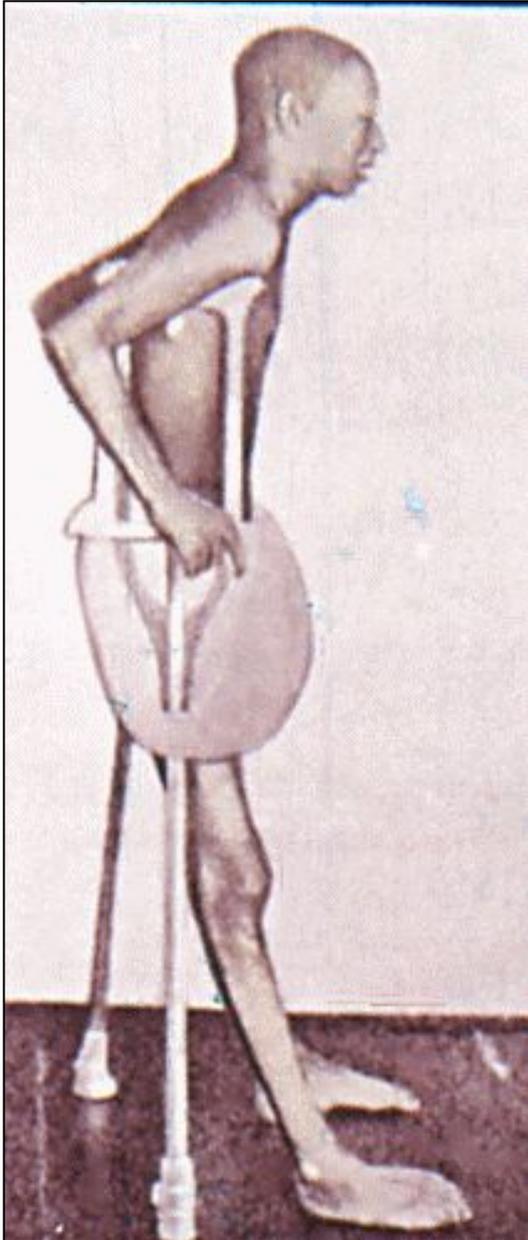
рост организма, снижает остроту зрения при сумеречном освещении, а полное отсутствие этого витамина приводит к слепоте.

## Витамины группы В



Витамины группы В. Эта группа витаминов включает несколько витаминов —  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_6$ ,  $B_{11}$ ,  $B_{12}$  и некоторые другие. Витамины группы В в значительных количествах содержатся в пивных дрожжах, оболочках семян ржи, риса, бобовых, а из животных продуктов — в почках, печени, яичном желтке.

## Витамины группы В



Специфическая функция витаминов группы В в организме состоит в том, что из них образуются ферменты, осуществляющие многие важнейшие реакции обмена веществ.

Первым из этой группы был обнаружен *витамин В<sub>1</sub> (тиамин)*. При отсутствии в пище этого витамина развиваются поражения нервной системы — *полиневрит, «бери-бери»* — расстройства движений, параличи, приводящие к смерти. Но, если больному давать пищу, в которой содержится витамин В<sub>1</sub>, наступает выздоровление. Учитывая, что витамин В<sub>1</sub> не откладывается в организме впрок, его поступление с пищей должно быть регулярным и равномерным. *Витамин В<sub>12</sub> (кобаламин) регулирует кроветворную функцию, рост нервной ткани.*

# Витамин В1 (тиамин)



# витамин B1

**Тиамин** в организме должно хватать всегда, иначе могут развиваться тяжёлые заболевания. Он помогает нервным клеткам получить в ходе обмена веществ суточную норму глюкозы.

Если этого не происходит, то нервные клетки начинают разрастаться, «вытягивая» нервные окончания и пытаются достать глюкозу самостоятельно – из сосудов и капилляров. Однако разросшимся, деформированным клеткам нужно ещё больше глюкозы, а усваивать её они могут менее, чем наполовину – в отличие от нормальных клеток.

В процессе разрастания у нервных клеток становится тонким их защитный слой, и в нём резко уменьшается количество необходимых веществ, защищающих клетки от повреждений.

Так что **тиамин** помогает нервной системе избежать таких негативных изменений и продолжать нормально работать.

**Тиамин** не только защищает нервные клетки, но и не даёт стареть клеткам мозга, сохраняя память и внимание до самых преклонных лет, поэтому он необходим людям, чья работа связана с умственной деятельностью. Не зря у пациентов с болезнью Альцгеймера содержание тиамина в крови очень низкое.

Взаимодействие **витамина B1** с витамином B12 обеспечивает нейтрализацию токсинов в организме, не даёт скапливаться избыткам жира в печени и снижает уровень «плохого» холестерина. Детям, склонным к простудным заболеваниям, тиамин помогает противостоять вирусам и инфекциям.

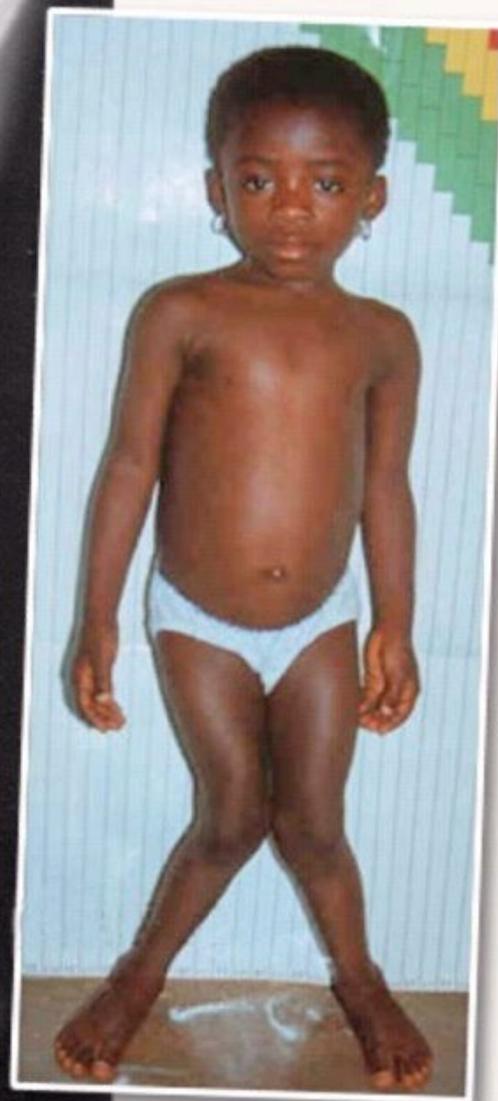
Риск возникновения заболеваний печени и желудочно-кишечного тракта можно свести к минимуму, если позволять своему организму всегда получать достаточно **витамина B1**



## Витамин D



**Витамин D (кальциферол, антирахитический витамин).** В значительных количествах содержится в рыбьем жире. Витамин D, участвует в обмене кальция и фосфора, образуется в коже человека под влиянием ультрафиолетовых лучей. Отсутствие витамина D вызывает у детей заболевание, называемое рахитом. Кости рахитичных детей содержат недостаточно кальция и фосфора. Это приводит к искривлению костей конечностей, появлению на ребрах хорошо заметных утолщений, деформации грудной клетки.



Рахит, болезнь, вызванная недостаточностью в организме ребенка витамина D.

## *Витамин D*



Лучшим средством предупреждения и лечения рахита является употребление пищевых продуктов, содержащих витамин D, а также пребывание детей на солнце или их искусственное ультрафиолетовое облучение.

При избыточном потреблении некоторых витаминов (например, А и В) возникают нарушения обмена веществ (гипервитаминозы).

## Сохранение витаминов в пище

Витамины должны поступать в организм постоянно и в определенных количествах. Однако их содержание в пищевых продуктах колеблется и не всегда обеспечивает потребности организма. Эти колебания связаны с сезонными изменениями состава пищевых продуктов, с длительностью хранения овощей и фруктов от момента созревания до употребления в пищу.

Например, витамин А теряется *при длительном хранении и сушке овощей*. Большую роль в сохранении витаминов играет и правильное приготовление пищи. Запомним, что *при действии высокой температуры в мясе теряется от 15 до 60% витаминов группы В, при варке овощей — до 20% витаминов группы В и от 30 до 50% витамина С. Кроме того, витамин С разрушается и при соприкосновении с воздухом.*

Поэтому каждый человек должен знать, как правильно готовить пищу, чтобы сохранить в ней как можно больше витаминов. Прежде всего овощи следует очищать и нарезать только перед самой варкой, опускать в кипящую воду и недолго варить в кастрюле с закрытой крышкой.

# Витамины

Витамин	Физиологическое действие, авитаминозы	Источники
А Ретинол	Влияет на зрение, рост и развитие. Участвует в образовании зрительного пигмента. При авитаминозе — нарушение сумеречного зрения (куриная слепота), повреждение роговицы глаз, сухость эпителия его ороговение.	Животные жиры, мясо, печень, яйца, молоко. Источники каротина, из которого образуется витамин А — морковь, абрикосы. 
D Кальциферол	Регулирует обмен кальция и фосфора. При его недостатке в детском возрасте развивается рахит.	Яичный желток, печень, рыбий жир. Образуется в коже под действием ультрафиолетовых лучей.

# Витамины

Витамин	Физиологическое действие, авитаминозы	Источники
Е Токоферол	Обладает противовоокислительным действием на внутриклеточные липиды. При недостатке — дистрофия скелетных мышц, ослабление половой функции.	Растительное масло, салат.
К Филлохинон	Участвует в синтезе протромбина, способствует нормальной свертываемости крови.	Шпинат, салат, капуста, морковь, томаты. Синтезируется микрофлорой кишечника. 

# Витамины

Витамин	Физиологическое действие, авитаминозы	Источники
<b>B<sub>1</sub></b> Тиамин	Участвует в обмене белков, жиров, углеводов, функции желудка, сердца. При недостатке — полиневрит (бери-бери), поражения нервной системы.	Крупы, молочные продукты, яйца, фрукты.
<b>B<sub>3</sub></b> (PP, никотиновая кислота)	Участвует в клеточном дыхании, нормализует функции желудочно-кишечного тракта, при недостатке развивается пеллагра (воспаление кожи), сыпь.	Дрожжи, отруби, пшеница, рис, ячмень, арахис.

# Витамины

Витамин	Физиологическое действие, авитаминозы	Источники
<b>В<sub>12</sub></b> Цианко- баламин, кобаламин	Кроветворение. Всасывается, соединившись с белками желудочного тракта — фактором Кастла. При недостатке — анемия.	Печень, мясо, рыба, яйца. Вырабатывается микрофлорой кишечника.
<b>С</b> Аскорби- новая кислота	Участвует в окислительно-восстановительных реакциях, усиливает иммунитет, участвует в образовании коллагена. Авитаминоз приводит к потере сосудами эластичности, к цинге. Увеличивает устойчивость к инфекциям	Шиповник, хвоя, зеленый лук, черная смородина, картофель, капуста.



## Подведем итоги:

Где, в основном, находится железо в организме человека?

*В гемоглобине эритроцитов.*

Где, в основном, находится йод в организме человека?

*В щитовидной железе, входит в состав тироксина и трийодтиронина.*

К каким последствиям приведет недостаток в пище витамина А?

*Куриная слепота, поражение роговицы, задержка роста.*

К каким последствиям приведет недостаток в пище витамина  $B_1$ ?  $B_{12}$ ?

*$B_1$  – к полиневриту,  $B_{12}$  – к анемии.*

К каким последствиям приведет недостаток в пище витамина D?

*К рахиту.*

К каким последствиям приведет недостаток в пище витамина С?

*К цинге.*

Какой витамин регулирует кроветворение?

*Кобаламин,  $B_{12}$ .*

На чашу весов помещают мышь под металлическую сетку и уравнивают весы. Какая чашка весов через час станет легче?

*С мышкой, во время дыхания часть органики окислится.*

## Повторение

Правило Бергмана гласит, что с удалением от экватора к полюсам размеры особей одного и того же вида или близкородственных видов теплокровных животных увеличиваются. Как это можно объяснить?

*С увеличением размеров уменьшается относительная поверхность тела и теплоотдача. Кубик с ребром 1 см имеет объем – 1 см<sup>3</sup>, а поверхность 6 см<sup>2</sup>, 1/6; а кубик с ребром 2 см имеет объем 8 см<sup>3</sup>, а поверхность 24 см<sup>2</sup>, 1/3.*

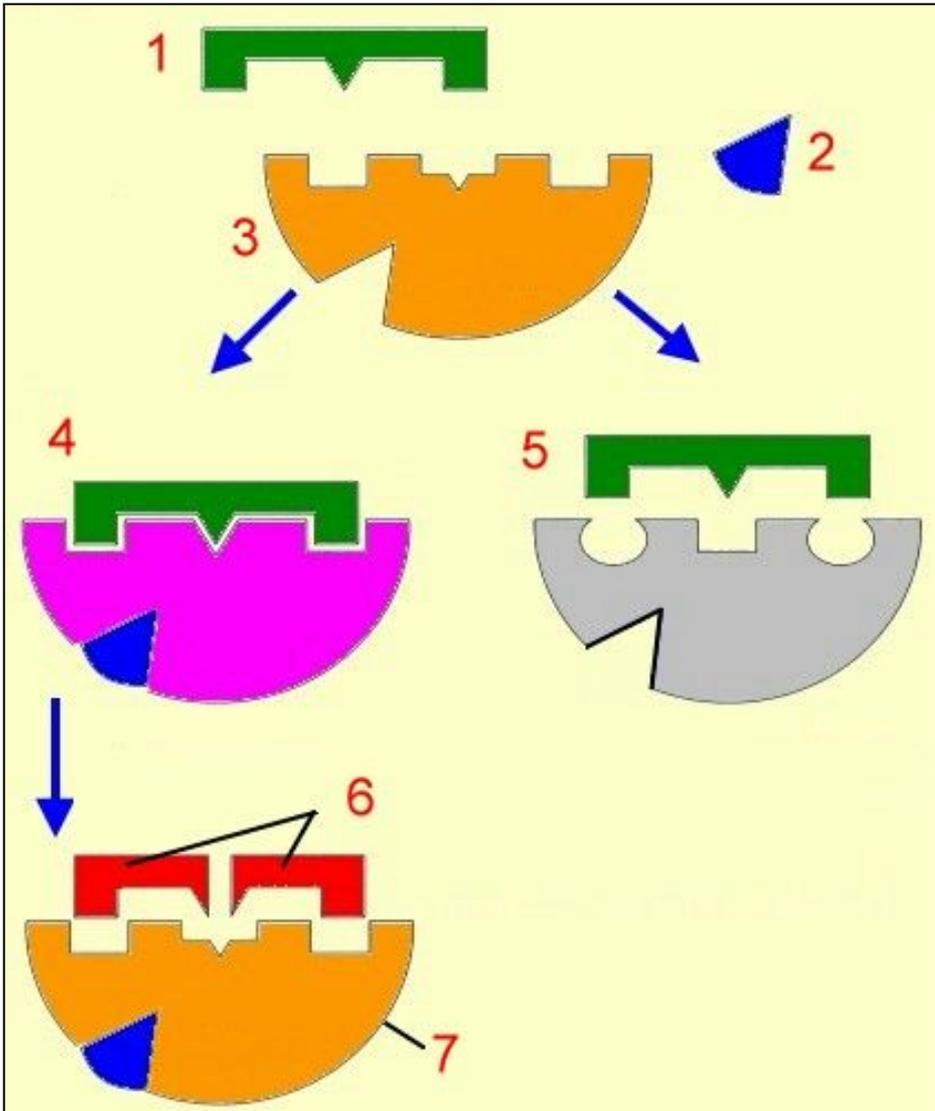
Кенгуровая крыса, моль и мучной червь могут всю жизнь обходиться без воды. Как это им удается?

*Обходятся водой, содержащейся в пище и метаболической водой.*

Взвесили яйцо до инкубации, затем взвесили цыпленка, вышедшего из этого яйца вместе со скорлупой. Какое взвешивание показало большую массу?

*До насиживания, так как во время насиживания часть органики окислилась при дыхании цыпленка.*

# Повторение



Что изображено на рисунке?

# Повторение

Название витамина	В чем содержится	Признаки авитаминоза	Роль в организме
Жирорастворимые			
А (ретинол) D (кальциферол) E (токоферол) К (филлохинон)			
Водорастворимые			
В <sub>1</sub> (тиамин) В <sub>3</sub> (никотиновая к-та) В <sub>12</sub> (кобаламин) С (аскорбиновая к-та)			