

# *Тема:*

# *Углеводы, липиды*

Задачи:

Изучить строение, свойства и функции углеводов и липидов в клетке.

# 1. Характеристика углеводов

**Углеводы**, или **сахариды**, — органические вещества, в состав которых входит углерод, кислород, водород. Углеводы составляют около 1% массы сухого вещества в животных клетках, а в клетках печени и мышц — до 5%. Наиболее богаты углеводами растительные клетки (до 90% сухой массы).

Химический состав углеводов характеризуется их общей формулой  $C_m(H_2O)_n$ , где  $m \geq n$ . Количество атомов водорода в молекулах углеводов, как правило, в два раза больше атомов кислорода (то есть как в молекуле воды). Отсюда и название — углеводы.

<b>Содержание в клетках химических соединений</b> (в % от сырой массы)			
<b>Неорганические соединения</b>		<b>Органические соединения</b>	
<b>Вода</b>	<b>75 - 85 %</b>	<b>Белки</b>	<b>10 - 15 %</b>
<b>Неорганические вещества</b>	<b>1,0 - 1,5 %</b>	<b>Жиры</b>	<b>1 - 5 %</b>
		<b>Углеводы</b>	<b>0,2 - 2,0 %</b>
		<b>Нуклеиновые кислоты</b>	<b>1 - 2 %</b>
		<b>Низкомолекулярные органические соединения</b>	<b>0,1 - 0,5 %</b>

# 1. Характеристика углеводов

Различают две группы углеводов: простые сахара и сложные сахара, образованные остатками простых сахаров. Простые углеводы называют *моносахаридами*. Общая формула простых сахаров  $(\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O})_n$ , 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

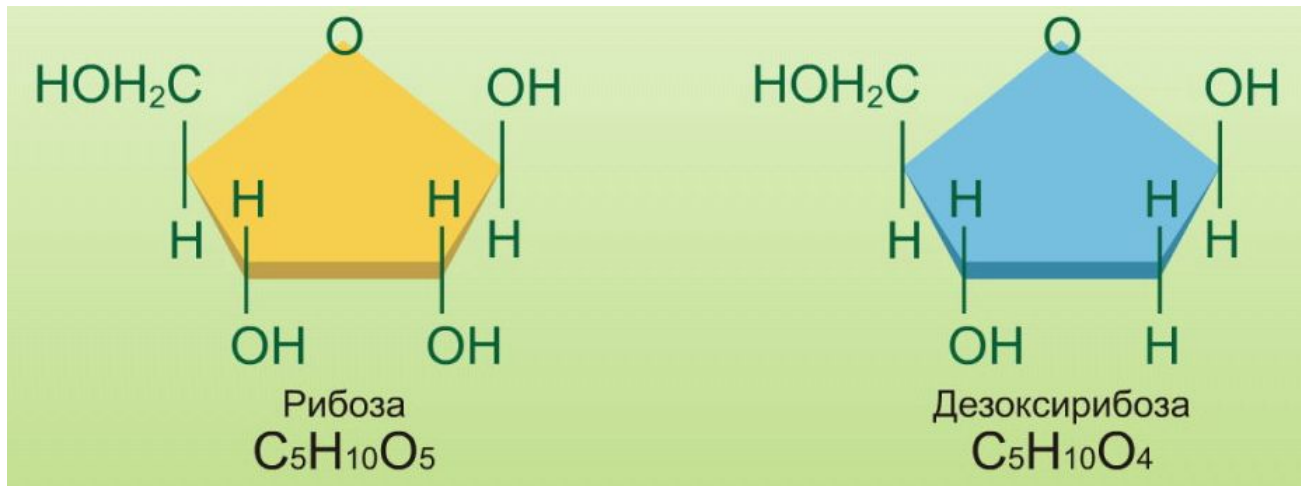
*Сложными* называют углеводы, молекулы которых при гидролизе распадаются с образованием простых углеводов. Среди сложных углеводов различают **олигосахариды** и **полисахариды**.

# 1. 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.



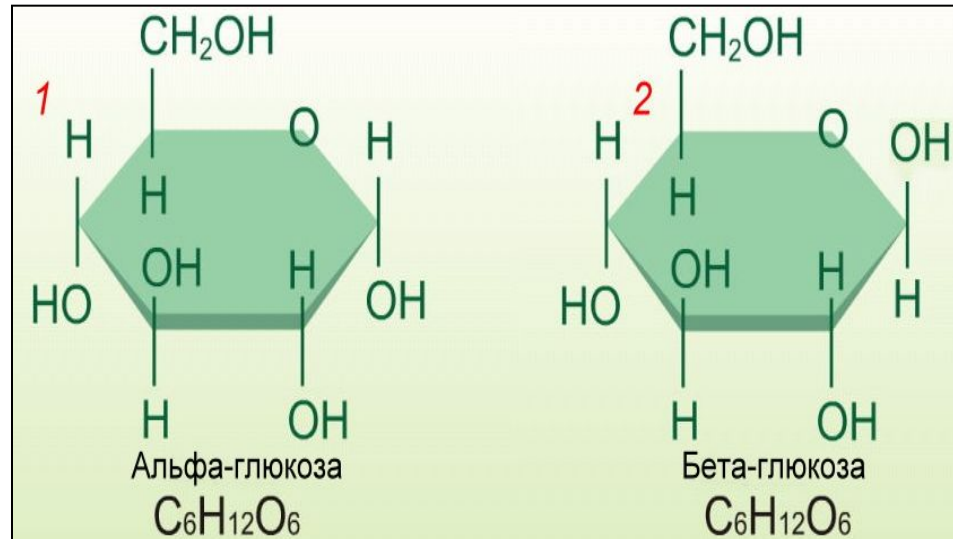
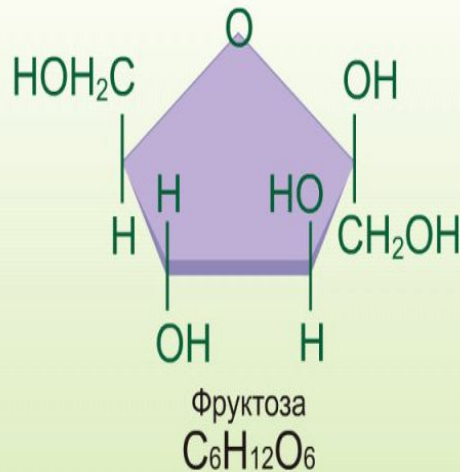
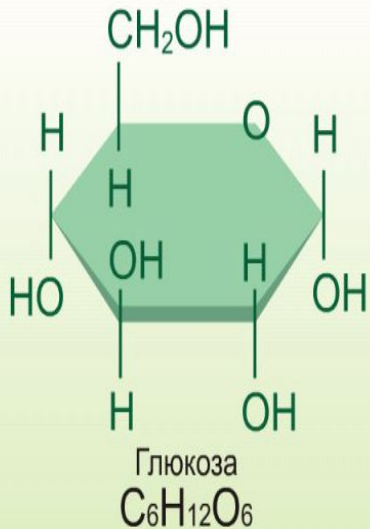
# 1. Характеристика углеводов

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 — 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.



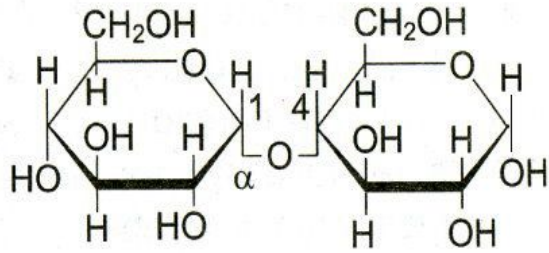
*Сложными называют углеводы, молекулы которых при гидролизе распадаются с образованием простых углеводов. Их состав выражается общей формулой  $C_m(H_2O)_n$ , где  $m > n$ . Среди сложных углеводов различают олигосахариды и полисахариды.*

### **Олигосахариды.**

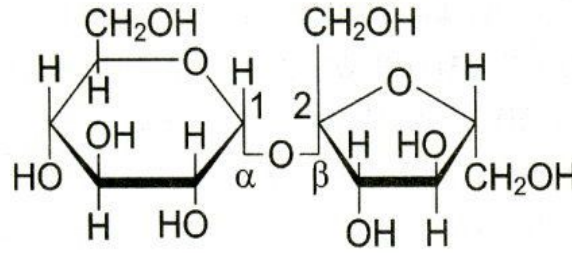
*Олигосахаридами называют сложные углеводы, содержащие от 2 до 10 моносакхаридных остатков.*

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

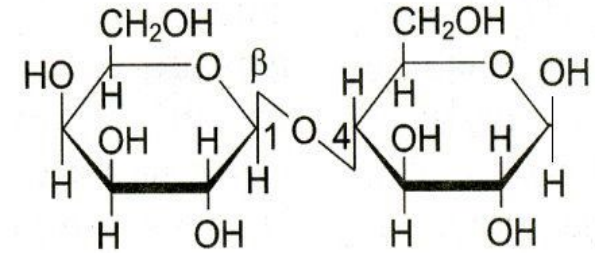
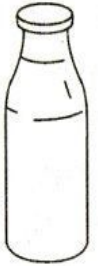
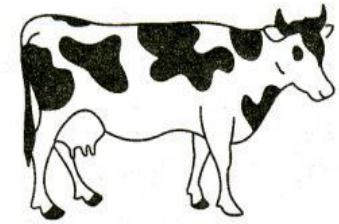
У олигосахаридов хорошая растворимость в воде, они легко кристаллизуются, обладают, как правило, сладким вкусом.



Мальтоза



Сахароза



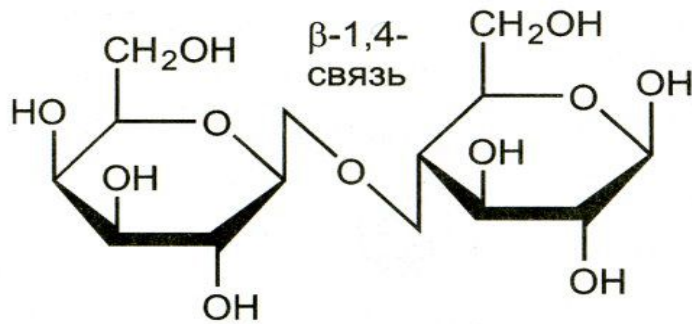
Лактоза

Наиболее широко распространены в природе **дисахариды**:

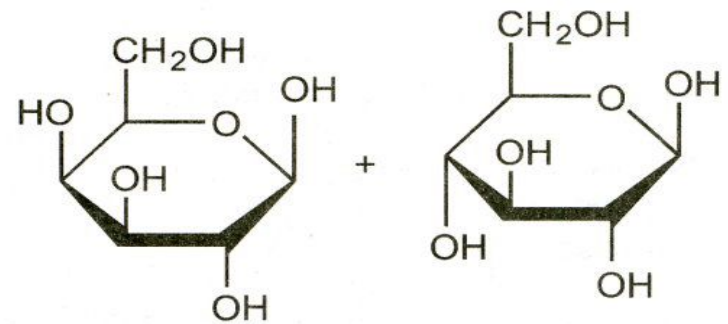
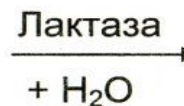
**мальтоза**, состоящая из двух остатков  $\alpha$ -глюкозы;

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

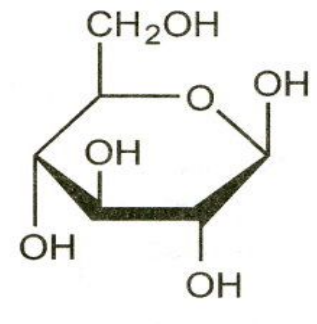
**лактоза** – молочный сахар ( $\beta$ -глюкоза + галактоза).



Лактоза

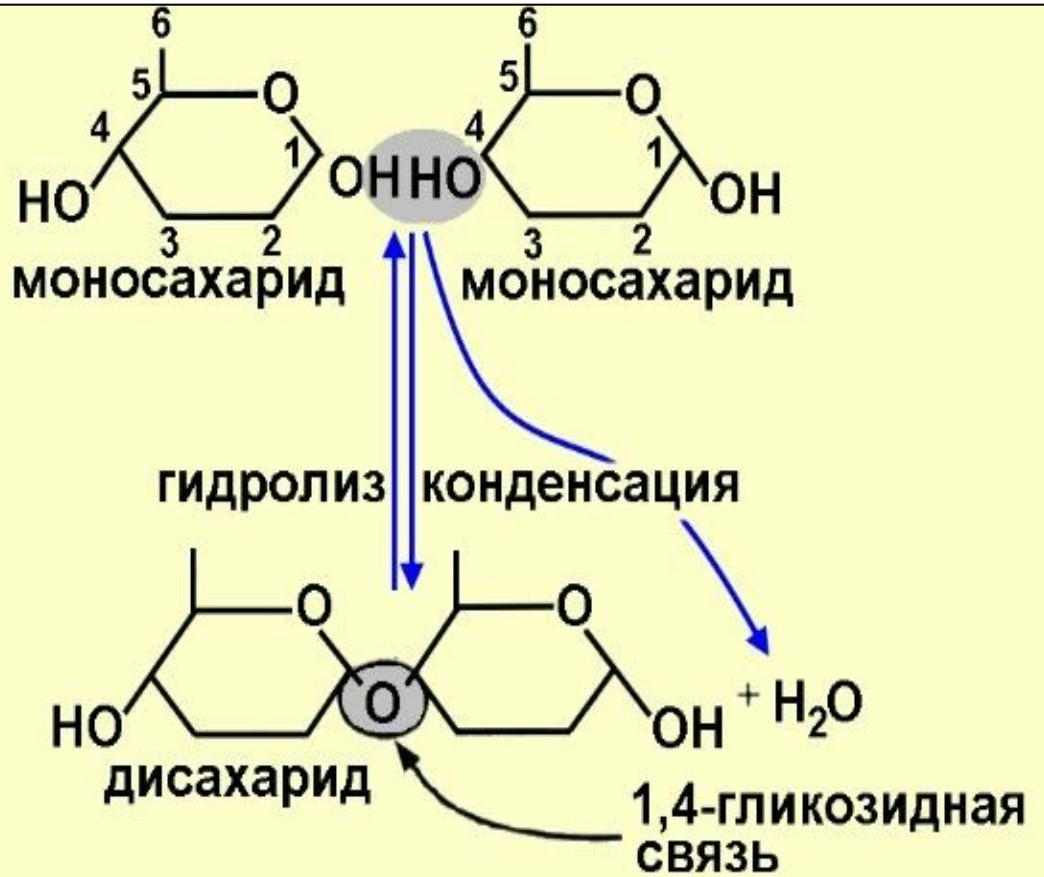


Галактоза



Глюкоза

# 1. Характеристика углеводов



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

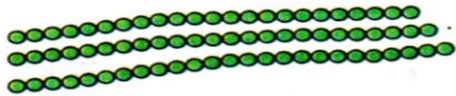
Связь, возникающую между двумя моносахаридами, называют *гликозидной*. Обычно она образуется между 1-м и 4-м углеродными атомами соседних моносахаридных единиц (1,4-гликозидная связь).



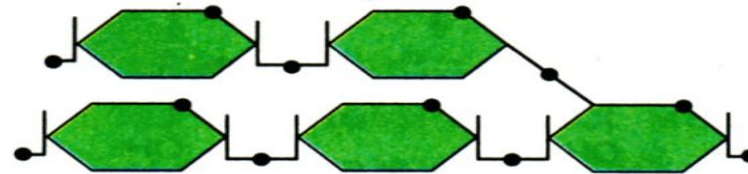
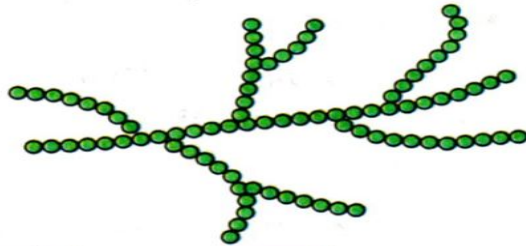
# 1. Характеристика углеводов



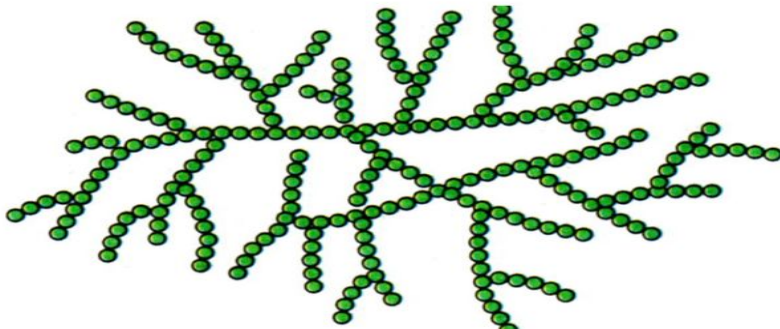
Целлюлоза



Крахмал



Гликоген



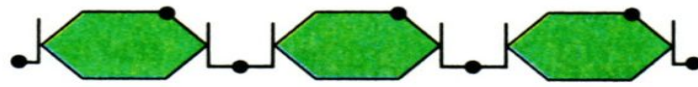
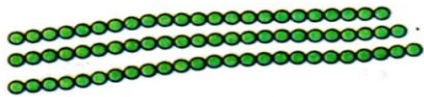
**Полисахариды** (греч. poly – много) являются полимерами и состоят из неопределенно большого (до нескольких сотен или тысяч) числа остатков молекул моносахаридов, соединенных ковалентными связями. К ним относятся:

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

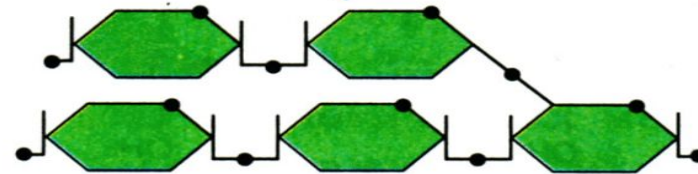
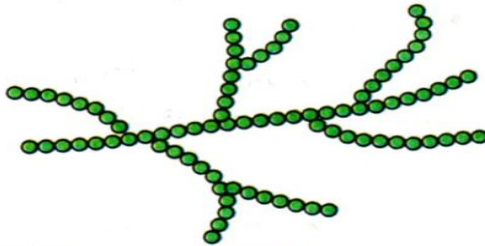
# 1. Характеристика углеводов



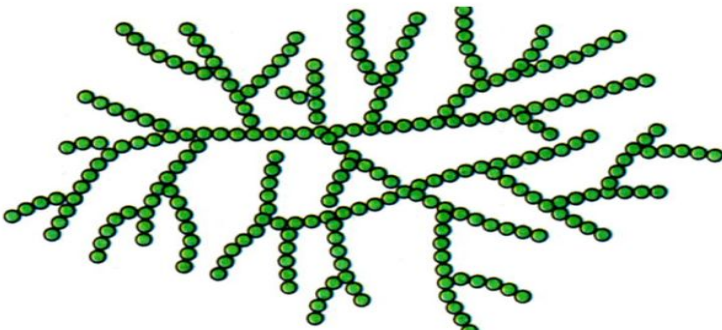
Целлюлоза



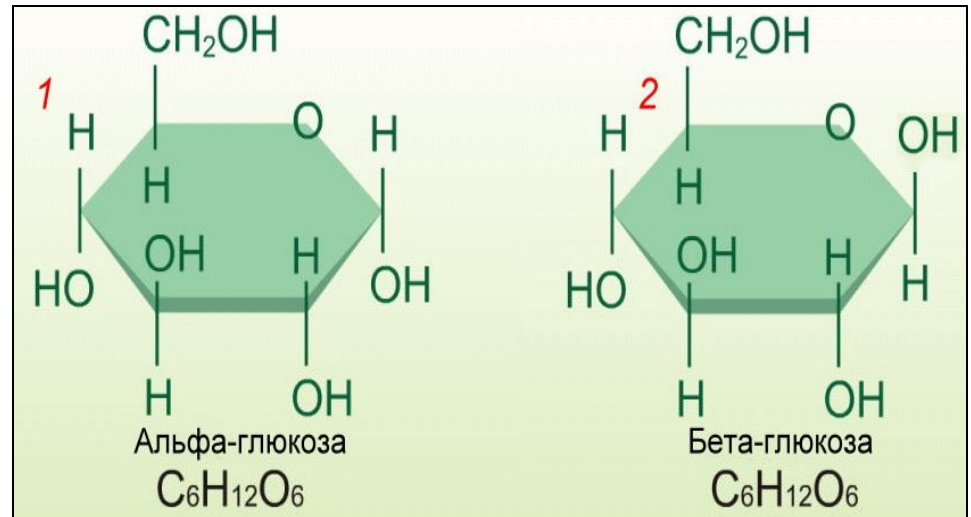
Крахмал



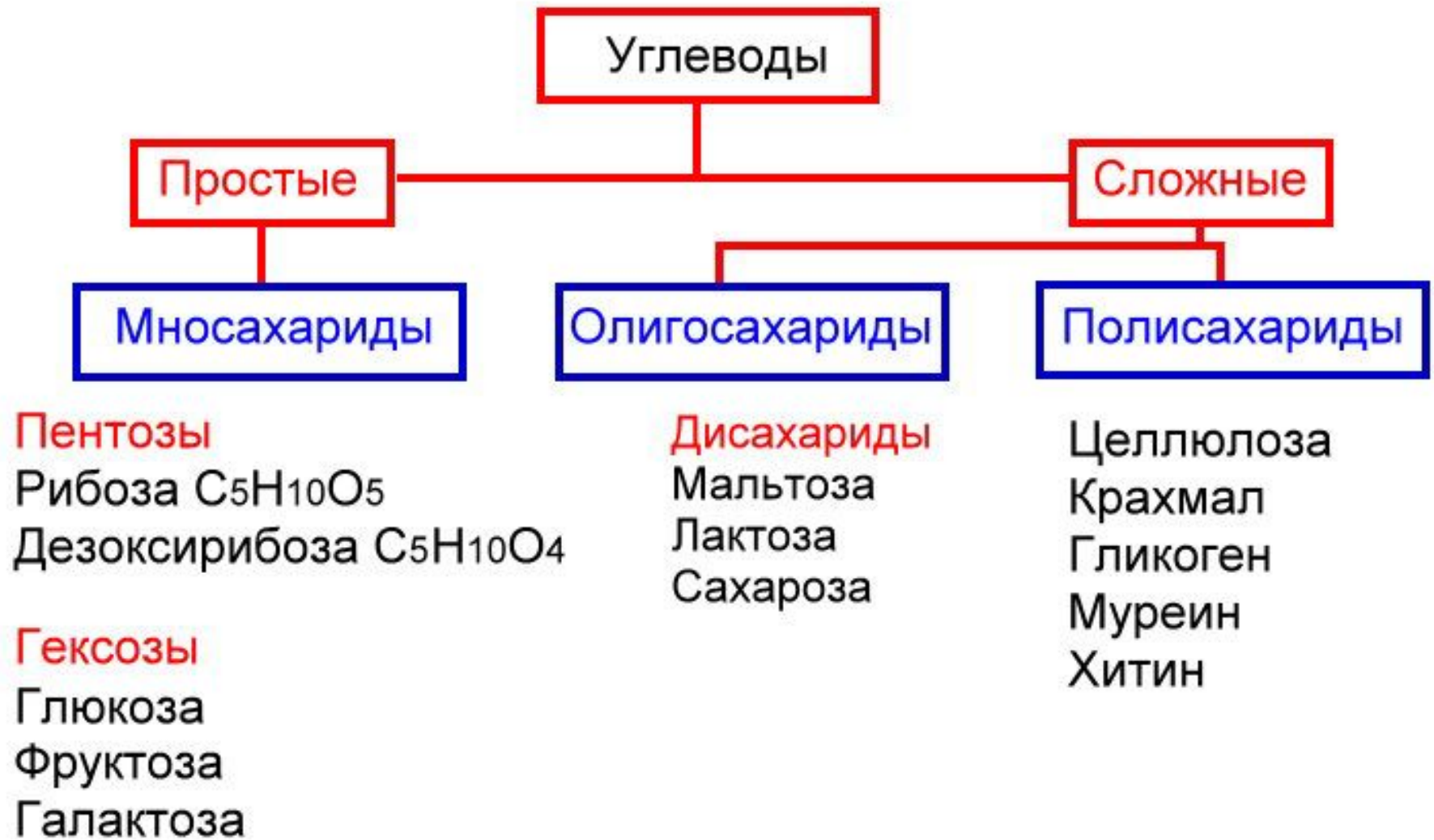
Гликоген



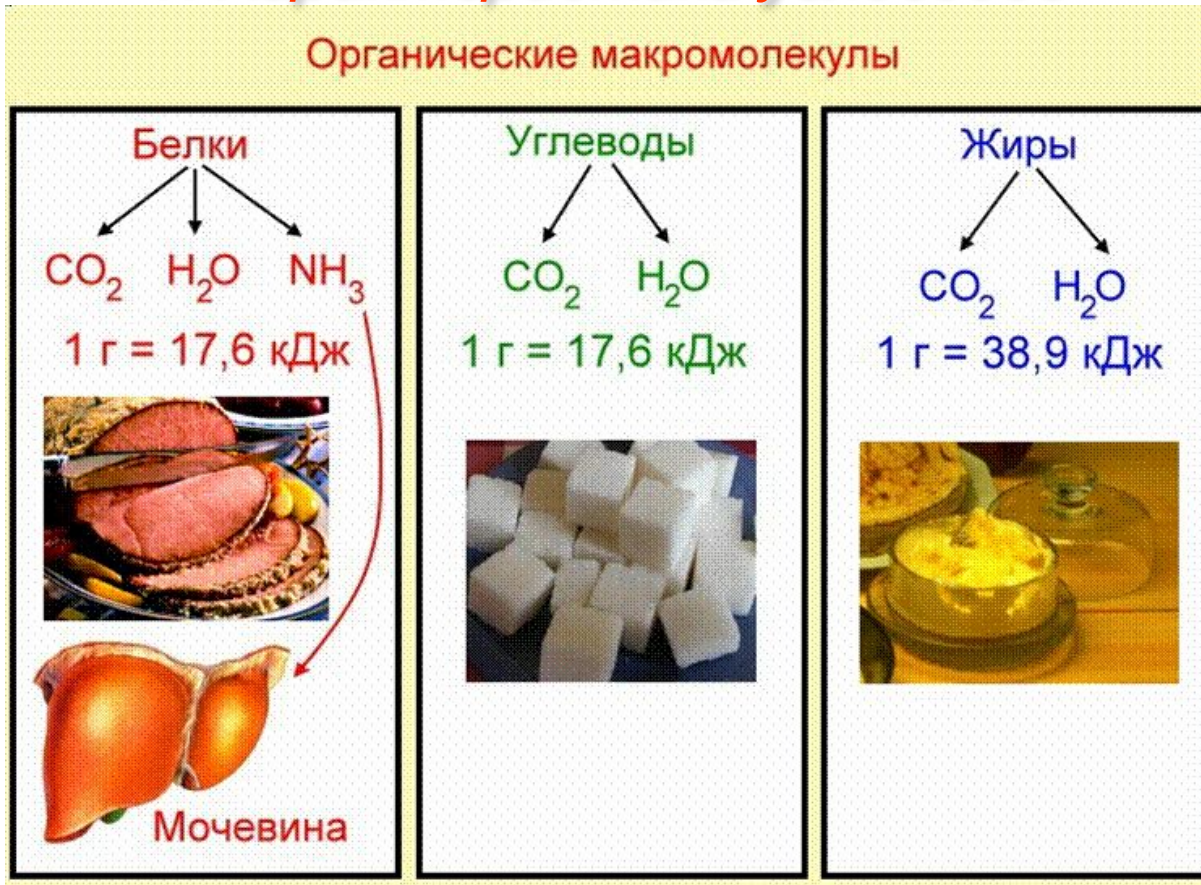
Молекулы крахмала и гликогена состоят из остатков  $\alpha$ -глюкозы, целлюлозы — из остатков  $\beta$ -глюкозы. Кроме того, у целлюлозы цепи не ветвятся, а у гликогена они ветвятся сильнее, чем у крахмала. С увеличением количества мономеров растворимость полисахаридов уменьшается и исчезает сладкий вкус.



# Характеристика углеводов

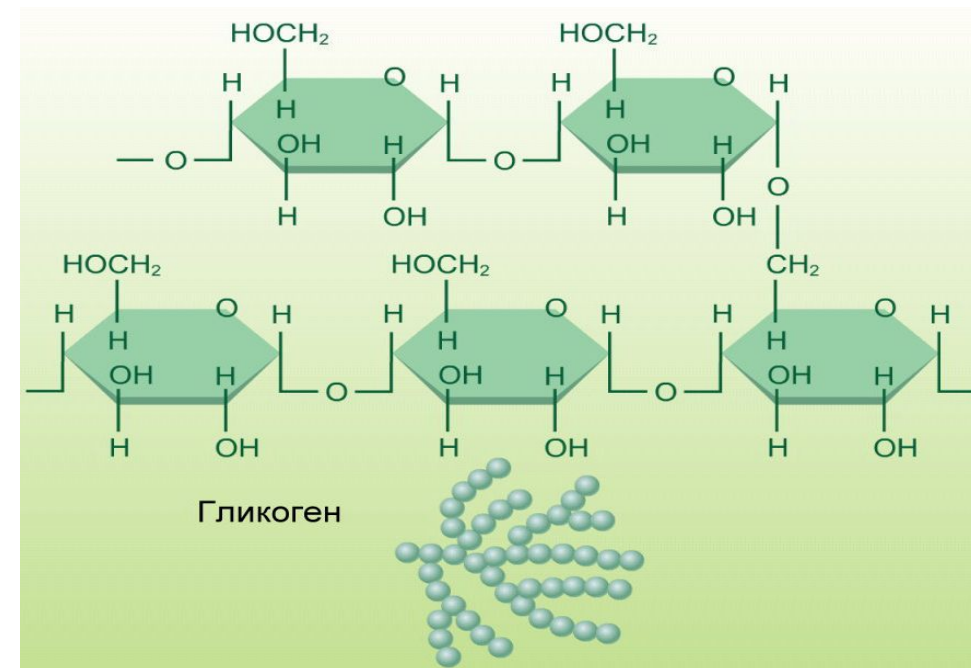
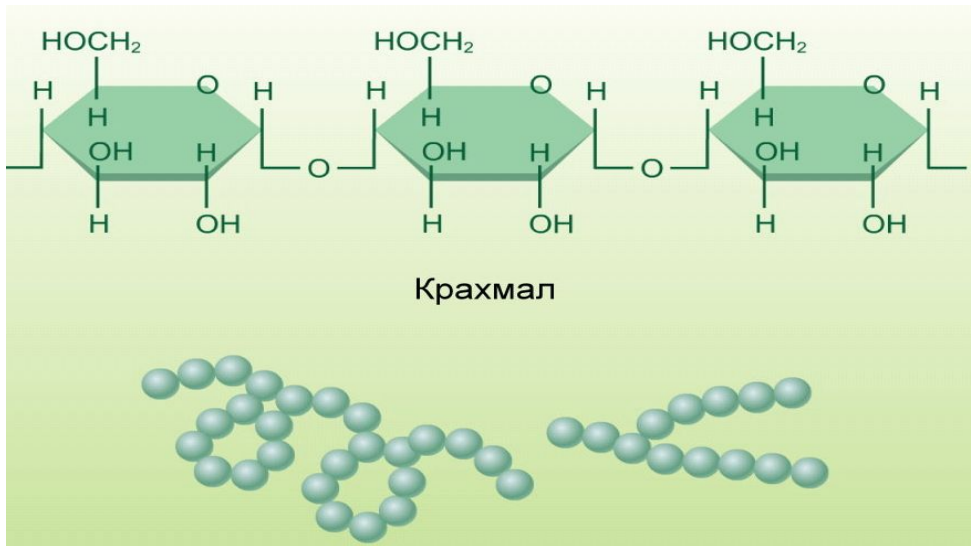


# 1. Характеристика углеводов



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.

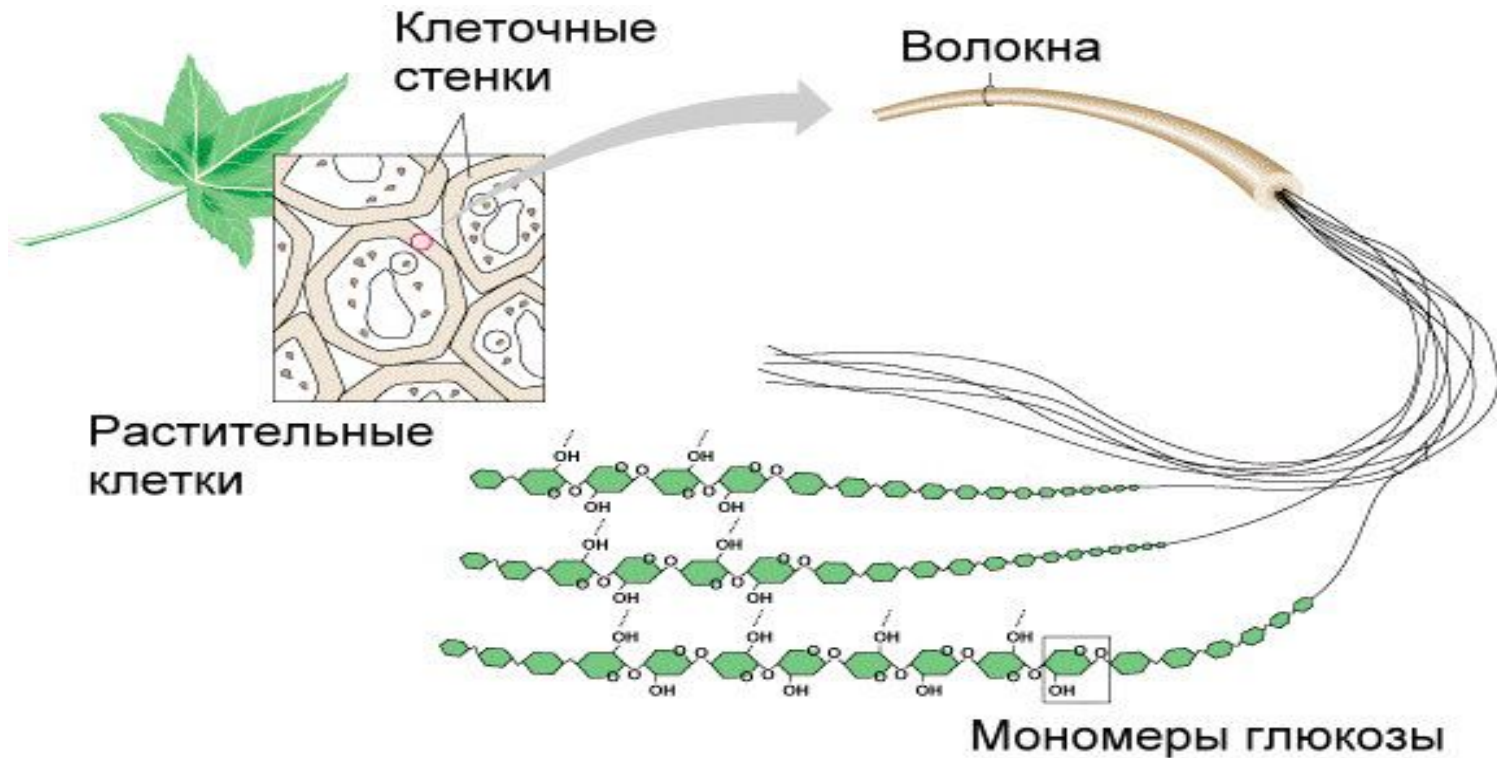
# 1. Характеристика углеводов



Углеводы выполняют **запасующую** функцию. При избытке они накапливаются в клетке в качестве запасующих 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.

# 1. Характеристика углеводов



**Хитин** входит в состав клеточных стенок грибов. В качестве важного компонента наружного скелета хитин встречается у отдельных групп животных, например у членистоногих.

**Муреин** образует клеточную стенку бактерий.



## Подведем итоги:

Какие элементы входят в состав углеводов? Какова общая формула углеводов?

*Углерод, водород и кислород.  $C_x(H_2O)_y$ , где  $x \geq y$ .*

Какие классы углеводов различают?

*Различают три основных класса углеводов: простые – моносахариды, и сложные – олигосахариды и полисахариды.*

Назовите важнейшие моносахариды:

*Из моносахаридов наибольшее значение для живых организмов имеют рибоза, дезоксирибоза, глюкоза, фруктоза, галактоза.*

Назовите важнейшие дисахариды:

*Сахароза (тростниковый сахар), мальтоза (солодовый сахар), лактоза (молочный сахар).*

Назовите важнейшие полисахариды:

*Крахмал (запасной углевод растений), гликоген (запасной углевод животных), целлюлоза (клеточная стенка растений), хитин (клеточная стенка грибов), муреин (клеточная стенка бактерий).*

Чем отличаются альфа и бета-изомеры глюкозы?

*Гидроксильная группа при первом атоме углерода может располагаться как под плоскостью цикла ( $\alpha$ -изомер), так и над ней ( $\beta$ -изомер).*



## *Подведем итоги:*

Что известно об энергетической функции углеводов?

*Это основная функция, при полном окислении 1 г выделяется 17,6 кДж. Энергии.*

В какой форме запасают углеводы растения и животные?

*Растения – в форме крахмала, животные – в форме гликогена.*

Что известно о структурной функции углеводов?

*Клеточная стенка растений состоит из целлюлозы, грибов – из хитина, бактерий – из муреина.*

## 2. Характеристика липидов

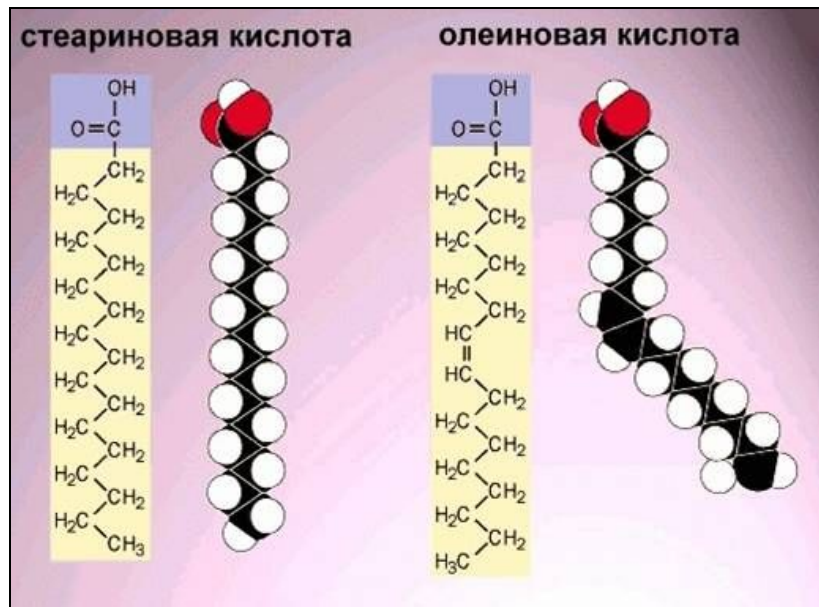
**Липиды** (от греч. lípos – жир) – обширная группа жиров и жироподобных веществ, которые содержатся во всех живых клетках. Большинство их неполярны и, следовательно, гидрофобны. Они практически нерастворимы в воде, но хорошо растворимы в органических растворителях (бензин, хлороформ, эфир и др.).

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.



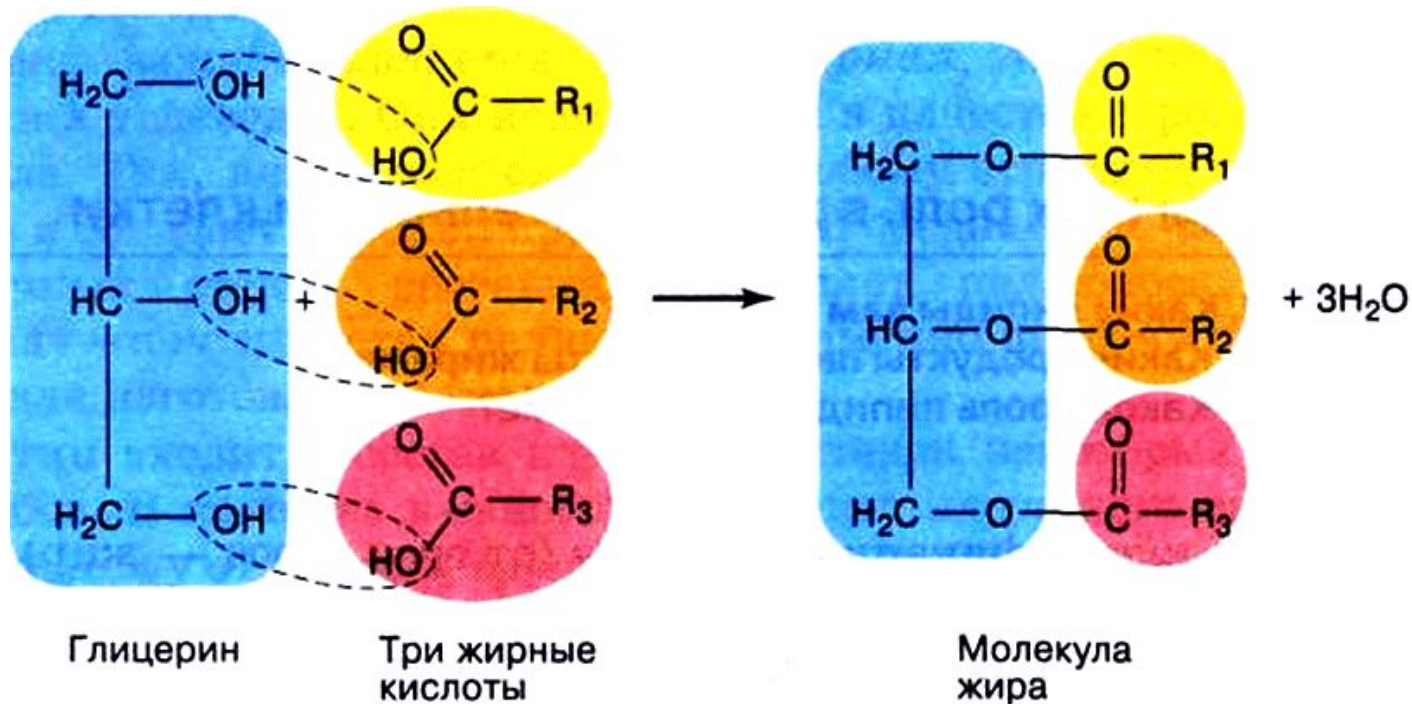
## 2. Характеристика липидов

**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 представляет собой карбоксильную группу и углеводородный хвост, отличающийся у разных жирных кислот количеством группировок  $-\text{CH}_2$ . «Хвост» неполярен, поэтому гидрофобен. Большая часть жирных кислот содержит в "хвосте" четное число атомов углерода, от 14 до 22.

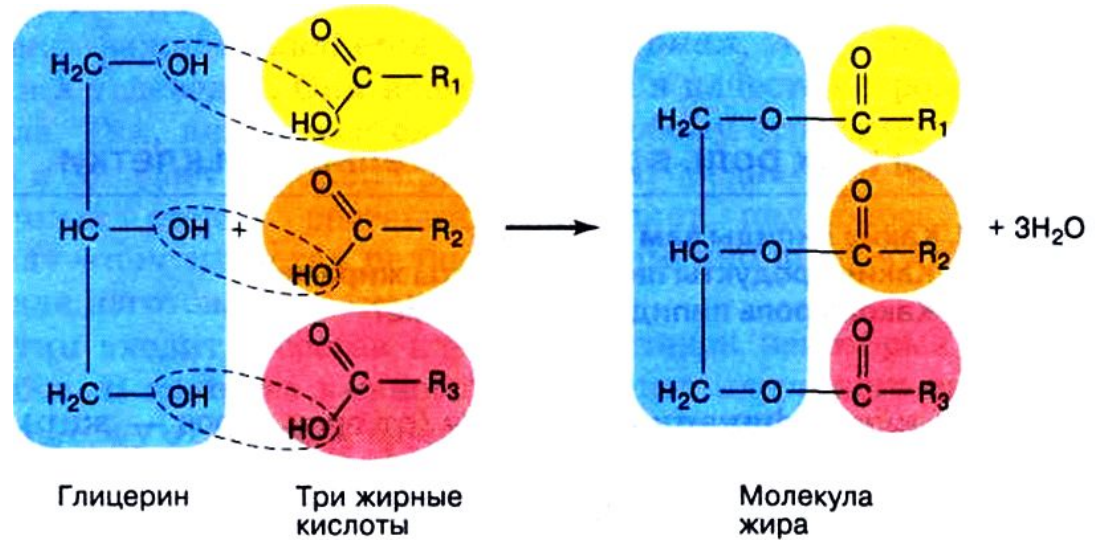
## 2. Характеристика липидов



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-).

## 2. 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.



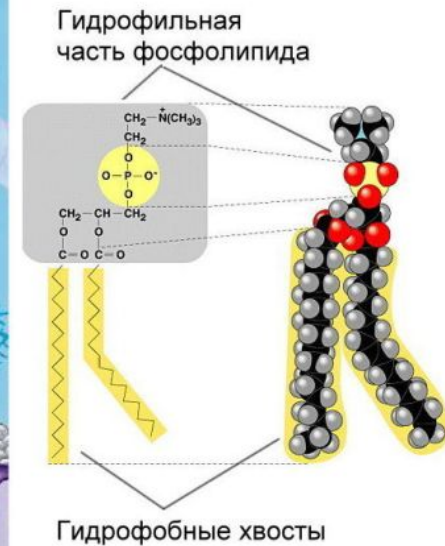
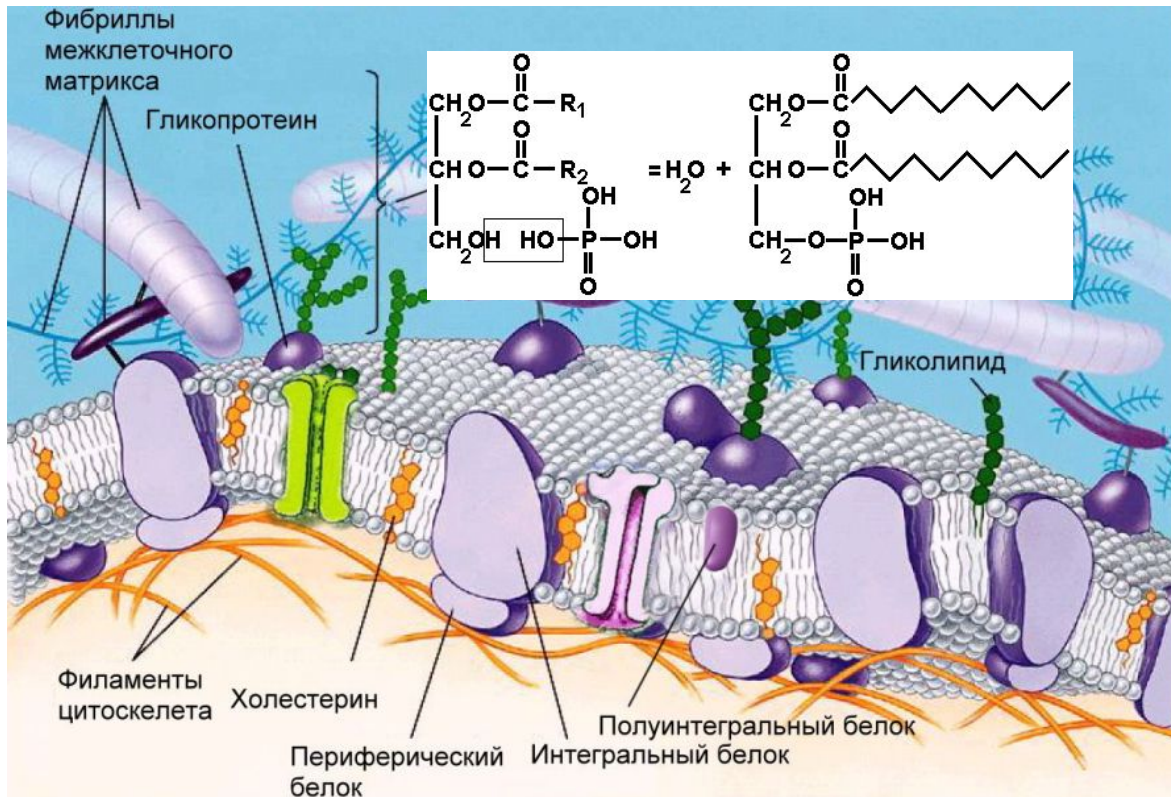
Обычно в реакцию вступают все три гидроксильные группы глицерина, поэтому продукт реакции называется триглицеридом. Физические свойства зависят от состава их молекул. Если в триглицеридах преобладают насыщенные жирные кислоты, то они твердые (жиры), если ненасыщенные — жидкие (масла). Плотность жиров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

## 2. Характеристика липидов

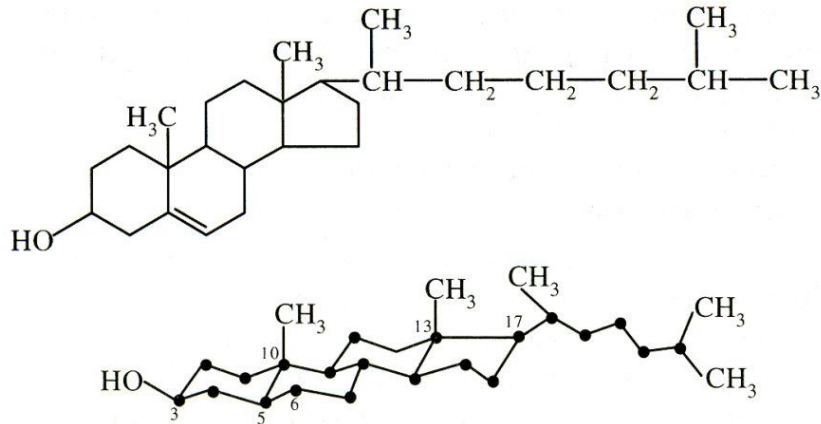
### 2. Сложные липиды – фосфолипиды, гликолипиды и липопротеины.

**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.

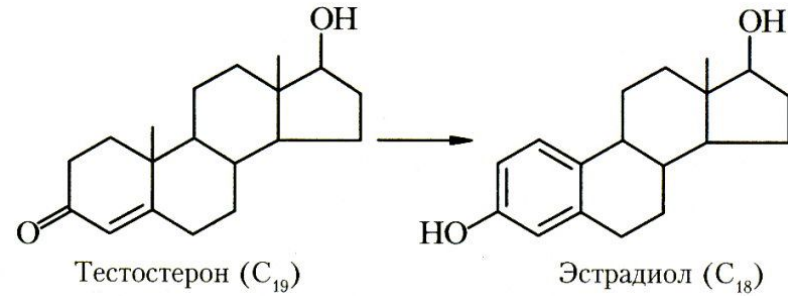
Липиды могут образовывать сложные соединения с веществами других классов, например с белками – **липопротеиды** и с углеводами – **гликолипиды**.



## 2. 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.

## 2. 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.



## 2. 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.



## 2. Характеристика липидов

Благодаря низкой теплопроводности липиды выполняют **защитную функцию**, т. е. служат для теплоизоляции организмов. Например, у многих позвоночных животных хорошо выражен подкожный жировой слой, что позволяет им жить в условиях холодного климата, а у китообразных он играет еще и другую роль – способствует **плавучести**.

Восковой налет на различных частях растений препятствует излишнему испарению воды, у животных он играет роль водоотталкивающего покрытия.



Пингвинов защищает от переохлаждения толстый слой подкожного жира.

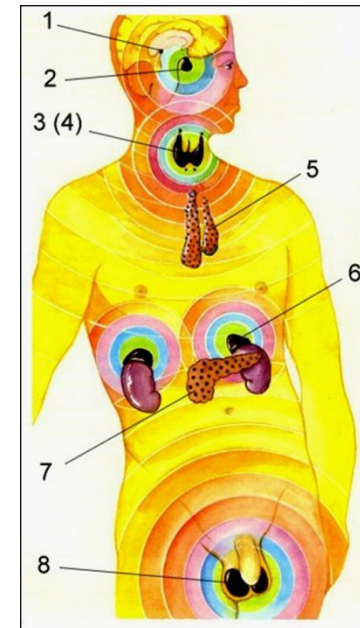
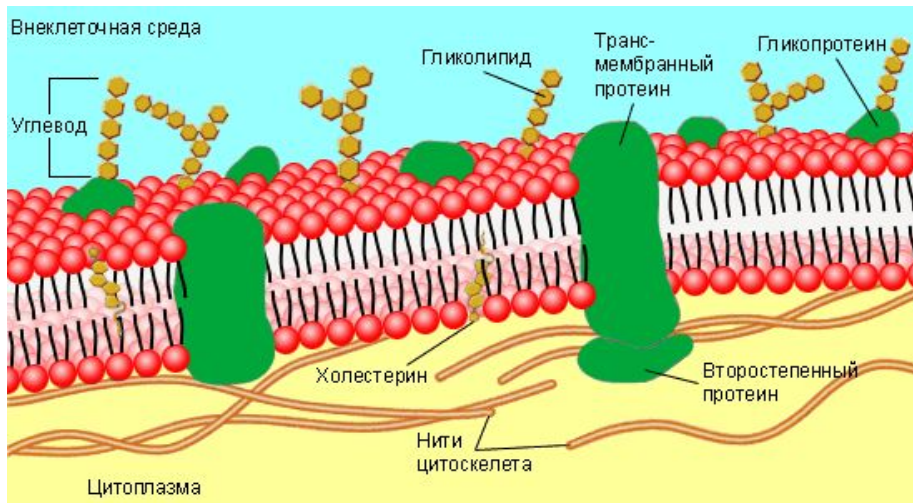


Запасы жира под кожей у тюленей защищают животных от переохлаждения и механических повреждений их тела.

## 2. 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**.



## *Подведем итоги:*

Какие органические молекулы можно назвать липидами?

*Вещества, молекулы которых неполярны и, следовательно, гидрофобны. Они практически нерастворимы в воде, но хорошо растворимы в органических растворителях (бензин, хлороформ, эфир).*

Что можно сказать о строении жиров?

*Жиры состоят из трех остатков высокомолекулярных жирных кислот, присоединенных к одной молекуле трехатомного спирта глицерина.*

Что можно сказать о фосфолипидах?

*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.*

Что можно сказать о стероидах?

*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.*

## *Подведем итоги:*

Почему жиры являются основным запасующим веществом у живых организмов?

*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.*

Кенгуровая крыса не пьет всю жизнь. Как ей это удается?

*Использует метаболическую воду. При окислении 1 г жира образуется более 1 г воды. Кроме этого вода есть в пище.*

Какие гормоны относятся к липидам?

*Кортизон, вырабатываемый корой надпочечников, различные половые гормоны.*

Какие липиды выполняют строительную функцию?

*Компоненты клеточных мембран: фосфолипиды, липопротеины, гликолипиды, холестерин.*