

Глава I.
Химический состав клетки

Тема:
Углеводы, липиды

Задачи:

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

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.

Содержание в клетках химических соединений (в % от сырой массы)

Неорганические соединения		Органические соединения	
Вода	75 - 85 %	Белки	10 - 15 %
Неорганические вещества	1,0 - 1,5 %	Жиры	1 - 5 %
		Углеводы	0,2 - 2,0 %
		Нуклеиновые кислоты	1 - 2 %
		Низкомолекулярные органические соединения	0,1 - 0,5 %

Характеристика углеводов

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

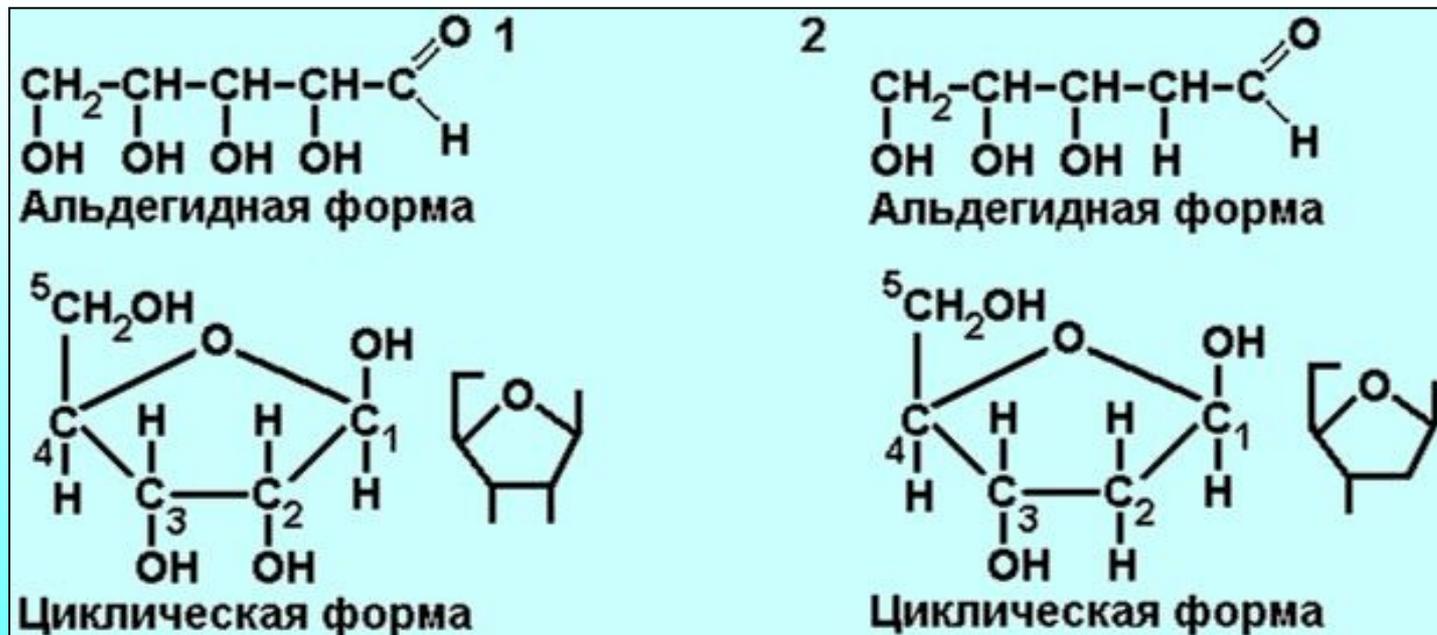
Сложными называют углеводы, молекулы которых при гидролизе распадаются с образованием простых углеводов. Среди сложных углеводов различают *олигосахариды* и *полисахариды*.

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.

Галактоза. Пространственный изомер глюкозы. Входит в состав олигосахаридов, растительных и бактериальных полисахаридов. Вместе с глюкозой образуют важнейший дисахарид молока — лактозу, называемую молочным сахаром. Легко превращается в глюкозу.

Сложные углеводы

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, могут быть как редуцирующими, так и нередуцирующими.

Олигосахариды

Наиболее широко распространены в природе **дисахариды**:

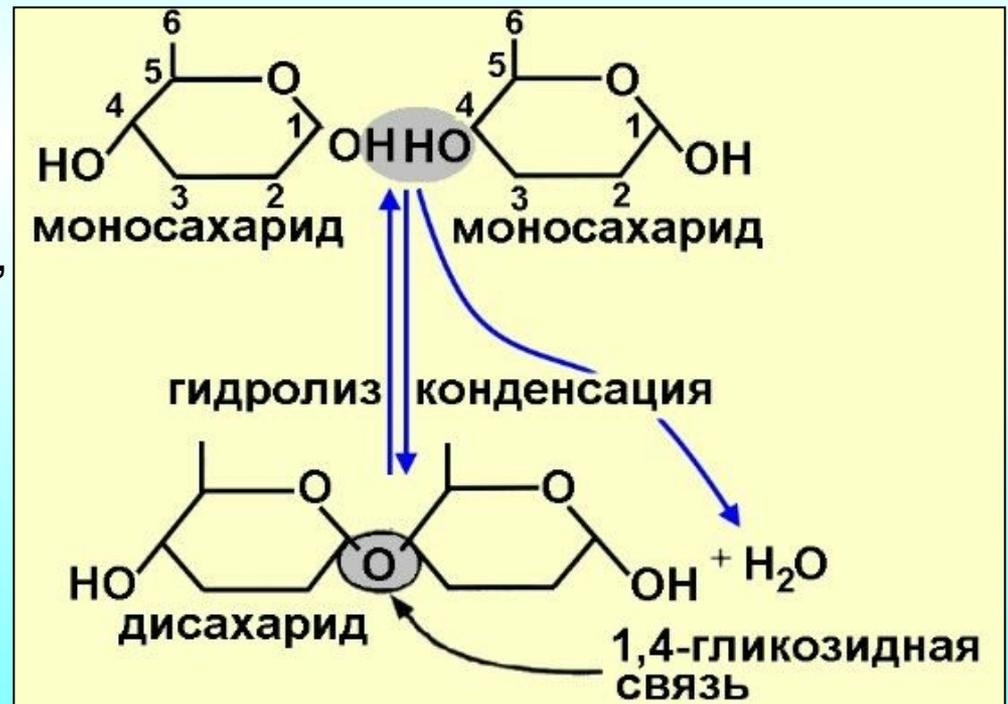
мальтоза, состоящая из двух остатков α -глюкозы;

лактоза – молочный сахар (α -глюкоза + галактоза);

сахароза – свекловичный сахар (α -глюкоза + фруктоза).

Дисахариды образуются в результате конденсации двух моносахаридов (чаще всего гексоз). Связь, возникающую между двумя моносахаридами, называют **гликозидной**.

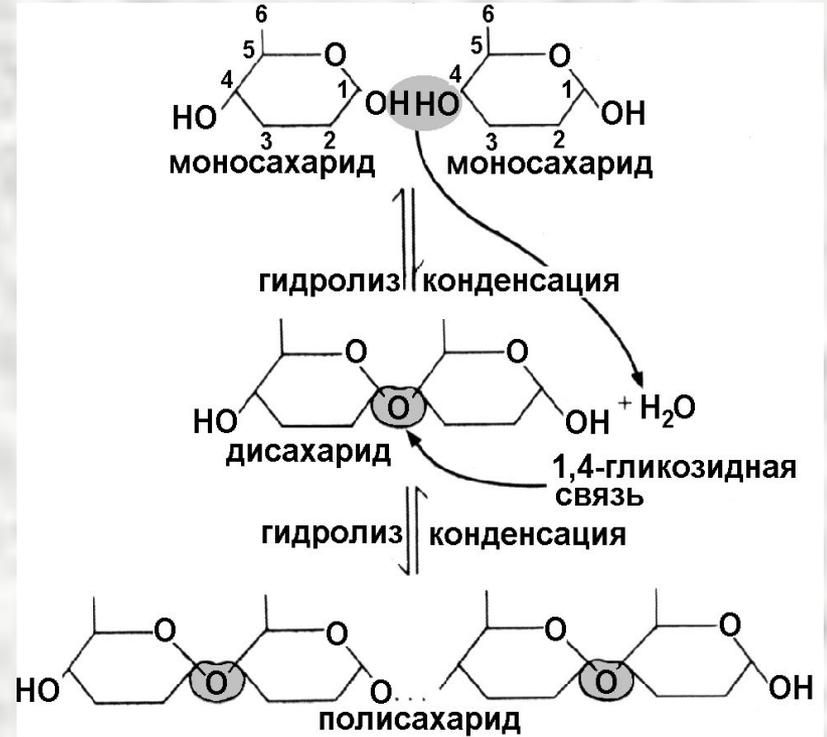
Обычно она образуется между 1-м и 4-м углеродными атомами соседних моносахаридных единиц (1,4-гликозидная связь).



Полисахариды

Высокомолекулярные органические вещества, мономерами которых являются простые углеводы. Чаще всего мономером полисахаридов является глюкоза, иногда манноза, галактоза и другие сахара. Как правило, в состав полисахаридов входит **несколько сотен мономерных единиц**.

Свойства полисахаридов: большая молекулярная масса (обычно сотни тысяч); не дают ясно оформленных кристаллов; либо нерастворимы в воде, либо образуют растворы, напоминающие по свойствам коллоидные; сладкий вкус не характерен; нередуцирующие углеводы.



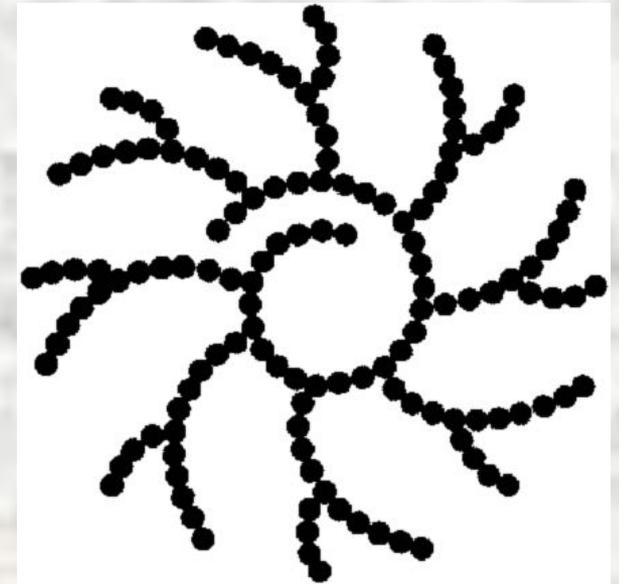
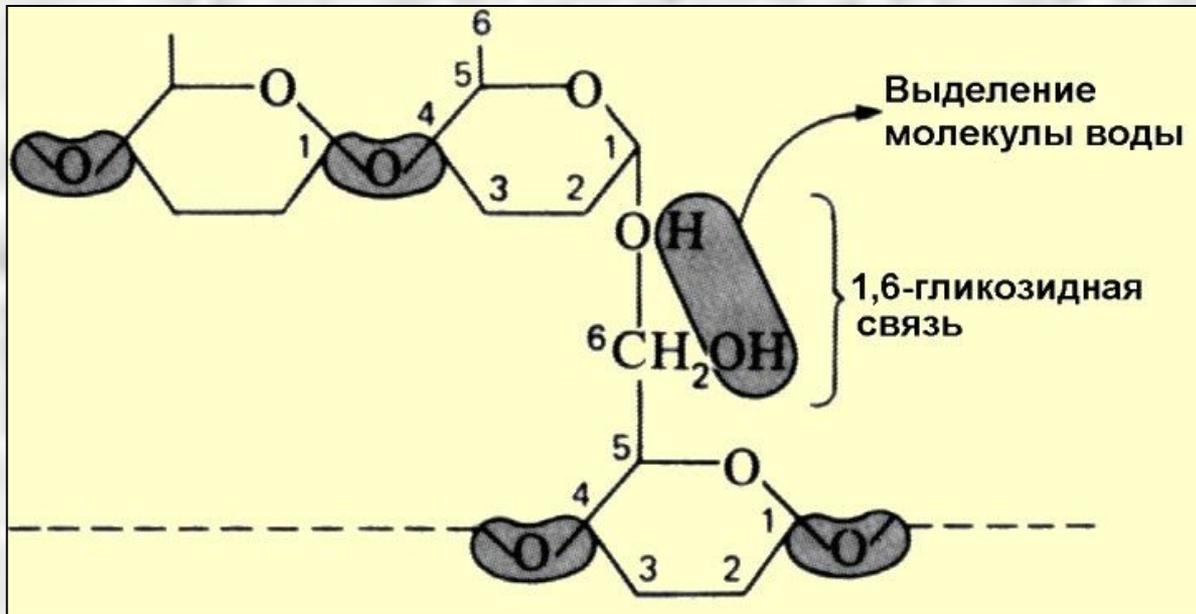
Полисахариды

Крахмал. Общая формула $(C_6H_{10}O_5)_n$, где n- количество остатков α -глюкозы. Нерастворим в холодной воде.

Гликоген. Содержится главным образом в печени (20%) и мышцах (4%). Служит источником глюкозы. Молекула сходна с молекулой амилопектина, но сильнее ветвится. Гликоген сравнительно хорошо растворим в горячей воде.

Целлюлоза (клетчатка). Целлюлоза нерастворима в воде, лишь набухает в ней. Является линейным полимером β -глюкозы.

Муреин. Полисахарид, характерный для стенок бактериальных клеток.



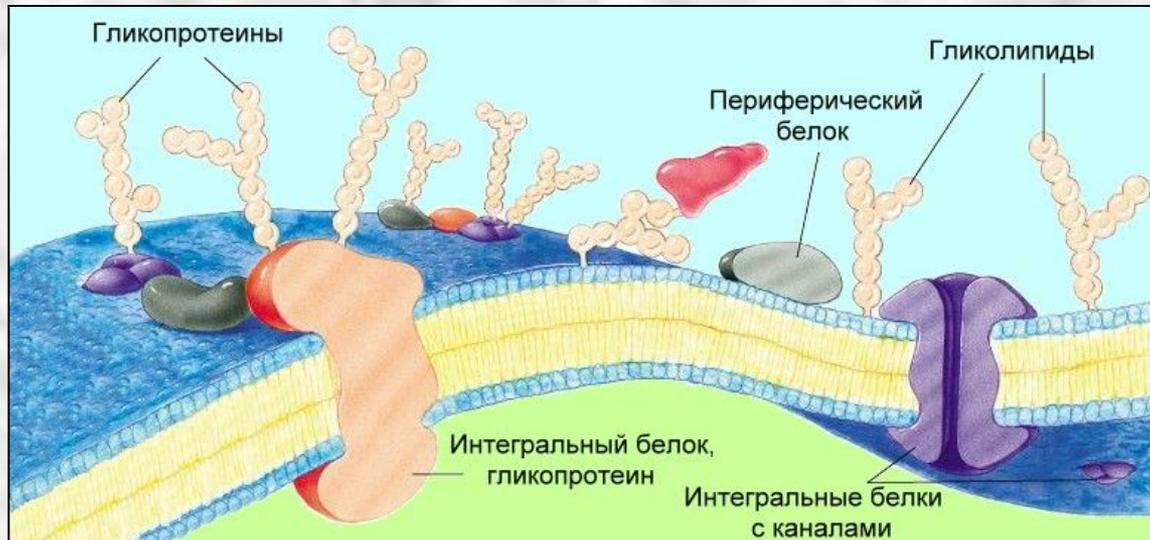
Полисахариды

Функции углеводов.

1. **Энергетическая.** Одна из основных функций углеводов. Углеводы — основные источники энергии в животном организме. При расщеплении 1 г углевода выделяется 17,6 кДж.

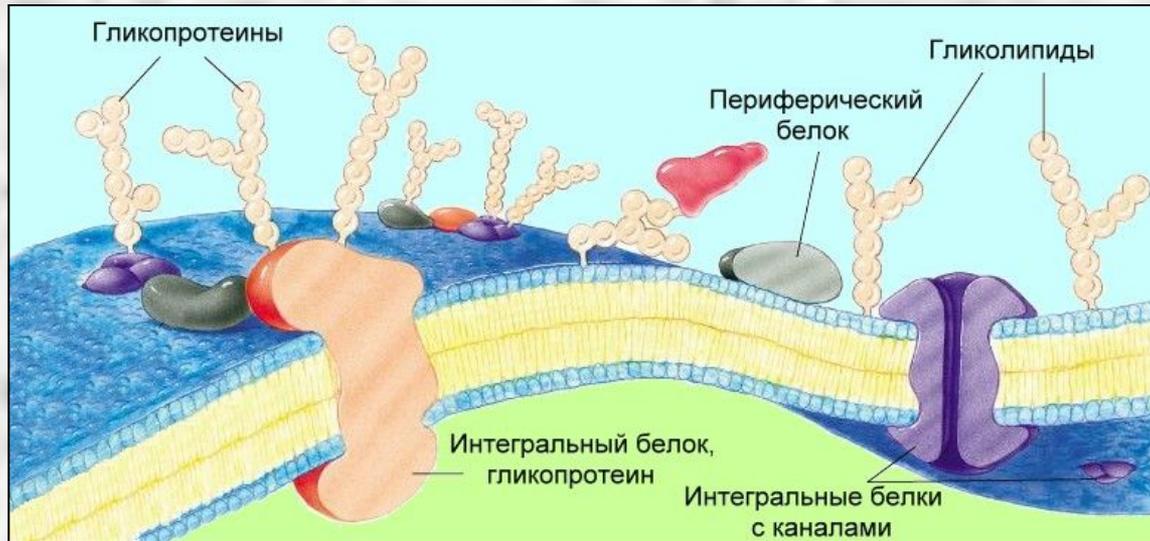


2. **Запасающая.** Выражается в накоплении крахмала клетками растений и гликогена клетками животных.
3. **Опорно-строительная.** Целлюлоза, хитин, муреин. Соединяясь с липидами и белками, образуют гликолипиды и гликопротеины.



Полисахариды

4. *Рибоза и дезоксирибоза* входят в состав мономеров нуклеотидов ДНК, РНК и АТФ.
5. *Рецепторная*. Олигосахаридные фрагменты гликопротеинов и гликолипидов клеточных стенок выполняют рецепторную функцию.



6. *Защитная*. Слизь, выделяемая различными железами, богата углеводами и их производными (например, гликопротеинами). Они предохраняют пищевод, кишечник, желудок, бронхи от механических повреждений, препятствуют проникновению в организм бактерий и вирусов.

Повторение:

**Тест 1. К моносахаридам относятся:

- | | |
|---|--|
| 1. Крахмал. | 5. Свекловичный сахар (сахароза). |
| 2. Гликоген. | 6. Мальтоза. |
| 3. Глюкоза.  | 7. Молочный сахар (лактоза). |
| 4. Дезоксирибоза.  | 8. Рибоза.  |

**Тест 2. К полисахаридам относятся:

- | | |
|--|---|
| 1. Крахмал.  | 5. Рибоза. |
| 2. Гликоген.  | 6. Мальтоза. |
| 3. Глюкоза. | 7. Молочный сахар (лактоза). |
| 4. Дезоксирибоза. | 8. Целлюлоза.  |

**Тест 3. К дисахаридам относятся:

- | | |
|---|--|
| 1. Крахмал. | 5. Хитин. |
| 2. Свекловичный сахар (сахароза)  | 6. Мальтоза.  |
| 3. Глюкоза. | 7. Молочный сахар (лактоза).  |
| 4. Дезоксирибоза. | 8. Целлюлоза. |

Характеристика липидов

Липиды — сборная группа органических соединений, не имеющих единой химической характеристики. Их объединяет то, что все они являются производными высших жирных кислот, нерастворимы в воде, но хорошо растворимы в органических растворителях (эфире, хлороформе, бензине).

Липиды содержатся во всех клетках животных и растений. Содержание липидов в клетках составляет 1 - 5% сухой массы, но в жировой ткани может иногда достигать 90%.

Содержание в клетках химических соединений (в % от сырой массы)

Неорганические соединения		Органические соединения	
Вода	75 - 85 %	Белки	10 - 15 %
Неорганические вещества	1,0 - 1,5 %	Жиры	1 - 5 %
		Углеводы	0,2 - 2,0 %
		Нуклеиновые кислоты	1 - 2 %
		Низкомолекулярные органические соединения	0,1 - 0,5 %

Характеристика липидов

В зависимости от особенности строения молекул различают:

Простые липиды, представляющие собой двухкомпонентные вещества, являющиеся сложными эфирами высших жирных кислот и какого-либо спирта.

Сложные липиды, имеющие многокомпонентные молекулы: фосфолипиды, липопротеины, гликолипиды.

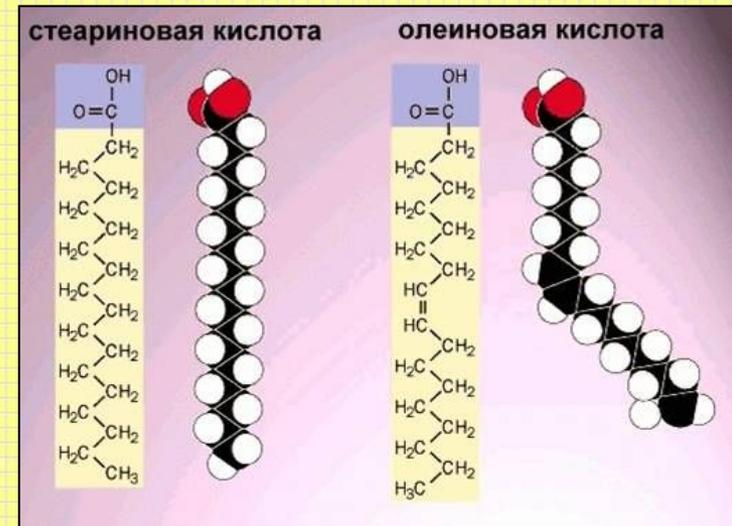
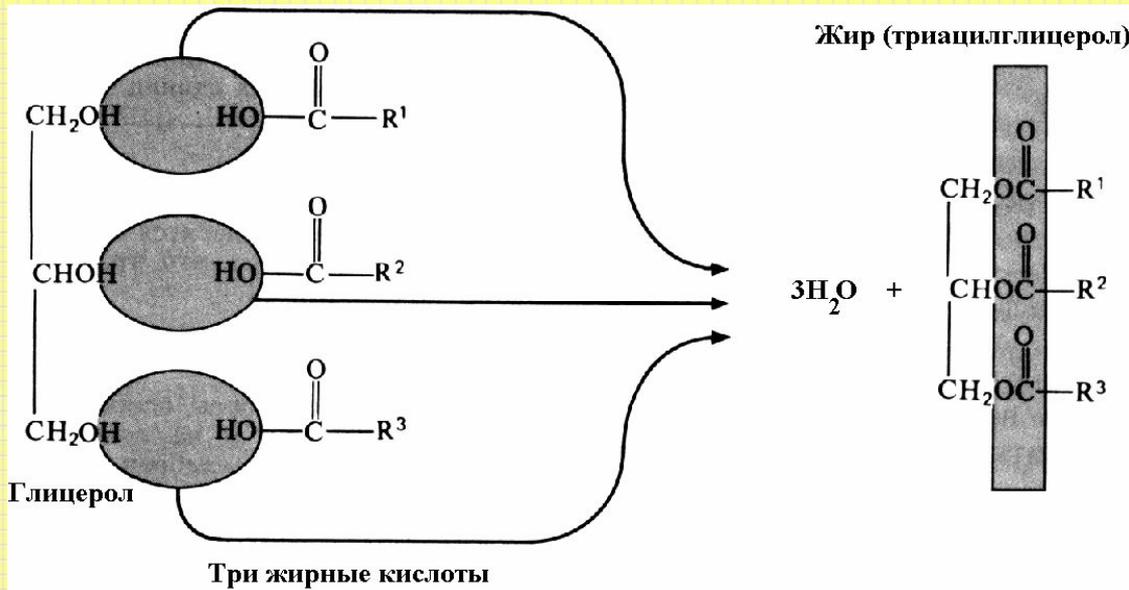
Липоиды, к которым относится **стероиды – полициклический спирт холестерин и его производные.**

Характеристика липидов

Простые липиды.

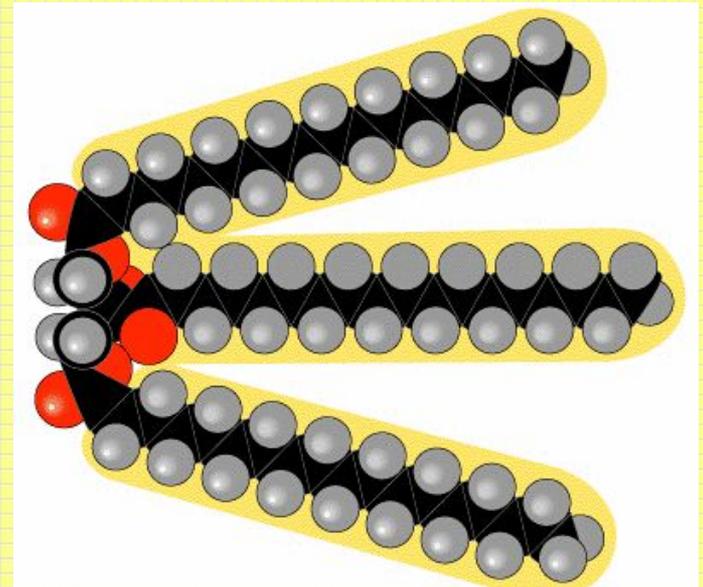
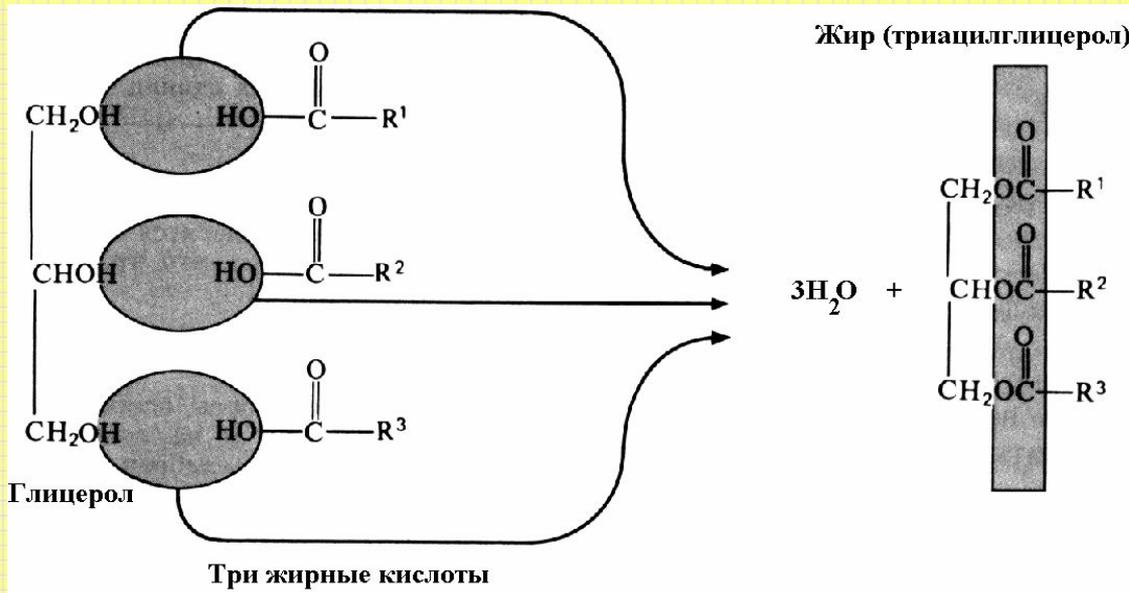
1. Жиры. Жиры широко распространены в природе. Они входят в состав организма человека, животных, растений, микробов, некоторых вирусов. Содержание жиров в биологических объектах, тканях и органах может достигать 90%.

Жиры — это сложные эфиры высших жирных кислот и трехатомного спирта — глицерина. В химии эту группу органических соединений принято называть *триглицеридами*. Триглицериды — самые распространенные в природе липиды.

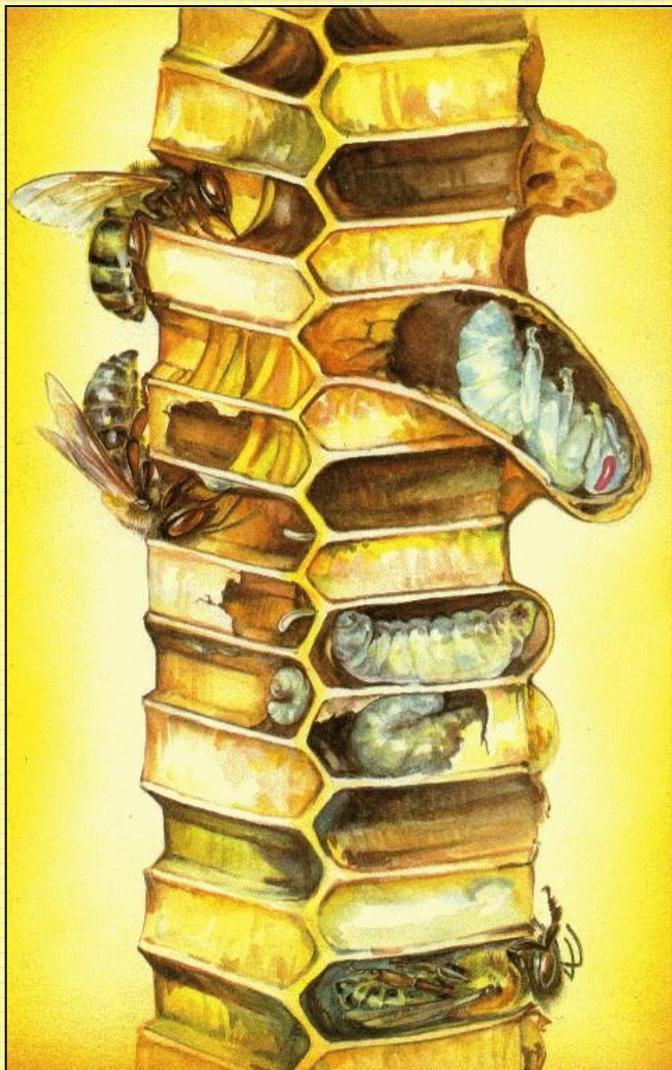


Характеристика липидов

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



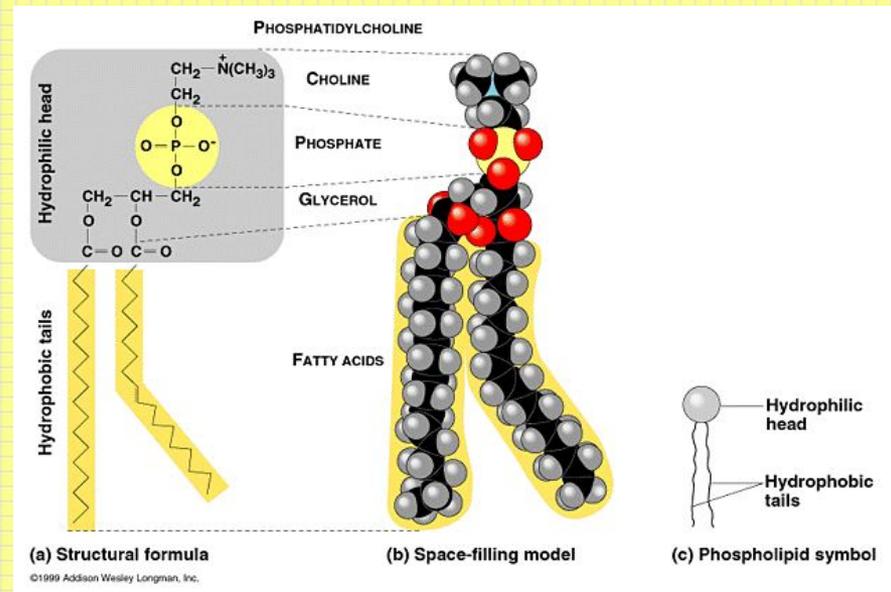
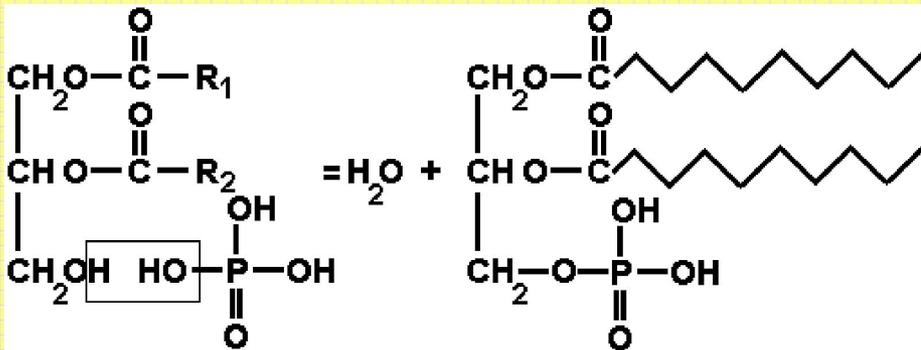
2. *Воски* — группа простых липидов, представляющих собой сложные эфиры высших жирных кислот и высших высокомолекулярных спиртов.

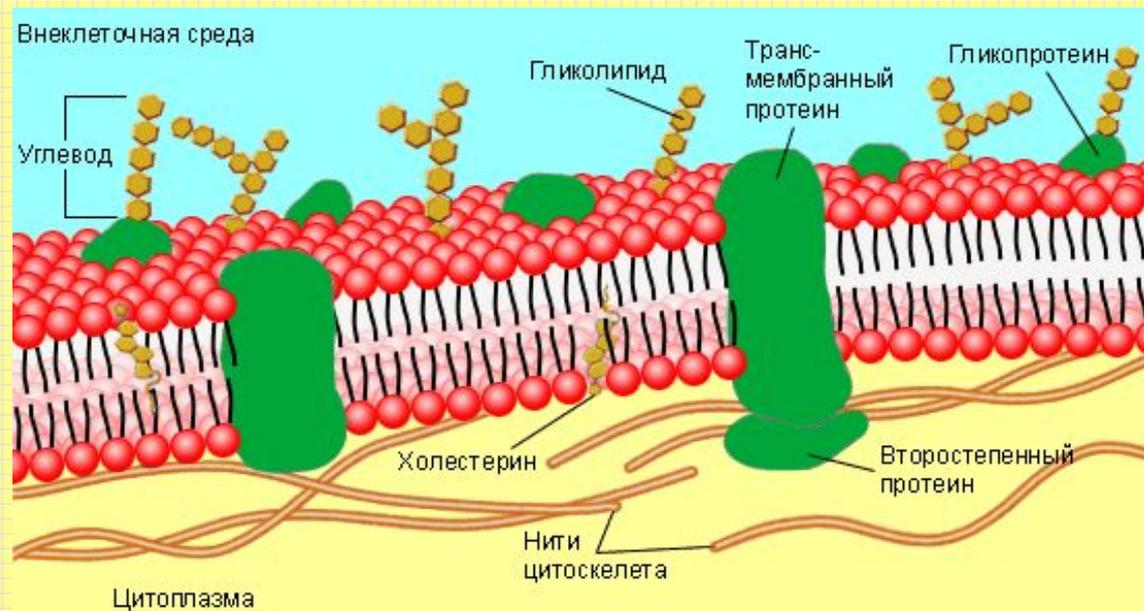
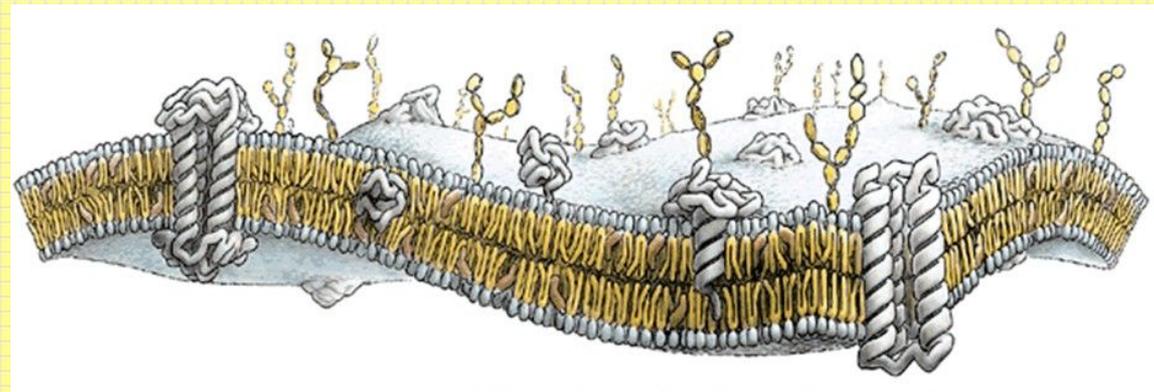
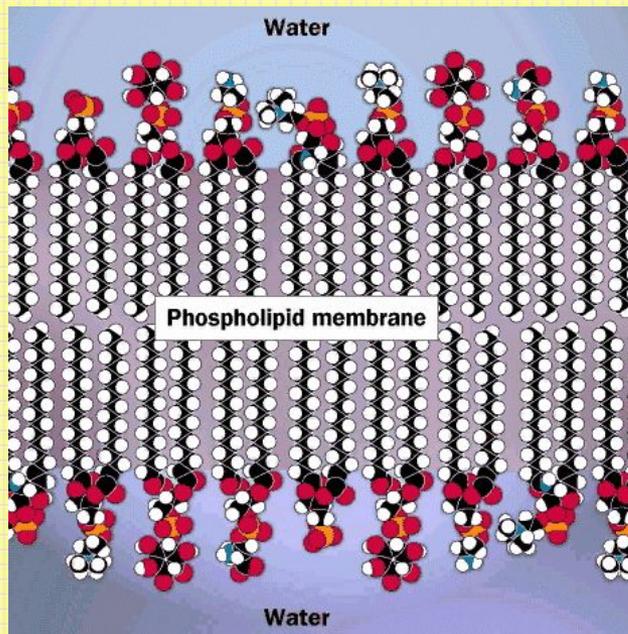
Характеристика липидов

Сложные липиды:

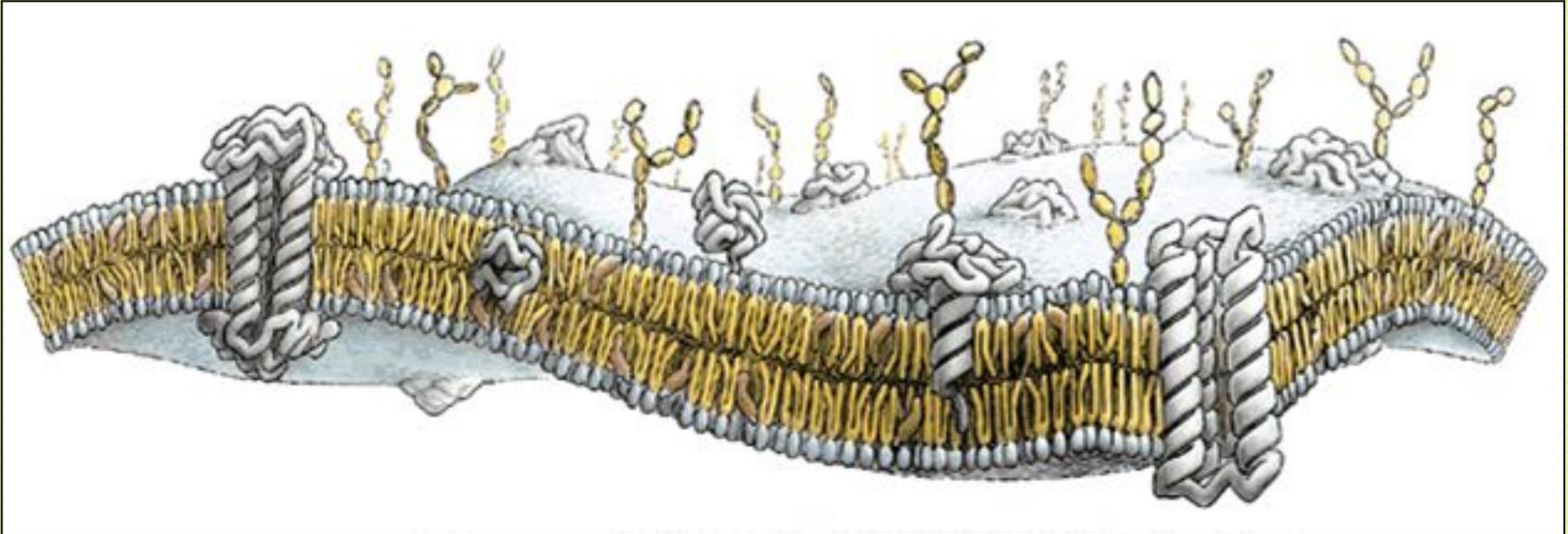
Фосфолипиды, гликолипиды, липопротеины, липоиды

1. Фосфолипиды. Как правило, в молекуле фосфолипидов имеется два остатка высших жирных и один остаток фосфорной кислоты. Фосфолипиды найдены и в животных, и в растительных организмах. Фосфолипиды присутствуют во всех клетках живых существ, участвуя главным образом в формировании клеточных мембран.





Характеристика липидов



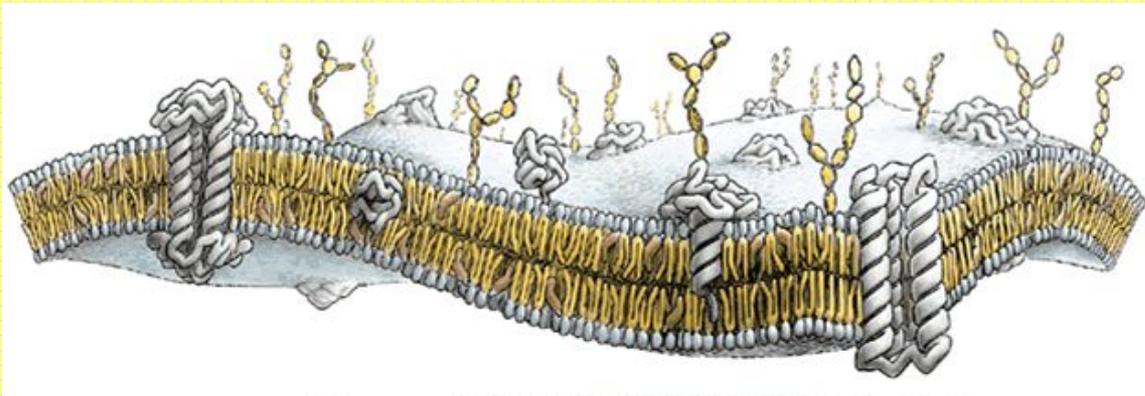
2. Липопротеины — производные липидов с различными белками. Одни белки пронизывают мембрану — **интегральные** белки, другие погружены в мембрану на различную глубину — **полуинтегральные** белки, третьи находятся на внешней или внутренней поверхности мембраны — **периферические** белки.

3. Гликолипиды — это углеводные производные липидов. В состав их молекул наряду с фосфолипидами входят также углеводы.

4. Липоиды — жироподобные вещества. К ним относятся **половые гормоны**, некоторые пигменты (хлорофилл), часть витаминов (А, D, Е, К).

Функции липидов

1. **Основная функция липидов — энергетическая.** Калорийность липидов выше, чем у углеводов. В ходе расщепления 1 г жиров до CO_2 и H_2O освобождается 38,9 кДж.
2. **Структурная.** Липиды принимают участие в образовании клеточных мембран. В составе мембран находятся фосфолипиды, гликолипиды, липопротеины.



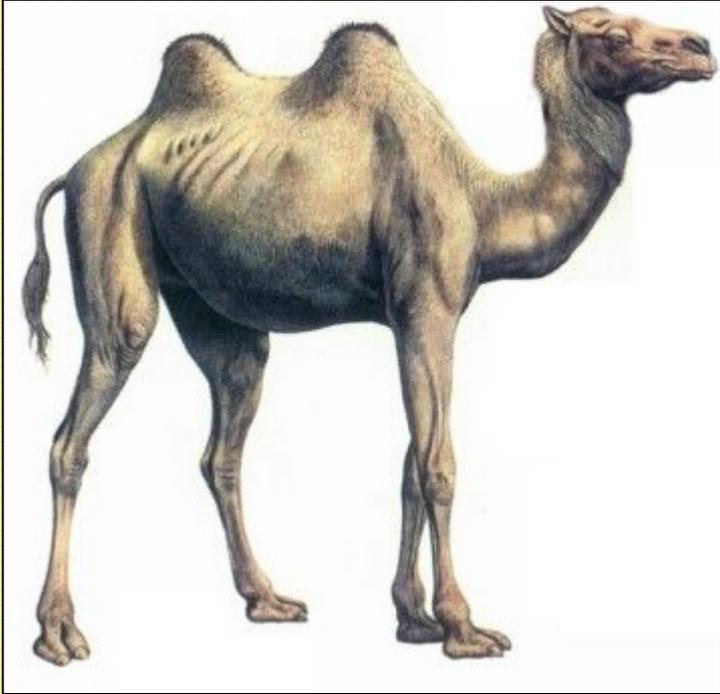
3. **Запасаящая.** Это особенно важно для животных, впадающих в холодное время года в спячку или совершающих длительные переходы через местность, где нет источников питания. Семена многих растений содержат жир, необходимый для обеспечения энергией развивающееся растение.

Функции липидов

- 4. Терморегуляторная.** Жиры являются хорошими термоизоляторами вследствие плохой теплопроводимости. Они откладываются под кожей, образуя у некоторых животных толстые прослойки. Например, у китов слой подкожного жира достигает толщины 1 м.
- 5. Защитно-механическая.** Скапливаясь в подкожном слое, жиры защищают организм от механических воздействий.



Функции липидов



6. *Каталитическая.* Эта функция связана с жирорастворимыми витаминами (А, D, Е, К). Сами по себе витамины не обладают каталитической активностью. Но они являются коферментами, без них ферменты не могут выполнять свои функции.

7. *Источник метаболической воды.*

Одним из продуктов окисления жиров является вода. Эта метаболическая вода очень важна для обитателей пустынь. Так, жир, которым заполнен горб верблюда, служит в первую очередь не источником энергии, а источником воды (при окислении 1 кг жира выделяется 1,1 кг воды).

8. *Повышение плавучести.* Запасы жира повышают плавучесть водных животных.

Повторение:

Тест 1. При полном сгорании 1 г. вещества выделилось 38,9 кДж энергии. Это вещество относится:

1. К углеводам.
2. К жирам. 
3. Или к углеводам, или к липидам.
4. К белкам.

Тест 2. Основу клеточных мембран образуют:

1. Жиры.
2. Фосфолипиды. 
3. Воска.
4. Липиды.

Тест 3. Утверждение: "Фосфолипиды — сложные эфиры глицерина (глицерола) и жирных кислот":

Верно.

Ошибочно. 

Повторение:

****Тест 4. Липиды выполняют в организме следующие функции:**

1. Структурную.
2. Энергетическую.
3. Теплоизолирующую.
4. Некоторые - гормоны.
5. Некоторые являются ферментами.
6. Источник метаболической воды
7. Запасающую.
8. К ним относятся витамины А, D, Е, К.

****Тест 5. Молекула жира состоит из остатков:**

1. Аминокислот.
2. Нуклеотидов.
3. Глицерина.
4. Жирных кислот.

Тест 6. Гликопротеины — это комплекс:

1. Белков и углеводов.
2. Нуклеотидов и белков.
3. Глицерина и жирных кислот.
4. Углеводов и липидов.