

Тема: Углеводы

Углеводы, или *сахариды*, — органические вещества, в состав которых входит углерод, кислород, водород.

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.

Углеводы

```
graph TD; A[Углеводы] --> B[моносахариды]; A --> C[дисахариды]; A --> D[полисахариды];
```

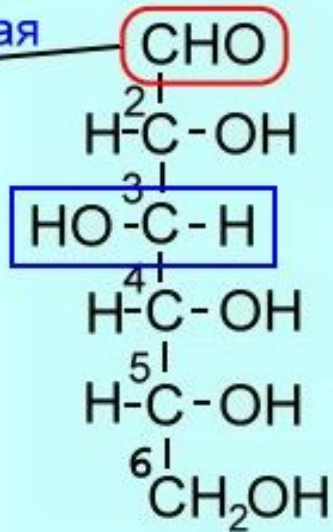
моносахариды

полисахариды

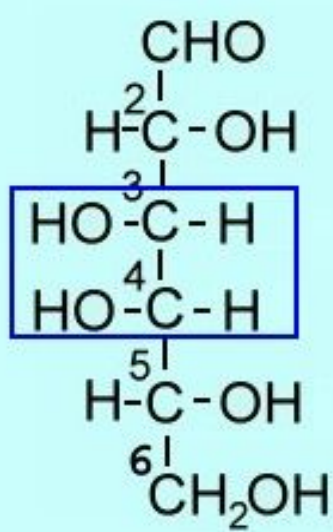
дисахариды

Моносахариды

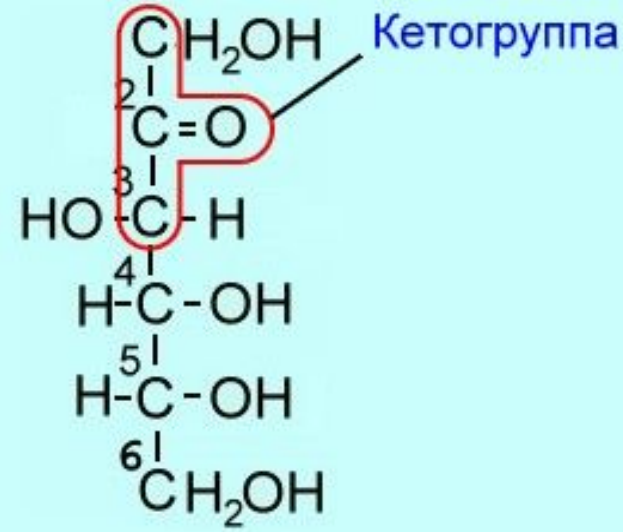
Альдегидная группа



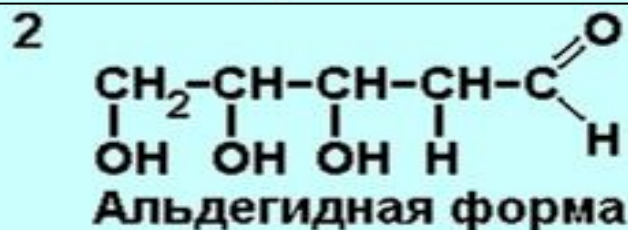
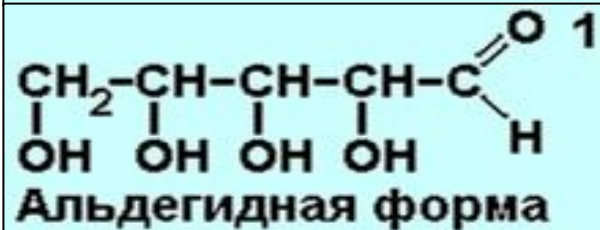
Глюкоза



Галактоза

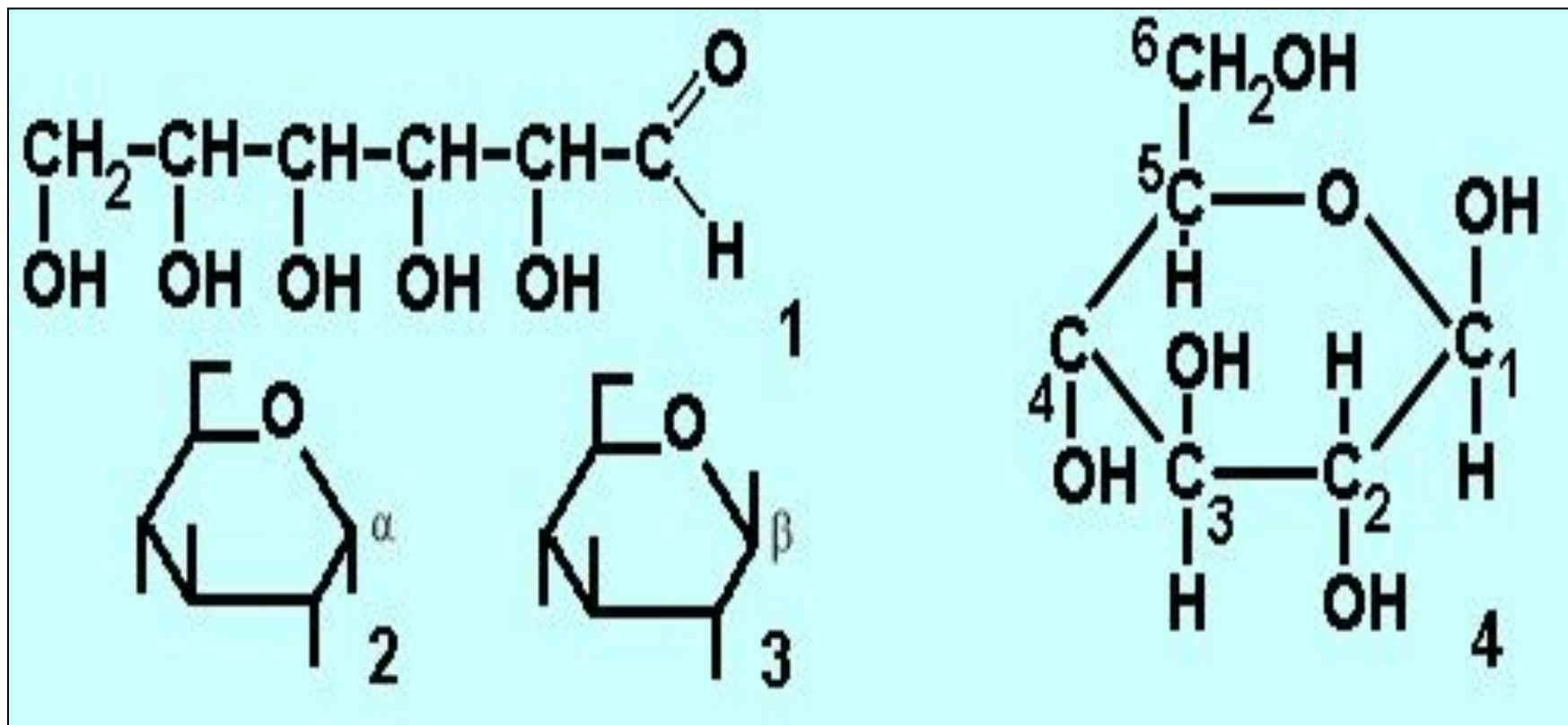


Фруктоза



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

Молекулы моносахаридов могут иметь вид прямолинейных цепочек или циклических структур.

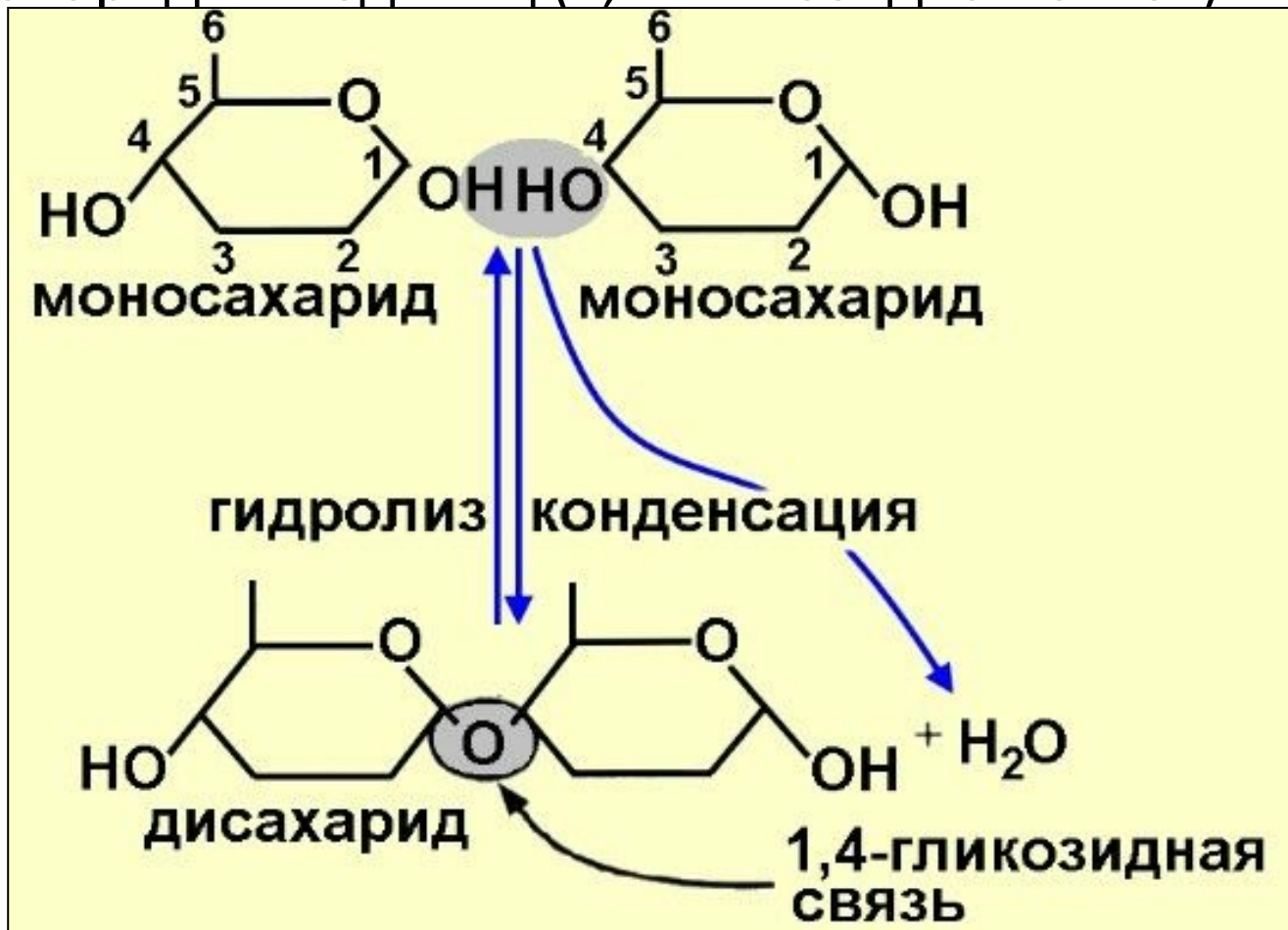


Дисахариды (олигосахариды)

Наиболее широко распространены в природе **дисахариды**:

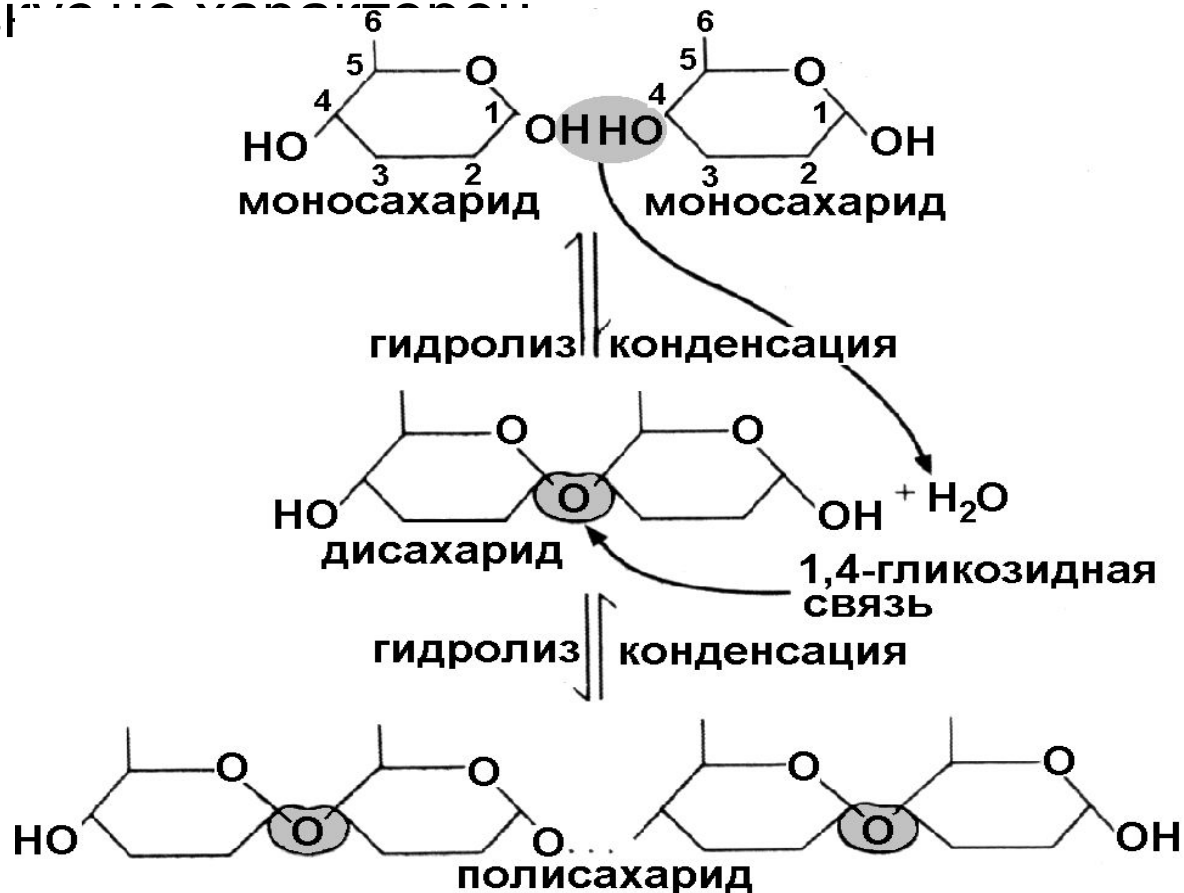
- **мальтоза**, состоящая из двух остатков α -глюкозы;
- **лактоза** – молочный сахар (α -глюкоза + галактоза);
- **сахароза** – свекловичный сахар (α -глюкоза + фруктоза).

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

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



Распределение соединений по степени сладости (за 1 принята сладость сахарозы)

Название сахарозаменителя	Степень сладости
Лактоза	0,16
Сорбитол	0,54
Глюкоза	0,74
Ксилитол	1,0
Сахароза	1,0
Фруктоза	1,7
Цикламат <i>E 952</i>	55
Аспартам <i>E 951</i>	150
Сахарин <i>E 954</i>	450
Монелин <i>полипептид</i>	2000

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.
 - $C_6H_{12}O_6 + O_2 = 6CO_2 + 6H_2O + 17,6 \text{ кДж}$
- 2. Запасающая.** Выражается в накоплении крахмала клетками растений и гликогена клетками животных.
- 3. Опорно-строительная.** Углеводы входят в состав клеточных мембран и клеточных стенок (гликокаликс, целлюлоза, хитин, муреин). Соединяясь с липидами и белками, образуют гликолипиды и гликопротеины.

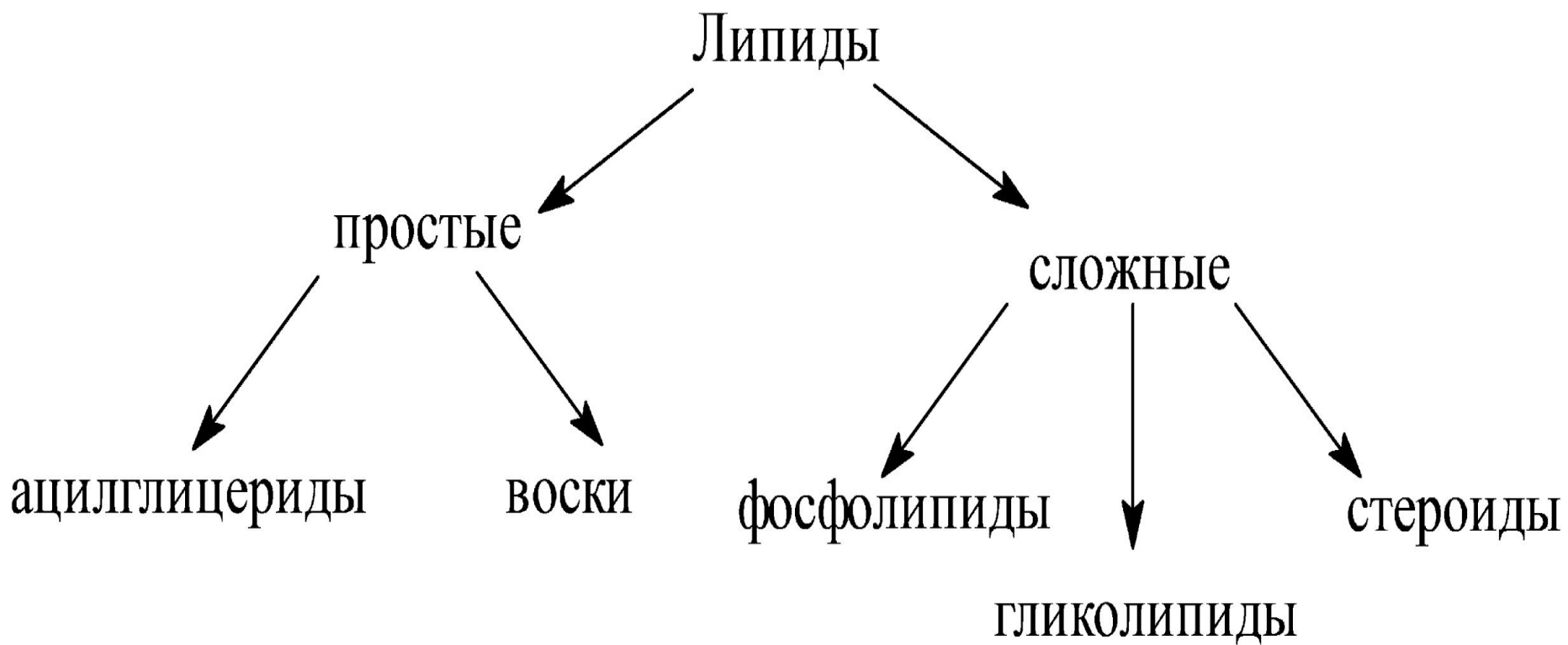
4. *Рибоза и дезоксирибоза входят в состав мономеров нуклеотидов ДНК, РНК и АТФ.*
5. *Рецепторная.* Олигосахаридные фрагменты гликопротеинов и гликолипидов клеточных стенок выполняют рецепторную функцию.
6. *Защитная.* Слизь, выделяемая различными железами, богата углеводами и их производными (например, гликопротеинами). Они предохраняют пищевод, кишечник, желудок, бронхи от механических повреждений, препятствуют проникновению в организм бактерий и вирусов.

Липиды

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).

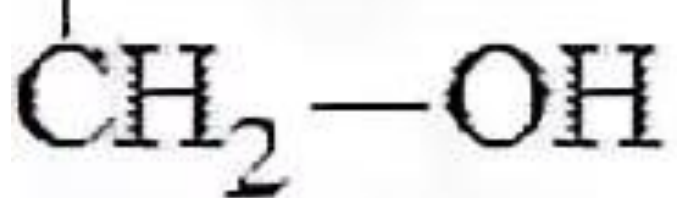
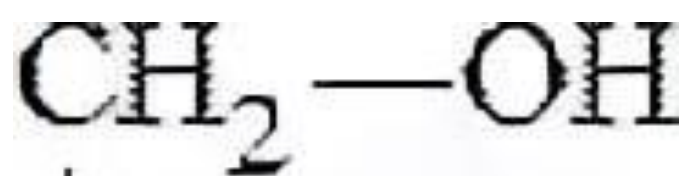
В зависимости от особенности строения молекул различают:

- *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.**



Простые липиды.

- **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.



ГЛИЦЕРИН

Высшие жирные кислоты

```
graph TD; A[Высшие жирные кислоты] --> B[Насыщенные]; A --> C[Ненасыщенные];
```

Насыщенные

(не содержат двойных связей)

- *Пальмитиновая*
- *Стеариновая*

Входят в состав **твёрдых** жиров

Ненасыщенные

(содержат двойные связи)

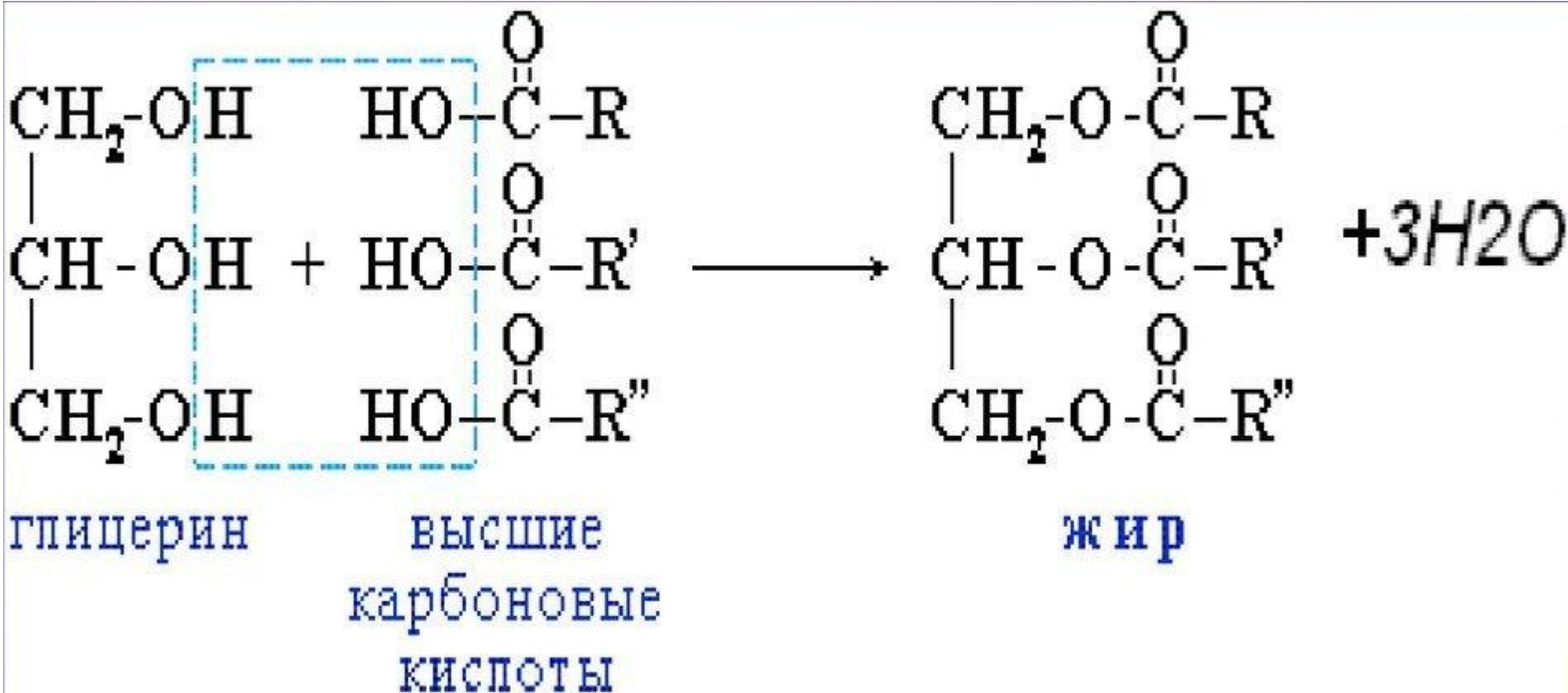
- *Олеиновая*
- *Линолевая*
- *Линоленовая*
- *Арахидоновая*

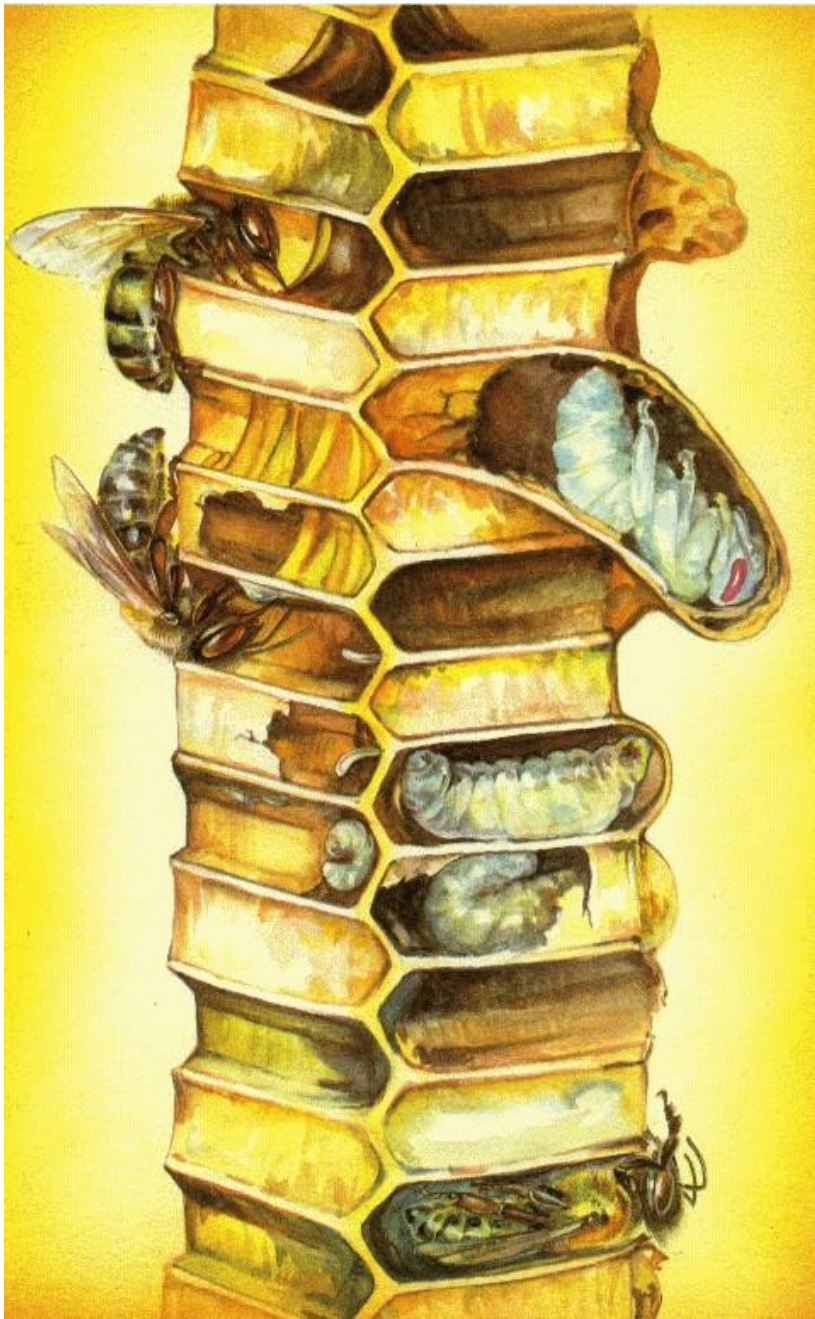
Входят в состав **жидких** жиров / масел

Основные жирные кислоты липидов (~50)

C_4	C_3H_7COOH	Масляная кислота
C_6	$C_5H_{11}COOH$	Капроновая кислота
C_8	$C_7H_{15}COOH$	Каприловая кислота
C_{10}	$C_9H_{19}COOH$	Каприновая кислота
C_{12}	$C_{11}H_{23}COOH$	Лауриновая кислота
C_{14}	$C_{13}H_{27}COOH$	Миристиновая кислота
C_{16}	$C_{15}H_{31}COOH$	Пальмитиновая кислота
C_{18}	$C_{17}H_{35}COOH$	Стеариновая кислота
C_{20}	$C_{19}H_{39}COOH$	Арахидоновая кислота

Получение жиров





- *Воски* — группа простых липидов, представляющих собой сложные эфиры высших жирных кислот и высших высокомолекулярных спиртов.
- Воски встречаются как в животном, так и в растительном царстве, где выполняют главным образом защитные функции. У растений они, например, покрывают тонким слоем листья, стебли и плоды, предохраняя их от смачивания водой и проникновения микроорганизмов. От качества воскового покрытия зависят сроки хранения фруктов. Под покровом пчелиного воска хранится мед и развиваются личинки. Другие виды животного воска (ланолин) предохраняют волосы и кожу от действия воды.

Сложные липиды.

- *Фосфолипиды* — сложные эфиры многоатомных спиртов с высшими жирными кислотами, содержащие остаток фосфорной кислоты. Иногда с ней могут быть связаны добавочные группировки (азотистые основания, аминокислоты, глицерин и др.)
- *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**.

- *Гликолипиды* — это углеводные производные липидов. В состав их молекул наряду с многоатомным спиртом и высшими жирными кислотами входят также углеводы (обычно глюкоза или галактоза). Они локализованы преимущественно на наружной поверхности плазматической мембраны, где их углеводные компоненты входят в число других углеводов клеточной поверхности.

Липоиды

Липоиды — жироподобные вещества. К ним относятся стероиды (широко распространенный в животных тканях **холестерин**, его производные — **эстрадиол** и **тестостерон** — соответственно женский и мужской половые гормоны), **терпены** (эфирные масла, от которых зависит запах растений), **гиббереллины** (ростовые вещества растений), **некоторые пигменты** (хлорофилл, билирубин), **часть витаминов (А, D, Е, К)** и др.

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. *Запасающая*. 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.
4. *Терморегуляторная*. Жиры являются хорошими термоизоляторами вследствие плохой теплопроводимости. Они откладываются под кожей, образуя у некоторых животных толстые прослойки. Например, у китов слой

4. Защитно-механическая. Скапливаясь в подкожном слое, жиры защищают организм от механических воздействий.

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 метаболический 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. К моносахаридам относятся:

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

**Тест 2. К полисахаридам относятся:

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

**Тест 3. К дисахаридам относятся:

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

Повторение:

Тест 4. В состав молекулы ДНК входят остатки:

1. Рибозы.
2. Дезоксирибозы.
3. Глюкозы.
4. Фруктозы.



Тест 5. Молекула крахмала состоит:

1. Из остатков рибозы.
2. Из остатков α -глюкозы.
3. Из остатков и β -глюкозы.
4. Из остатков дезоксирибозы.




**Тест 6. Углеводы в организме выполняют функции:

1. Структурную.
2. Энергетическую.
3. Каталитическую.
4. Многие являются гормонами.
5. Взаимодействие клеток.
6. Источник метаболической воды.
7. Запасающую.




Повторение:

Тест 7. 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 8. Основу клеточных мембран образуют:

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

Тест 9. Утверждение: "Фосфолипиды — сложные эфиры глицерина (глицерола) и жирных кислот":

Верно.

Ошибочно. 

Повторение:

****Тест 10. 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 11. Молекула жира состоит из остатков:**

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

Тест 12. Гликопротеины — это комплекс:

- Белков и углеводов.
- Нуклеотидов и белков.
- Глицерина и жирных кислот.
- Углеводов и липидов.

Повторение:

Тест 13. Фосфолипиды — это комплекс:

Белков и углеводов.

Нуклеотидов и белков.


Глицерина и жирных кислот.

Липидов и остатков фосфорной кислоты. 

**Тест 14. К пентозам относятся:

Глюкоза.

Фруктоза.

Рибоза. 

Дезоксирибоза. 