



ТЕМА:
УГЛЕВОДЫ, ЛИПИДЫ

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];
```

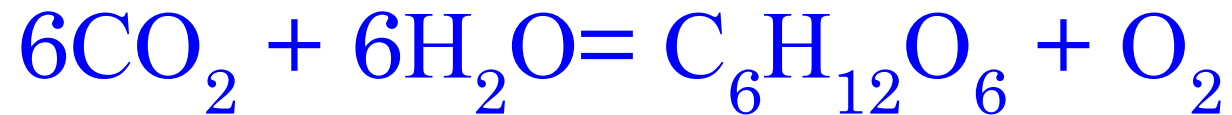
моносахариды

полисахариды

дисахариды

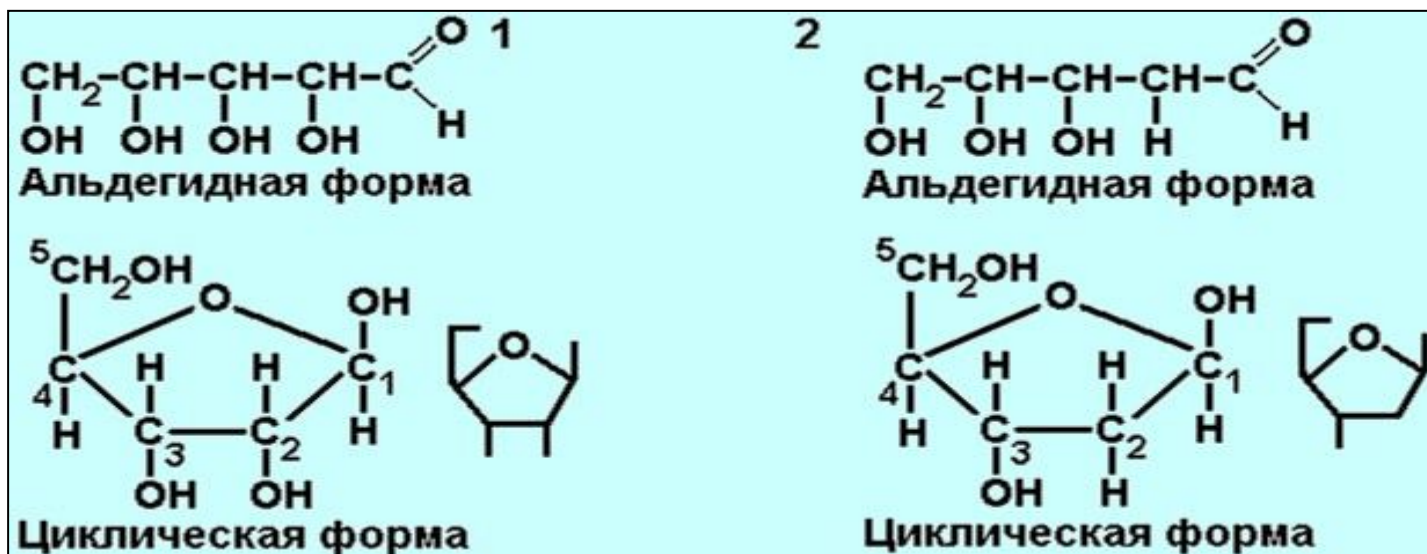
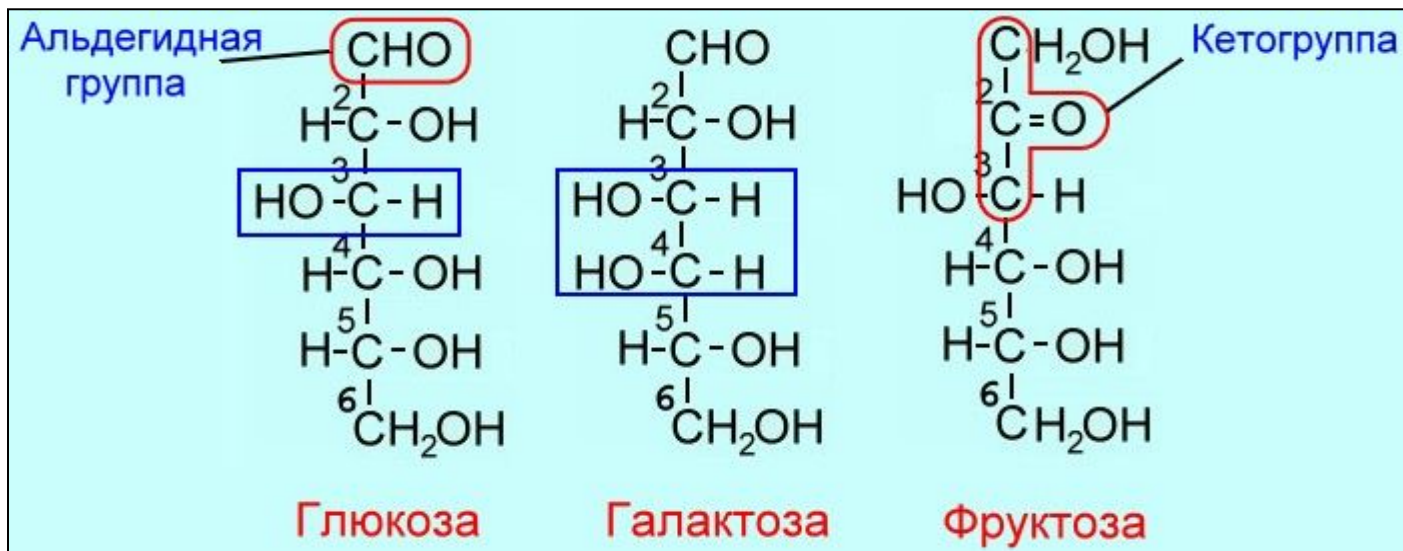


Чего не хватает в этой формуле?

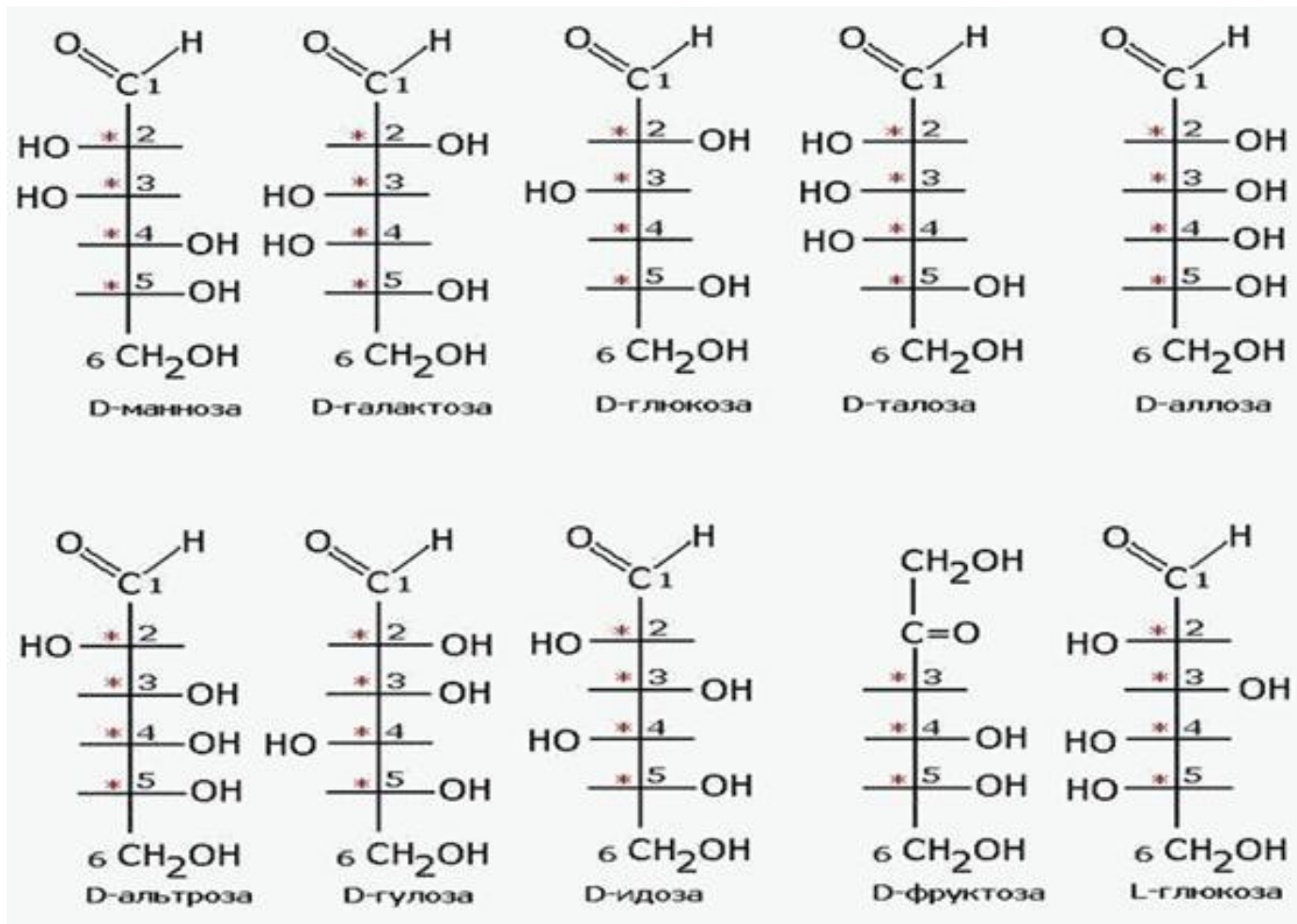




Моносахариды



Существует 16 оптических изомеров линейной формы глюкозы (из-за того, что в молекуле есть 4 асимметричных атома углерода)



Свойства моносахаридов: низкая молекулярная масса; сладкий вкус; легко растворяются в воде; кристаллизуются; относятся к редуцирующим (восстанавливающим) сахарам (их можно обнаружить при помощи реакции серебряного зеркала, а также с помощью реакции Фелинга).



РЕАКЦИИ

Уроновые кислоты, для обнаружения которых часто применяется эта реакция, окрашивают эфирный слой в фиолетовый цвет.

Реакция с тимолом. Несколько кристалликов сахара нагревают с 10 мл концентрированной соляной кислоты и добавляют 5%-ный спиртовой раствор тимола. Появляется яркая красная окраска.

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ОТДЕЛЬНЫХ КЛАССОВ УГЛЕВОДОВ

Редуцирующие сахара

Реакция серебряного зеркала. В пробирку с 5 мл аммиачного раствора окиси серебра добавляют несколько крупинок исследуемого вещества, смесь осторожно нагревают на водяной бане при 60—70°. Восстанавливающие сахара обнаруживают по образованию серебряного зеркала на стенках пробирки.

Эту реакцию дают все альдегиды и некоторые другие родственные вещества.

Реакция Фелинга. Для этой реакции готовится реактив Фелинга, состоящий из двух растворов, которые хранятся отдельно. Первый раствор содержит 34 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в 500 мл воды, второй—раствор 173 г сегнетовой соли и 75 мл едкого натра в 500 мл воды.

Для анализа несколько миллиграммов исследуемого вещества растворяют в смеси равных объемов обоих растворов. Если вещество является восстанавливающим углеводом, раствор быстро бледнеет и выпадает красный осадок закиси меди. Для многих углеводов (дисахариды, полисахариды) требуется кипячение на водяной бане.

Следует помнить, что реакцию Фелинга могут давать не только углеводы, но и другие вещества, например алифатические альдегиды.

Реакция с *m*-динитробензолом. Навеску 0,005 г *m*-динитробензола растворяют в 5 каплях серного эфира, добавляют 0,005—0,01 г исследуемого вещества, разбавляют 2 мл воды, приливают 1—3 капли 1,0 н. NaOH и осторожно подогревают. В присутствии редуцирующих сахаров смесь окрашивается в темно-фиолетовый цвет.

Реакция Барфед

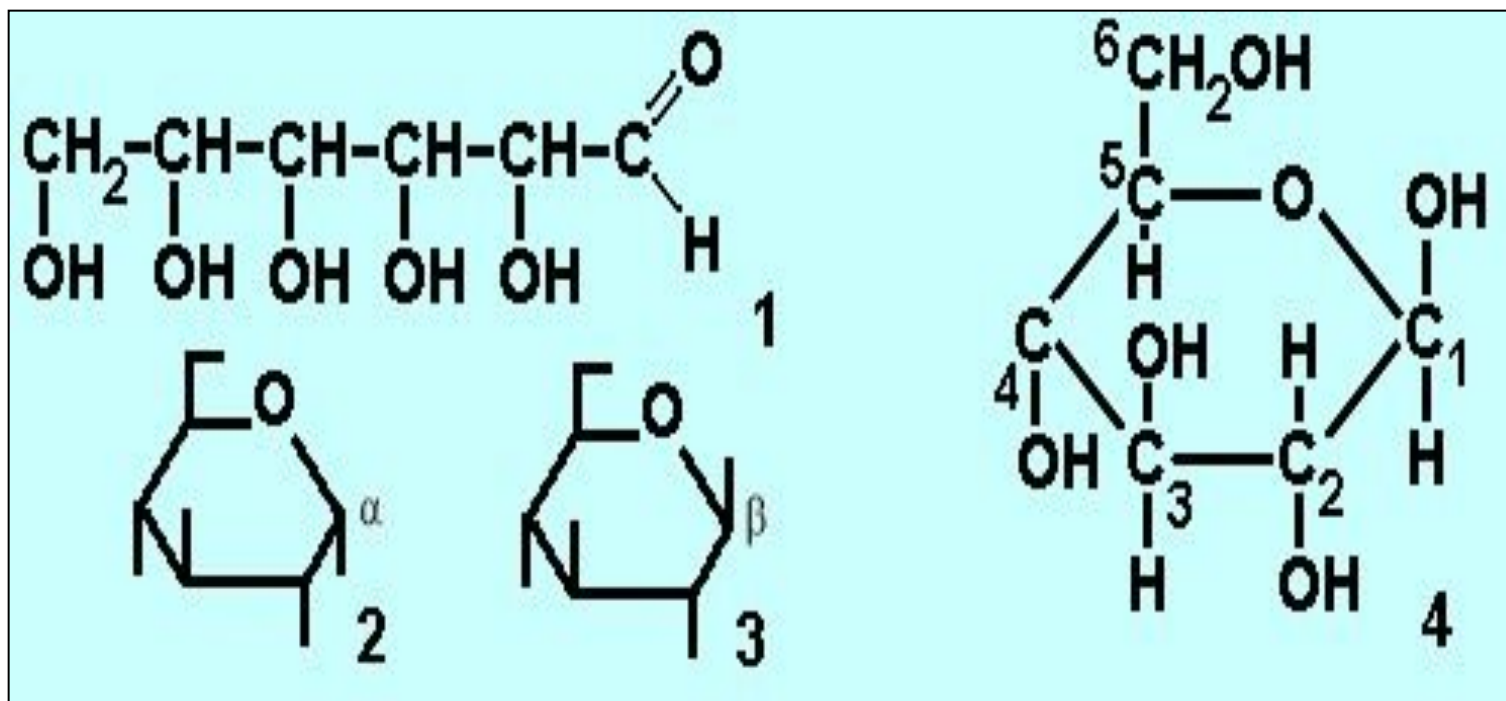
(отличие восстанавливающих дисахаридов от моносахаридов)

Реактив Барфед готовят из 6—7%-ного раствора ацетата двухвалентной меди в 1%-ном растворе уксусной кислоты.

Десять объемов раствора исследуемого сахара нагревают с одним объемом реактива. Моносахариды восстанавливают реактив до закиси меди; дисахариды реакции не дают. Следует избегать длительного кипячения, так как дисахариды в кислой среде могут гидролизаться и в результате произойдет восстановление.

На восстановительных свойствах сахаров основано их определение при помощи щелочных растворов висмута, йодистой ртути, тартрата никеля и т. п. Очень чувствительными являются также методы, основанные на образовании интенсивно окрашенных соеди-

Молекулы моносахаридов могут иметь вид
прямолинейных цепочек или циклических структур.



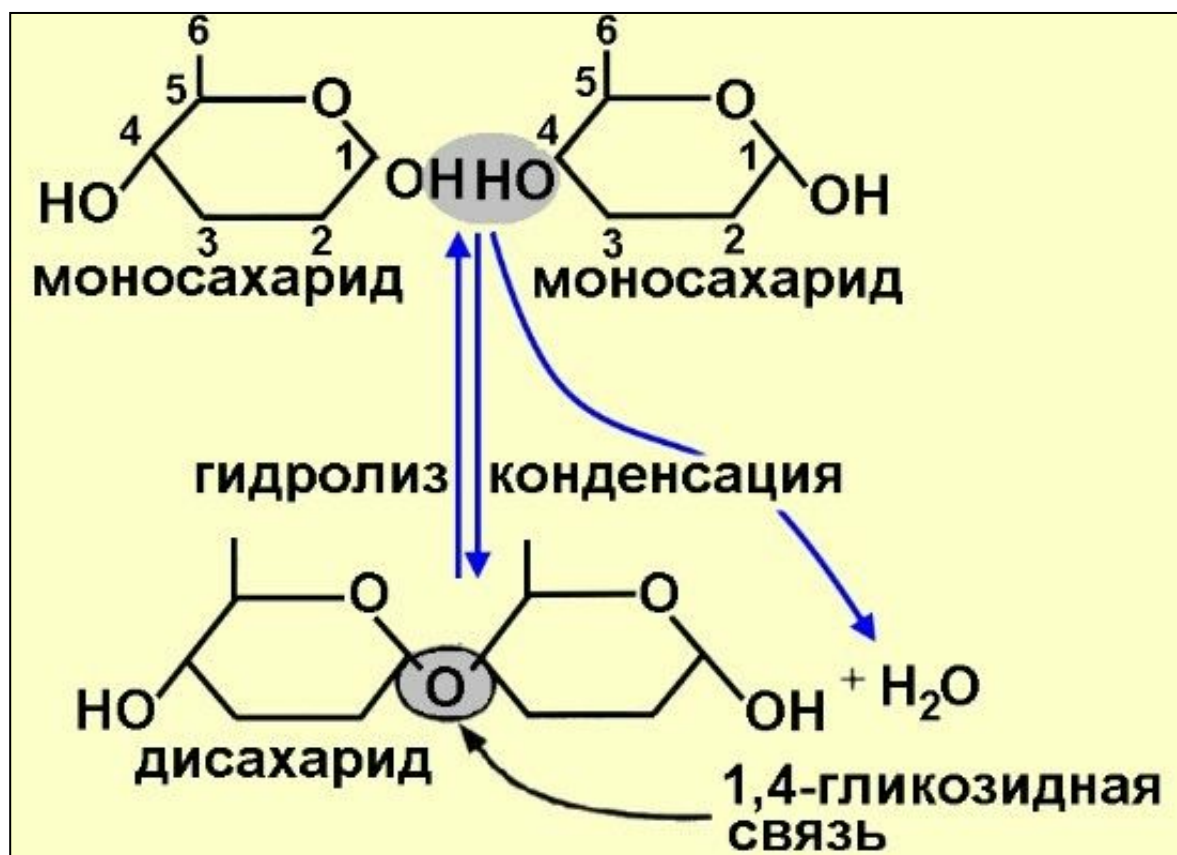
ДИСАХАРИДЫ (ОЛИГОСАХАРИДЫ)

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).

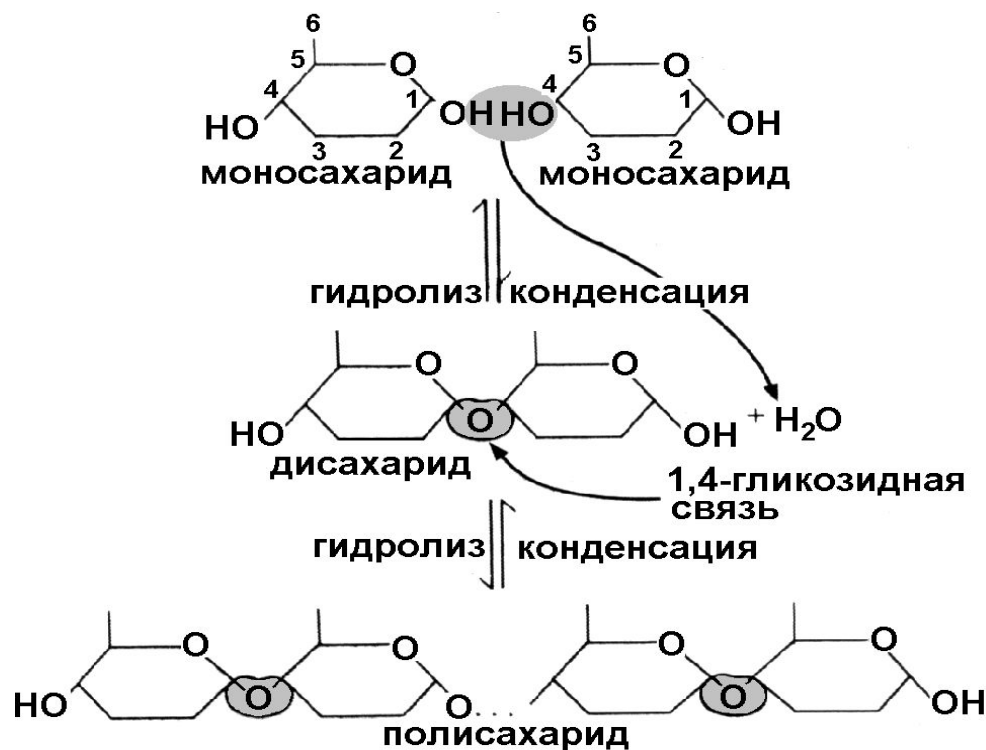


Дисахариды образуются в результате конденсации двух моносахаридов (чаще всего гексоз). Связь, возникающую между двумя моносахаридами, называют *гликозидной*. Обычно она образуется между 1-м и 4-м углеродными атомами соседних моносахаридных единиц (1,4-гликозидная связь).



ПОЛИСАХАРИДЫ

Свойства полисахаридов: большая молекулярная масса; не дают ясно оформленных кристаллов; либо нерастворимы в воде, либо образуют растворы, напоминающие по свойствам коллоидные; сладкий вкус не характерен;



ВСПОМНИТЕ: КАКАЯ РЕАКЦИЯ ЯВЛЯЕТСЯ КАЧЕСТВЕННОЙ РЕАКЦИЕЙ НА 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.* Углеводы входят в состав клеточных мембран и клеточных стенок (гликокаликс, целлюлоза, хитин, муреин). Соединяясь с липидами и белками, образуют гликолипиды и гликопротеины.



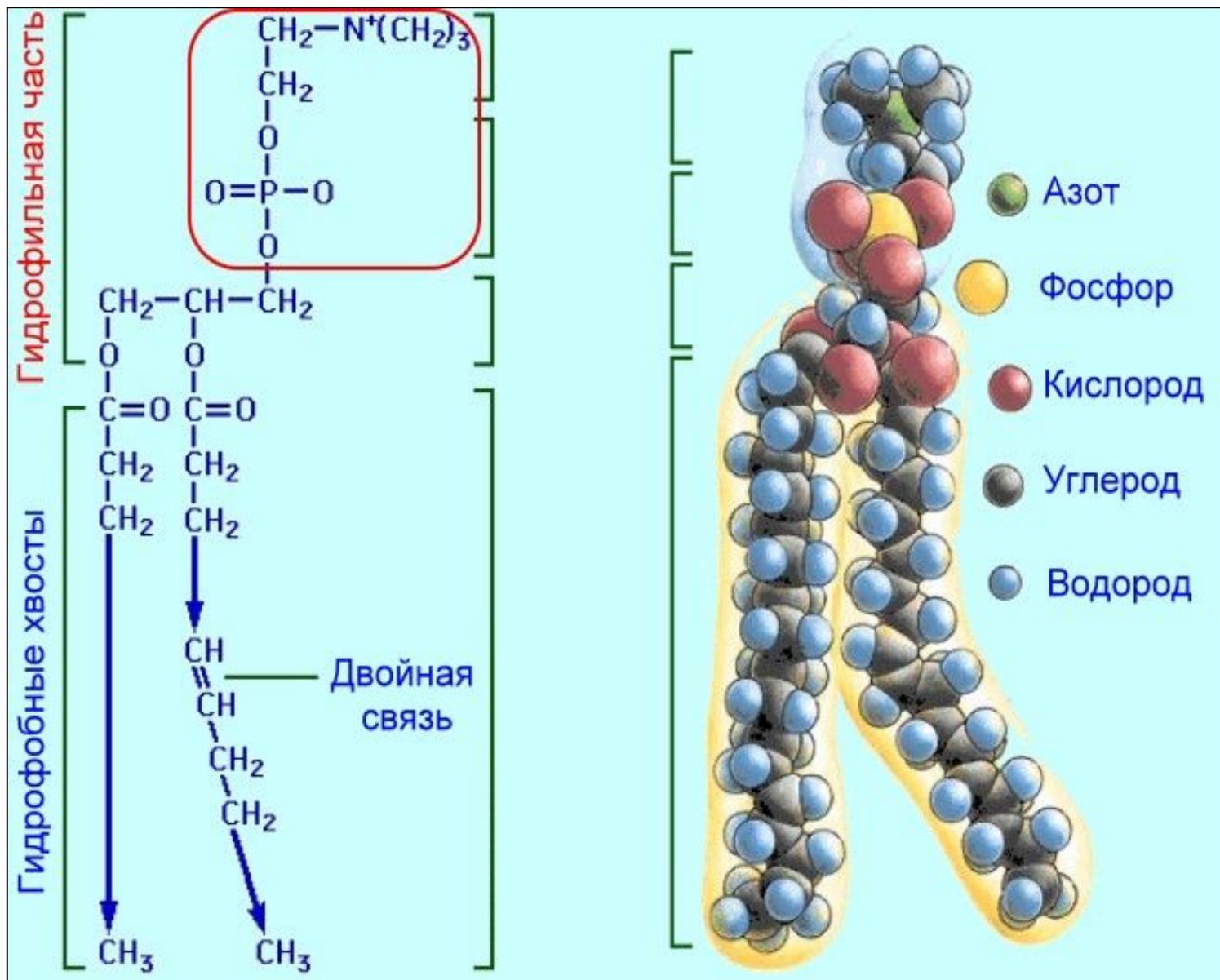
4. *Рибоза и дезоксирибоза входят в состав мономеров нуклеотидов ДНК, РНК и АТФ.*
5. *Рецепторная.* Олигосахаридные фрагменты гликопротеинов и гликолипидов клеточных стенок выполняют рецепторную функцию.
6. *Защитная.* Слизь, выделяемые различными железами, богаты углеводами и их производными (например, 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).





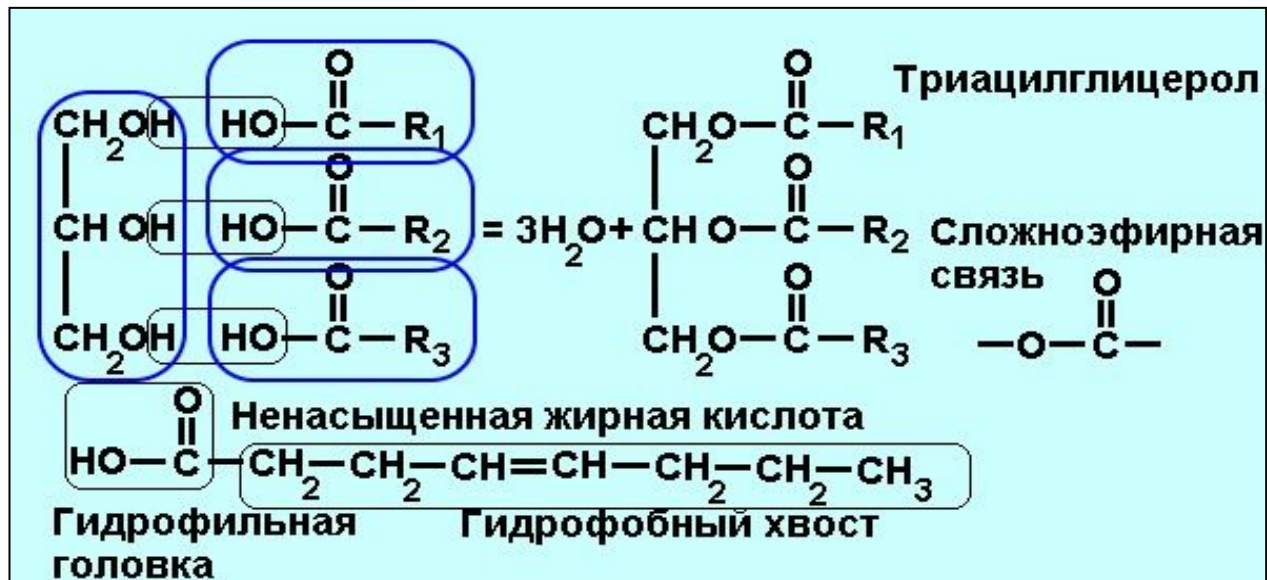
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ МОЛЕКУЛ РАЗЛИЧАЮТ:

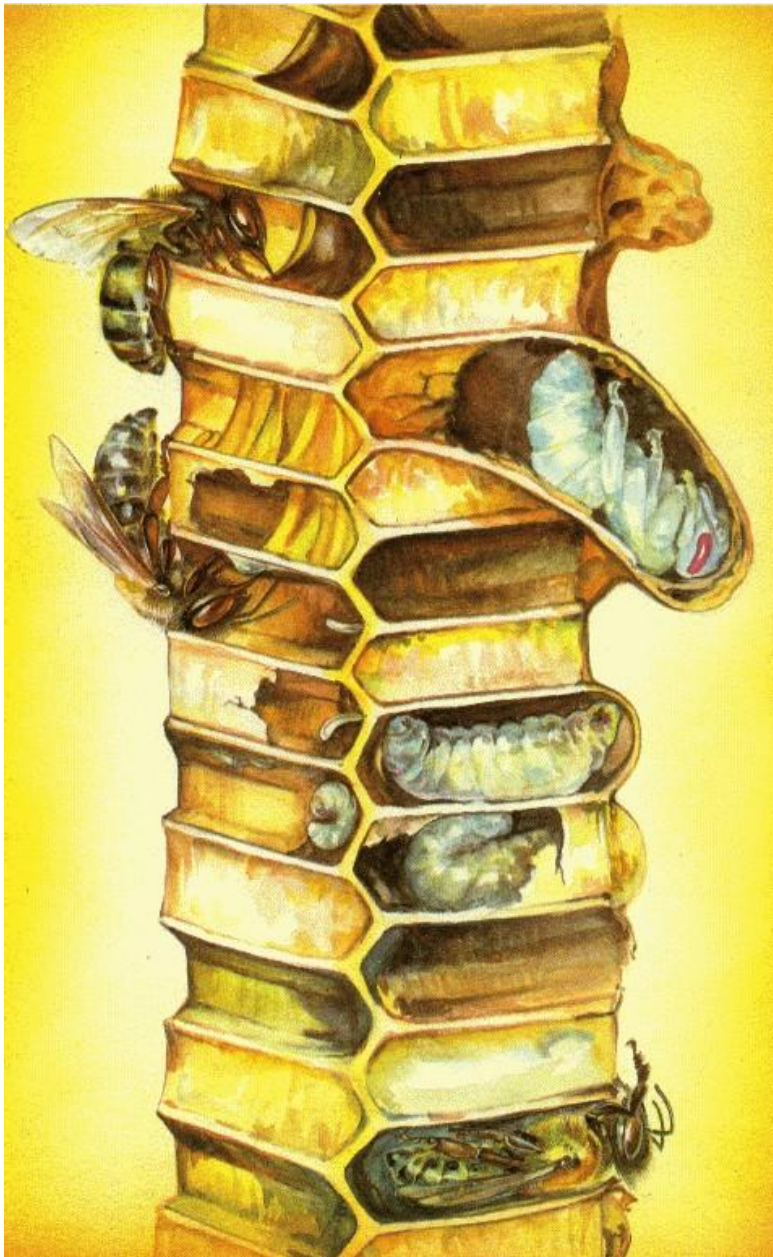
- ▣ *Простые липиды*, представляющие собой двухкомпонентные вещества, являющиеся сложными эфирами высших жирных кислот и какого-либо спирта.
- ▣ *Сложные липиды*, имеющие многокомпонентные молекулы: фосфолипиды, липопротеины, гликолипиды.
- ▣ *Липоиды*, к которым относится **стероиды** — полициклический 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.





- **Воски** — группа простых липидов, представляющих собой сложную смесь эфиров высших жирных кислот и высших высокомолекулярных спиртов. Не содержат глицерин.
- 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.



Фосфолипиды Липопротеины

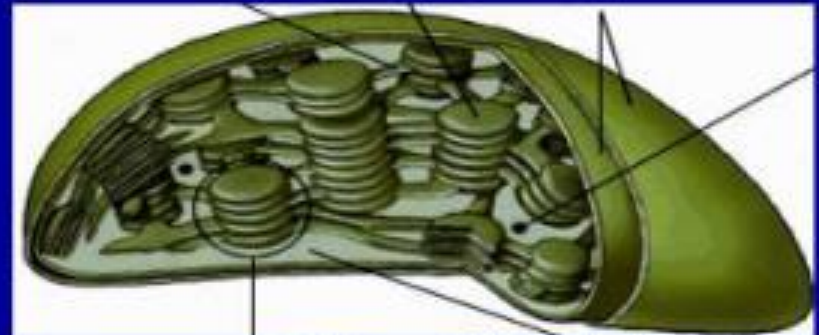
Гликолипиды

- Входят в состав клеточных мембран
- В форме липопротеинов липиды переносятся с кровью и лимфой.
- Гликолипиды- в миелиновой оболочке нервных волокон и на поверхности нейронов, а также компоненты мембран хлоропластов.



фосфолипиды

Холестерин

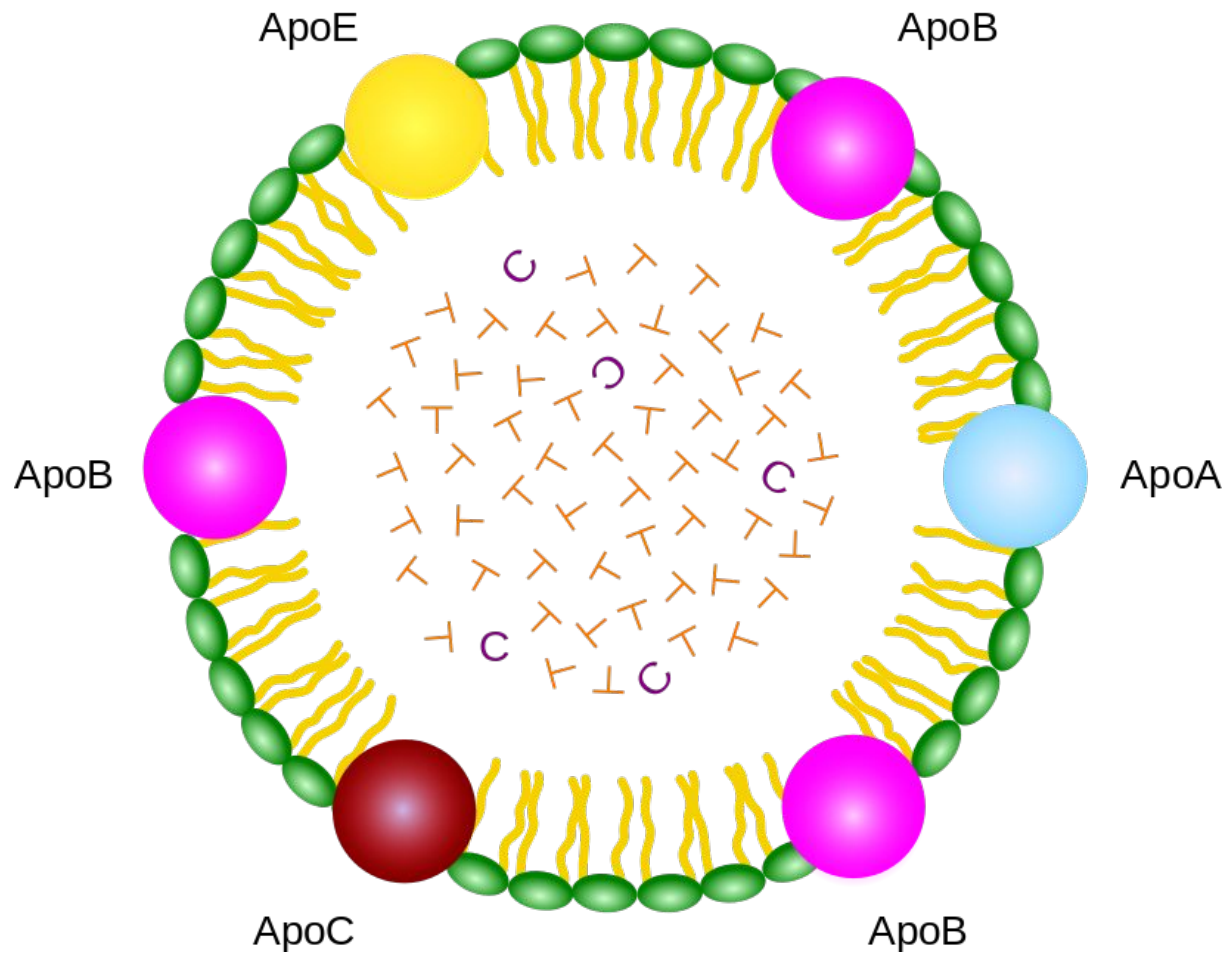


СЛОЖНЫЕ ЛИПИДЫ.

- ▣ *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. Входят в состав клеточных мембран. Липопротеины можно встретить в молоке, есть они и в составе крови.



ЛИПОПРОТЕИН



□ *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, липопротейны.
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 подкожного жира достигает толщины 1 м.
5. *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.

