

Липиды

Липиды – производные высших жирных кислот, спиртов и альдегидов.

- **В состав молекул липидов входят гидрофобные и гидрофильные компоненты.**
- **По химическому строению липиды очень разнообразны.**
- **Физические свойства липидов – нерастворимые в воде маслянистые вещества, из клеток липиды экстрагируют неполярными растворителями (эфир, хлороформ).**

Липиды.

Гидрофобные компоненты.

1. Высшие жирные кислоты

RCOOH , длина цепи $\text{C}_4 - \text{C}_{24}$

2. Высшие жирные спирты

RCH_2OH

3. Высшие альдегиды

RCHO

Липиды.

Гидрофобные компоненты.

Самые распространенные природные высшие ж. к.

TABLE 2-3 Fatty Acids That Predominate in Phospholipids

Common Name of Acid (Ionized Form in Parentheses)	Abbreviation	Chemical Formula
SATURATED FATTY ACIDS		
Myristic (myristate)	C14:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
Palmitic (palmitate)	C16:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
Stearic (stearate)	C18:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
UNSATURATED FATTY ACIDS		
Oleic (oleate)	C18:1	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Linoleic (linoleate)	C18:2	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Arachidonic (arachidonate)	C20:4	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$

Липиды.

Гидрофильные компоненты.

- **Спирты-полиолы, глицерин, диолы, аминокдиолы**
- **Углеводы**
- **Аминоспирты**
- **Аминокислоты**
- **H_3PO_4 , H_2SO_4 , HPO_3**

Липиды – производные высших жирных кислот, спиртов и альдегидов.

Химическая классификация липидов



```
graph TD; A[Химическая классификация липидов] --> B[Нейтральные липиды]; A --> C[Полярные липиды]; B --> B1[1) Глицеролипиды]; B --> B2[2) Диольные липиды]; B --> B3[3) Воска]; B --> B4[4) Эфиры холестерина]; C --> C1[1) Фосфолипиды]; C --> C2[2) Сфинголипиды]; C --> C3[3) Гликолипиды]; C --> C4[4) Сульфоллипиды]; C --> C5[5) Фосфонолипиды];
```

Нейтральные липиды

- 1) Глицеролипиды
- 2) Диольные липиды
- 3) Воска
- 4) Эфиры холестерина

Полярные липиды

- 1) Фосфолипиды
- 2) Сфинголипиды
- 3) Гликолипиды
- 4) Сульфоллипиды
- 5) Фосфонолипиды

Нейтральные липиды

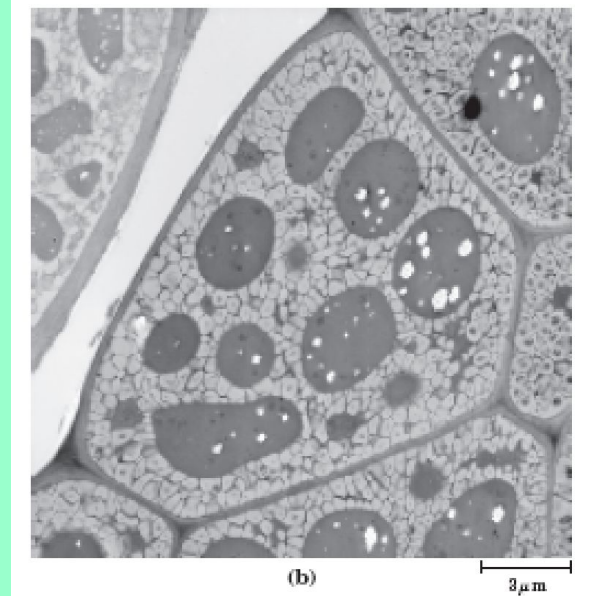
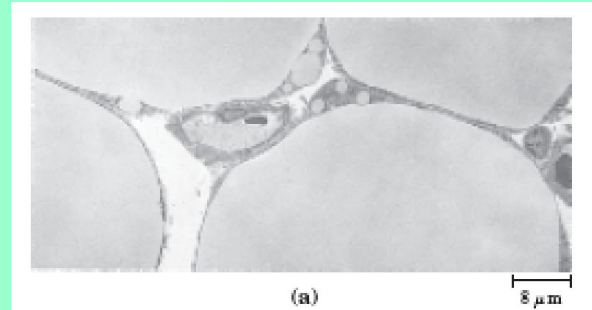
Биологическая функция - запасание энергии в клетках.

Основные компоненты жировых депо растительных и животных клеток.

Теплоизоляция организма (тюлени, моржи)

В мембранах клеток обычно не содержатся.

(а) Адипоциты животной клетки



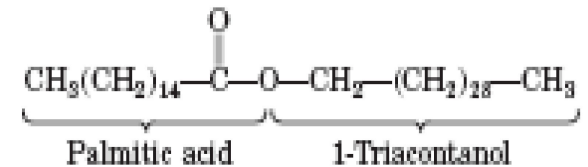
(b) Жировые капли растительной клетки

Нейтральные липиды

- **Воска** – сложные эфиры длинноцепочечных ж.к. (C₁₄ - C₃₆) и жирных спиртов (C₁₆ – C₂₂).

Биологические функции:

- **Защитное покрытие** (листья растений)
- **Смазка** (водоплавающие птицы)
- **Защитная** (смягчает кожу)
- **Высококалорийное клеточное “топливо”** (планктон – пища для крупных морских организмов)

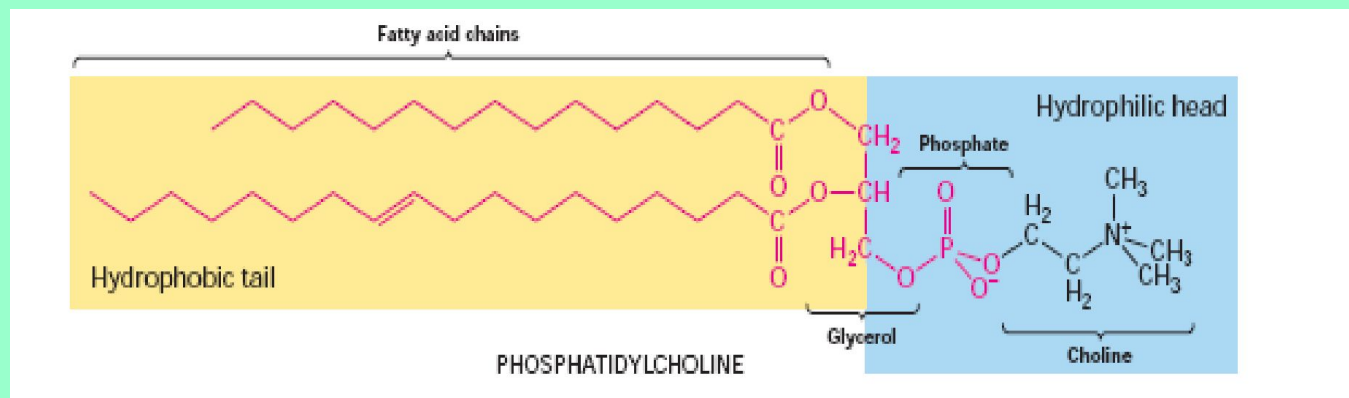
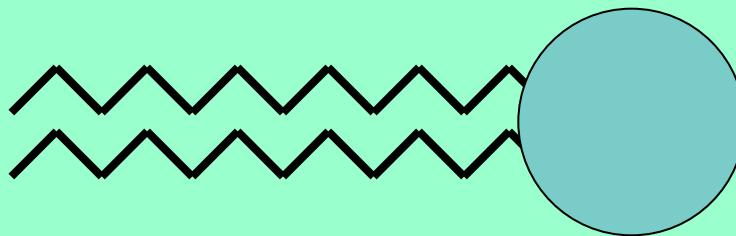


Пчелиный воск

Полярные липиды

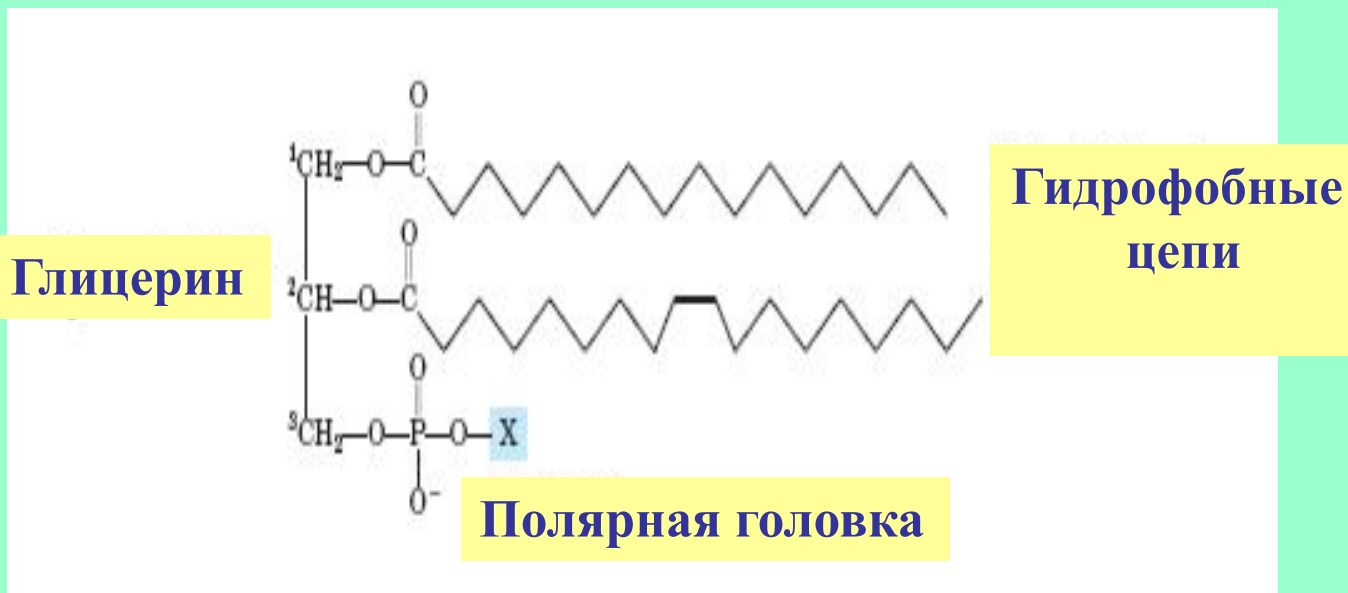
Полярные липиды – амфифильные молекулы:

- длинные гидрофобные хвосты
- гидрофильная полярная головка



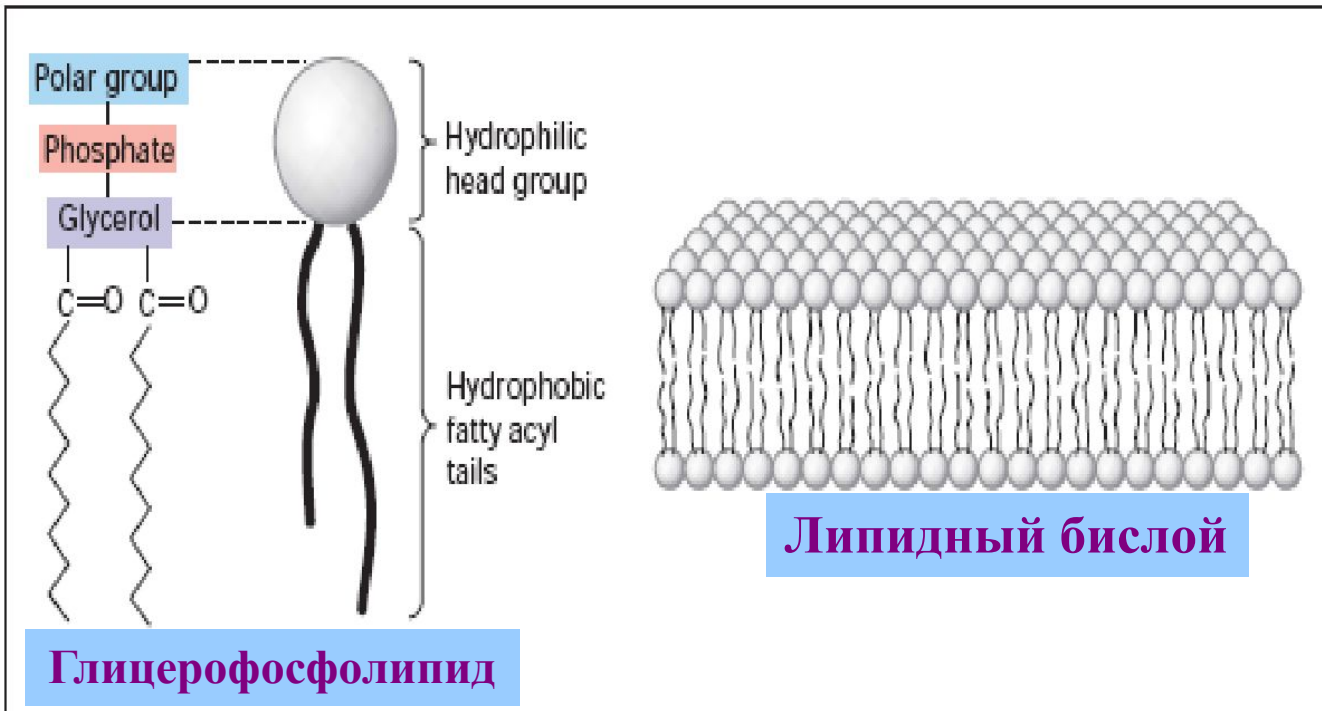
Полярные липиды

- Глицерофосфолипиды – основные компоненты биологических мембран клеток.

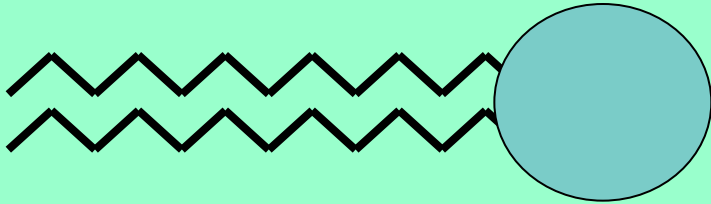


Функции полярных липидов

Полярные липиды – основные липидные компоненты биологических мембран клеток.



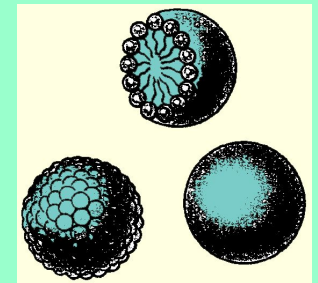
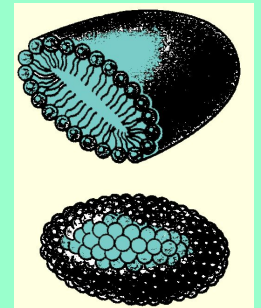
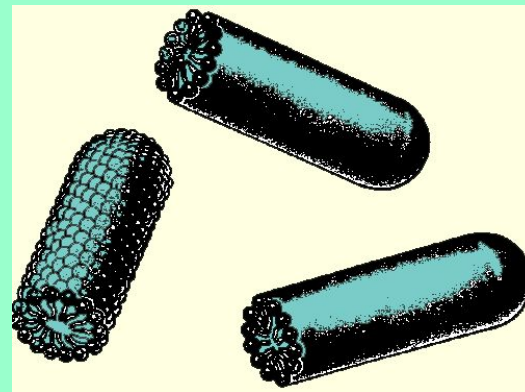
Структурообразование липидов



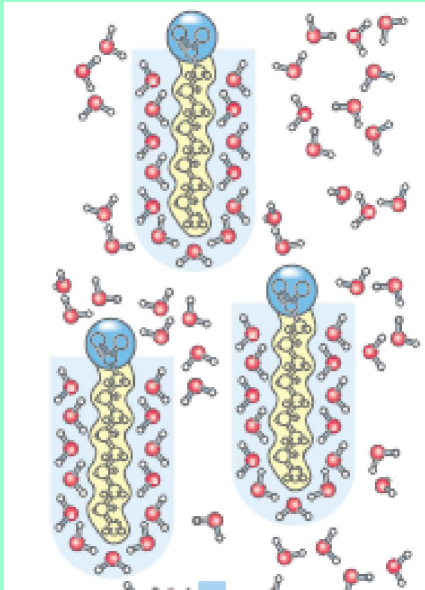
Липиды – амфифильные молекулы.

Движущая сила образования липидных агрегатов в воде – гидрофобные взаимодействия.

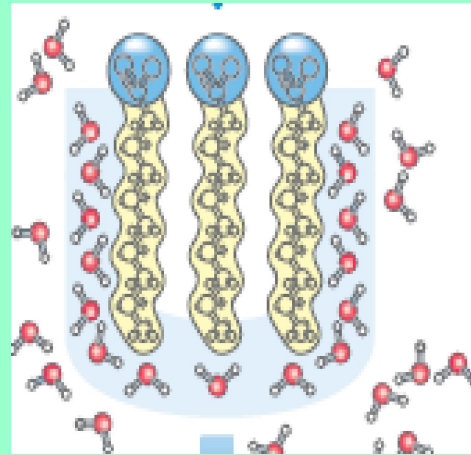
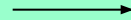
Мицеллы – простейшие агрегаты липидов в воде.



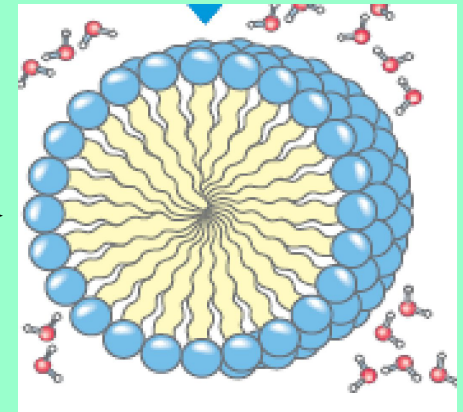
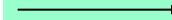
Гидрофобные взаимодействия – движущая сила образования липидных агрегатов в водной среде



Дисперсия
липидов
в воде нарушает
структуру
воды



Образование
липидных
кластеров –
уменьшение
площади
контакта
с молекулами
воды

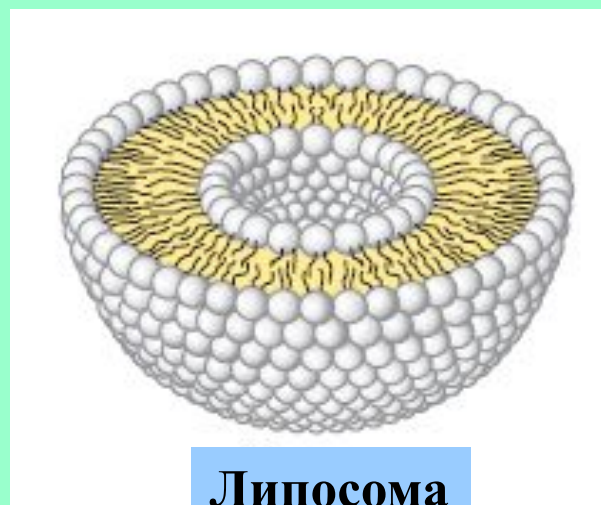


Мицеллы –
упорядоченные
липидные агрегаты.
С водой контактируют
лишь полярные
участки
липидов.

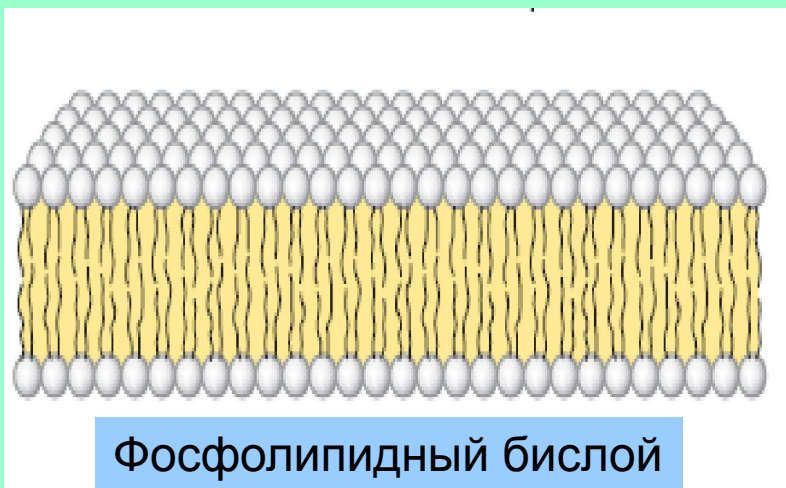
Структурообразование липидов



Мицелла



Липосома



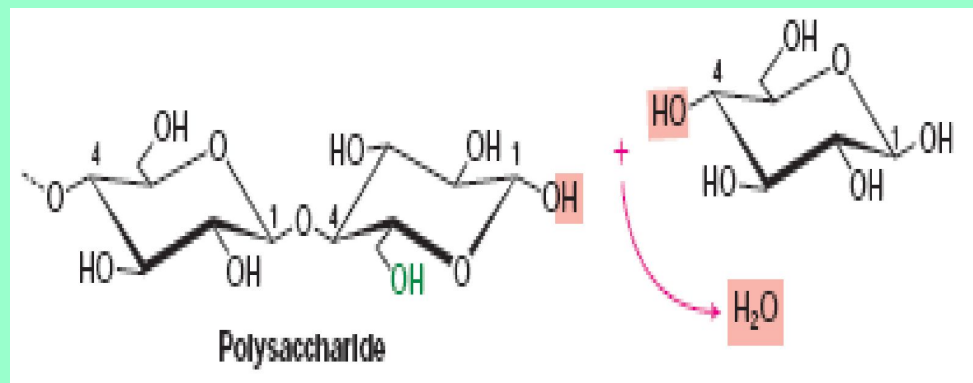
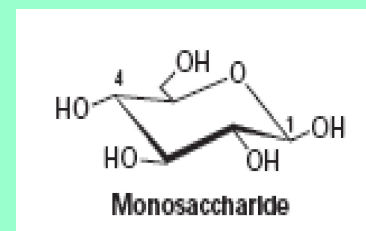
Фосфолипидный бислой

Углеводы

- **Углеводы - ЭТО полигидроксиальдегиды или полигидроксикетоны, имеющие эмпирическую формулу $(\text{C}\text{H}_2\text{O})_n$, $n \geq 3$, $\text{C} : \text{H} : \text{O} = 1 : 2 : 1$.**
 $\text{C}_6(\text{H}_2\text{O})_6$ – D-глюкоза

- **3 основных класса углеводов:**

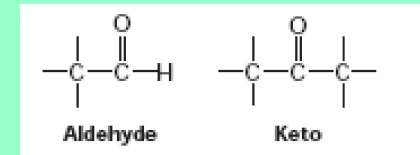
1. **Моносахариды**
2. **Олигосахариды**
3. **Полисахариды**



Образование гликозидной связи

Углеводы.

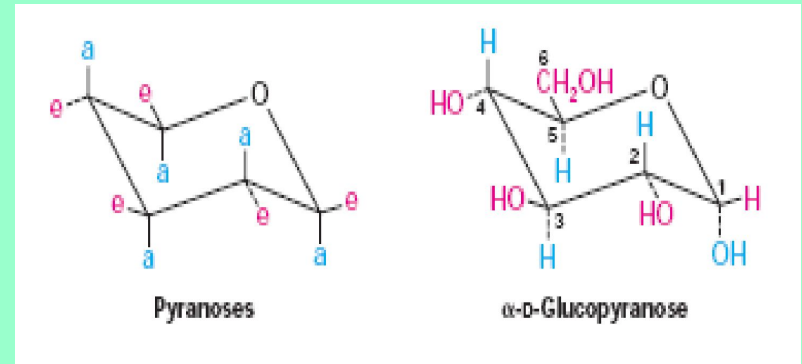
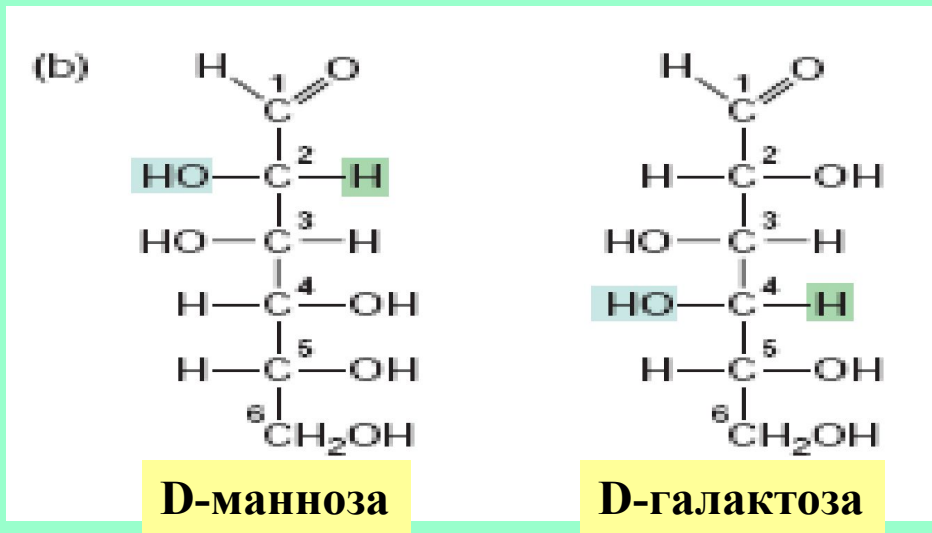
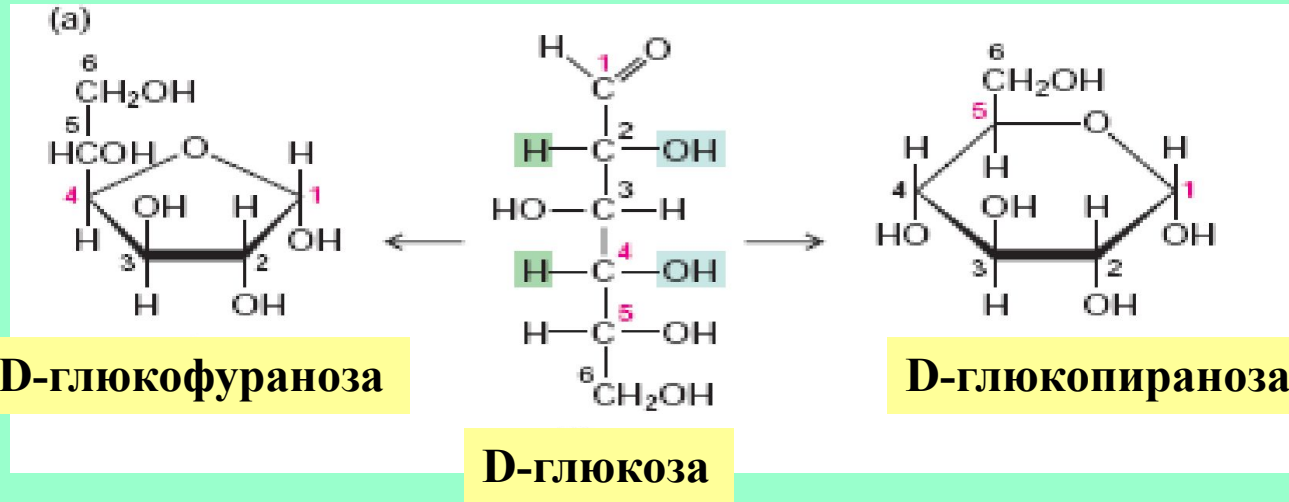
Моносахариды или простые сахара содержат только 1 структурную единицу полигидроксиальдегида (альдозы) или полигидроксикетона (кетозы).



Физические свойства: бесцветные, кристаллические в-ва, легко растворяются в воде, не растворяются в неполярных растворителях, имеют сладкий вкус.

Моносахариды

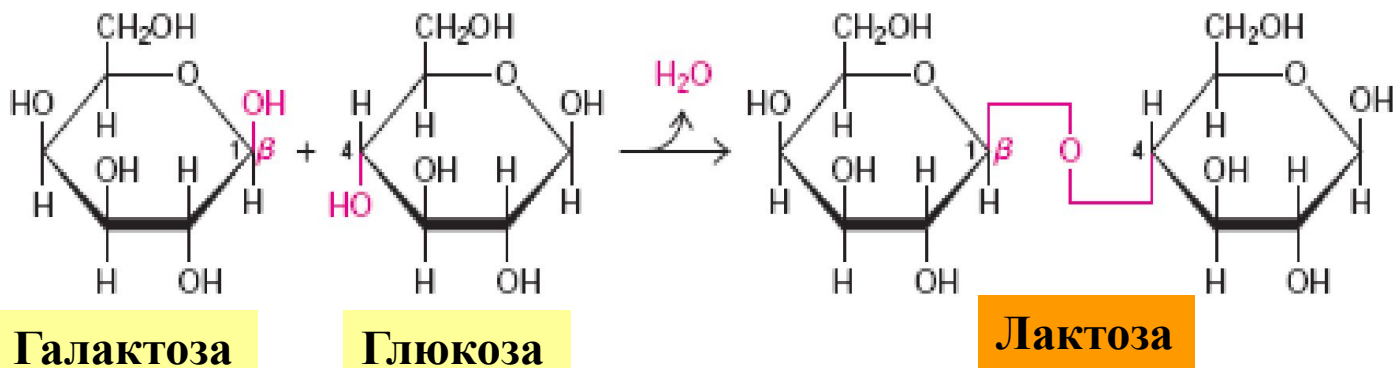
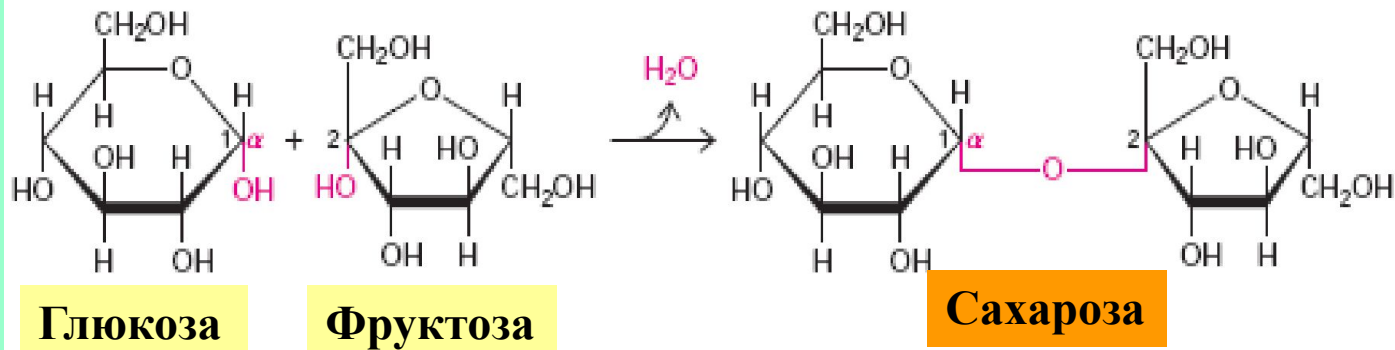
Гексозы



Олигосахариды

Олигосахариды (“олиго” – немного) состоят из коротких цепей, образованных ковалентно связанными моносакхаридными звеньями.

Наиболее часто встречаются **дисахариды (сахароза)**.



Полисахариды

Полисахариды - состоят из длинных цепей, образованных ковалентно связанными моносахаридами.

- Гомополисахариды (построены из остатков 1 типа мс)
- Гетерополисахариды (построены из остатков 2 или большего числа типов мс)

Биологические функции пс – структурная и резервное топливо.

Самые важные полисахариды:

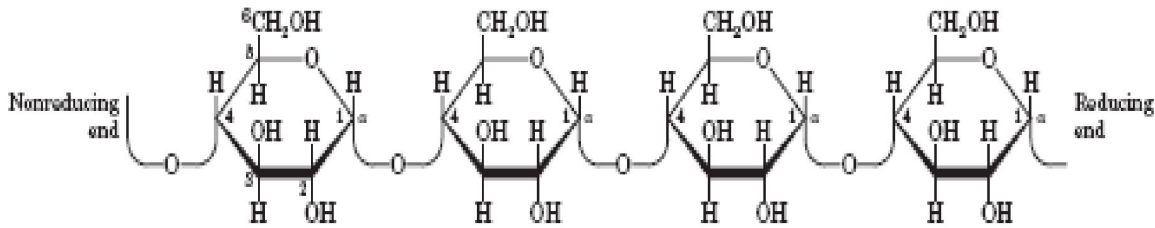
- Целлюлоза (растения)
- Крахмал (растения)
- Гликоген (животные)
- Хитин (насекомые)

Полисахариды

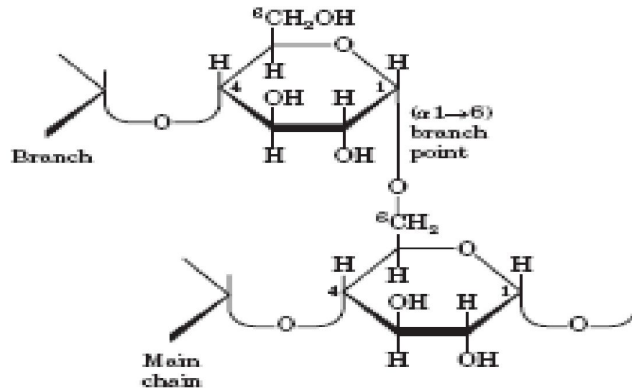
Крахмал – это резервный полисахарид растений.

Состоит из 2-х компонентов:

- α – амилоза (полимер D-глюкозы, гликозидные связи α (1→4))
- α – амилопектин (полимер D-глюкозы со связями α (1→4) в основной цепи, цепи ответвлений присоединены к основной цепи гликозидными связями α (1→6)).

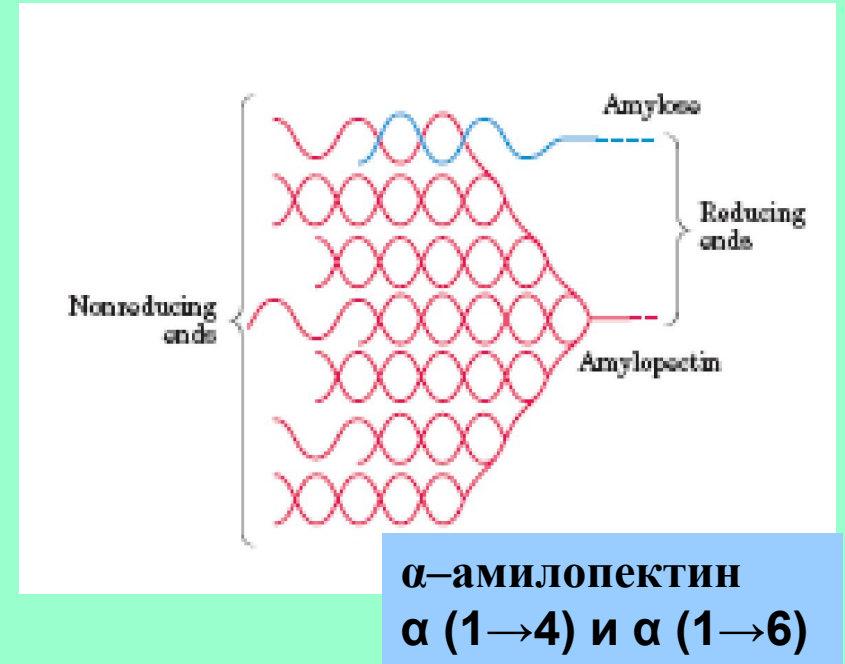
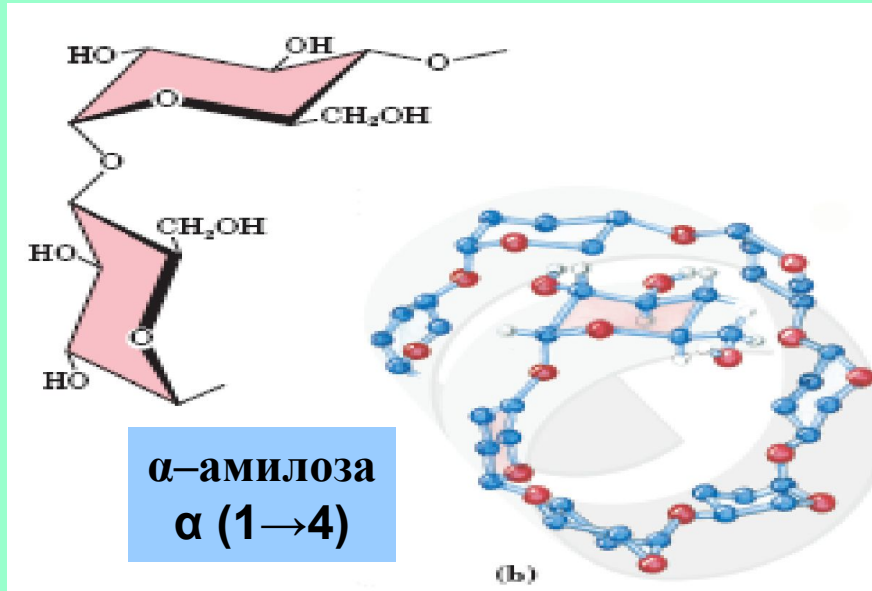


α -амилоза



α -амилопектин

Крахмал



Цепочка **α -амилозы** образует стабильную левую спираль (6 Glc на 1 виток), **α -амилопектин** имеет структуру типа куста. Вместе они образуют сложную сеть, **компактная структура в клетках (гранулы)**.

Гидролизуются в организме ферментами:

- **α -амилазой** (связи α (1 \rightarrow 4))
- **глюкозидазой** (связи α (1 \rightarrow 6))

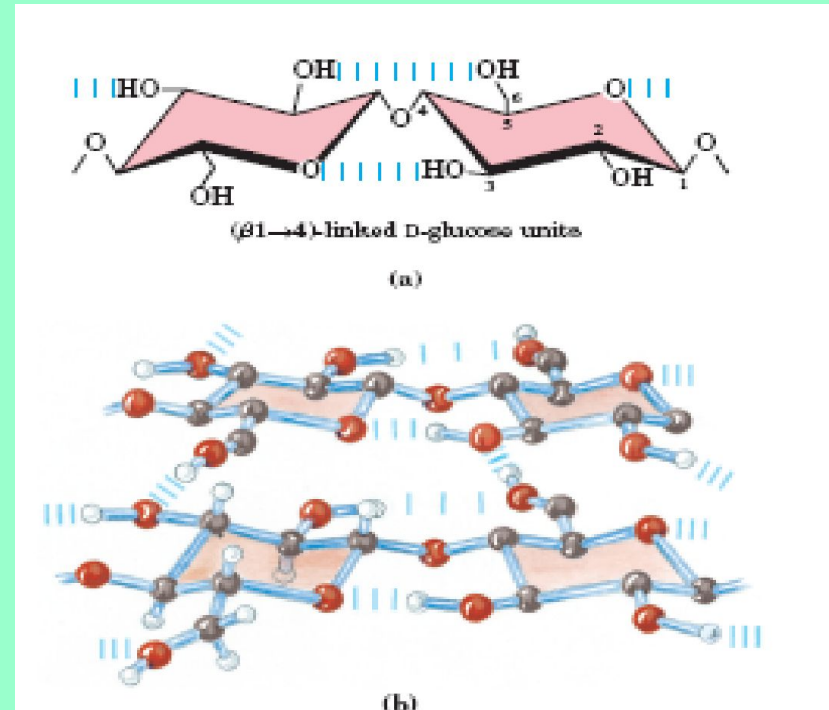
Целлюлоза

Целлюлоза состоит из полимерных цепочек молекул **D-глюкозы** (до 1000 звеньев), соединенных между собой **β (1 \rightarrow 4)** гликозидными связями. Эти вытянутые цепочки соединяются **водородными связями**, образуя **прочные, не растворимые в воде волокна**.

Связи **β (1 \rightarrow 4)** расщепляются ферментом **целлюлазой** (микроорганизмы, простейшие, грибы)



Древесный гриб

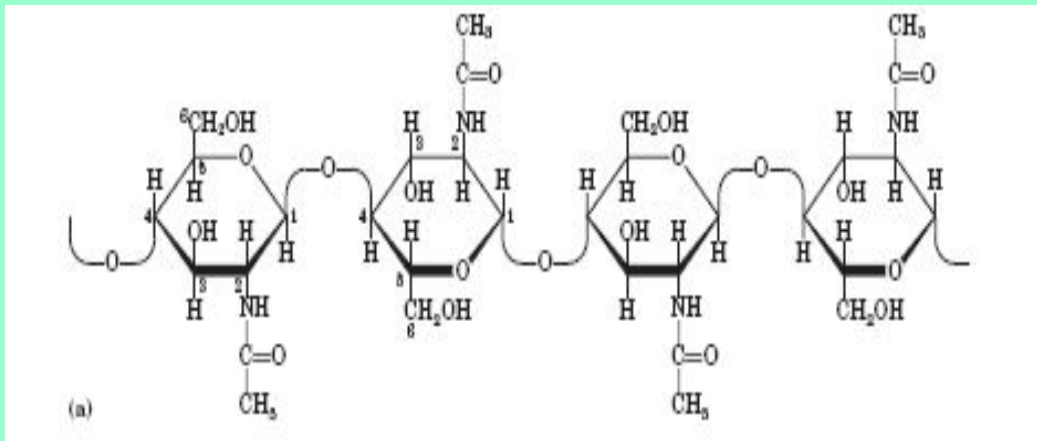


Структура целлюлозы

ХИТИН

Хитин – структурный полисахарид, основной компонент покровов тела насекомых.

Хитин построен из цепей, содержащих **N-ацетил-D-глюкозамин** (связи β (1→4)). Цепи формируют слоистую структуру, подобную целлюлозе, но межцепочечные связи более прочные. Полисахаридные цепи перемежаются слоями белка и образуется очень твердая оболочка.



Элемент цепочки хитина



Биологические функции углеводов

- **Источники энергии и атомов С для клеток (Фотосинтез $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_2\text{O})_n$)**
- **Структурные и опорные элементы клеток растений, животных и микроорганизмов (целлюлоза, хитин, пептидогликаны).**
- **Компоненты соединительной ткани (протеогликаны хрящей, сухожилий, кожи, синовиальной жидкости).**
- **Определяют биологическую специфичность поверхности животных клеток (мембранные гликопротеины)**