

УГЛЕВОДЫ

Углеводы – это органические соединения, являющиеся кето- или альдополиспиртами с общей формулой $C_n(H_2O)_m$.

Углеводы



Моносахариды



Моносахаридыⁿ – состоят из одной молекулы, содержащей от 3 до 7 атомов углерода.

Среди них выделяют альдозы и кетозы.

Моносахариды

Триозы



Тетрозы



Пентозы



Гексозы



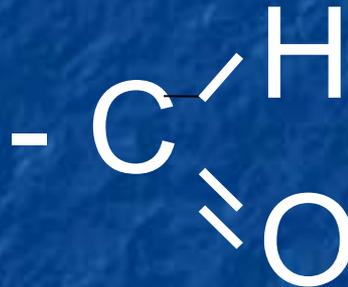
Гептозы



7

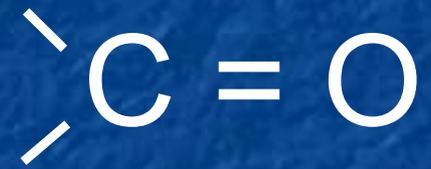


гидроксильная
группа

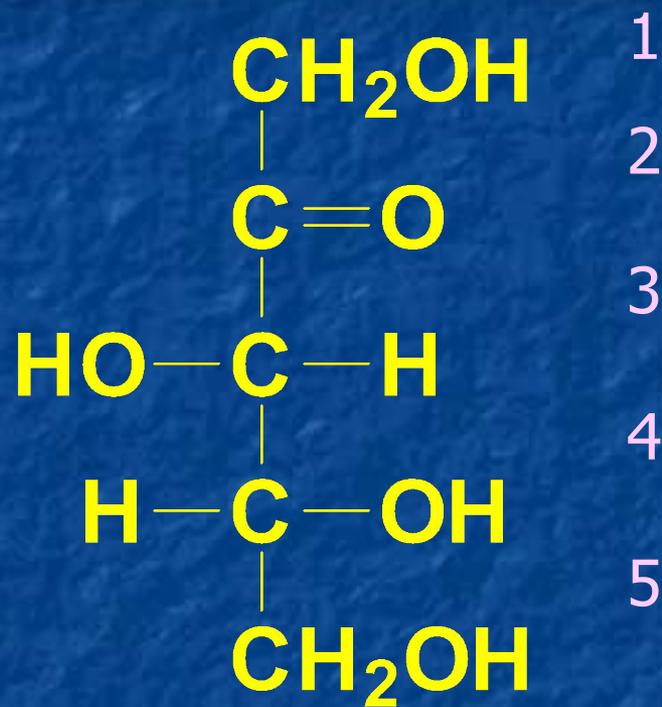
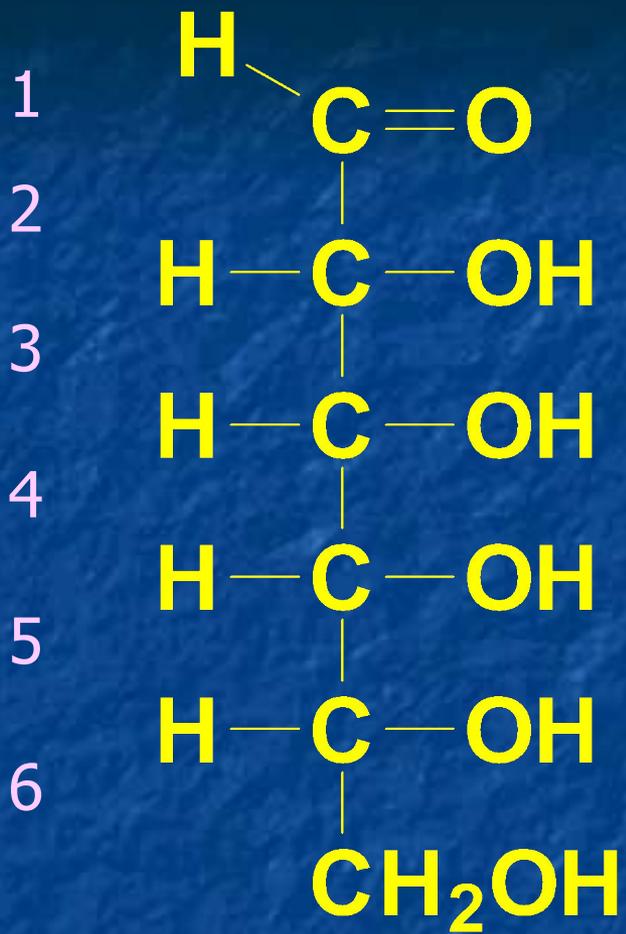


альдегид
ная

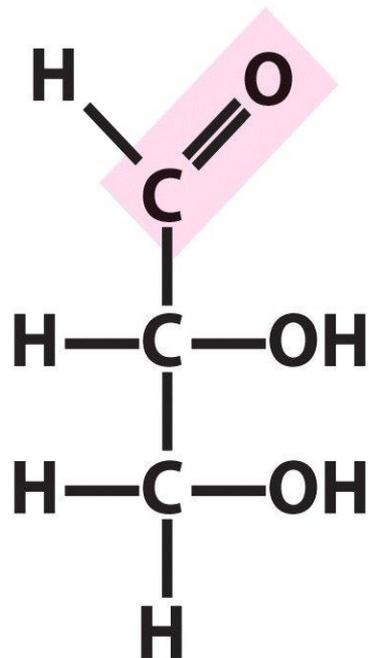
группа



кетогр
уппа

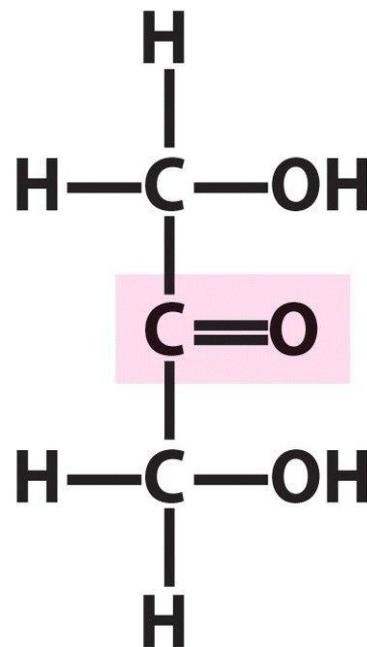


ТРИОЗЫ



глицеральдегид

альдотриоза

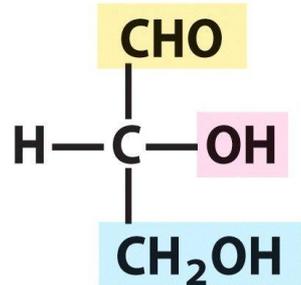
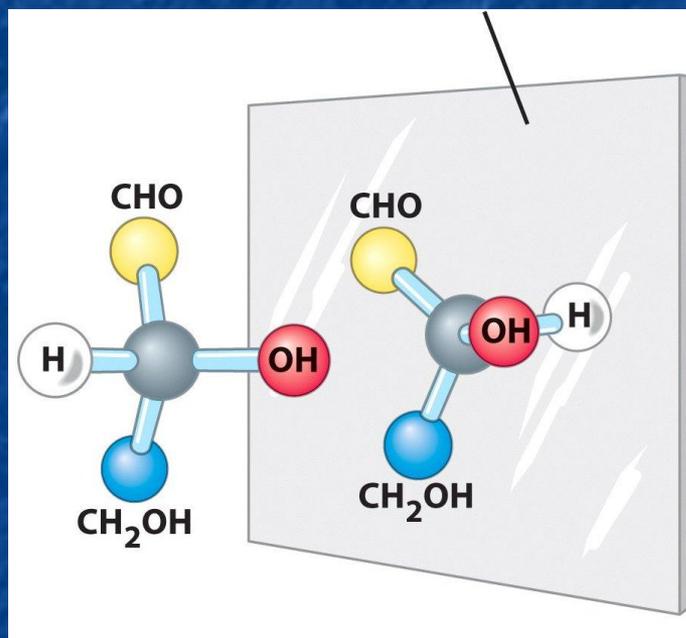


дигидроксиацетон

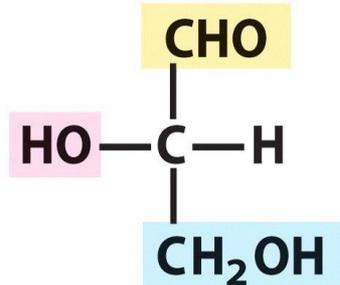
кетотриоза

Стереоизомеры глицеральдегида

зеркало



D-Glyceraldehyde



L-Glyceraldehyde

Стереоизомеры

Моносахариды имеют асимметричные (хиральные) атомы углерода.

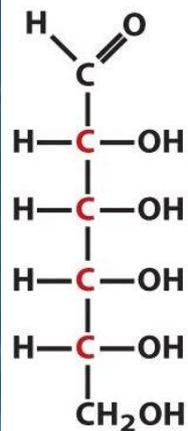
Молекула с n хиральными центрами имеет 2^n стереоизомеров.

Конфигурацию молекулы определяют по положению заместителей в наиболее удаленном от карбонильной группы атоме углерода.

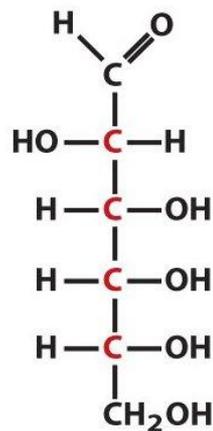
Большинство природных сахаров представлено D-формами.

Г Е К С О З Ы

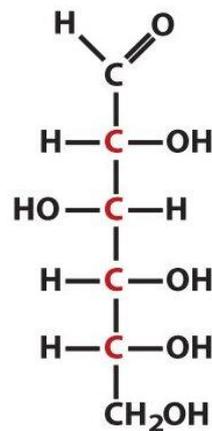
АЛЬДОГЕКСОЗЫ



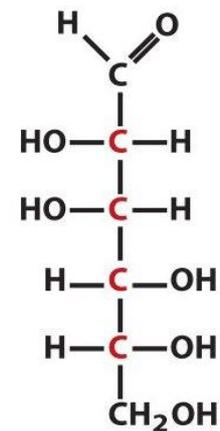
D-Allose



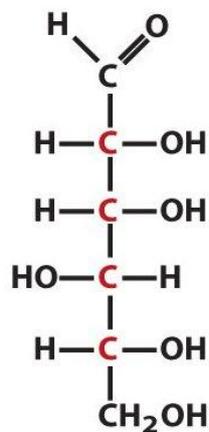
D-Altrose



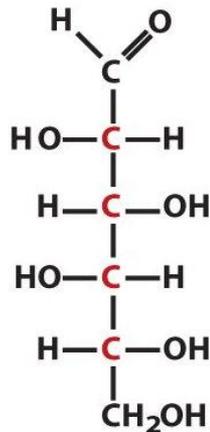
D-Glucose



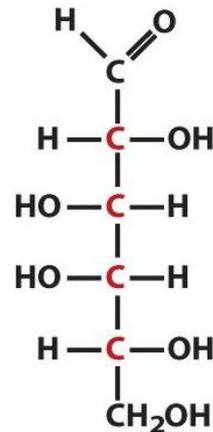
D-Mannose



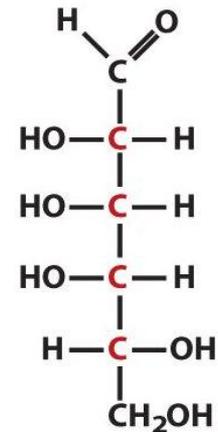
D-Gulose



D-Idose

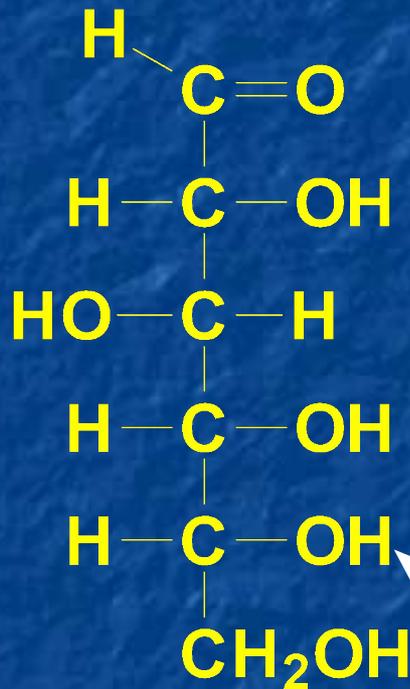


D-Galactose



D-Talose

Глюкоза



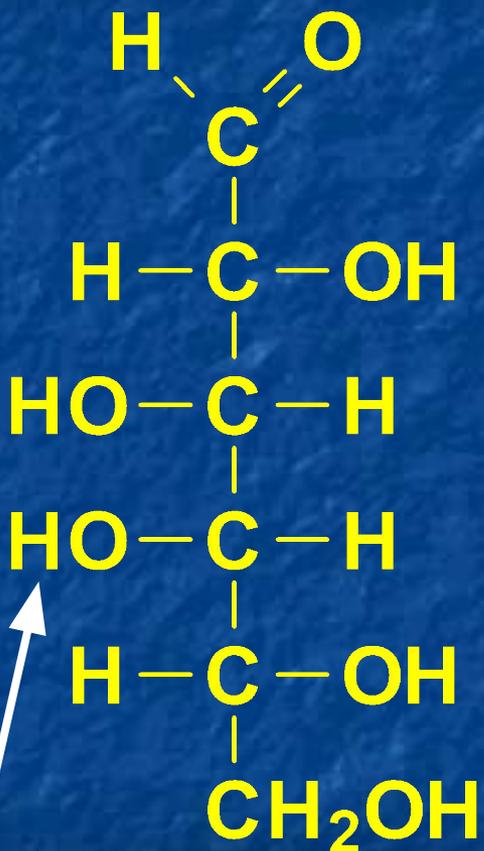
D-Glucose

Центральная молекула энергетического обмена.

Образуется в растениях – основной продукт фотосинтеза

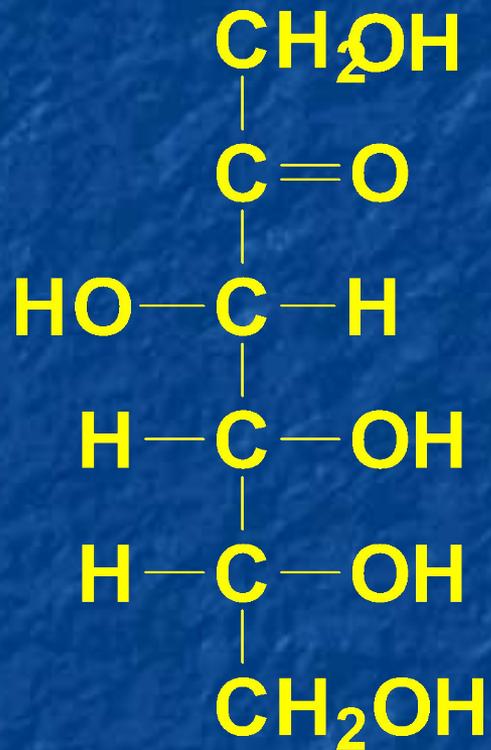
Эта OH группа определяет D-изомер

Галактоза



Эта OH группа отличает галактозу от глюкозы

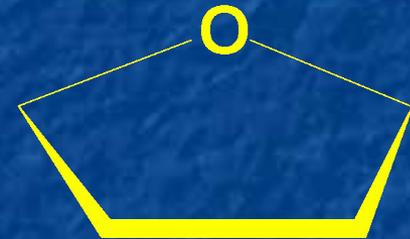
Фруктоза



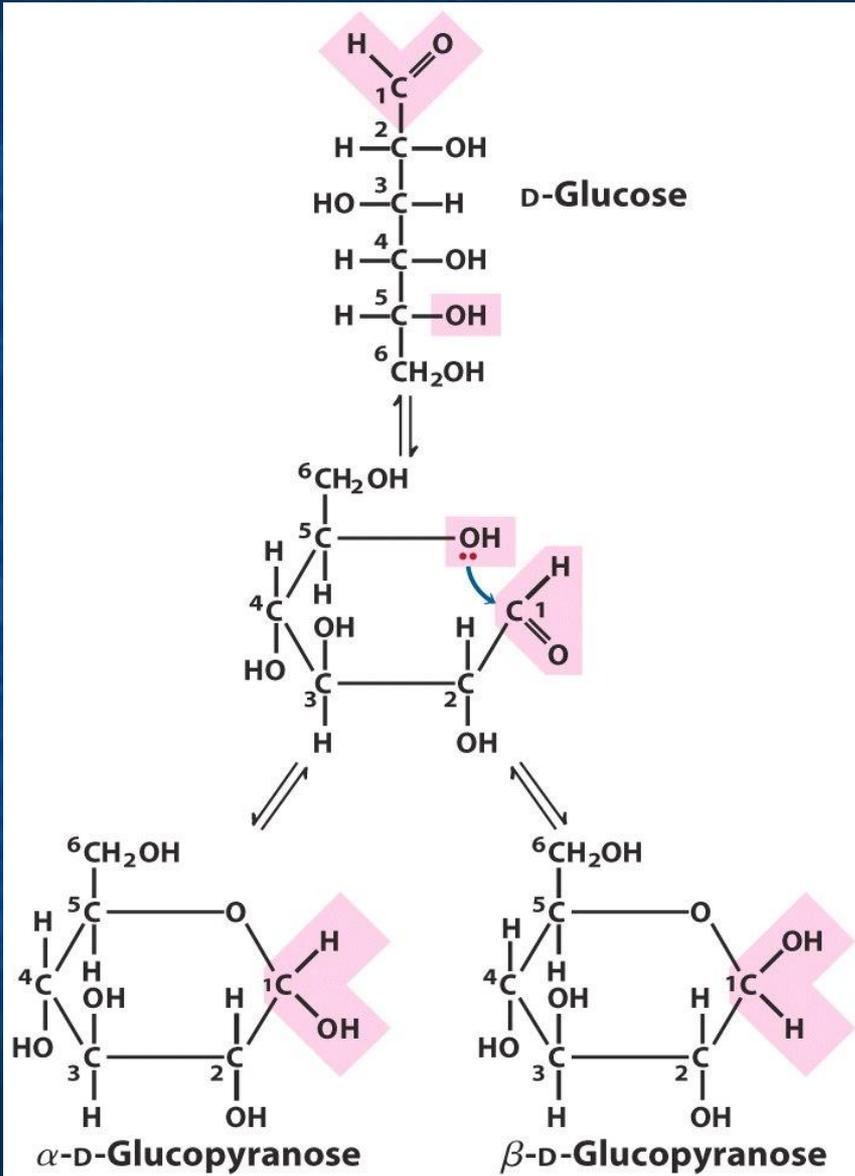
D-Fructose

Образование циклических сахаров

- Пентозы и гексозы образуют кольцевую форму.
- ОН группа у С-5 реагирует с альдо- или кето-группой.



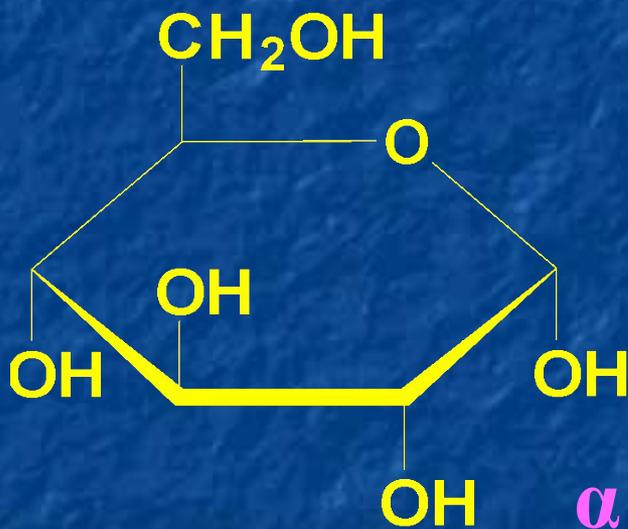
Циклические формы глюкозы



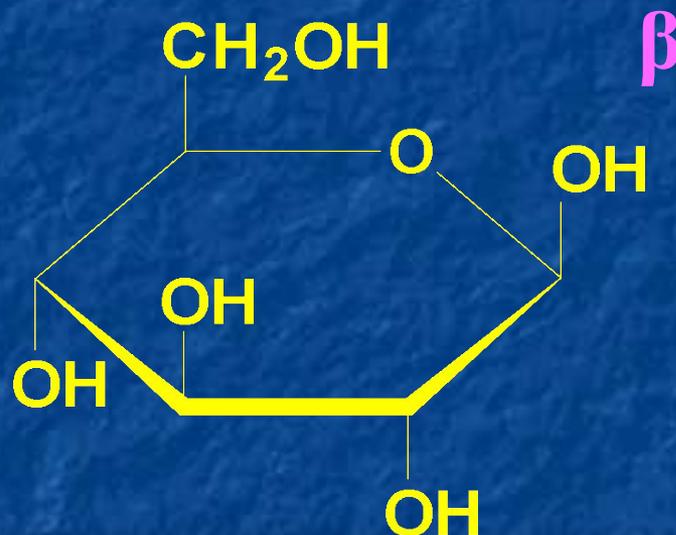
Образование циклической формы происходит за счет взаимодействия гидроксильной группы (в данном случае у C5 с альдегидной группой той же молекулы (C1), в результате чего образуется циклический полуацеталь. При этом появляется новый центр асимметрии (C1).

При замыкании глюкозы в кольцо
ОН группа у С 1 может повернуться
вниз или вверх.

аномеры

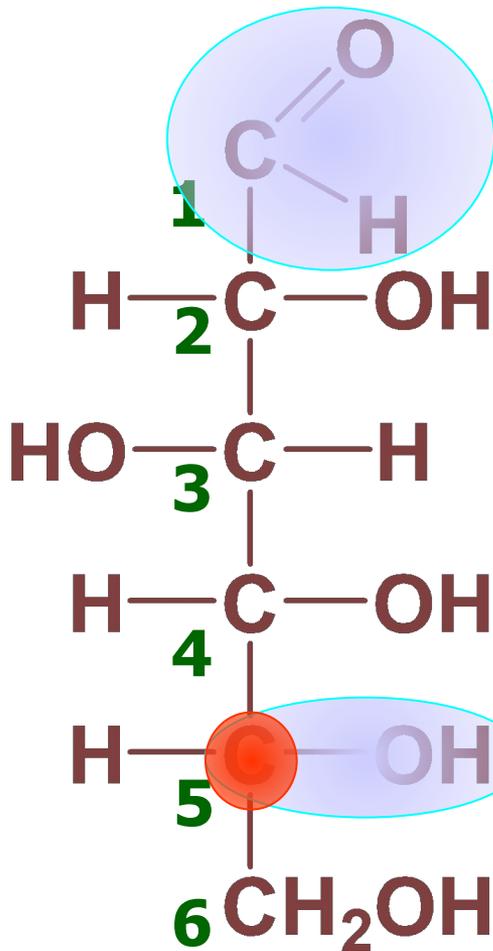


α -D-глюкоза



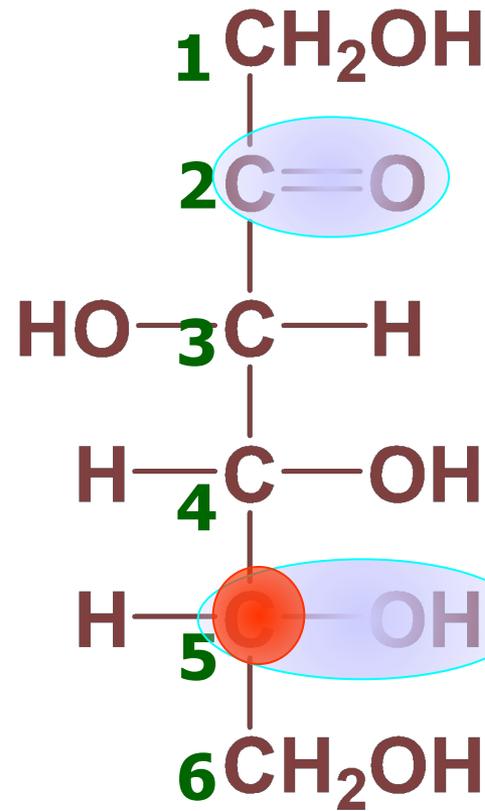
β -D-глюкоза

Циклические гексозы



Глюкоза

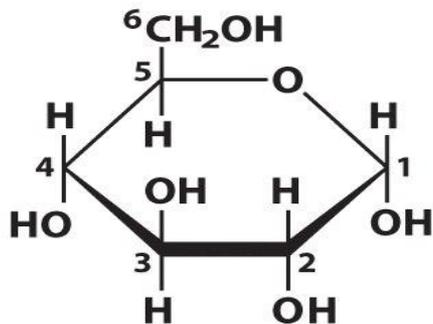
Альдоза



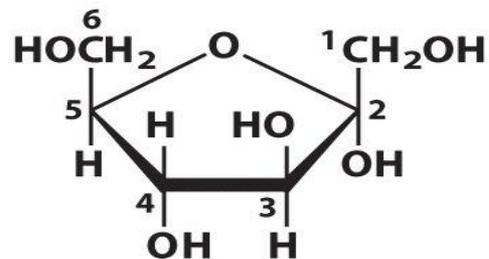
Фруктоза

Кетоз
а

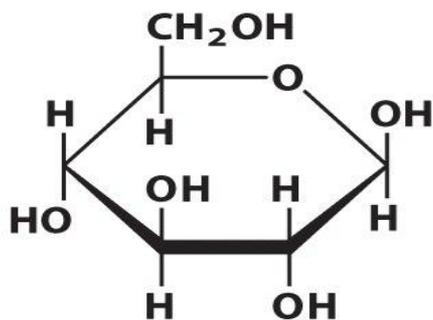
Пиранозы и фуранозы



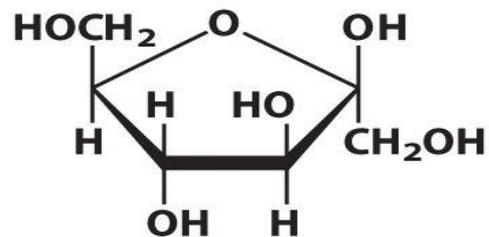
α -D-глюкопираноза



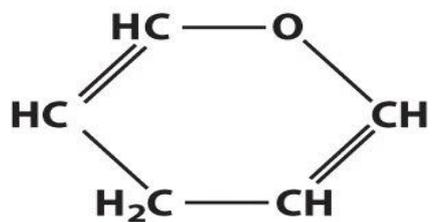
α -D-фруктофураноза



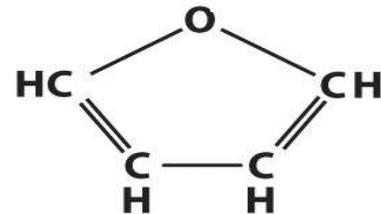
β -D-глюкопираноза



β -D-фруктофураноза

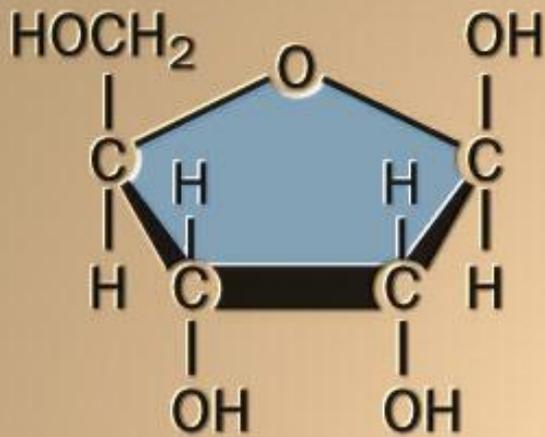


пиран

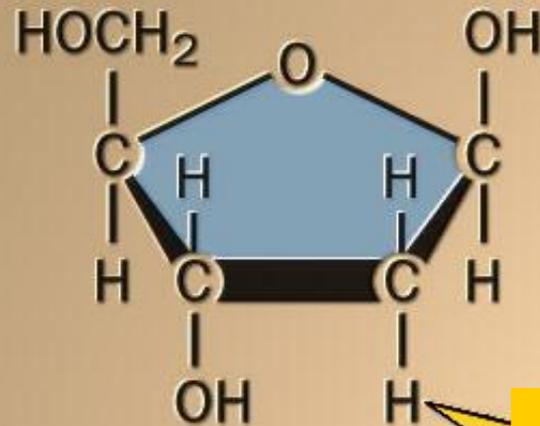


фуран

Пентозы



Рибоза



Дезоксирибоза

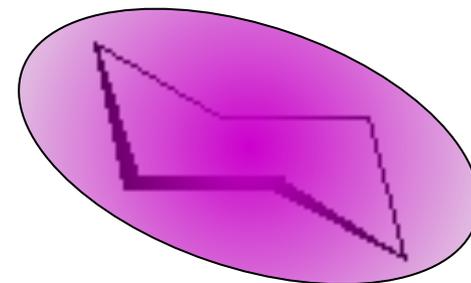
Пространственная конфигурация циклических молекул



**Форма
ванны**

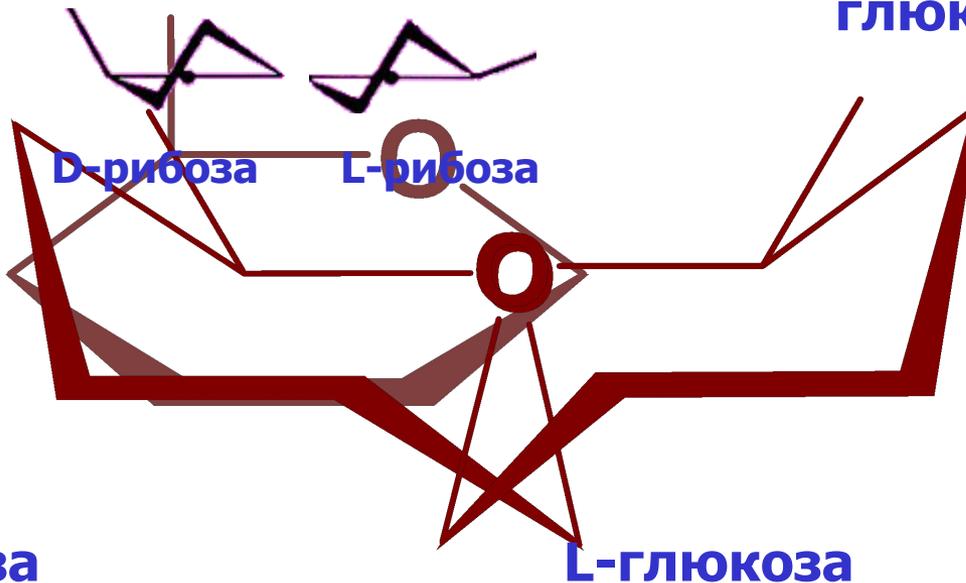


ТВИСТ



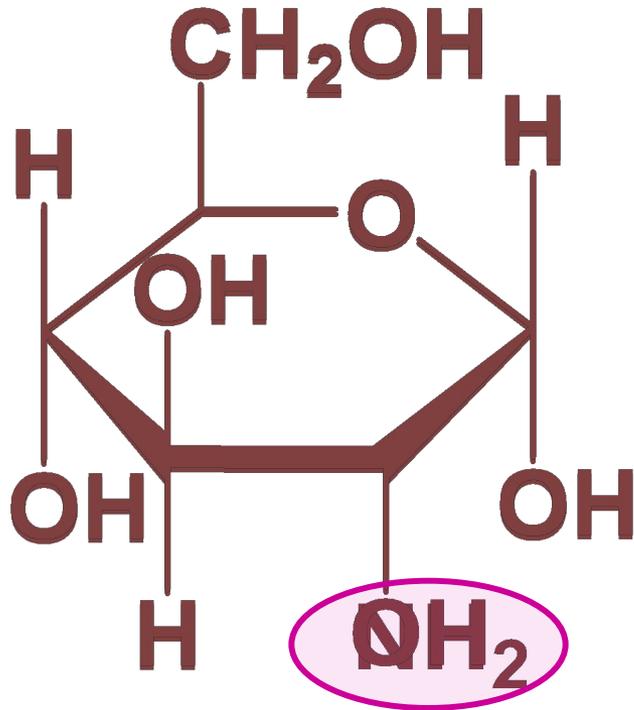
**Форма
кресла
глюкоза**

Зеркальные изомеры

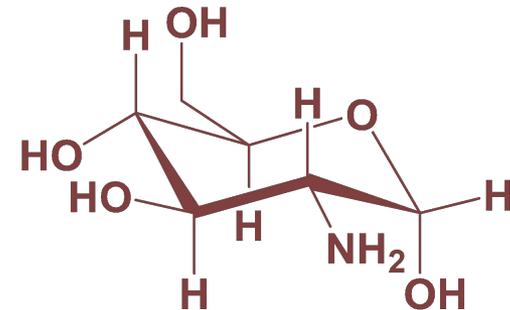


Аминосакхара

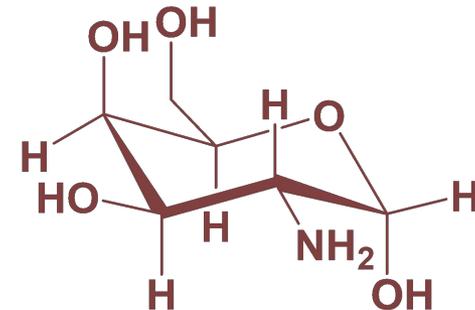
Глюкозамин



Входят в состав многих природных полисахаридов и некоторых антибиотиков



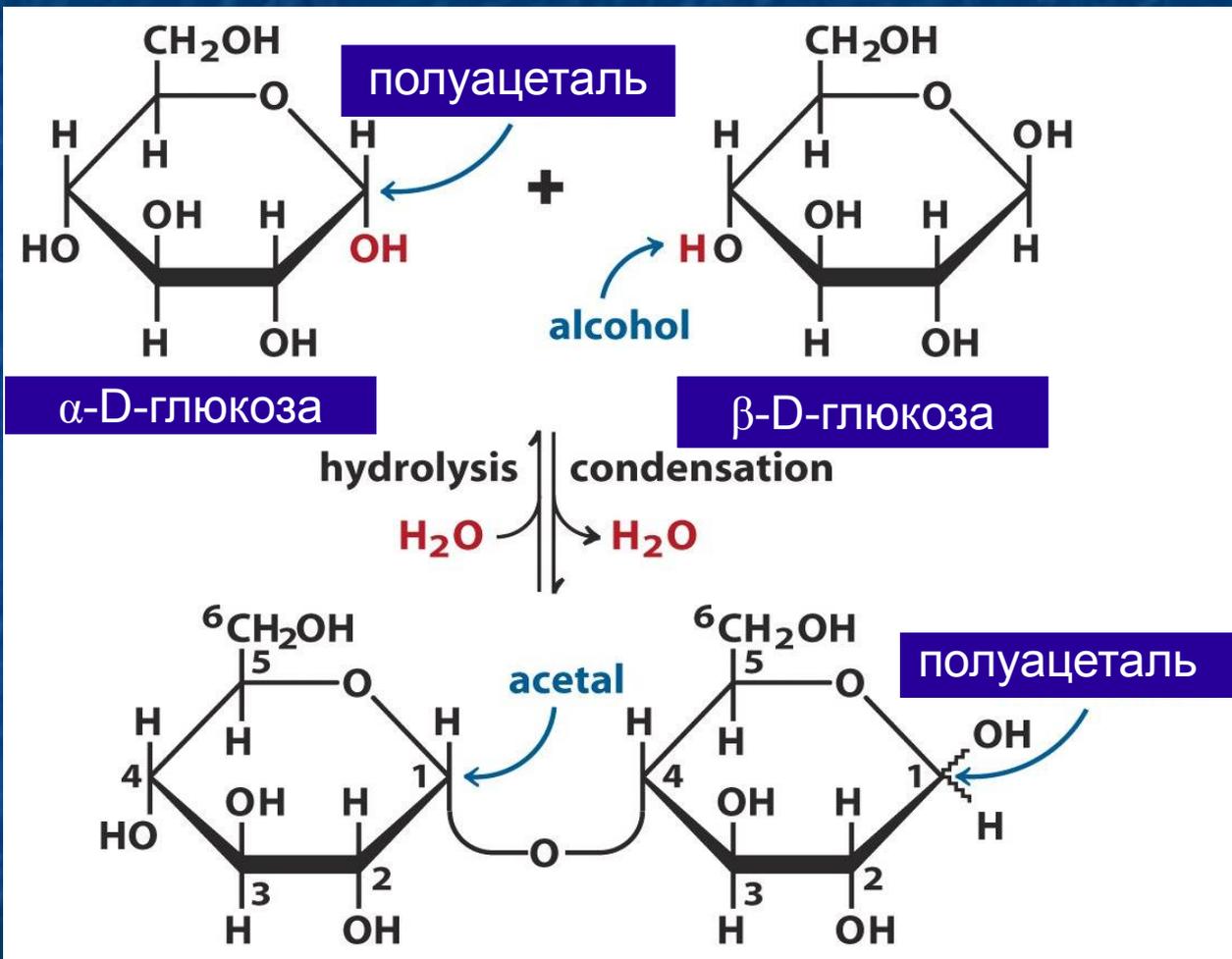
D-глюкозамин



D-галактозамин

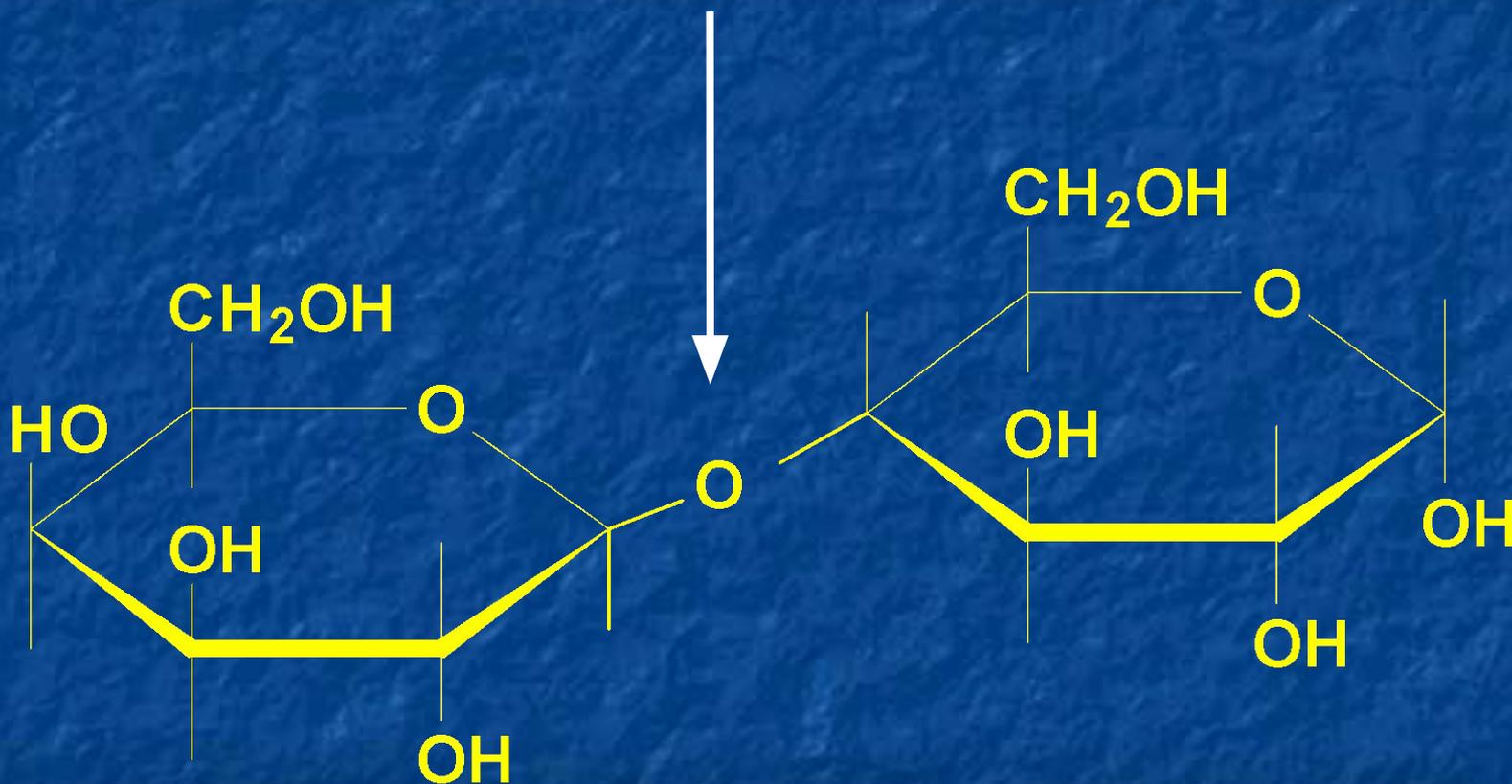
ОЛИГОСАХАРИДЫ

Дисахариды (О-гликозидная связь)

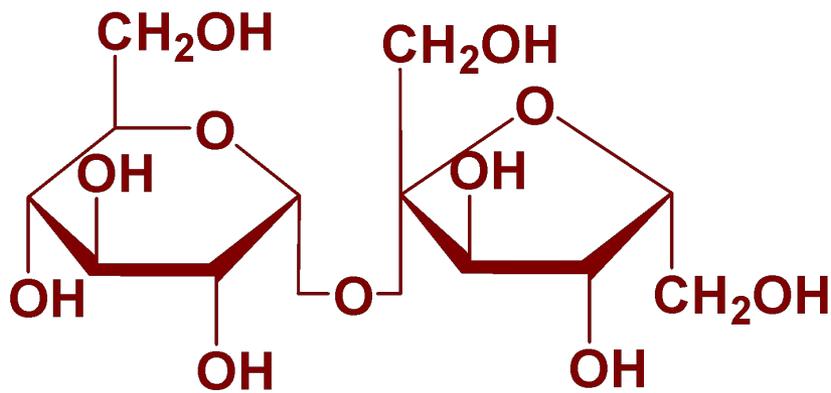


α -D-глюкопиранозил-(1 \rightarrow 4)-D-глюкопираноза
(мальтоза)

Гликозидная связь образуется между 1 и 4 атомами С



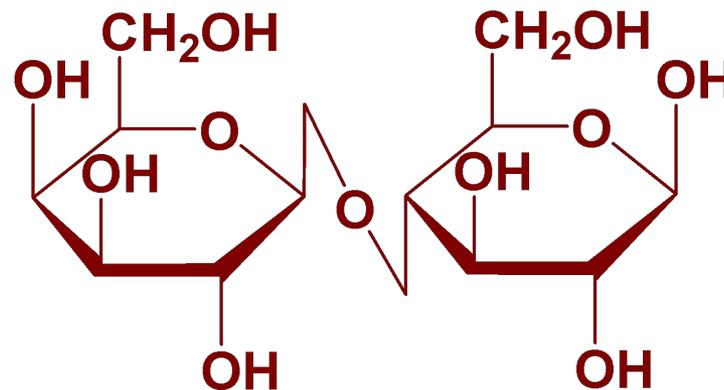
Олигосахариды



глюкоза

фруктоза

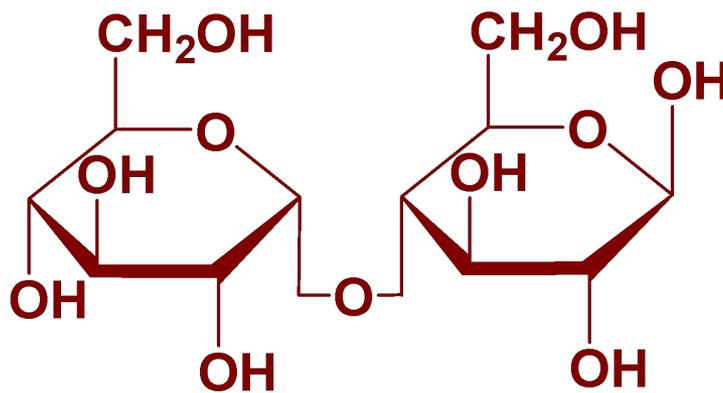
сахароза



галактоза

глюкоза

лактоза



глюкоза

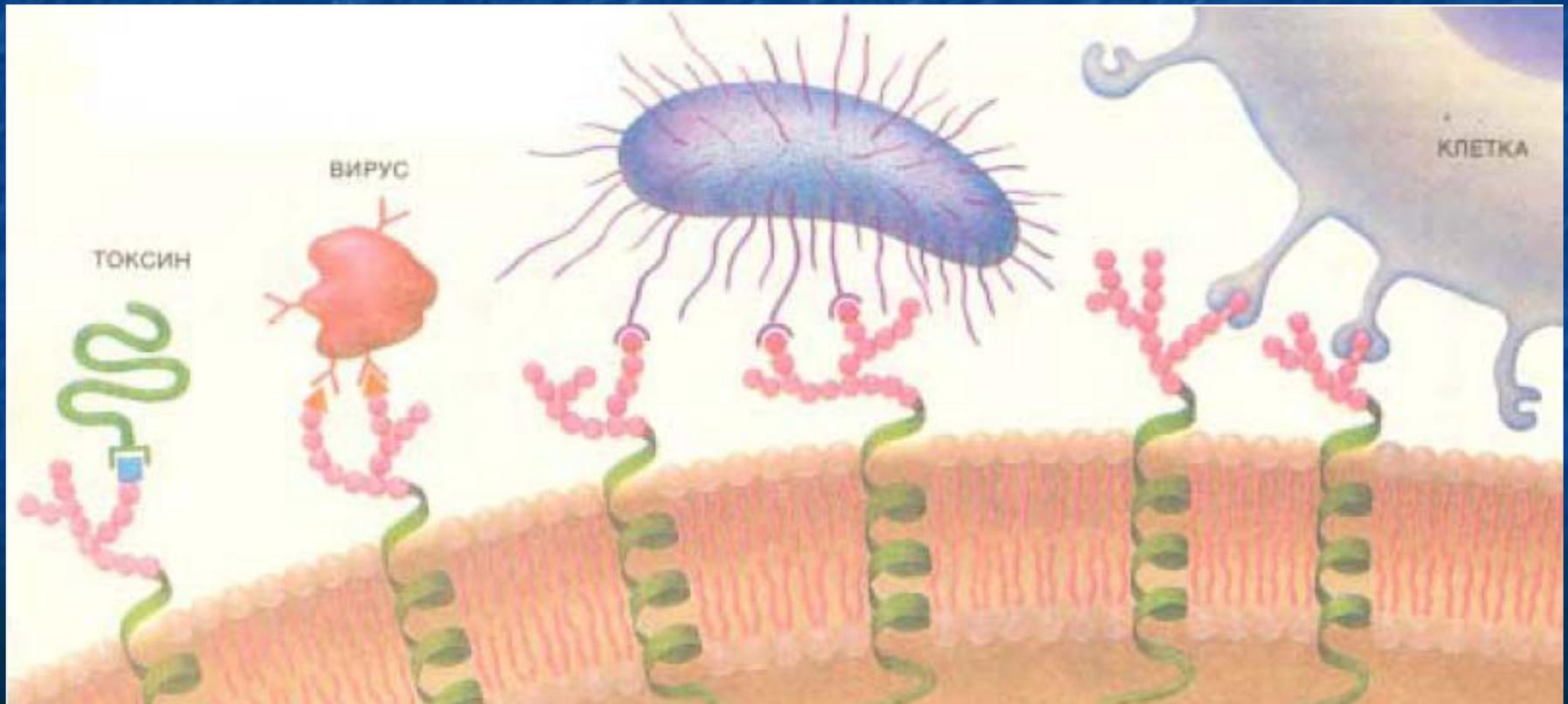
глюкоза

мальтоза

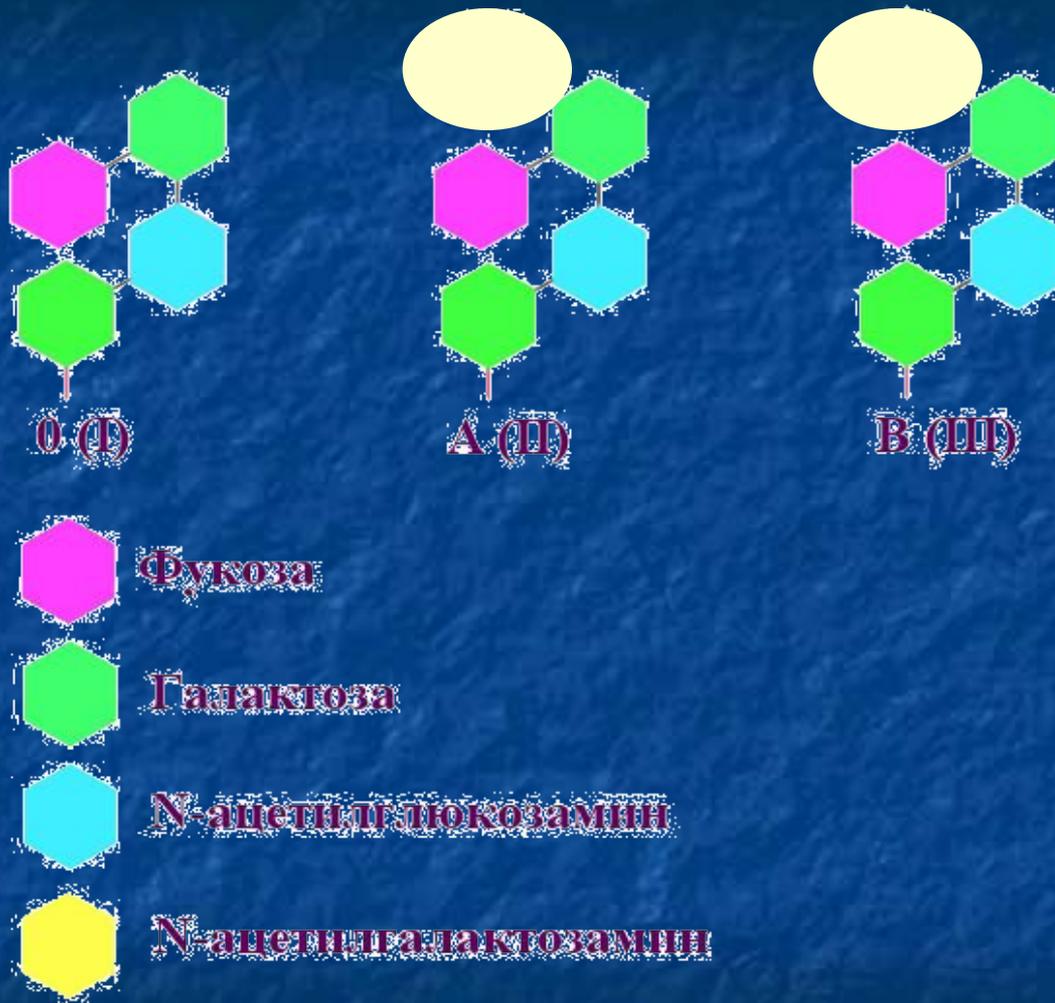
Относительная сладость некоторых сахаров

Сахароза	100
Глюкоза	70
Фруктоза	170
Мальтоза	30
Лактоза	16
Сахарин	40 000

- **Олигосахариды в составе клеточных мембран являются нерегулярными полимерами и служат для узнавания.**



Олигосахариды



Антигенные детерминанты групп крови

ПОЛИСАХАРИДЫ

```
graph TD; A[ПОЛИСАХАРИДЫ] --> B[гомополисахариды]; A --> C[гетерополисахариды]; B --> B1[крахмал]; B --> B2[гликоген]; B --> B3[целлюлоза]; B --> B4[ХИТИН]; C --> C1[гиалуроновая кислота]; C --> C2[хондроитинсульфат]; C --> C3[гепарин];
```

гомополисахариды

крахмал

гликоген

целлюлоза

ХИТИН

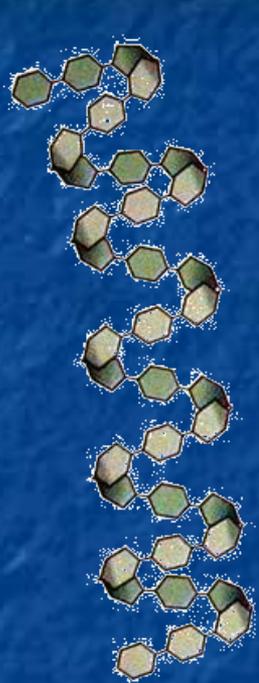
гетерополисахариды

гиалуроновая кислота

хондроитинсульфат

гепарин

Запасные полисахариды



Амилоза



Амилопектин

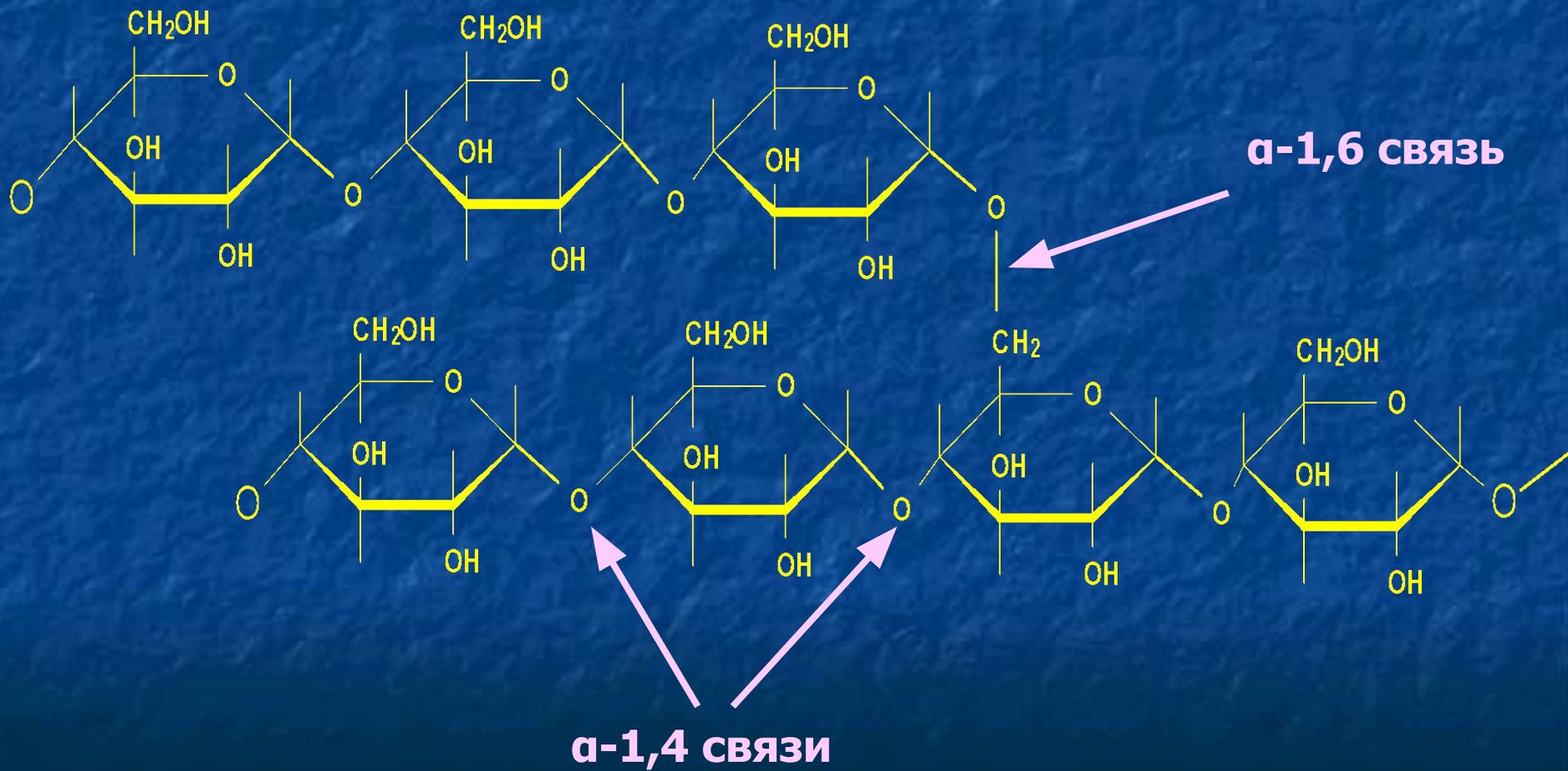


Гликоген

Крахмал

- разветвленные полимеры α -глюкозы

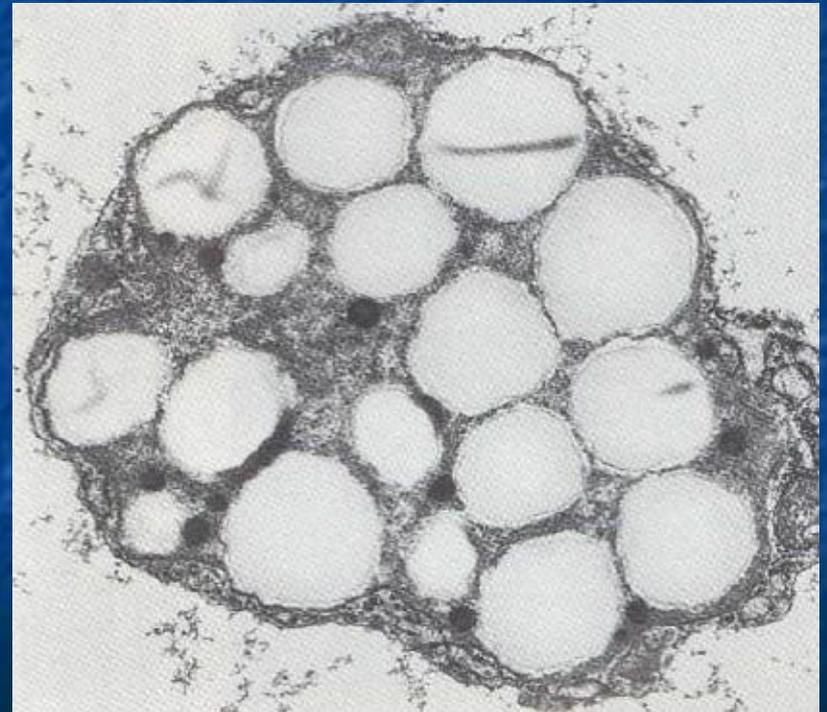
Образование разветвленных полисахаридов



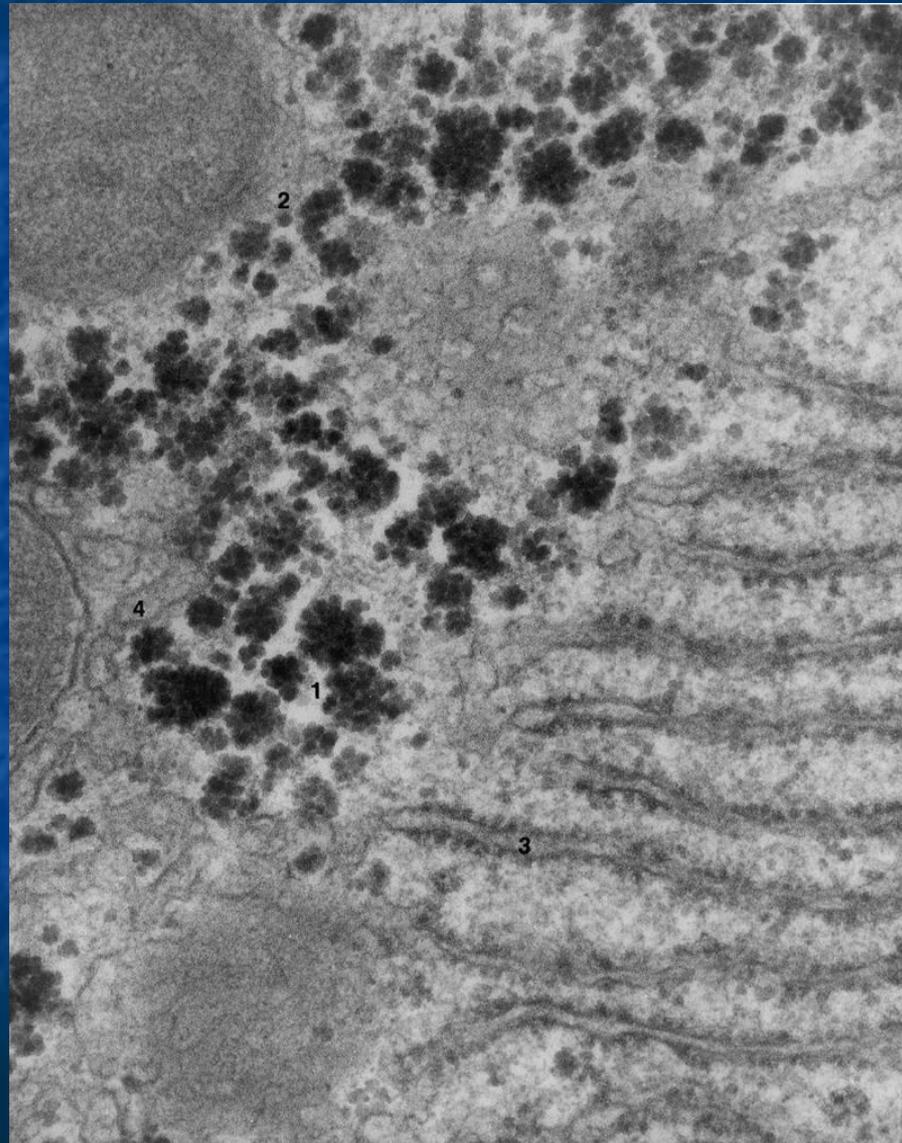
- Крахмал – запасной полисахарид растений
- Гликоген – животных и грибов

В отличие от глюкозы они **нерастворимы** в воде - поэтому удобны для хранения в клетке «лишней» глюкозы

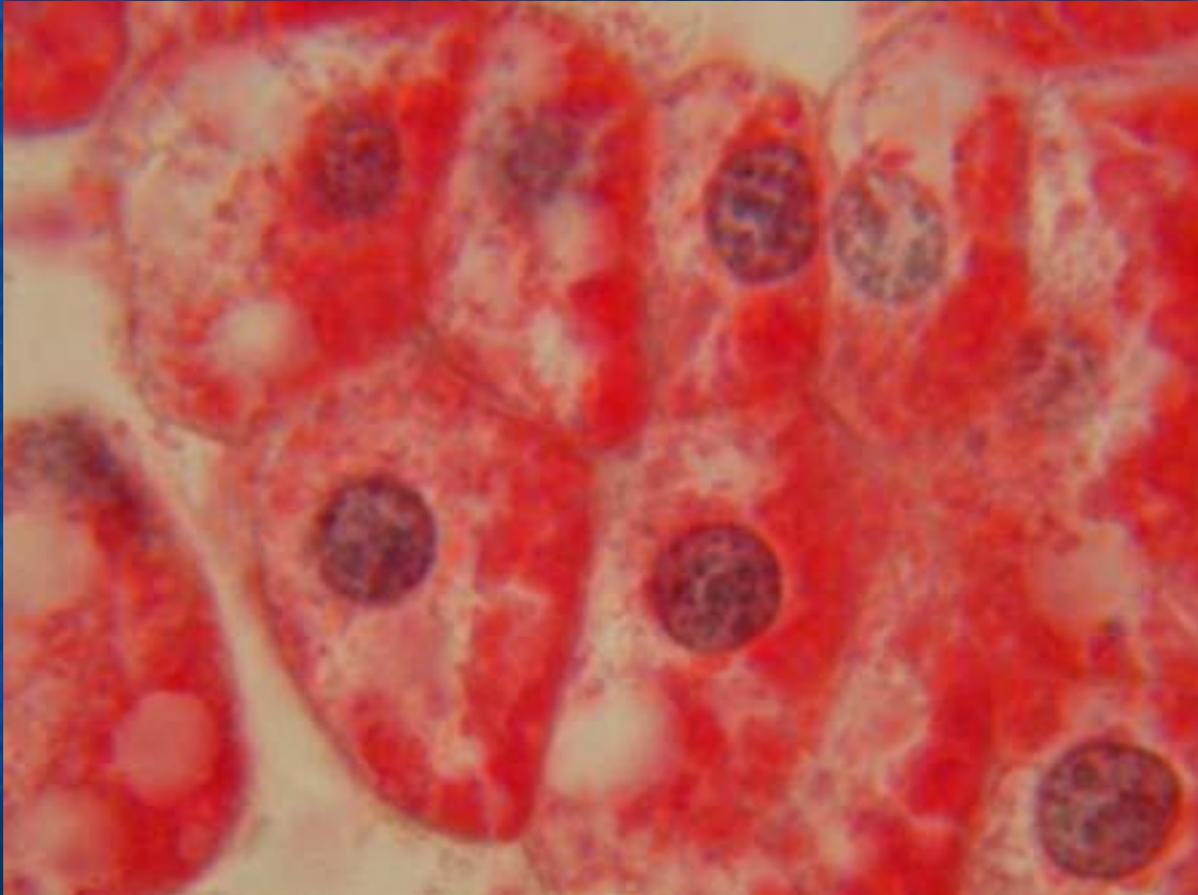
Зерна крахмала в лейкопласте

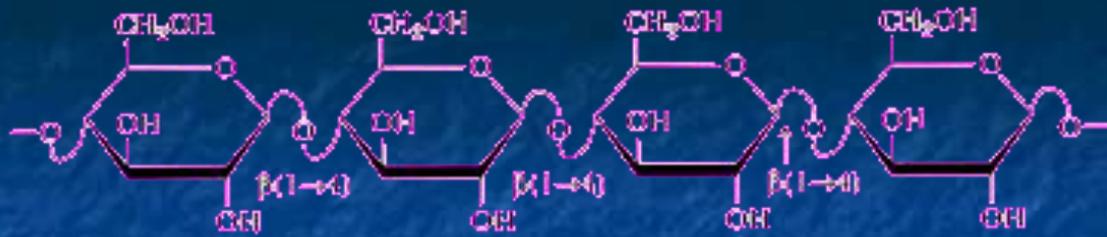


Гранулы гликогена, x 122 000



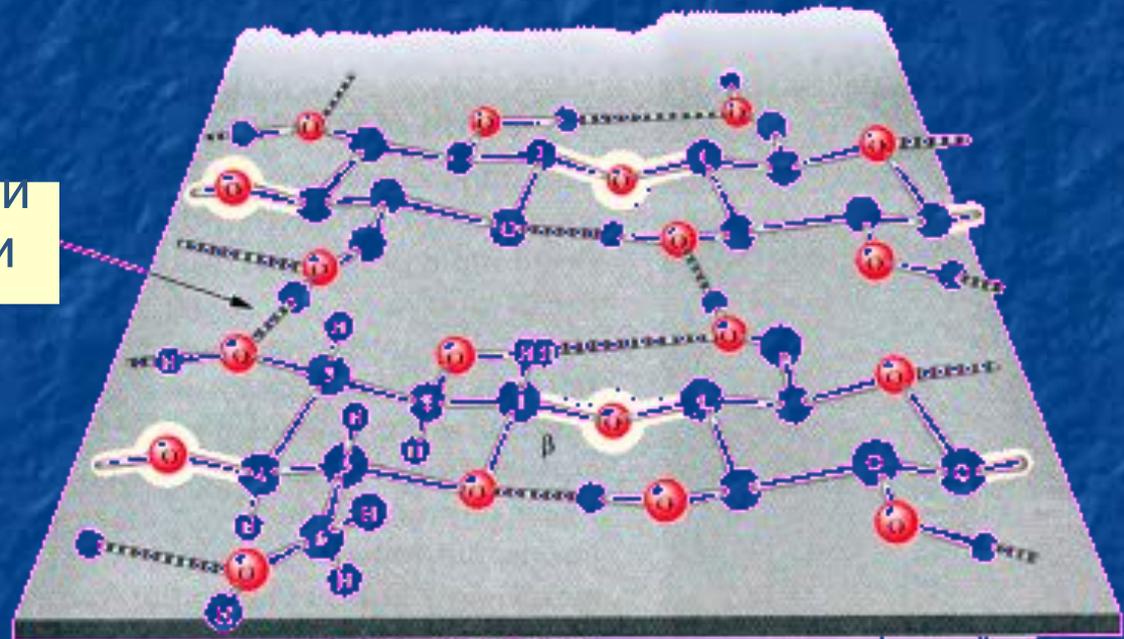
Включения гликогена в гепатоцитах (окраска кармином)



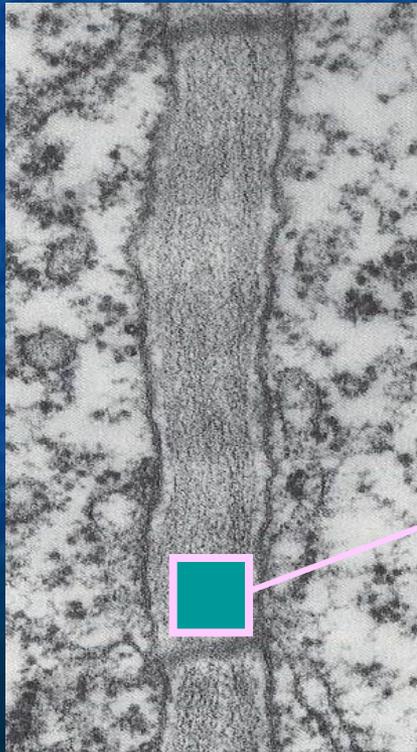
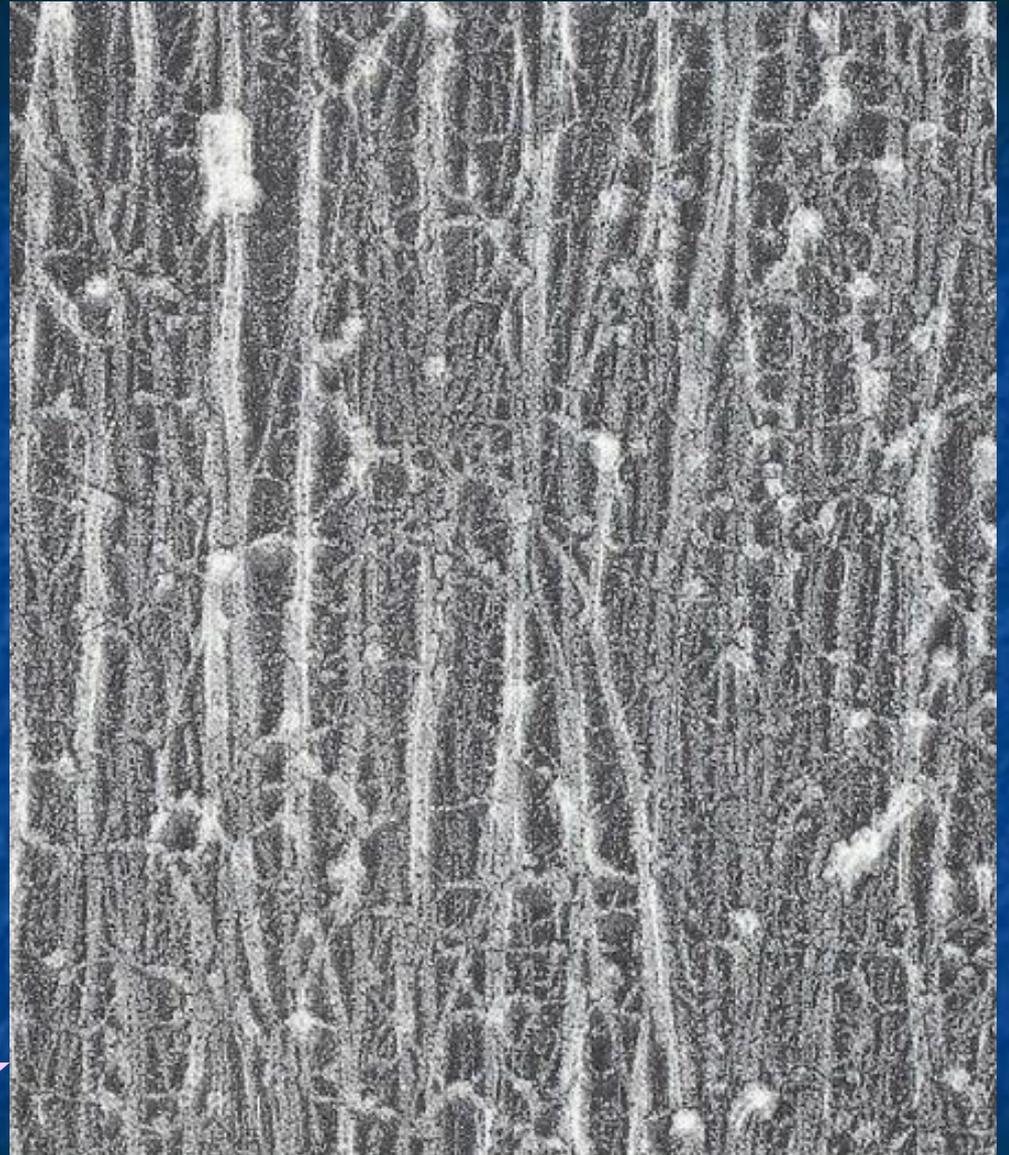
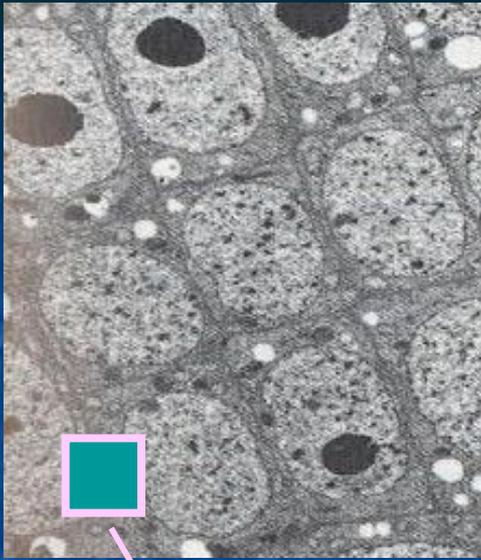


~ 10 000 мономеров
глюкозы

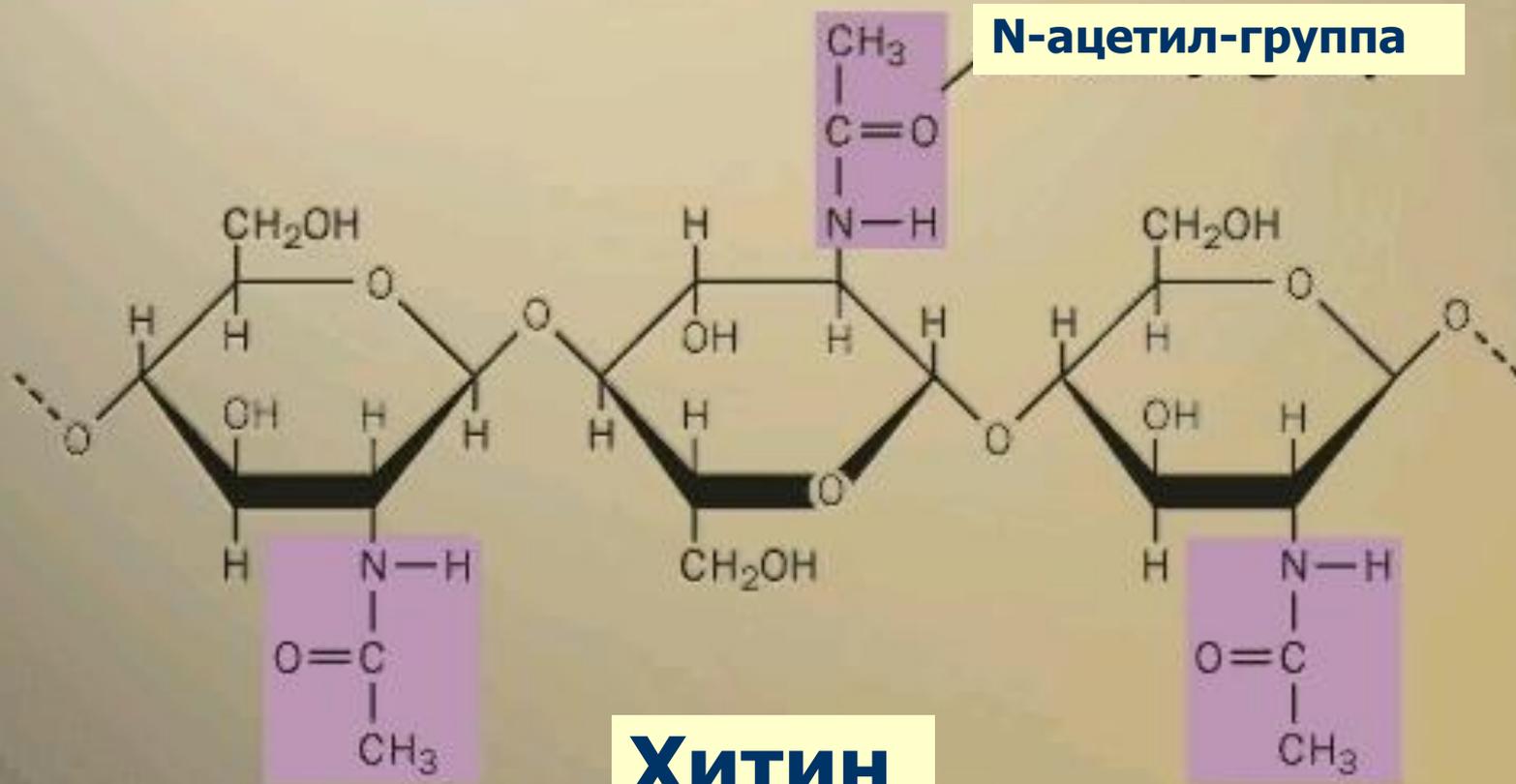
Водородные связи
между цепочками



Целлюлоза - полимер β -глюкозы



**Клеточная
стенка
растений**



N-ацетил-группа

ХИТИН

ХИТИН



**Экзоскелет насекомых,
панцирь ракообразных,
клеточные стенки грибов**

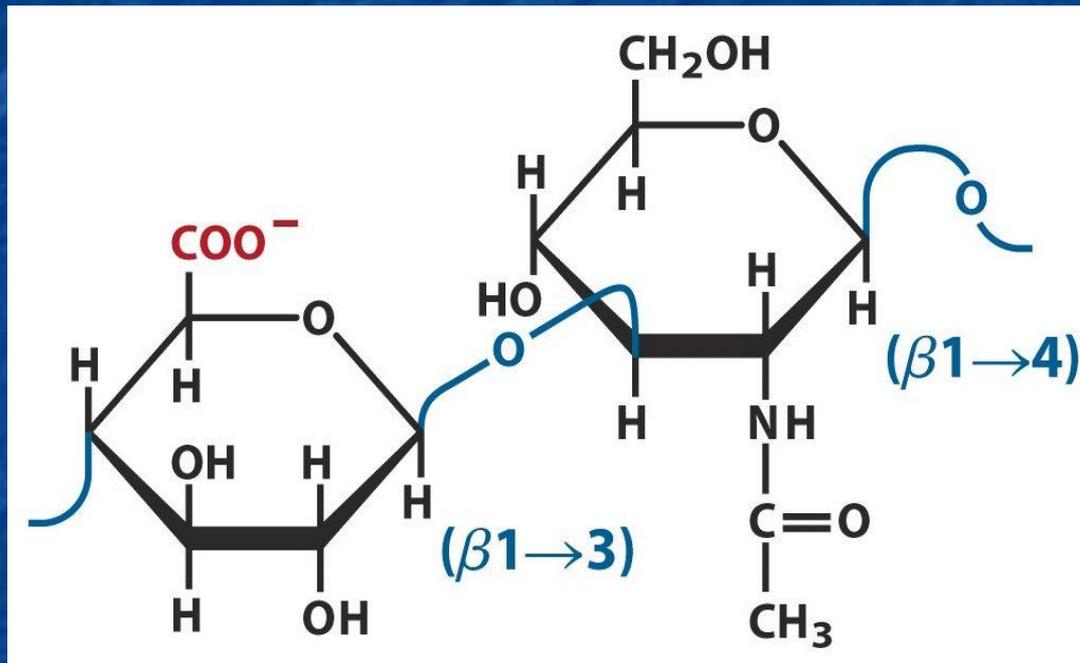
Регулярные
гетерополисахариды -

глюкозаминогликаны
(кислые мукополисахариды)

из «муцина»

Гиалуроновая кислота

повторяющийся дисахарид
(50 000 звеньев на цепь)



D-глюкуронат

N-ацетил-D-глюкозамин

Составная часть межклеточного вещества тканей животных
(в коже, стекловидном теле глаза, сухожилиях и др.)

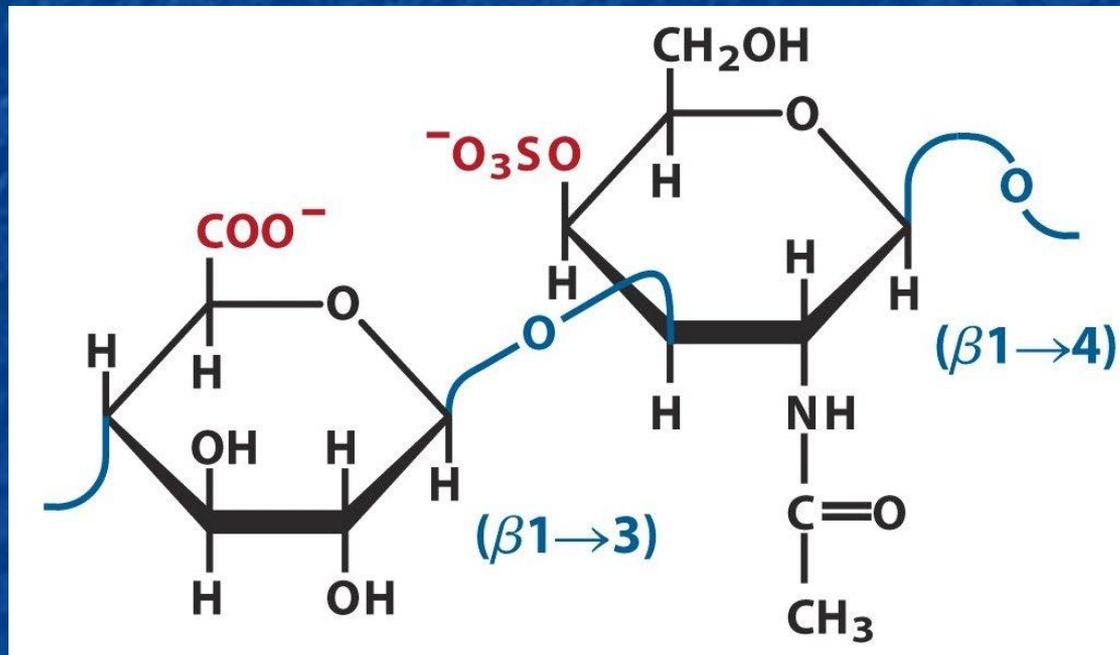


СЛИЗИ

**«МУЦИН» -
мукополисахариды**

Хондроитин-4-сульфат

повторяющийся дисахарид
(20-60 звеньев на цепь)



D-глюкуронат
галактозаминсульфат

N-ацетил-

Составная часть хряща, костной ткани, сухожилий, сердечных клапанов и др. подобных тканей животных.

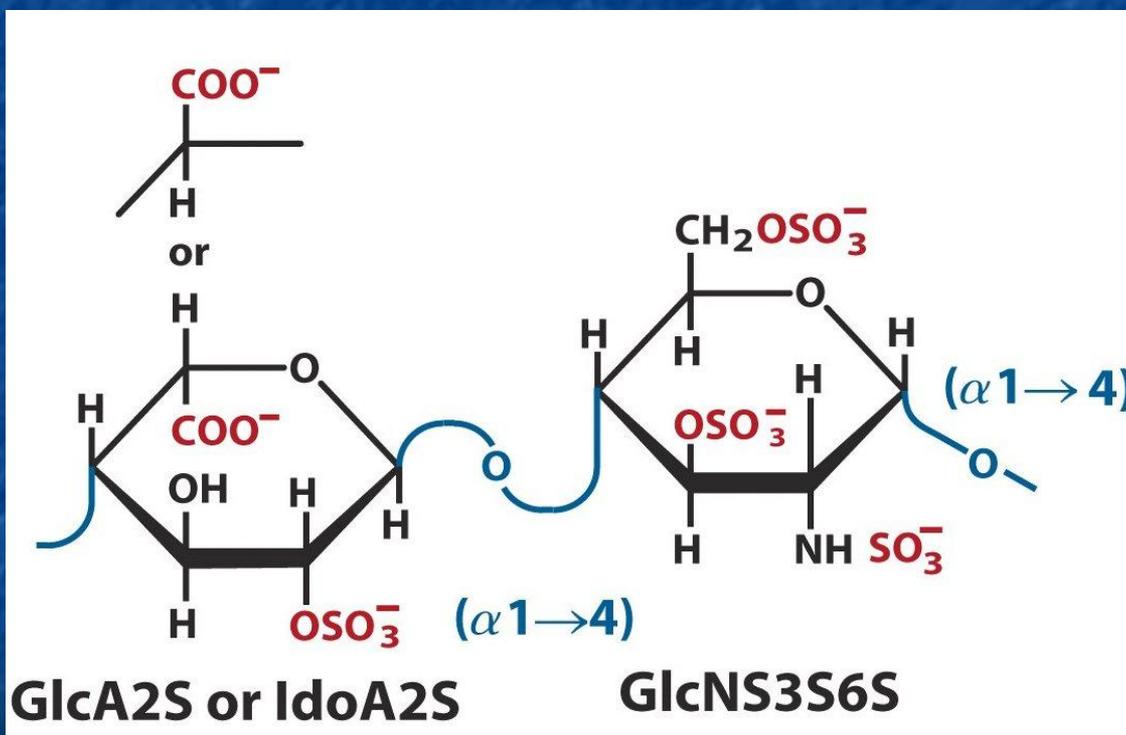
Регулярные гетерополисахариды -



Хрящ

Гепарин

повторяющийся дисахарид
(15-90 звеньев на цепь)



Ингибитор свертывания крови
(образуется в клетках стенок
артерий)

Функции углеводов

1. **Энергетическая** (моносахариды)
2. **Запас энергии** (крахмал, гликоген)
3. **Осмотическая** (моносахариды)
4. **Структурная** (целлюлоза, хитин, глюкозаминогликаны)
5. **Рецепторная** (олигосахариды мембран)
6. **Защитная** (слизи, гепарин)