



Углеводы

**Доцент кафедры общей химии ФГБОУ
ВО «ПИМУ» Минздрава России, к.х.н.**

**Жданович Ирина
Владимировна**





Углеводы – гетерофункциональные соединения, широко распространены в животном и растительном мире; они выполняют исключительную роль во многих жизненных процессах.

Углеводы составляют 80% от сухой массы растений и 2% от сухой массы живых организмов.

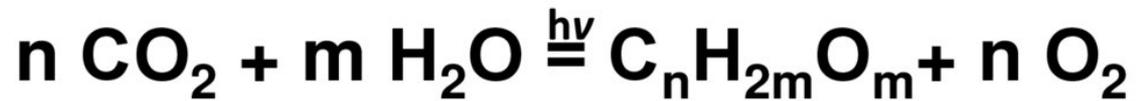
Общая формула углеводов $C_n(H_2O)_m$. Где $n, m = 3$ и более. Однако не все углеводы соответствуют этой формуле.





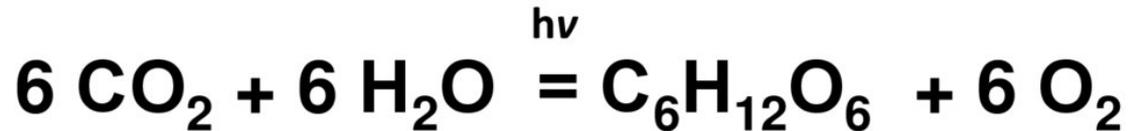
В растениях углеводы образуются в процессе фотосинтеза

Образование углеводов
(реакция фотосинтеза)



Это уравнение реакции в общем виде

$h\nu$ - солнечная энергия



Самый распространенный углевод в природе - глюкоза
А это уравнение реакции образования глюкозы



Классификация углеводов

- **Моносахариды** (простые сахара, например, глюкоза)
- **Олигосахариды** (углеводы, содержащие 2-10 остатков моносахаридов, например сахароза).
- **Полисахариды** (углеводы, содержащие более 10 остатков моносахаридов, но обычно – тысячи и миллионы).



МОНОСАХАРИДЫ (МОНОЗЫ)

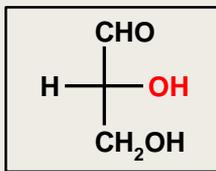
Моносахариды содержат несколько гидроксильных групп и карбонильную группу.

Классификация:

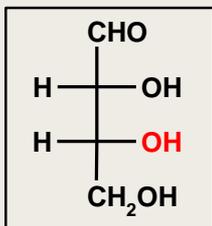
а. по природе карбонильной группы различают **кетозы и альдозы**;

б. по числу атомов углерода в молекуле моносахариды подразделяются на **триозы (C_3)**, **тетрозы (C_4)**, **пентозы (C_5)**, **гексозы (C_6)** и т.д.

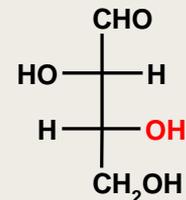




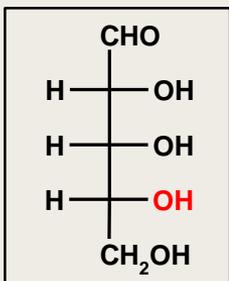
D-глицериновый альдегид



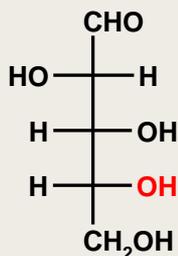
D-эритроза



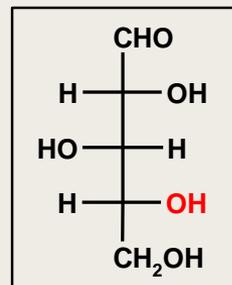
D-треоза



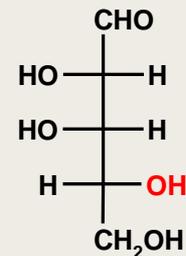
D-рибоза



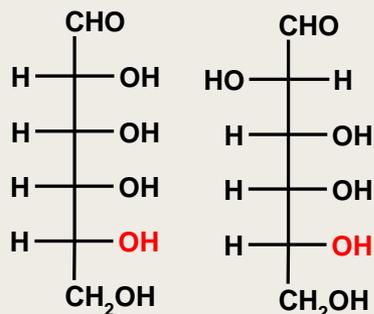
D-арабиноза



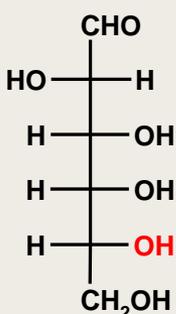
D-ксилоза



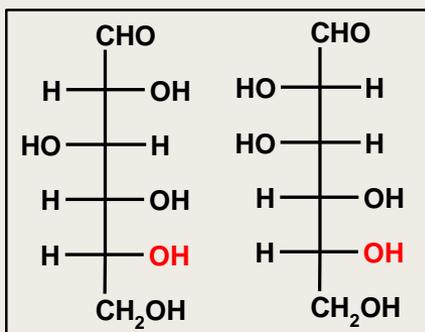
D-Ликсоза



D-аллоза

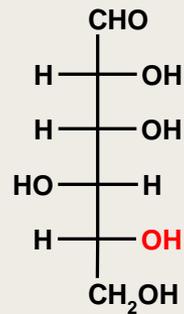


D-альтроза

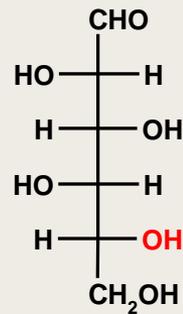


D-глюкоза

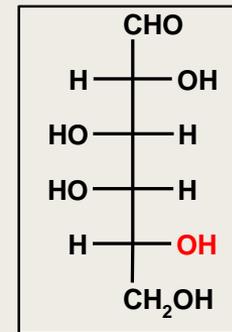
D-манноза



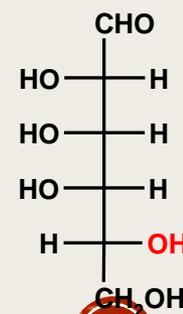
D-гулоза



D-идоза



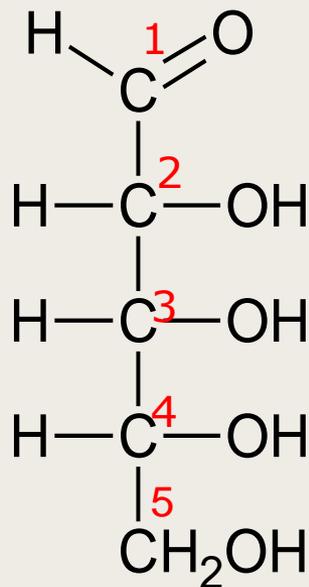
D-галактоза



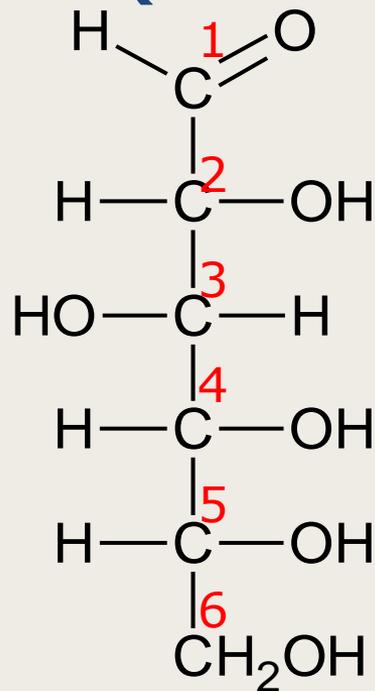
D-талоза



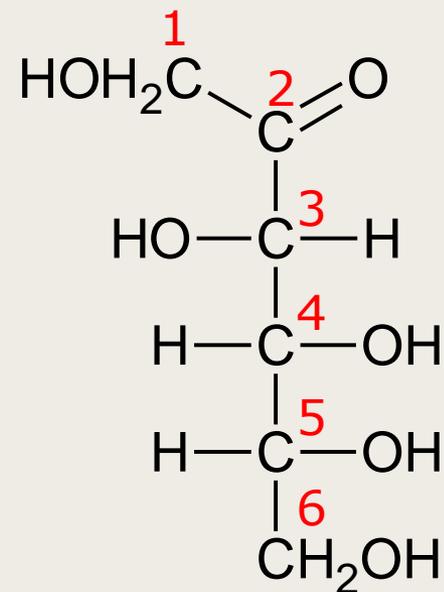
Структурные изомеры (метамеры)



**Альдопентоза
Рибоза**



**Альдогексоза
Глюкоза**

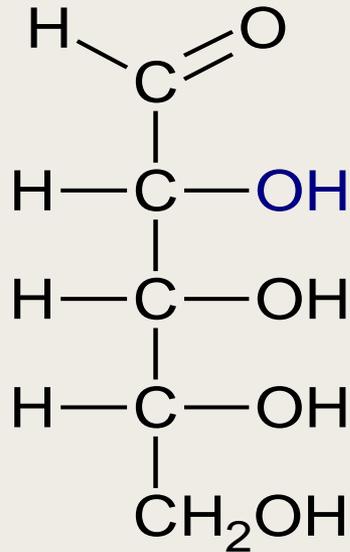


**Кетогексоза
фруктоза**

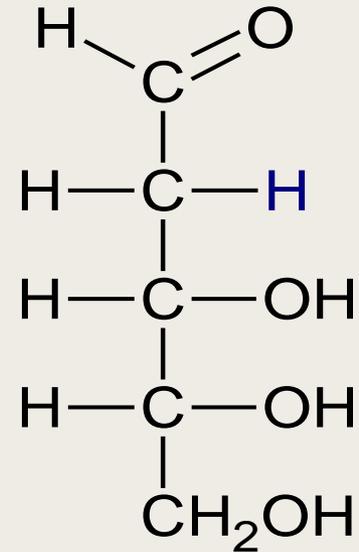




Дезоксисахара



D-рибоза



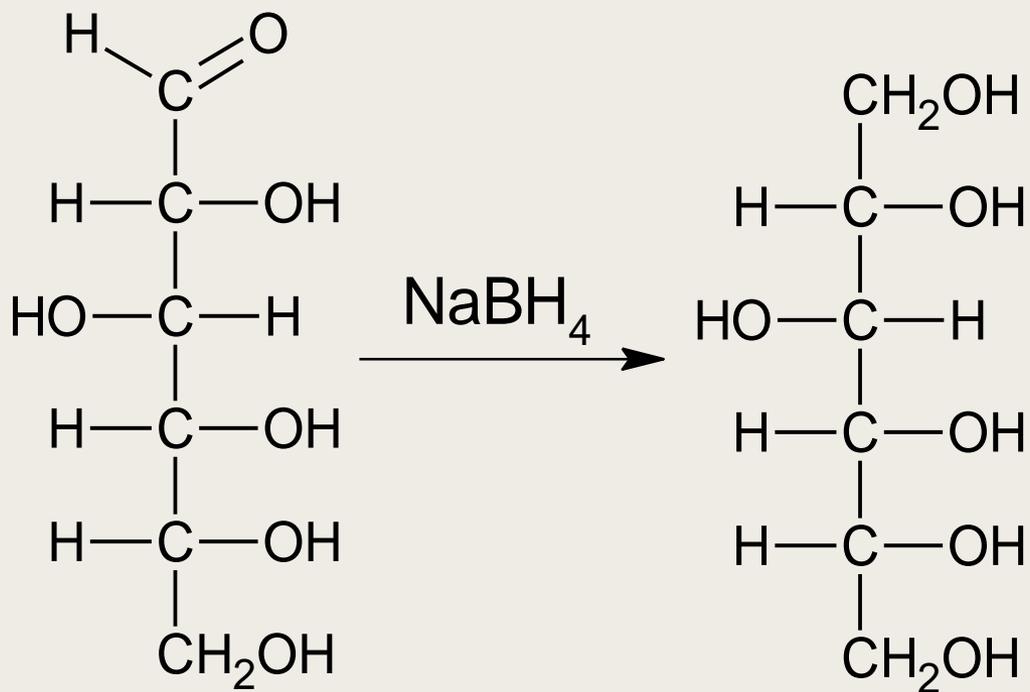
**2-дезокси-
D-рибоза**

Моносахариды – бесцветные кристаллические вещества, сладкие на вкус, хорошо растворимые в воде, нерастворимые в эфире, плохо растворимые в спирте. Сладость моносахаридов различна. Например, фруктоза в три раза слаще глюкозы.



Химические свойства

Восстановление. Реакции по альдегидной группе.



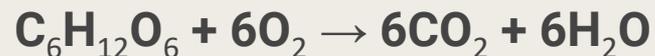
Глюкоза

Сорбит



Горение

Все углеводы горят до углекислого газа и воды.



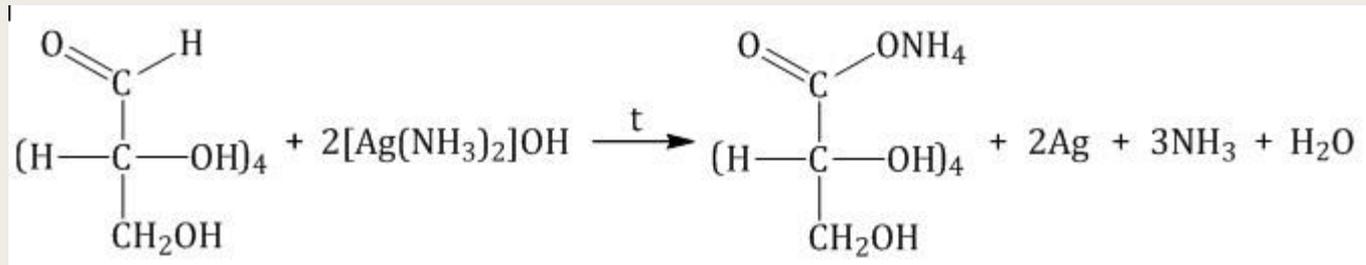
Взаимодействие с концентрированной серной кислотой

Концентрированная серная кислота отнимает воду от углеводов, при этом образуется углерод С («обугливание») и вода.



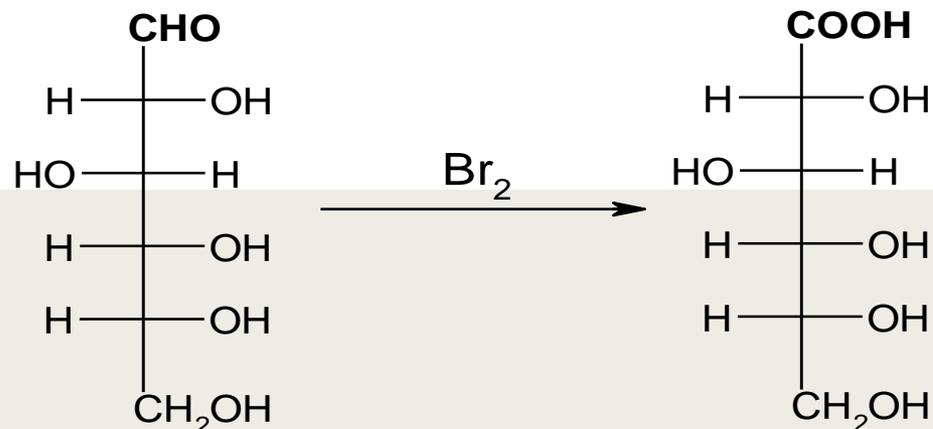
Реакция «серебряного зеркала»

Глюкоза проявляет свойства, характерные для альдегидов

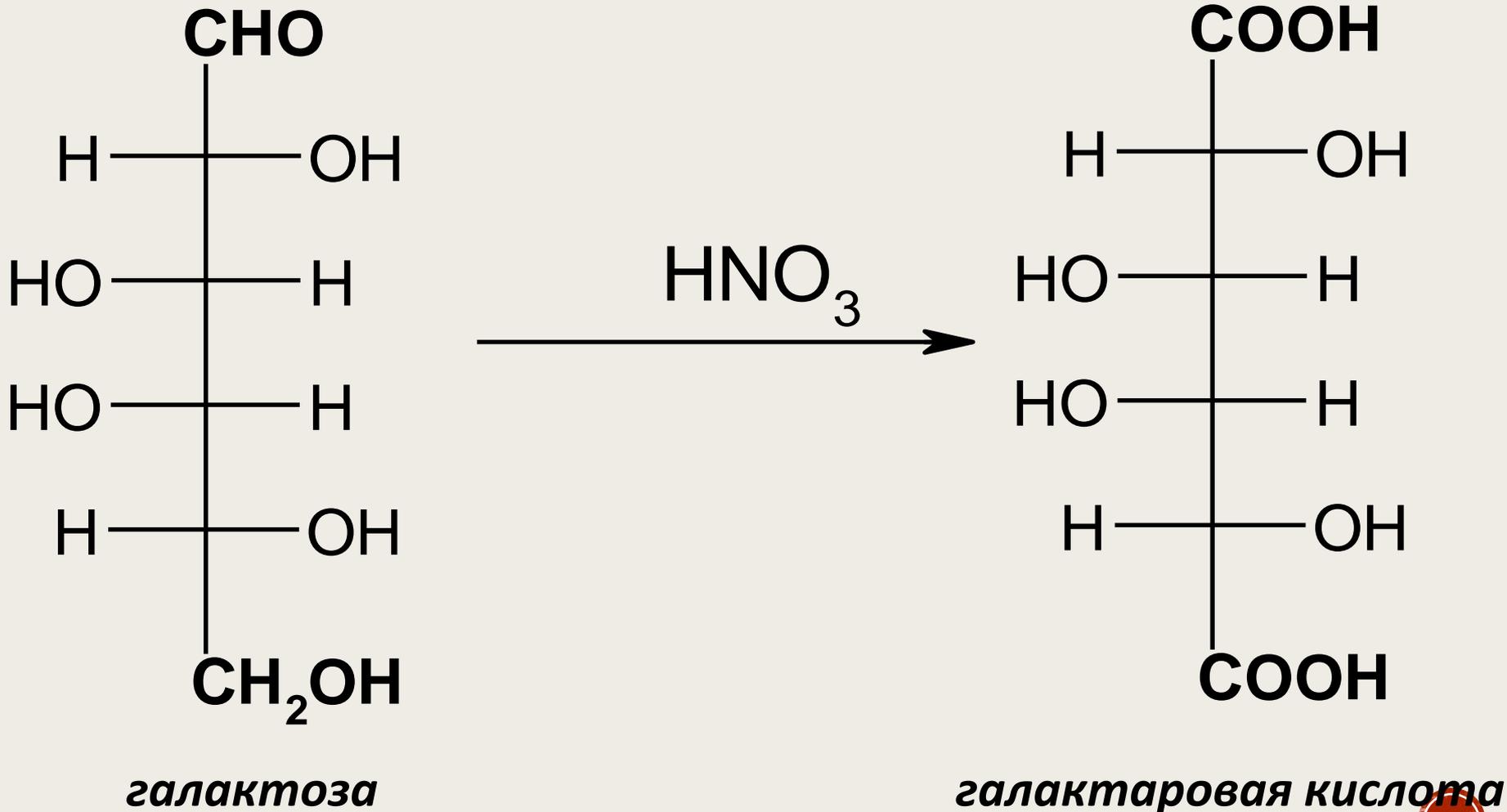


Окисление бромной водой.

При окислении глюкозы бромной водой образуется глюконовая кислота:



- **Гликартовых (аровые) кислоты** образуются при жёстком окислении. При этом окисляется и альдегидная группа и первичная спиртовая



Брожение глюкозы. Брожение — это биохимический процесс, основанный на окислительно-восстановительных превращениях органических соединений в анаэробных условиях.

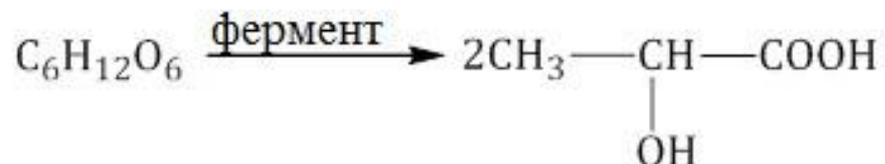
Спиртовое брожение.

При спиртовом брожении глюкозы образуются спирт и углекислый газ:



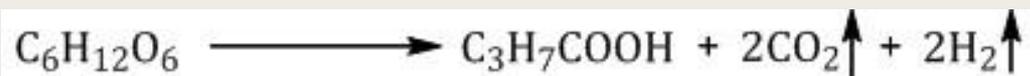
Молочнокислое брожение.

При молочнокислом брожении глюкозы образуется молочная кислота:



Маслянокислое брожение.

При маслянокислом брожении глюкозы образуется масляная кислота (внезапно):

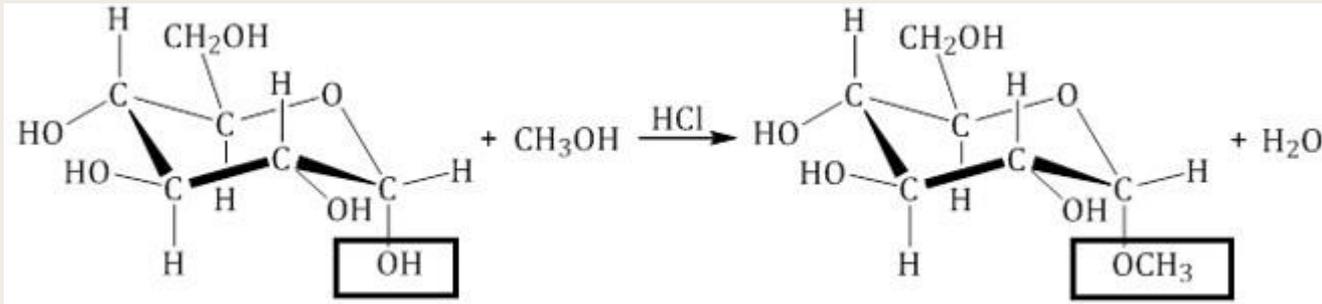


Образование эфиров глюкозы

(характерно для циклической формы глюкозы).

Глюкоза способна образовывать **простые и сложные эфиры**.

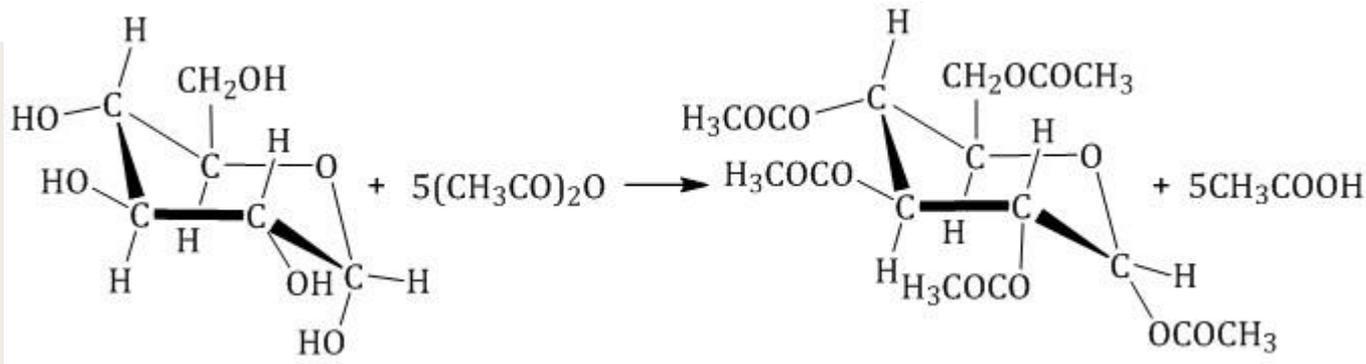
Наиболее легко происходит замещение полуацетального (гликозидного) гидроксила.



В более жестких условиях (например, с $\text{CH}_3\text{-I}$)

возможно **алкилирование и по другим оставшимся гидроксильным группам.**

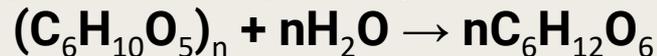
Моносахариды способны образовывать **сложные эфиры** как с минеральными, так и с карбоновыми кислотами.



Получение глюкозы

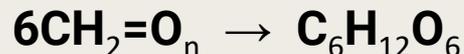
Гидролиз крахмала

В присутствии кислот крахмал гидролизуется:



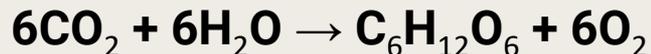
Синтез из формальдегида

Реакция была впервые изучена А.М. Бутлеровым. Синтез проходит в присутствии гидроксида кальция:



Фотосинтез

В растениях углеводы образуются в результате реакции **фотосинтеза** из CO_2 и H_2O :





ДИСАХАРИДЫ

Природные дисахариды построены из двух одинаковых или разных остатков моносахаридов, связанных гликозидной связью. Общая эмпирическая формула $C_{12}H_{22}O_{11}$, т.е. являются изомерами.

Простейшими природными дисахаридами являются:
мальтоза – солодовый сахар;

лактоза – молочный сахар;

целлобиоза – продукт неполного гидролиза
целлюлозы;

сахароза – обычный свекловичный или тростниковый
сахар.





Дисахариды – типичные сахсрородные углеводы; это твердые кристаллические вещества, хорошо растворимые в воде, имеющие сладкий вкус.

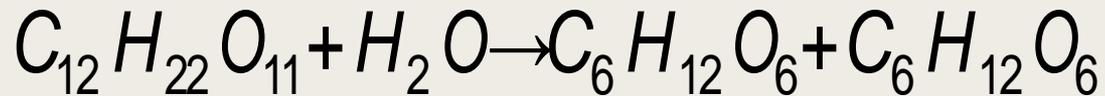
Мальтоза образована двумя молекулами глюкозы



глюкоза

Мальтоза

Все дисахариды гидролизуются с образованием моносахаридов.



ЛАКТОЗА

галактоза

глюкоза

Сахароза



фруктоза

глюкоза

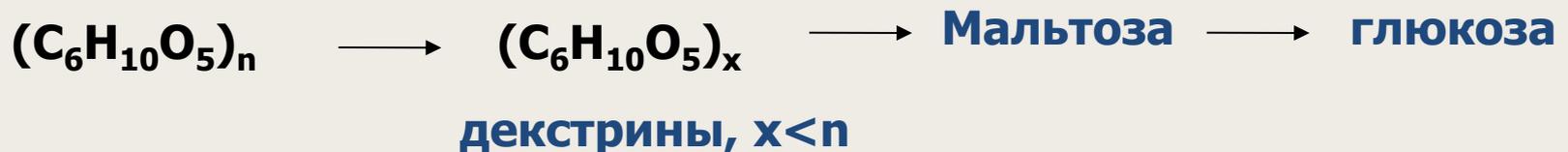


Полисахариды – высокомолекулярные углеводы, построенные из большого числа остатков моносахаридов и их производных. Гидролизуются в кислой среде и устойчивы к гидролизу в щелочной среде.

Важнейшие природные полисахариды – крахмал, гликоген, целлюлоза. Это – природные полимеры, мономером которых является глюкоза. Их общая эмпирическая формула $(C_6H_{10}O_5)_n$.

Крахмал – аморфный порошок белого цвета, без вкуса и запаха, плохо растворим в холодной воде, в горячей воде образует коллоидный раствор.

Крахмал гидролизуется ступенчато по схеме:



С йодом образует комплексное соединение сине-фиолетового цвета. Качественная реакция на крахмал. При нагревании окрашивание исчезает, а при охлаждении появляется вновь.

Целлюлоза – главная составная часть растительной клетки (в древесине до 60% целлюлозы). Чистая целлюлоза – белое волокнистое вещество без вкуса и запаха, нерастворимое в воде.

Молекула целлюлозы – это длинные неразветвленные цепи, образованные молекулами глюкозы.

Целлюлоза образует сложные эфиры с азотной и уксусной кислотами.



В результате реакции обычно образуется смесь моно-, ди- и тринитратов целлюлозы.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

