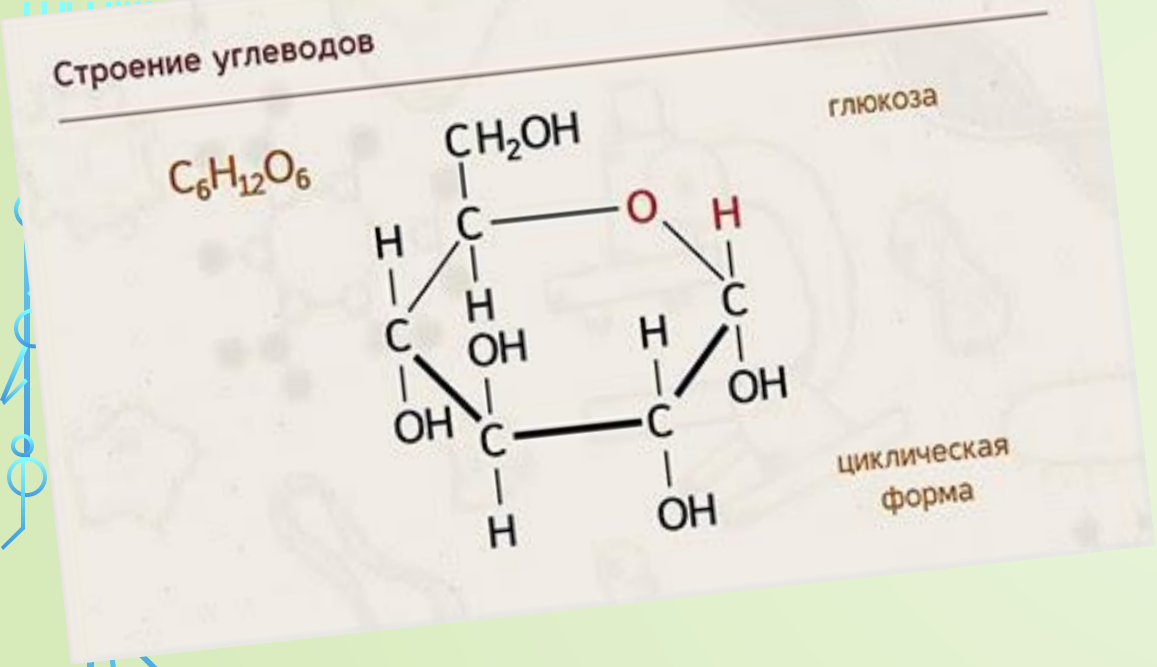
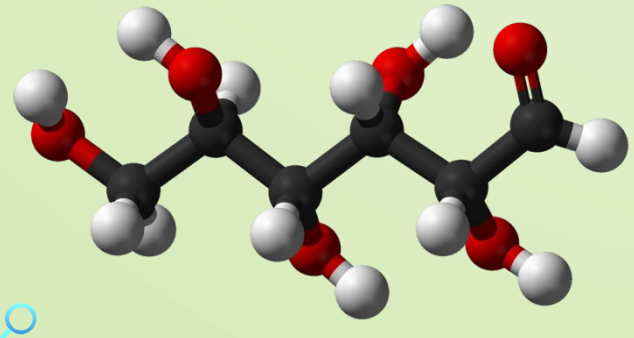


УГЛЕВОДЫ



Углеводы представляют собой натуральные органические вещества. В их формуле присутствуют углерод и вода. Благодаря этим элементам организм черпает энергию, которая требуется для поддержания нормальной работы. В зависимости от химической структуры углеводы бывают простыми и сложными.

Простые углеводы	Сложные углеводы
Мед	Крупы и макаронные изделия
Сахар	Горох
Джемы и варенье	Чечевица
Варенье	Фасоль
Газированные напитки	Свекла
кондитерские изделия	Картофель
Белый хлеб	Морковь
Сладкие фрукты	Тыква
Сладкие овощи	Зерновые культуры и злаки
Различные сиропы	Цельнозерновой хлеб

КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕВОДОВ

По числу структурных звеньев.

Моносахариды — содержат одно структурное звено.

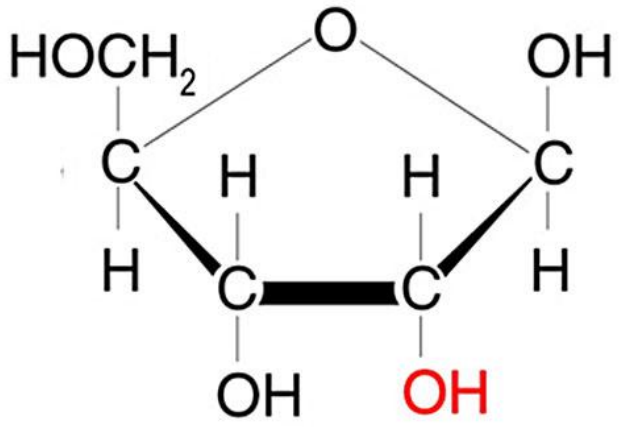
Олигосахариды — содержат от 2 до 10 структурных звеньев (дисахариды, трисахариды и др.).

Полисахариды — содержат n структурных звеньев

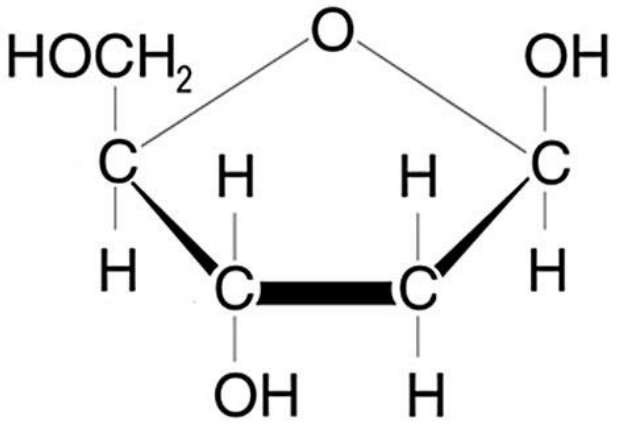
Некоторые важнейшие углеводы:

Моносахариды	Олигосахариды	Полисахариды
Глюкоза $C_6H_{12}O_6$	Сахароза(дисахарид) $C_{12}H_{22}O_{11}$	Целлюлоза $(C_6H_{10}O_5)_n$
Фруктоза $C_6H_{12}O_6$	Лактоза(дисахарид) $C_{12}H_{22}O_{11}$	Крахмал $(C_6H_{10}O_5)_n$
Рибоза $C_5H_{10}O_5$	Мальтоза(дисахарид) $C_{12}H_{22}O_{11}$	Гликоген $(C_6H_{10}O_5)_n$
Дезоксирибоза $C_5H_{10}O_4$	Раффиноза(трисахарид) $C_{18}H_{36}O_{16}$	

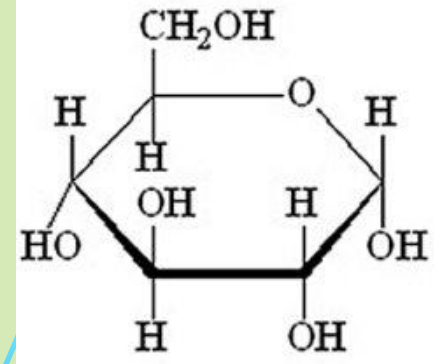
СТРОЕНИЕ МОНОСАХАРИДОВ



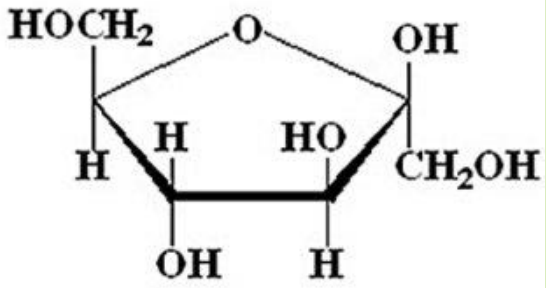
Рибоза



Дезоксирибоза

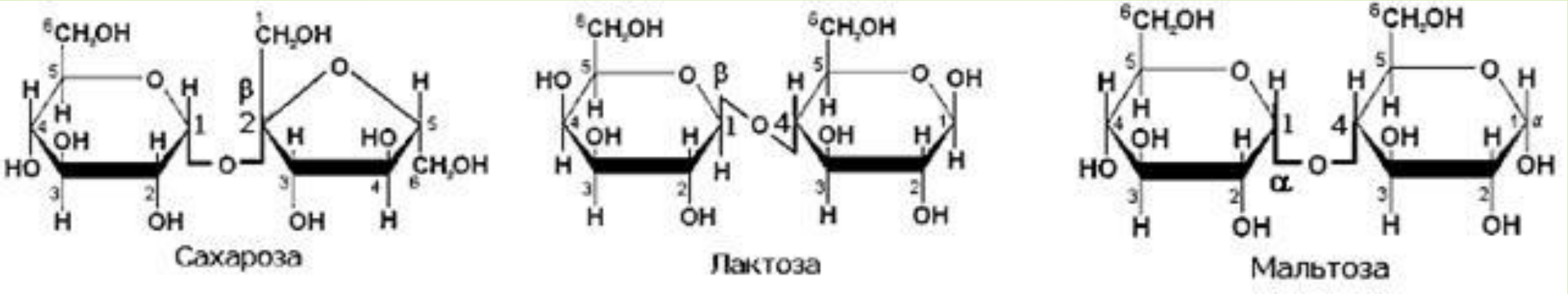


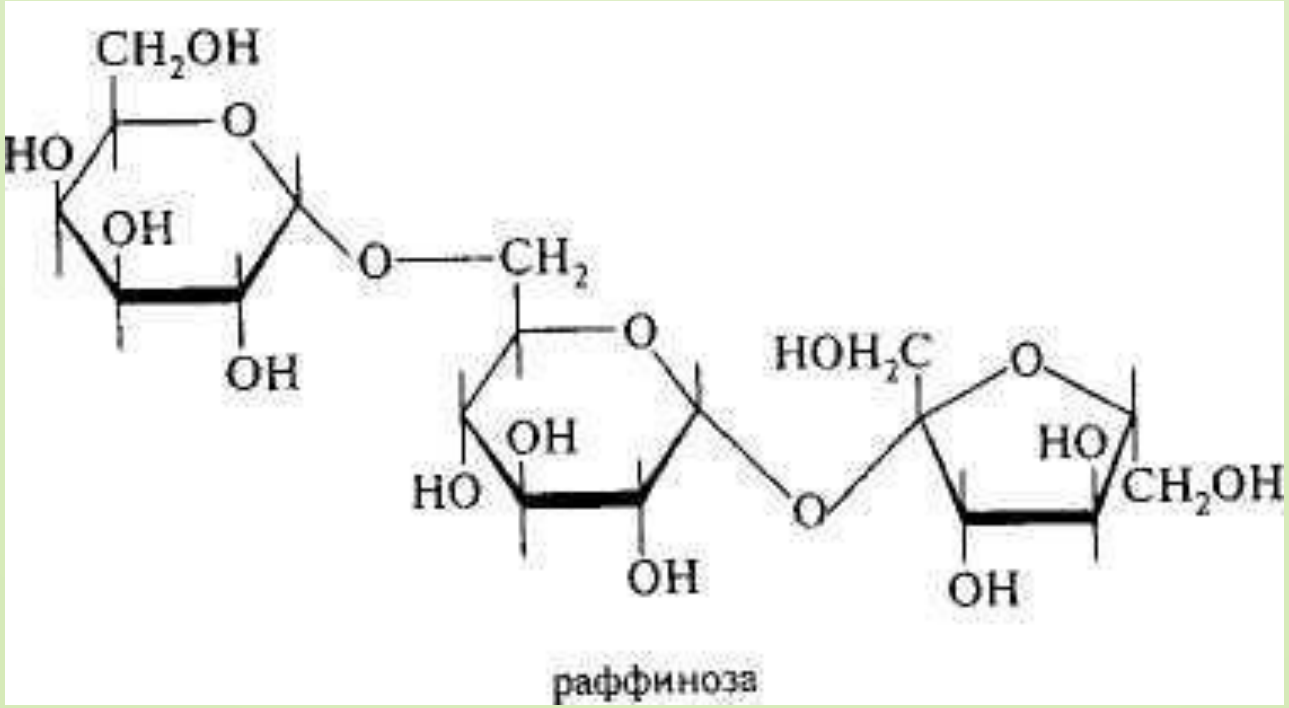
Глюкоза



Фруктоза

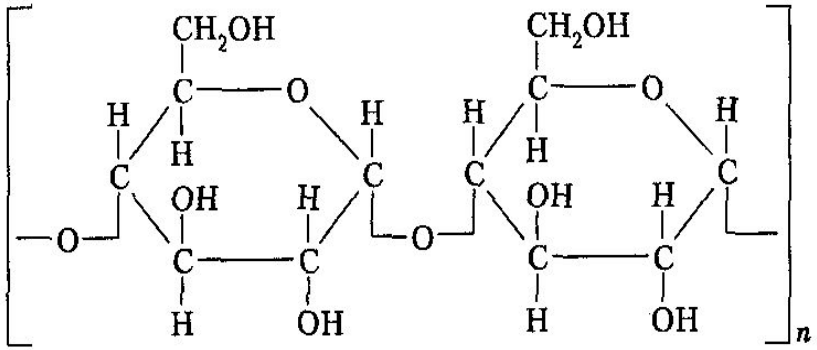
СТРОЕНИЕ ОЛИГОСАХАРИДОВ



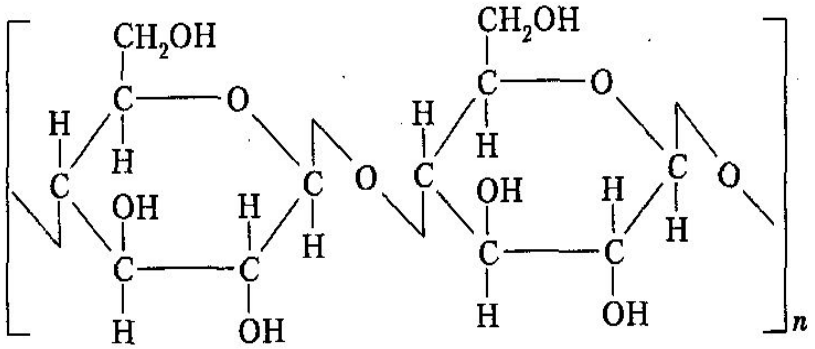


СТРОЕНИЕ ПОЛИСАХАРИДОВ

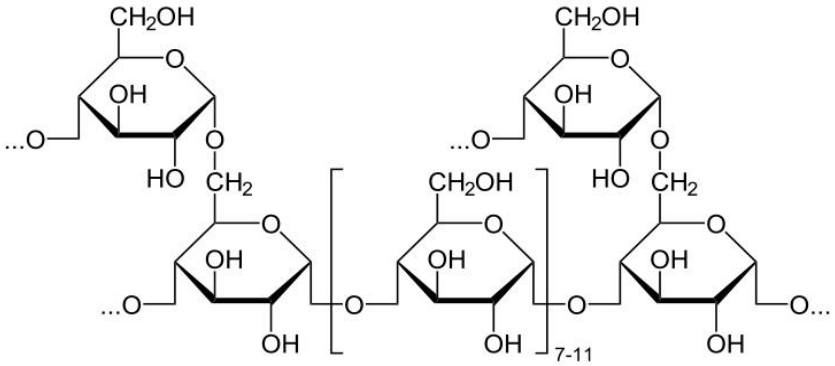
Строение молекулы крахмала



Строение молекулы целлюлозы



Гликоген



ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВСЕХ УГЛЕВОДОВ

1. Горение.

Все углеводы горят до углекислого газа и воды.

Например, при горении глюкозы образуются вода и углекислый газ:

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$

2. Взаимодействие с концентрированной серной кислотой.

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

Например, при действии концентрированной серной кислоты на глюкозу образуются углерод и вода:

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 6C + 6H_2O$

CAXAPOTA
H_2SO_4

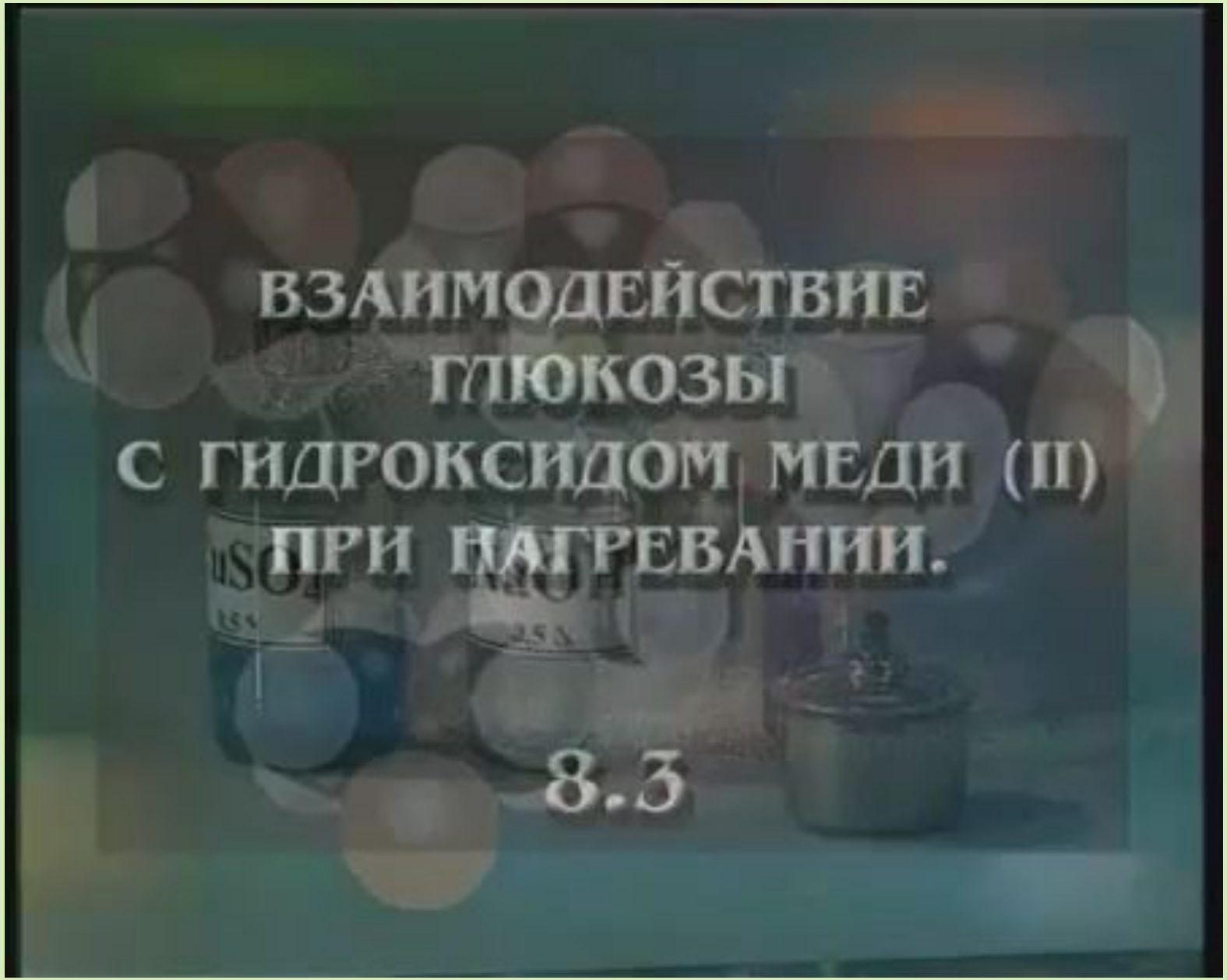
КАЧЕСТВЕННЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ

1.Качественная реакция на многоатомные спирты: реакция со свежеосажденным гидроксидом меди(II).

2.Реакции на карбонильную группу – CH=O

[redacted]

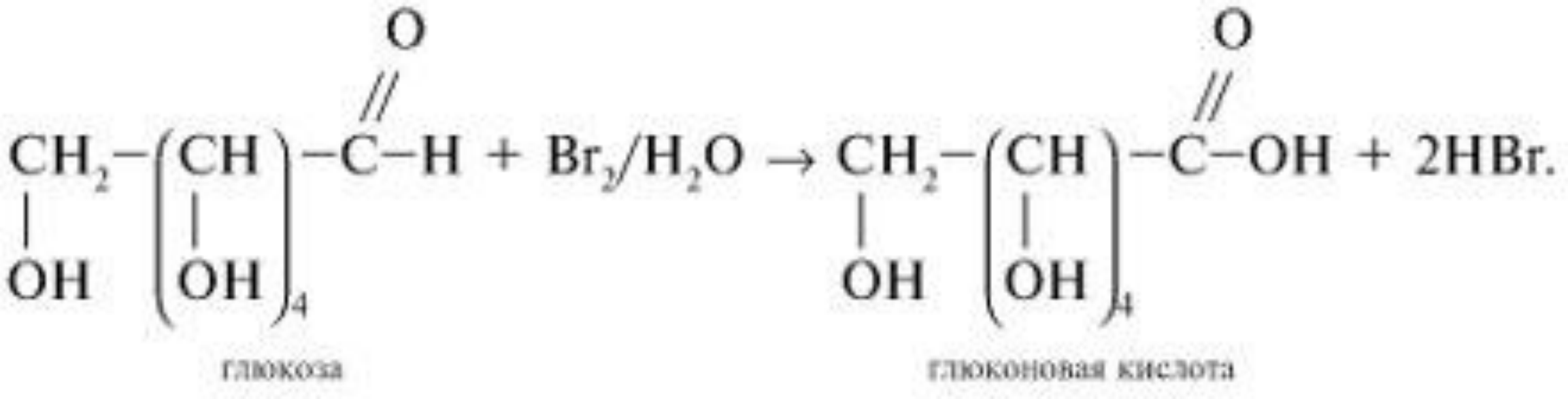
3. Реакция с гидроксидом меди(II) при нагревании



4.Окисление глюкозы бромной водой

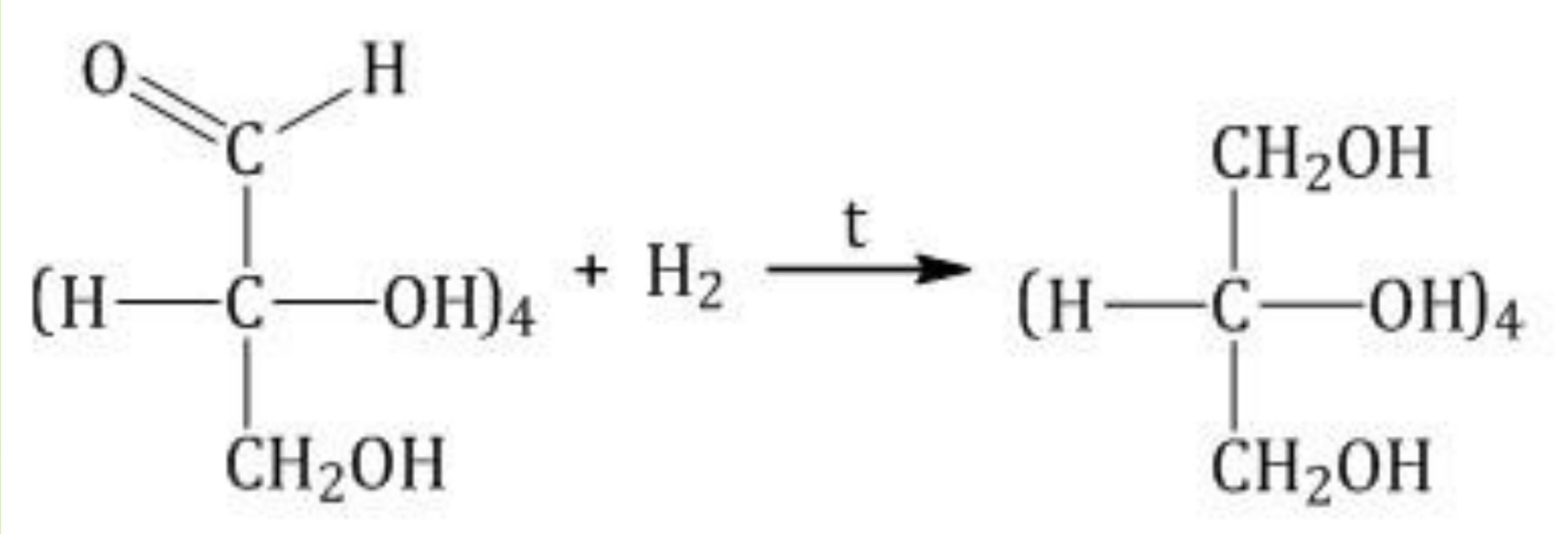
При окислении глюкозы бромной водой образуется глюконовая кислота:

Также глюкозу можно окислить хлором, бертолетовой солью, азотной кислотой.



5. Каталитическое гидрирование

При взаимодействии глюкозы с водородом происходит восстановление карбонильной группы до спиртового гидроксила, образуется шестиатомный спирт – сорбит.



6. Брожение глюкозы

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

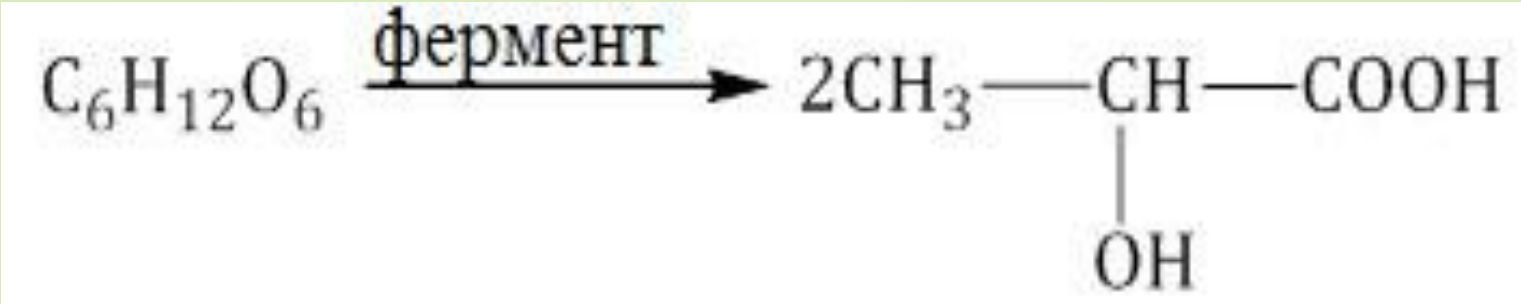
7. Спиртовое брожение

При спиртовом брожении глюкозы образуются спирт и углекислый газ:

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$

8. Молочнокислое брожение

при молочнокислом брожении глюкозы образуется молочная кислота:



9. Маслянокислое брожение

При маслянокислом брожении глюкозы образуется масляная кислота (внезапно):

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow C_3H_7COOH + 2CO_2\uparrow + 2H_2\uparrow$$

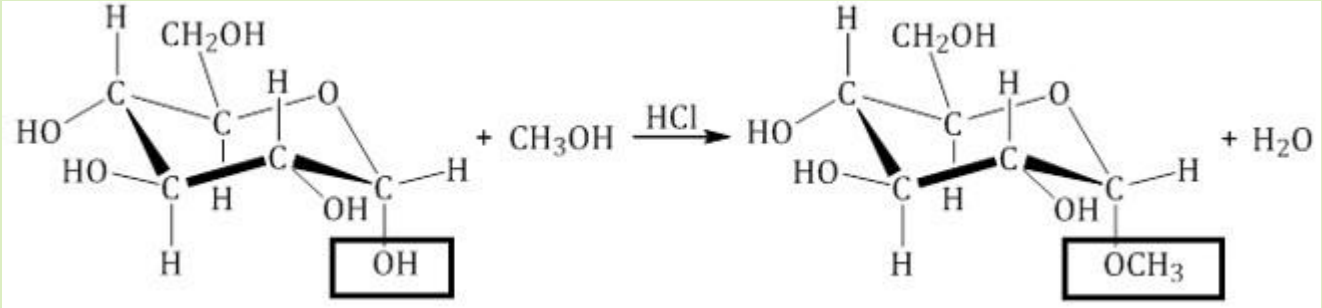
10. Образование эфиров глюкозы (характерно для циклической формы глюкозы).

Глюкоза способна образовывать простые и сложные эфиры.

Наиболее легко происходит замещение полуацетального (гликозидного) гидроксила.

Например, α-D-глюкоза взаимодействует с метанолом.

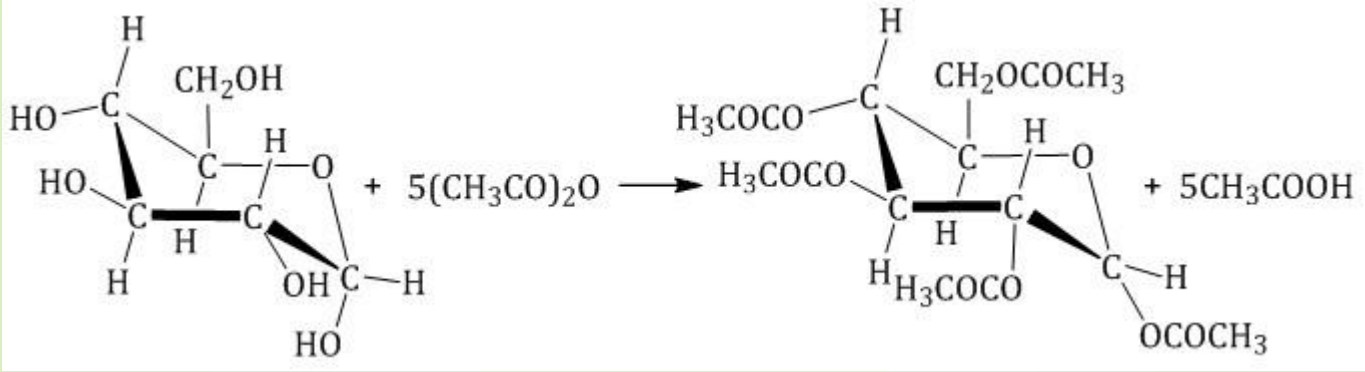
При этом образуется монометиловый эфир глюкозы (α-O-метил-D-глюкозид):



В более жестких условиях (например, с CH3-I) возможно алкилирование и по другим оставшимся гидроксильным группам.

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

Например, β-D-глюкоза реагирует с уксусным ангидридом в соотношении 1:5 с образованием пентаацетата глюкозы (β-пентаацетил-D-глюкозы):



Получение глюкозы

А)Гидролиз крахмала

В присутствии кислот крахмал гидролизуется:

$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \rightarrow nC_6H_{12}O_6$

Б)Синтез из формальдегида

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

$6CH_2{=}On \rightarrow C_6H_{12}O_6$

В) Фотосинтез

В растениях углеводы образуются в результате реакции фотосинтеза из CO2 и H2O:

$6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

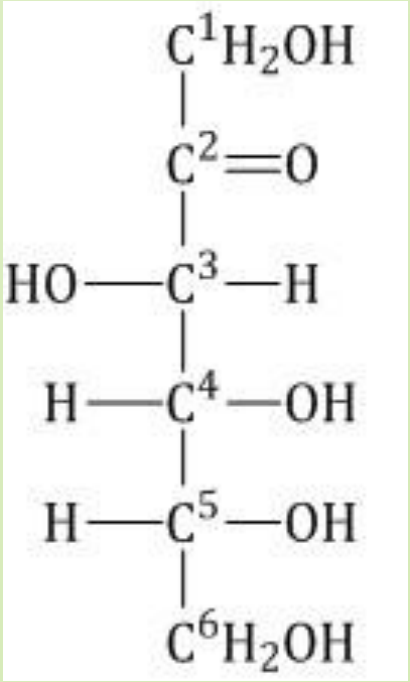
Фруктоза

Фруктоза — структурный изомер глюкозы. Это кетоноспирт (кетоза): она тоже может существовать в циклических формах (фуранозы); кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде, более сладкое, чем глюкоза.

Она содержит шесть атомов углерода, одну кетоновую группу и пять гидроксогрупп.

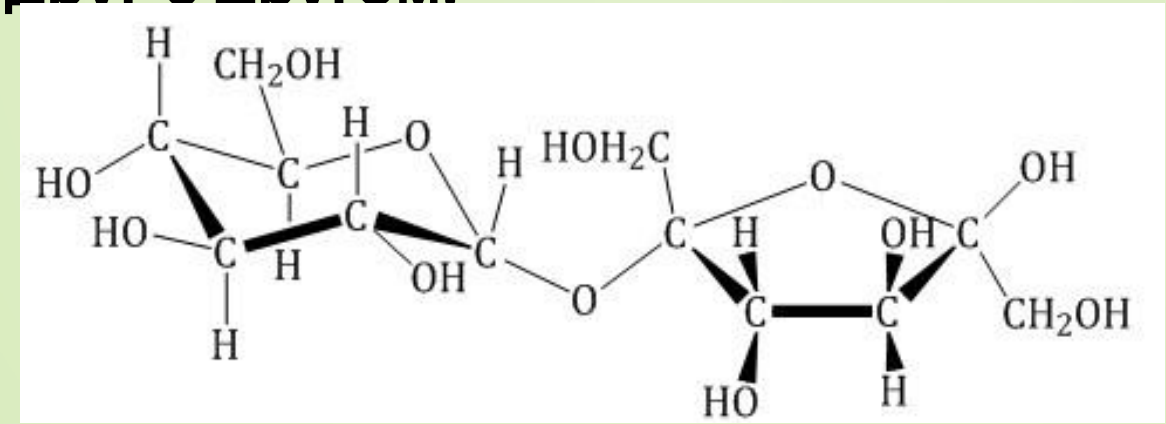
Химические свойства фруктозы связаны с наличием кетонной и пяти гидроксильных групп.

При гидрировании фруктозы также получается сорбит.



Сахароза (свекловичный или тростниковый сахар) $C_{12}H_{22}O_{11}$

Молекула сахарозы состоит из остатков α-глюкозы и β-фруктозы, соединенных друг с другом:



Сахароза подвергается гидролизу подкисленной водой. При этом образуются глюкоза и фруктоза:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

глюкоза фруктоза

Мальтоза $C_{12}H_{22}O_{11}$

Это дисахарид, состоящий из двух остатков α-глюкозы, она является промежуточным веществом при гидролизе крахмала.

Мальтоза является восстанавливающим дисахаридом (одно из циклических звеньев может раскрываться в альдегидную группу) и вступает в реакции, характерные для альдегидов.

При гидролизе мальтозы образуется глюкоза.

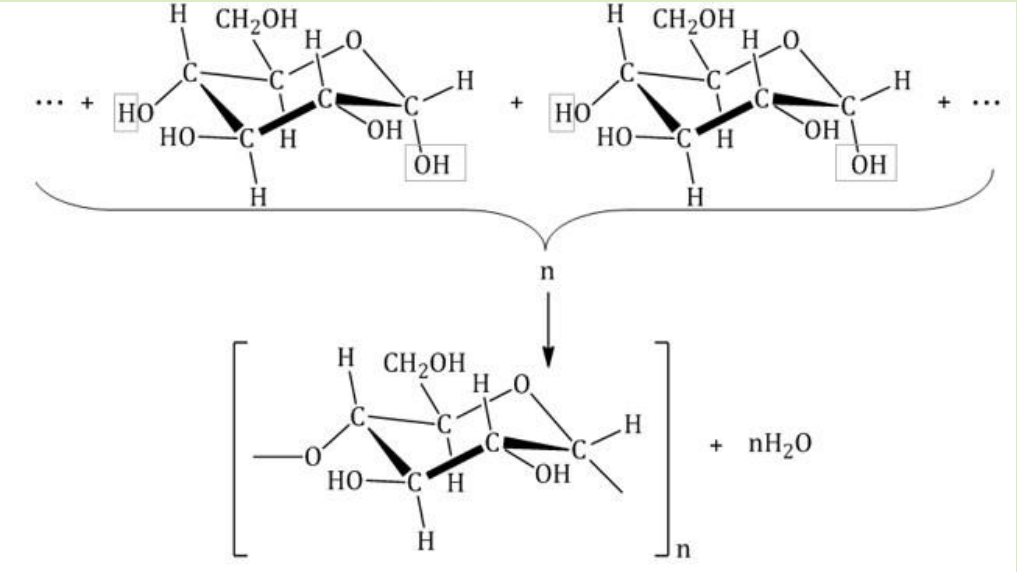
$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 2C_6H_{12}O_6$$

Полисахариды

Это дисахарид, состоящий из двух остатков α-глюкозы, она является промежуточным веществом при гидролизе крахмала.

Полисахариды — это природные высокомолекулярные углеводы, макромолекулы которых состоят из остатков моносахаридов.

Основные представители — крахмал и целлюлоза — построены из остатков одного моносахарида — глюкозы.



В его состав входят:

- амилоза (внутренняя часть крахмального зерна) – 10-20%
- амилопектин (оболочка крахмального зерна) – 80-90%

Свойства крахмала

Гидролиз крахмала: при кипячении в кислой среде крахмал последовательно гидролизуется:

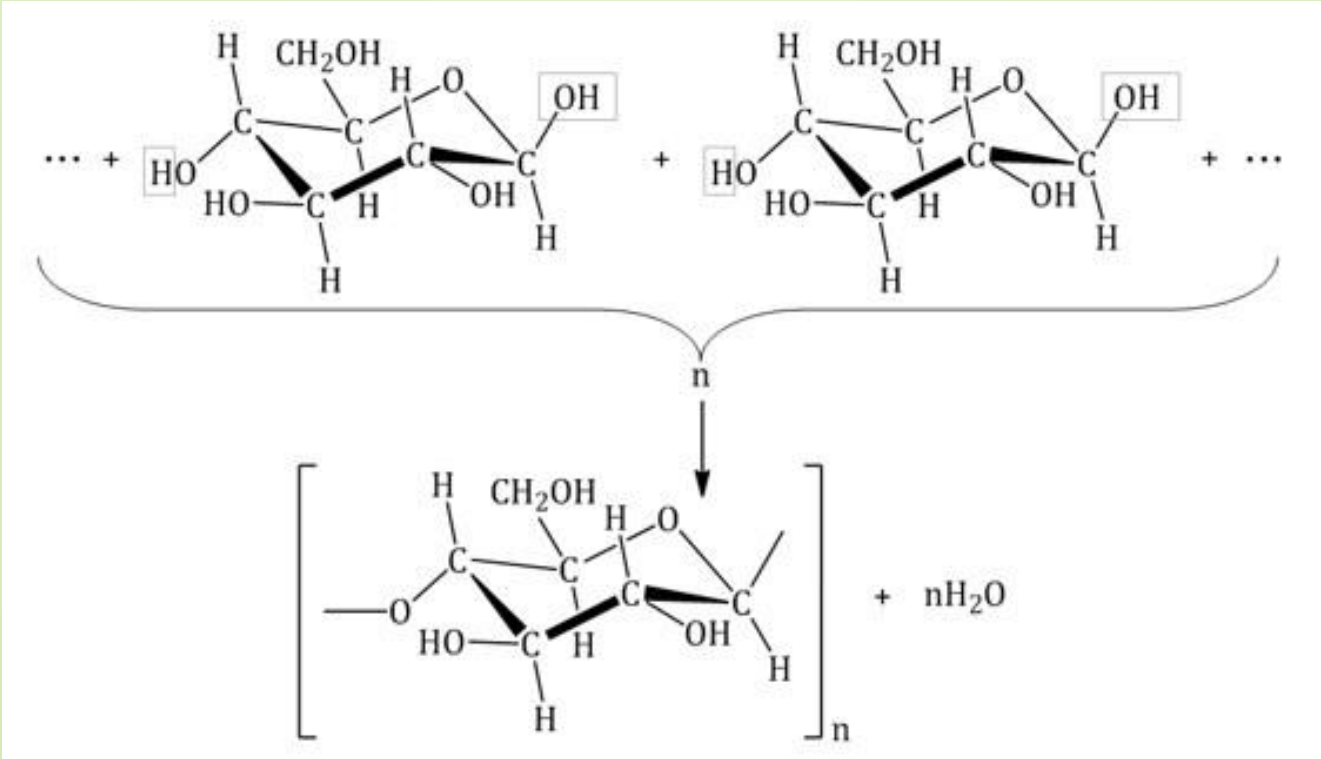
$$\text{Крахмал } (C_6H_{10}O_5)_n \xrightarrow{H_2O} \text{Декстрин } (C_6H_{10}O_5)_x,\ x < n \xrightarrow{H_2O} \text{Мальтоза } C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{H_2O} \alpha\text{-D-глюкоза, } C_6H_{12}O_6$$

Крахмал не дает реакцию “серебряного зеркала” и не восстанавливает гидроксид меди (II).

Качественная реакция на крахмал: синее окрашивание с раствором йода.

Целлюлоза

Целлюлоза (клетчатка) – наиболее распространенный растительный полисахарид. Цепи целлюлозы построены из остатков β-глюкозы и имеют линейное строение.



Свойства целлюлозы

Образование сложных эфиров с азотной и уксусной кислотами.

Так как в звене целлюлозы содержится 3 гидроксильные группы, то при нитровании целлюлозы избытком азотной кислоты возможно образование тринитрата целлюлозы, взрывчатого вещества пироксилина:

$$(C_6H_7O_2(OH)_3)_n + 3nHNO_3 \longrightarrow 3nH_2O + (C_6H_7O_2(ONO_2)_3)_n$$

Ацилирование целлюлозы.

При действии на целлюлозу уксусного ангидрида (упрощённо-уксусной кислоты) происходит реакция этерификации, при этом возможно участие в реакции 1, 2 и 3 групп ОН.

Получается ацетат целлюлозы – ацетатное волокно.

$$(C_6H_7O_2(OH)_3)_n + 3n(CH_3CO)_2O \longrightarrow 3nCH_3COOH + (C_6H_7O_2(OCOCH_3)_3)_n$$

Гидролиз целлюлозы.

Целлюлоза, подобно крахмалу, в кислой среде может гидролизоваться, в результате тоже получается глюкоза. Но процесс идёт гораздо труднее.

Применение

Практическое значение. углеводов составляют большую (часто основную) часть пищевого рациона человека. В связи с этим они широко используются в пищевой и кондитерской промышленности (крахмал, сахароза, пектиновые вещества).

Спасибо за внимание!