Вуглеводи

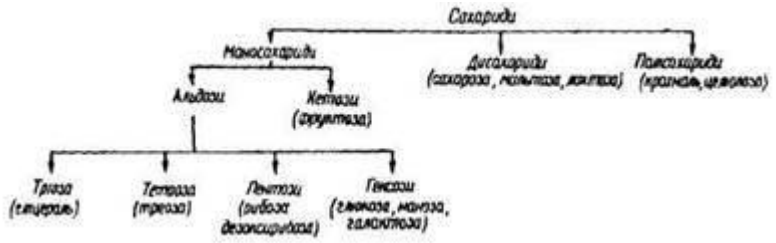
ПЛАН

1. **Визначення**
2. **Класифікація, номенклатура**
3. **Фізичні властивості**
4. **Будова молекул**
5. **Поширення в природі**

Визначення. Вуглеводи – це органічні речовини, що належать до класу полігідроксикарбонільних сполук. Багато вуглеводів має склад, що відповідає загальній формулі $C_n(H_2O)_m$, але відомі також вуглеводи іншого складу. Разом з тим, цією формулою можна описати склад деяких органічних сполук, які не належать до вуглеводів (оцтова кислота $C_2H_4O_2$, формальдегід CH_2O).

Класифікація. Вуглеводи поділяють на три групи: моносахариди (не гідролізуються), дисахариди (утворюють під час гідролізу дві молекули моносахаридів) та полісахариди – високомолекулярні речовини (утворюють під час гідролізу п молекул моносахаридів). Серед моносахаридів є альдози, що мають альдегідну групу, та кетози, які містять кетонну групу. Залежно від числа атомів кисню в молекулі розрізняють тріози, тетрози, пентози, гексози тощо.

Класифікацію вуглеводів можна зобразити такою схемою:



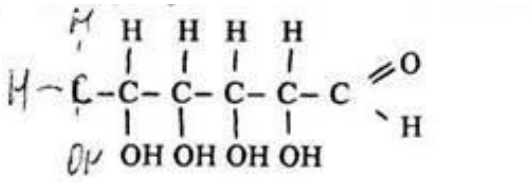
Номенклатура. Вживають ще такі загальні назви вуглеводів: сахариди, сахари та тривіальні назви їх представників: глюкоза, фруктоза, маноза, сахароза тощо.

ізомерія. У моносахаридів існує міжкласова та стереоізомерія. Альдози є ізомерами кетоз з однаковими молекулярними брутто-формулами (альдо- та кетогексози). Стереоізомерія моносахаридів обумовлена просторовою асиметрією вторинних атомів вуглецю (див. будову їх молекул).
Серед альдогексоз, як і серед кетогексоз, що мають чотири таких атоми, відомо багато стереоізомерів. Усі ці ізомери є оптично активними речовинами (обертають площину поляризованого світла). Якщо обертання відбувається за годинниковою стрілкою, речовина є правообертаючим оптичним ізомером, проти годинникової стрілки – лівообертаючим. Кожний стереоізомер – моносахарид існує у вигляді двох таких оптичних ізомерів.

На відміну від інших ізомерів оптичні мають однакові хімічні та фізичні властивості (температури кипіння та плавлення, густину), але різну біологічну

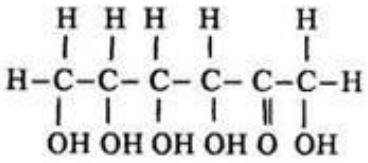
активність. Кетогексози ще характеризуються ізомерією положення карбонільної групи в ланцюзі.

Будова молекул. Молекули гексоз мають відкриту або циклічну форму. До складу відкритої молекули входять такі функціональні групи: альдегідна (у альдогексоз) чи кетонна (кетогексоз) та спиртові – первинна $-CH_2OH$ і вторинні $=CHOH$. Альдогексози мають чотири групи $=CHOH$, кетогексози – три, але у останніх число вторинних атомів вуглецю теж становить чотири (разом з кетонною групою). Структурна формула усіх альдогексоз мас такий вигляд:



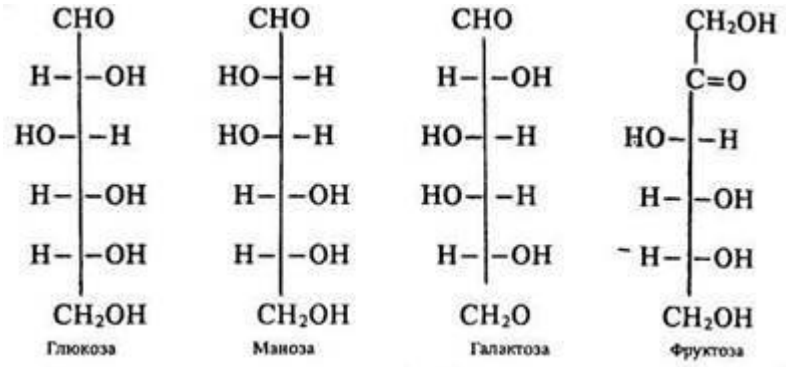
або $CH_2OH-(CHOH)_4-C(=O)-H$;

фруктози:

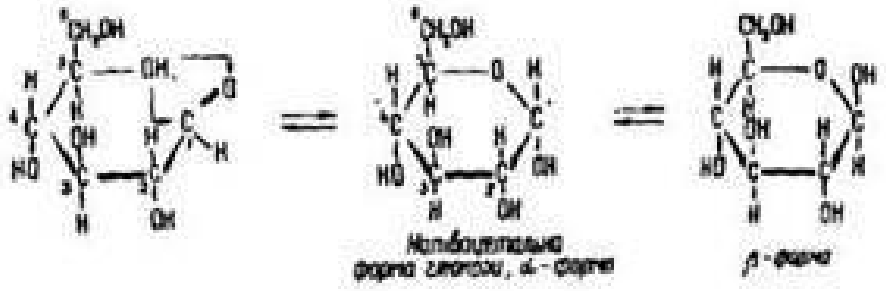


або $CH_2OH-(CHOH)_3-CO-CH_2OH$.

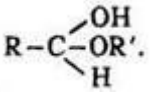
Будову стереоізомерів зображують формулами Фішера, які запропонував німецький хімік Е. Фішер (1852-1919), лауреат Нобелівської премії 1908 р. Наведемо формули деяких стереоізомерів моносахаридів:



Розглянемо утворення циклічної форми гексоз на прикладі глюкози. Вуглецевий ланцюг внаслідок обертання атомів відносно альфа-зв'язку може бути не тільки витягнутим, але й загнутим. Тоді карбонільна група $>C=O$ наближається до п'ятого атома вуглецю, відбувається внутрішньомолекулярна взаємодія і виникає зв'язок між першим та п'ятим атомами вуглецю через кисень. Так утворюється шестичленне кільце – напівацетальна форма глюкози або будь-якої гексози:



Напівацетальними (напівацеталями) називають продукти взаємодії альдегідів і кетонів із спиртами. Вони мають таку будову:



У циклічній молекулі немає альдегідної групи. Замість неї біля першого атома вуглецю утворюється гідроксигрупа, яка називається напівацетальною гідроксигрупою. Вона легше вступає в реакції, ніж спиртові гідроксигрупи, тобто є більш реакційноздатною. Ця група може займати різне положення щодо площини молекули. Циклічна форма, в якій напівацетальна гідроксигрупа знаходиться під площиною кільця молекули, називається альфа-формою, над площиною – бета-формою.

Циклічну формулу зображають по-різному. Часто атоми вуглецю в кільці не позначаються (див. формулу бензолу). Щоб було чітко видно не лише кільце, а й розміщення атомів водню та гідроксигруп щодо площини кільця, англійський вчений У. Хеуорс запропонував зображати три зв’язки між атомами вуглецю, повернені вперед до читача, жирними лініями.

Дисахариди мають циклічну будову, яка складається з двох залишків моносахаридів (сахароза – з глюкози та фруктози, мальтоза – з двох залишків глюкози, лактоза – з глюкози та галактози).

Полісахариди (крохмаль, целюлоза) утворені із залишків глюкози.

Поширення у природі. Вуглеводи утворюються в зелених рослинах у результаті фотосинтезу з оксиду вуглецю (IV) та води. їх масова частка становить близько 80 % сухої маси речовини рослин і до 2 % – тваринних організмів.

Вуглеводи відіграють важливу роль у житті людини. Як і жири, вони є джерелом енергії в організмі. їжа людини приблизно на 70 % складається з вуглеводів. Вуглеводи є сировиною для виготовлення паперу, тканин.

У природі найбільш поширені правообертаючі глюкоза, галактоза, маноза, сахароза, лівообертаюча фруктоза.

Властивості вуглеводів розглянемо на прикладі глюкози, сахарози, крохмалю та целюлози.

Глюкоза

ПЛАН

1. **Будова молекули**
2. **Поширення у природі**
3. **Фізичні властивості**
4. **Хімічні властивості**
5. **Одержання**
6. **Використання**

Глюкоза має брутто-формулу $C_6H_{12}O_6$.

Класифікація. Глюкоза є моносахаридом, альдогексозою.

Номенклатура. Вживається ще така назва глюкози – виноградний цукор.

Ізомерія. Правообертаюча природна глюкоза має ізомер у класі кетогексоз – фруктозу та п'ятнадцять стереоізомерів у класі альдогексоз, з яких один – ліво обертаюча глюкоза, одержана синтетичним шляхом.

Існують ізомери природної глюкози з молекулами відкритої (альдегідної) та циклічної форм. Залежно від просторового положення напівацетальної гідроксигрупи розрізняють альфа- і бета- циклічні форми правообертаючої глюкози.

Будова молекули. У кристалічному стані молекули глюкози мають циклічну будову. У водних розчинах у стані динамічної рівноваги існують альдегідна та циклічна форми (переважає бета-форма).

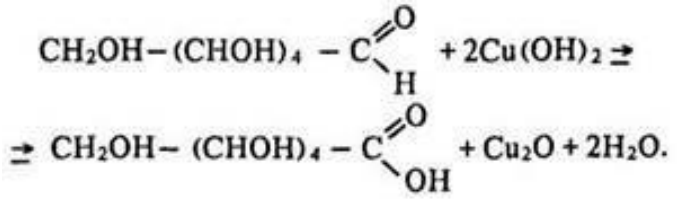
Поширення в природі. Глюкоза міститься майже в усіх органах рослин – плодах, корінні, листі, квітках. Багато її є у винограді, цукровій тростині, цукрових буряках, солодких фруктах, ягодах. Глюкоза входить до складу тваринних організмів. Її масова частка у крові людини становить близько 0,1 %.

Фізичні властивості. Глюкоза – безбарвна, кристалічна, оптично активна речовина, добре розчиняється у воді, солодка на смак. У подрібненому стані вона мас білий колір. Температура її плавлення становить 146 °С.

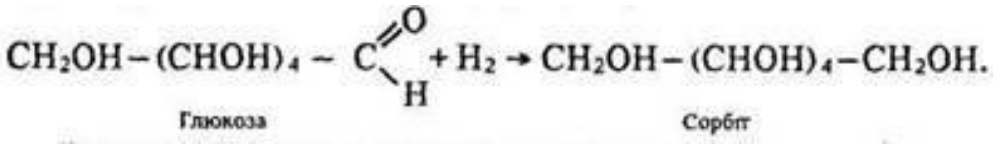
Хімічні властивості. Глюкоза вступає в реакції, характерні для альдегідів, спиртів і напівацеталей.

Реакції за участю альдегідної групи. Відновні властивості. Глюкоза вступає в реакцію «срібного дзеркала»:

Під час кипіння вона окислюється гідроксидом міді (II) також до глюконової кислоти:



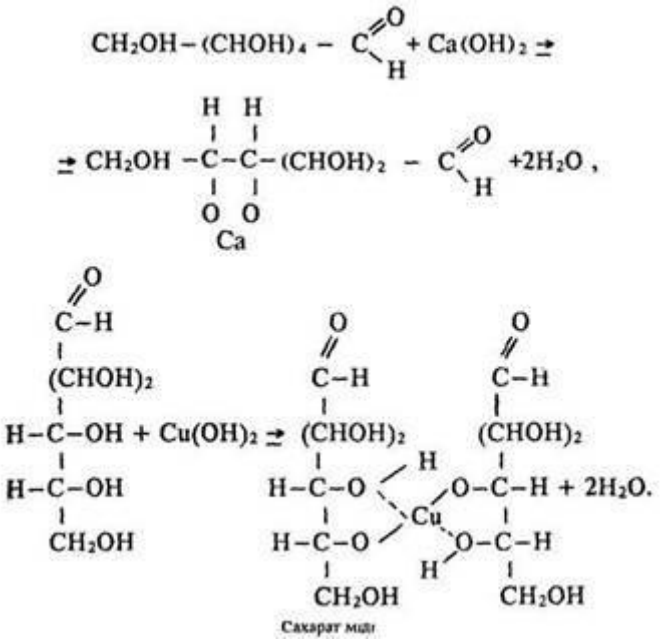
Окисні властивості. Глюкоза відновлюється воднем до шестиатомного спирту сорбіту:



Реакції глюкози з аміачним розчином оксиду срібла (I), гідроксидом міді (II) та воднем підтверджують наявність альдегідної групи в її молекулі.

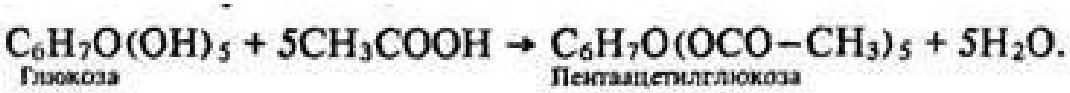
Реакції за участю спиртових груп.

Взаємодія з гідроксидами металів з утворенням сахаратів:



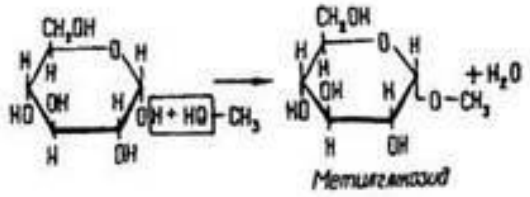
Сахарат міді – комплексна сполука синього кольору. Останню реакцію використовують для виявлення цукру в сечі.

З карбоновими кислотами глюкоза утворює естери за реакцією етерифікації. Так, одна молекула глюкози взаємодіє з п’ятьма молекулами оцтової кислоти:



Ця реакція підтверджує наявність у молекулі глюкози п’яти спиртових гідроксигруп.

Реакції за участю напівацетальної гідроксигрупи. Глюкоза взаємодіє із спиртами з утворенням речовин, подібних до естерів, – глікозидів:



Ця реакція характерна для напівацеталей. Вона підтверджує наявність у молекулі глюкози напівацетальної гідроксигрупи.

Глікозиди містяться в рослинах. Вони застосовуються в медицині як серцеві засоби.

Бродіння. Відомо кілька видів бродіння – спиртове, молочнокисле тощо. Під дією ферментів дріжджів відбувається спиртове бродіння глюкози, внаслідок якого утворюються етанол та оксид вуглецю (IV):

$C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5OH + 2CO_2$.

Під дією інших ферментів можуть утворюватися оцтова, молочна та масляна кислоти, ізопропіловий спирт, ацетон.

Окислення. В організмах людини та тварин глюкоза окислюється з виділенням енергії, необхідної для життєдіяльності.

Одержання. В промисловості глюкозу добувають гідролізом крохмалю та клітковини.

Використання. Глюкозу використовують в медицині, для виготовлення кондитерських виробів, дзеркал та іграшок (сріблення), обробки тканин і шкір.