**План**

1.Загальна характеристика, поширення в організмі, класифікація вуглеводів

2. Класифікація і хімічні властивості моносахаридів:

а. класифікація по кількості вуглецевих атомів у молекулі;

б. ізомерія моносахаридів;

в. реакції окислення, відновлення, утворення простих та складних ефірів альдоз та кетоз.

3. Будова і властивості дисахаридів:

а. сахароза;

б. мальтоза;

в. лактоза.

4. Будова та властивості полісахаридів:

а. крохмаль;

б. глікоген;

в. хондроїтинсірчана кислота;

г. гіалуронова кислота;

д. гепарин.

**1.Загальна характеристика, поширення в організмі, класифікація вуглеводів**

Назва «вуглеводи» була запропонована у 1844 році К. Шмідтом на тій основі, що сполуки даного класу можна розглядати як формальні гідрати вуглецю:

С \* Н2 О

6 С\* 6 Н2 О = С6Н12О6

Органічні речовини класу вуглеводів широкорозповсюджені у природі та орга-нізмі.У рослинах вуглеводи складають до 80 % ваги сухої тканини. У організмі людини вони містяться у: печінці – 5-10 % від ваги органу; скелетних м’язах – 1-3%; м‘язах серця — 0.5%; мозку – 0.2 % та крові. Вуглеводи є основним джерелом енергії для забезпечення діяльності головного мозку та серця, поряд з ліпідами і білками покривають енерготрати організму, складають основу клітин-них та субклітинних мембран різних тканин.

По відношенню до гідролізу (розщеплення водою) вуглеводи поділяються на дві великі групи:

прості – не піддаються гідролізу з утворенням простіших вуглеводів;

складні – здатні гідролізуватися з утворенням більш простіших вуглеводів.

Дисахариди – при гідролізі утворюють дві молекули моносахаридів. Полісахариди – утворюють дуже велику кількість моносахаридів. Моносахариди та дисахариди утворюють у воді істинні розчини, полісахариди – колоїдні.

**2. Класифікація і хімічні властивості моносахаридів**

Хімічний склад моносахаридів описується загальною формулою Сn H2n Оn , де n — числа натурального ряду.

Одна з назв моносахаридів утворюється з грецького числівника, що вказує кількість вуглецевих атомів у молекулі + закінчення – оза. В залежності від кількості вуглецевих атомів у молекулі,моносахариди поділяються на:

біози : n=2; С2 Н4 О2.

тріози : n =3; С3 Н6 О3.

Н–С=О Н2С–ОН

Н–С–ОН С=О

Н2С–ОН Н2С–ОН

гліцериновий альдегід

диоксіацетон

тетрози : n = 4 ; С4 Н8 О4.

пентози : n =5; С5 Н10 О5.

Н–С=О Н2 С–ОН

Н–С–ОН С=О

Н–С–ОН Н–С–ОН

Н–С–ОН Н–С–ОН

Н2 С– ОН Н2 С–ОН

рибоза рибульоза

гексози: n = 6 ; С6 Н12 О6.

Н–С=О Н2С–ОН

Н–С–ОН С=О

НО–С–Н НО–С–Н

Н–С–ОН Н–С–ОН

 Н–С– ОН Н–С–ОН

Н2С–ОН Н2С–ОН

Глюкоза фруктоза

Деякі моносахариди (глюкоза – фруктоза),(рибоза – рибульоза), маючи одна-ковий кількісний і якісний склад відрізняються будовою, а значить і властивостями.

Речовини які мають однаковий кількісний і якісний склад але різну будову властивості називаються ізомерами.

Моносахаридам характерно декілька видів ізомерії: По розміщенню карбонільної групи їх поділяють на альдози і кетози.

1. Якщо карбонільна група знаходиться біля первинного атома вуглецю, то вона трансформується у альдегідну. Відповідний моносахарид називається альдозою (гліцериновий альдегід – альдотріоза; рибоза – альдопентоза ; глюкоза – альдо-гексоза ).

2. Якщо карбонільна група знаходиться біля вторинного атома вуглецю, то вона перетворюється у кетонну, а відповідний моносахарид отримує назву кетози.

(Диоксіацетон – кетотріоза; рибульоза – кетопентоза; фруктоза – кетогексоза).

Циклічна ізомерія. Утворення циклічних форм моносахаридів пояснюють без-ліччю конформацій , яких набуває вуглецевий ланцюг моносахариду в розчині.

1. Якщо у молекулі альдози відбувається зближення 1-го і 5-го (у кетози 2-го і 6-го) атомів вуглецю, то взаємодія функціональних груп що знаходяться біля них, приводить до утворення шестичленного циклу який називається піранозним.

Глюкоза у даній циклічній формі носить назву глюкопіранози; рибоза – рибо-піранози ; фруктоза – фруктопіранози.

2. Якщо у молекули альдози відбувається зближення 1-го і 4-го (у кетози 2-го і 5-го) атомів вуглецю, то взаємодія функціональних груп, що знаходяться біля них, приводить до утворення п‘ятичленного ( фуранозного ) циклу.

Новий гідроксил, що утворюється під час циклізації (–ОН) – більш активний ніж інші спиртові гідроксили, носить назву глікозидного.

Якщо глікозидний гідроксил розміщений у просторі праворуч від С–С ланцю-га,то моносахарид називається - аномером, а якщо ліворуч – -аномером.

У першому випадку глюкоза зоображена у вигляді аномеру, а аномер зображено на прикладі фруктози у фуранозній формі.

Основні вимоги до написання перспективних (циклічних) формул моносахаридів.

1. Піранозні кільця мають вигляд правильних шестикутників, фуранозні – правильних п‘ятикутників.

2. Кисневий атом, що замикає цикл, розміщується на рисунку у верхньому правому куті для піранозних структур чи у вершині для фуранозних.

3. Атом вуглецю що сполучений з глікозидним гідроксилом розміщується праворуч від кисневого атома.

4. Групи атомів що розміщуються праворуч від С–С скелету моносахариду, записують під площиною циклу; ті що зліва – над площиною циклу.

5. Якщо останній атом вуглецю циклу зв‘язаний з яким-небудь угрупуванням атомів ,то воно записується над площиною циклу.У разі його відсутності, вільні валентності вуглецю заповнюються атомами водню.

6. Атоми вуглецю,як правило, в циклі не записують.

Наприклад: взаємодія функціональних груп 1-го і 5-го атомів вуглецю у глюкози приводить до утворення піранозного циклу.

Хімічні властивості моносахаридів визначаються властивостями карбонільної групи, глікозидного та спиртових гідроксилів.

Окислення: альдози легко окислюються різними окисниками з утворенням відпо-відних кислот:

Остання, в складі похідних, входить до складу сполучних тканин організму.

Кетози окислюються з розривом вуглецевого ланцюга молекули, утворюючи суміш кислот:

Н–С–ОН CH2–COOH + СН–СН–СН–СООН

С=О ОН ОН ОН ОН

НО–С–Н (гліколева) (триоксімасляна)

Н–С–ОН

Н–С–ОН НООС–СООН + НООС–СН–СН–СН–СО

 Н–С–ОН ОН ОН ОН

Н (щавлева) (винна)

Відновлення альдоз та кетоз приводить до утворення відповідних багатоатомних спиртів.

+Н

СН2–СН–СН–СН–СН–СНО СН2–СН–СН–СН–СН–СН2

ОН ОН ОН ОН ОН ОН ОН ОН ОН ОН ОН

(глюкоза) (сорбіт–замінник цукру для діабетиків. При вживанні не піднімає рівень глюкози у крові)

+Н

СН2–СН–СН–СН–СНО СН2–СН–СН–СН–СН2

ОН ОН ОН ОН ОН ОН ОН ОН ОН

(рибоза ) (рибітол –вихідна форма для Vit B2

Велике значення для протікання процесів метаболізму мають складні моно – і дифосфорні ефіри глюкози, фруктози, рибози та фосфорної кислоти.

Взаємодіючи із спиртами по глікозидному гідроксилу, моносахариди утворюють прості ефір– глікозиди, які володіють біологічною активністю та входять до складу багатьох лікарських препаратів.

CH2OH CH2OH

H H H H

H H

OH H +CH3OH OH H +H2O

OH OH OH O–CH3

H OH H OH

(метил–глюкозид

При взаємодії двох молекул моносахаридів по глікозидних та спиртових гідроксилах утворюються прості ефіри – дисахариди.

–Глюкопіраноза взаємодіючи з –фруктофуранозою утворює сахарозу:

CH2OH CH2OH

H H H H

H H

OH H + OH H + H2O

OH OH OH O

H OH H OH

**3. Дисахариди**

Дисахариди – складні вуглеводи молекули яких при гідролізі утворюють дві молекули моносахаридів. Загальна формула дисахаридів: С12 Н22 О11.

По здатності відновлювати оксиди металів до металу, дисахариди поділяють на відновлючі та невідновлюючі.

1. Якщо у процесі утворення дисахариду відщеплення води відбувається за рахунок глікозидного гідроксилу однієї молекули моносахариду та спиртового гідроксилу другої молекули моносахариду, то такий дисахарид називається відновлюючим (відновлює оксиди металів до металів).

2. Якщо відщеплення води проходить за рахунок глікозидних гідроксилів обох молекул моносахаридів,то такий дисахарид називають невідновлюючим (не відновлює оксиди металів до металів).

Сахароза – невідновлюючий дисахарид що утворений залишками –глюко-піранози та –фруктофуранози. Широкорозповсюджений у природі дисахарид, який добувають з цукрового буряка 16-20 % та тростини 14-26 % (від загальної маси). При гідролізі утворює інвертний цукор ( суміш глюкози і фруктози ).

CH2OH CH2OH

H H H H

H H

OH H OH H

OH O OH OH

H OH +H2O H OH

HOCH2 O HOCH2 O OH

 H OH H OH

 H CH2OH H CH2OH

OH H OH H

Мальтоза – відновлюючий дисахарид, який утворено двома залишками – глюкопіранози, що з‘єднані 1;4–глікозид–гідроксильним зв‘язком. Солодовий цукор наполовину менш солодший ніж сахароза.

Лактоза – молочний цукор що міститься у молоці (4–5 %). Відновлюючий дисахарид який складається із залишків –галактопіранози і - глюкопіранози що зв‘язані 1;4–глікозид-гідроксильним зв‘язком.

**4. Полісахариди**

Полісахариди – природні високомолекулярні сполуки ( біополімери ) молекули яких складаються з великої кількості залишків моносахаридів, що сполучаються між собою глікозид - гідроксильними зв‘зками.

Загальна формула ( С6 Н10 О5 ) n , де n= 1000000 – 3000000.

За якісним складом полісахариди поділяють на гомополісахариди – складаються з однакових залишків моноз ( крохмаль, глікоген, целюлоза) та гетерополісахариди – складаються з різних залишків моноз ( гіалуронова та хондроїтинсірчана кислоти, гепарин ).

Крохмаль на 25% складається з амілози та амілопектину – 75%.

Амілоза ( Mr 16000–160000) – лінійний полімер що побудований із залишків - глюкопіранози які сполучені між собою 1-4-глікозид-гідроксильними зв‘язками. Утворює щільну,компактну структуру.

Амілопектин (Mr = 100000 - 1000000) розгалуджений полімер який складається із залишків - глюкопіранози що зв‘язані між собою 1;4 та 1;6 глікозид- гідроксильними зв‘язками у співвідношенні 25:1.
В харчовому тракті людини під впливом ферменту амілази чи при нагріванні в присутності кислоти, відбувається розщеплення крохмалю згідно схеми

( С6 Н10 О5 )n ( С6 Н10 О5 )m С12 Н22 О11 n C6 H12 O6

n>m

крохмаль декстрини мальтоза глюкоза.

Глікоген – тваринний крохмаль. Складається із залишків –глюкопіранози які зв‘язані між собою 1;4 та 1;6 глікозид-гідроксильними зв‘язками у співвідно-шенні 12:1. Має більш розгалудженішу і компактнішу структуру ніж крохмаль. Виконує депонуючу роль синтезуючись із глюкози. При запасанні 50-60 г глікогену на 1кг ваги тіла, глюкоза перетворюється не в глікоген а в жир.

Гетерополісахариди – містяться у сполучних тканинах,слизових виділеннях.

Гіалуронова кислота – лінійний полімер –глюкуронової кислоти та - ацетилглюкозаміну. Складає основу скловидного тіла ока.Входить до складу клітинних оболонок виконуючи захисну роль. Бактерія потрапляє в клітину лише після того, як ферментативно розщепить її.

Гепарин ( Mr 20000 ) має подібний склад до хондроїтинсірчаної кислоти але ін-шу будову. Володіє антикоагулюючими властивостями. Міститься у печінці, легенях, селезінці, крові. У медицині використовується як кров‘яний консерву-ючий засіб.

Хондроїтинсірчана кислота – складається із глюкуронової кислоти та сірчано-кислого ефіру ацетилгалактозаміну. Знайдена у складі клітинних оболонок , хрящів, кісткової тканини , рогівки ока.

**Питання для самоконтролю**

1.Загальна характеристика, поширення в організмі, класифікація вуглеводів.

2. Класифікація по кількості вуглецевих атомів у молекулі.

3. Ізомерія моносахаридів;

4. Реакції окислення , відновлення, утворення простих та складних ефірів альдоз та кетоз.

5. Будова і класифікація дисахаридів:

6. Сахароза;

7. Мальтоза;

8. Лактоза.

9. Будова та класифікація полісахаридів:

10. Крохмаль;

11. Глікоген;

12. Хондроїтинсірчана кислота;

13. Гіалуронова кислота;

14. Гепарин.