

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

Кафедра біохімії та гігієни

Параняк Н.М.

Вуглеводи. Будова, властивості, біологічна роль

Лекція з навчальної дисципліни

«Біохімія»

для студентів спеціальності **227 Фізична терапія, ерготерапія**

(шифр і назва спеціальності)

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

на засіданні кафедри

біохімії та гігієни

«31» серпня 2018 р. протокол № 1

Завідувач кафедри _____ Ю.Р.Борецький

Лекція
Вуглеводи. Будова, властивості, біологічна роль

ПЛАН

1. Загальна характеристика.
2. Класифікація.
3. Структура, властивості та функції вуглеводів в організмі
4. Перетравлювання і всмоктування вуглеводів
5. Регуляція обміну вуглеводів

1. Загальна характеристика.

Вуглеводи – біохімічні сполуки, які утворюються в рослинах як первинні продукти фотосинтезу та є важливою складовою частиною живих організмів.

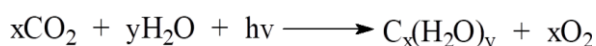
Вуглеводи за хімічною будовою – це багатоатомні спирти, які містять оксогрупу.

Елементарний склад вуглеводів

Вуглеводи складаються з наступних хімічних елементів: вуглецю, водню, кисню. Загальна формула $C_nH_{2n}O_n$ може бути записана $C_n(H_2O)_n$. Вуглеводи представляють собою сполуки, що складаються з вуглецю та води.

Вуглеводи – найбільш поширені органічні речовини в природі. Вони становлять основну масу рослин (біля 75-85%) у перерахунку на суху масу речовини та більшу частину раціону людини, є основним джерелом енергії. Протягом дня людина в середньому споживає 110 – 130 г білків, близько 80-100 г жирів, 450-500 г вуглеводів.

ФОТОСИНТЕЗ



Вуглеводи здатні відкладатися у вигляді крохмалю в рослинах і глікогену в організмі людини і тварин. Ці запаси витрачаються по мірі необхідності. В організмі людини вуглеводи відкладаються в печінці та м'язах, які є їхніми депо.

2. Класифікація вуглеводів

За сучасною класифікацією вуглеводи діляться на три основні групи: моносахариди, олігосахариди і полісахариди.

Моносахариди (прості цукри) не піддаються гідролізу, отримати з них більш прості вуглеводи неможливо. До моносахаридів відносяться: рибоза, дезоксирибоза, глюкоза, фруктоза, галактоза і ін.

Олігосахариди складаються з декількох (до 10) моносахаридів, з'єднаних ковалентними зв'язками. При гідролізі вони розщеплюються на моносахариди, що входять до складу їх молекули. Найбільш поширені дисахариди: сахароза (тростинний цукор), що містить у своїй молекулі залишки глюкози і фруктози, лактоза (молочний цукор), що складається із залишків глюкози і галактози, та ін.

Полісахариди являють собою довгі нерозгалужені або розгалужені ланцюги, що включають сотні, тисячі моносахаридів. Найчастіше полісахариди складаються з глюкози. Найбільш поширені такі полісахариди: целюлоза (клітковина), крохмаль, глікоген. Всі вони складаються тільки з залишків глюкози.

Моносахариди. Складаються з однієї молекули. Класифікуються в залежності від кількості атомів вуглецю на тріози, тетрози, пентози, гексози і т.д..

З **тріоз** в організмі має значення гліцериновий альдегід і діоксиацетон, які є проміжними продуктами розщеплення глюкози.

Пентози - рибоза і дезоксирибоза – складові частини РНК і ДНК.

Гексози – найбільш широко представлені в тваринному та рослинному світі. До них відносяться глюкоза, фруктоза, галактоза.

Глюкоза (виноградний цукор) є основним вуглеводом рослин і тварин. Вона є основним джерелом енергії, складає основу багатьох олігосахаридів, приймає участь у підтриманні осмотичного тиску. Утворені під час розпаду глюкози проміжні продукти використовуються для синтезу жирів та амінокислот. По рівню глюкози в крові судять про стан енергетичного обміну в організмі.

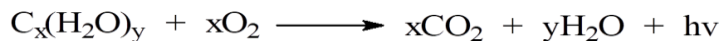
За хімічною будовою глюкоза є альдегідоспиртом, фруктоза – кетоспиртом.

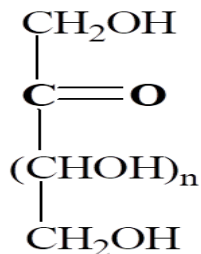
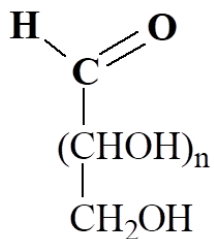
Моносахариди, що складаються з п'яти і більше атомів вуглецю, в розчинах існують у вигляді замкнених циклічних структур, що утворюються за рахунок внутрішньомолекулярних переміщень атомів. При цьому перший вуглеводний атом стає асиметричним, що передбачає наявність двох ізомерів моносахаридів – α і β , які в організмі можуть взаємно перетворюватись. Таке явище носить назву мутаротації.

3. Структура, властивості та функції вуглеводів в організмі

Вуглеводи за структурою – це альдегідоспирти або кетоспирти і їх похідні.

МЕТАБОЛИЗМ





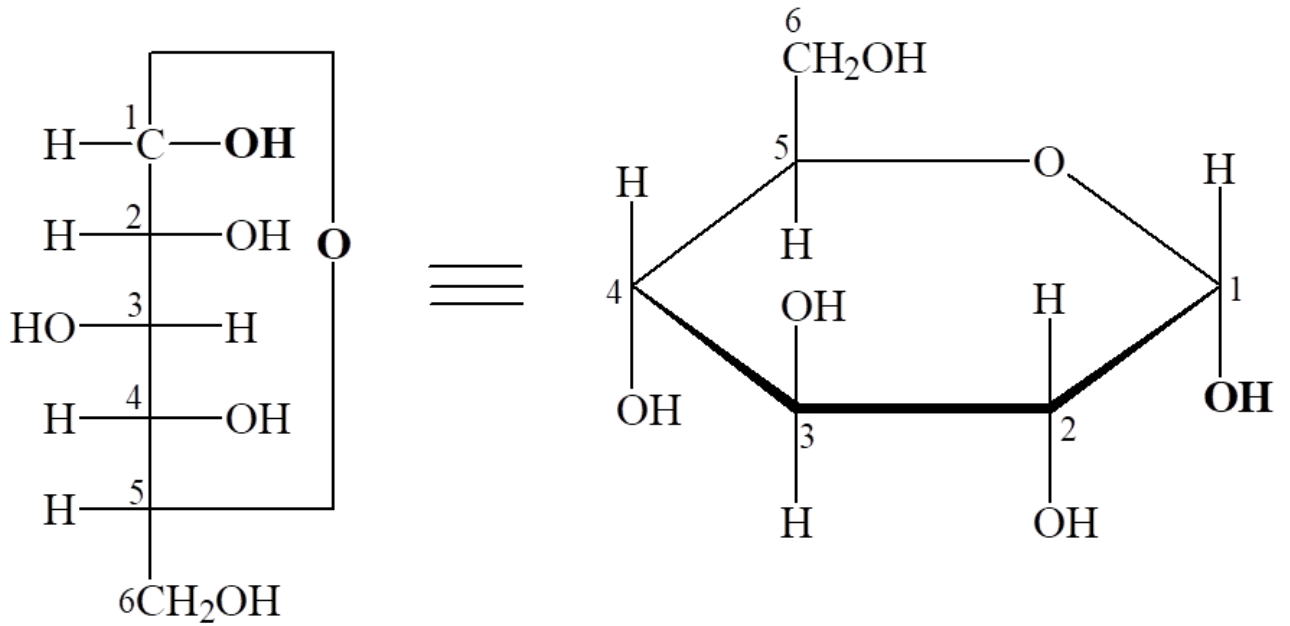
Альдозы $n=1-8$

Кетозы $n=1-7$
МОНОСАХАРИДИ.

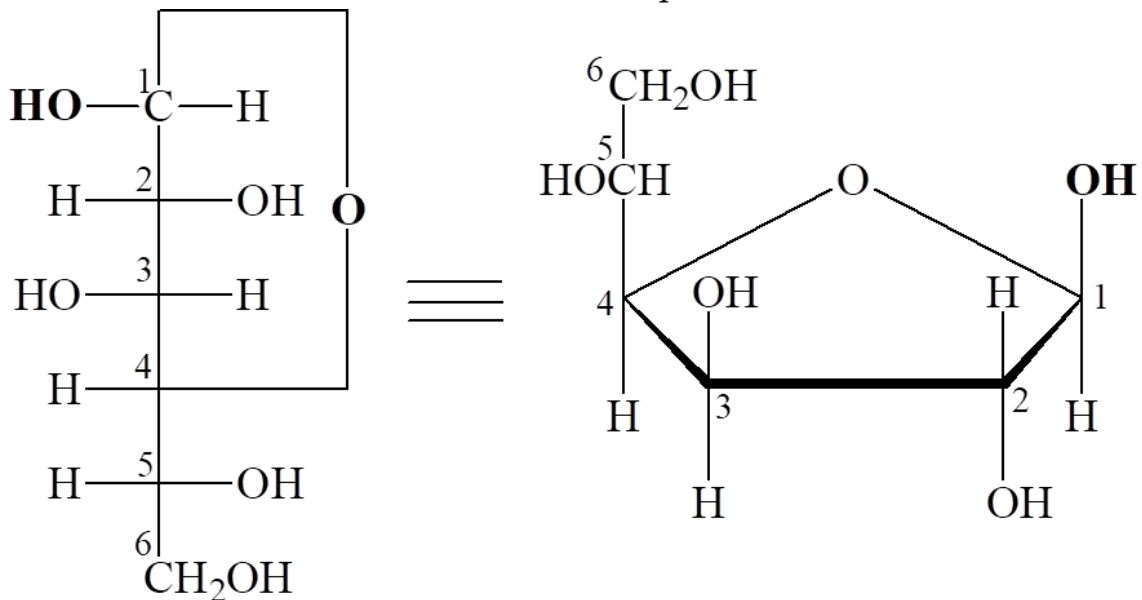
Будова і стереоізомерія



МОНОСАХАРИДИ. Циклічні форми



α -D-Глюкопираноза



β -D-глюкофураноза

Основні функції вуглеводів

Енергетична. В основному вуглеводи виконують енергетичну функцію. Вуглеводи є одним з основних джерел енергії для організму, забезпечуючи не менше 60% його енергозатрат. Для діяльності мозку, клітин крові, мозкової речовини нирок практично вся енергія постачається за рахунок

окислення глюкози. При повному розпаді 1г. глюкози виділяється 17,5 КДж/моль (4,1 ккал/моль) енергії.

Пластична – виконують пластичну функцію (беруть участь в утворенні ди-, оліго-, полісахаридів, амінокислот, ліпідів, нуклеотидів).

У всіх клітинах організму знаходяться вуглеводи та їх похідні. Вони входять до складу біологічних мембран і органоїдів клітин, приймають участь в утворенні ферментів, нуклеопротейдів. Від особливостей структури вуглеводів залежать фізико-хімічні властивості і біологічні особливості ДНК та РНК. Необхідно відзначити, що пентози містяться в таких нуклеотидах, як АТФ, АМФ, ГТФ, в яких резервується енергія обміну речовин.

Детоксикаційна функція (похідні глюкози, глюкуроніди, беруть участь у знешкодженні токсичних метаболітів і ксенобіотиків).

Захисна. В'язкі секрети (слиз), що виділяються залозами внутрішньої секреції, багаті вуглеводами та їх похідними (мукополісахариди). Вони захищують внутрішні стінки органів шлунково-кишкового тракту, носа, статевих органів від механічних та хімічних подразнень, проникнення патогенних мікроорганізмів.

Регуляторна. Їжа людини містить значну кількість клітковини, груба структура якої викликає механічні подразнення слизової оболонки шлунка і кишечника, приймають участь у регуляції акту перистальтики.

Специфічна. Окремі вуглеводи виконують в організмі особливі функції: приймають участь у проведенні нервових імпульсів, являються кофакторами ферментів, гіалуронова кислота зв'язує міжклітинну воду і катіони, регулюючи міжклітинний осмотичний тиск.

Дисахариди - вуглеводи, які гідролізуються на 2 моносахариди. У людини утворюється тільки 1 дисахарид - лактоза. Лактоза синтезується при лактації в молочних залозах і міститься в молоці. вона:

- є джерелом глюкози і галактози для новонароджених;
- бере участь у формуванні нормальної мікрофлори у новонароджених.

Олігосахариди - вуглеводи, які гідролізуються на 3 - 10 моносахаридів.

Полісахариди - вуглеводи, які гідролізуються на 10 і більше моносахаридів. Гомополісахариди виконують запасуючу функцію (глікоген - форма зберігання глюкози). Гетерополісахариди є структурним компонентом міжклітинної речовини (хондроїтінсульфати, гіалуронова кислота), беруть участь в проліферації і диференціюванні клітин, перешкоджають згортанню крові (гепарин).

4. Перетравлення і всмоктування вуглеводів

Вуглеводи їжі є в основному джерелом моносахаридів, переважно глюкози. Деякі полісахариди: целюлоза, пектинові речовини, декстрини, у людини практично не перетравлюються, в шлунково-кишковому тракті вони виконують функцію сорбенту (виводять холестерин, жовчні кислоти, токсини і д.р.), необхідні для стимуляції перистальтики кишечника і формування нормальної мікрофлори.

Вуглеводи - обов'язковий компонент їжі. У дорослої людини добова потреба в вуглеводах 400 г / добу, в целюлозі і пектині до 10-15 г / добу. Рекомендується вживати в їжу більше складних полісахаридів і менше моносахаридів.

Перетравлення – це процес гідролізу речовин до їх асимільованих форм.

Перетравлення буває:

- 1). Внутрішньоклітинне (в лізосомах);
- 2). Позаклітинне (в ШКТ):
 - а). порожнинне (дистантне);
 - б). пристінкове (контактне).

Перетравлення вуглеводів в **ротовій порожнині** (порожнинне)

У ротовій порожнині їжа подрібнюється при пережовуванні, змочуючись при цьому слиною. Слина на 99% складається з води і зазвичай має рН 6,8. У слині присутній гідролітичний фермент α -амілаза (α -1,4-глікозидаза), що

розщеплює в крохмалі α -1,4-глікозидні зв'язку. У ротовій порожнині не може відбуватися повне розщеплення крохмалю, тому що дія ферменту на крохмаль короткочасна. Крім того, амілаза слини не розщеплюється α -1,6-глікозидні зв'язки (зв'язки в місцях розгалужень), тому крохмаль перетравлюється лише частково з утворенням великих фрагментів - декстринів і невеликої кількості мальтози. Слід зазначити, що амілаза слини НЕ гідролізує глікозидні зв'язки у дисахаридах.

Перетравлення вуглеводів **в шлунку** (порожнинне)

Дія амілази слини припиняється в кислому середовищі (рН <4) вмісту шлунка, однак, всередині харчової грудки активність амілази може деякий час зберігатися. Шлунковий сік не містить ферментів, що розщеплюють вуглеводи, в ньому можливий лише незначний кислотний гідроліз глікозидних зв'язків.

Перетравлення вуглеводів **в тонкому кишківнику** (порожнинне і пристінкове).

У дванадцятипалій кишці кислий вміст шлунка нейтралізується соком підшлункової залози (рН 7,5-8,0 за рахунок бікарбонатів). З соком підшлункової залози в кишечник надходить *панкреатична α -амілаза*. Ця ендоглікозидаза гідролізує внутрішні α -1,4-глікозидні зв'язки в крохмалі і декстринах з утворенням мальтози, ізомальтози і олігосахаридів.

Особливість перетравлення вуглеводів в тонкому кишківнику полягає в тому, що активність специфічних оліго- і дисахаридаз в просвіті кишківника низька. Але ферменти активно діють на поверхні епітеліальних клітин кишківника.

Перетравлювання мальтози, ізомальтози і олігосахаридів відбувається під дією специфічних ферментів - екзоглікозидаз, що утворюють ферментативні комплекси. Ці комплекси знаходяться на поверхні епітеліальних клітин тонкого кишківника і здійснюють пристінкове травлення. Перетравлення вуглеводів закінчується утворенням моносахаридів - в основному глюкози, менше утворюється фруктози і галактози, ще менше - манози, ксилози і арабінози.

Всмоктування вуглеводів у кишківнику. Транспорт моносахаридів до клітин слизової оболонки кишківника може здійснюватися різними способами: шляхом полегшеної дифузії і активного транспорту. У випадку активного транспорту моносахариди переносяться за допомогою спеціальних білків-переносників. Ці білки розташовані на зовнішній поверхні мембран клітин тонкої кишки, вони сполучаються з певним моносахаридом (глюкозою або галактозою) та іонами Na^+ , утворюючи рухомий комплекс Na^+ –переносник–моносахарид. Процес транспорту потребує витрат енергії і за своєю сутністю є ферментативною реакцією. Важливою ланкою механізму всмоктування вуглеводів є трансмембранний перенос іонів Na^+ і K^+ – всмоктування вуглеводів сполучене з обміном електролітів – іонів Na^+ і K^+ . При різній концентрації глюкози в просвіті кишківника застосовуються різні механізми транспорту.

Завдяки активному транспорту епітеліальні клітини можуть поглинати глюкозу при її дуже низькій концентрації в просвіті кишківника.

Якщо ж концентрація глюкози велика, то вона транспортується в клітину шляхом полегшеної дифузії.

Транспорт глюкози із крові до клітин. Споживання глюкози клітинами з кровотоку відбувається шляхом полегшеної дифузії.

Перетворення вуглеводів після всмоктування. Моносахариди всмоктуються з тонкого кишківника в кров і системою ворітної вени потрапляють у печінку і далі в інші органи і тканини. У печінці близько 5% глюкози витрачається на синтез глікогену; 30–35% глюкози перетворюється на жири, а основна маса – 60–65% окиснюється до CO_2 і H_2O зі звільненням енергії.

Невелика кількість глюкози завжди циркулює в крові і є необхідною умовою нормального обміну речовин в організмі. У дорослих людей вміст глюкози складає в середньому 3,33–5,55 ммоль/л. Підвищення вмісту глюкози в крові вище зазначеного рівня називається гіперглікемією. У разі зростання вмісту глюкози в крові (понад 1,8 г/л) гіперглікемія вже супроводжується виділенням цукру із сечею – глюкозурією. Гіперглікемія може бути

фізіологічною і патологічною. Перша трапляється за умов вживання великої кількості вуглеводів і називається аліментарною або харчовою гіперглікемією. Патологічна ж гіперглікемія і глюкозурія спостерігаються при захворюванні цукровим діабетом. Захворювання пов'язане з нестачею гормону підшлункової залози – інсуліну.

5. Регуляція обміну вуглеводів

Обмін вуглеводів регулюється нервовою системою і залозами внутрішньої секреції. Важливе місце в регуляції обміну вуглеводів належить гормону підшлункової залози – інсуліну, що утворюється в β -клітинах підшлункової залози. Інсулін знижує рівень глюкози в крові шляхом активного використання її клітинами тканин, тобто підвищує проникність мембран клітин для глюкози, що призводить до зменшення її вмісту в крові. При надлишку глюкози в клітинах інсулін стимулює синтез глікогену в печінці й м'язах, окиснювання моносахаридів і перетворення їх у ліпіди.

При недостатності інсуліну спостерігається підвищення рівня глюкози в крові (гіперглікемія), надлишкове виведення глюкози із сечею (глюкозурія) і зниження кількості глікогену в печінці. З інших гормонів важливе значення має адреналін – гормон мозкової речовини наднирників. Він викликає гіперглікемію, тому що активує фермент печінки фосфорилазу, яка каталізує розпад глікогену до вільної глюкози. У м'язах адреналін активує розпад глюкози до молочної кислоти.

Впливають на рівень глюкози в крові гормони надниркових залоз – глюкокортикоїди. Вони підвищують її кількість шляхом активації вироблення глюкози з неуглеводних компонентів (глюконеогенез). Особлива роль у регуляції обміну вуглеводів належить печінці. У ній активно протікає розпад і синтез глікогену. При гіпоглікемії відбувається активний розпад глікогену печінки до глюкози, що потім надходить у кров. При гіперглікемії клітини печінки активно захоплюють глюкозу із крові і використовують її для синтезу глікогену.

Рекомендована література

Базова

1. Практикум з біохімії: Навчальний посібник / В.М.Трач, М.Г.Сибіль, І.З.Гложик, І.М.Башкін, - Л., - ЛДУФК. – 2014. – 238 с.
2. Биохимия. Учебник для инст-тов физ. культуры //Под ред. В.В. Меншикова, Н.И.Волкова, - М.: ФиС, 1986.
3. Биохимия. Учебник для инст-тов физ.культуры //Под ред. Н.Н.Яковлева.-2е изд., М.: ФиС, 1974.
4. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия. - Москва.: Медицина, 1998. - 704 с.
5. Біологічна і біоорганічна хімія: у 2 кн.: підручник. Кн. 2. Біологічна хімія / Ю. І. Губський, І. В. Ніженковська, М. М. Корда та ін. – Київ, ВСВ «Медицина», 2016. – 544 с.
6. Біологічна хімія. Боєчко Ф.Ф.- К.: Вища школа, 1989.
7. Біохімія людини : підручник / Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук ; за ред. Я. І. Гонського. — 3-тє вид., випр. і допов. — Тернопіль : ТДМУ, 2017. — 732 с.

Допоміжна

1. Біологічна хімія. Лабораторний практикум : практикум / [М. М. Корда, Г. Г. Шершун, М. І. Куліцька та ін.] ; за ред. М. М. Корди. — 3-тє вид., випр. і допов. – Тернопіль : ТДМУ, 2015. — 216 с.
2. Боєчко Ф.Ф., Боєчко Л.О. Основні біохімічні поняття, визначення і терміни. - К.: Вища школа, 1993. - 527 с.
3. Кучеренко М.Є., Бабенюк Ю.Д., Войціцький В.М. Сучасні методи біохімічних досліджень. - К.: Фітосоціоцентр, 2001. - 423 с.
4. Ленинджер А. Основы биохимии. - М.: Мир, 1986. - Т. 1-3.
5. Лисиця А.В. Біохімія. Практикум. Суми: Університетська книга, 2009. – 239 с.

Інформаційні ресурси

- 1) інтернет;
- 2) бібліотеки:

- бібліотека ЛДУФК(м. Львів, вул. Костюшка);
- Львівська наукова бібліотека імені В.Стефаника НАН України (м. Львів, вул. В. Стефаника);
- Львівська обласна наукова бібліотека (м. Львів, просп. Шевченка);
- Наукова бібліотека ЛНУ імені І.Франка (м. Львів, вул. Драгоманова)

