



Біохімія вуглеводів

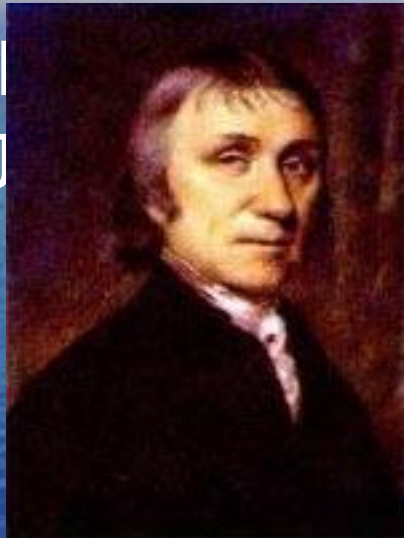
План лекції

- Біохімія як наука
- Хімічний склад тварин
- Загальна характеристика вуглеводів
- Біохімія окремих класів вуглеводів

Література

- Кононський О.І. Біохімія тварин / О.І. Кононський. - Підручник. – 2-ге вид. – К.: Вища шк., 2006. – С. 5 – 38.
- Биохимия животных / А.В. Чечеткин, И. Д. Головацкий, П.А.Калиман, В.И. Воронянский. Под ред. А.В. Чечеткина. – М., Высш. Школа, 1982. – С. 10 – 33.

Фундатори біохімії



- Парацельс (Філіп Ауреол Теофраст Бомбаст фон Гогенгейм) – засновник ятрохімії
- Прістлі Дж. – відкрив кисень

Біохімія – наука, що вивчає
хімічний склад живого,
процеси обміну речовин у
живих організмах

- Статична біохімія
- Динамічна біохімія
- Функціональна біохімія
- Фітобіохімія
- Зообіохімія
- Медична біохімія
- Ветеринарна клінічна біохімія

Хімічний склад живих організмів

- Макроеленти: 0,001 – 62%: O, C, H, N, K, Na, Ca, Mg, P, Cl, S (Fe)
- Мікроелементи: 0,001 – 0,000001%: Cu, Mn, Zn, I, B, Co, F, (Fe)
- Ультрамикроелементи <0,000001%: Pb, V, Au, Hg

Класи речовин живих організмів

- Вода – 66%
- Білки – 17%
- Ліпіди – 16 – 20%
- Вуглеводи – 1,5 – 2%
- Нуклеїнові кислоти
- Мінеральні речовини – 3 – 5%

Вуглеводи – органічні речовини, що складаються з С,Н,О, за хімічною будовою є альдо- або кетоспиртами

Функції вуглеводів

- **Енергетична** – 100г глюкози = 386 ккал, вуглеводи забезпечують 70% енергетичних потреб
- **Резервна**: глікоген – основний запасний вуглевод (у печінці, м'язах – 8 – 12%)
- **Структурна**: складові частини білків, ліпідів, нуклеїнових к-т

Функції вуглеводів

- **Захисна:** входять до складу захисних білків – антитіл, глюкуронова к-та зв'язується і виводить токсини з організму
- **Метаболічна:** продукти вуглеводного обміну використовуються для синтезу інших сполук

Глікоген у гепатоцитах печінки (1)



Вуглеводи

- Прості – *моносахариди*, складаються з однієї молекули кето- або альдоспирту: глюкоза, фруктоза, рибоза, галактоза
- Складні – *полісахариди*, у залежності від складності поділяються на: *олігополісахариди* (2-10 моносахарид.) *власне полісахариди* (>10)

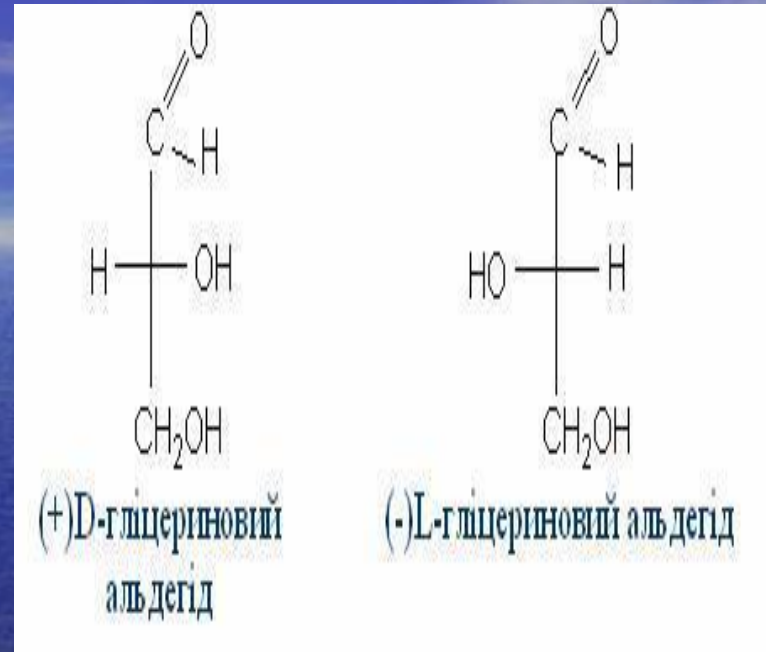
Моносахариди

- **Моносахариди** – прості вуглеводи, загальна формула $C_n(H_2O)_m$, назва має суфіксальне закінчення **–оза**.
- **Фізико-хім. властивості:** білі кристалічні речовини, добре розчинні у воді, солодкі на смак, оптично активні

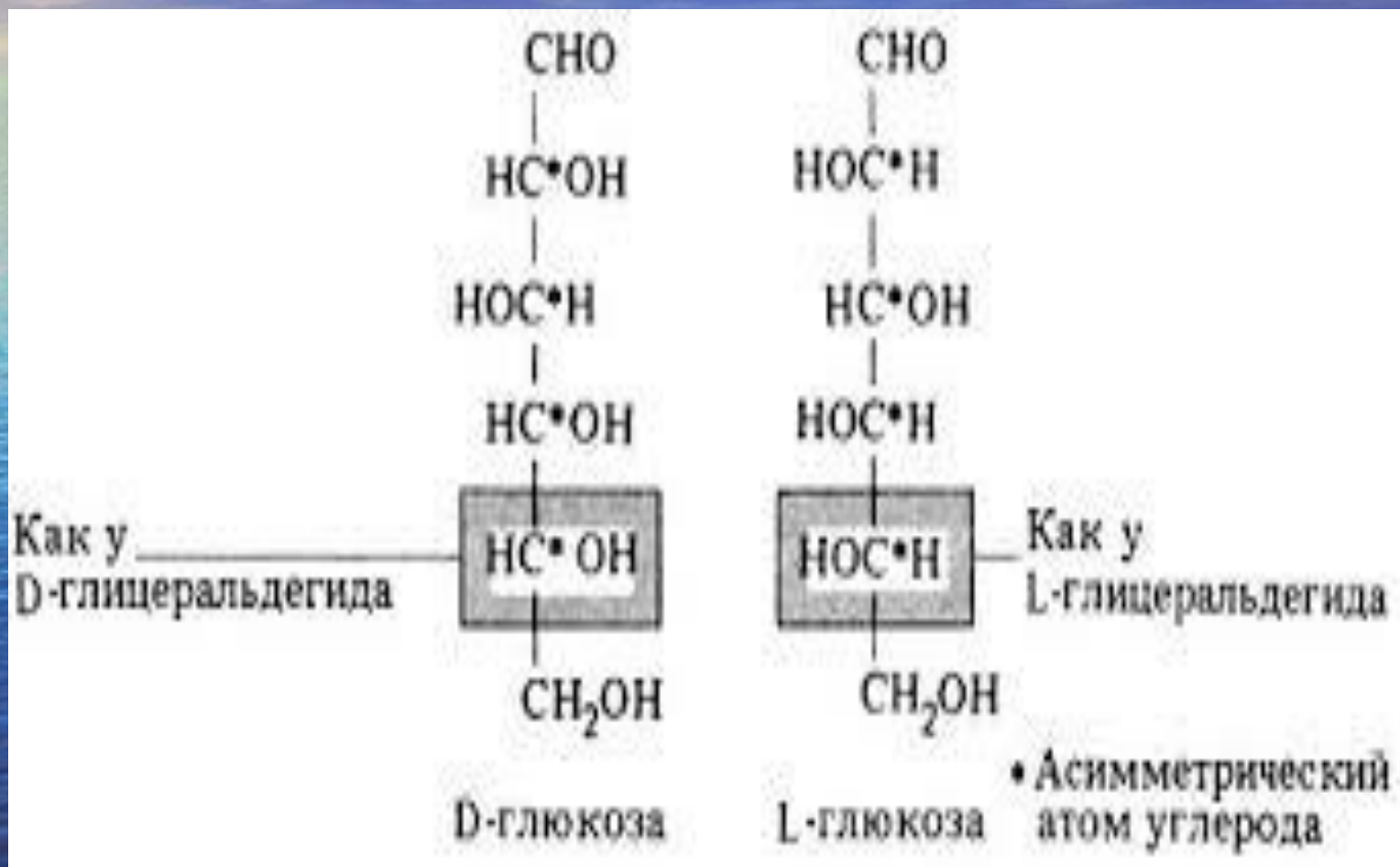
Ізомерія моносахаридів

- Для моносахаридів характерно декілька типів ізомерій: *структурна, просторова*. Для просторової характерним є розташування груп біля асиметричних атомів Карбону. Кількість асиметричних атомів Карбону у молекулі моносахариду визначають $n-2$

- За основу просторової ізомерії взято будову гліцеринового альдегиду, що містить 1 асиметрич. атом Карбону. Якщо **група –ОН** біля цього атома справа, то це D-ізомер, якщо зліва, то це L-ізомер



Просторові ізомери глюкози



Класифікації моносахаридів

- Існує дві класифікації моносахаридів:
- - *за кількістю атомів Карбону в молекулі (n);*
- - *за наявністю функціональної групи*

За кількістю атомів Карбону:

- $n=3$ – *тріози* (гліцериновий альдегід);
- $n=4$ – *тетрози* (еритроза)
- $n=5$ – *пентози* (арабіноза, ксилоза, рибоза, дезоксирибоза);
- $n=6$ – *гексози* (глюкоза, галактоза, маноза, фруктоза);
- $n=7$ – *гептози* (седогептулоза);

За кількістю атомів Карбону

- $n = 8$ – *ОКТОЗИ* (глюкооктоза, манооктоза, галактооктоза);
- $n = 9$ – *НОНОЗИ* (нейрамінова кислота);
- $n = 10$ – *ДЕКОЗИ*

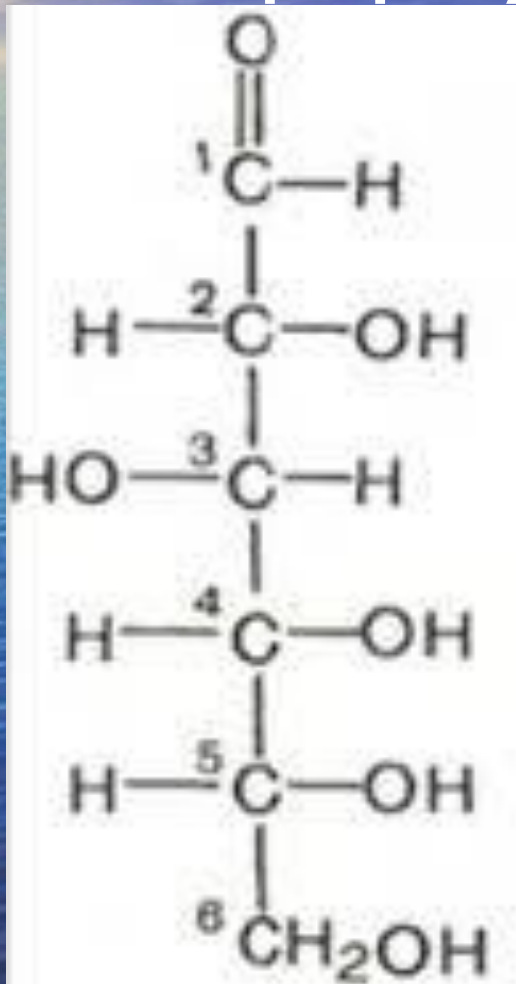
Класифікація вуглеводів

- За наявністю функціональних груп моносахариди поділяються на:
- - *альдози*, що мають альдегідну групу;
- - *кетози*, що мають кетогрупу

Формули моносахаридів

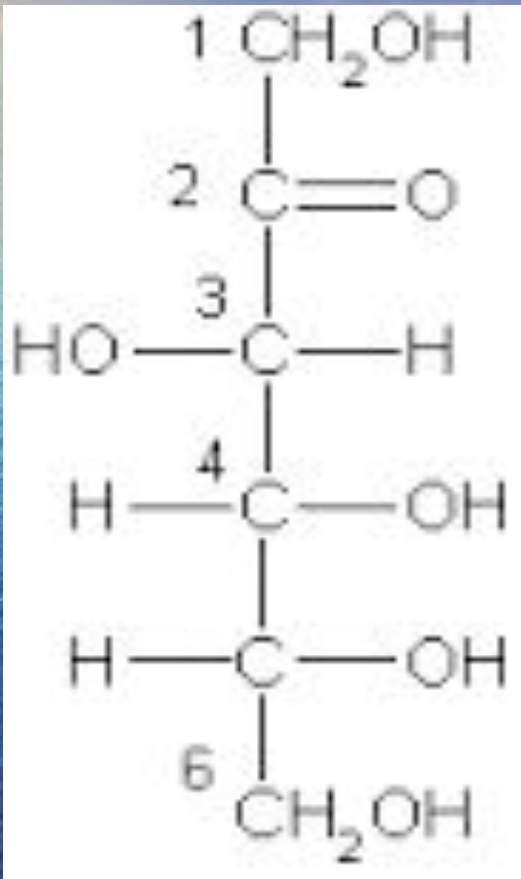
- Формула молекули моносахаридів може бути лінійною або циклічною. Циклічна форма характерна для пентоз та гексоз

Лінійні формули моносахаридів



- Лінійна формула D-глюкози, належить до класу **гексоз** (містить 6 карбонів), **альдоз** – біля 1 Карбону знаходиться альдегідна група

Лінійні формули моносахаридів

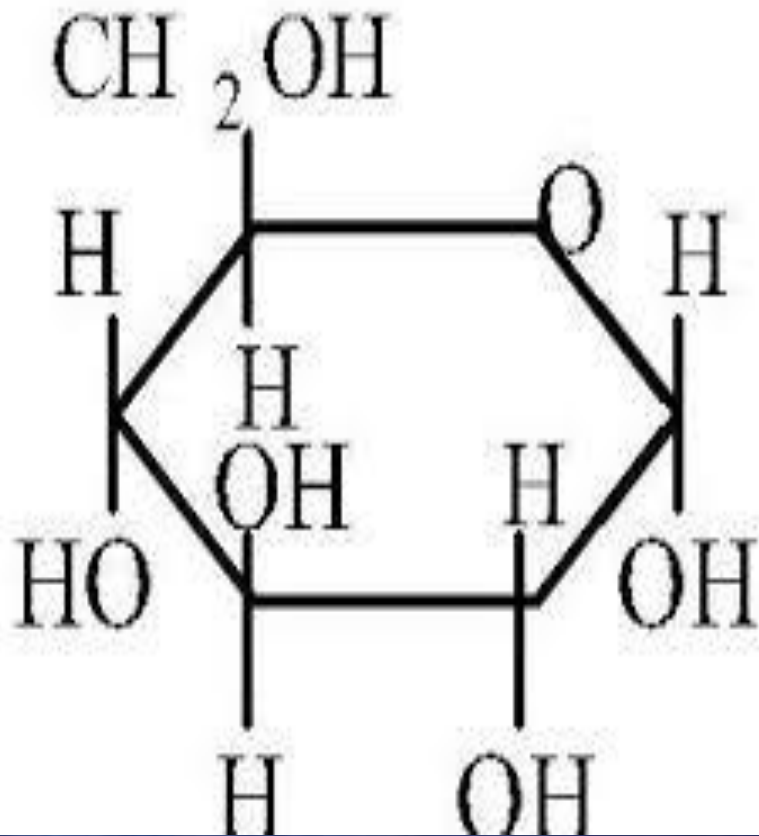


- Формула D-фруктози, належить до класу гексоз, кетоз: біля 2 Карбону знаходиться кето- група

Циклічні формули моносахаридів

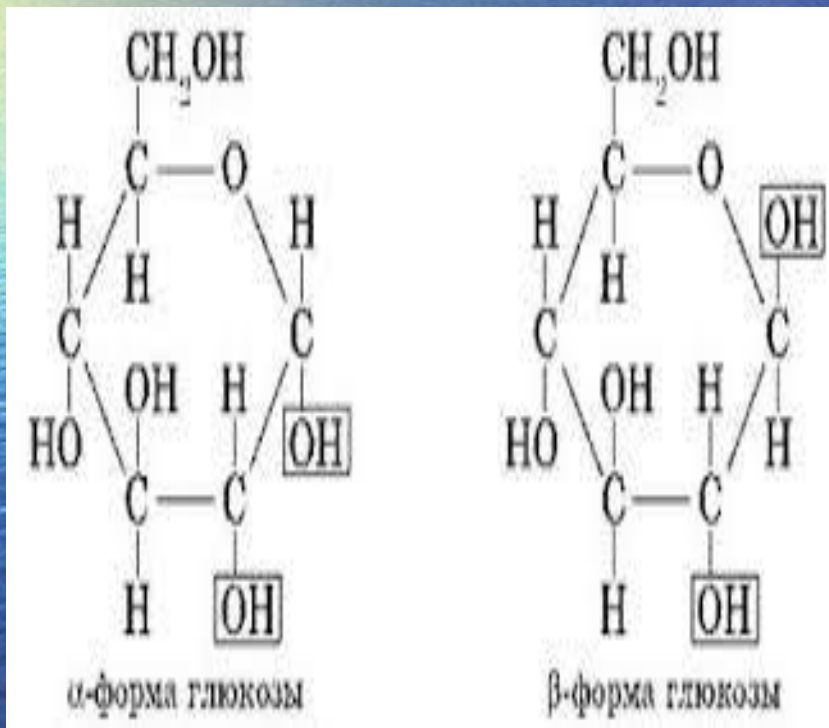
- Лінійні молекули моносахаридів здатні до реакцій таутомеризації і можуть утворювати циклічні форми: *піранозну* – шестичленну, *фуранозну* – п'ятичленну

Циклічна формула D-глюкози



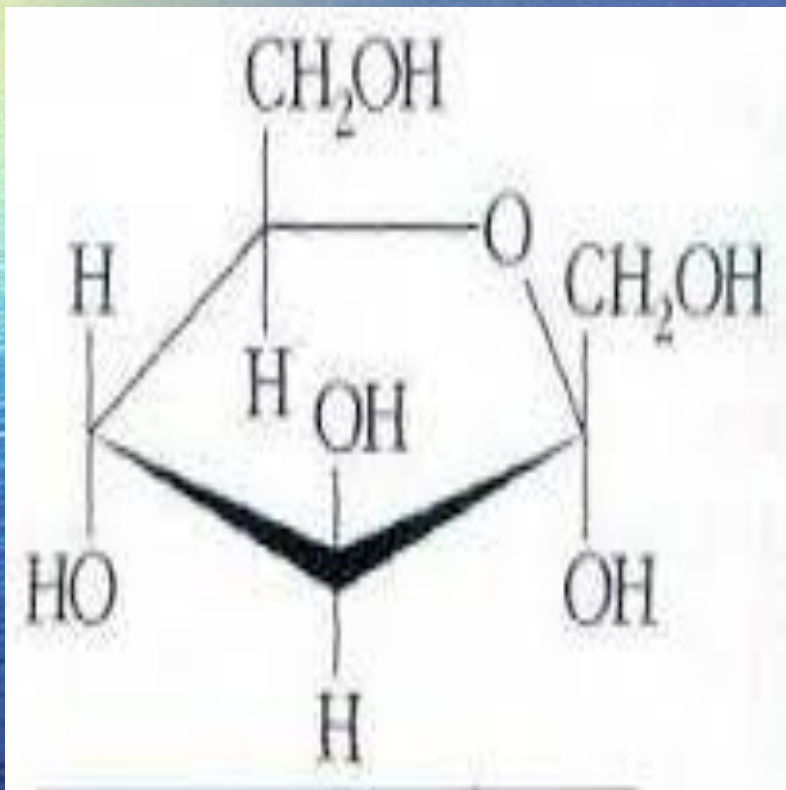
- Циклічна формула *α, D – глюкози* (піранозна). Перший атом Карбону – напівацетальний, якщо група –OH знаходиться внизу – α-форма

Циклічна формула глюкози



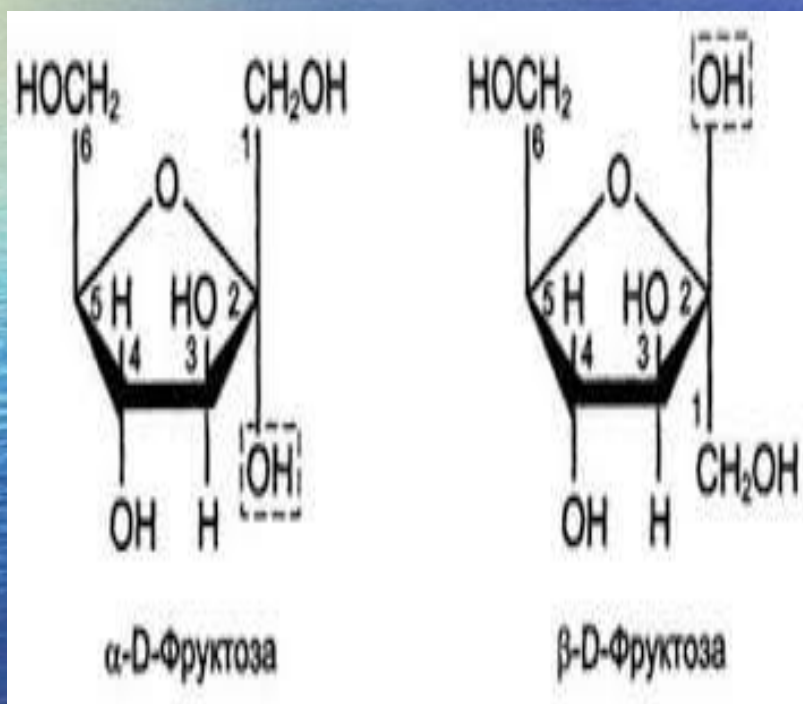
- β – форма відрізняється розташуванням груп Н- та –ОН.
- Тваринні організми здатні засвоювати лише **α – форму** моносахаридів

Циклічна формула фруктози



- Фруктоза набуває піранозної форми. Тваринними організмами не синтезується, знаходиться у рослинах, повертає поляризоване світло вліво - *левулоза*

Різні форми циклічної фруктози

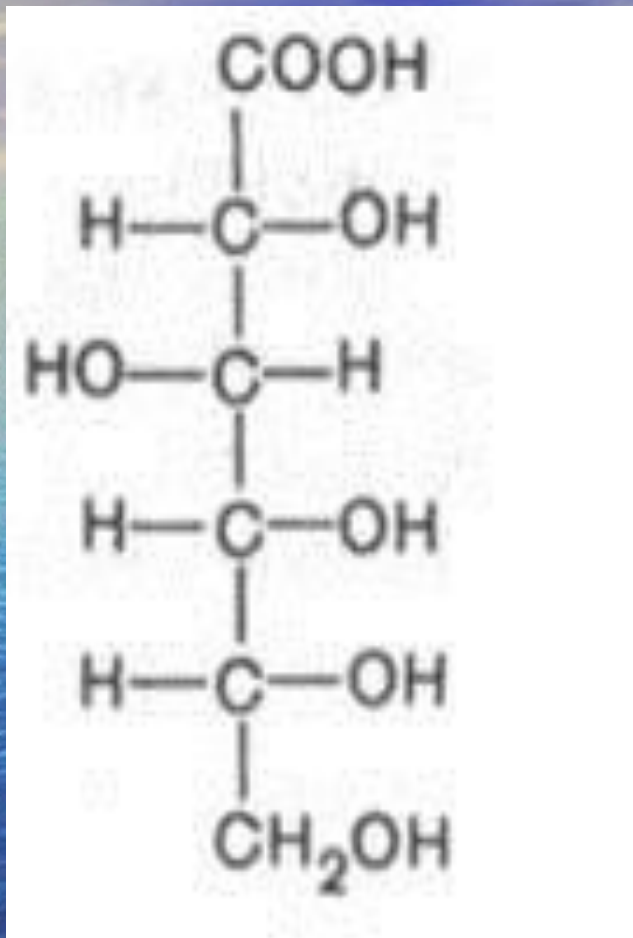


- Циклічна фруктоза також може знаходитись у двох формах: α – і β -. У складі більшості рослинних вуглеводів фруктоза входить у β - формі

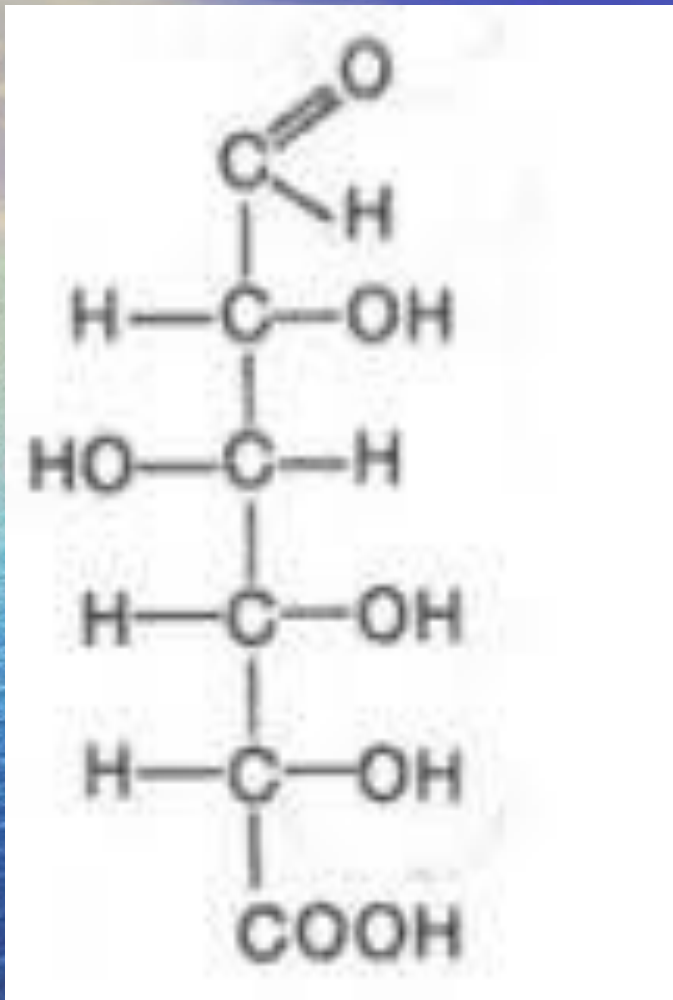
Хімічні властивості моносахаридів

- Моносахариди за рахунок спиртової (С-ОН) та альдегідної груп здатні вступати у хімічні реакції. Найбільш важливими є окисно – відновні реакції. Найчастіше моносахариди окиснюються за 1 та 6 атомами Карбону, при цьому віддають електрон і відновлюють інші сполуки.

- **Глюкоза** – найважливіший моносахарид крові та інших тканин тварин. Глюкоза є енергетичним джерелом, окрім того глюкоза – універсальний відновник окислених сполук.
- Здатність моносахаридів окислюватись, відновлюючи інші сполуки називають **редукуючою** або відновною.



- Глюкоза, при окисленні за 1 Карбоном, утворює глюконову (глюкальдонову) кислоту



- Глюкоза, окислюючись за 6 Карбоном, утворює глюкуронову кислоту. Глюкуронова кислота – найважливіший детоксикант, що зв'язується з токсичними речовинами.

Редукуючу здатність глюкози використовують при патологіях тварин, вводячи її розчин для відновлення хімічних сполук, у фармації глюкозу додають до аскорбінової кислоти (віт.С) для запобігання окиснення



dhs ДУСН-ИНТЕР

**АСКОРБИНОВАЯ КИСЛОТА
С ГЛЮКОЗОЙ**

Аскорбиновая кислота + (D-глюкоза)

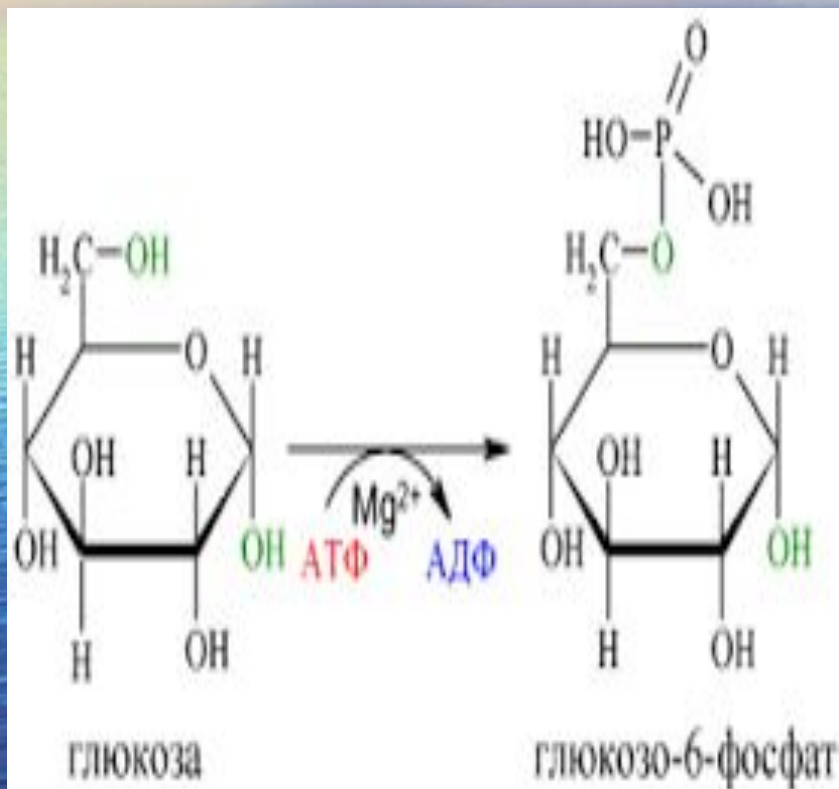
40 таблеток по 100 мг + 877 мг

ООО «Фармстандарт-Лексредства» г. Москва,
ул. Академика, 28, тел./факс (847) 027 019



- Глюкоза не лише окиснюється, а і *відновлюється* до спирту *сорбітолу*, що використовується як замітник цукру

Реакції етерифікації моносахаридів

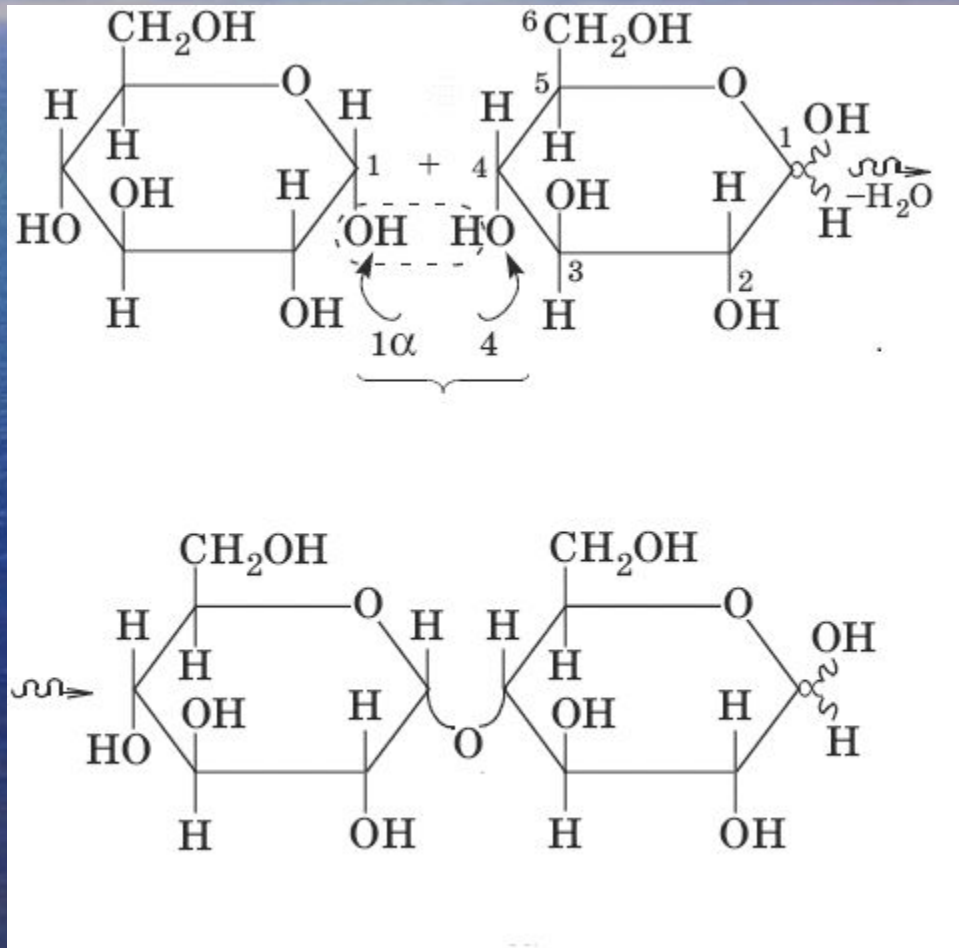


- За рахунок спиртових груп моносахариди здатні взаємодіяти з кислотами, утворюючи етери (ефіри). Найчастіше – це фосфати, сульфати

Реакції конденсації

- Моносахариди здатні взаємодіяти між собою (конденсація) і утворювати полімерні сполуки. Ковалентні зв'язки, що утворюються – *глікозидні*.
- Існує два *типи глікозидних зв'язків: мальтозний і трегалозний*.
- *Мальтозний: 1' – 4'- і 1' - 6'- (редук.)*
- *Трегалозний: 1' – 1'- і 1' - 2'- (нередук.)*

Глікозидний зв'язок – утворення мальтози



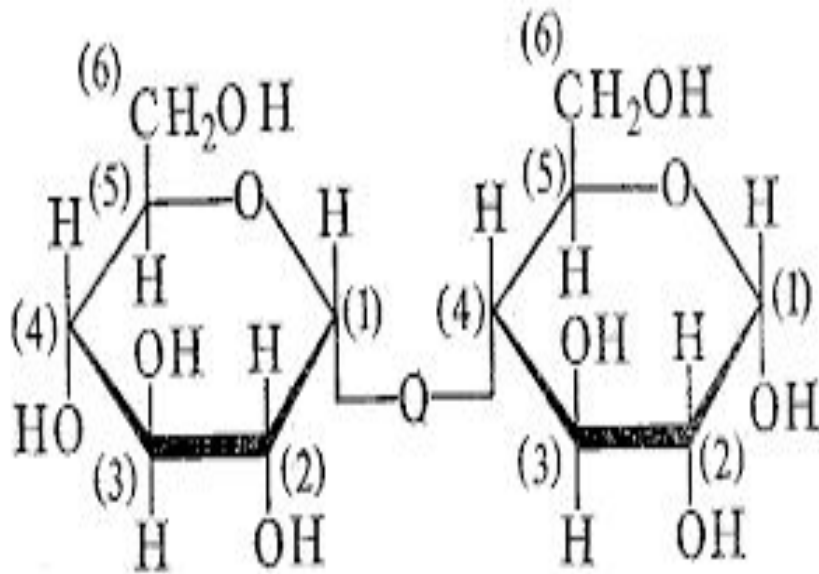
Полісахариди

- Полісахариди – складні вуглеводи, що складаються з мономерів – моносахаридів. Включають два підкласи: *олігополісахариди* (містять від 2 до 10 мономерів) і *власне полісахариди* (містять від 10 мономерів)

Олігополісахариди

- У залежності від кількості мономерів назва олігополісахариду формується: 2 мономери – дисахарид, 3 мономери – трисахарид тощо.
- В організмі тварин найпоширеніші – дисахариди, що є як самостійними сполуками, так і продуктами розпаду більш складних полісахаридів

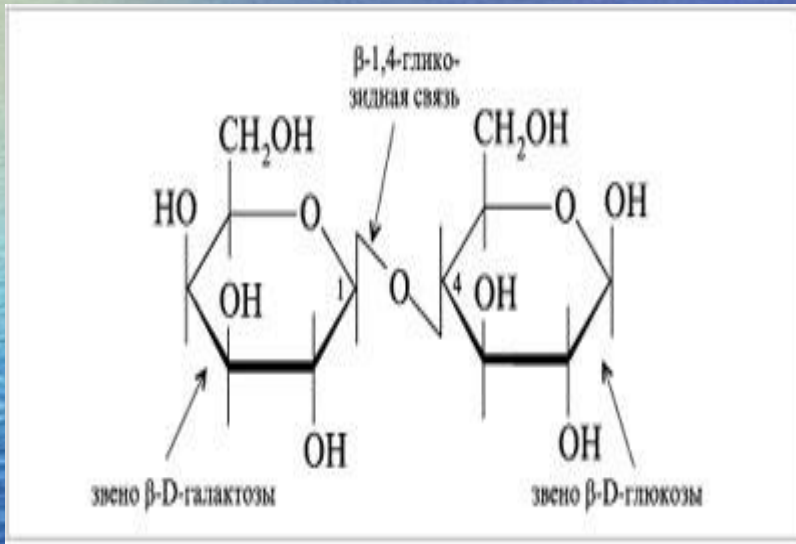
Дисахарид мальтоза



Мальтоза

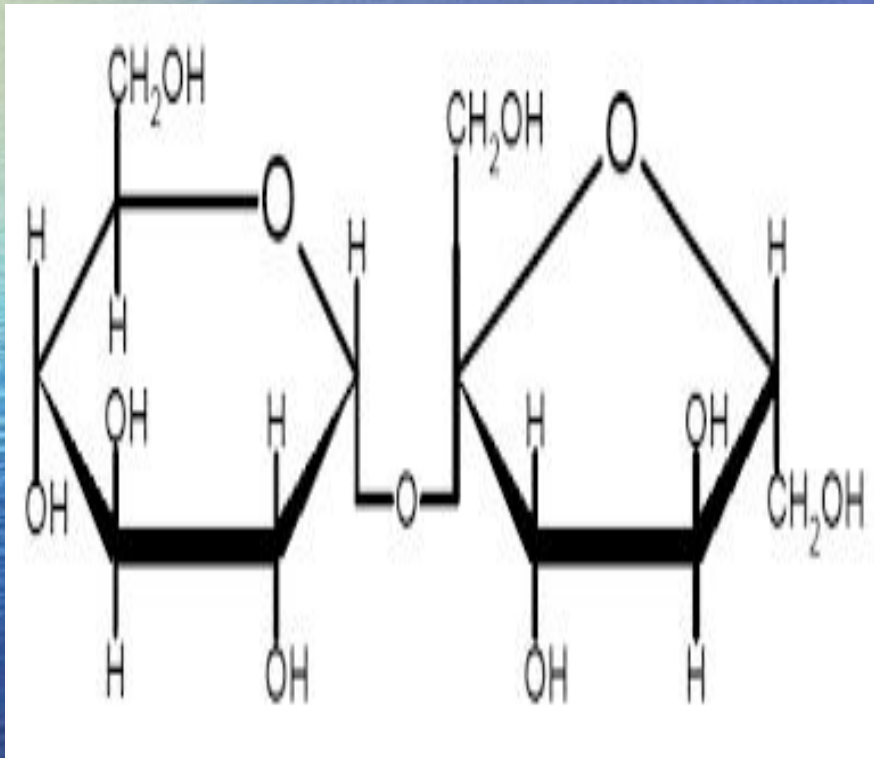
- Мальтоза утворюється з двох молекул ***α, D – глюкози, зв'язаних 1' – 4'-*** глікозидним зв'язком. Є проміжним продуктом розщеплення крохмалю

Дисахарид лактоза



- Лактоза – молочний цукор, складається з α , D – глюкози і β , D – галактози, редукуюча здатність Синтезується молочною залозою ссавців. У молоці корови - 5% лактози.

Дисахарид сахароза



- Сахароза складається з *α, D – глюкози* і *β, D – фруктози*, входить до складу рослин. Не володіє редукуючою здатністю

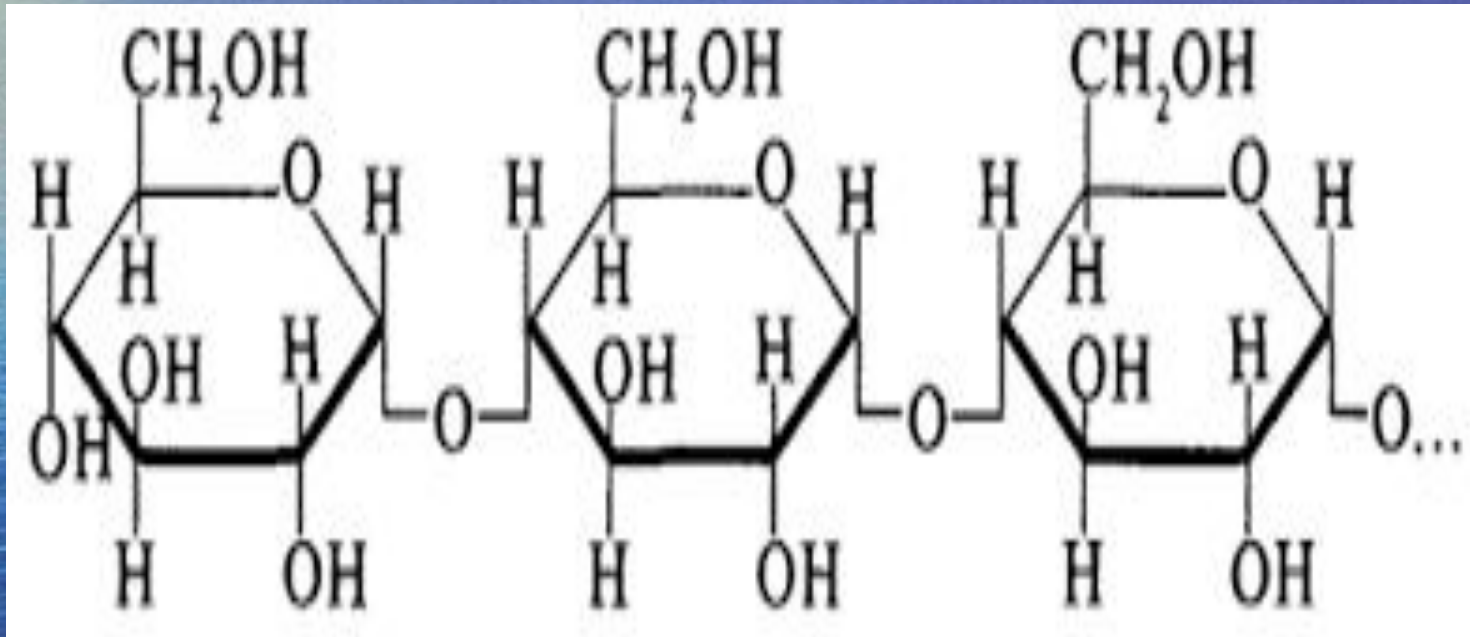
Полісахариди

- Власне полісахариди – складні сполуки, що поділяються на два підкласи: *гомополісахариди і гетерополісахариди.*
- *Гомополісахариди* складаються з одного виду полісахариду, що повторюється.

Крохмаль

Мономером крохмалю є *α , D* – глюкоза, складається з двох фракцій: *амілози* – лінійної частини, яка складається з молекул глюкози, зв'язаних *1' – 4'*-глікозидним зв'язком, *амілоза* містить 200 – 1000 молекул глюкози, становить 10 – 30% маси крохмалю. З йодом дає синє забарвлення

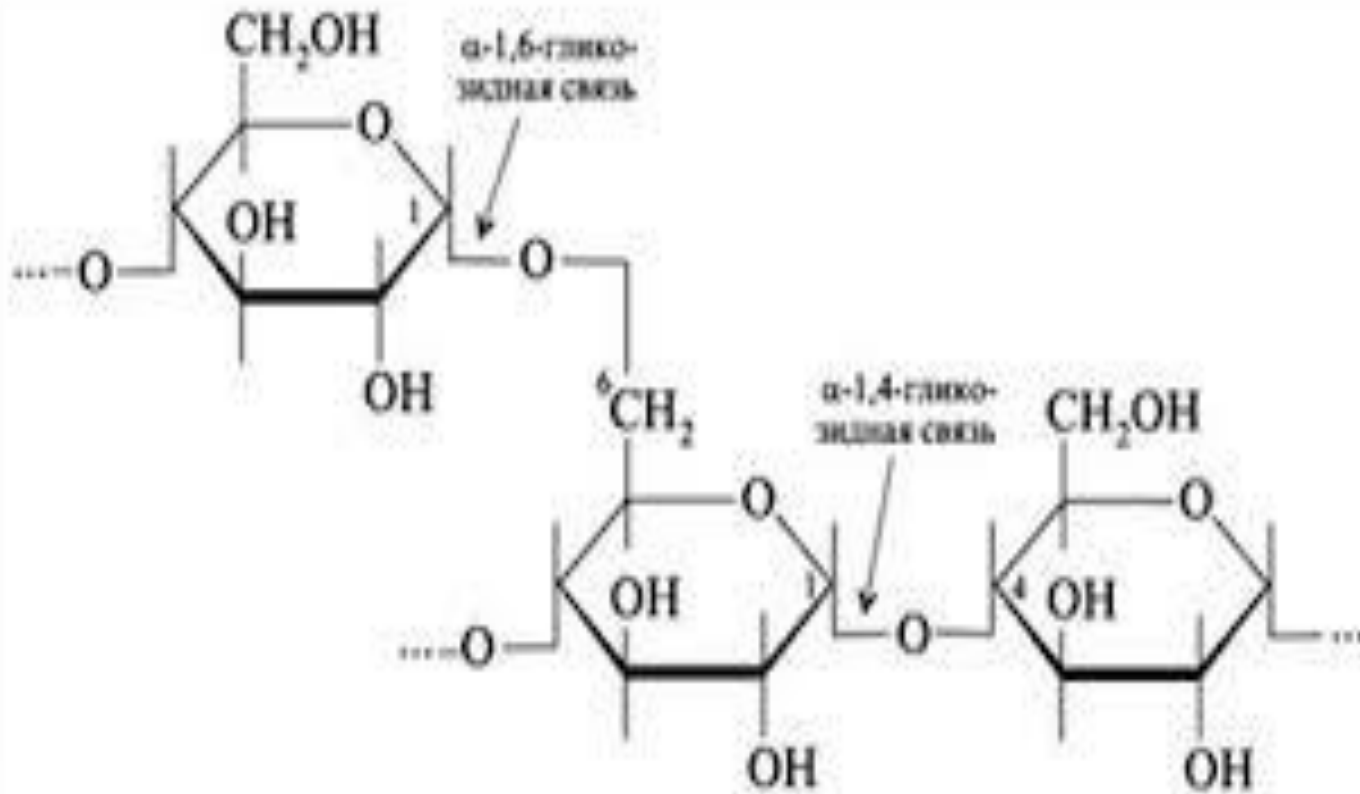
Будова амілози



Амілопектин

- Амілопектин – розгалужена частина крохмалю, становить 70 – 90% маси. Глюкоза зв'язана між собою **1' - 6'**-глікозидним зв'язком, з йодом дає червоно – фіолетове забарвлення

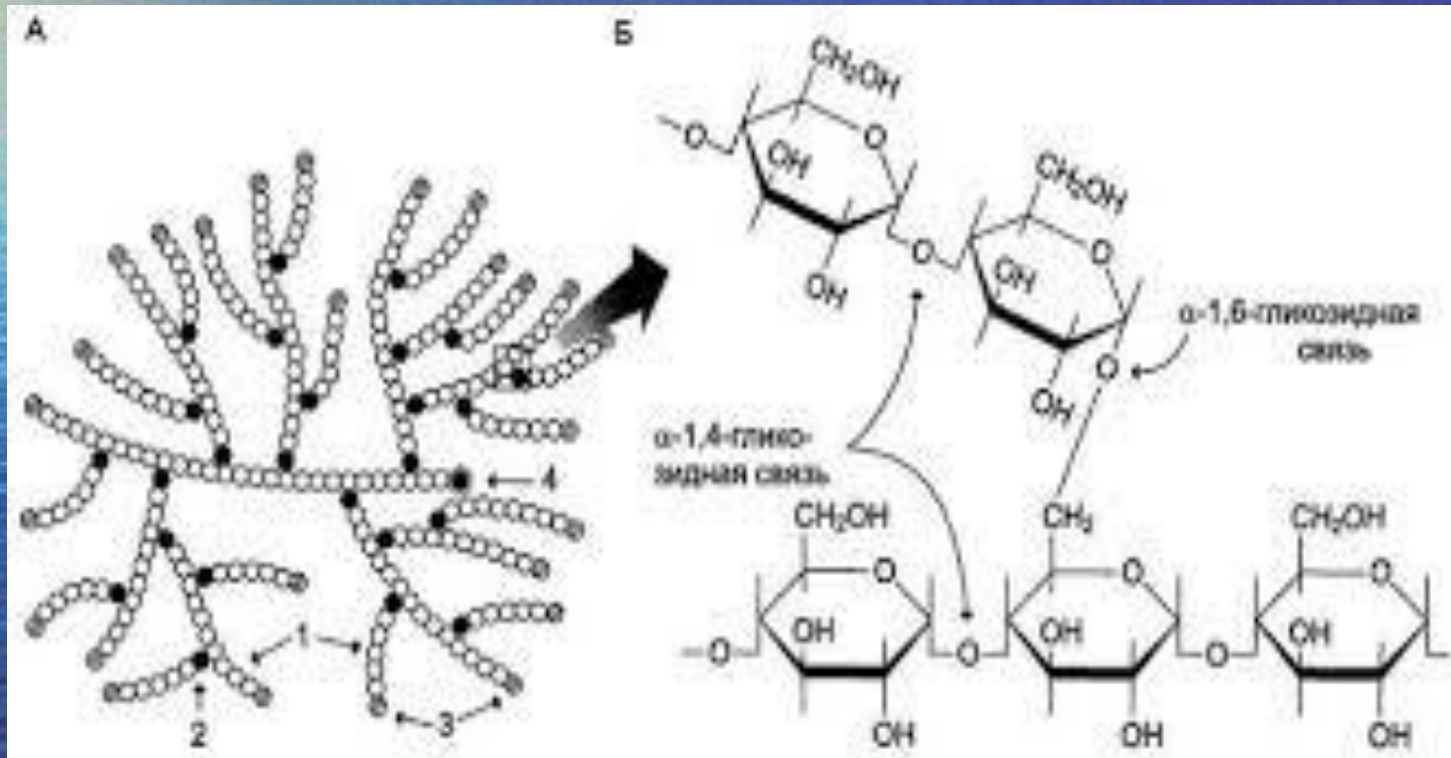
Амілопектин



Глікоген

- Глікоген – гомополісахарид, основний резервний вуглевод тварин, присутній у всіх тканинах, найбільше у печінці. Мономером є ***α , D** – глюкоза*, більш розгалужений, ніж крохмаль. Містить багато ***1' - 6'***- зв'язків. З йодом дає червоно-фіолетове або червоно-буре забарвлення

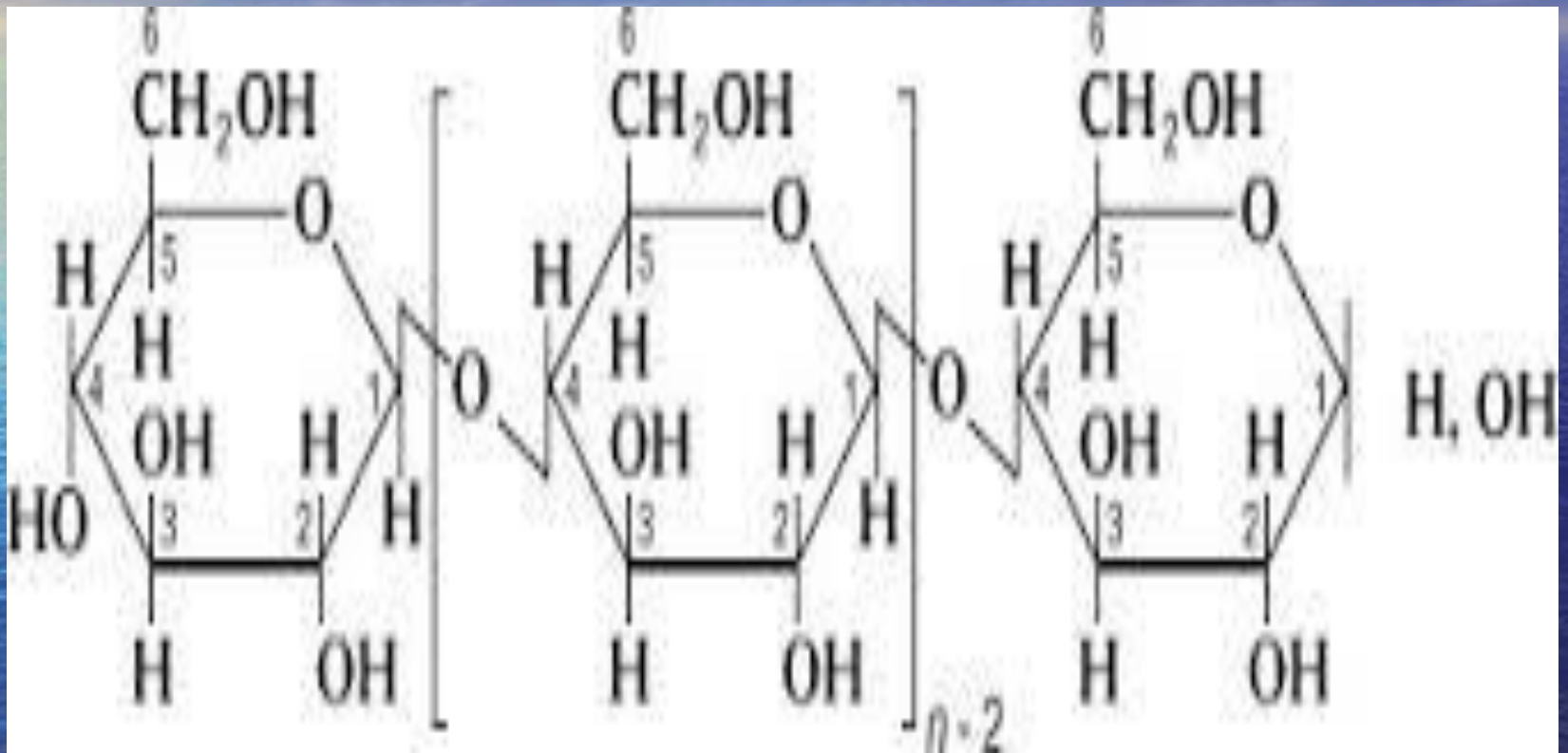
Будова глікогену



Целюлоза (клітковина)

- Целюлоза – гомополісахарид, мономером є β, D – глюкоза, має лінійну структуру. Тварини та людина не мають ферментів, що гідролізують клітковину. У жуйних, однокопитних клітковина розщеплюється ферментами мікрофлори

Будова клітковини



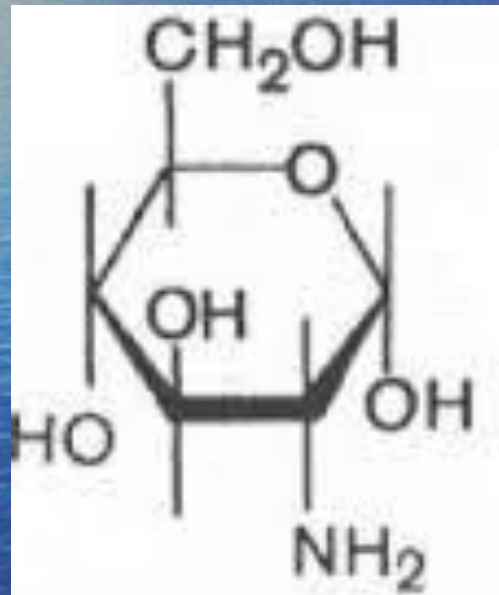
Гетерополісахариди

- Гетерополісахариди – полімери, що містять два або більше різних за будовою моносахариди, які утворюють структурну одиницю, що повторюється. За будовою поділяються на:
глюкозаміноглікани та глюкopolісахариди

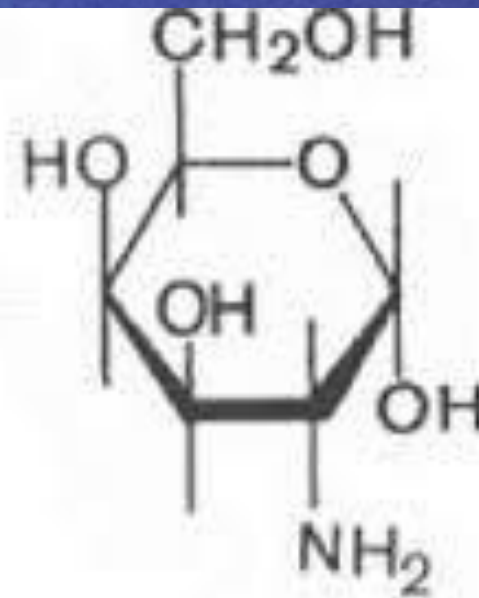
Глікозаміноглікани

- Глюкозаміноглікани – полісахариди, до складу яких входить похідне глюкози – глюкозамін (хітозин) або похідне галактози – галактозамін.
Глюкозаміноглікани є складовою частиною хрящів, зв'язок, окістя. Можуть містити залишки оцтової і сульфатної кислот (кислі глюкозаміноглікани - мукополісахариди

Будова глюкозаміну та галактозаміну



D-глюкозамин



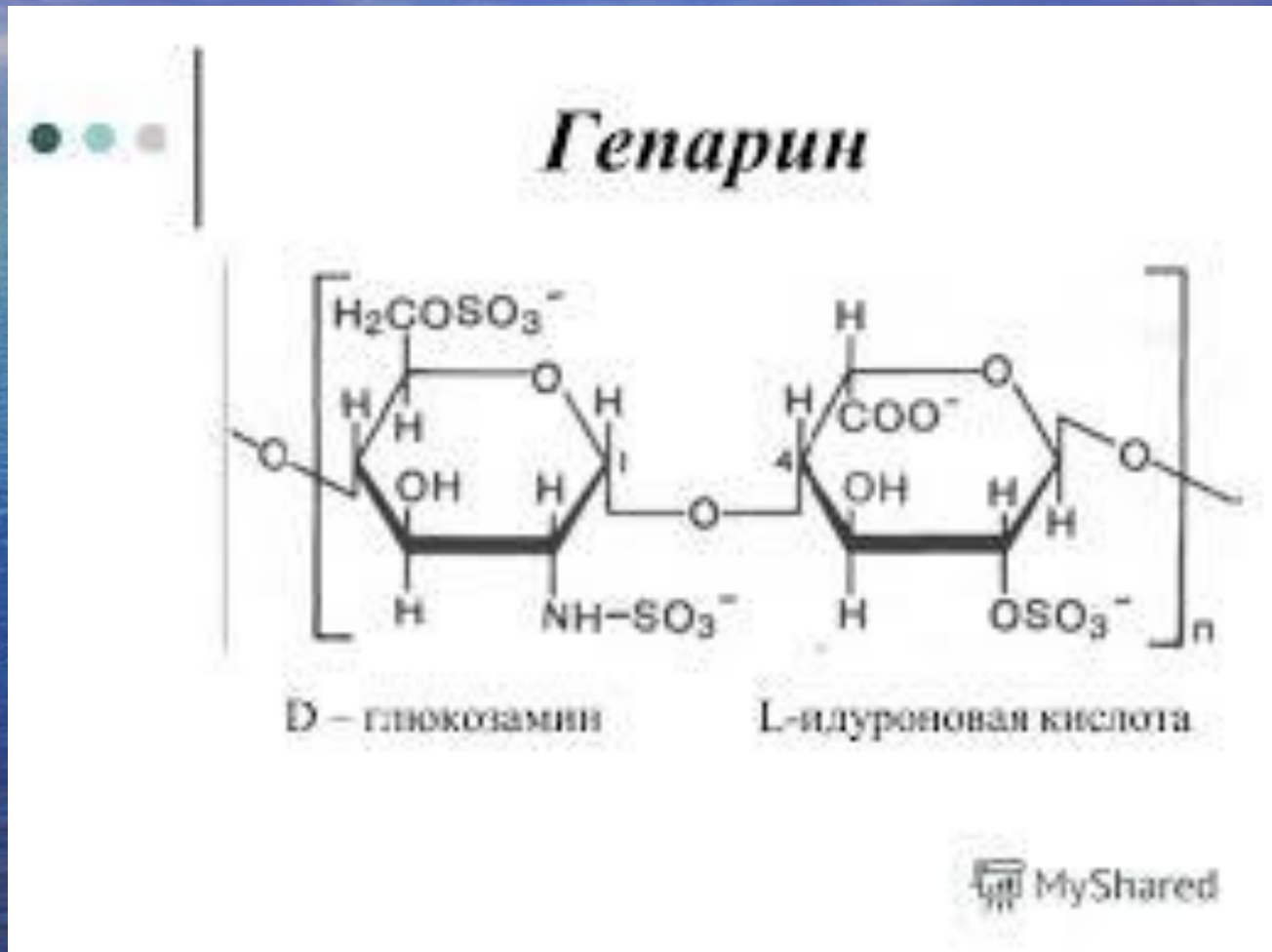
D-галактозамин

- До глікозаміногліканів належать гепарин (гепарансульфати), хондроїтинсульфат, кератансульфати. Гіалуронова кислота

Гепарин

- Гепарин містить структурну одиницю, що складається з двох моносахаридів: глюкуронатсульфату (похідне глюкуронової кислоти) та похідного глюкозаміну – ацетилглюкозамінсульфату. Синтезується печінкою, базофілами. Є одним з найсильніших природних антикоагулянтів

Структура гепарину



- Таким чином, вуглеводи – важливі метаболіти, що виконують в організмі тварин енергетичну, структурну, захисну та інші функції



Дякую за увагу