

ВУГЛЕВОДИ

Моносахариди (монози)

ПЛАН

1. Загальна характеристика та класифікація вуглеводів.
2. Моноцукри. Характеристика, класифікація.
3. Властивості, застосування. Представники.

Вуглеводи – це сполуки, що складаються з атомів Карбону, Оксигену, Гідрогену



За хімічною класифікацією вуглеводи належать до гідроксиальдегідів або до *гідроксикетонів*, тобто до сполук, які містять одночасно гідроксильні групи й альдегідну або кетонну

ВУГЛЕВОДИ

За здатністю до гідролізу

МОНОСАХАРИДИ

(МОЛЕКУЛИ ВУГЛЕВОДІВ,
ЩО НЕ ГІДРОЛІЗУЮТЬСЯ)

ПОЛІСАХАРИДИ

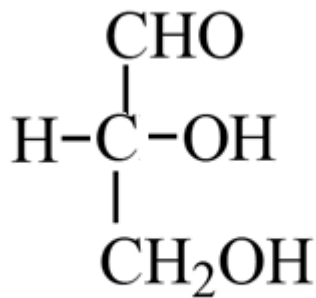
ОЛІГОСАХАРИДИ

УТВОРЮЮТЬ ВІД 2-х
до 10-ти МОЛЕКУЛ
МОНОСАХАРИДІВ

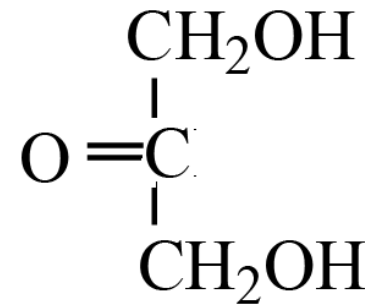
ПОЛІСАХАРИДИ

ПРИ ГІДРОЛІЗІ УТВОРЮ-
ЮТЬ БАГАТО МОЛЕКУЛ
МОНОСАХАРИДІВ

Родоначальником моносахаридів є оптично активний *гліцериновий альдегід* для альдоз і *дигідроксиацетон* для кетоз:



гліцериновий альдегід



дигідроксиацетон

МОНОСАХАРИДИ (МОНОЗИ)

КЛАСИФІКАЦІЯ

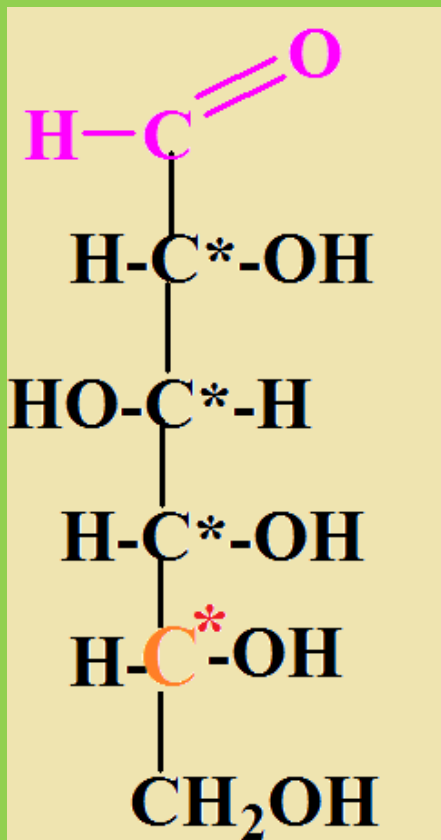
1. За кількістю атомів Карбону:

- тетрози $C_4H_8O_4$;
- пентози $C_5H_{10}O_5$ (рибоза, дезоксирибоза, ксилоза);
- гексози $C_6H_{12}O_6$ (глюкоза, фруктоза).

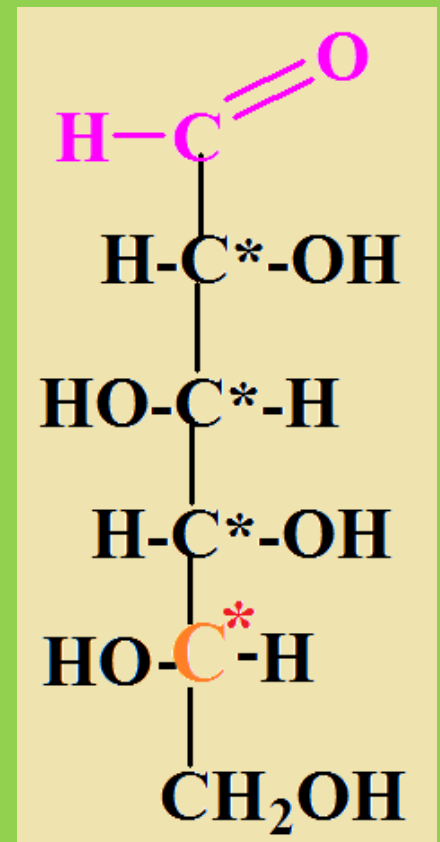
2. В залежності від природи карбонільної групи:

- альдозы (в молекулі моносахариду міститься альдегідна група), наприклад, глюкоза;
- кетозы (в молекулі моносахариду міститься кетонна група), наприклад, фруктоза.

3. Як сполуки, що містять *асиметричний атом Карбону*, вуглеводи класифікують за розташуванням гідроксигрупи біля первинної спиртової групи (або асиметричного атому Карбону найбільш віддаленого від карбонільної групи):



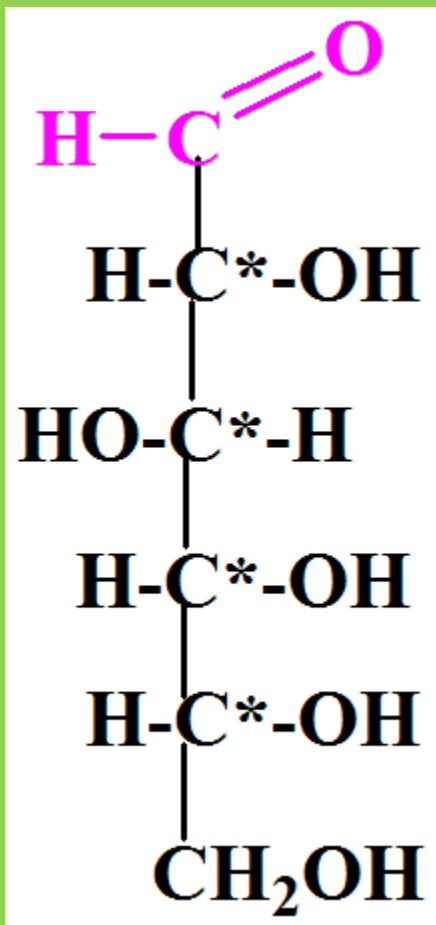
- D-ряд ;



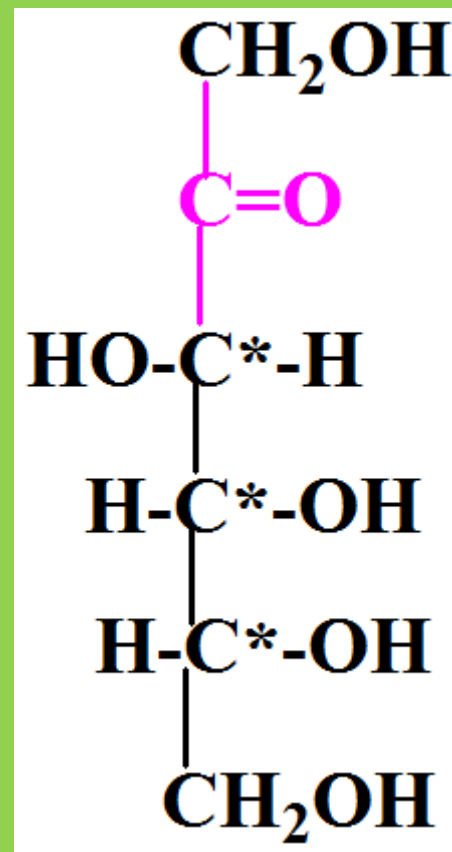
- L-ряд.

ІЗОМЕРІЯ обумовлена

1. Наявністю *альдегідної* та *кетонної* групи (альдози та кетози (молекулярна формула $C_6H_{12}O_6$);



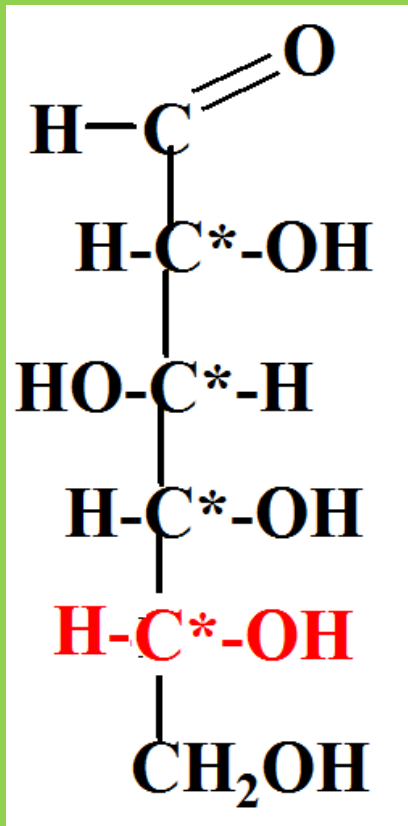
глюкоза (альдоза)



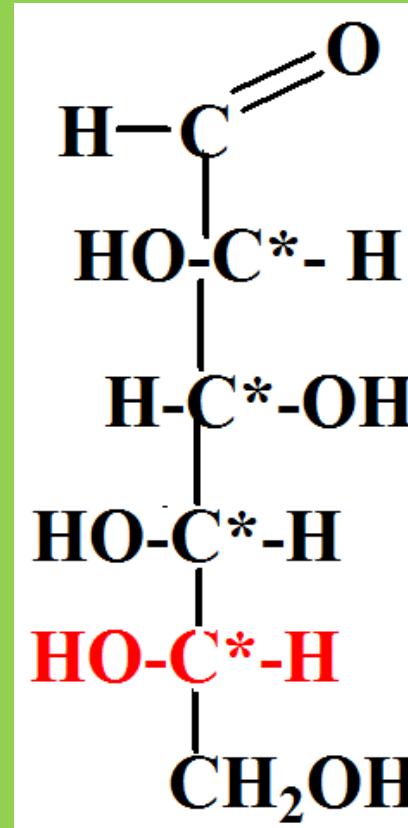
фруктоза (кетоза)

2. Наявністю асиметричного атому Карбону (D- та L-ряди);

D(+) -глюкоза

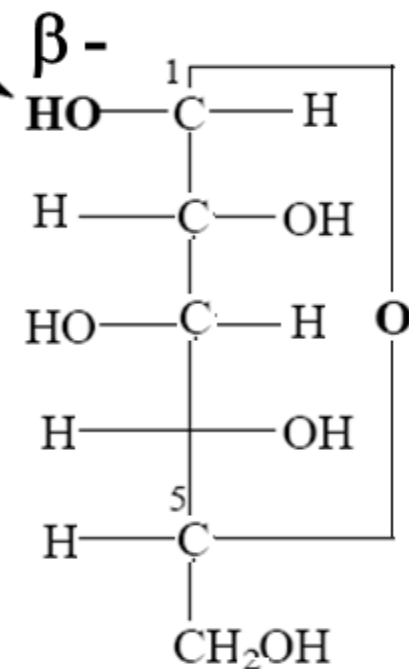
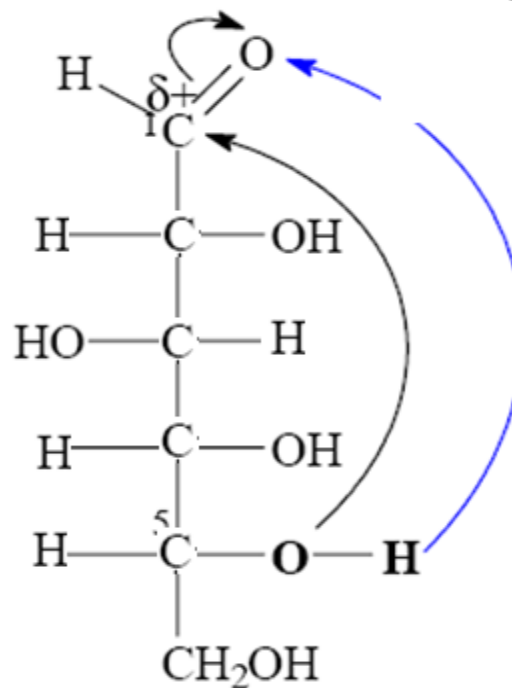
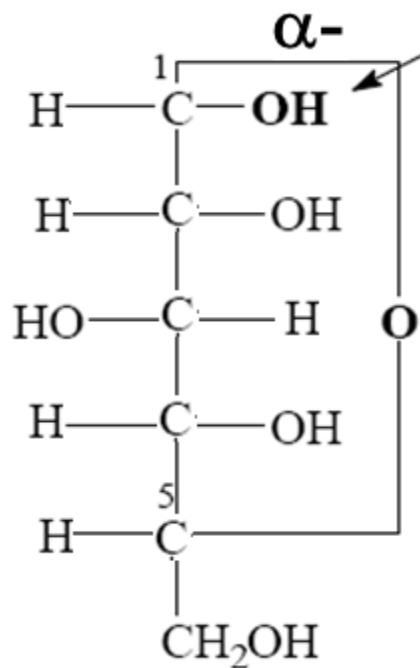


L (-) -глюкоза



Ці формули називаються *відкритими* або *ланцюговими* (*карбонільними*).

НАПІВАЦЕТАЛЬНИЙ ГІДРОКСИЛ



α -D –

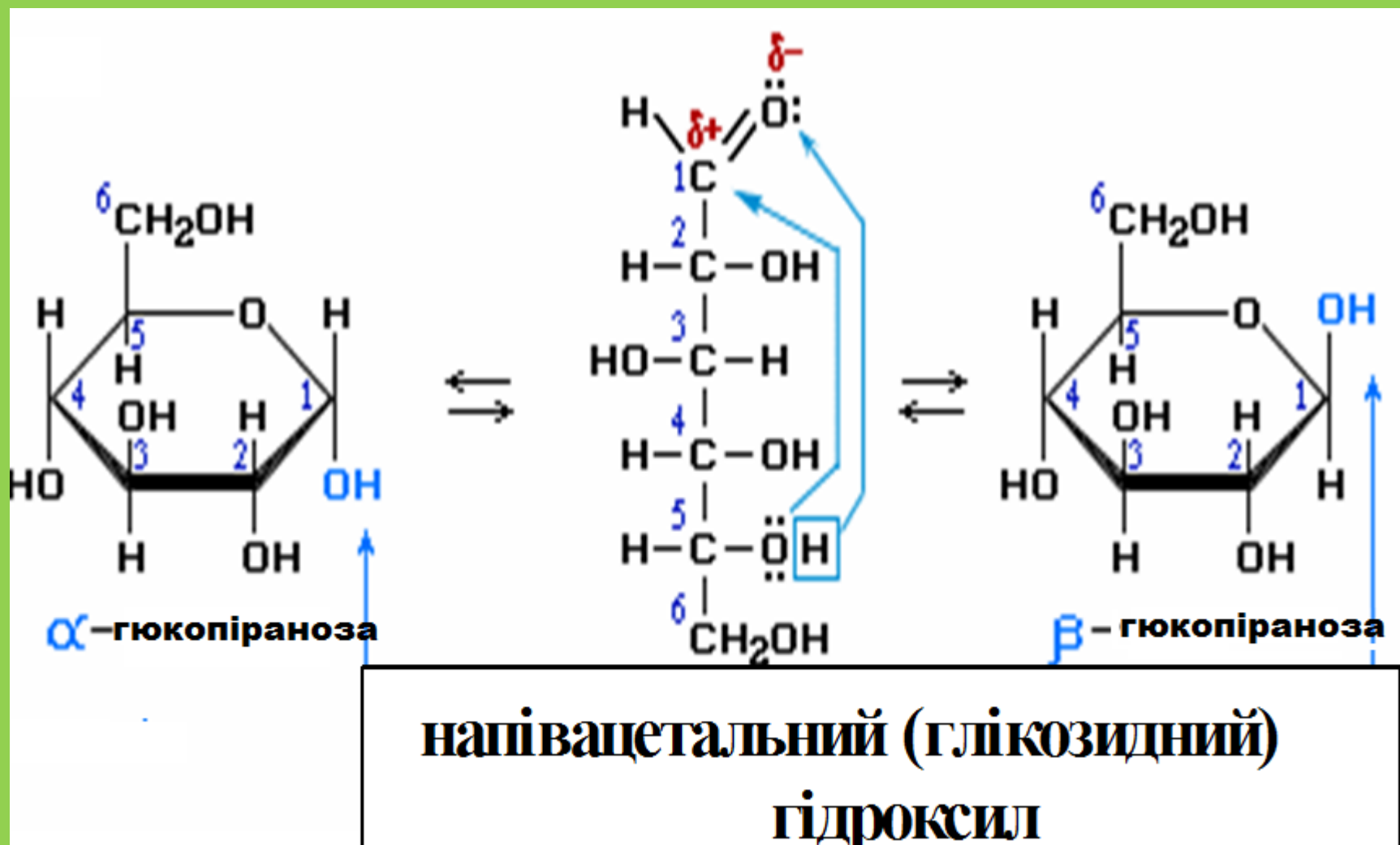
**D – глюкопіра-
ноза**

β -D –

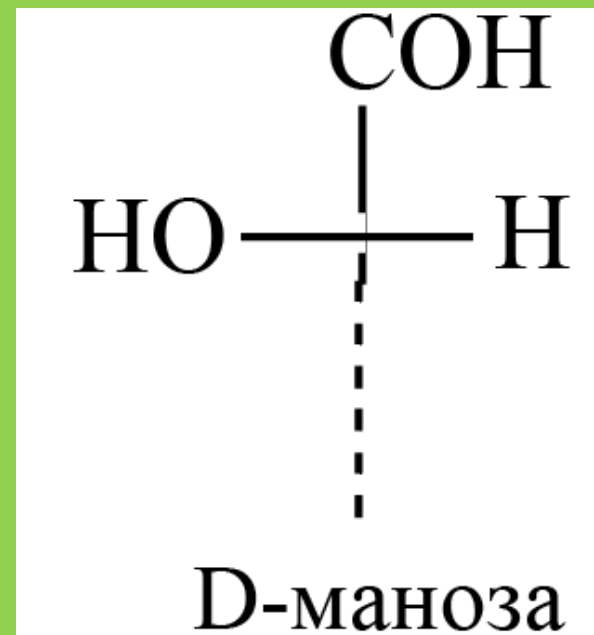
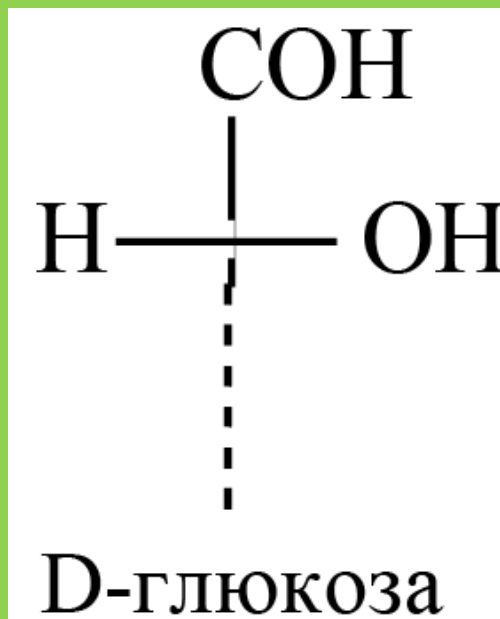
глюкопіраноза

глюкопіраноза

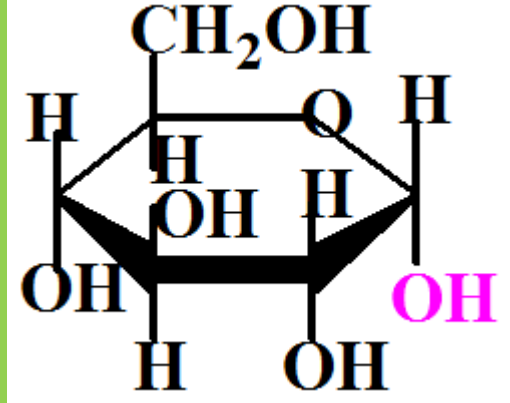
3. Існування таутомерії



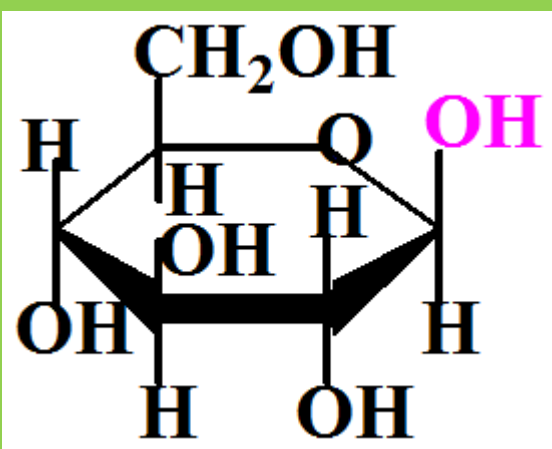
Відмінність у конфігурації другого зверху атома Карбону утворює *епімери*. Наприклад, D-глюкоза й D-маноза є епімерами:



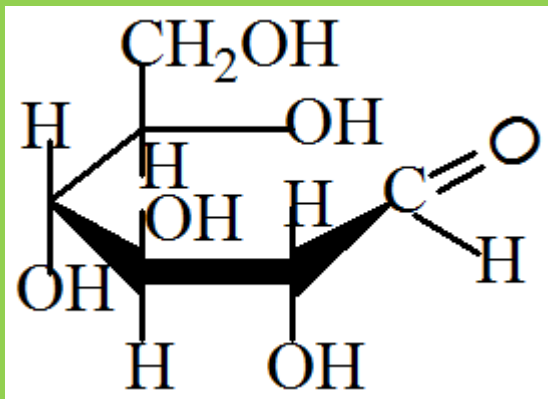
Будову моноз циклічної форми зручно показувати *перспективними формулами У. Хеуорса*



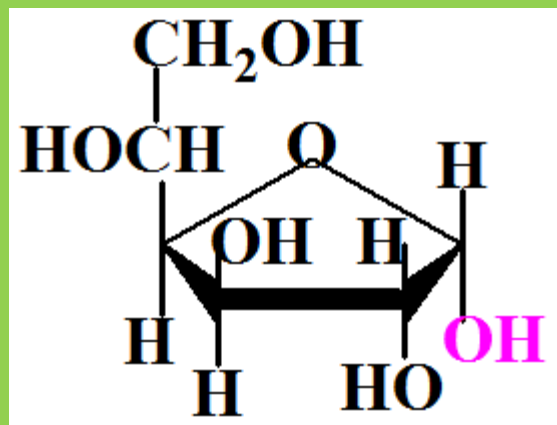
α-D-глюкопіраноза
+112,2°



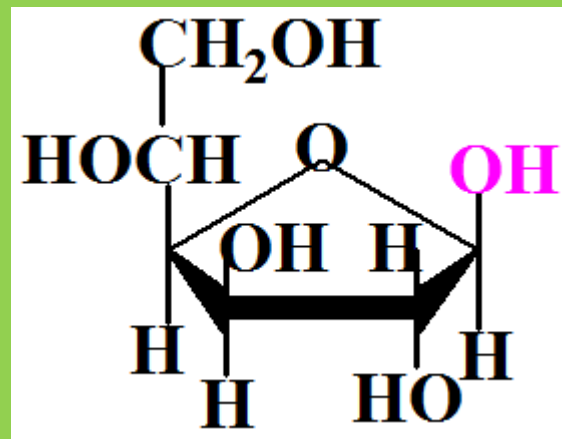
β-D-глюкопіраноза
+18,7°



карбонільна форма
D-глюкози



α-D-глюкофураноза



β-D-глюкофураноза

Атоми, розташовані у ланцюгових формулах зліва, зображуються зверху, розташовані справа – внизу кільця.

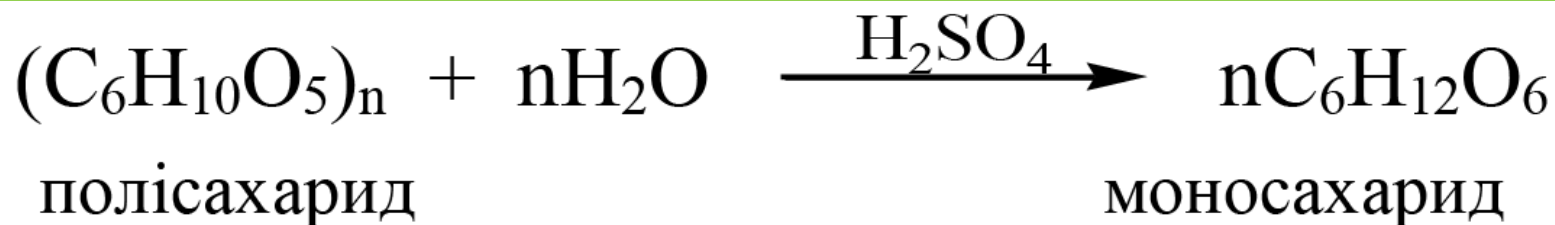
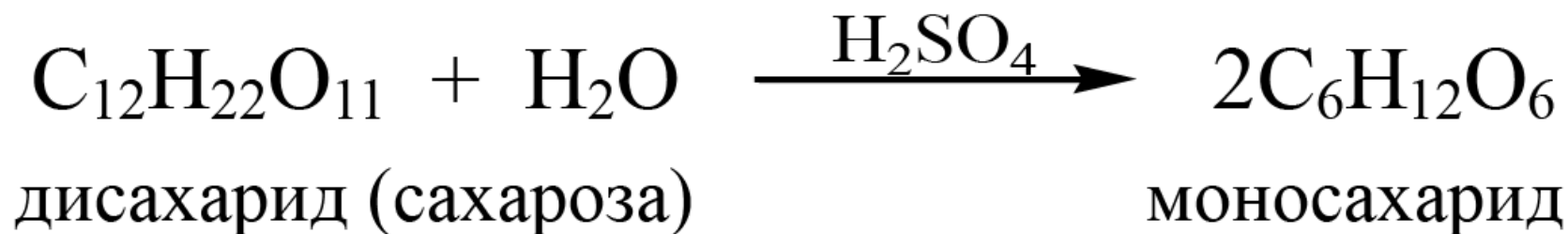
Питоме обертання суміші $+52,7^\circ$

Мутаротація (від лат. *muto* - змінюю та *rotatio* - обертання), - поступова самовільна зміна оптичної активності свіжоприготовлених розчинів моносахаридів

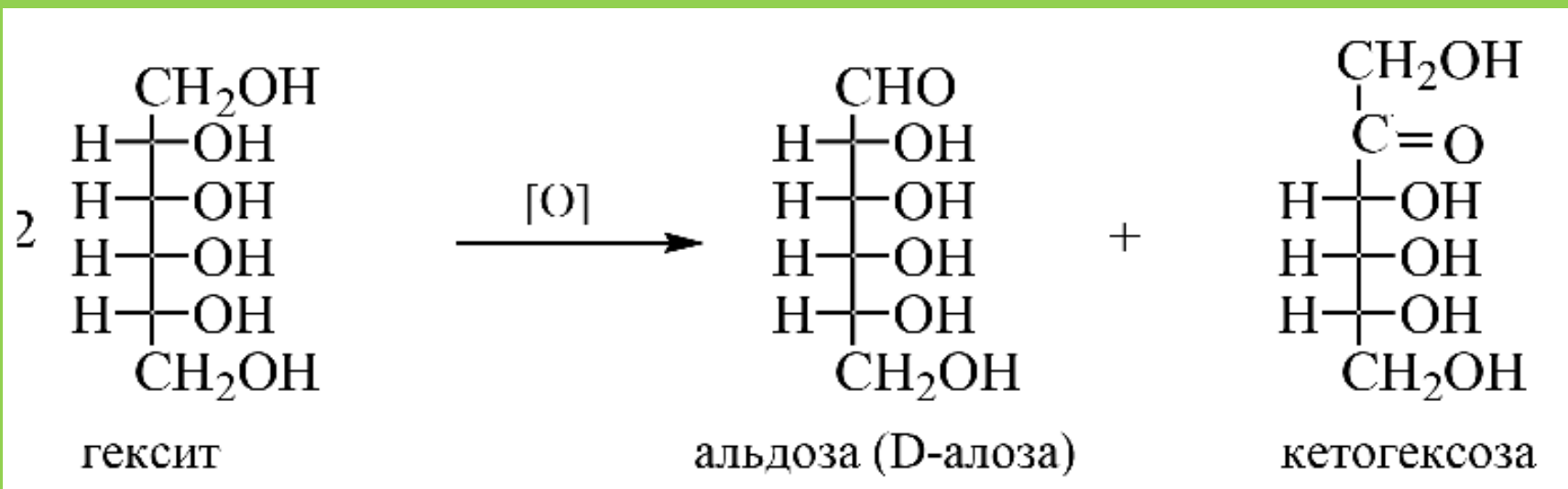
У дійсності ж глюкоза й фруктоза існують не у вигляді плоского п'яти- або шестичленного циклу, а у вигляді просторових конформерів форми “ванни” або більш енергетично вигідної форми “крісла”:

ОДЕРЖАННЯ МОНОСАХАРИДІВ

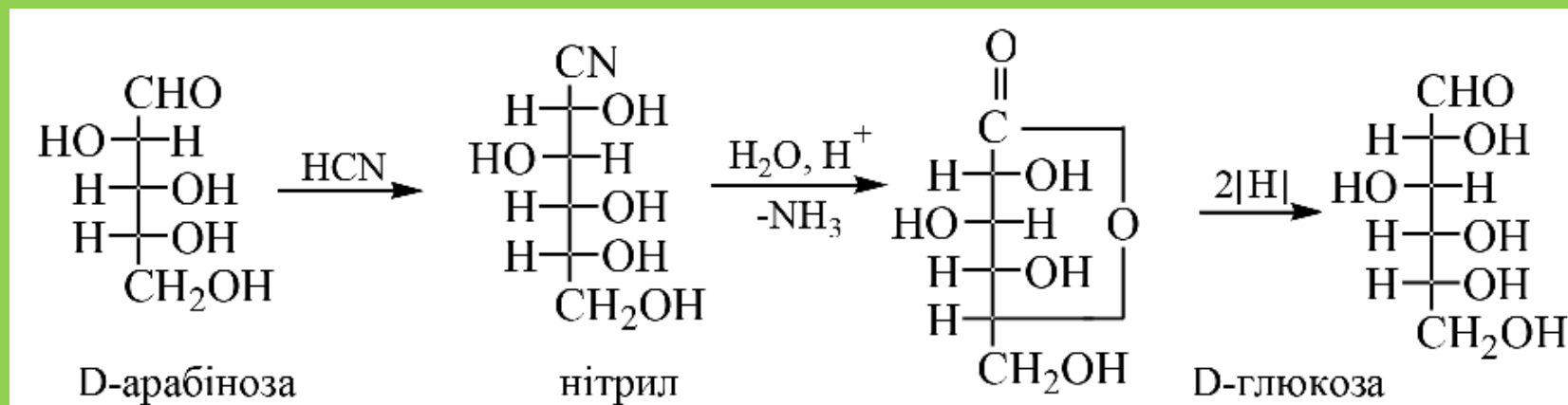
1. Гідроліз дисахаридіві полісахаридів:



2. Неповне окиснення шестиатомних спиртів:



3. Оксинітрильний (ціангідриновий) синтез

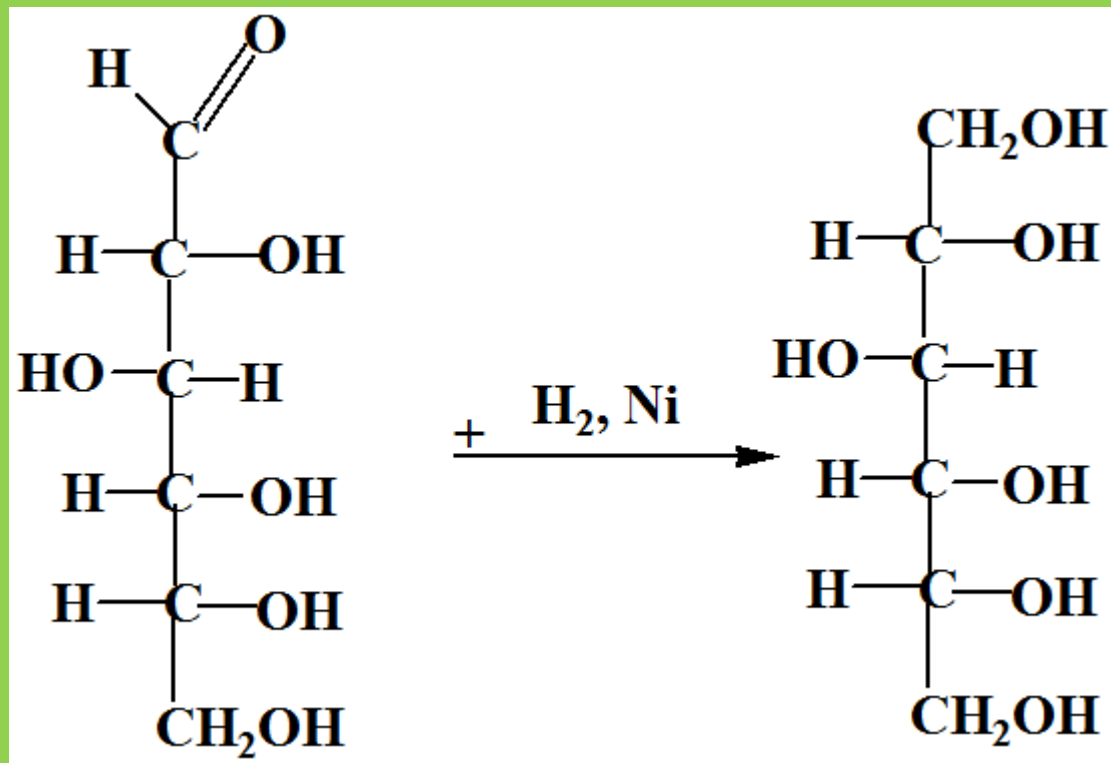


Цим методом вдається збільшити довжину ланцюга атомів Карбону монози.

ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

I. Реакції моносахаридів в карбонільній формі.

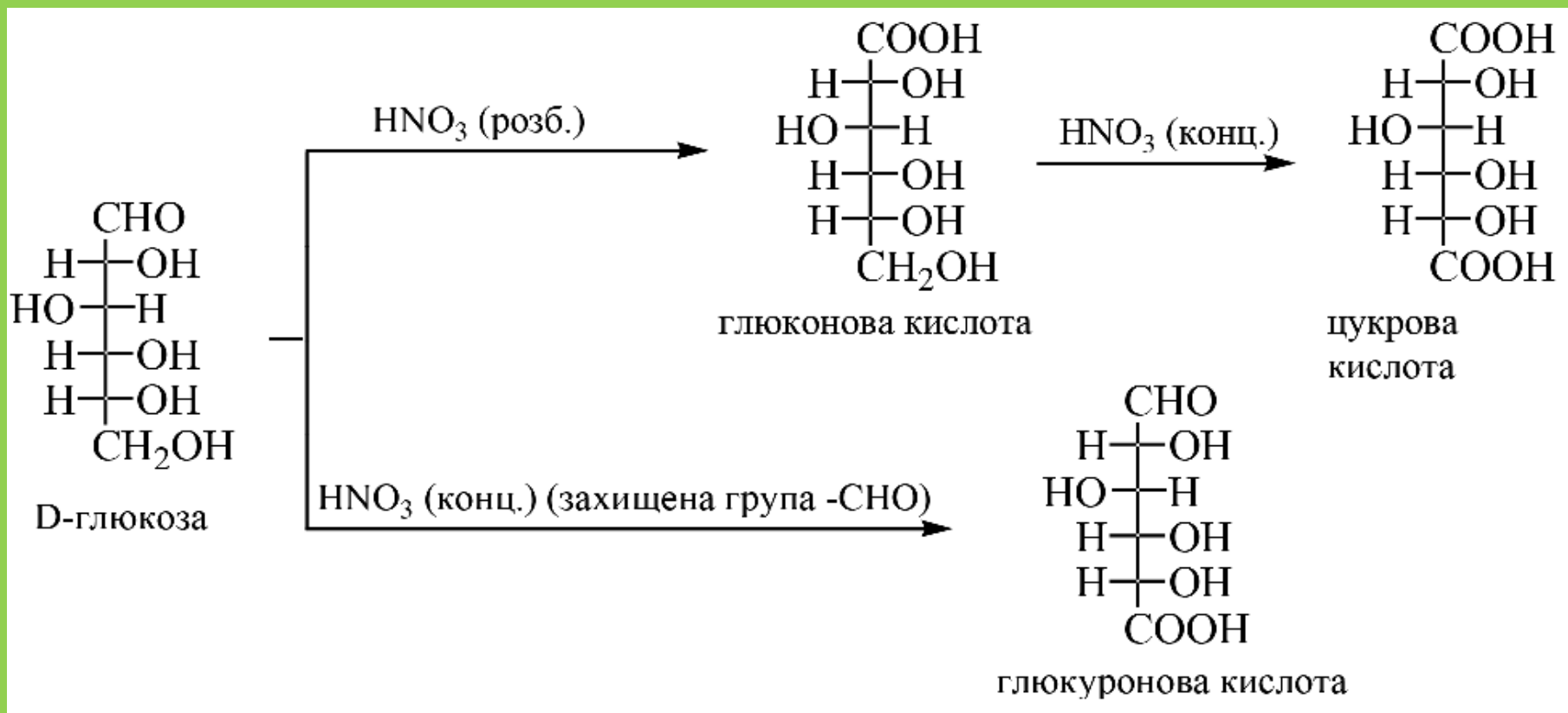
1. Відновлення.



D-глюкоза

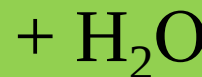
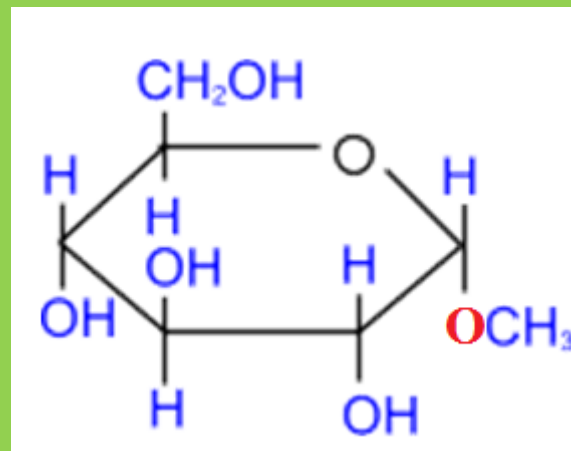
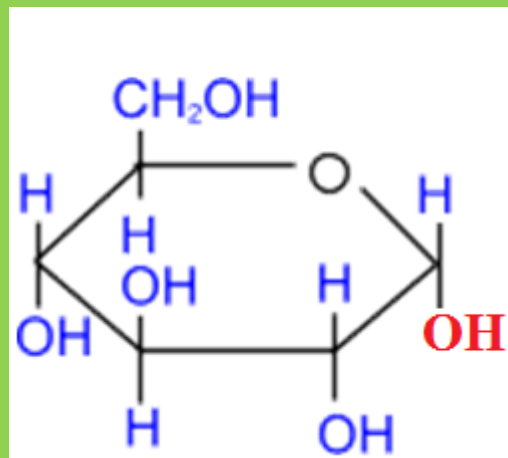
D-сорбіт

2. Окиснення. Залежно від характеру окисника, утворюються різні продукти:



II. Реакції в циклічній формі

1. Алкілування (утворення етерів).

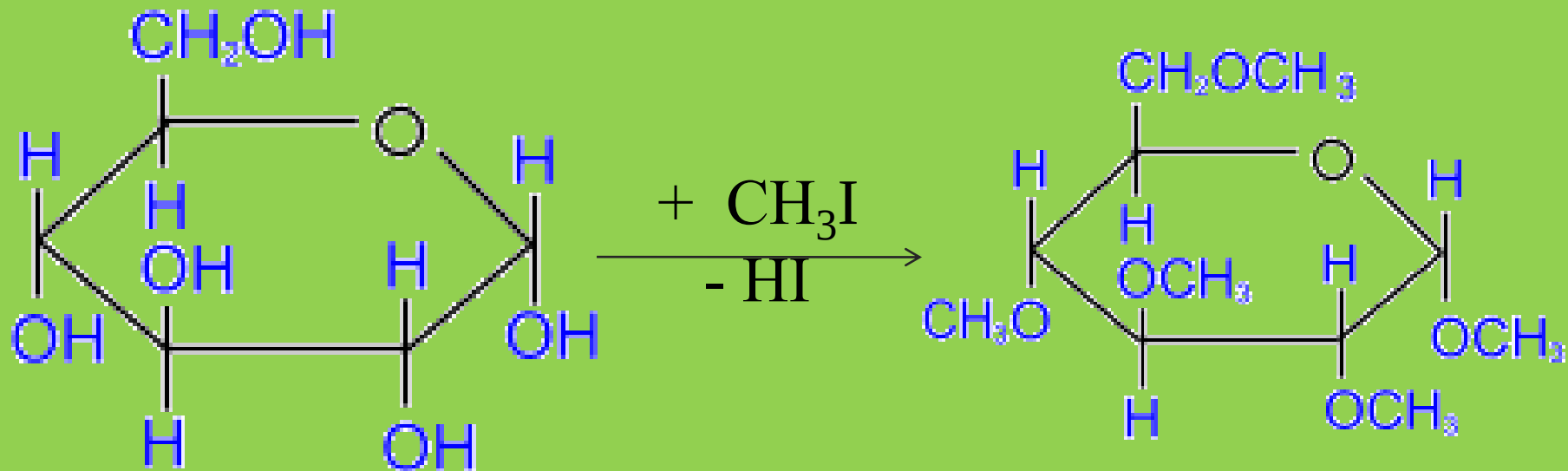


α , D- глюкопіраноза

метил- α ,D-глюкопіранозид

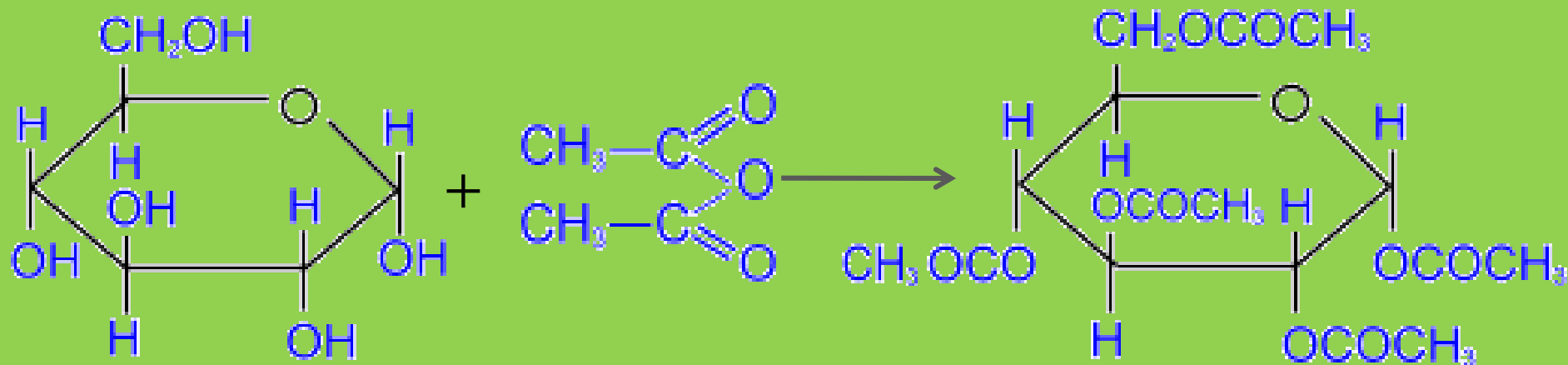
(монометиловий етер α -D-глюкози)

1. Алкілювання (утворення етерів).



пентаметил- α -, D-
глюкопіраноза

2. Ацилювання (утворення естерів)



пентаацетил- α ,D-
глюкопіраноза

3. Спиртове бродіння. Для деяких гексоз характерне розщеплення молекул до спирту під дією ферментів (зімази). Хімізм даного процесу дуже складний і сумарно може бути зображений формулою:



моноза

етанол

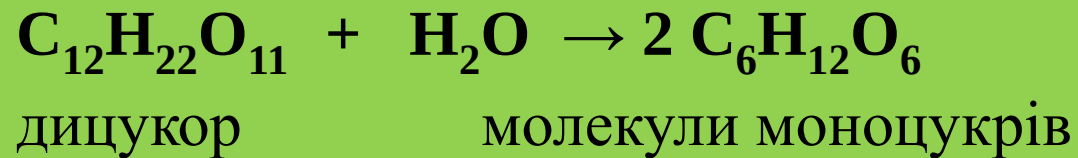
Дицукри. (Дисахариди. Біози.)

• I. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА

- Цукроподібні складні вуглеводи, молекули яких при гідролізі утворюють дві молекули моноцукрів.
- Молекула дицукрів, що складається із залишків 2-х молекул гексоз, має загальну формулу $C_{12}H_{22}O_{11}$

СХЕМА ГІДРОЛІЗУ

молекули дицукрів, що утворена двома
молекулами гексоз



НОМЕНКЛАТУРА

ТРИВІАЛЬНА

СПЕЦІАЛЬНА

СОЛОДОВИЙ ЦУКОР

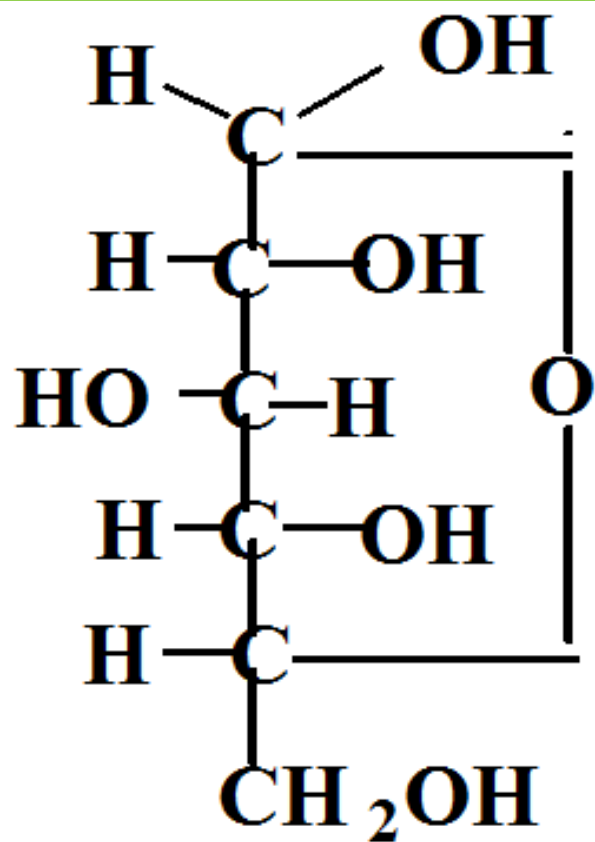
МАЛЬТОЗА

МОЛОЧНИЙ ЦУКОР

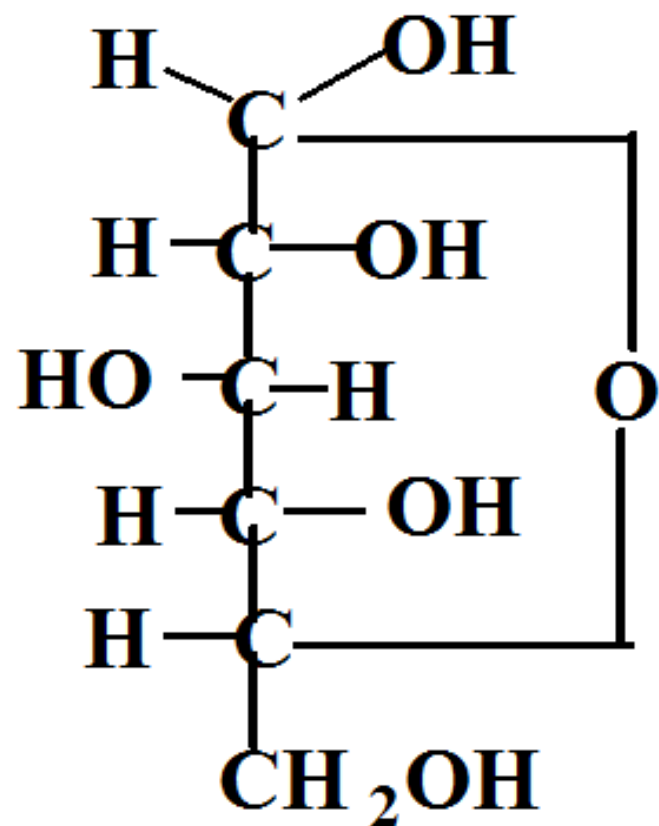
ЛАКТОЗА

ТРОСТИННИЙ ЦУКОР

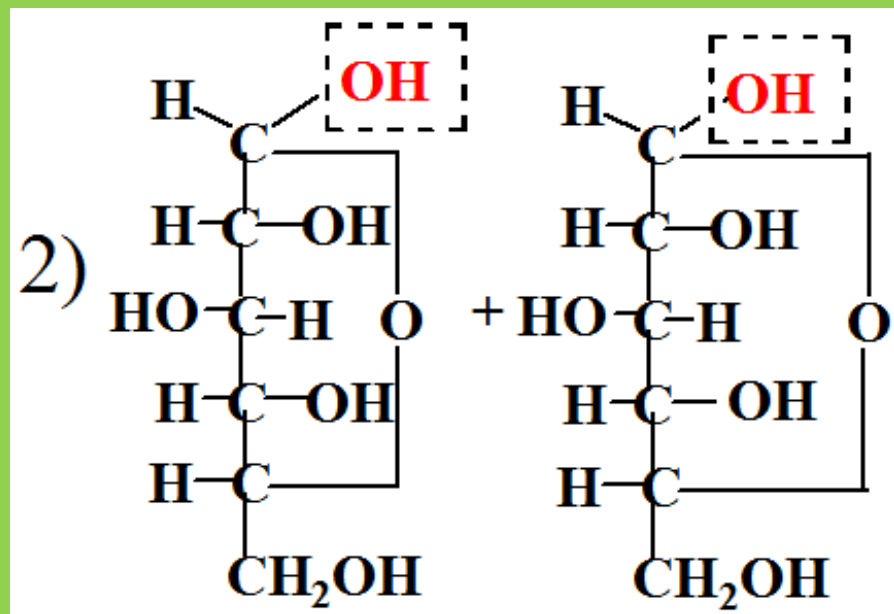
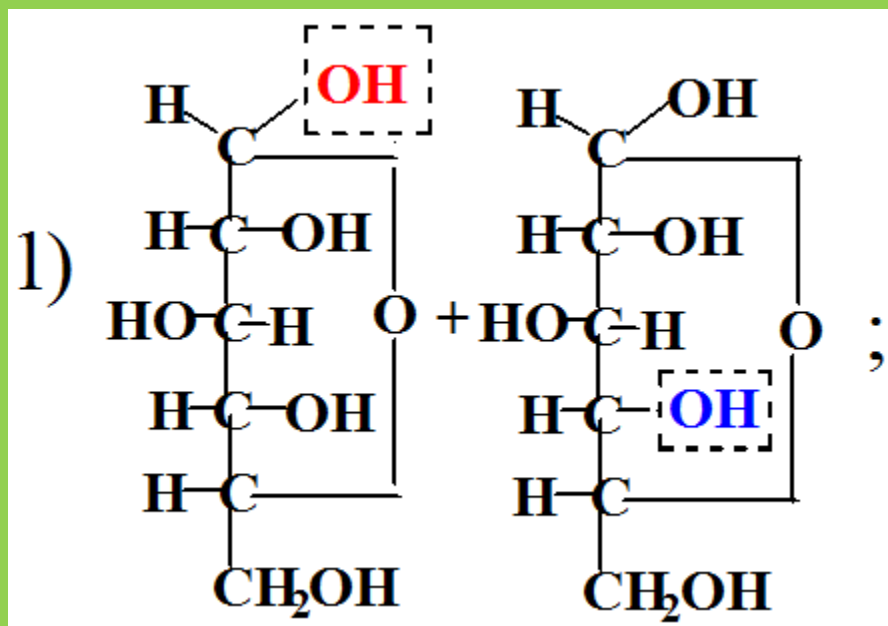
ЦУКРОЗА



+

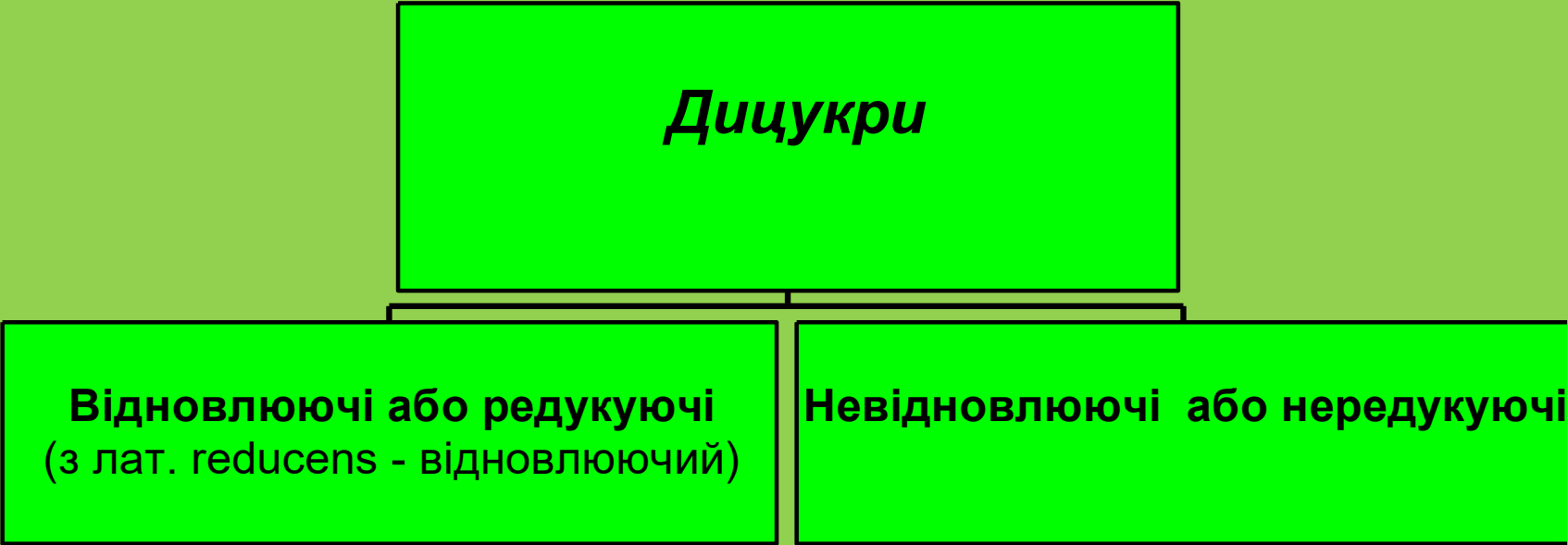


Шляхи утворення молекули дицукрів



КЛАСИФІКАЦІЯ

Дицукри



```
graph TD; A[Дицукри] --> B[Відновлюючі або редукуючі  
(з лат. reducens - відновлюючий)]; A --> C[Невідновлюючі або нередукуючі]
```

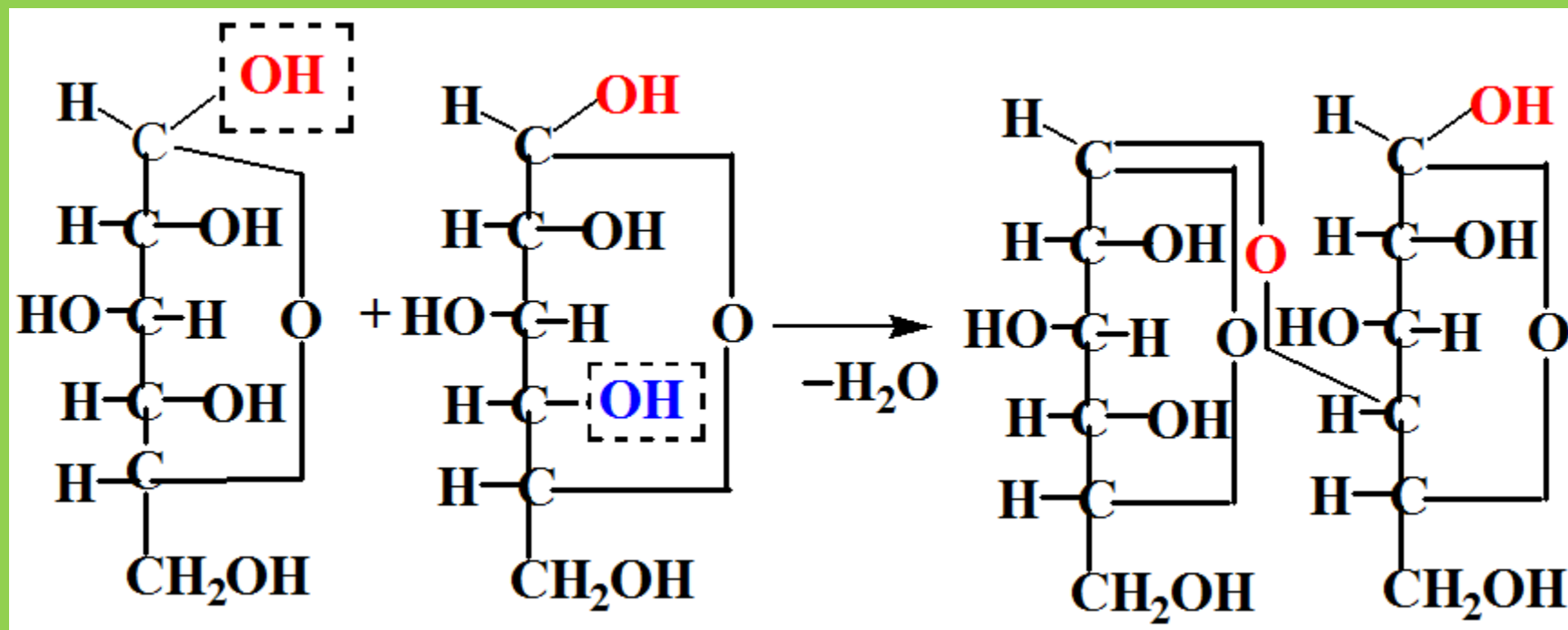
Відновлюючі або редукуючі
(з лат. reducens - відновлюючий)

Невідновлюючі або нередукуючі

II. ВІДНОВЛЮЮЧІ ДИЦУКРИ (редуючі)

- Вони утворені в результаті виділення молекули води за рахунок напівацетального гідроксилу однієї молекули моноцукру та будь-якого спиртового гідроксилу (найчастіше при 4-му атомі Карбону) другої молекули.

СХЕМА УТВОРЕННЯ МОЛЕКУЛИ МАЛЬТОЗИ

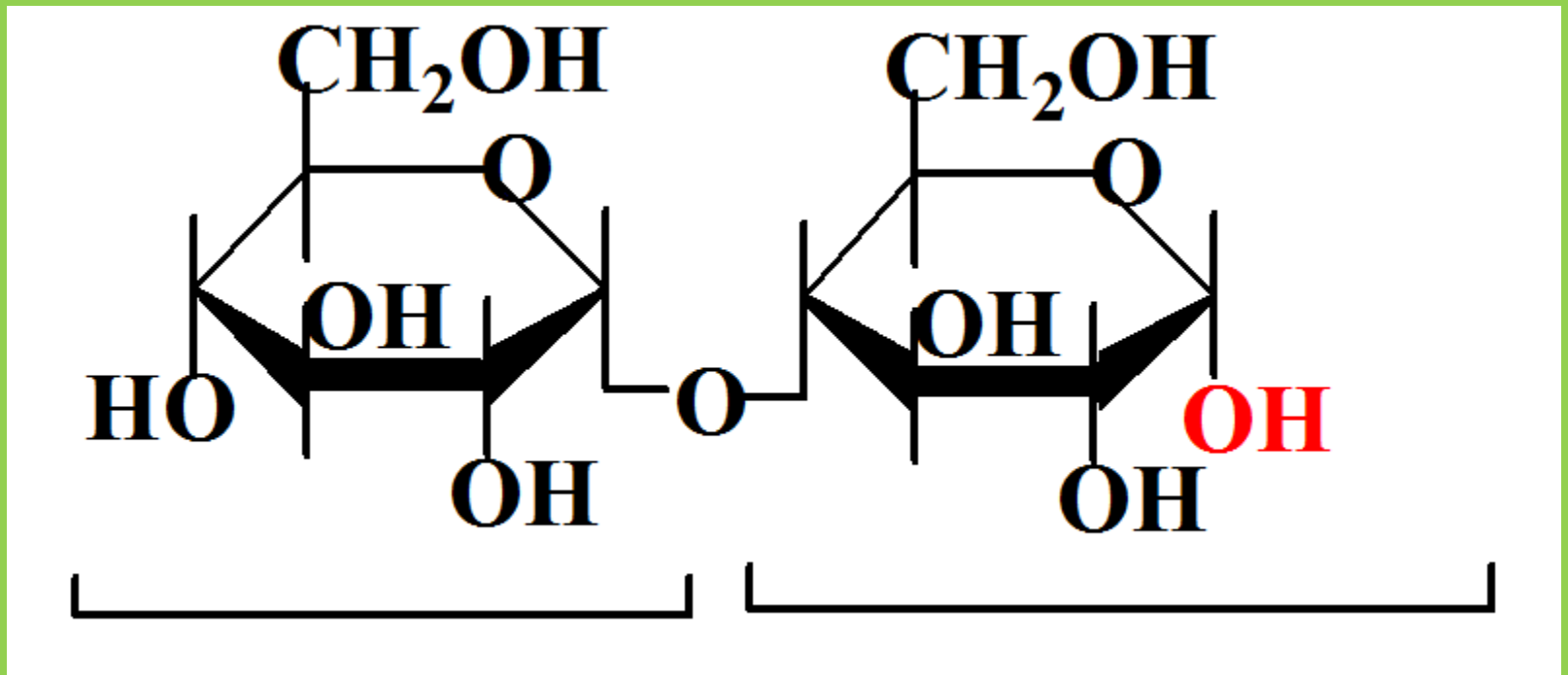


α -D-глюкопіраноза

мальтоза

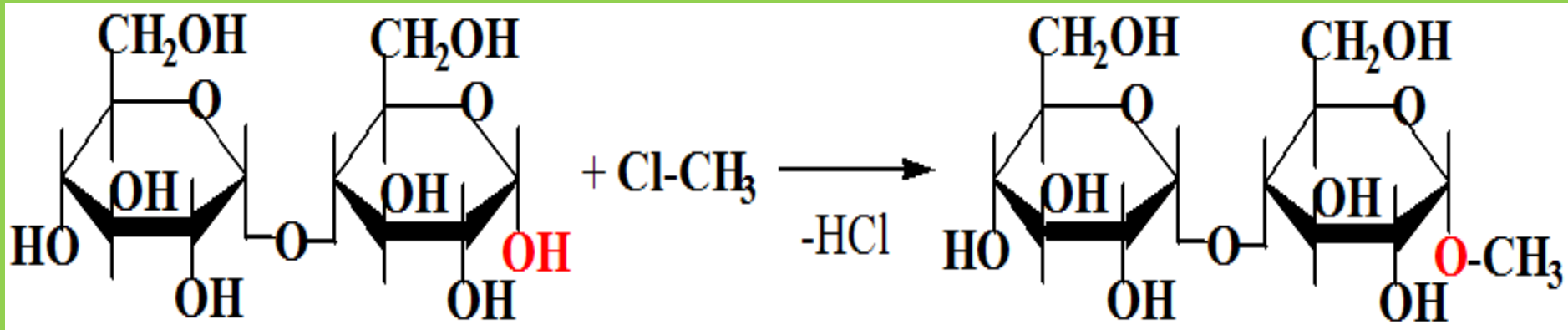
МАЛЬТОЗА

(формула Хеуорса)



Залишки від двох молекул α-D-глюкопіраноза

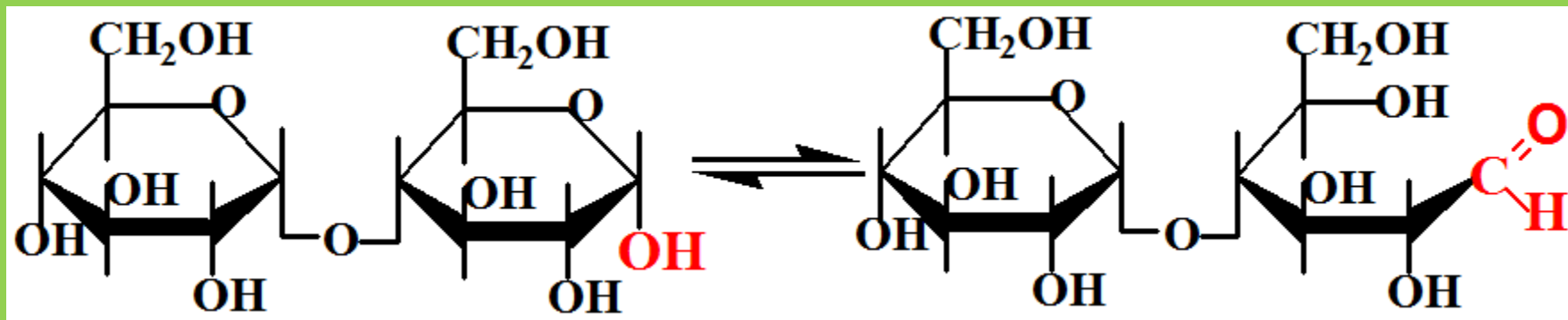
Утворення глікозидів



мальтоза

мальтозид

Таутомерія мальтози



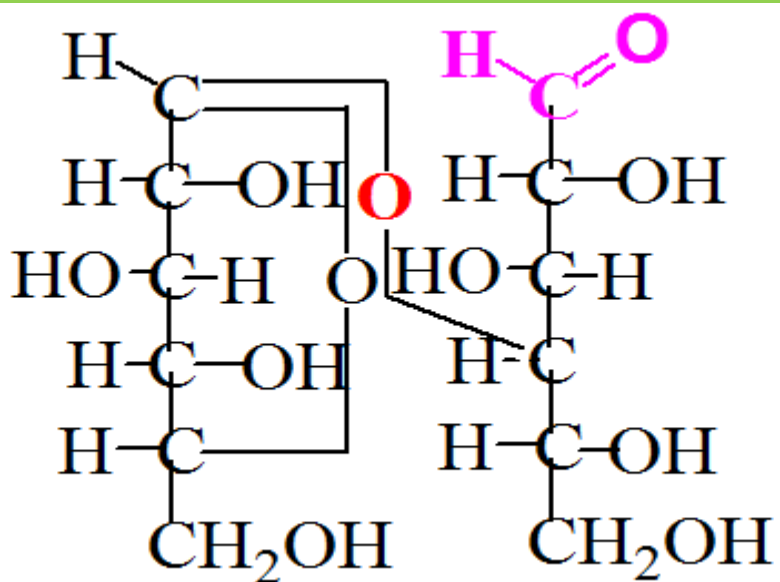
мальтоза

(з напівацетальним
гідроксилом)

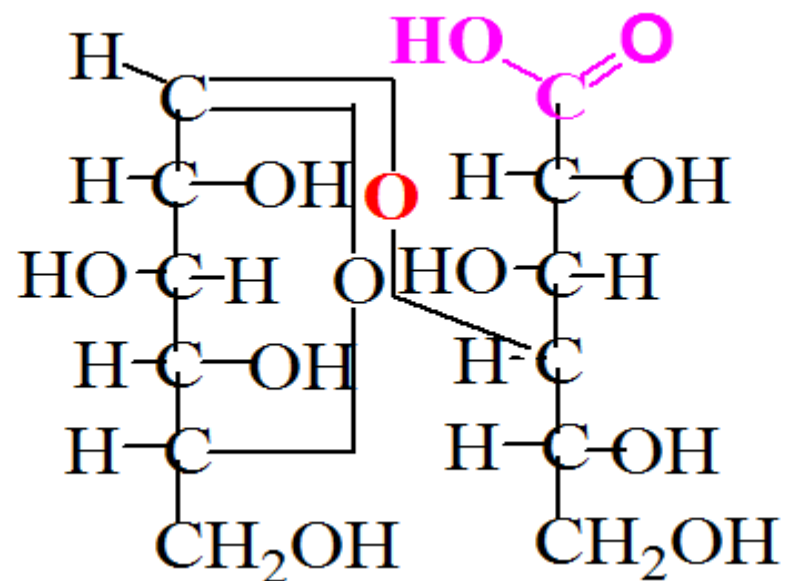
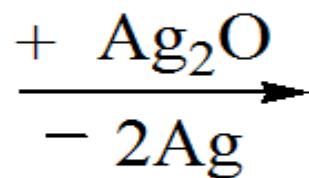
мальтоза

(карбонільна форма)

Окиснення мальтози



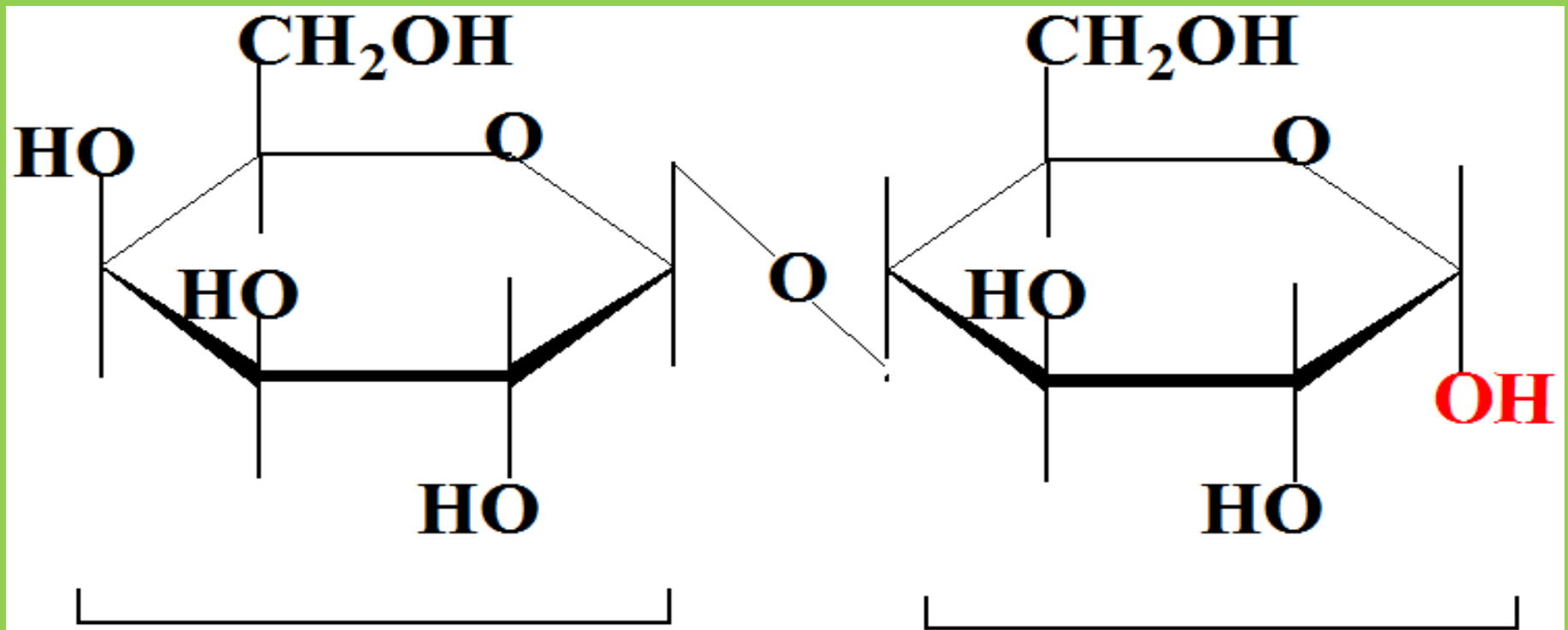
мальтоза



мальтобіонова кислота

ЦЕЛОБІОЗА

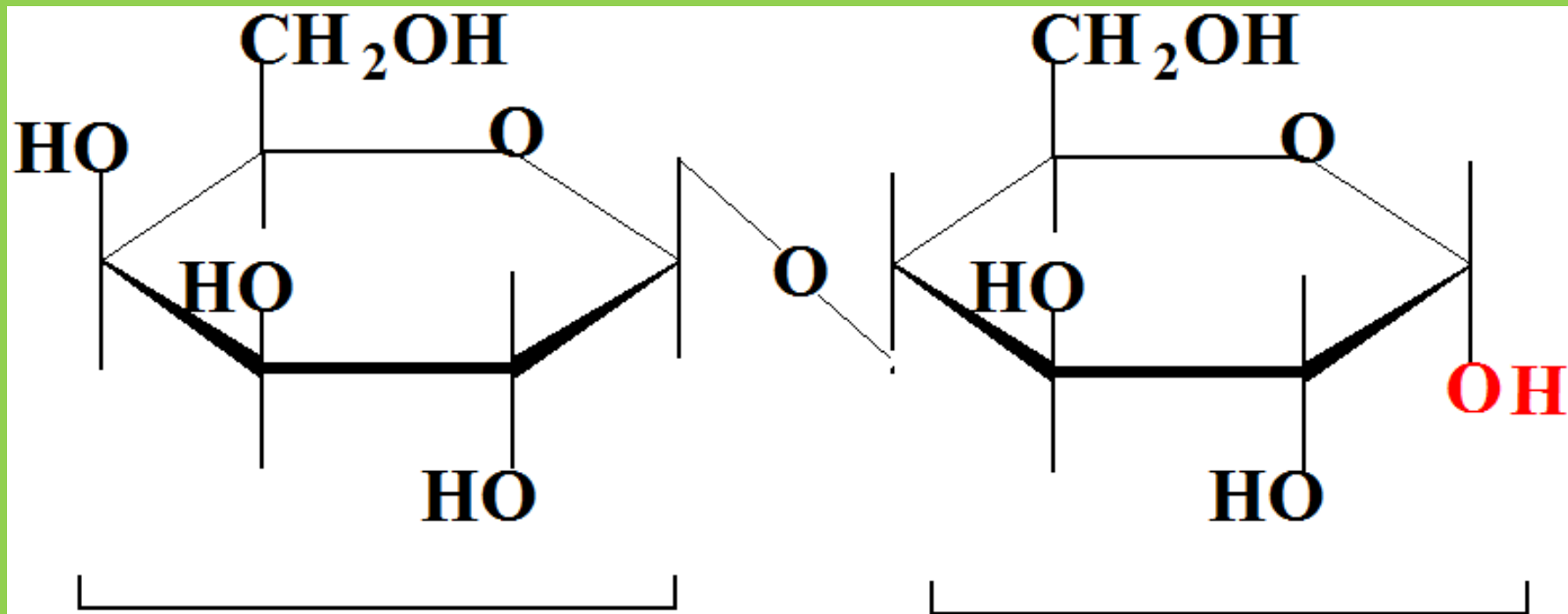
Побудована з 2-х молекул D-глюкози:



β -, D-глюкопіранози

α -, D-глюкопіранози

ЛАКТОЗА



Залишки

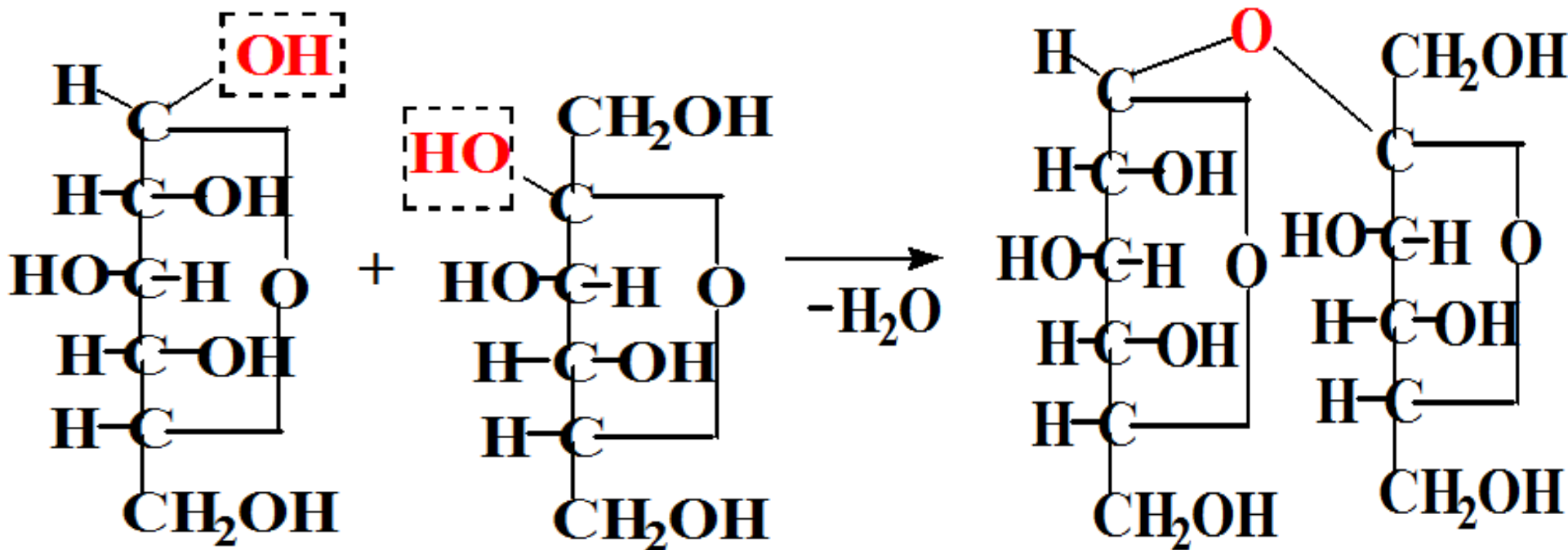
β -,D-галактопіранози

α -,D-глюкопіранози

III. Невідновлюючі дицукри

Вони утворені в результаті виділення молекули води за рахунок двох напівацетальних гідроксилів від двох молекул моноцукрів

ОДЕРЖАННЯ ЦУКРОЗИ



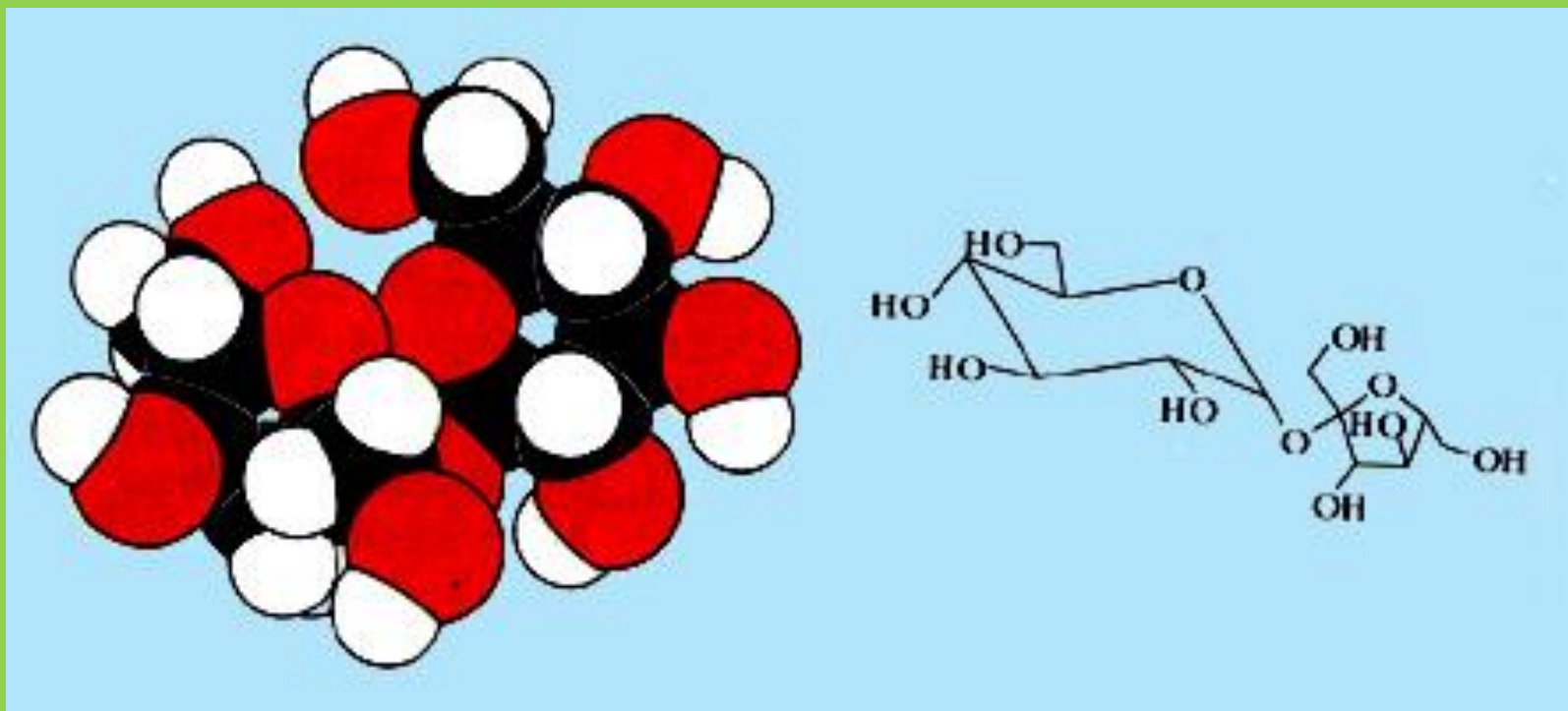
α -D-глюкопіраноза

β -D-фруктофураноза

ЦУКРОЗА

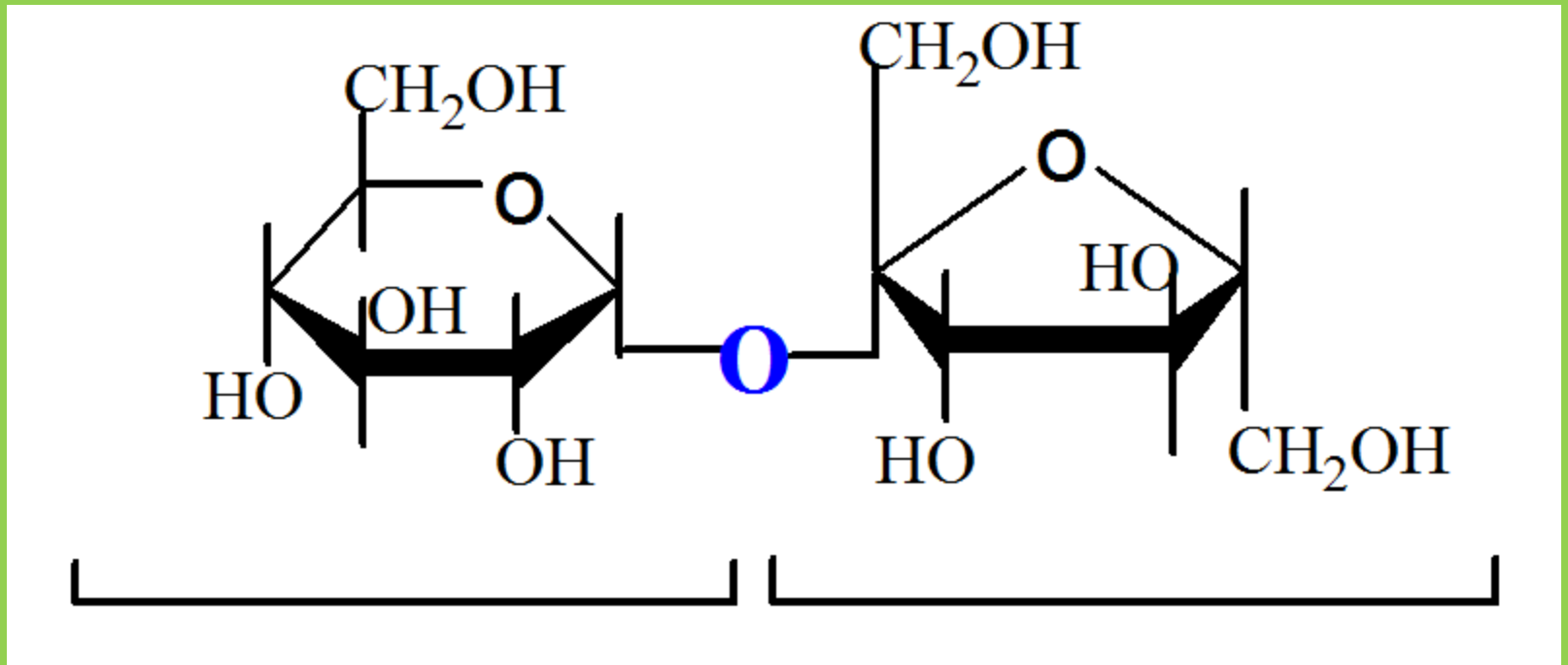
$T_{\text{пл}} = 160^\circ\text{C}$

Модель молекулы цукрози



ЦУКРОЗА

(формула Хеуорса)



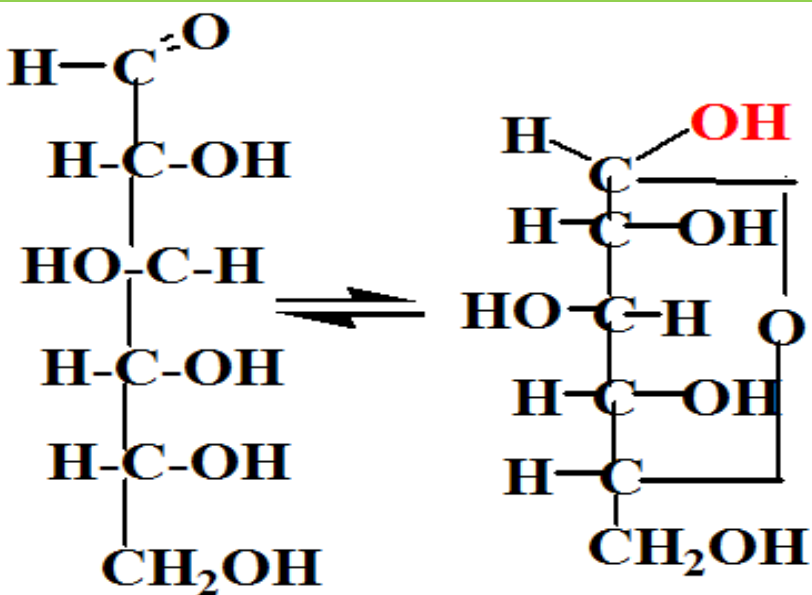
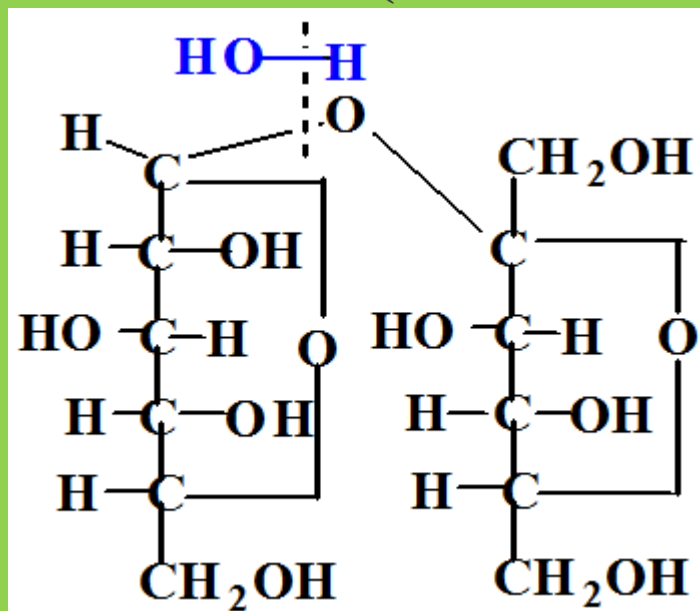
ЗАЛИШКИ

α -D-глюкопіранози β -D-фруктофуранози

ГІДРОЛІЗ ЦУКРОЗИ

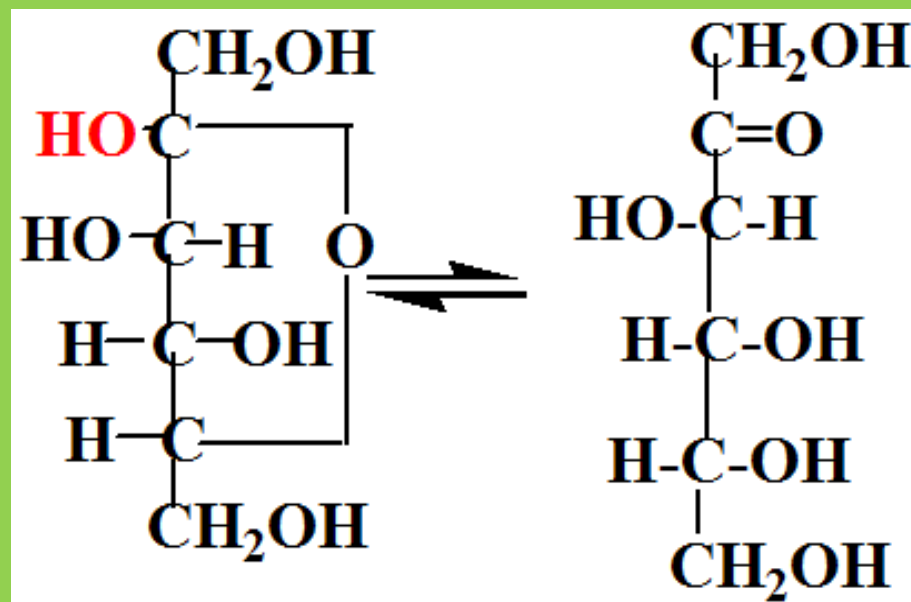
*ВІДБУВАЄТЬСЯ ПІД ДІЄЮ
ФЕРМЕНТІВ АБО В КИСЛОМУ
СЕРЕДОВИЩІ*

ЦУКРОЗА (питоме обертання + 66,5°)



D- Глюкоза

+



D-Фруктоза

ІНВЕРСІЯ ЦУКРОЗИ

Розчин цукрози правобертаючий і має питоме обертання $+66,5^{\circ}$, але після кислотного або ферментативного гідролізу цього розчину утворюється суміш рівних кількостей D-глюкози (питоме обертання $+52,5^{\circ}$) та D-фруктози (питоме обертання -92°), тобто одержаний після гідролізу розчин – лівообертаючий і має сумарний кут обертання $-40,3^{\circ}$.

ІНВЕРСІЯ

Зміна внаслідок гідролізу правого обертання площини поляризації розчину сахарози на ліве називається *інверсією*, а суміш рівних кількостей глюкози і фруктози, що утворилася при цьому, — *інвертним цукром*, або штучним медом

(З лат. *Inversio* –перестановка)

Інвертний цукор широко використовується в кондитерській промисловості. Природнім інвертним цукром є мед.

ПОЛІЦУКРИ

- **Гомополіцукри** – складаються із залишків однакових моноцукрів
- **Гетерополіцукри** – складаються із залишків різних моноцукрів

КЛАСИФІКАЦІЯ ЗА ФУНКЦІОНАЛЬНИМ ПРИЗНАЧЕННЯМ

•РЕЗЕРВНІ

Виконують енергетичну функцію (1г вуглеводів дає 4,1ккал). Добова потреба 450-600 гр. Належать: крохмаль, глікоген, інουλін

•СТРУКТУРНІ

Виконують опорну функцію. Належать: клітковина, пектинові речовини

РЕЗЕРВНІ ПОЛІЦУКРИ.

КРОХМАЛЬ $(C_6H_{10}O_5)_n$

КРОХМАЛЬ

```
graph TD; A[КРОХМАЛЬ] --> B[АМІЛОЗА]; A --> C[АМІЛОПЕКТИН];
```

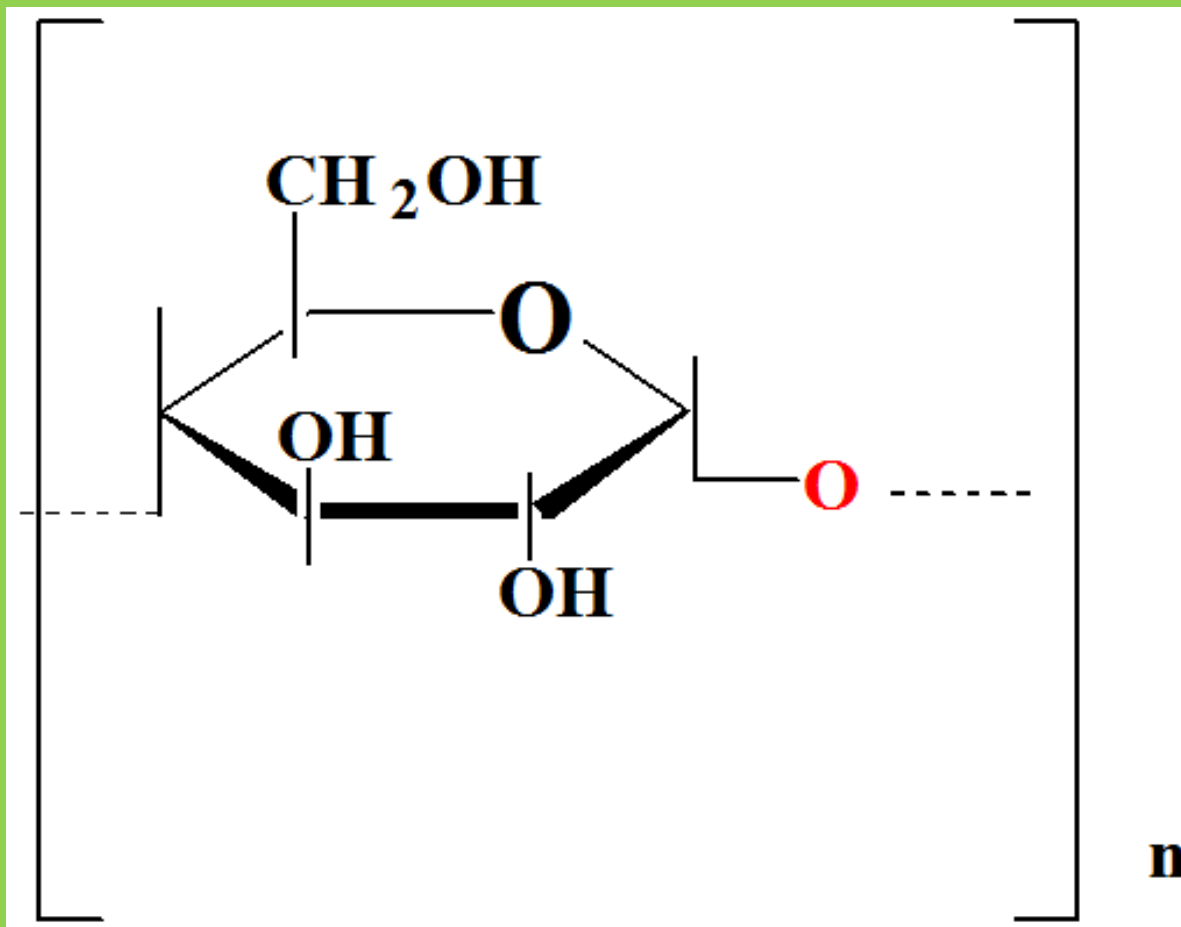
АМІЛОЗА

Розчиняється у гарячій воді, при охолодженні
випадає в аморфний осад
(10-20%)

АМІЛОПЕКТИН

Залишок після обробки гарячою водою, в
якій набухає з утворенням клейстеру
(80-90%)

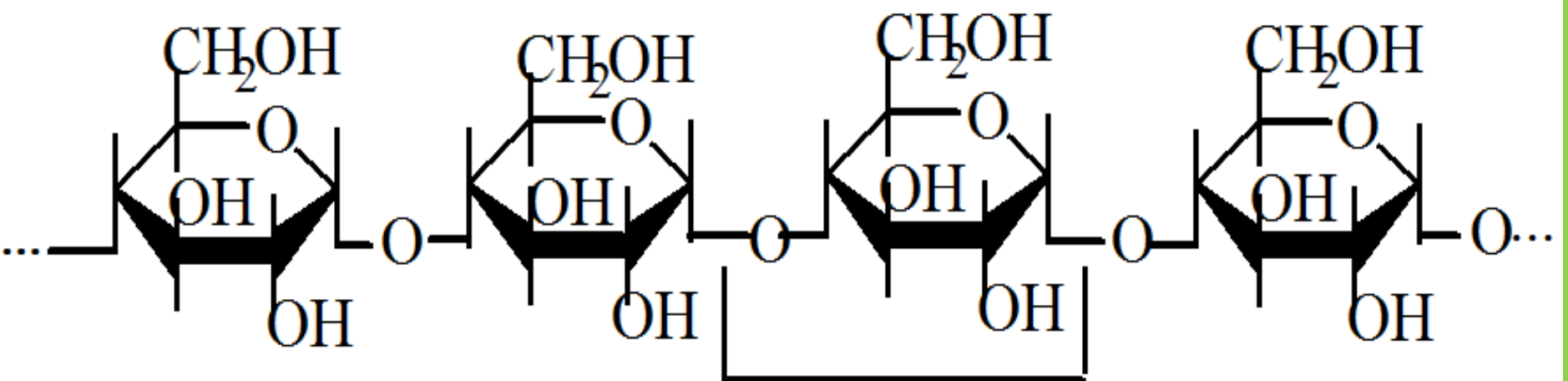
Окрема ланка молекули крохмалю



АМІЛОЗА

- Має лінійну структуру, при набряканні не утворює клейстера, з розчином йоду дає характерне фіолетове забарвлення.
Складається із залишків α -D-глюкопіранози.

АМІЛОЗА

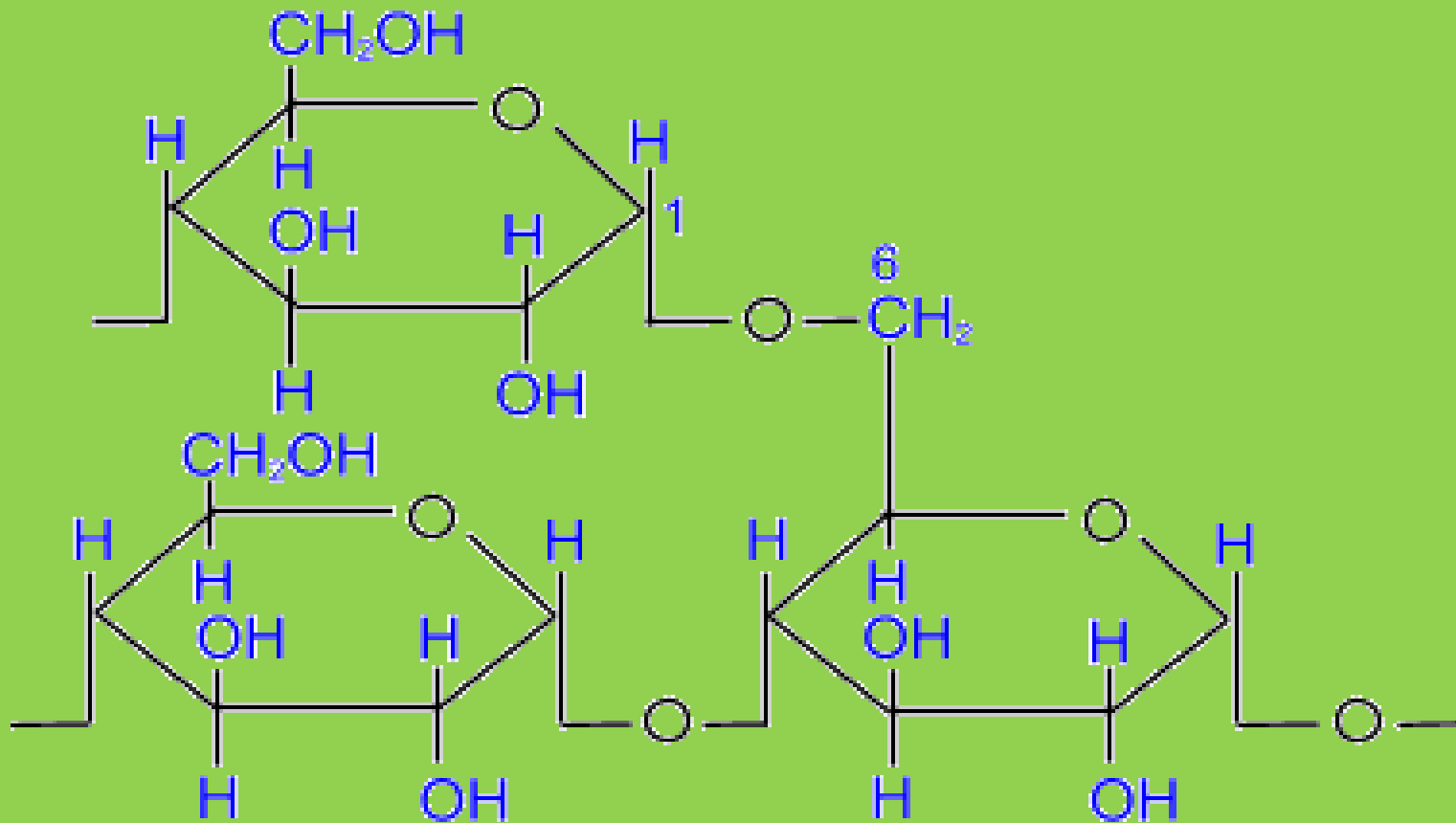


залишок α -D-глюкопіранози

АМІЛОПЕКТИН

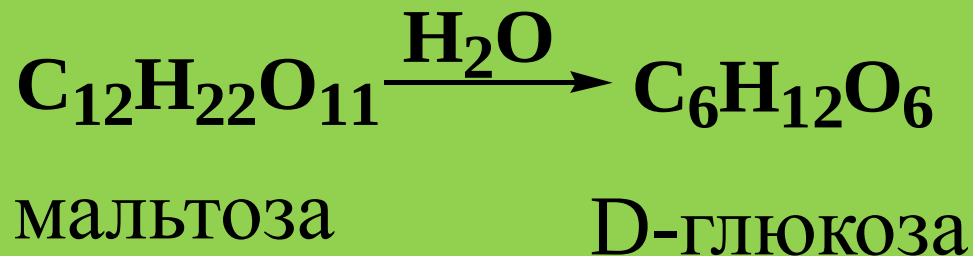
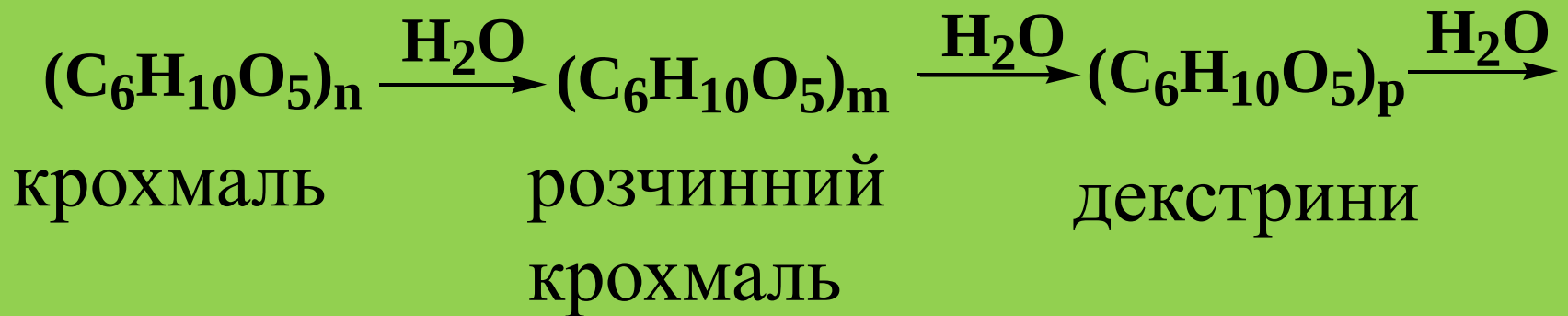
- Має розгалужений ланцюг, в гарячій воді утворює клейстер, розчином йоду забарвлюється в червоно-фіолетовий колір.

Схема будови молекули амілопектина



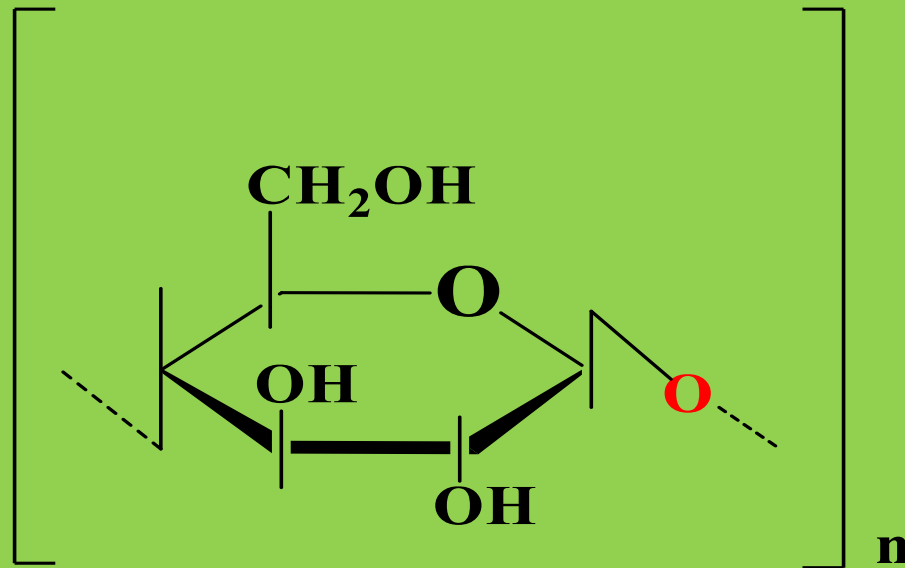
частина ланцюгу амілопектину

СХЕМА ГІДРОЛІЗУ КРОХМАЛЮ



СТРУКТУРНІ ПОЛІЦУКРИ.

КЛІТКОВИНА або **ЦЕЛЮЛОЗА** від лат. **cellula** — клітина
($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n



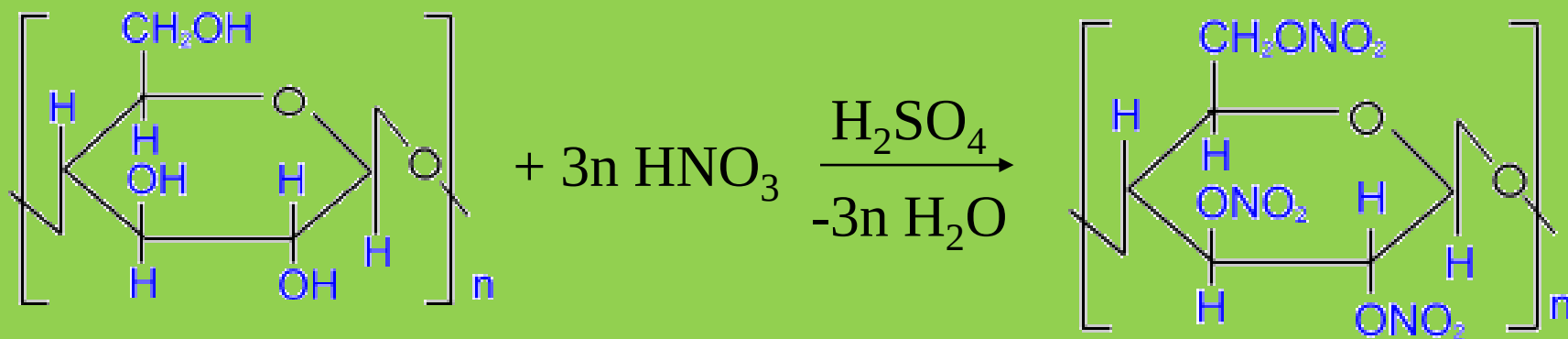
Ланцюги целюлози побудовані із залишків β-глюкози й мають лінійну будову.

Ланка молекули клітковини (1,4- β –глікозидний зв'язок)

ВЛАСТИВОСТІ ЦЕЛЮЛОЗИ

Целюлоза — багатоатомний спирт.

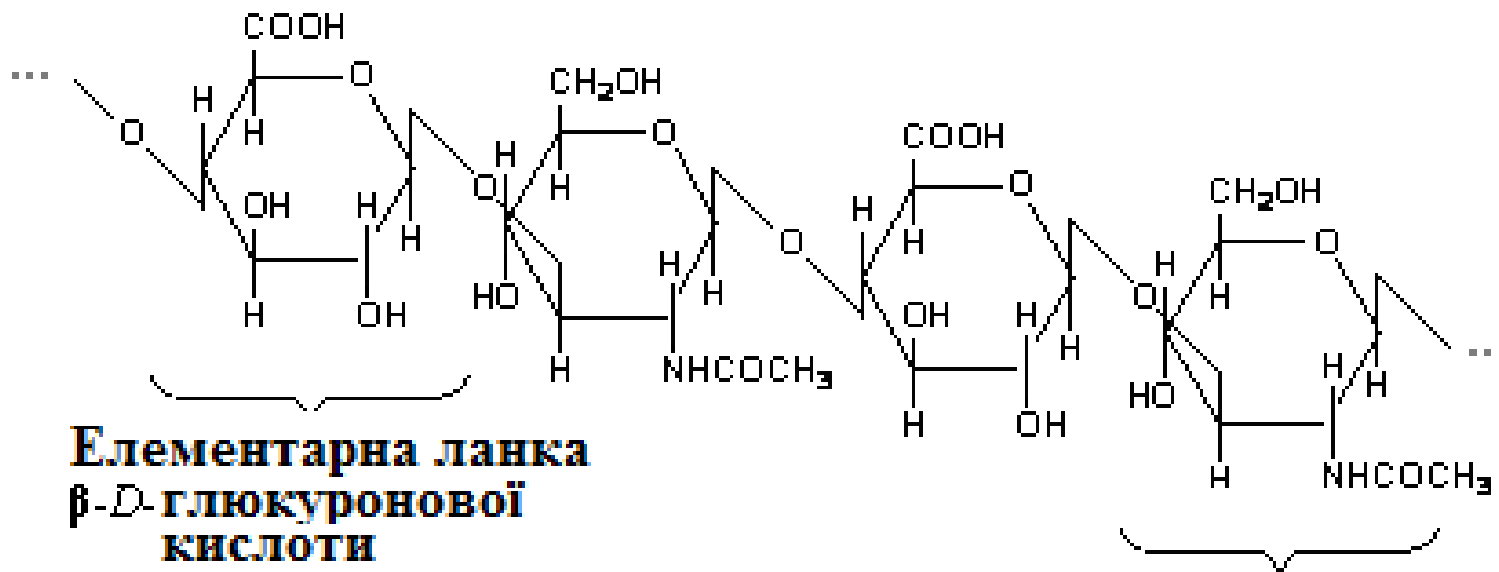
Тому для целюлози є характерними реакції етерифікації та естерифікації (утворення естерів).



Матеріали на основі окисненої целюлози широко використовуються як кровоспинні антимікробні засоби. Продукти модифікування окисненої целюлози різними антимікробними речовинами широко використовуються при хірургічних операціях, лікуванні ран та виразок.

Структурна формула макромолекули гіалуронової кислоти.

Гіалуронова кислота нессульфований глікозаміноглікан. У природних умовах гіалуронова кислота синтезується класом вбудованих мембранних білків - гіалуронат-синтетазами. В організмах хребетних містяться три типи гіалуронат-синтетаз: HAS1, HAS2 і HAS3. Вважається, що ці ферменти з'єднують молекули глюкуронової кислоти та N-ацетилглюкозаміну по чергово



Елементарна ланка β -N-ацетилглюкозаміну