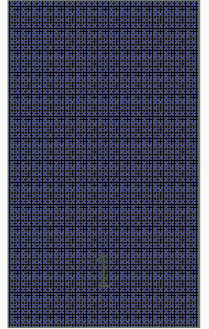


BIOCHEMISTRY I

CARBOHYDRATE



CARBOHYDRATES

- คาร์โบไฮเดรต เป็นสารอินทรีย์ที่พบมากที่สุดในธรรมชาติ
- เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์แสงโดยพืช สำหรับและจุลินทรีย์บางชนิด
- เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์สารชีวโมเลกุลอื่น ๆ
- สัตว์ได้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรต

สมบัติทางเคมีของคาร์โบไฮเดรต

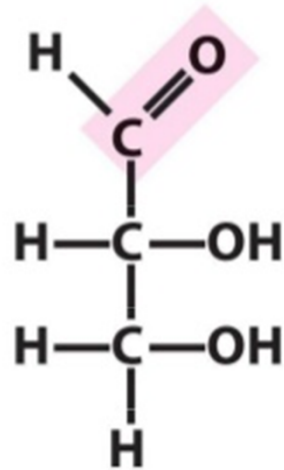
- โครงสร้างมี **asymmetric centers**
- มีโครงสร้างทั้งในรูป **linear** และ **ring**
- สร้างโพลีเมอร์ได้ด้วยพันธะ **glycosidic**
- มีศักยภาพในการสร้าง **H bonds** กับน้ำและสารอื่น ๆ

การตั้งชื่อคาร์โบไฮเดรต

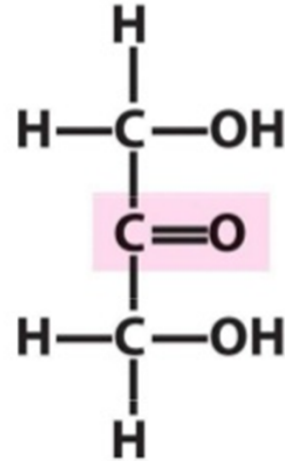
- Carbohydrate มาจาก $(CH_2O)_n$ เมื่อ $n=3$ หรือมากกว่า
- Monosaccharides = simple sugars
- oligosaccharides
- polysaccharides

MONOSACCHARIDES

- ที่พบบ่อยมีคาร์บอน 3-7 อะตอม
- แบ่งออกเป็น aldose กับ ketose
- aldose ที่ง่ายที่สุดคือ glyceraldehyde
- ketose ที่ง่ายที่สุดคือ dihydroxyacetone
- ทั้งสองชนิดเป็น triose (แต่ hexose พบมากที่สุด)



**Glyceraldehyde,
an aldotriose**

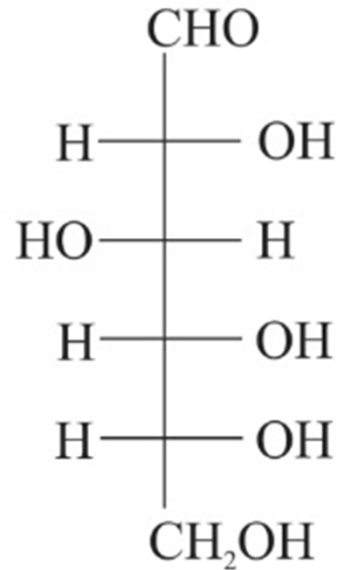


**Dihydroxyacetone,
a ketotriose**

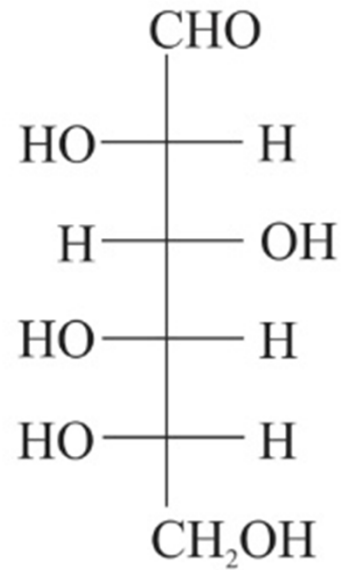
STEREOCHEMISTRY

- aldose ที่มี 3C กับ ketose ที่มี 4C ขึ้นไป มี **chiral centers**
- นิยมเขียนโครงสร้างแบบ Fischer projection
- โมโนแซคคาไรด์ที่มี **asymmetric carbons 2** แห่งขึ้นไป จะเติม D- หรือ L- หน้าชื่อ ขึ้นอยู่กับ **configuration** ของ **asymmetric carbon** ตัวที่ไกลที่สุดจากหมู่ฟังก์ชัน

Carbohydrates – D-form in nature



D-Glucose



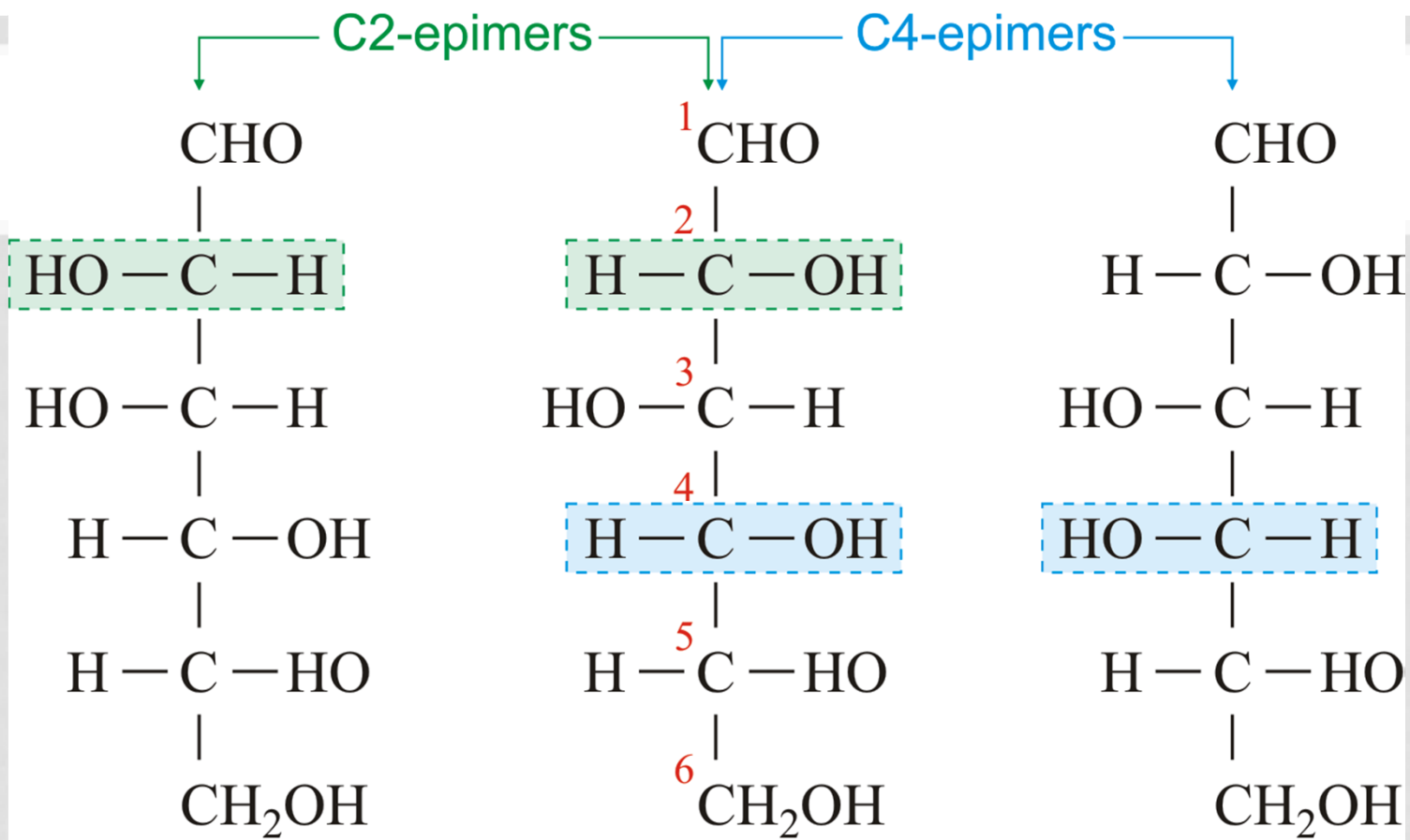
L-Glucose

STEREOCHEMISTRY

- D- กับ L- เป็นภาพในกระจกซึ่งกันและกัน
- Stereoisomers ที่เป็น mirror image กัน เรียกว่า **enantiomers**
- คู่ไอโซเมอร์ที่มี configuration แตกต่างกันที่ chiral center อย่างน้อยหนึ่งแห่ง แต่ไม่ใช่ภาพในกระจก เรียกว่า **diastereomers**

STEREOCHEMISTRY

- น้ำตาล 2 ชนิด ที่มี configuration ต่างกันที่ chiral center เพียงแห่งเดียว เรียกว่า epimers



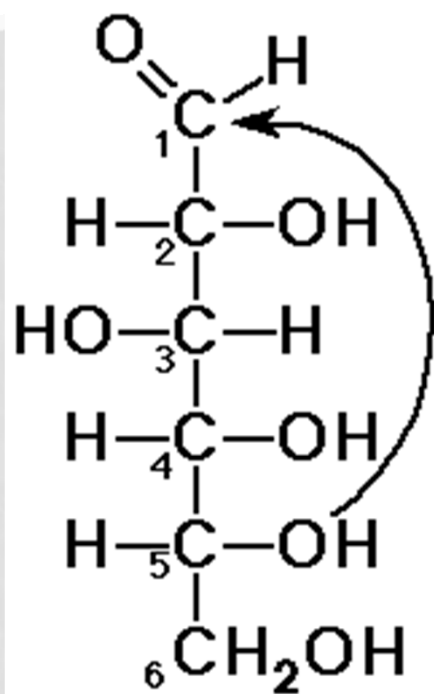
D-mannose

D-glucose

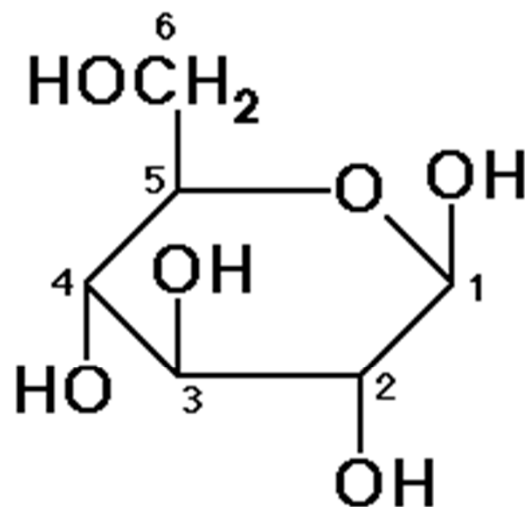
D-galactose

CYCLIC AND ANOMERIC FORMS

- Sir Norman Haworth กล่าวว่ากลูโคสแบบ linear สามารถเกิดปฏิกิริยาภายในโมเลกุล กลายเป็น cyclic ได้
- เนื่องจากมีโครงสร้างคล้าย pyran จึงเรียกว่า pyranose



D-glucose



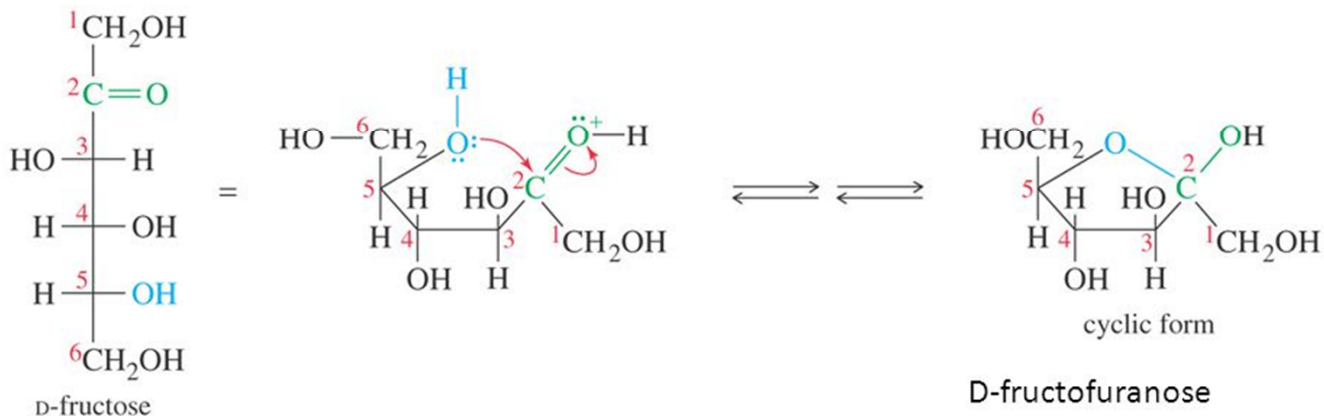
β -D-glucopyranose

CYCLIC AND ANOMERIC FORMS

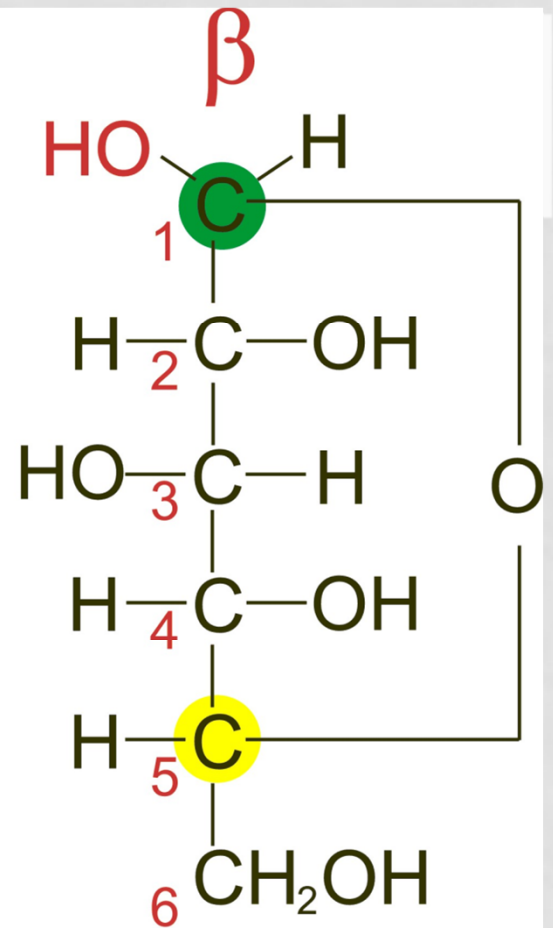
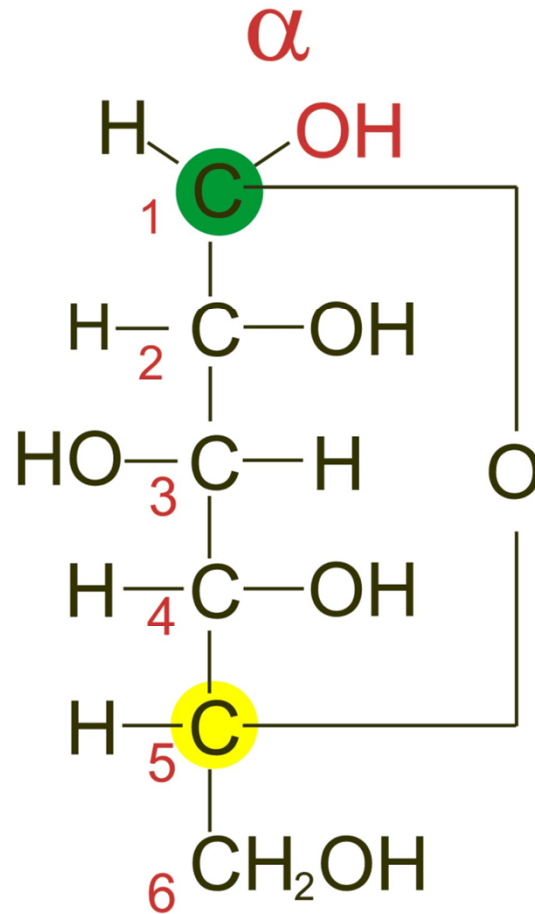
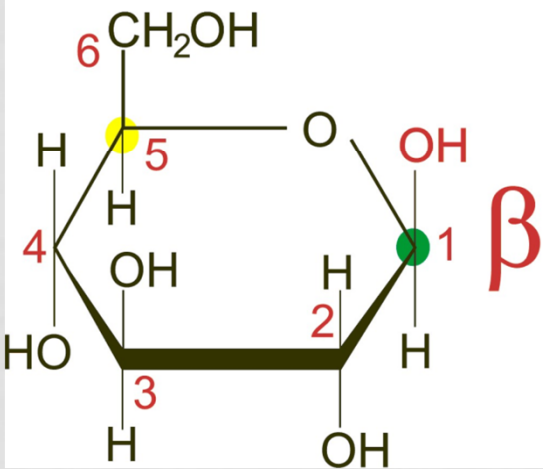
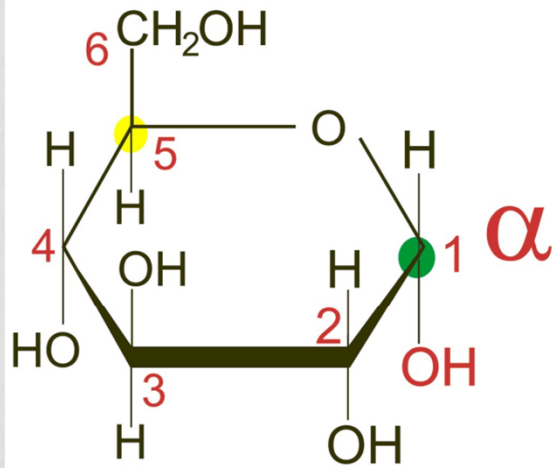
- ในทำนองเดียวกัน **ketose** ก็เกิดวงแหวนได้ เรียกว่า **furanose**
- หมู่ **carbonyl** กลายเป็น **asymmetric carbon**
- เกิด **isomer** ที่แตกต่างกัน เรียกว่า **anomer**

Cyclic Structure for Fructose

Cyclic hemiacetal formed by reaction of C=O at C2 with -OH at C5.



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.



DERIVATIVE FORMS

- เกิดจากปฏิกิริยาเคมีและเอนไซม์
- เช่น sugar acids, sugar alcohols, deoxy sugars, sugar esters, amino sugars.

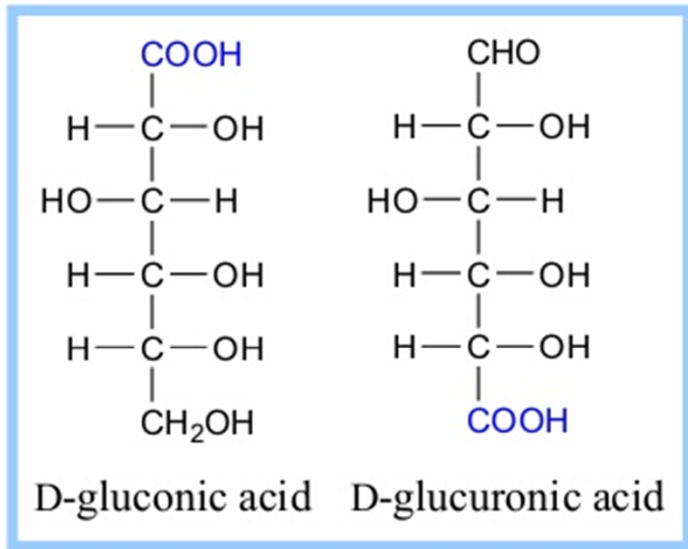
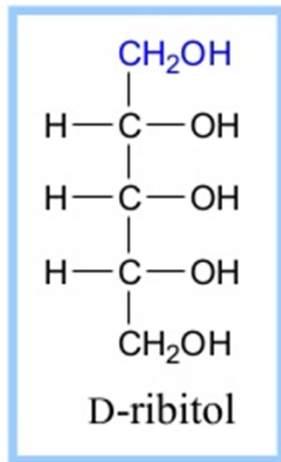
SUGAR ACIDS

- น้ำตาลที่มี anomeric carbon อิสระ สามารถรีดิวซ์สารอื่นได้ เช่น H_2O_2 , ferricyanide, Cu^{2+}
- ตัวอย่างเช่น CuSO_4 ในด่าง ทำให้เกิดตะกอนสีแดงอิฐของ Cu_2O
- น้ำตาลที่สามารถรีดิวซ์ได้ เรียกว่า reducing sugars

SUGAR ALCOHOLS

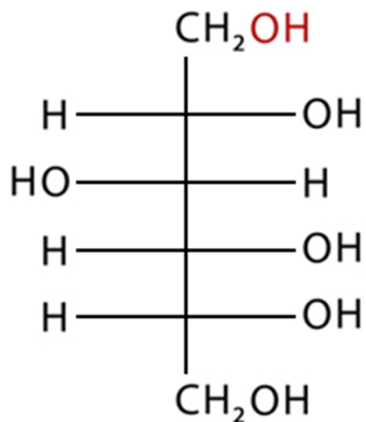
- เตรียมด้วยวิธีรีดิวซ์หมู่คาร์บอนิลด้วย NaBH_4
- ตัวอย่างเช่น sorbitol, mannitol และ xylitol ใช้ในหมากฝรั่ง sugar free
- glycerol และ myo-inositol เป็นองค์ประกอบของ lipids
- ribitol เป็นองค์ประกอบของ flavin coenzymes

Sugar derivatives

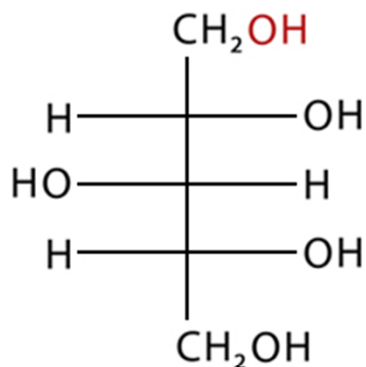


- ♦ sugar alcohol - lacks an aldehyde or ketone; e.g., ribitol.
- ♦ sugar acid - the aldehyde at C1, or OH at C6, is oxidized to a carboxylic acid; e.g., gluconic acid, glucuronic acid.

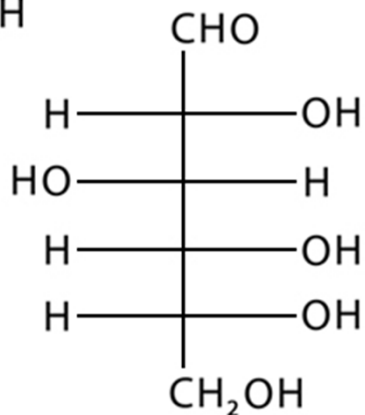
Sugar Alcohols (Polyols)



Sorbitol



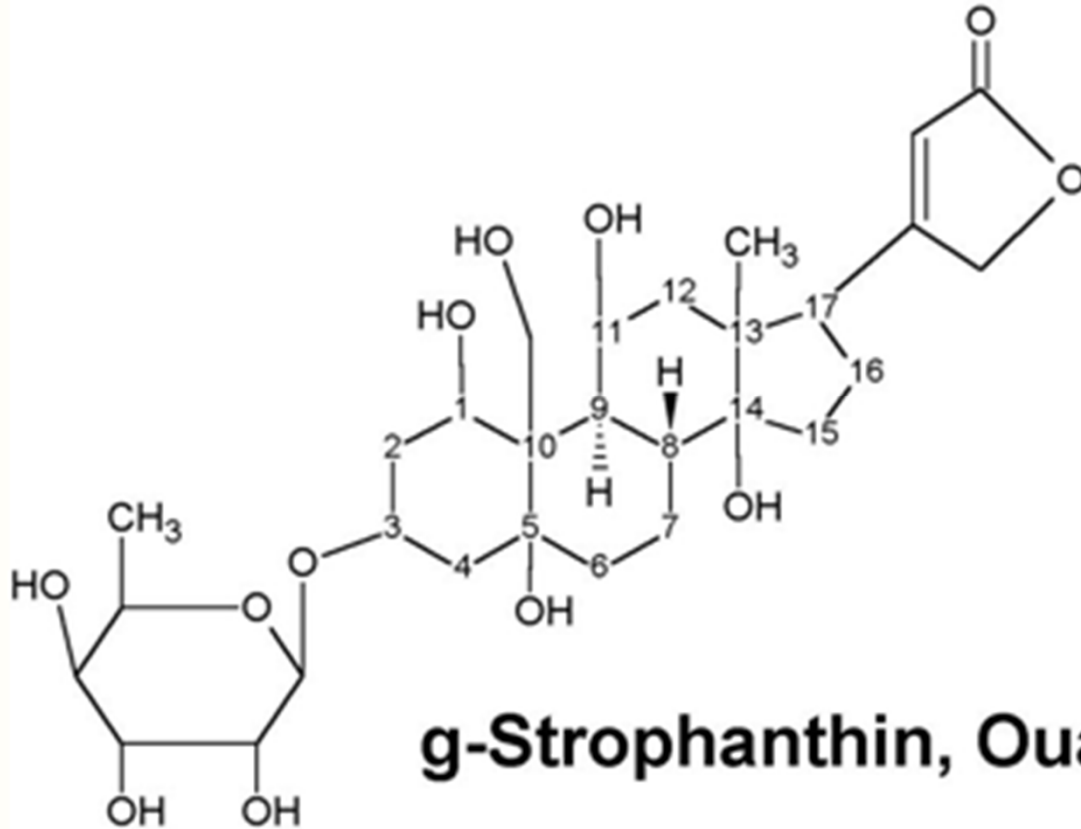
Xylitol



Glucose

DEOXY SUGARS

- หมู่ $-OH$ ถูกแทนที่ด้วย $-H$
- ตัวอย่างเช่น 2-deoxy-D-ribose เป็นองค์ประกอบของ DNA
- L-fucose และ L-rhamnose เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์บางชนิด
- น้ำตาล rhamnose เป็นองค์ประกอบของ ouabain ซึ่งเป็นสารพิษที่พบในเปลือกและรากของต้น ouabaio



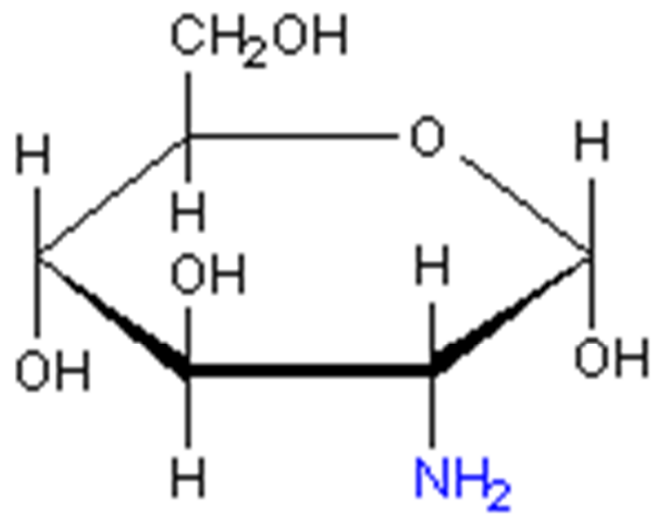
g-Strophanthin, Ouabain

SUGAR ESTERS

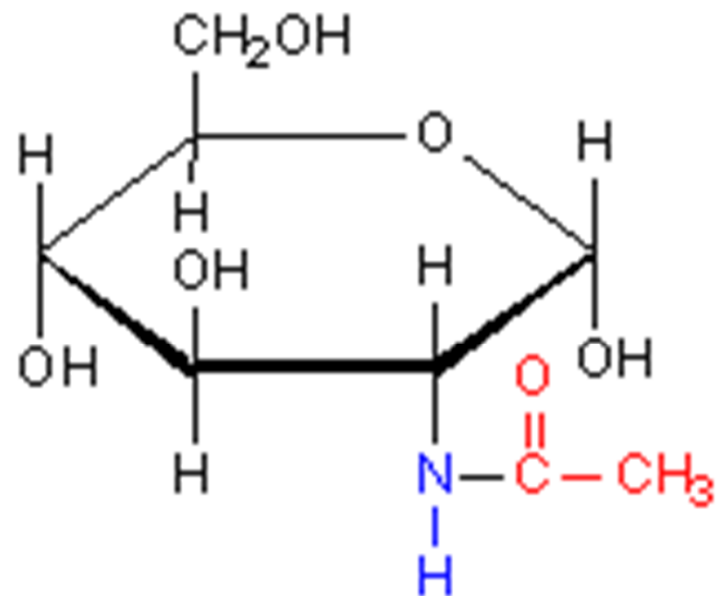
- Phosphate esters ของ glucose, fructose และน้ำตาล monosaccharide อื่น ๆ เป็นสารตัวกลางในเมแทบอลิซึมที่สำคัญ

AMINO SUGARS

- มีหมู่ $-NH_2$ แทนที่ $-OH$ ที่คาร์บอน 2
- ตัวอย่างเช่น D-glucosamine และ D-galactosamine
- พบใน chitin ทำหน้าที่เป็น exoskeleton ของ crustaceans และแมลง
- muramic acid และ neuraminic acid เป็นองค์ประกอบของ cell membrane ของสิ่งมีชีวิตชั้นสูงและผนังเซลล์แบคทีเรีย



α -D-glucosamine

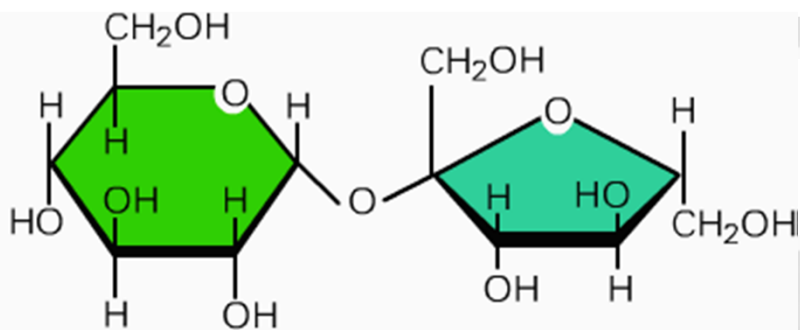


α -D-N-acetylglucosamine

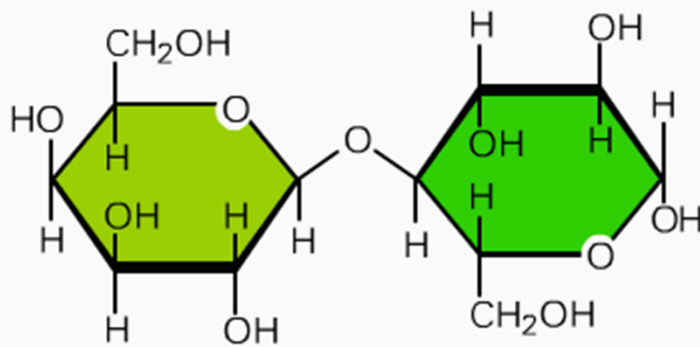
DISACCHARIDES

- เป็น oligosaccharide ที่ง่ายที่สุด
- เกิดจาก monosaccharide มาต่อกันด้วยพันธะ glycosidic
- ที่พบมากในธรรมชาติคือ sucrose, maltose และ lactose

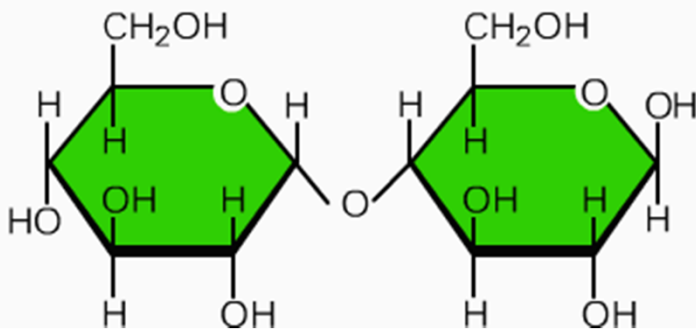
Sucrose
(glucose and fructose)



Lactose
(galactose and glucose)



Maltose
(glucose and glucose)



DISACCHARIDES

- sucrose น้ำตาลทราย เป็น nonreducing sugar
- maltose เกิดจากการย่อยแป้ง
- lactose พบในน้ำนม

- ยาปฏิชีวนะ (antibiotic)
บางชนิดมี oligosaccharide
เป็นองค์ประกอบ เช่น streptomycin

