

คม 323 ชีวเคมี 1
(CH323 Biochemistry 1)
ปี 2566

หมายเหตุ

สไลด์เนื้อหา Carbohydrate นี้เป็นสาระเรียนรู้ในภาพรวมใช้
ประกอบการเรียนเทอม 1 ปี 2566 เท่านั้น ซึ่งอาจารย์อาจเพิ่มหรือลดเนื้อหาใน
สไลด์ตามความเหมาะสมในการสอนแต่ละครั้ง

สัปดาห์	เดือน	จันทร์	พฤหัสบดี	หัวข้อ	จำนวน ชั่วโมง	คะแนน (%)	อาจารย์ผู้สอน
10	กย.	4	7	6. ลิปิด	6	13.33	ผศ.ดร. อนรรฆอร
11		11	14				
หัวข้อ 5-6 สอบกลางภาคครั้งที่ 2 (นับหมายกับผู้สอน)							
12	กย.	18	21	7. เอนไซม์	4.5	10	อ. กัญญา
13		25					
			28	8. โคเอนไซม์/วิตามิน	4.5	10	ผศ.ดร. อนรรฆอร
14	ตค.	2	5	9. หลักการเมแทบอลิซึม	4.5	10	อ.ดร. เอกวิทย์
15		9	12				
16		17		10. การนำเสนองาน	1.5	6.68	คณาจารย์ผู้สอน
			19				
				รวม	45	100	
หัวข้อ 7-9 สอบปลายภาค: 23 ตค.- 5 พย. 2565 (ตามตารางสอบของมหาวิทยาลัย)							

26 มี.ย.	27	28	29	30	1 ก.ค.	2
← จาก 23 มี.ย.	ลงทะเบียน น.ส					
ส่งปรับปรุงเนื้อหา รท101	9:30 ประชุม ก.ภ. หลักสูตร; 2310					
8:00 ปฐมนิเทศนักศึกษา						
3	4	5	6	7	8	9
add-drop ลงล่าช้า			8:00 คม323; 2314			
เปิดเรียน		11:00 10303321; 3407				
8:00 คม323; 2314						
10	11	12	13	14	15	16
8:00 คม323; 2314		11:00 10303321; 3407	8:00 คม323; 2314			
17	18	19	20	21	22	23
online proceeding		11:00 10303321; 3407				
8:00 คม323; 2314						
24	25	26	27	28	29	30
		11:00 10303321; 3407		วันพระราชสมภพสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวมหาวชิราลงกรณ บดินทรเทพยวรางกูร; ไทย		
		14:30 ทดสอบแบบคำยดารา				
31	1 ส.ค.	2	3	4	5	6
	วันอาสาฬหบูชา; ไทย	วันเข้าพรรษา; ไทย				
		11:00 10303321; 3407				

เอกสารอ้างอิงหลัก

****มนตรี จุฬารัตนทล, ยงยุทธ ยุทธ
วงศ์, ม.ร.ว. ชัยนุสรณ์ สวัสดิวัตน์, สกล
พันธุ์ยิ้ม และภิญโญ พาณิชพันธ์ (2542)

**"ชีวเคมี" ภาควิชาชีวเคมี คณะ
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล**



อ้างอิงการสอน

เอกสารประกอบการสอนสามารถ download ได้จาก Microsoft Team และ www.chemistry.mju.ac.th

เอกสารการสอน เข้า www.chemistry.mju.ac.th

สาขาวิชาเคมี
Chemistry Program, Faculty of Science, Maejo University

Language (th-TH) | เข้าสู่ระบบ

หน้าแรก เกี่ยวกับหน่วยงาน บุคลากร โครงสร้างการบริหาร ข่าวกิจกรรม ปฏิทิน กล้องเอกสาร

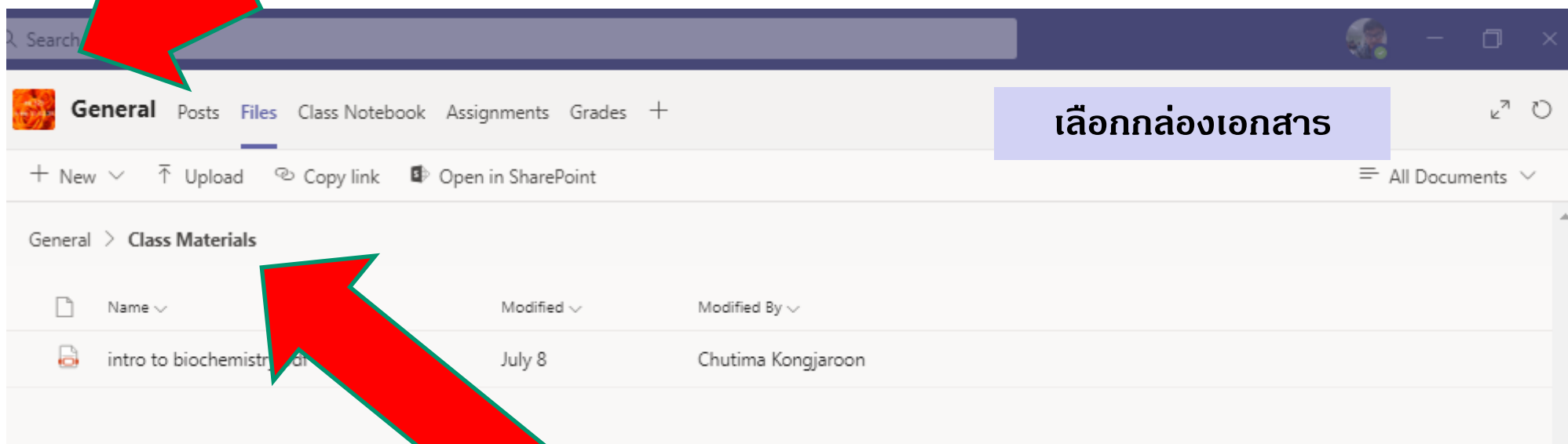
ลำดับ 0361 **ประกาศ**
เรียนเชิญ คณาจารย์ผู้สอนสาขาเคมีทุกท่าน
เรื่อง การใช้เว็บหลักสูตรเคมีใหม่ช่วยในการเรียนการสอน
เนื่องด้วยวันที่ 25 มิ.ย. นี้ เว็บหลักสูตรสาขาวิชาเคมี www.chemistry.mju.ac.th จะเปิดใช้อย่างเป็นทางการ บุคลากร
ท่านใดประสงค์ทำการอัปเดตข้อมูลเอกสารประกอบการสอนและปฏิทิน
กิจกรรมเพื่อใช้ประสานงานกับนักศึกษาผ่านเว็บด้วยตัวเองให้
คู่มือการใช้เว็บที่ได้ลงไว้ในไลน์สาขาเคมี
หมายเหตุ เว็บเคมีเดิมจะไม่มีกรอัปเดต
ระยะเวลา เริ่มตั้งแต่วันที่ 25 มิ.ย. 2561 เป็นต้นไป

ข่าวกิจกรรม
0261 กิจกรรมบริการวิชาการแก่โรงเรียน
ระหว่างวันที่ 23-24 มิ.ย. 2561
ดู : 10 ครั้ง 24 มิ.ย. 2561, 13:22:03

root

- แขนงสาขาเคมีเชิงฟิสิกส์
18/6/2561 1:43:10
- แขนงสาขาเคมีพื้นฐาน
18/6/2561 10:45:16
- แขนงสาขาเคมีวิเคราะห์
18/6/2561 1:41:38
- แขนงสาขาเคมีอินทรีย์
18/6/2561 1:38:53
- แขนงสาขาเคมีอินทรีย์
18/6/2561 1:30:23
- แขนงสาขาชีวเคมี
18/6/2561 1:39:46
- เอกสารหลักสูตร
18/6/2561 3:09:57

เอกสารการสอน เข้า MT ที่ Files



Search

General Posts **Files** Class Notebook Assignments Grades +

เลือกกล่องเอกสาร

+ New Upload Copy link Open in SharePoint All Documents

General > Class Materials

Name	Modified	Modified By
intro to biochemistry.pdf	July 8	Chutima Kongjaroon

เลือก กล่องเอกสาร
/Files/Class Materials

หลักการสอนและการออกข้อสอบ

*** เนื่องจากเป็นวิชาชีวเคมีสำหรับนักศึกษาในสาขา เนื้อหา Carbohydrate structure จะมีลักษณะเป็น**ความรู้ตั้งแต่เบื้องต้นที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ** และเป็นการปรับพื้นฐานสำหรับนักศึกษาที่เรียนด้าน carbohydrate metabolism ต่อไป

**** **เอกสารการสอนยังไม่ใช้ความรู้ที่เป็นที่สุด** ยังสามารถมีการเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากความก้าวหน้าทางสาขาชีวเคมี มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

*** ความรู้จากเอกสารการสอนที่แจกให้ 70% ความรู้ที่แทรกระหว่างการสอน 30%

*** มีคะแนนเข้าชั้นเรียนบวกเพิ่มในคะแนนข้อสอบ 5 คะแนนในแต่ละบท โดยการส่งใบงานของการเขียนบททวนเนื้อหาท้ายชั่วโมงที่จะต้องมีการครบ 4 ครั้ง และอีก 5 คะแนนจากการทำข้อสอบปรนัยออนไลน์ หลังจากเรียนจบและอ่านเอกสารประกอบการสอนในบทนั้น

*** ข้อสอบเป็นแบบ**อัตนัย** ในลักษณะตอบคำถาม เขียนพรรณนาบรรยายความรู้ **เขียนโครงสร้าง สมการปฏิกิริยาเคมี และการเติมคำสั้น ๆ** ให้ได้ใจความ

“นักศึกษาจะต้องสามารถนำเสนอความรู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงหรือแวดล้อมใน ส่วนเนื้อหาบทที่เรียนในเรื่องเดียวกันมาใช้ในการตอบได้”

ลักษณะใบงาน

ทบทวนเนื้อหา ครั้งที่ 1

1/4

ชื่อ.....รหัส..... วันที่ 03 ก.ค. 66

ทบทวนเนื้อหา 01

ทบทวนเนื้อหา 02

คม 323 ชีวเคมี 1

(CH323 Biochemistry 1)

ปี 2566

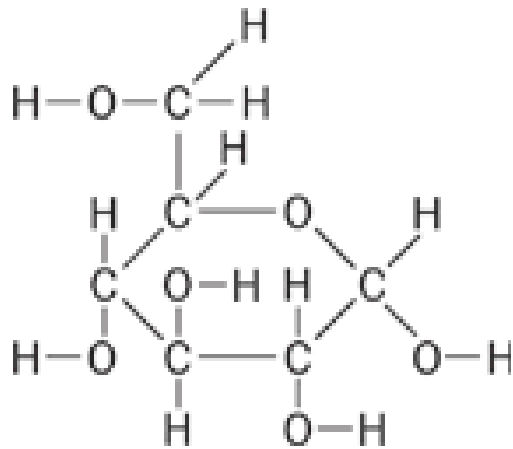
เนื้อหาส่วน

Carbohydrate

เนื้อหาส่วน

Carbohydrate

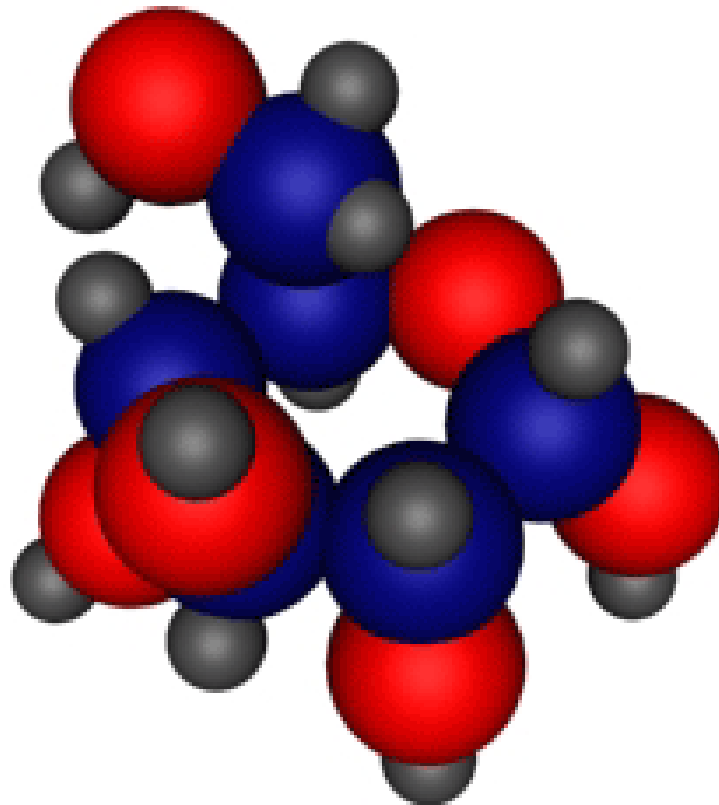
Molecular Construction of Glucose



● Hydrogen

● Carbon

● Oxygen



Copyright from
<http://msseconisseniorbiology.blogspot.com/p/carbohydrates.html>

โดย
อาจารย์
ดร. เอกวิทย์
ตรีเนตร

CARBOHYDRATES



คาร์โบไฮเดรต : CARBOHYDRATE

ที่มา

Carbohydrate = carbon hydrate



ได้จากแหล่ง

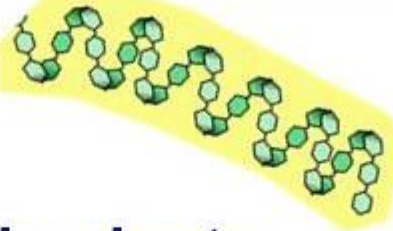
- Gluconeogenesis

- Photosynthesis

ในปัจจุบันถือว่าคาร์โบไฮเดรตเป็นสารอินทรีย์ที่มีมากที่สุดในโลก โดยเฉพาะ **Cellulose** และ **Chitin**

BIG carbohydrates

■ Polysaccharides



◆ starch

- energy storage in plants
 - ◆ potatoes

◆ glycogen

- energy storage in animals
 - ◆ in liver & muscles

◆ cellulose

- structure in plants
 - ◆ cell walls

◆ chitin

- structure in arthropods & fungi

Regents Biology ◆ exoskeleton



คาร์โบไฮเดรต : CARBOHYDRATE

คาร์โบไฮเดรต หรือ แซคคาไรด์ (saccharide) เป็น สารประกอบ อินทรีย์ที่พบทั่วไปในธรรมชาติ ประกอบด้วยธาตุ C : H : O ในอัตราส่วน 1 : 2 : 1 มีสูตรทั่วไปคือ $(CH_2O)_n$; $n \geq 3$ อย่างไรก็ตาม CHO บางชนิดอาจมีองค์ประกอบของ P, S และ N รวมด้วยก็ได้

CHO เป็นสารประกอบอินทรีย์ประเภท

- polyhydroxy aldehyde
- polyhydroxy ketone

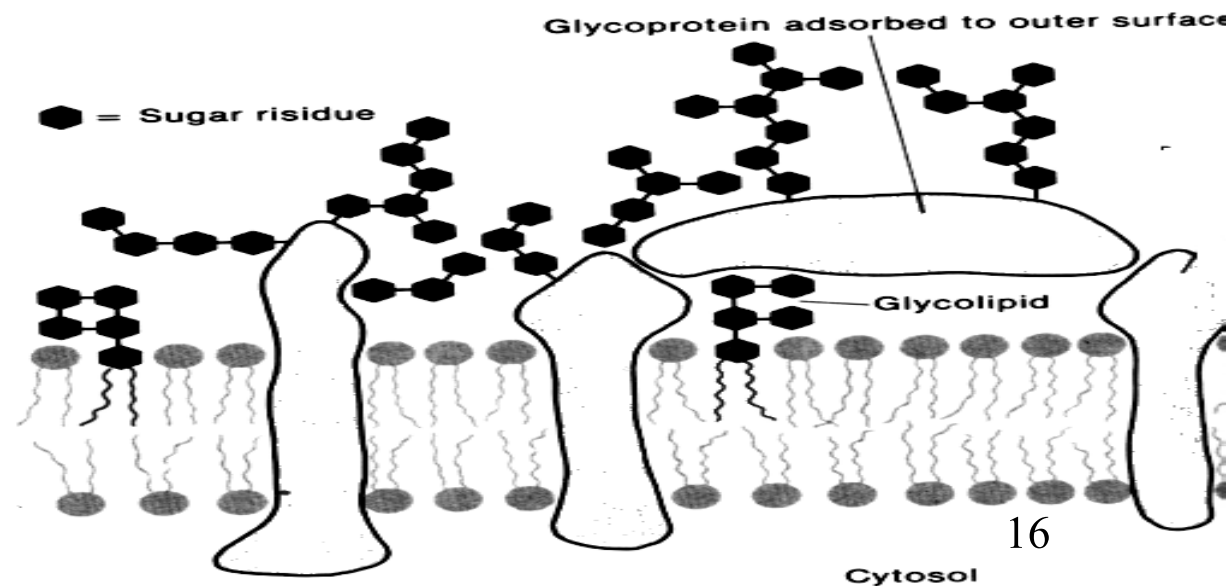
พบ CHO มากมายในธรรมชาติ

- มหโมเลกุล เช่น glycogen, cellulose, starch
- โมเลกุลขนาดเล็ก เช่น glucose, fructose, galactose, ribose, xylose,

lactose, maltose, sucrose

หน้าที่ของคาร์โบไฮเดรต

1. แป้ง (พืช) **glycogen** (สัตว์) และ **dextran** (จุลินทรีย์) เป็นแหล่งเสบียงที่เก็บตุนไว้ใช้ในยามที่ร่างกายต้องการ
2. **CHO** ที่ไม่ละลายน้ำหลายชนิดเป็นโครงสร้างของผนังเซลล์แบคทีเรีย + พืช , เนื้อเยื่อยึดเหนี่ยวของสัตว์ชั้นสูง
3. **CHO** บางชนิดทำหน้าที่คล้ายน้ำมันหล่อลื่นเพื่อป้องกันการเสียดสีของข้อกระดูก
4. ยึดเซลล์ในเนื้อเยื่อต่าง ๆ ให้อยู่ด้วยกัน
5. **CHO** ในรูป **glycoprotein** (หรือ **proteoglycans**) และ **glycolipid** (หรือ **lipopolysaccharides**) ที่อยู่บนผิวเซลล์มีหน้าที่ในการติดต่อ หรือความสัมพันธ์อย่างจำเพาะของเซลล์กับสิ่งแวดล้อม
6. ให้พลังงาน 4 kcal/g



ชนิดของคาร์โบไฮเดรต



Monosaccharide

-

*fruits, vegetables, honey,
nuts*



Disaccharide-

sugars, milk



Polysaccharides-

*(starchy foods)-
rice, potatoes, corn, wheat*



ชนิดของคาร์โบไฮเดรต

แบ่ง CHO เป็น 3 ชนิด โดยอาศัยขนาดและความซับซ้อนของโมเลกุลเป็นหลัก ดังนี้

1. **Monosaccharide** : เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของ CHO ประกอบด้วย C 3 ถึง 10 อะตอม ไม่สามารถสลายให้เล็กลงกว่านี้ด้วยวิธี **hydrolysis**

ตย. **Monosac.** ที่พบในธรรมชาติ

น้ำตาล C3 ($C_3H_6O_3$) ---> glyceraldehyde
---> dihydroxyacetone

น้ำตาล C4 ($C_4H_8O_4$) ---> erythrose, treose
---> erythrulose

น้ำตาล C5 ($C_5H_{10}O_5$) ---> ribose, arabinose, xylose, lyxose
---> ribulose, xylulose

น้ำตาล C6 ($C_6H_{12}O_6$) ---> allose, altrose, glucose, mannose
gulose, idose, galactose, talose
---> psicose, fructose, sorbose, tagatose

Monosac. เกือบทั้งหมดจะเป็นผลึกสีขาว ละลายน้ำได้ดี และมีรสหวาน ที่พบมากที่สุด ในธรรมชาติ และสำคัญเป็นเยื่อมคือ **glucose**

2. Oligosaccharide : เป็น CHO ที่ประกอบด้วย monosac. 2 ถึง 6 โมเลกุลมาจับกันด้วย **glycosidic linkage** ถ้านำ oligosac. มา **hydrolyse** จะได้ monosac. หลุดเป็นอิสระ

ตย. **Oligosac.** ที่พบในธรรมชาติ

จาก **Monosac. 2** โมเลกุล

- > **maltose** : glucose - glucose
- > **isomaltose** : glucose - glucose
- > **cellobiose** : glucose - glucose
- > **trehalose** : glucose - glucose
- > **lactose** : galactose - glucose
- > **sucrose** : glucose - fructose

จาก **Monosac. 3** โมเลกุล

- > **raffinose** : galactose - glucose - fructose

3. **Polysaccharide** : เป็น CHO ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ โครงสร้างซับซ้อนมาก ถ้านำ polysac. มา hydrolyse จนสมบูรณ์จะได้ Monosac. หลุดออกมาจำนวนมาก

ตย. Polysac. ที่พบในธรรมชาติ

3.1 Homopolysac.

- > cellulose [glucose]_n
- > starch “-----”
- > glycogen “-----”
- > dextrin “-----”
- > chitin [N-acetyl-D-glucosamine]_n
- > insulin [fructose]_n

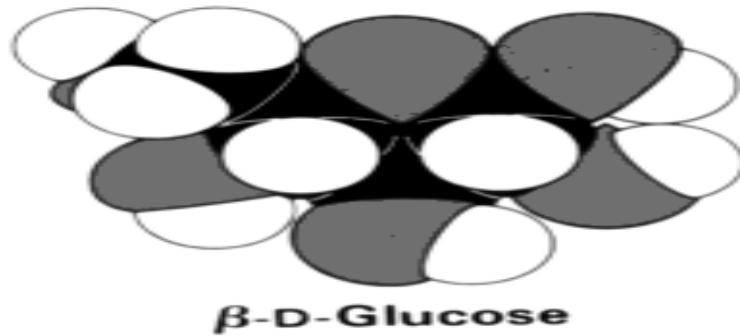
n : จำนวน monosac

- การแตกกิ่ง
- ชนิด glycosidic linkage
- ชนิด Monosac.

3.2 heteropolysac.

- > pectin : พบในผลไม้และผักบางชนิด, ใช้ในการทำอาหารพวกแยม
- > hyaluronic acid : พบใน intracellular space เช่น vitreous humor ของตา
- > chondroitin
- > heparin : ป้องกันการแข็งตัวของเลือด

Monosaccharide

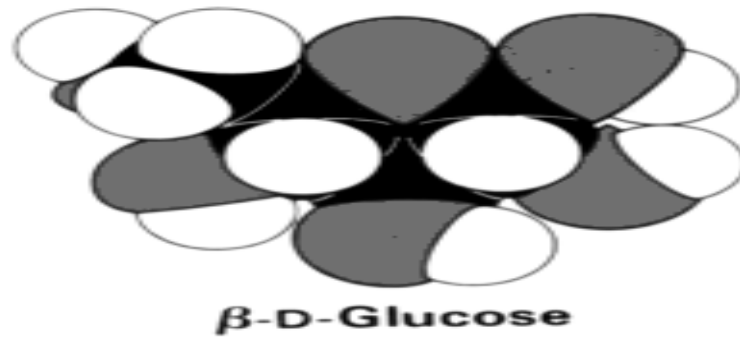


Stryer L. Biochemistry. 1988. p334.

เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของ CHO ประกอบด้วย C 3 ถึง 10 อะตอม ไม่
สามารถสลายให้เล็กลงกว่านี้ด้วยวิธี hydrolysis
มีสองกลุ่มคือ

- polyhydroxy aldehyde เรียกว่า น้ำตาล aldose
- polyhydroxy ketone เรียกว่า น้ำตาล ketose

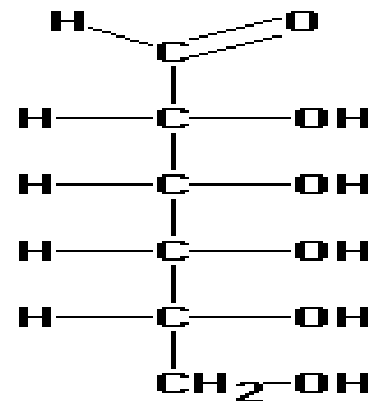
Monosaccharide



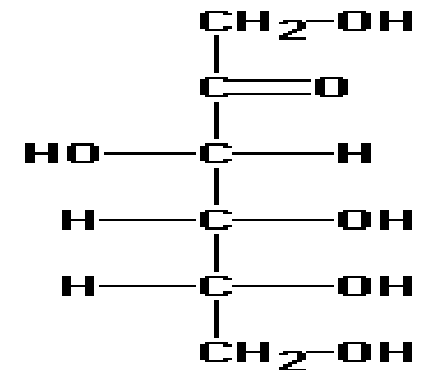
Stryer L. Biochemistry. 1988. p334.

การเขียนโครงสร้างของ Monosaccharide

การเขียนสูตรโครงสร้าง
ของน้ำตาลโดยให้
C-atom เรียงลงมาเป็น
สายโซ่ปลายเปิดแบบนี้
เรียก Fischer formular
Projection



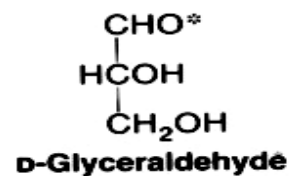
Glucose



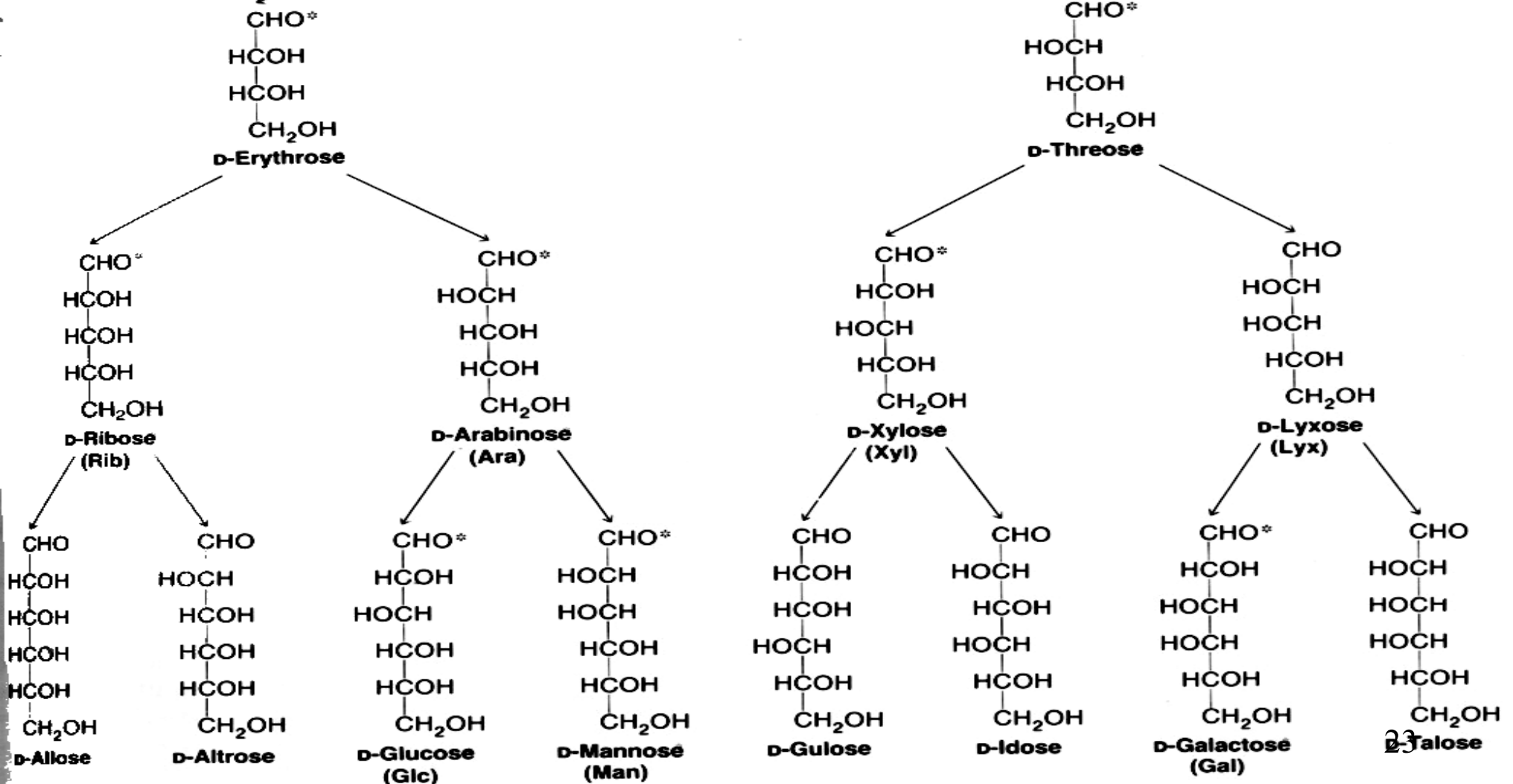
Fructose

Monosaccharide

Polyhydroxy aldehyde

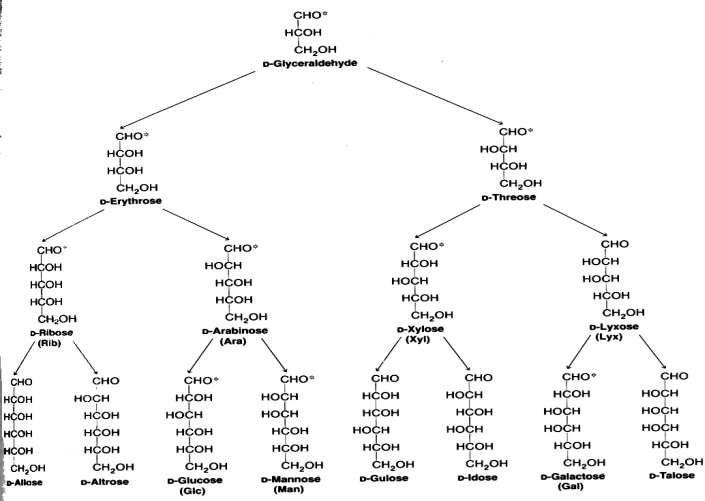


Zubay
G.Biochemistry.1988.p13
3



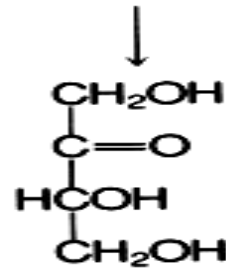
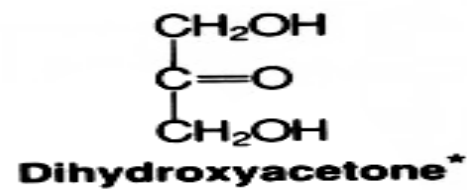
Monosaccharide

Polyhydroxy aldehyde

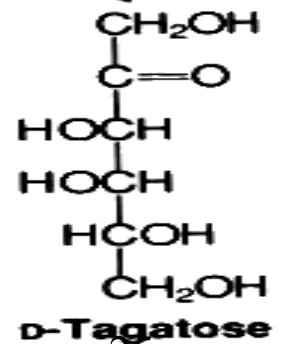
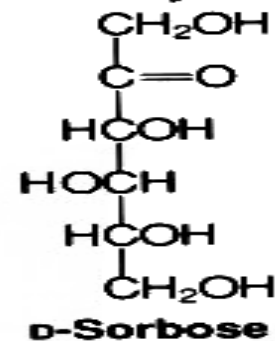
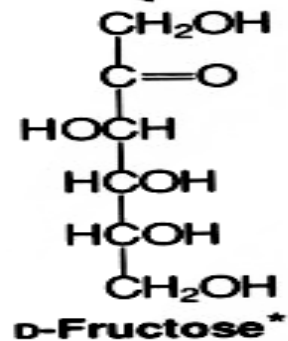
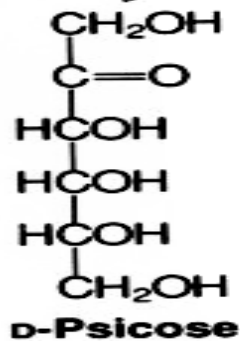
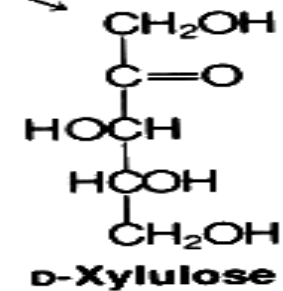
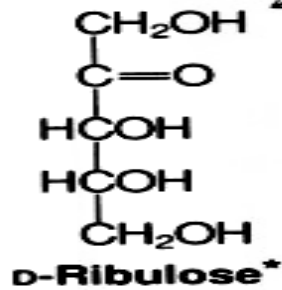


Monosaccharide

ประเภท Polyhydroxy ketone



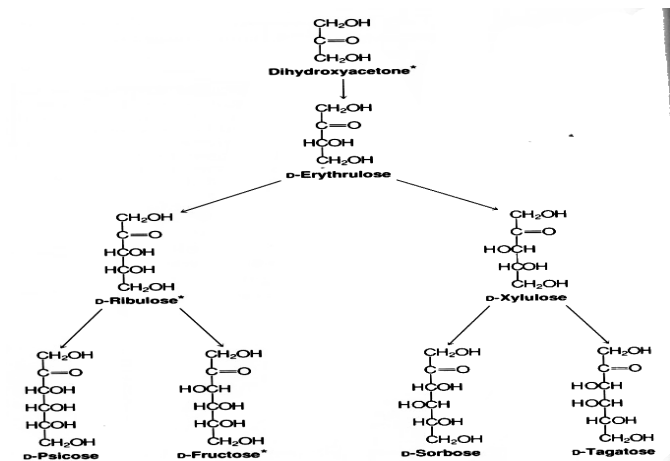
D-Erythrulose



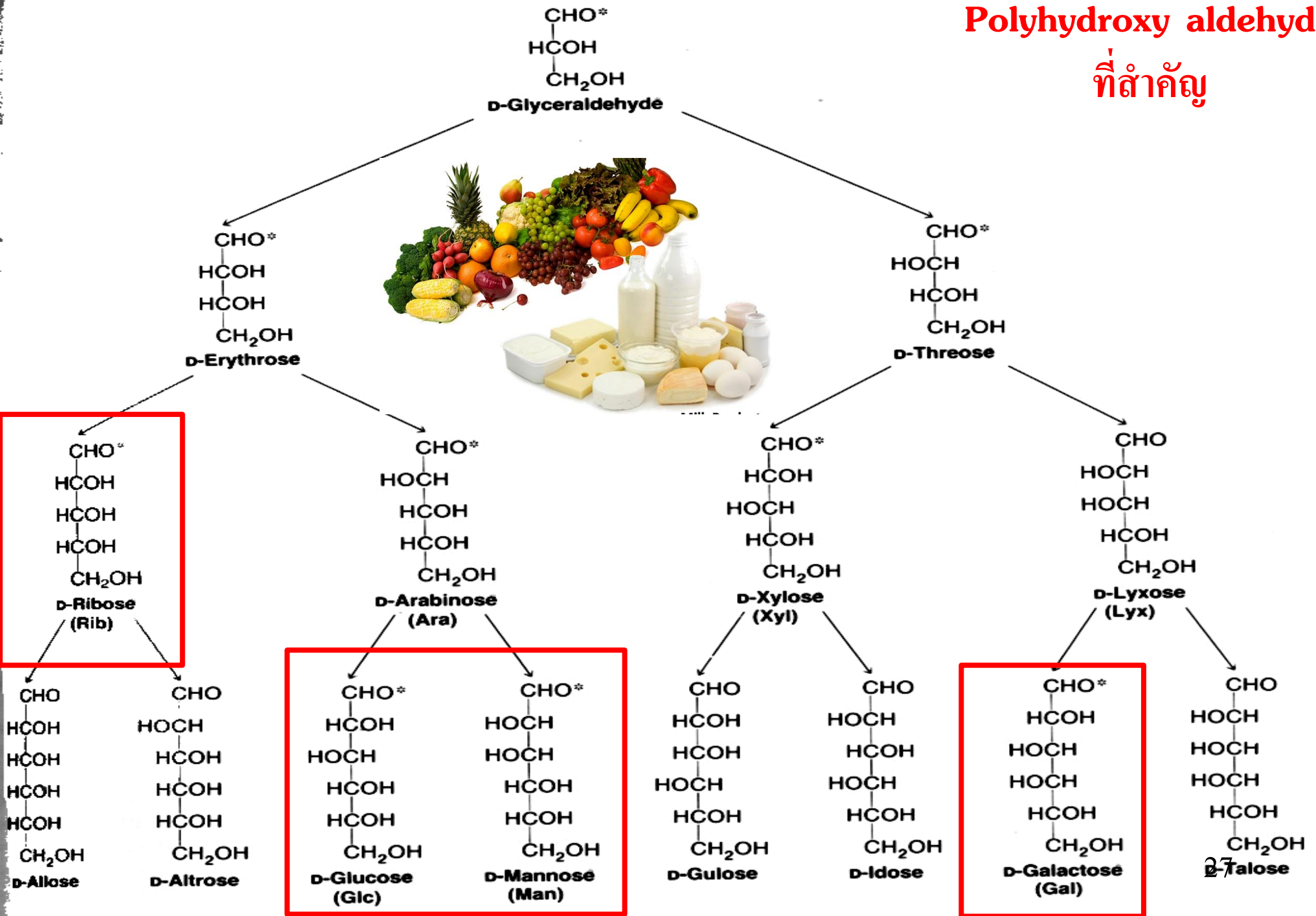
Zubay
G.Biochemistry.1988.p13
4

Monosaccharide

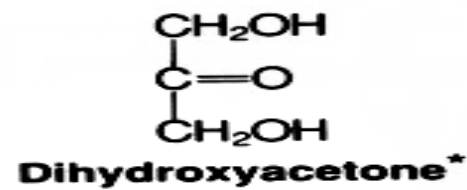
ประเภท Polyhydroxy ketone



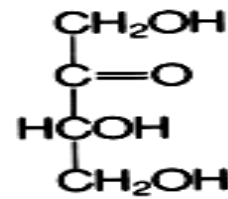
Polyhydroxy aldehyde ที่สำคัญ



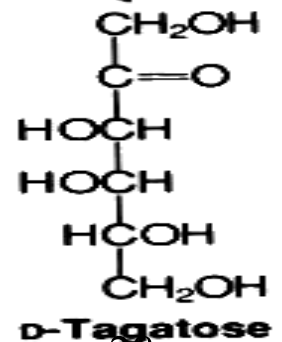
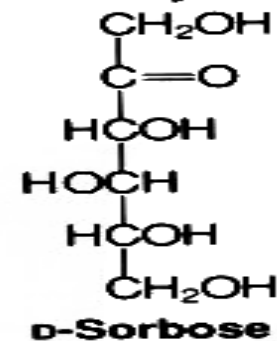
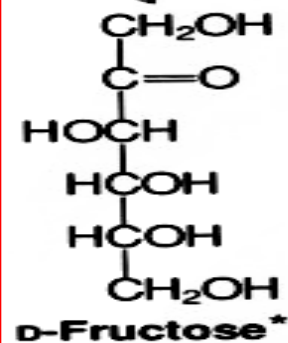
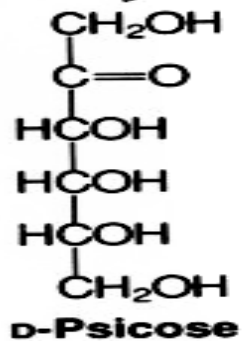
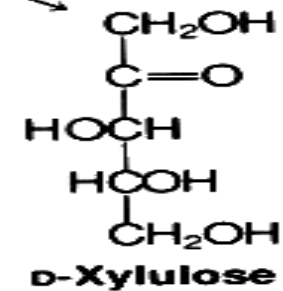
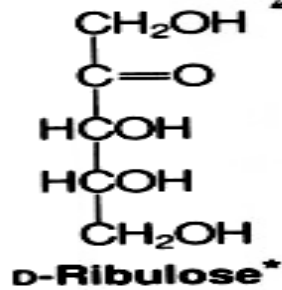
ประเภท Polyhydroxy ketone ที่สำคัญ



Zubay
G.Biochemistry.1988.p13
4



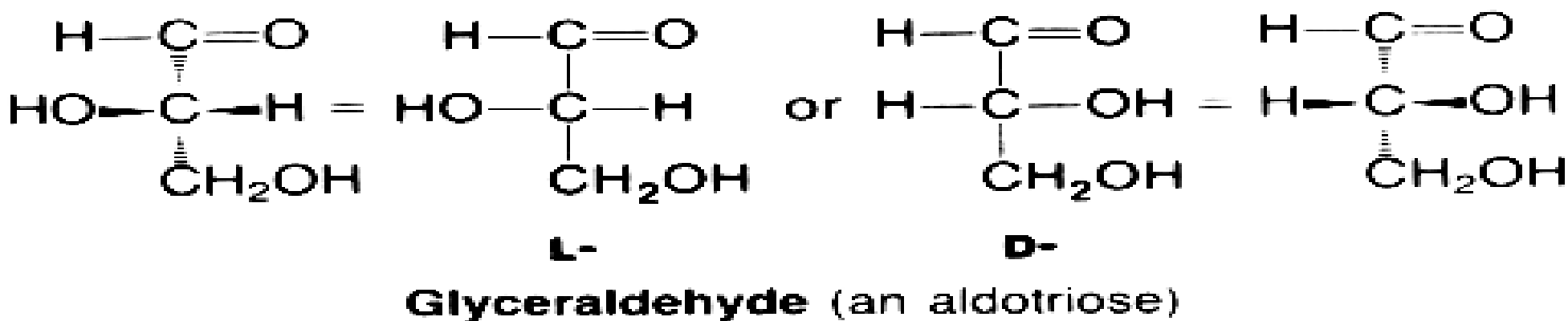
D-Erythrulose



การศึกษาด้านโครงสร้างแบบ fischer projection

ลักษณะของโครงสร้างแบบ fischer projection

1. จัดวางให้ Central carbon จัดวางในระนาบเดียวกับกระดาษ
2. H และ OH ที่อยู่ติดกับ central carbon ยื่นออกจากกระดาษ
3. หมู่ที่จับกับอีกสองแขนของ central carbon ยื่นเข้าไปในกระดาษ



การเกิด Isomer

การที่ **glucose** กับ **fructose** มีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน
แต่มีสูตรโครงสร้างต่างกัน ---> **isomer** กัน

CHO มีอะตอมคาร์บอนไม่สมมาตร (**asymmetric carbon atom**) หลายอะตอมในโมเลกุล
ดังนั้นทำให้เกิด **stereoisomer** ได้หลายแบบ

“**asymmetric carbon** : C ที่มีหมู่ล้อมรอบทั้ง 4 ไม่เหมือนกัน”

Isomer ที่เกี่ยวข้องกับ monosaccharide

1. D_L isomer ยึดการเขียนสูตรโครงสร้างแบบ Fischer เป็นหลัก

พิจารณาดำแหน่ง -OH ของคาร์บอนอะตอมซึ่งอยู่ติดกับคาร์บอนอะตอมตัวสุดท้ายที่มี 1° alc เป็นหลัก

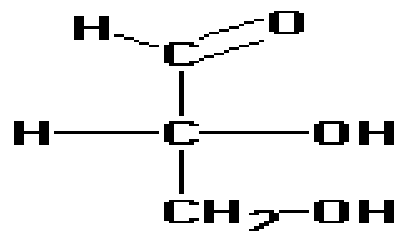
ถ้า -OH อยู่ทางขวามือ ----> D-isomer

-OH อยู่ทางซ้ายมือ ----> L-isomer

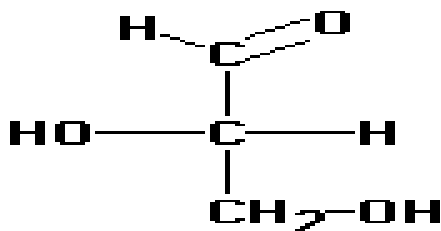
“พิจารณาดำแหน่ง -OH ของ asym.-C ที่อยู่ไกลจาก functional group มากที่สุด”

1.1 สำหรับน้ำตาล aldose จะใช้ glyceraldehyde ซึ่งเป็น aldose ที่เล็กที่สุด และมี asym.-C เป็นตัวเปรียบเทียบ

D-glyceraldehyde



L-glyceraldehyde



สารคู่นี้เป็น D-L isomer กัน นอกจากนี้ยังเป็น

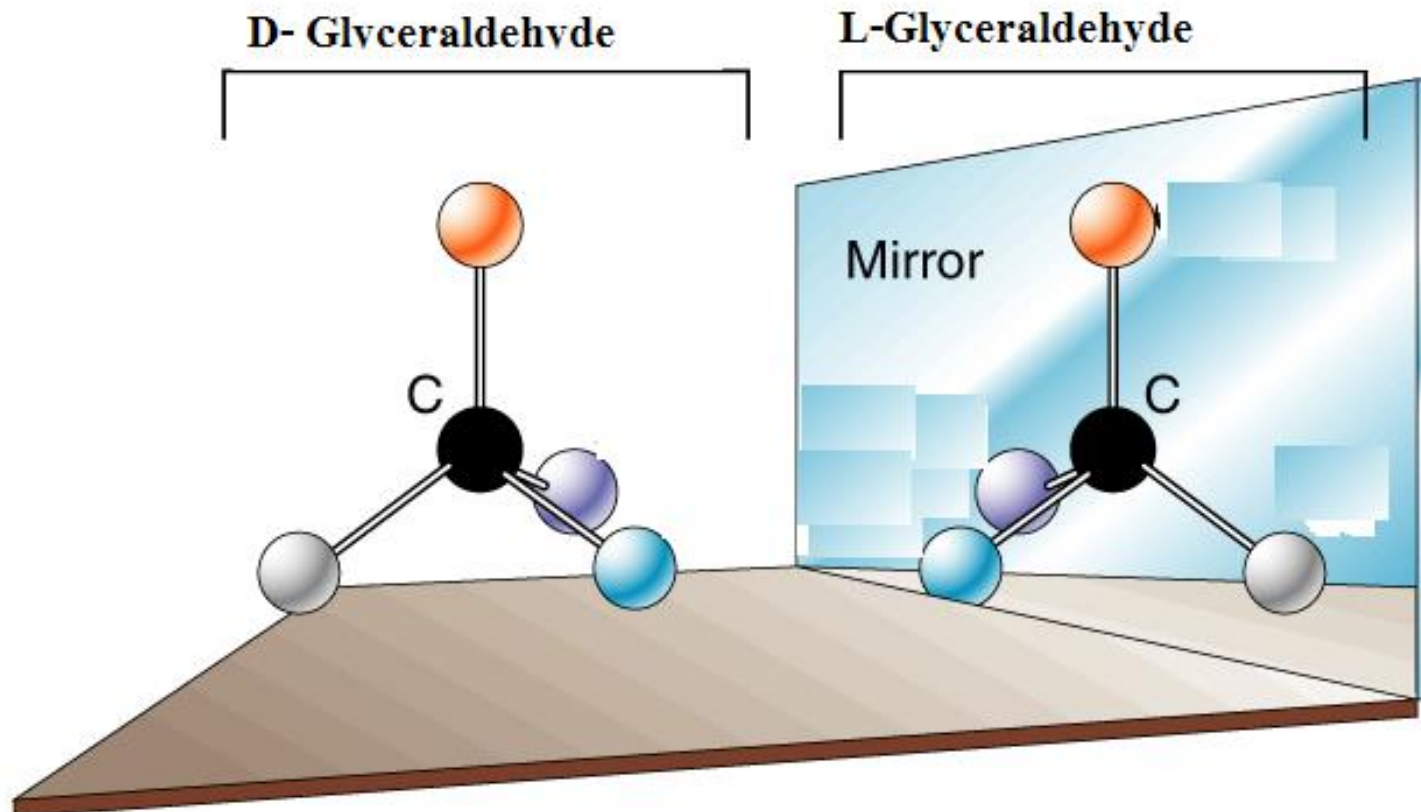
enantiomer ---> มีลักษณะ mirror image กัน

optical isomer ---> สามารถบิด plane ของ polarized light ไปทางตรงข้ามกัน

สารคู่นี้เป็น D-L isomer กัน นอกจากนี้ยังเป็น

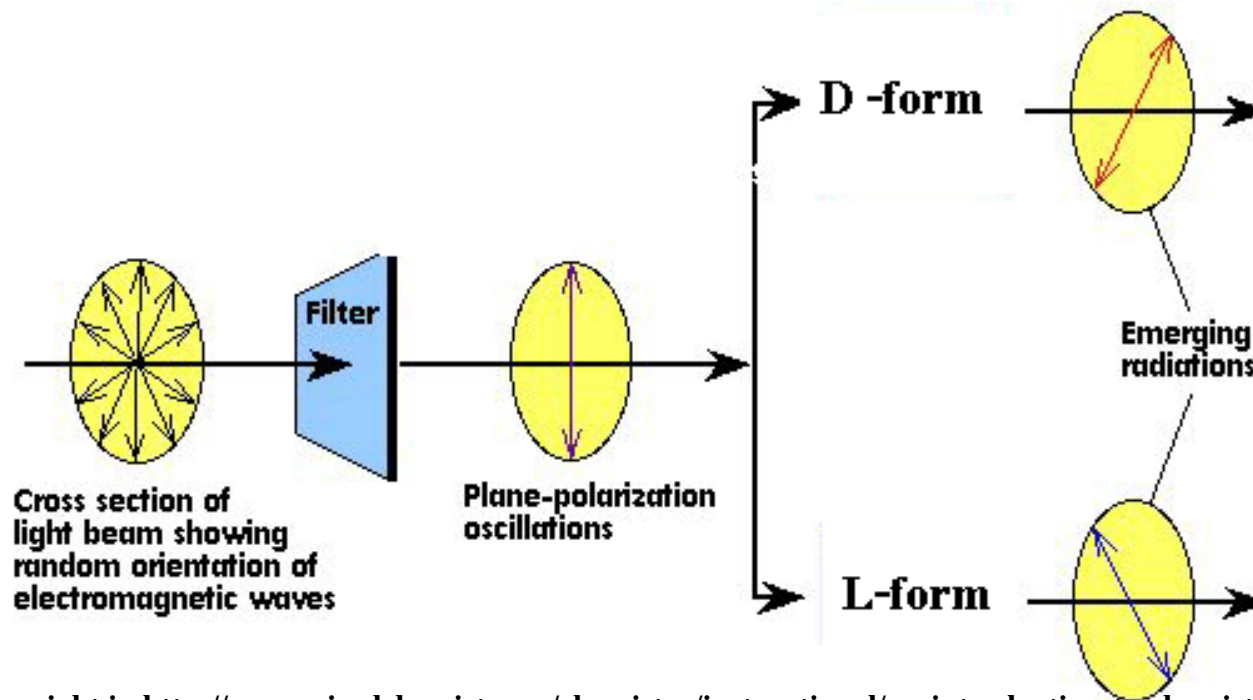
Enantiomer

--> มีลักษณะ mirror image กัน

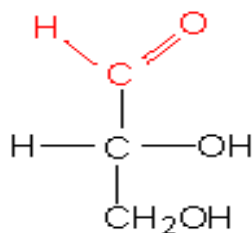


Copyright 1999 John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

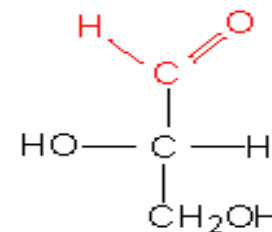
Optical isomer --> สามารถบิด plane ของ polarized light ไปทางตรงข้ามกัน



Modified from Copyright in <http://www.wiredchemist.com/chemistry/instructional/an-introduction-to-chemistry/structure/geometric-and-optical-isomers>



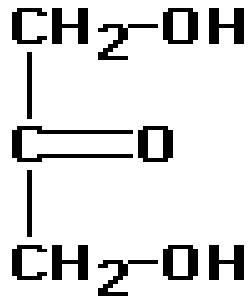
D (+)



L (-)

glyceraldehyde

1.2 สำหรับน้ำตาล ketose ไม่สามารถใช้ dihydroxyacetone ซึ่งเป็น ketose ที่เล็กที่สุดเป็นตัวเปรียบเทียบได้

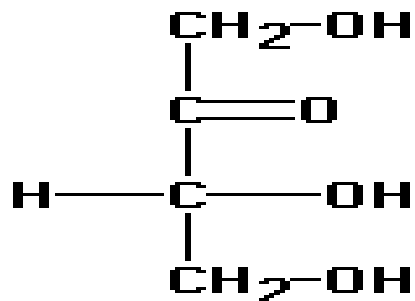


DHA ไม่มี asym.-C

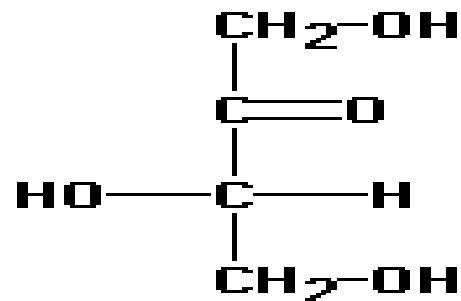
dihydroxyacetone

ดังนั้นจึงต้องใช้ erythrulose ซึ่งเป็นน้ำตาล ketose-C₄ แทนเพราะเป็น ketose ที่เล็กที่สุดและมี asym.-C

D-erythrulose



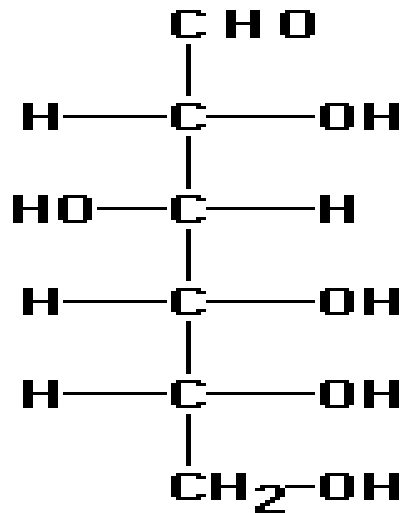
L-erythrulose



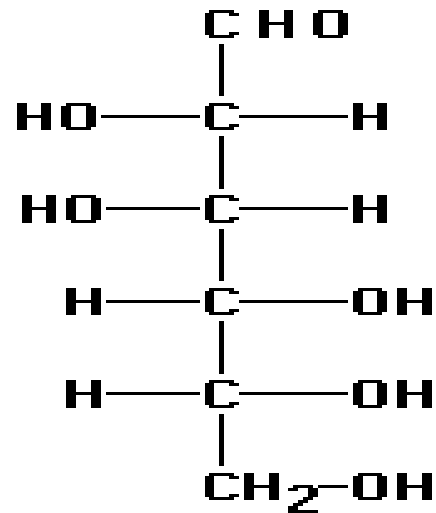
น้ำตาลที่พบในธรรมชาติ เป็น D-isomer

2. Epimer และ Diastereomer : พิจารณา monosac. ต่อไปนี้

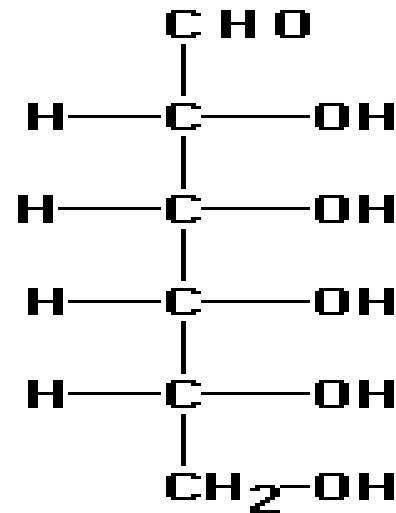
D-glucose



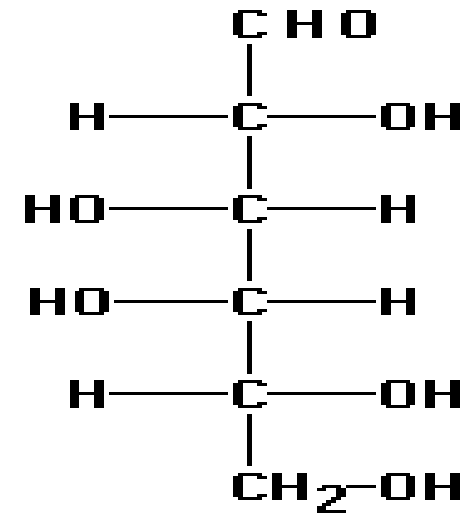
D-mannose



D-allose



D-galactose



D-glucose กับ D-mannose ต่างกันที่ C2

D-glucose กับ D-allose ต่างกันที่ C3

D-glucose กับ D-galactose ต่างกันที่ C4

ต่างก็มี asym.-C เพียง 1 อะตอมที่หัน -OH ไปทางตรงข้ามกัน ---> Epimer

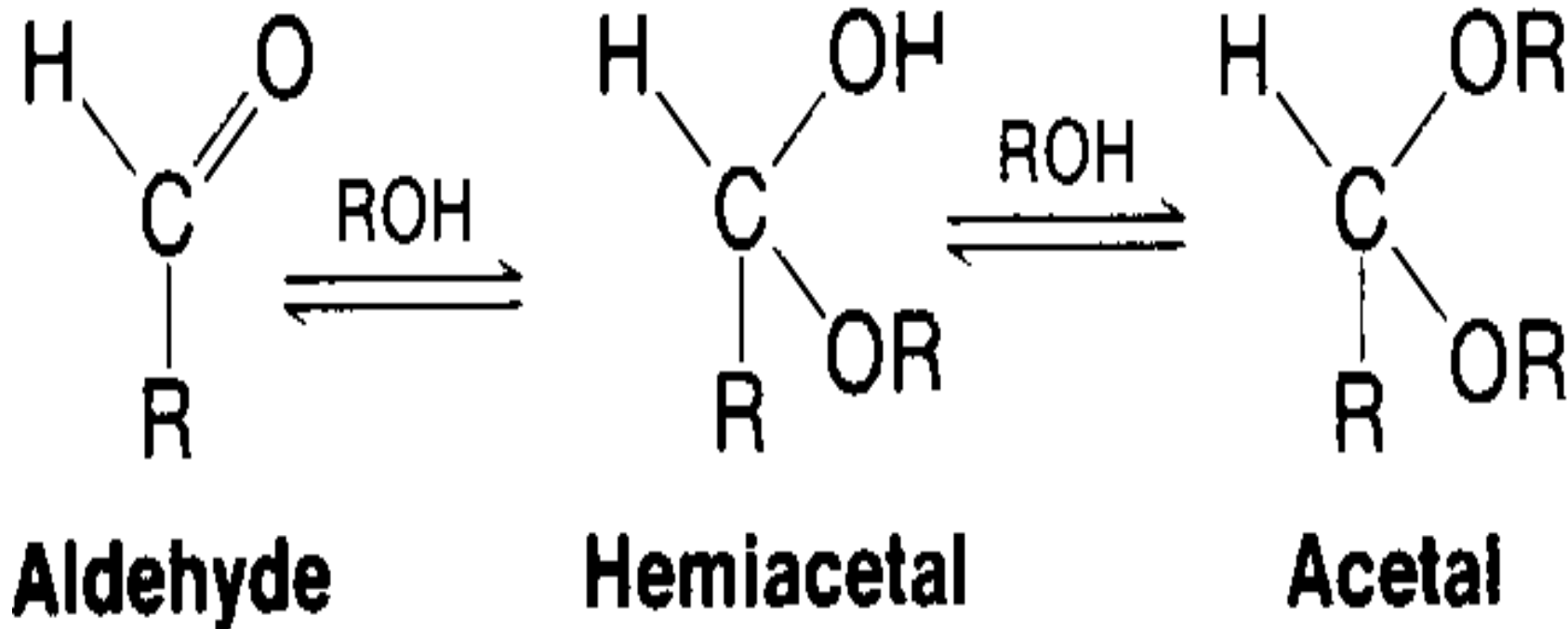
แต่ D-gal กับ D-man กับ D-allose ต่างก็มี assym.-C (C2+C4) 2 อะตอมที่หัน -OH ไป

ทางตรงข้ามกัน ---> Diastereomer

3. Anomer ยึดการเขียนสูตรโครงสร้างแบบ Haworth เป็นหลัก

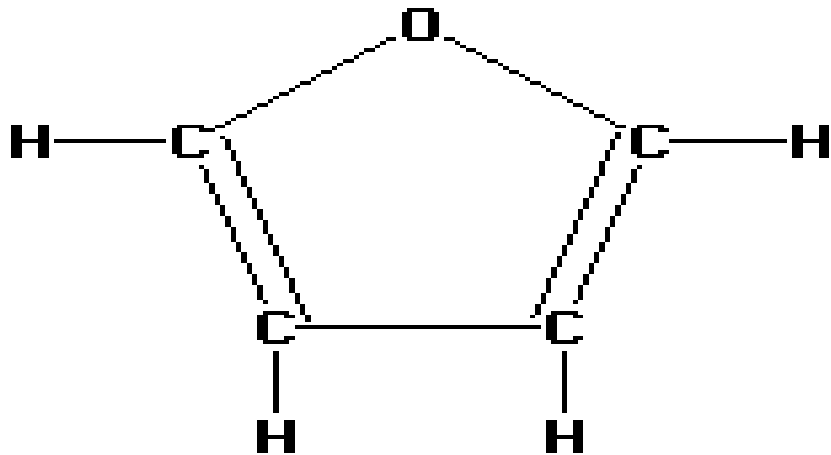
นอกจากจะเขียนสูตรโครงสร้างของน้ำตาลแบบ Fischer แล้วยังสามารถเขียนแบบ Haworth projection ได้ด้วย

Haworth projection : เป็นการเขียนสูตรโครงสร้างของน้ำตาลแบบวงแหวนห้าเหลี่ยม หรือวงแหวนหกเหลี่ยม เพราะมีการเกิดสารประกอบ hemiacetal (หรือ hemiketal) ขึ้นในโมเลกุลของน้ำตาลเอง

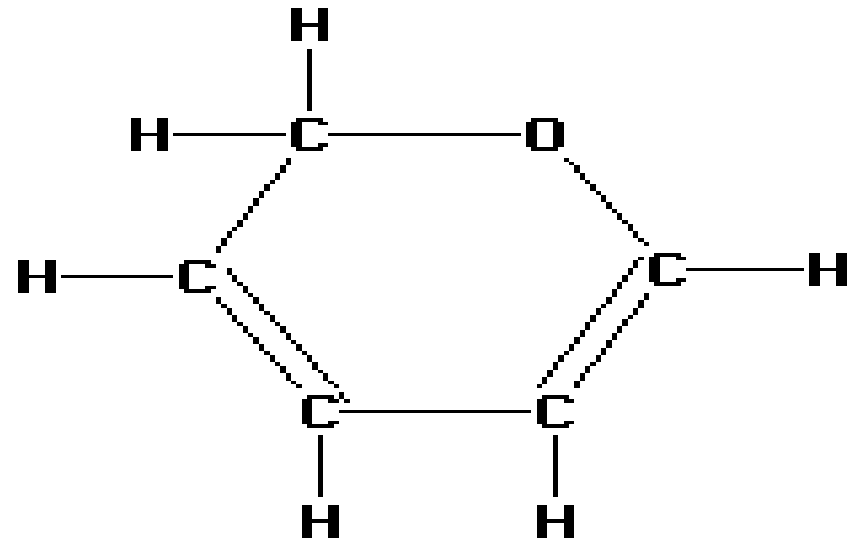


3. Anomer ยึดการเขียนสูตรโครงสร้างแบบ Haworth เป็นหลัก

ตามปกติจะมีสารอินทรีย์ห้าเหลี่ยม หรือหกเหลี่ยมที่ชื่อ furan หรือ pyran



วงแหวนห้าเหลี่ยม furan



วงแหวนหกเหลี่ยม pyran

เมื่อน้ำตาลเกิด hemiacetal (หรือ hemiketal) ได้ วงแหวน 5 หรือ 6 เหลี่ยมขึ้น จึงถือว่าน้ำตาลเหล่านี้เป็นอนุพันธ์ของ furan และ pyran ตามลำดับ

- น้ำตาล 5 เหลี่ยม furanose
- น้ำตาล 6 เหลี่ยม pyranose

หลักการเปลี่ยนโครงสร้างแบบ Ficher เป็น Haworth สำหรับน้ำตาล D-form

- จะเขียนวงแหวนในลักษณะแบนราบ
- ให้ C และ O อยู่ที่มุมของแหวน โดยมีหมู่ OH และ H ชี้ขึ้นบน หรือชี้

ลงล่าง

- หมู่ที่อยู่ทางขวามือของ asym. C จะชี้ลงล่าง หมู่ที่อยู่ทางซ้ายมือจะชี้

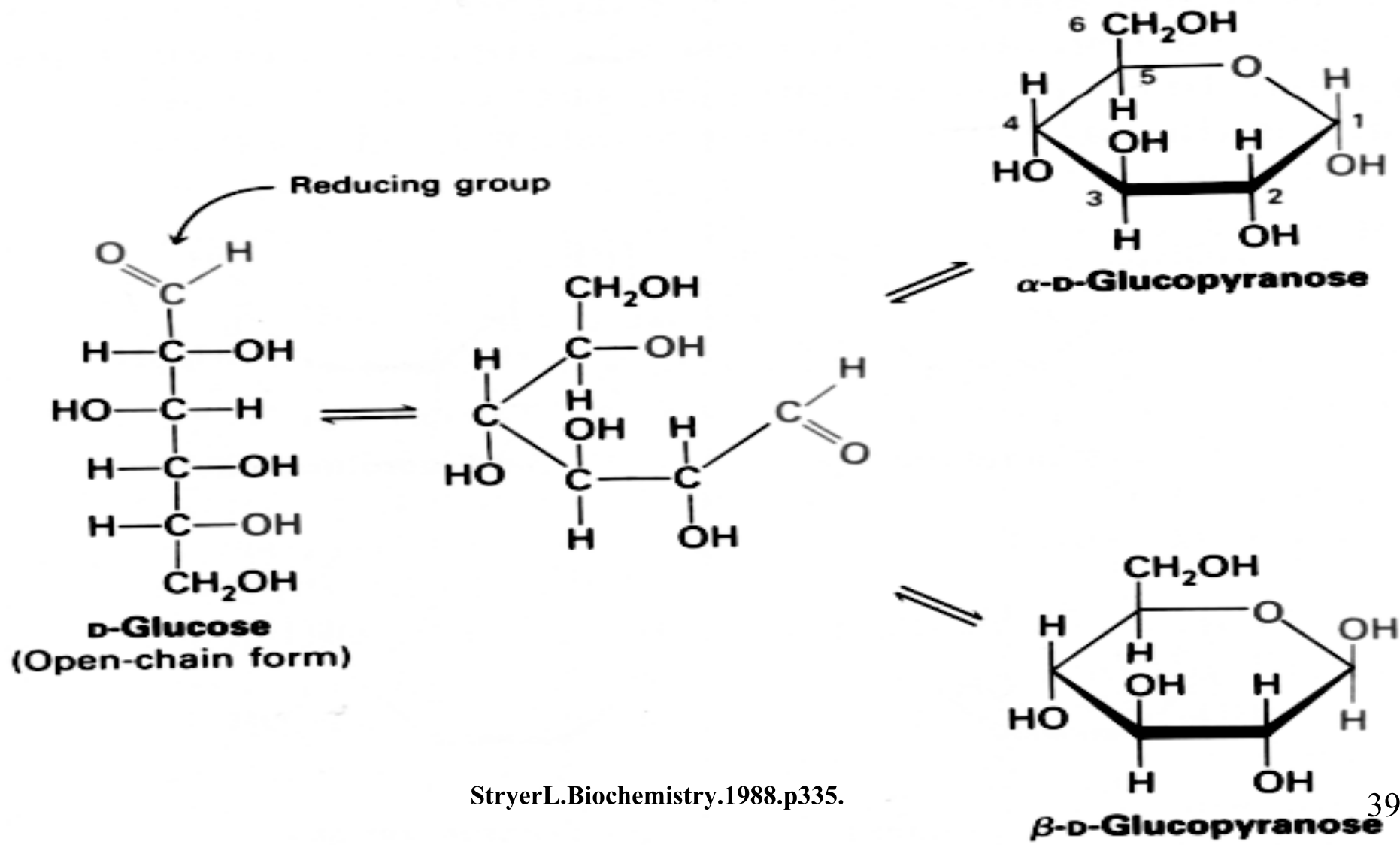
ขึ้นบน

- CH_2OH ที่ปลายสุดของสายโซ่จะชี้ขึ้นบนเสมอ

Ex.1 Aldehyde

ขั้นที่หนึ่ง แยกลักษณะแอลฟา และ เบตา-form ของ C ในตำแหน่งที่ 1 (hemiacetal C atom)

ขั้นที่สอง เขียนโครงสร้างตามหลักการ



Ex.1 Aldehyde

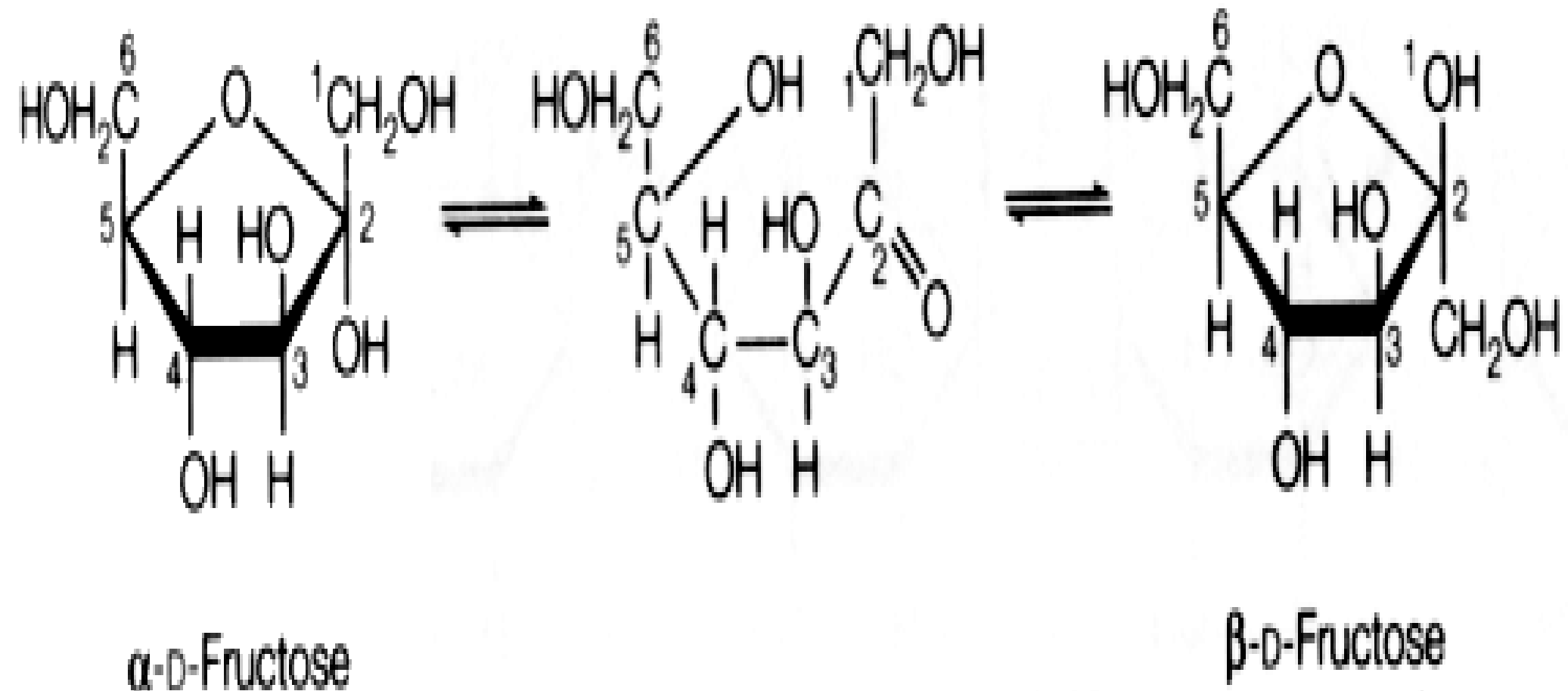
ขั้นที่หนึ่ง แยกลักษณะแอลฟา และ เบตา-form ของ C ในตำแหน่งที่ 1 (hemiacetal C atom)

ขั้นที่สอง เขียนโครงสร้างตามหลักการ

Ex.2 Ketone

ขั้นที่หนึ่ง แยกลักษณะ **a** และ **B-form** ของ **C** ในตำแหน่งที่ 2

ขั้นที่สอง เขียนโครงสร้างตามหลักการ



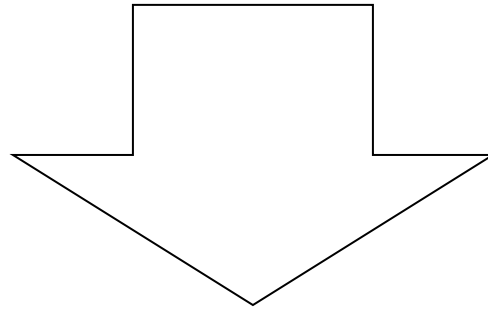
Ex.2 Ketone

ขั้นที่หนึ่ง แยกลักษณะ อัลฟา และเบตา-form ของ C ในตำแหน่งที่ 2

ขั้นที่สอง เขียนโครงสร้างตามหลักการ

ดังนั้น **alpha** และ **beta-form** เกิดในระหว่างการ **break** พันธะคู่ เพื่อสร้าง **-OH** ใหม่ ตรงตำแหน่ง **hemiacetal C atom** และปิดทำให้เกิดวงแหวนได้ 2 แบบ

- ถ้า **-OH** มาอยู่ล่าง ---> **alpha form**
- ถ้า **-OH** มาอยู่บน ---> **Beta form**



Isomer ของ **monosacharide** ที่ต่างกันตรง **hemiacetal C** อะตอม
เท่านั้น เรียกว่า **Anomer**

คุณสมบัติที่สำคัญของ Anomeric Carbon

เงื่อนไขที่

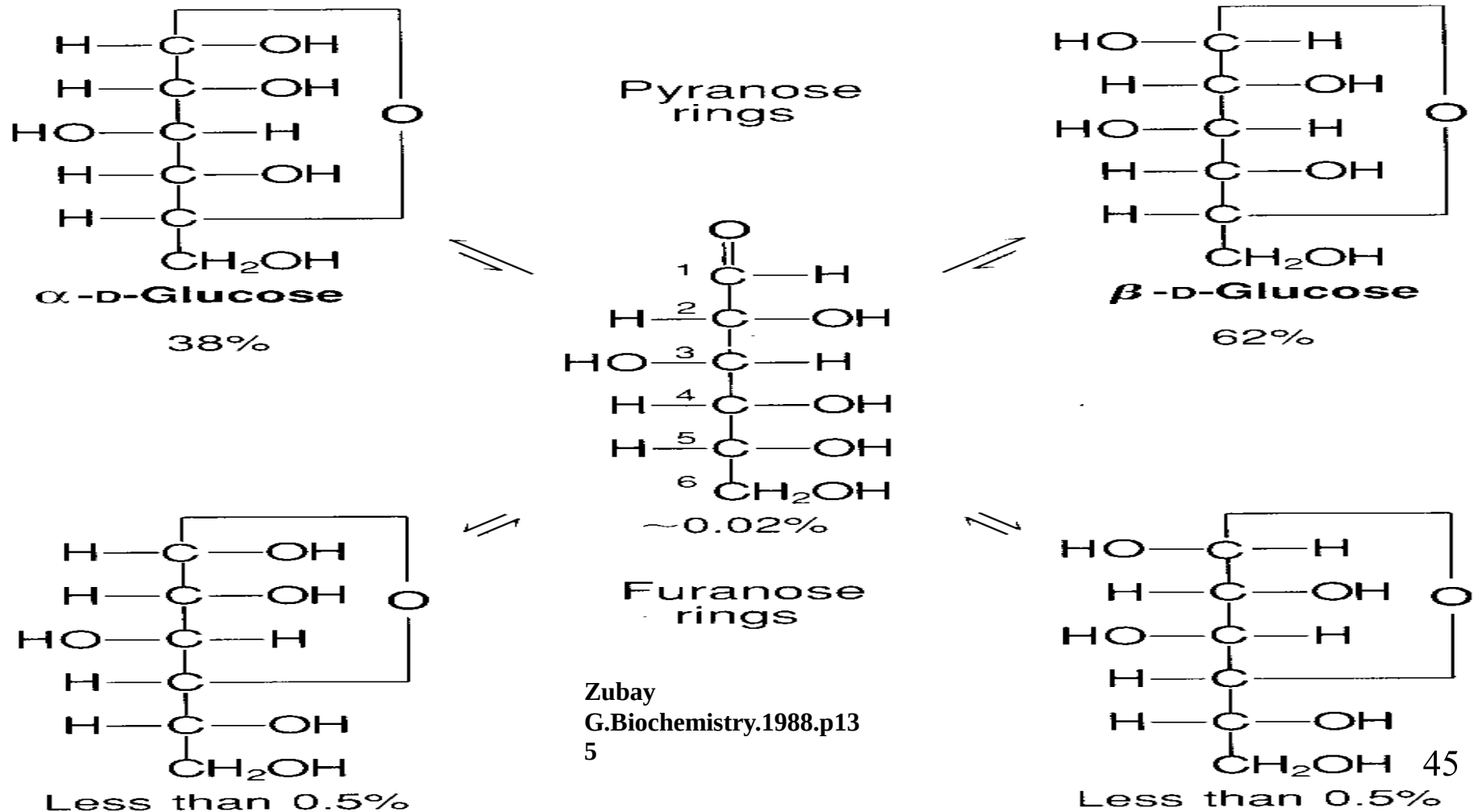
“ถ้าตรงตำแหน่ง anomeric C. มีหมู่ -OH อิสระเหลืออยู่น้ำตาลชนิดนี้จะเป็น reducing sugar”

ซึ่งคุณสมบัตินี้ในโมเลกุลของน้ำตาลสามารถ

reduce cupric ion (Cu^{2+}) ให้กลายเป็น cuprous ion (Cu^{1+})

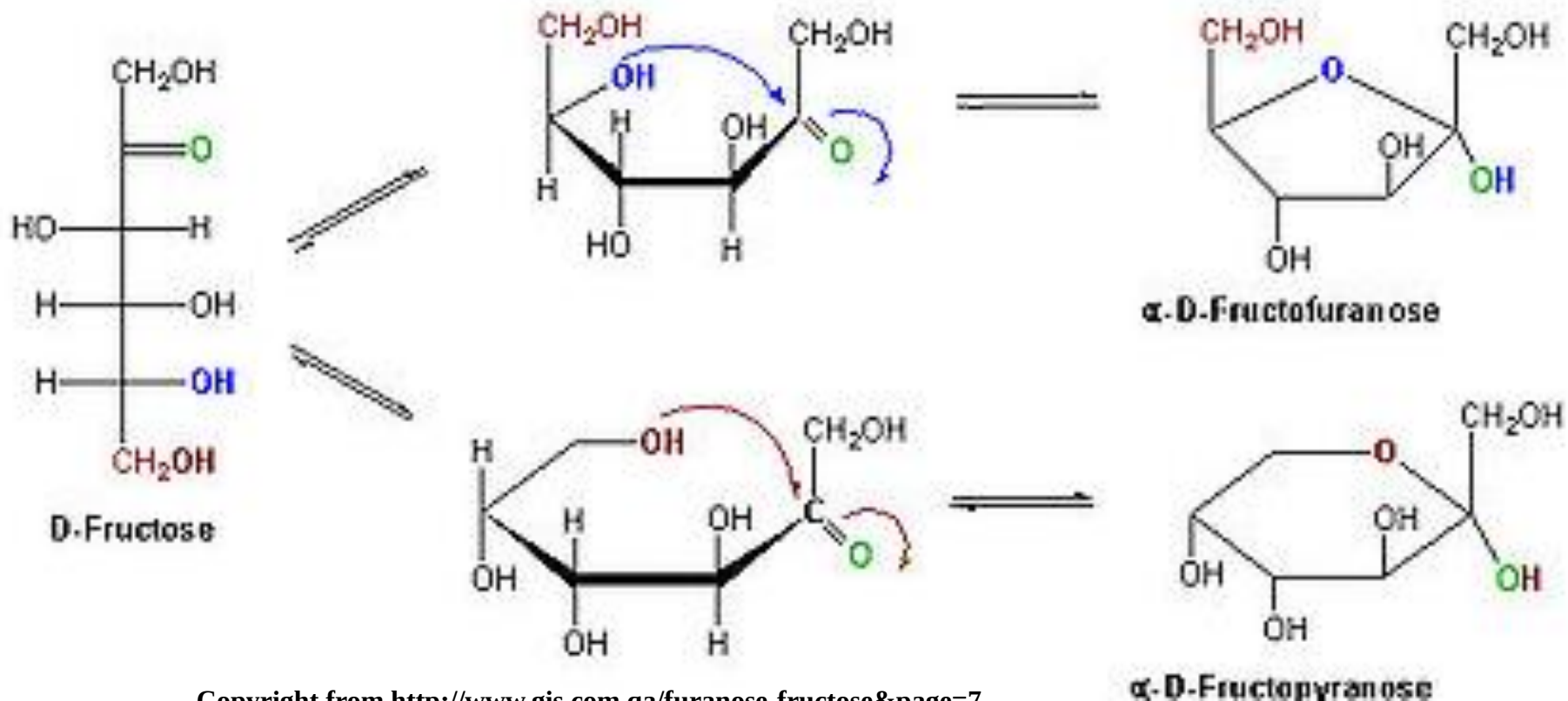
ลักษณะของโครงสร้างแบบ Harwoth projection

ในสถานะสมดุลที่อุณหภูมิห้องโดยปราศจากตัวเร่งปฏิกิริยาโครงสร้างแบบ fischer จะมีการกระจายโครงสร้างได้ทั้ง furanose และ pyranose แต่อย่างไรก็ตามโครงสร้างแบบ pyranose ถือว่าเป็นโครงสร้างเด่น



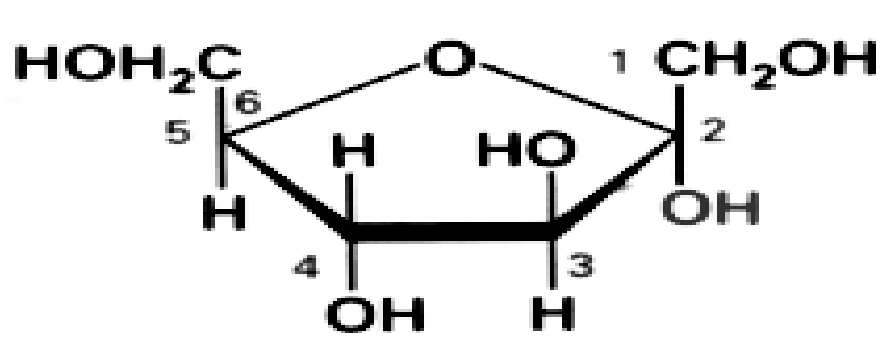
สำหรับ น้ำตาลฟรุกโทส สามารถมีโครงสร้างแบบ pyranose และ furanose ได้เช่นกัน

Isomeric Forms of Fructose

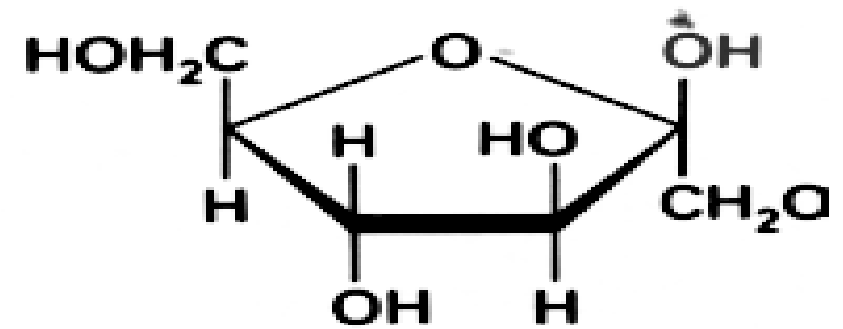


ข้อสังเกต หากจะเกิดโครงสร้างแบบ pyranose กับน้ำตาลฟรุกโทส ketal carbon จะเกิดระหว่างคาร์บอนตำแหน่งที่ 2 กับคาร์บอนตำแหน่งที่ 6

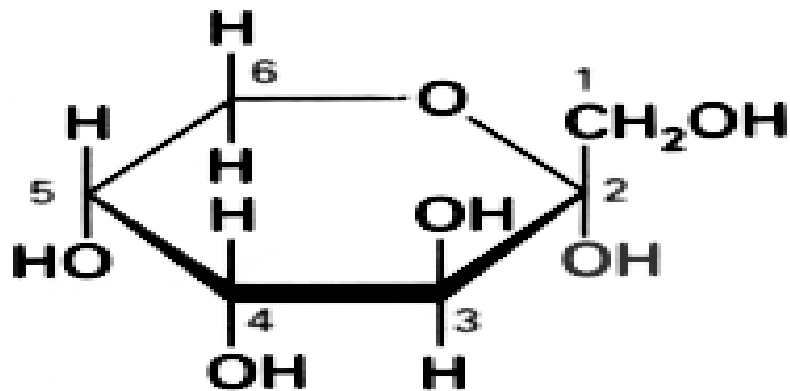
สำหรับน้ำตาลฟรุกโตสถึงแม้โครงสร้างแบบ pyranose จะเด่นกว่าแต่โครงสร้างแบบ furanose ก็ถือว่าเป็นโครงสร้างที่สำคัญมากกว่า



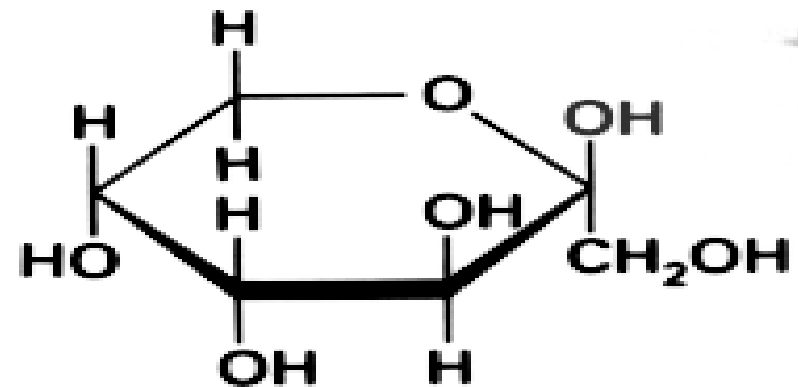
α -D-Fructofuranose



β -D-Fructofuranose



α -D-Fructopyranose

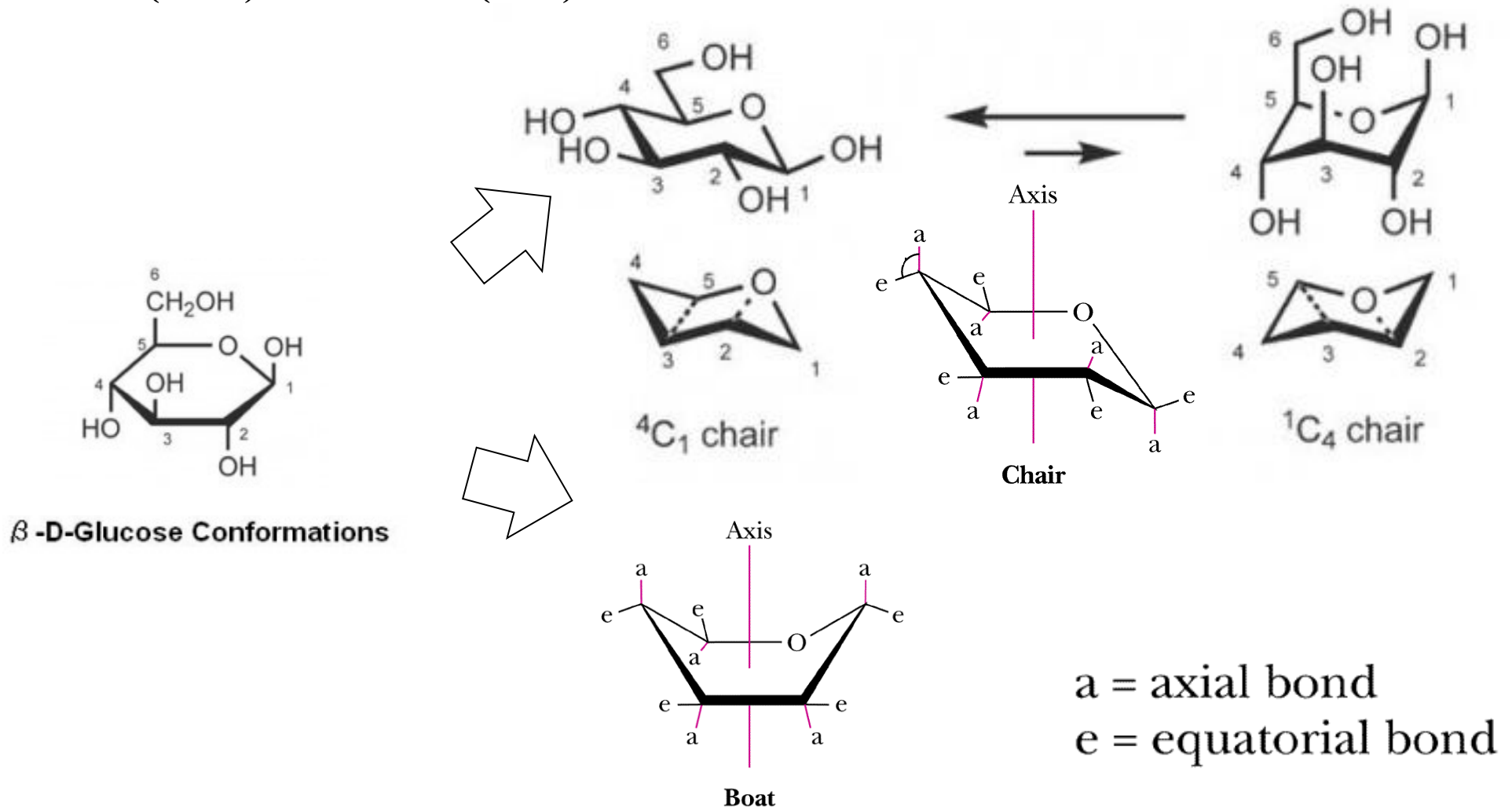


β -D-Fructopyranose

ลักษณะของโครงสร้างแบบ Harwoth projection

โครงสร้างที่เป็น Pyranose มีรูปแบบการจัดเรียงตัวในสามมิติได้ 2 แบบคือ

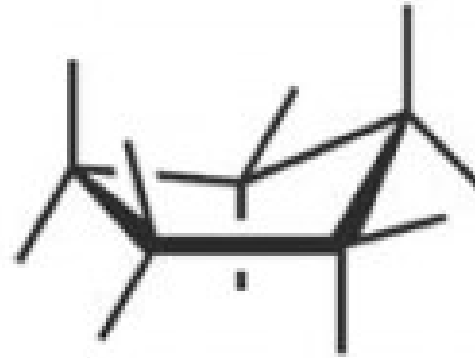
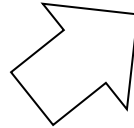
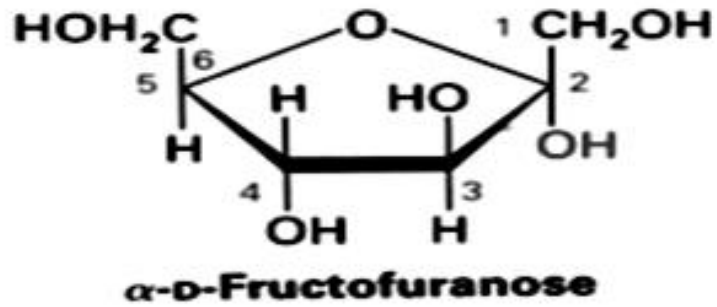
แบบเก้าอี้ (chair) และ แบบเรือ (boat)



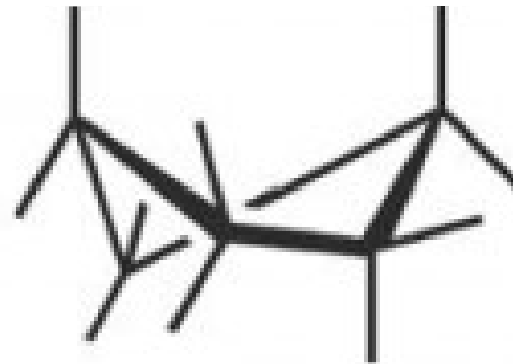
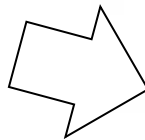
ลักษณะของโครงสร้างแบบ Harwoth projection

โครงสร้างที่เป็น Furanose มีรูปแบบการจัดเรียงตัวในสามมิติได้ 2 แบบคือ

แบบรูปจดหมาย (envelop) และ แบบบิด (twist)



Envelope



Twist

OLIGOSACCHARIDE

เกิดจาก **monosaccharide** ตั้งแต่ 2 - 6 โมเลกุลมาจับกันด้วย **glycosidic linkage** แต่ที่พบบ่อยในธรรมชาติจะเป็น **Oligosac.** ที่เกิดจาก

- **monosaccharide 2 โมเลกุล -----> disaccharide**
- **monosaccharide 3 โมเลกุล -----> trisaccharide**

ตัวอย่างของ **disac.**

- **maltose : glucose α (1,4) glucose**
- **isomaltose : glucose α (1,6) glucose**
- **sucrose : glucose (α 1 - β 2) fructose**
- **lactose : galactose - β (1,4) glucose**
- **cellobiose : glucose - β (1,4) glucose**
- **trehalose : glucose (α 1 - α 1) glucose**

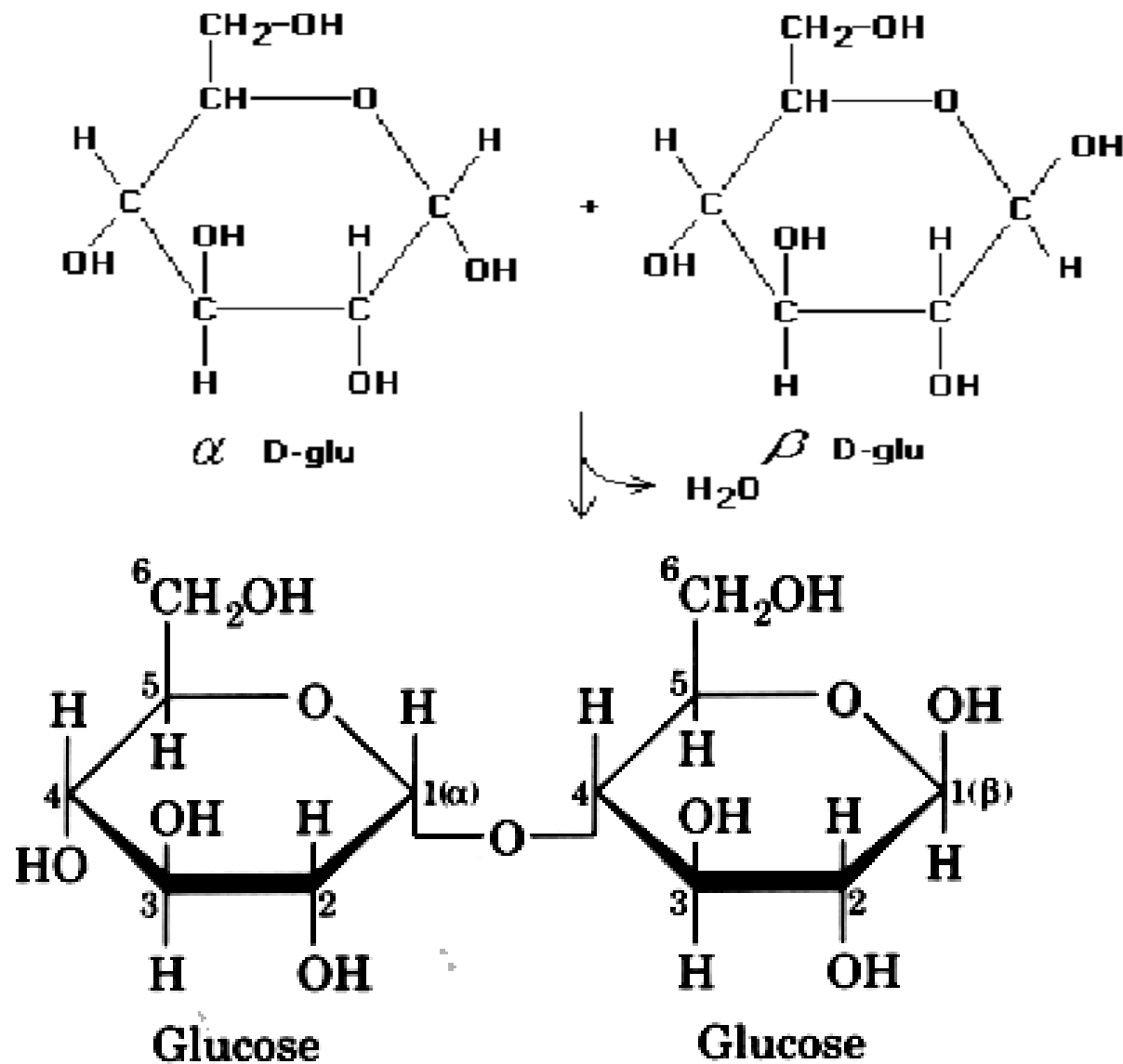
- maltose : glucose α (1,4) glucose
- isomaltose : glucose α (1,6) glucose
- sucrose : glucose (α 1 - β 2) fructose
- lactose : galactose - β (1,4) glucose
- cellobiose : glucose - β (1,4) glucose
- trehalose : glucose (α 1 - α 1) glucose

Ex.1 maltose

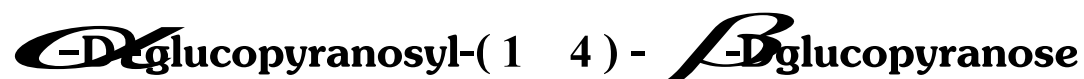


Copyright from http://www.alibaba.com/product-detail/glucose-maltose_738378969.html

Ex.1 maltose



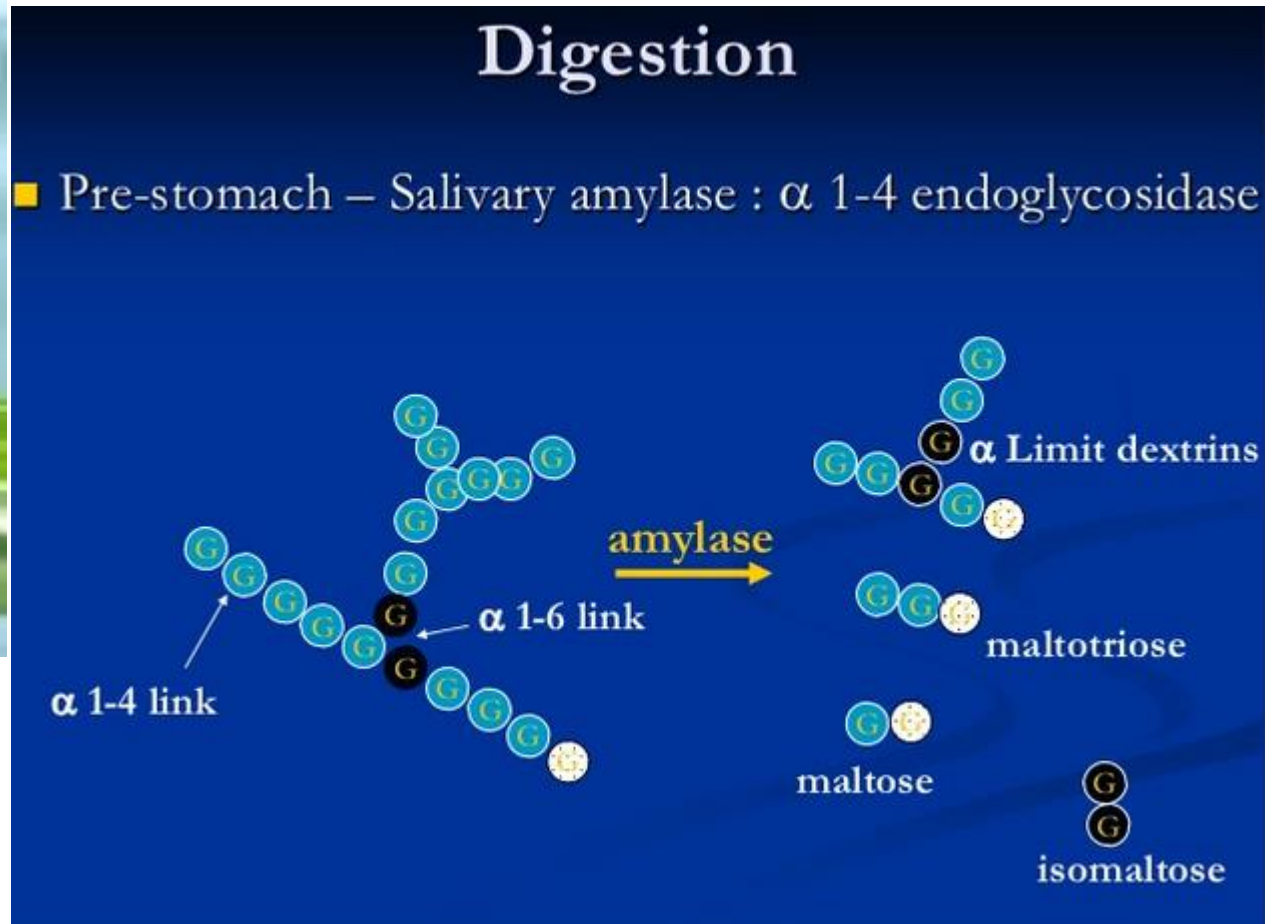
Maltose



Ex.2 isomaltose

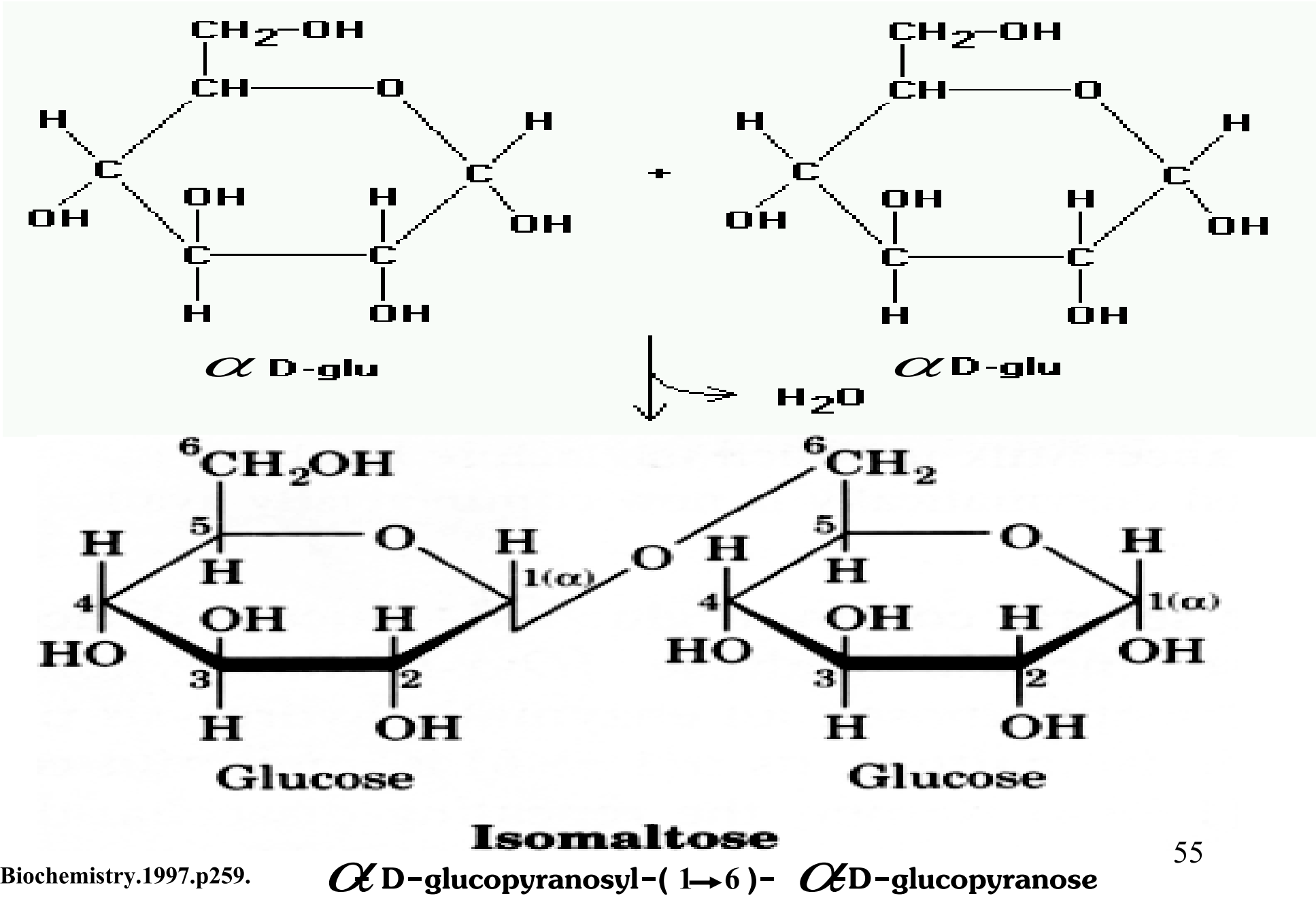


Copyright from <http://www.21food.com/products/isomaltose-361681.html>



Copyright from <http://www.slideshare.net/ehab10f/3-carb-overview>

Ex.2 isomaltose



Ex.3 Sucrose



White sugar cubes.

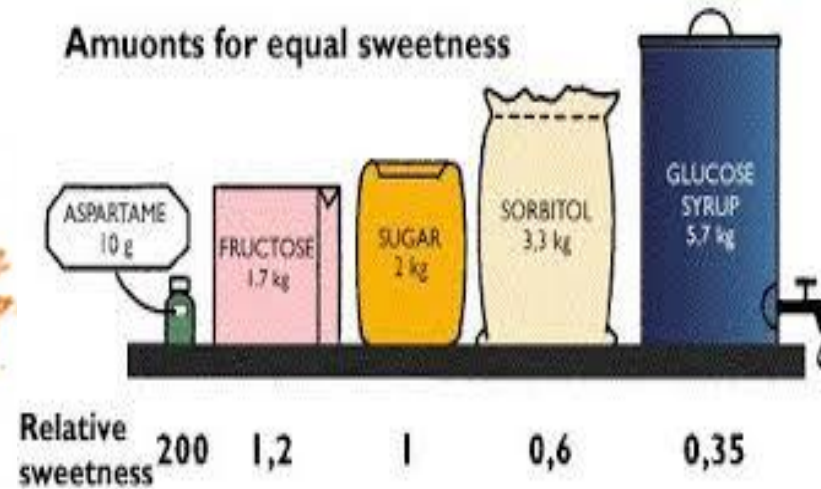


Copyright from
<http://www.livestrong.com/article/484348-how-is-sucrose-exacted-from-sugar-cane/>



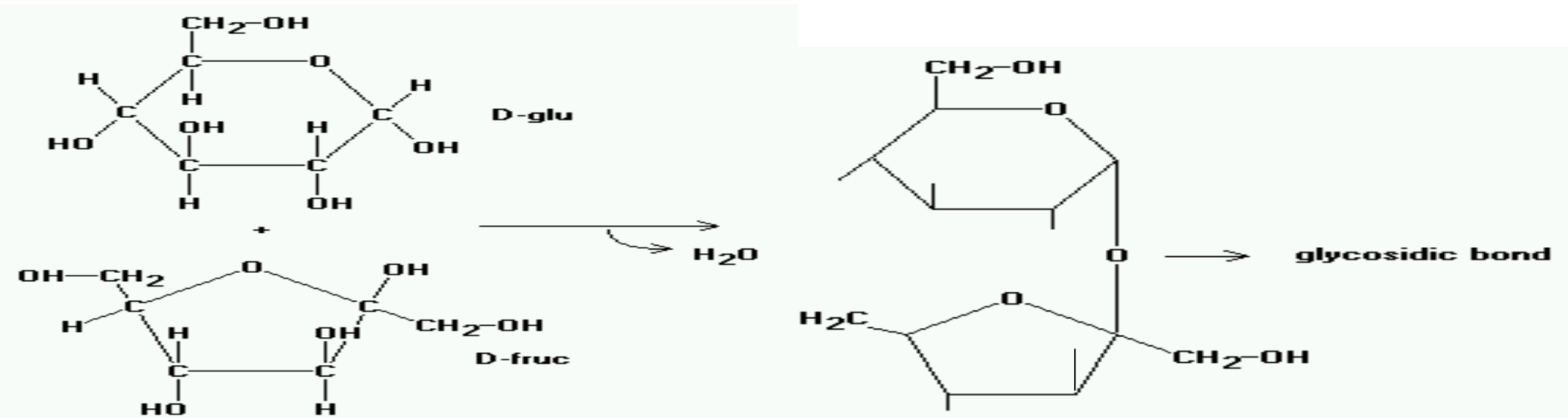
Brown sugar.

Copyright from
<http://www.wisegeek.com/what-is-sucrose.htm>

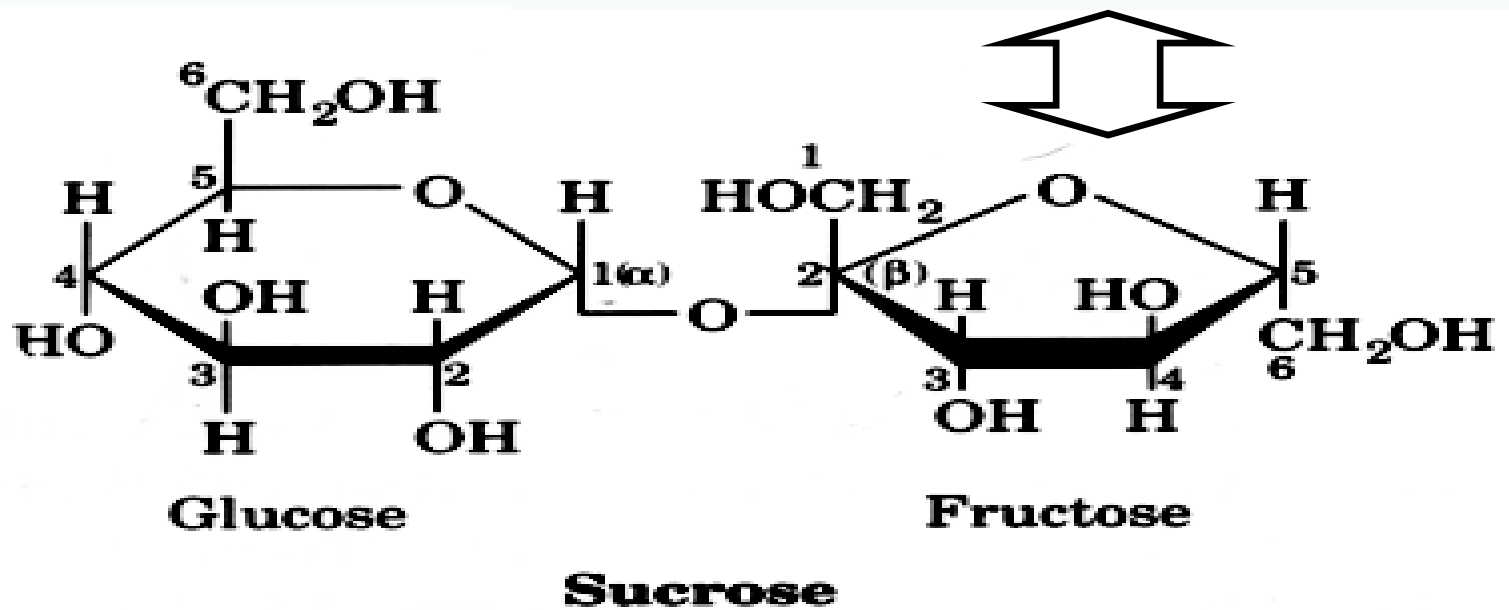


Copyright from <https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT91S9RA7vszTYtWGZDR1HQIhMkcte91IEsoFVS5AneEfe8q8A>

Ex.3 Sucrose



Voet.Biochemistry.1997.p25



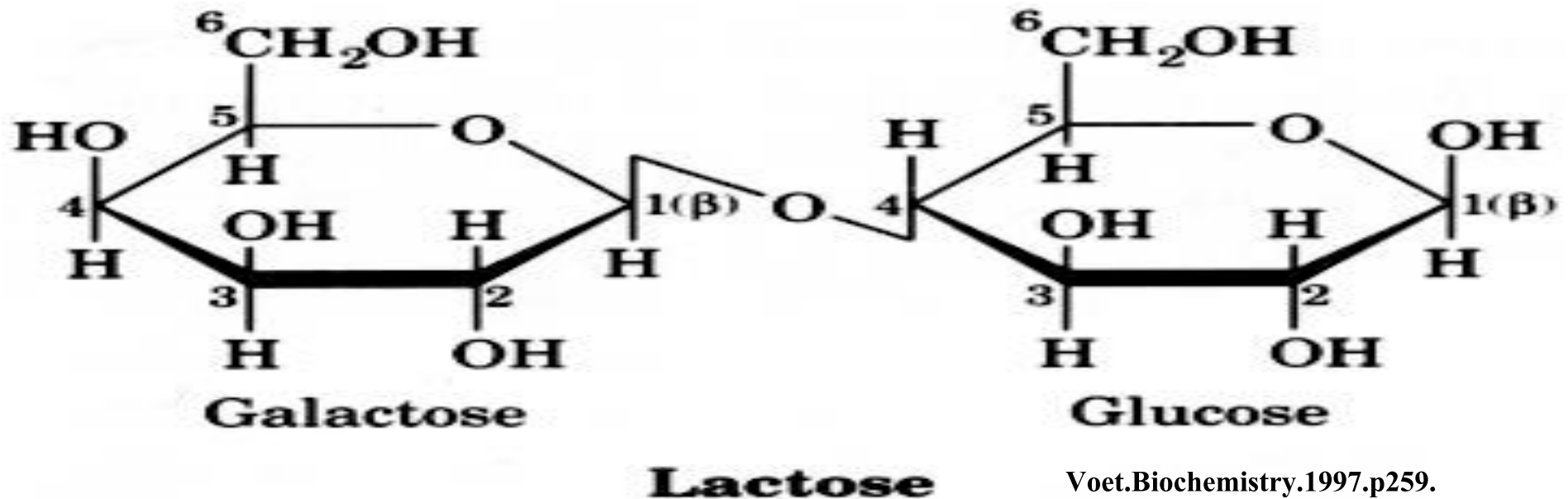
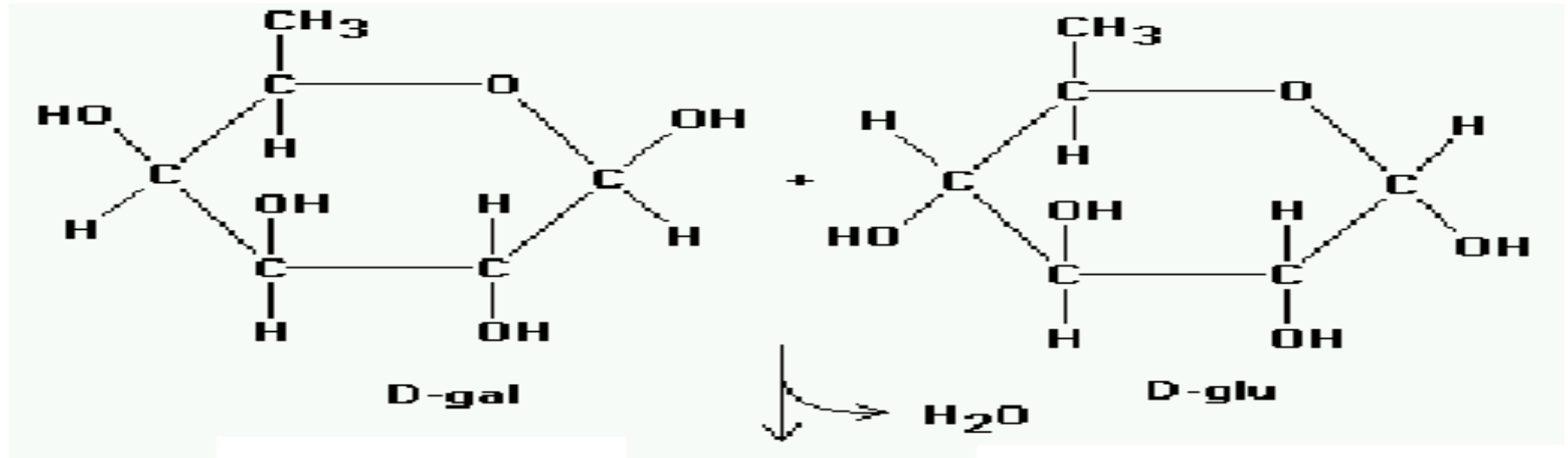
α -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- β -D-fructofuranose

Ex.4 Lactose

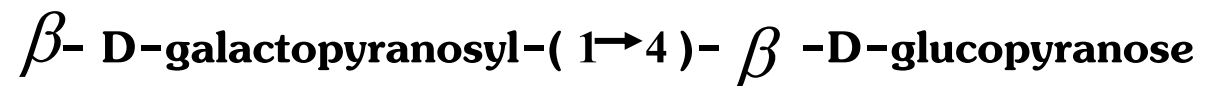


Copyright from <http://www.healthyfood.co.nz/blogs/hfg-talk/2012/august/01/lactose-intolerance-fast-food-low-sugar-baking>

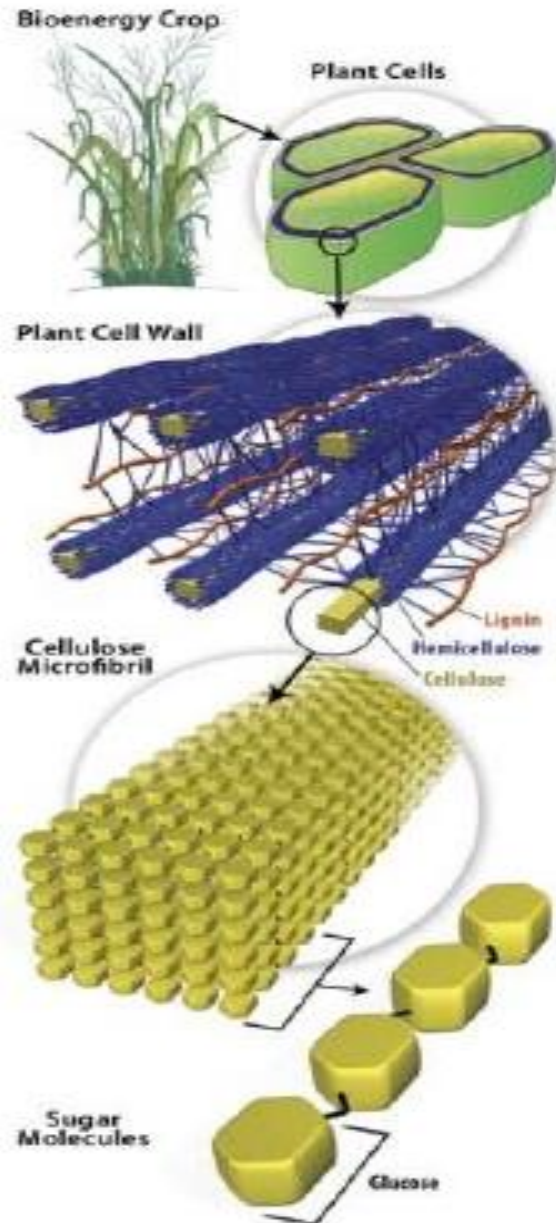
Ex.4 Lactose



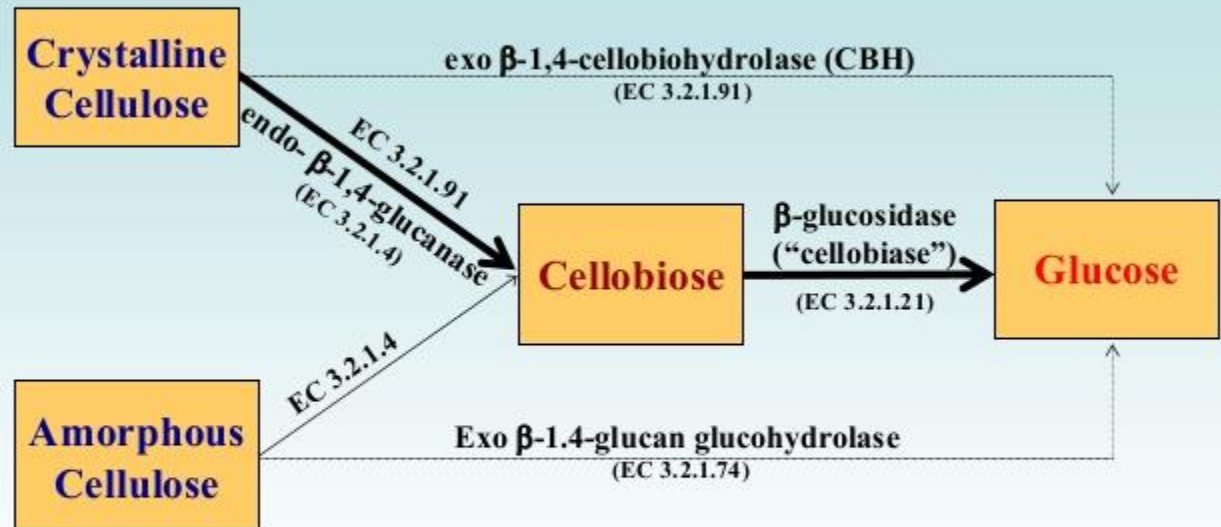
Voet.Biochemistry.1997.p259.



Ex.5 Cellobiose



Multi-enzyme Cellulase System

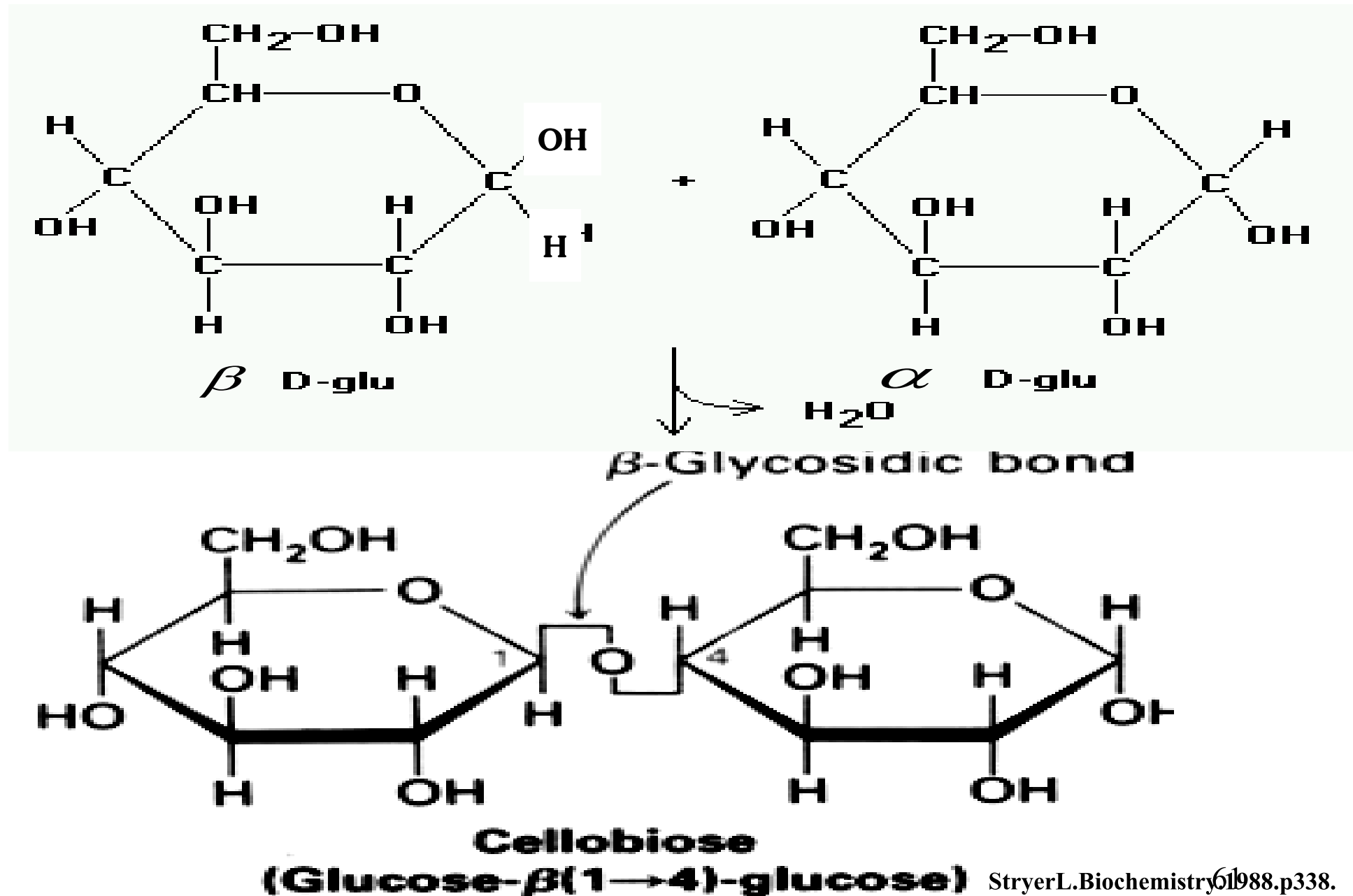


Bold Main Hydrolysis Reactions Proceed via

“Endo” → “Exo” → “β-G”

Copyright from <http://image.slidesharecdn.com/36831g-140610130552-phpapp01/95/biotechnological-routes-to-biomass-conversion-65-638.jpg?cb=1402405604>

Ex.5 Cellobiose



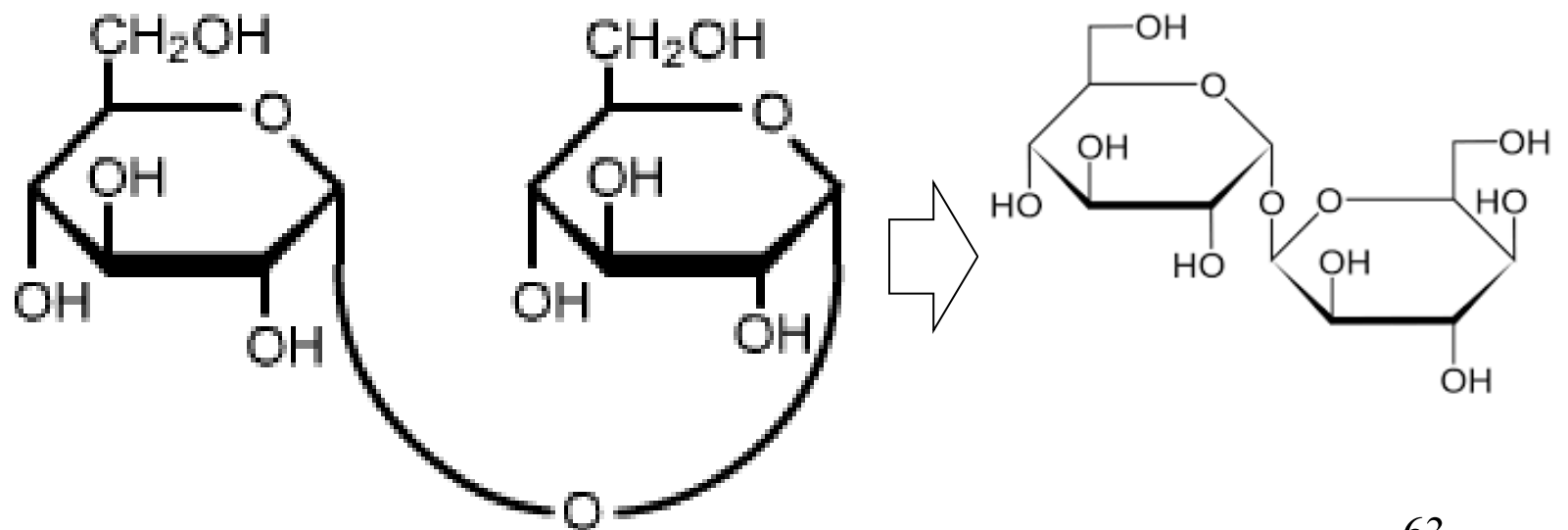
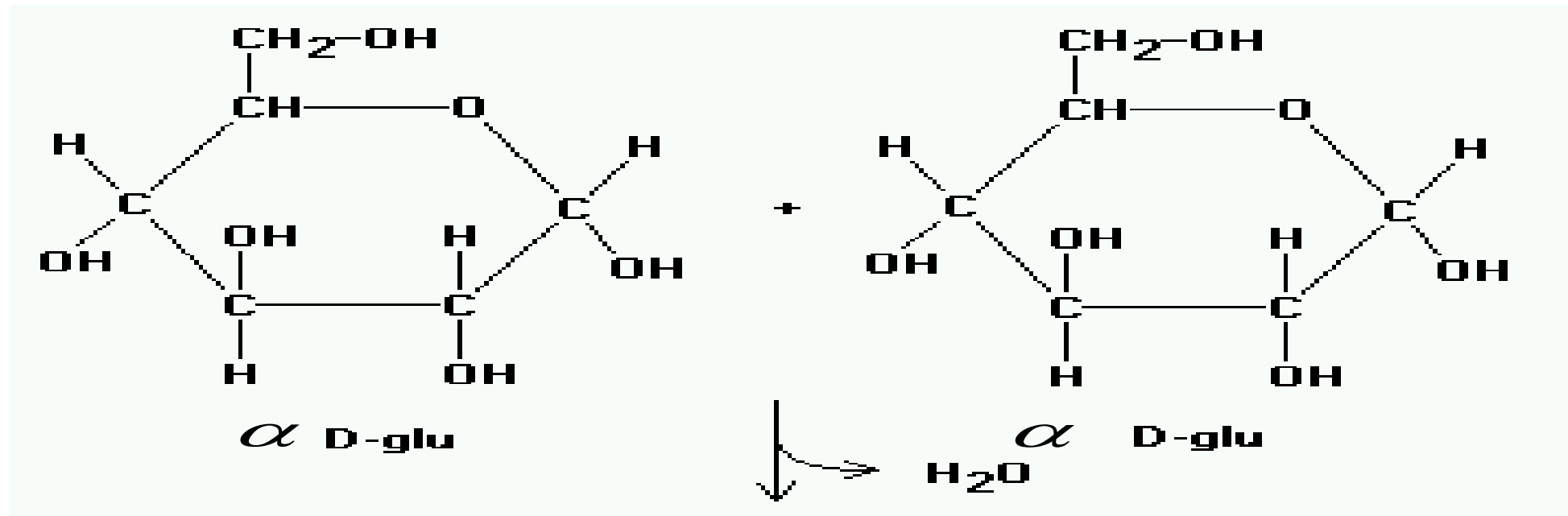
Ex.6 Trehalose



What's your TREHA® trehalose app?

SNACK	 Unique Crispiness	 Longer Shelf-life	 Enhanced Formability	 Stabilized Glazes
MEAT	 Sodium Reduction	 Juiciness & Quality After Freeze Thaw	 Masked Off Notes	 Reduced Drip Loss
BEVERAGE	 Stability of Protein Beverages	 Flavor Masking	 Stabilized Color	 Mild Sweetness

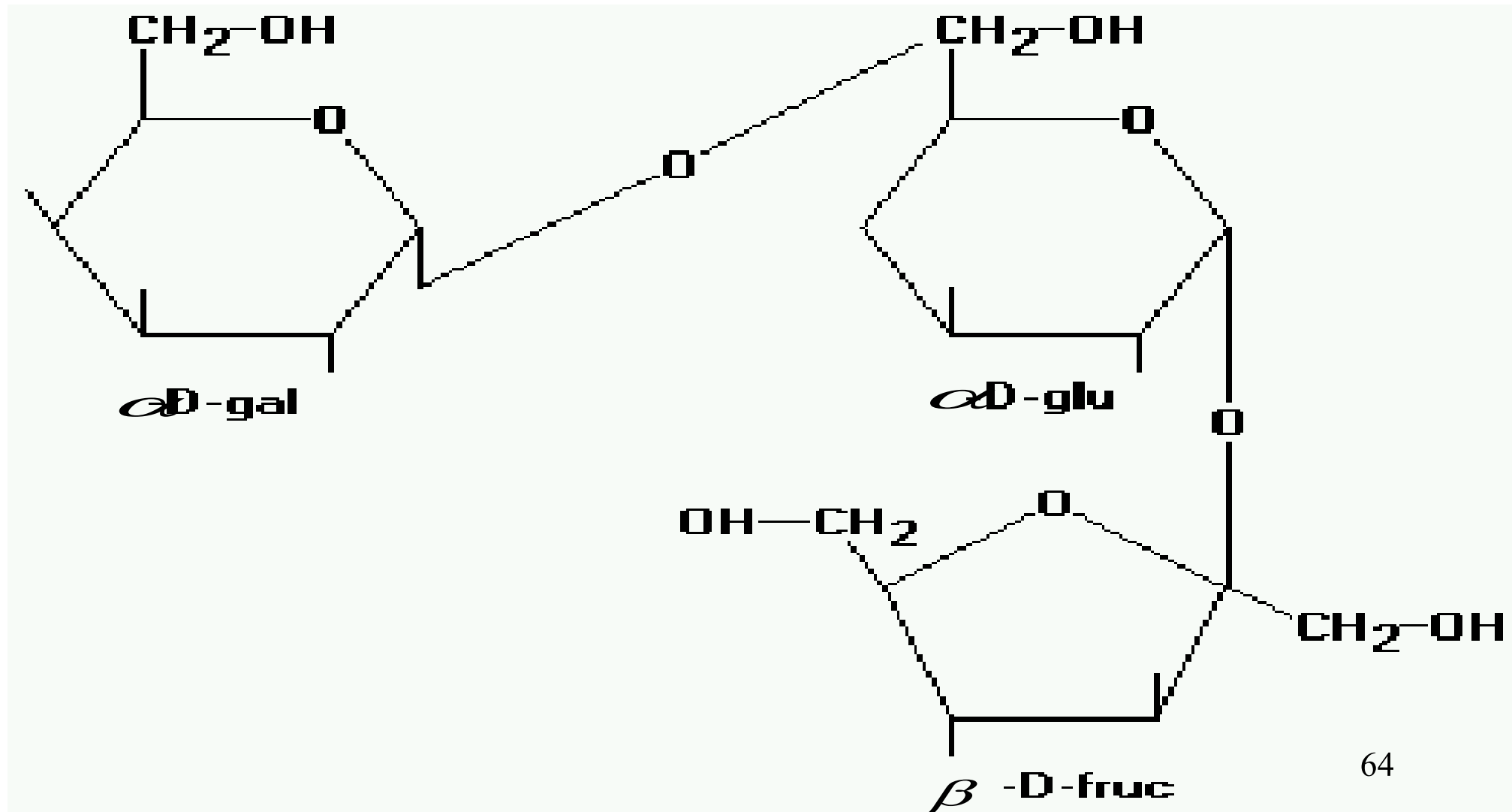
Ex.6 Trehalose



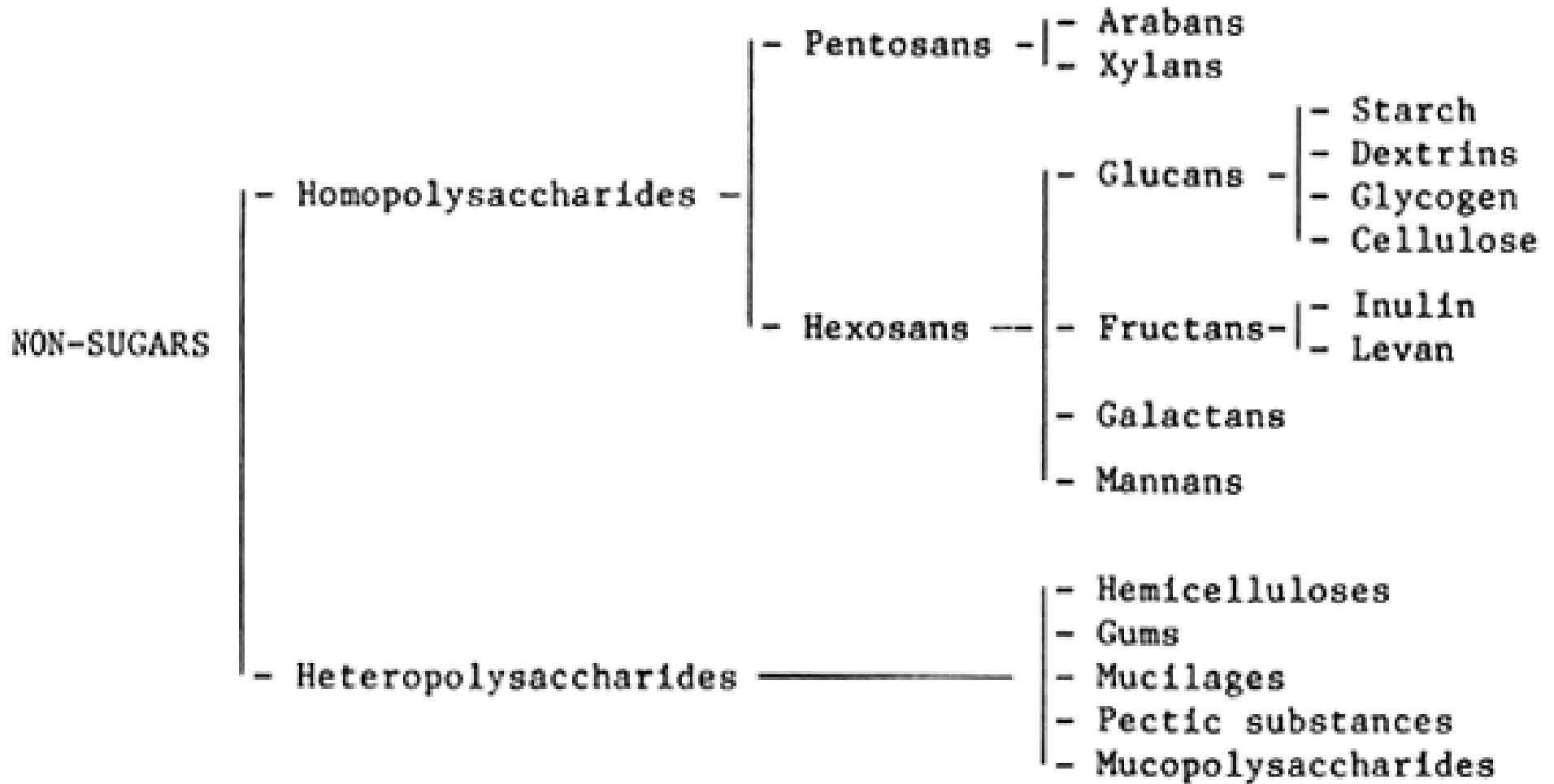
ตัวอย่างของ trisac.

- Raffinose : galactose-glucose-fructose

α gal (1-6) glu ($\alpha_1 - \beta_2$) fruc



Polysaccharide (Glycans)



Polysaccharide (Glycans)

ลักษณะทั่วไป เป็นสายโซ่ยาว (long chain) เป็นลักษณะของ polymer โดยเกิดจากการจับตัวของ monosac. ด้วยพันธะ glycosidic bond โดยโซ่ยาวที่เกิดขึ้นอาจเป็นเส้นตรง (linear) หรือเป็นกิ่งก้าน (branched chain) ก็ได้

แบ่งประเภท polysac. ได้ 2 ชนิดคือ^α

1. Homopolysaccharide

เกิดจาก monosac. เพียงชนิดเดียวรวมตัวกันในการเกิด polymer

1.1 Starch (อาหารสะสมในพืช)

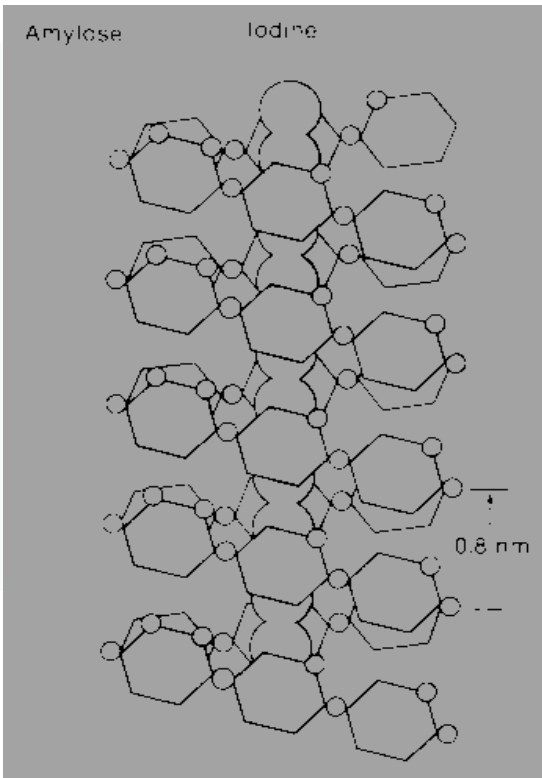
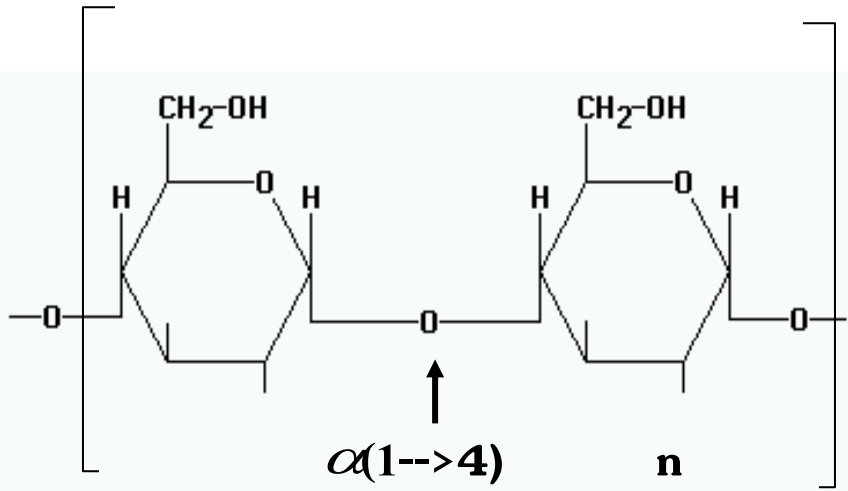
องค์ประกอบ เกิดจาก amylose และ amylopectin ประกอบรวมกันในอัตราส่วนต่าง ๆ ตามแต่นชนิดของแป้ง

Table 1 : Ratio of amylose and amylopectin in some starches

source	amylose (%)	amylopectin (%)
potato	21	79
maize	28	72
wheat	26	74
tapioca	17	83
waxy maize*	-	100

Amylose

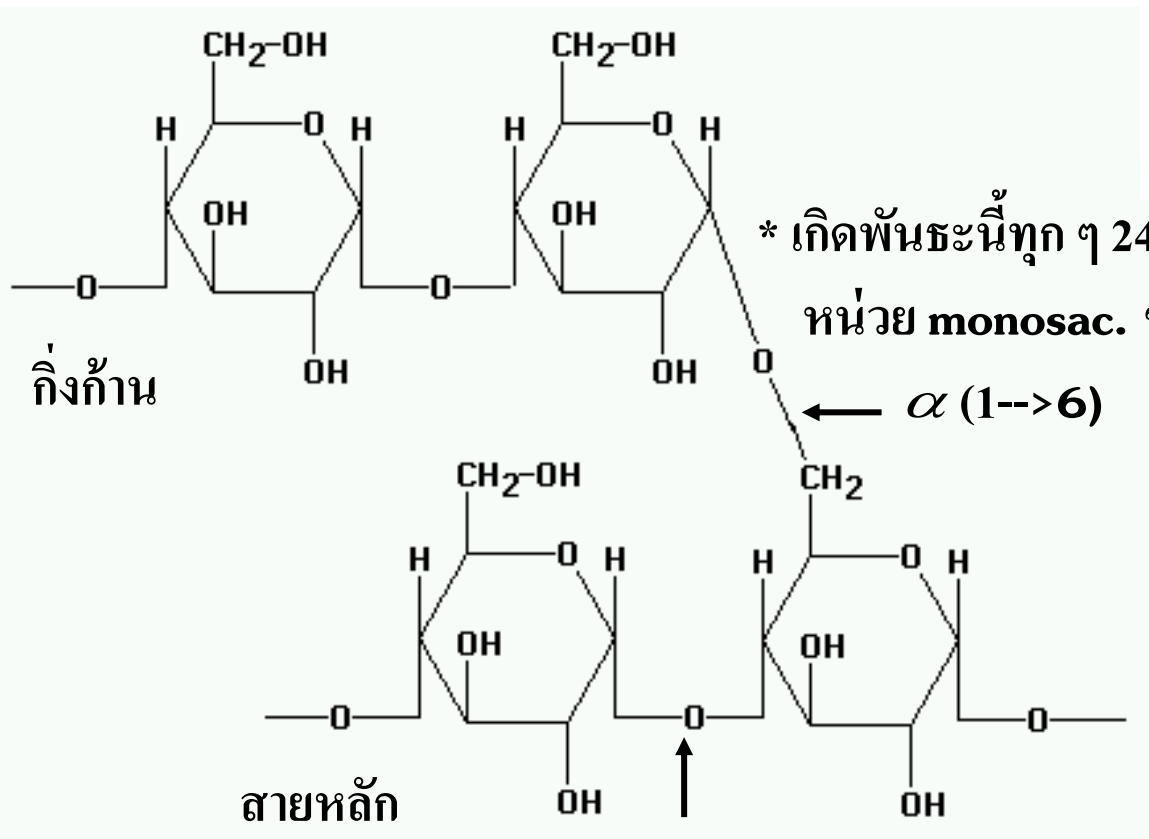
เกิดจาก **D-glucose** ต่อกันด้วยพันธะ $\alpha(1\rightarrow4)$ เพียงอย่างเดียวตลอดจึงมีลักษณะเป็นโซ่ยาวไม่แตกกิ่งก้าน และถ้าอยู่ในน้ำจะเกิดการขดเป็นเกลียว (helical coil) วนซ้ำ ขึ้นได้



**** amylose ทำ Rx กับ I_2**
จะให้น้ำเงินเข้ม

Amylopectin

: เกิดจาก D-glucose ต่อกันด้วยพันธะ $\alpha(1\rightarrow4)$ ทำให้เป็นโซ่ยาวและพันธะ $\alpha(1\rightarrow6)$ ทำให้เกิดกิ่งก้าน

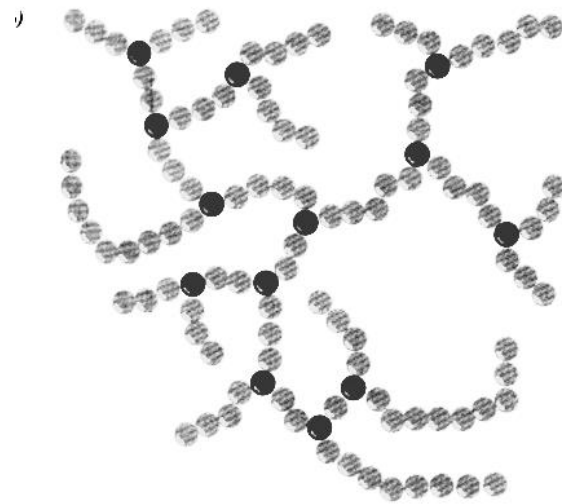


* เกิดพันธะนี้ทุก ๆ 24 ถึง 30 หน่วย monosac. ของสายหลัก
 $\alpha(1\rightarrow6)$

$\alpha(1\rightarrow4)$

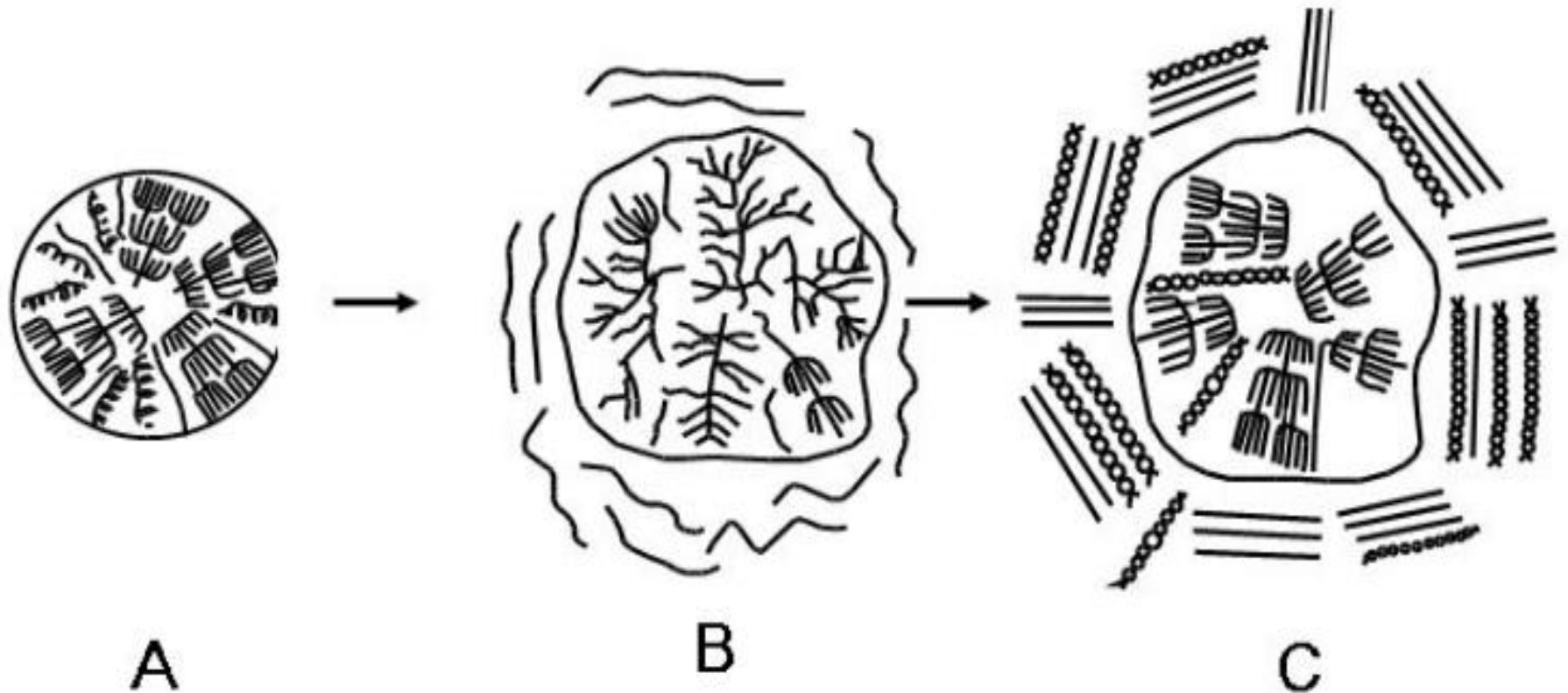


Complex amylopectin structure, with each dot representing a glucose molecule



*ให้สีม่วงจนถึงแดงเมื่อ Rx กับสารละลาย I_2

Gelatinization and retrogradation :

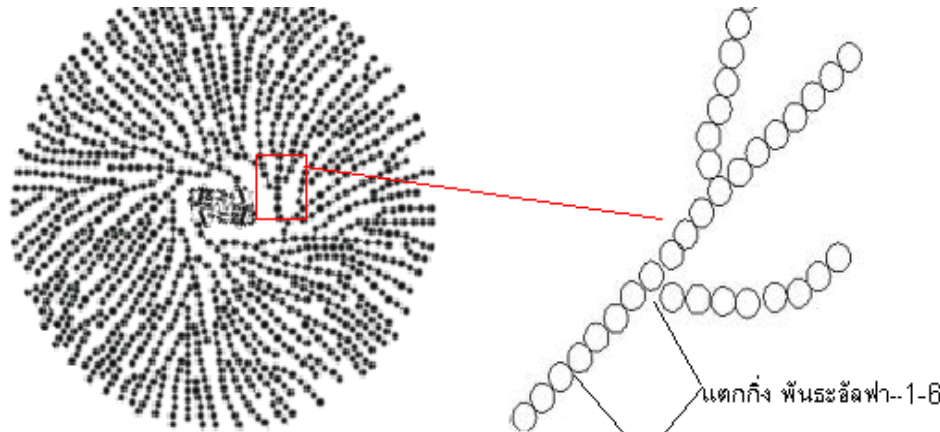


Gelatinisation and retrogradation of starch. A : native starch, B Gelatinised starch, C : Retrogradated starch

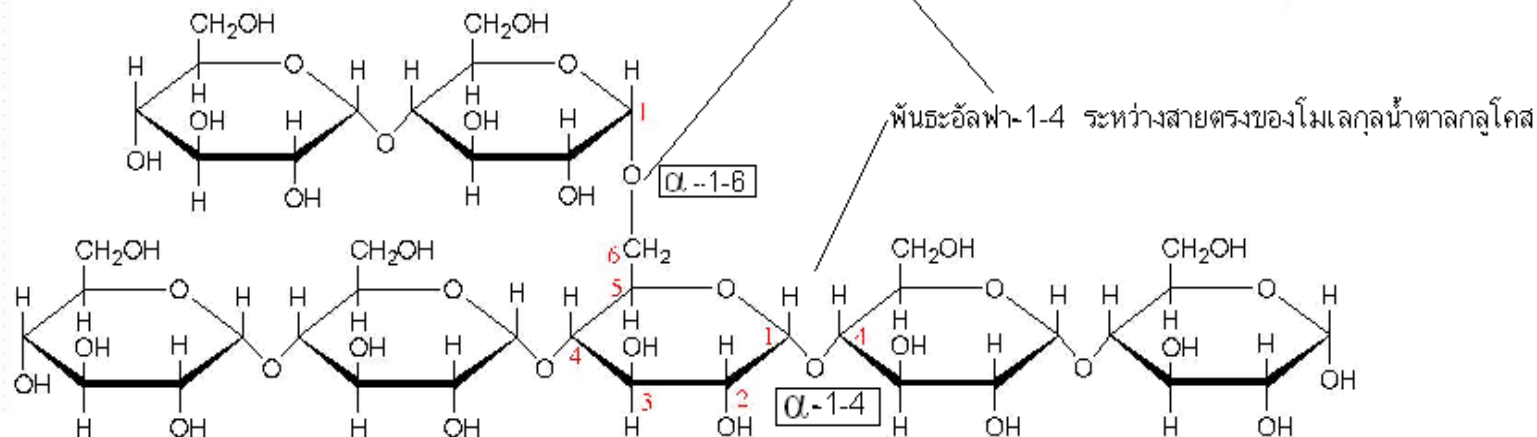
1.2 Glycogen (อาหารสะสมในเนื้อเยื่อสัตว์)

องค์ประกอบ เกิดจาก **D-glucose** ต่อกันด้วยพันธะ

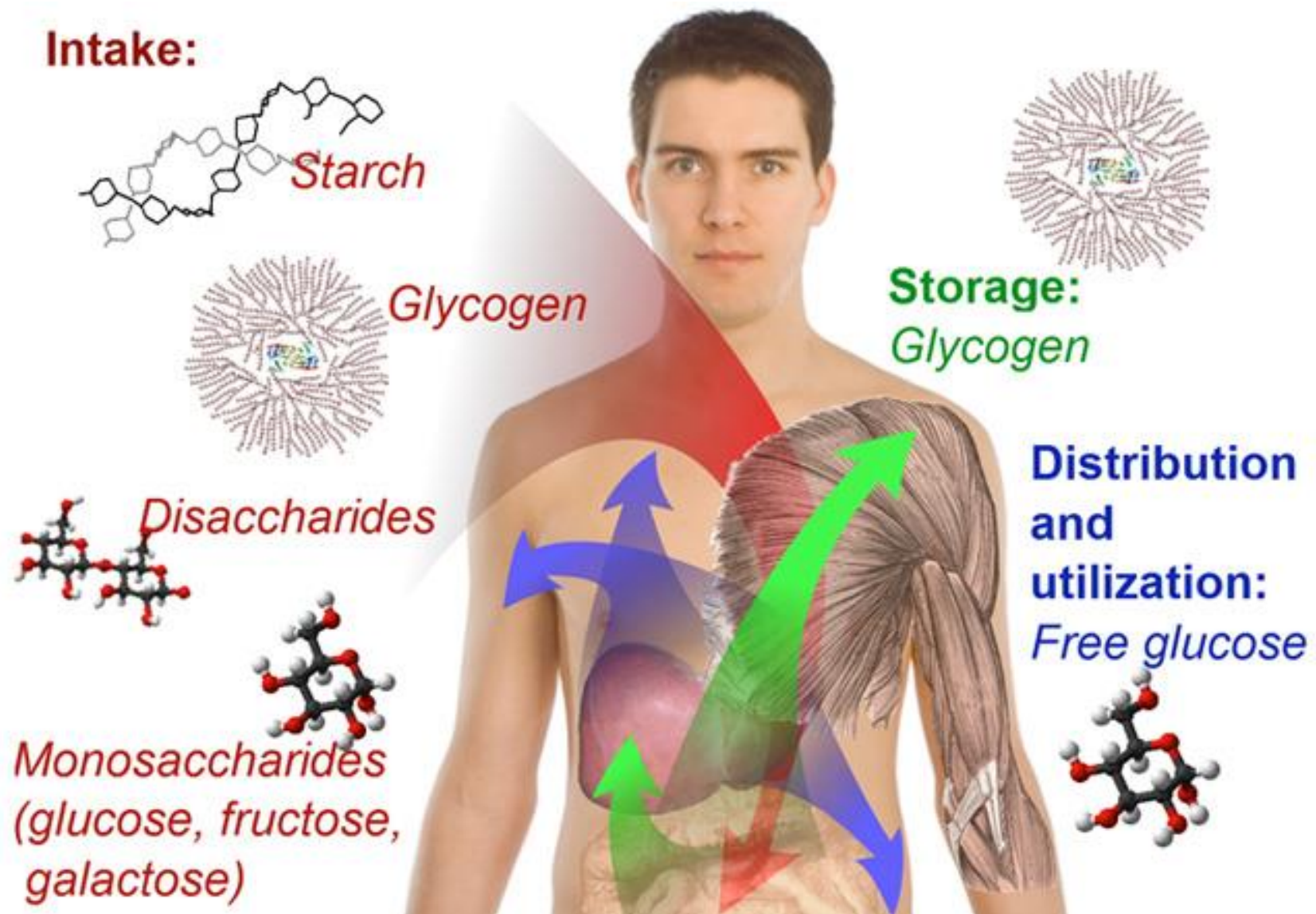
$\alpha \rightarrow 4$) ทำให้เป็นโซ่ยาวและมีพันธะ **$\alpha \rightarrow 6$**) เป็นกิ่งก้านจำนวนมาก โดยจะเกิดพันธะ **$\alpha \rightarrow 6$**) ทุก ๆ 8 ถึง 12 ของหน่วย monosac. ของสายหลัก



ดังนั้นโครงสร้างจะคล้าย amylopectin
**ให้แสงสีแดงเมื่อ Rx กับสารละลาย I_2

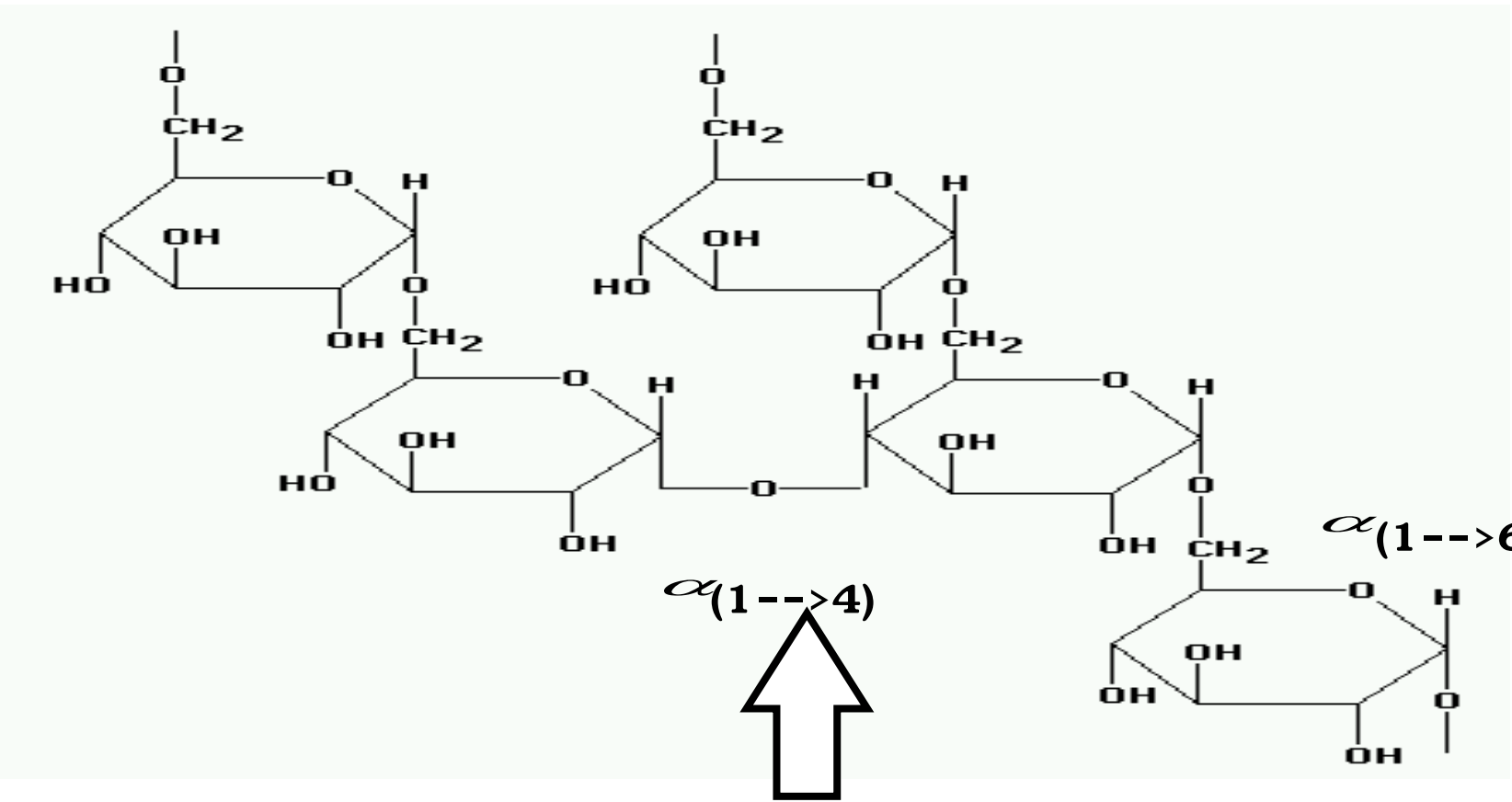


Glycogen (อาหารสะสมในเนื้อเยื่อสัตว์)



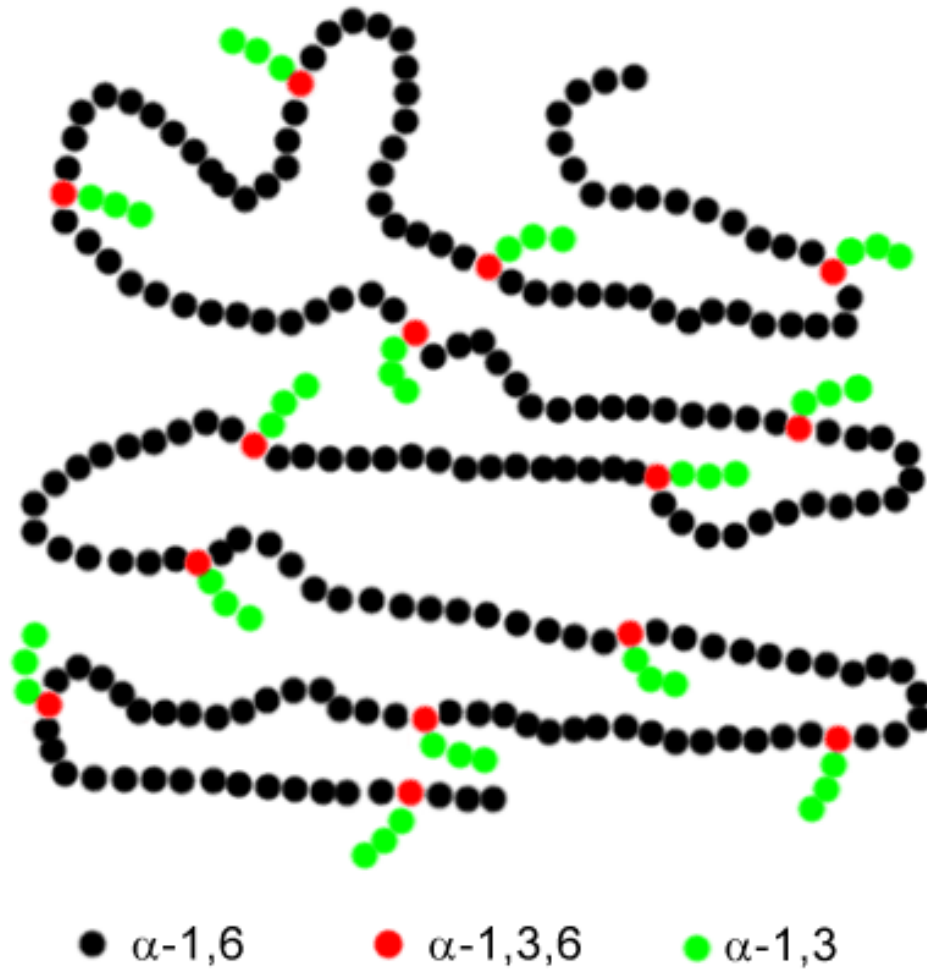
1.3 Dextran (แหล่งอาหารสะสมของยีสต์และแบคทีเรีย)

องค์ประกอบ เกิดจาก D-glucose ต่อกันด้วยพันธะ $\alpha(1 \rightarrow 6)$ ทำให้เป็นโซ่ยาวและมีพันธะ $\alpha(1 \rightarrow 4)$, พันธะ $\alpha(1 \rightarrow 3)$ หรือ พันธะ $\alpha(1 \rightarrow 2)$ ที่ทำให้เกิดกิ่งก้าน



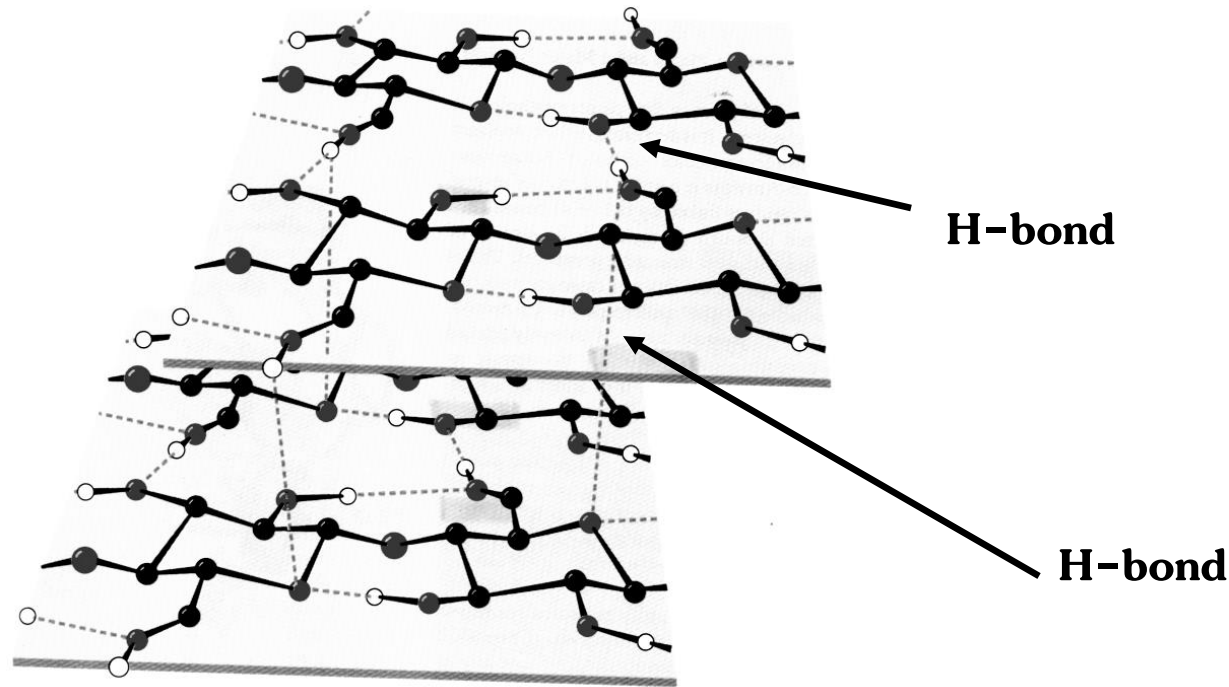
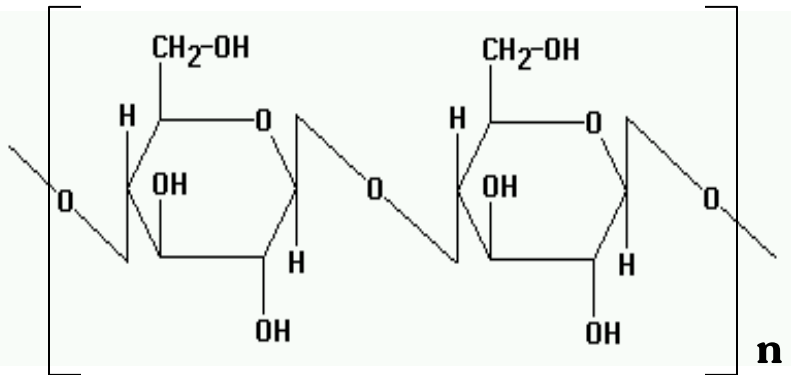
*ตรงนี้อาจเป็น $\alpha(1 \rightarrow 3)$ หรือ $\alpha(1 \rightarrow 2)$ ก็ได้แล้วแต่ ส.ม.ช. แต่ละชนิด

Dextran (แหล่งอาหารสะสมของยีสต์และแบคทีเรีย)

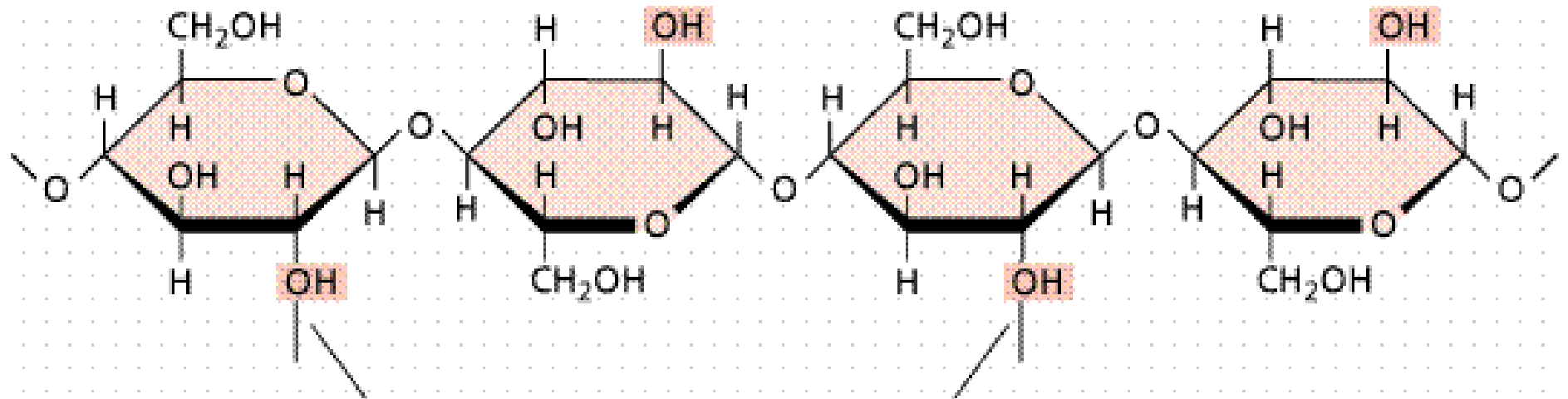


1.4 Cellulose (โครงสร้าง cell wall ของพืช)

องค์ประกอบเกิดจาก D-glucose ประมาณ 15,000 ต่อกันด้วยพันธะ β (1-4) เพียงอย่างเดียวตลอดเป็นโซ่ยาวไม่แตกกิ่งก้านโซ่แต่ละเส้นเชื่อมกันด้วยพันธะ H-bond



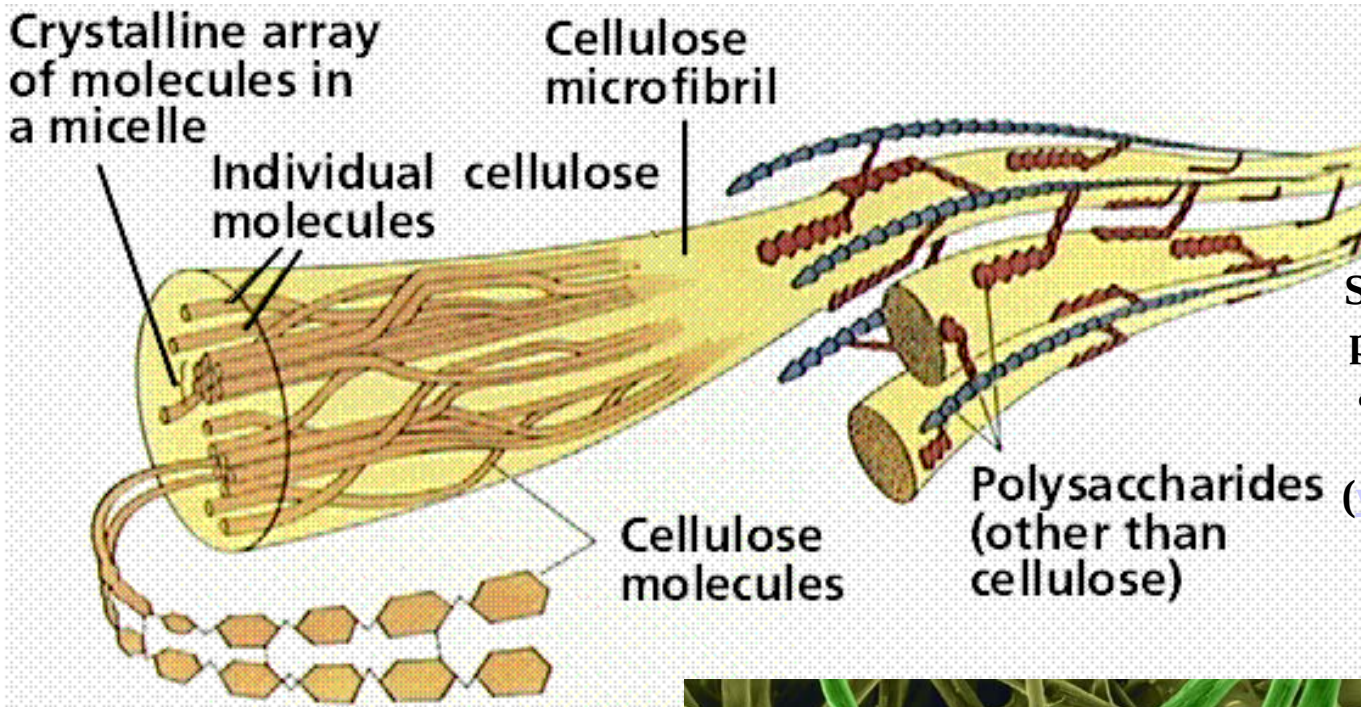
H-bond in Cellulose structure



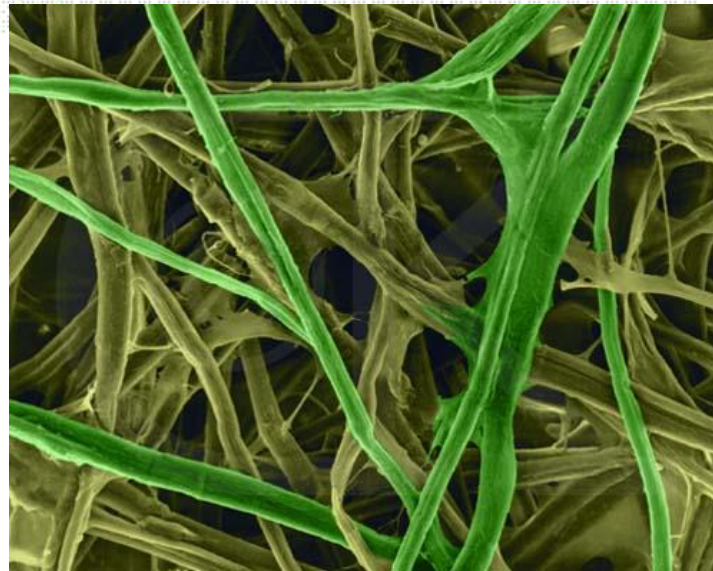
Hydrogen bonding to other cellulose molecules can occur at these points

Copyright from <http://www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/biobk/biobookchem2.html>

Cellulose (โครงสร้าง cell wall ของพืช)

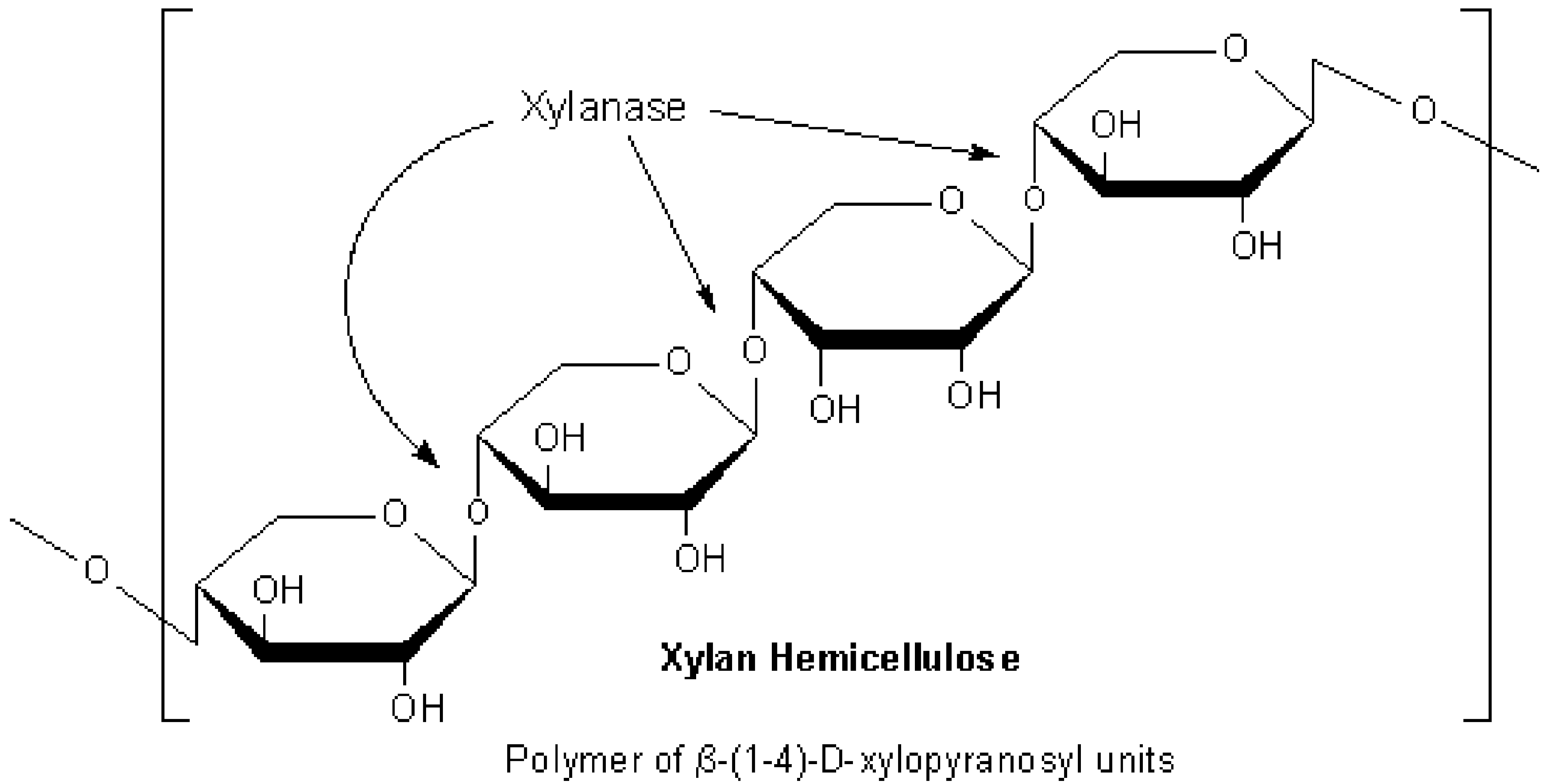


Structure of cellulose as it occurs in a plant cell wall. Image from Purves et al., Life: The Science of Biology, 4th Edition, by Sinauer Associates (www.sinauer.com) and WH Freeman (www.whfreeman.com), used with permission.



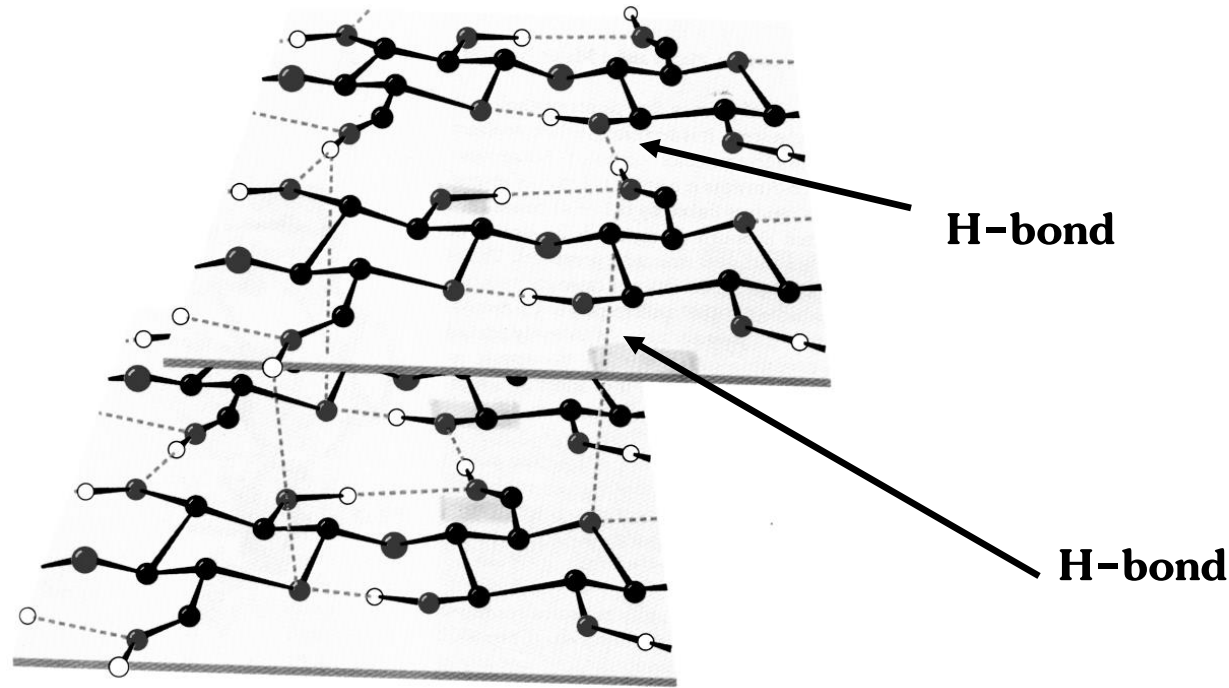
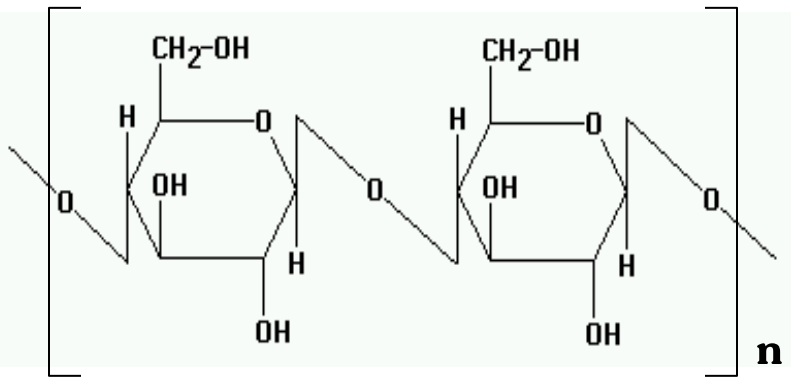
Cellulose Fibers from Print Paper (SEM x1,080). This image is copyright Dennis Kunkel at www.DennisKunkel.com, used with permission

Hemicellulose (โครงสร้าง cell wall ของพืช)



1.4 Cellulose (โครงสร้าง cell wall ของพืช)

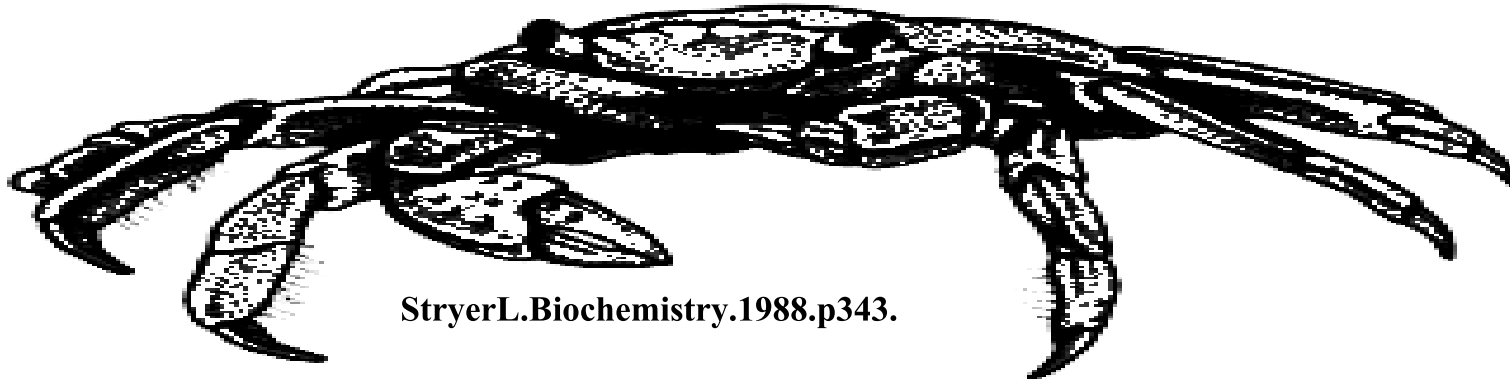
องค์ประกอบเกิดจาก D-glucose ประมาณ 15,000 ต่อกันด้วยพันธะ β (1-4) เพียงอย่างเดียวตลอดเป็นโซ่ยาวไม่แตกกิ่งก้านโซ่แต่ละเส้นเชื่อมกันด้วยพันธะ H-bond



การย่อยสลาย Cellulose ในสัตว์เคี้ยวเอื้องเกิดขึ้นได้

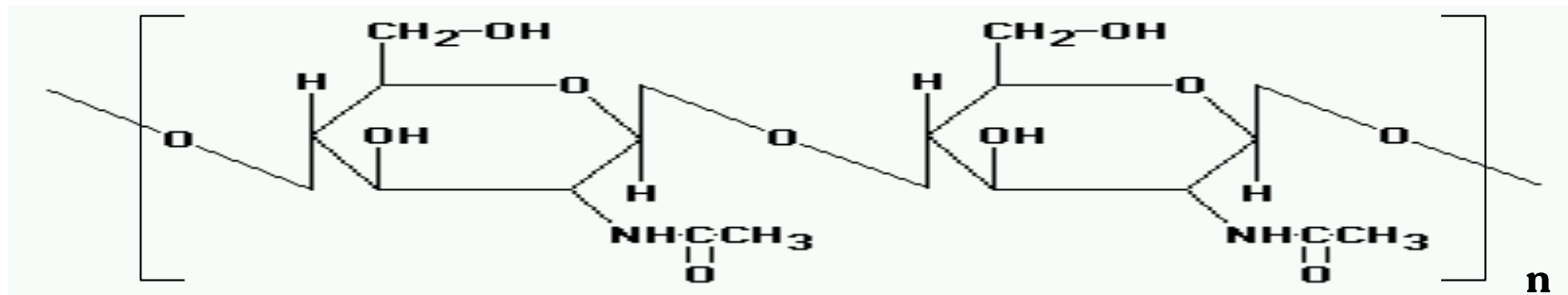
เพราะมีเอนไซม์ Cellulase (เอนไซม์นี้มีใน bacteria, Fungi และ protozoa) ย่อยพันธะ β (1 — 4) ได้
แต่ในคนมีเอนไซม์ Glycosidase ซึ่งไม่สามารถย่อยเซลลูโลสได้

1.5 Chitin (โครงสร้าง cell wall ของ fungi และ algae, โครงสร้างเปลือกนอกของแมลง, ปู, กุ้ง)



Stryer L. Biochemistry. 1988. p343.

องค์ประกอบเกิดจากอนุพันธ์ของ Monosaccharide ชนิด amino sugar คือ N-acetyl-D-glucosamine
ต่อกันด้วยพันธะที่เป็น $\beta(1 \rightarrow 4)$



What is Chitin/Chitosan?

Chitosan is a modified carbohydrate polymer derived from the **Chitin** component of the shells of crustacean, such as crab, shrimp and cuttlefish.



Shrimp



Crab



Squid

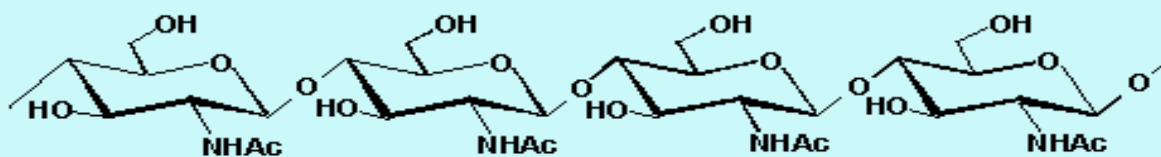
Shellfish wastes from food processing

Decalcification in dilute aqueous **HCl** solution

Deproteination in dilute aqueous **NaOH** solution

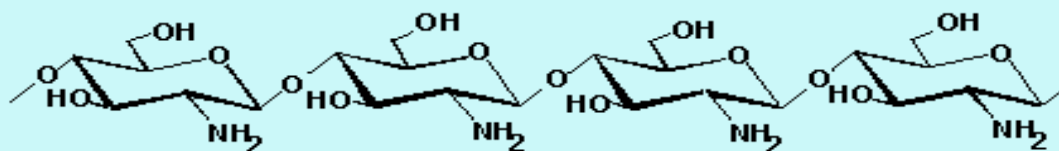
Decolorization in 0.5% **KMnO₄** aq. and **Oxalic acid** aq. or sunshine

Chitin



Deacetylation in hot concentrated **NaOH** solution (40-50%)

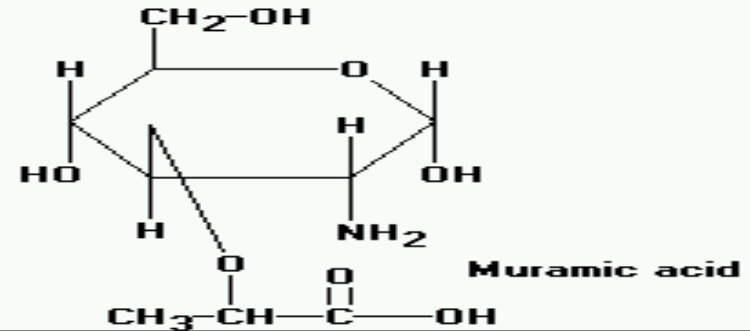
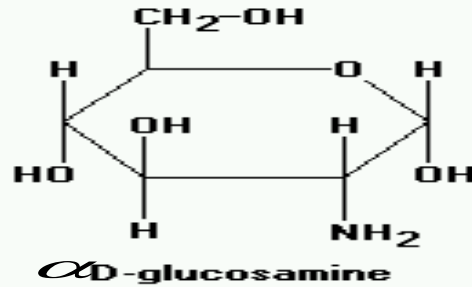
Chitosan



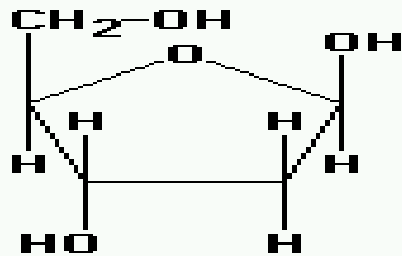
อนุพันธ์ของ Monosaccharide

1. Amino Sugar

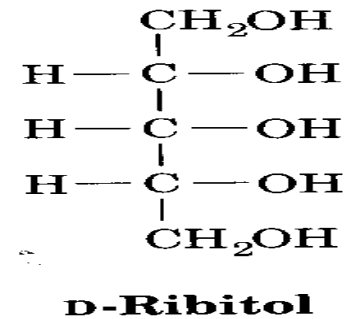
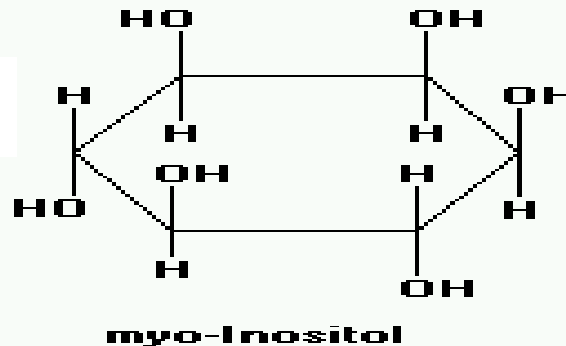
เช่น



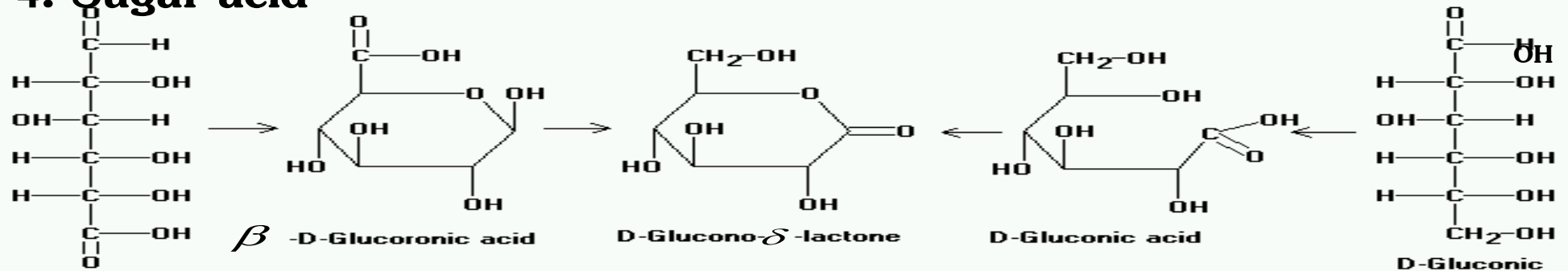
2. Deoxy sugar



3. Alcohol sugar

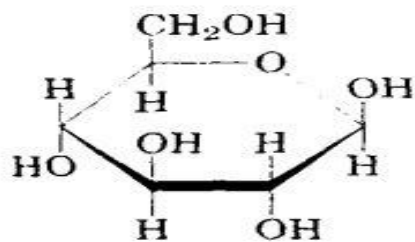


4. Sugar acid

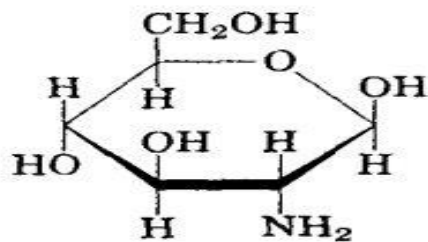


กลุ่ม Uronic acid

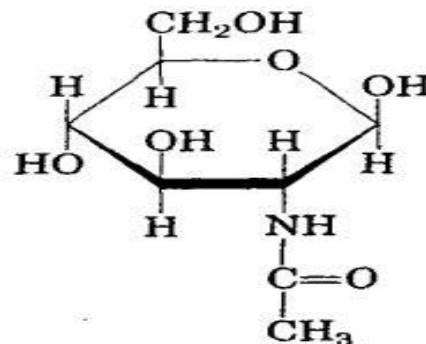
กลุ่ม Aldonic acid



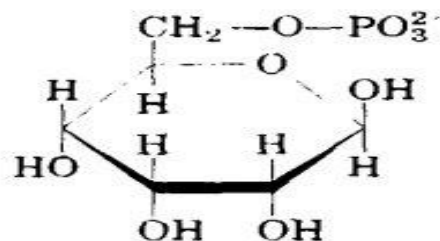
β -D-Glucose



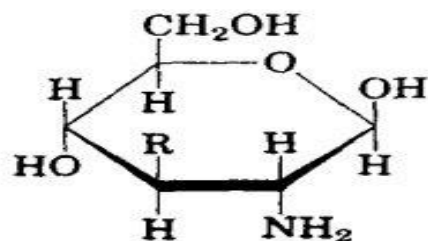
β -D-Glucosamine



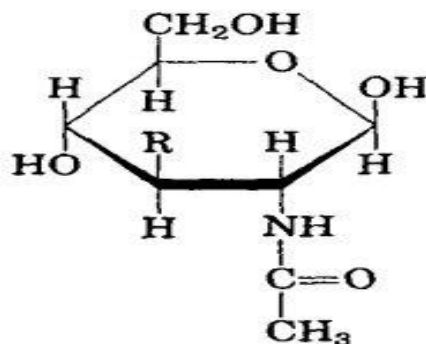
N-Acetyl- β -D-glucosamine



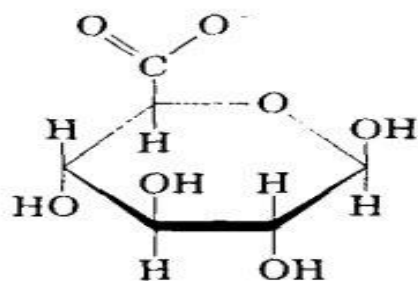
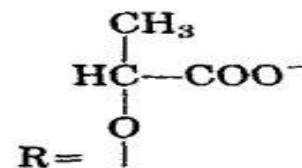
D-Glucose-6-phosphate



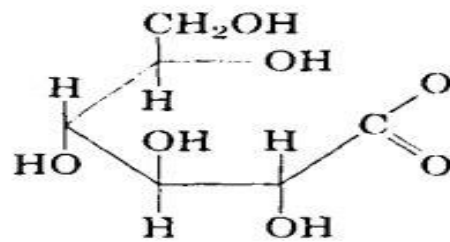
Muramic acid



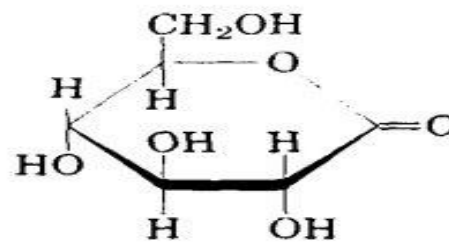
N-Acetylmuramic acid



β -D-Glucuronate



D-Gluconate



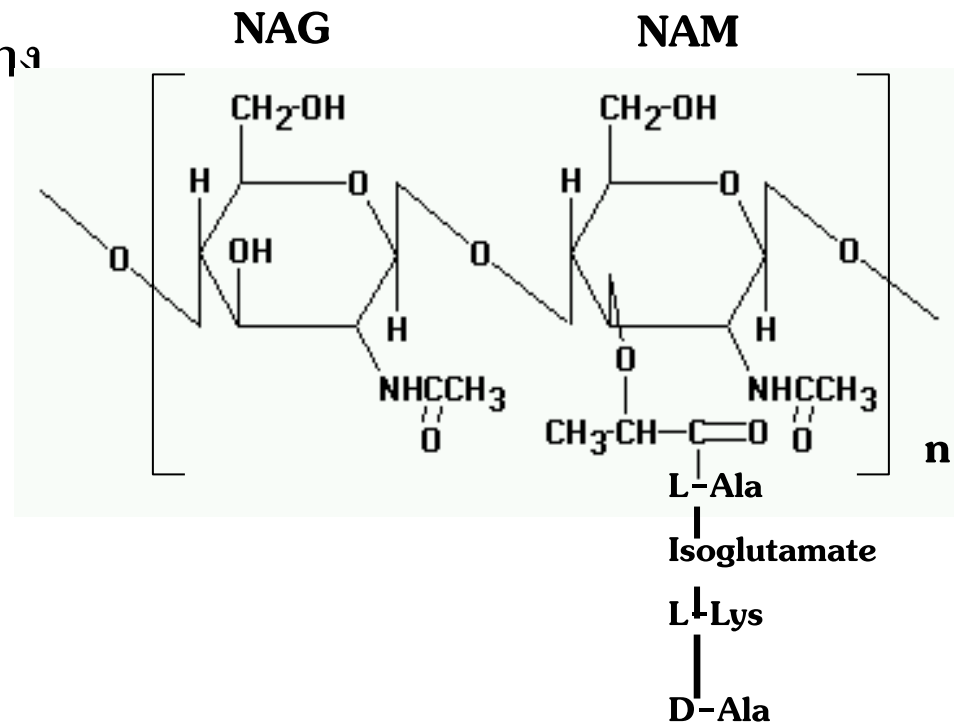
D-Glucono- δ -lactone

2. Heteropolysaccharide

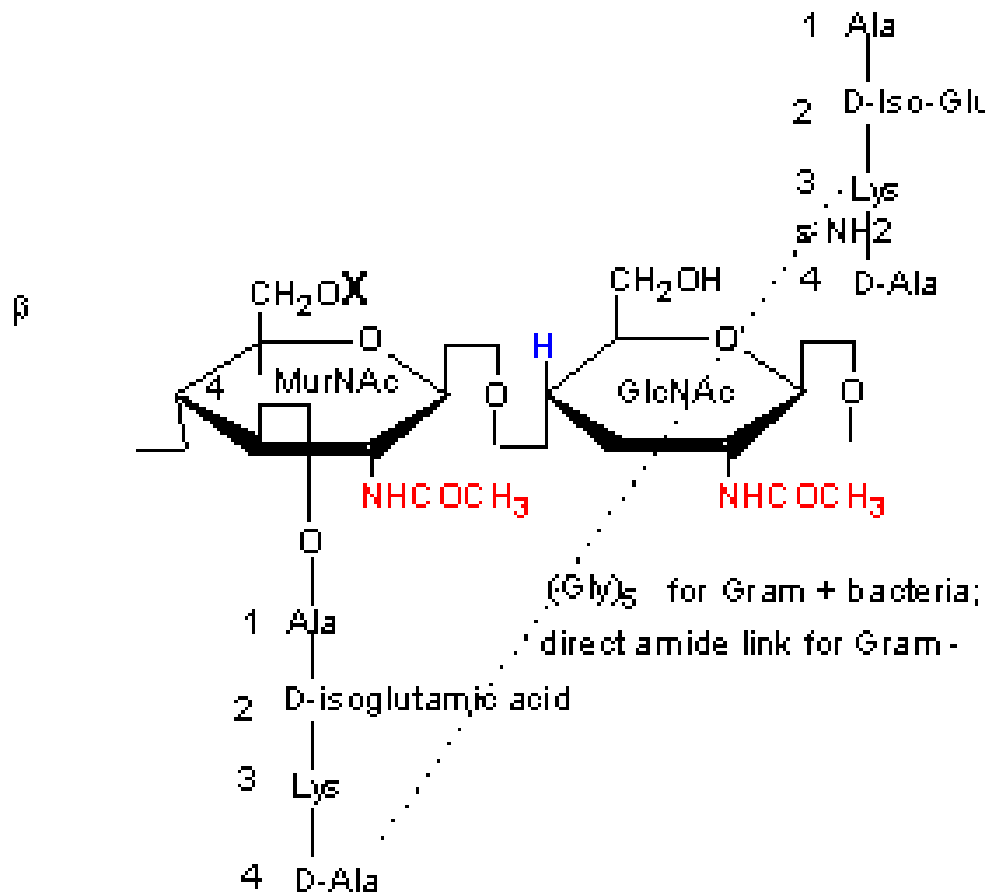
เกิดจาก monosaccharide ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปรวมตัวเป็น polymer

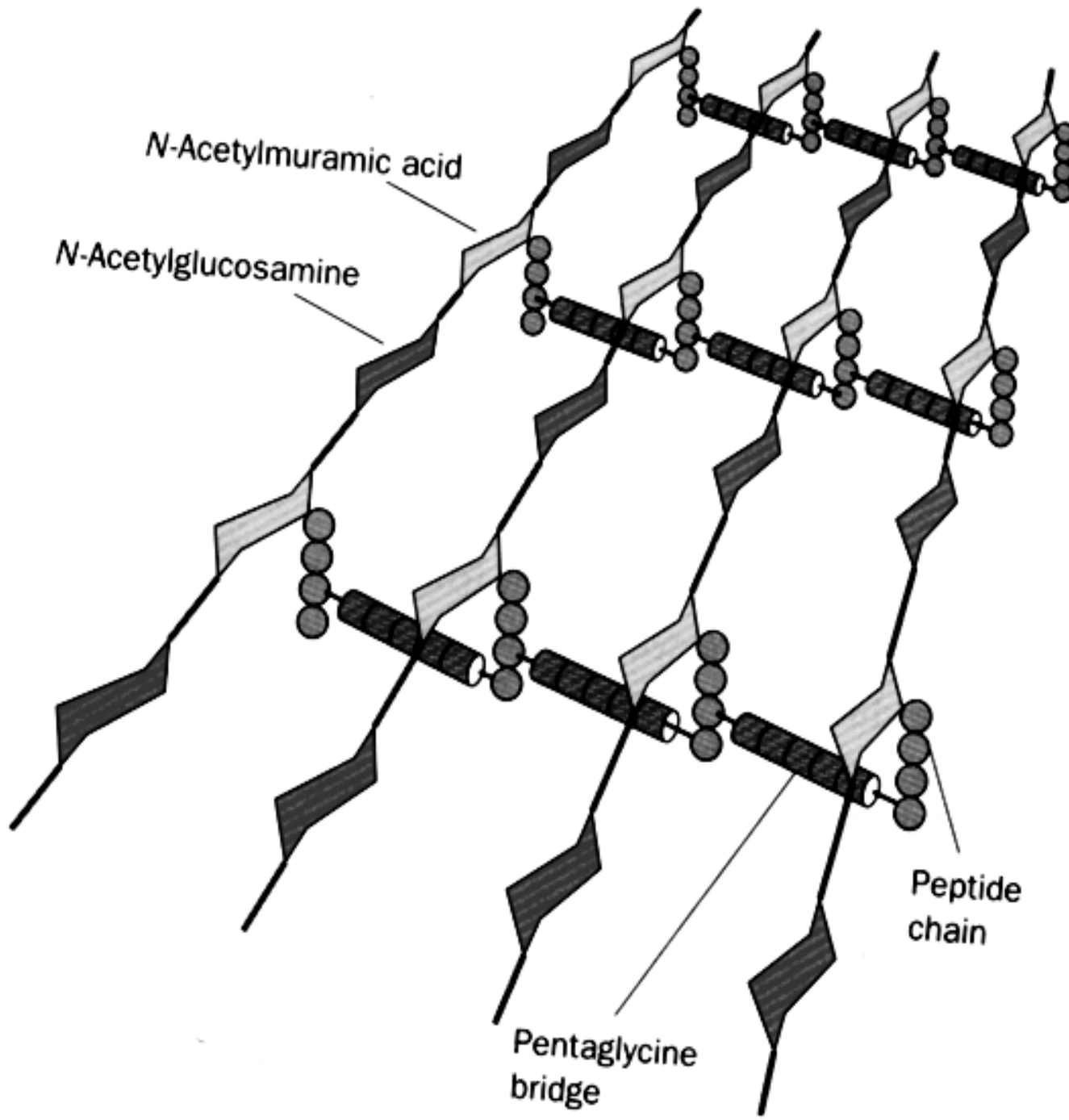
2.1 Peptidoglycan (โครงสร้าง cell wall ของ bacteria)

: เกิดจากอนุพันธ์ amino sugar 2 ชนิดคือ N-acetyl-D-glucosamine (NAG) ต่อกับ N-acetylmuramic acid (NAM) ด้วยพันธะ $\beta(1 \rightarrow 4)$ และมี tetrapeptide ต่อกับ NAM เพื่อใช้เชื่อม (Cross linking) กับสายอื่นเป็นร่างแหโดยอาศัย Pentaglycine เป็นตัวเชื่อมระหว่าง D-Ala กับ L-Lys ของสายอื่นที่อยู่ข้าง



PEPTIDOGLYCANS

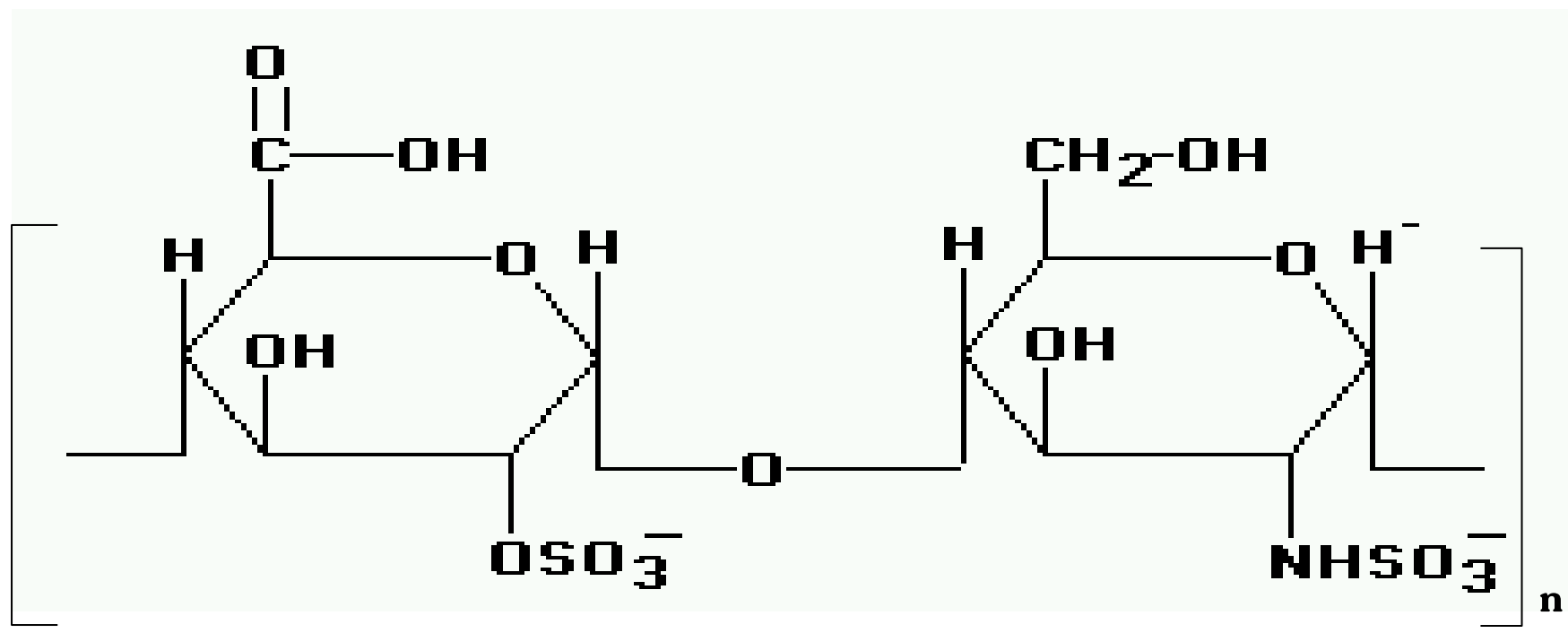




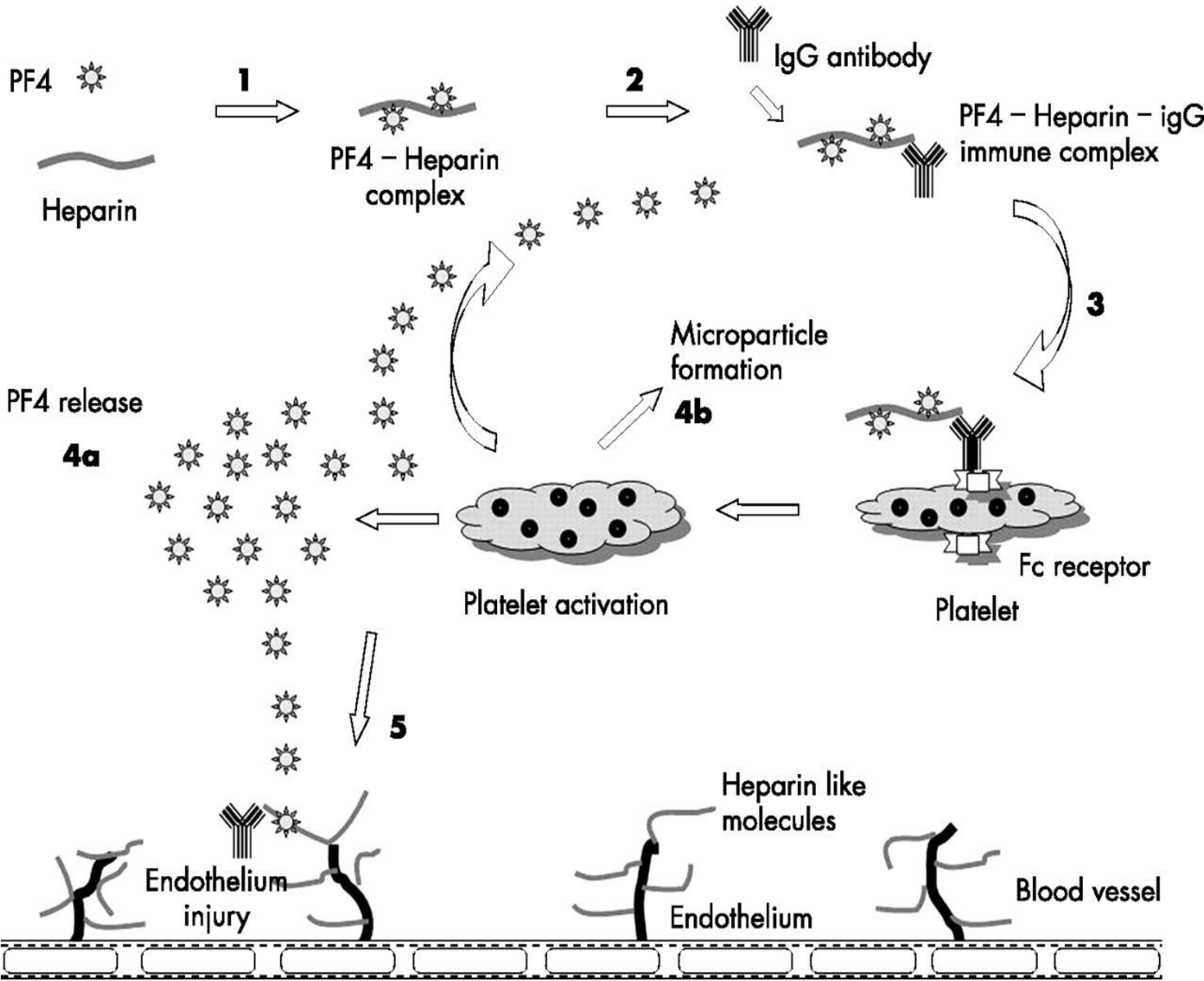
***Lysozyme จากสาร
 คัดหลังในร่างกาย
 สามารถทำลายพันธะ
 $\beta(1 \rightarrow 4)$ ได้

2.2 Heparin (ป้องกันการแข็งตัวของเลือด)

: เกิดจากอนุพันธ์ sugar acid คือ D-Gluconurate-2-sulfate ต่อกับ amino sugar คือ N-Sulfo-D-glucosamine-6-sulfate ด้วย พันธะ ~~(1-3)~~ (1→4)

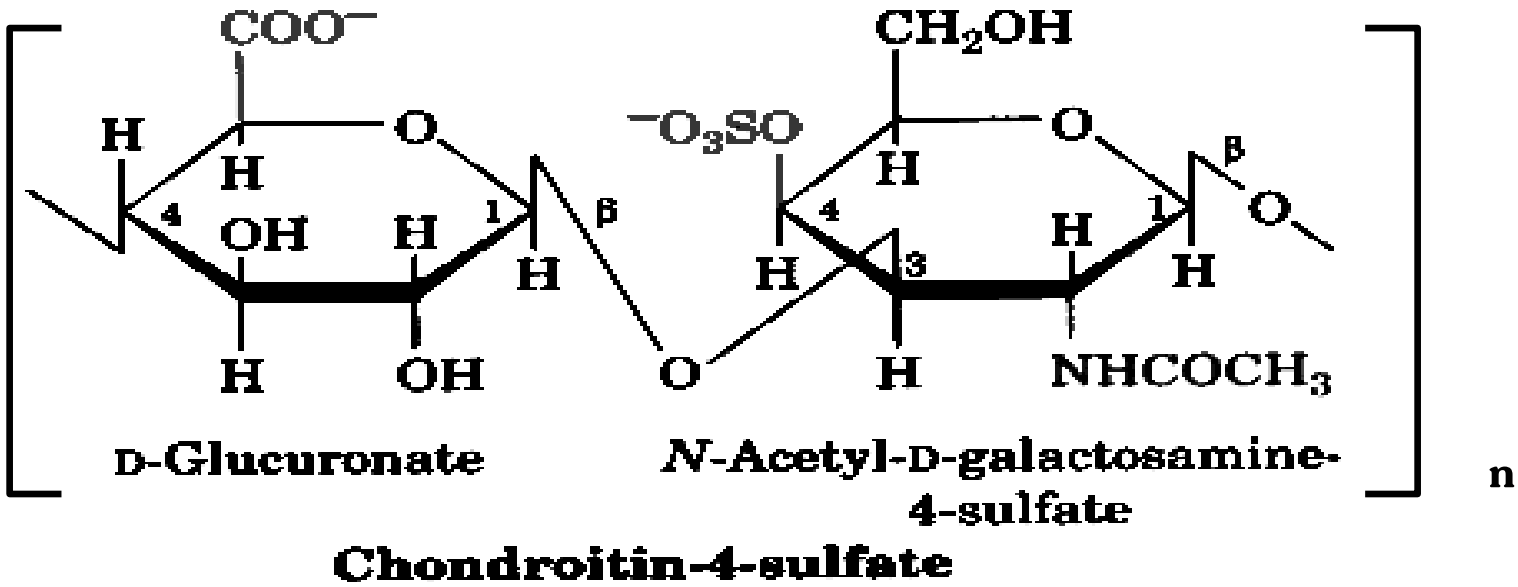


Heparin (ป้องกันการแข็งตัวของเลือด)

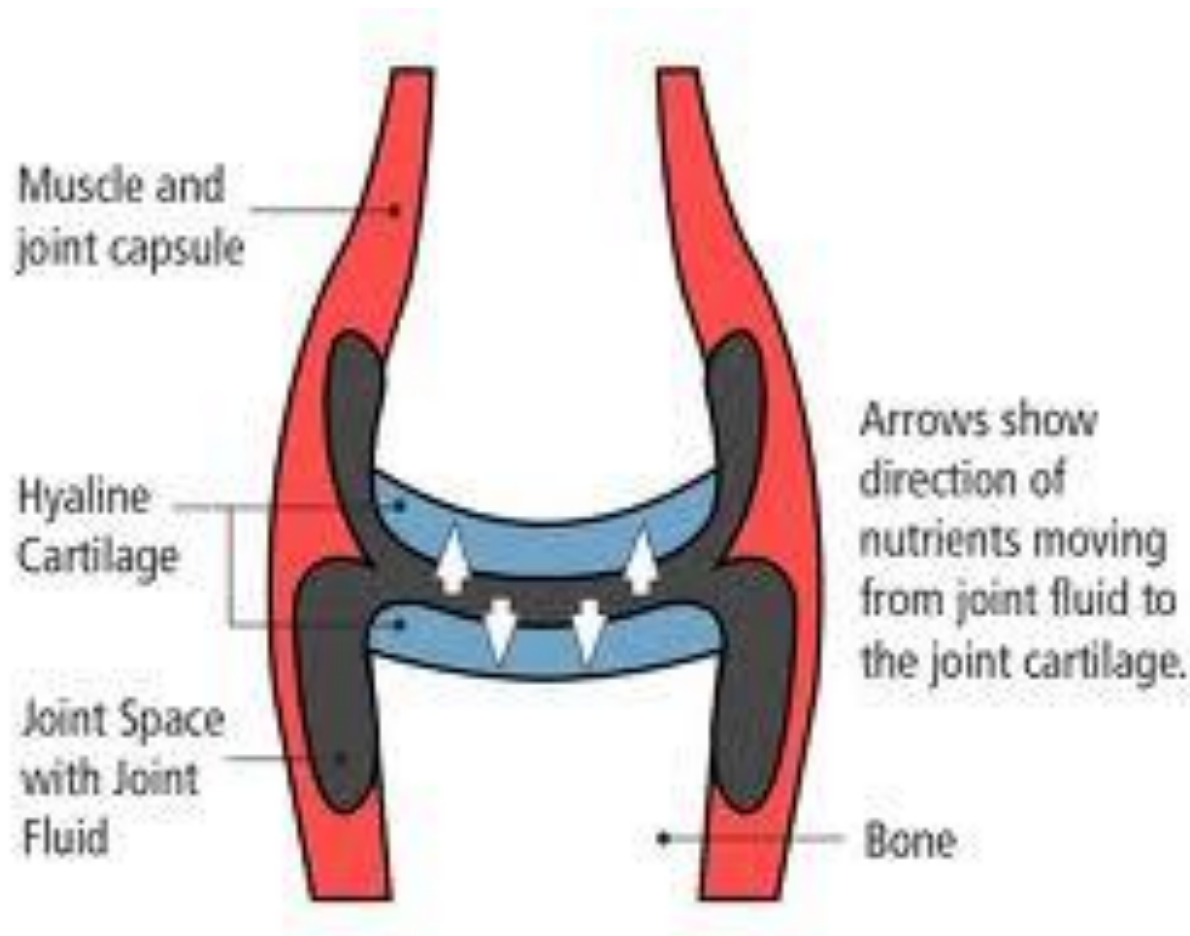


2.3 Chondroitin sulfate (โครงสร้างกระดูกอ่อน)

: เกิดจากอนุพันธ์ sugar acid คือ D-Glucuronic acid ต่อกับ amino sugar คือ N-Acetyl-D-galactosamine-4 (6)-sulfate ด้วยพันธะ β ->3) โดยอนุพันธ์ทั้งสองจับกันเป็นคู่ แต่ละคู่มีการเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ β ->4)

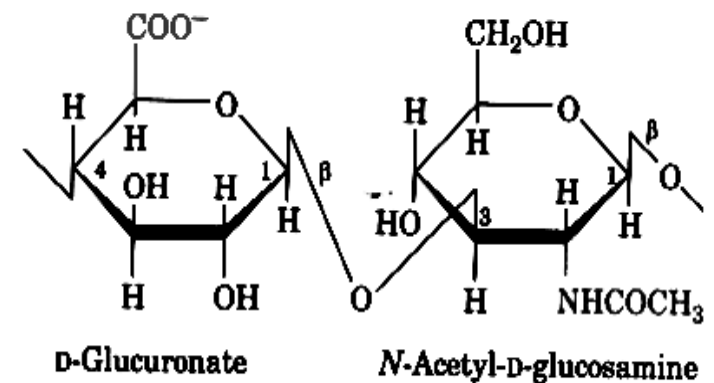


Chondroitin sulfate (โครงสร้างกระดูกอ่อน)



2.4 Hyaluronic acid (เป็นส่วนประกอบน้ำหล่อเลี้ยงลูกตา, น้ำหล่อลื่นข้อต่อ)

: โครงสร้างการเชื่อมต่อด้วยพันธะเหมือนกับ **Chondroitin sulfate** ทุกอย่าง ยกเว้น amino sugar ที่ใช้คือ **N-Acetyl-D-glucosamine** เท่านั้น

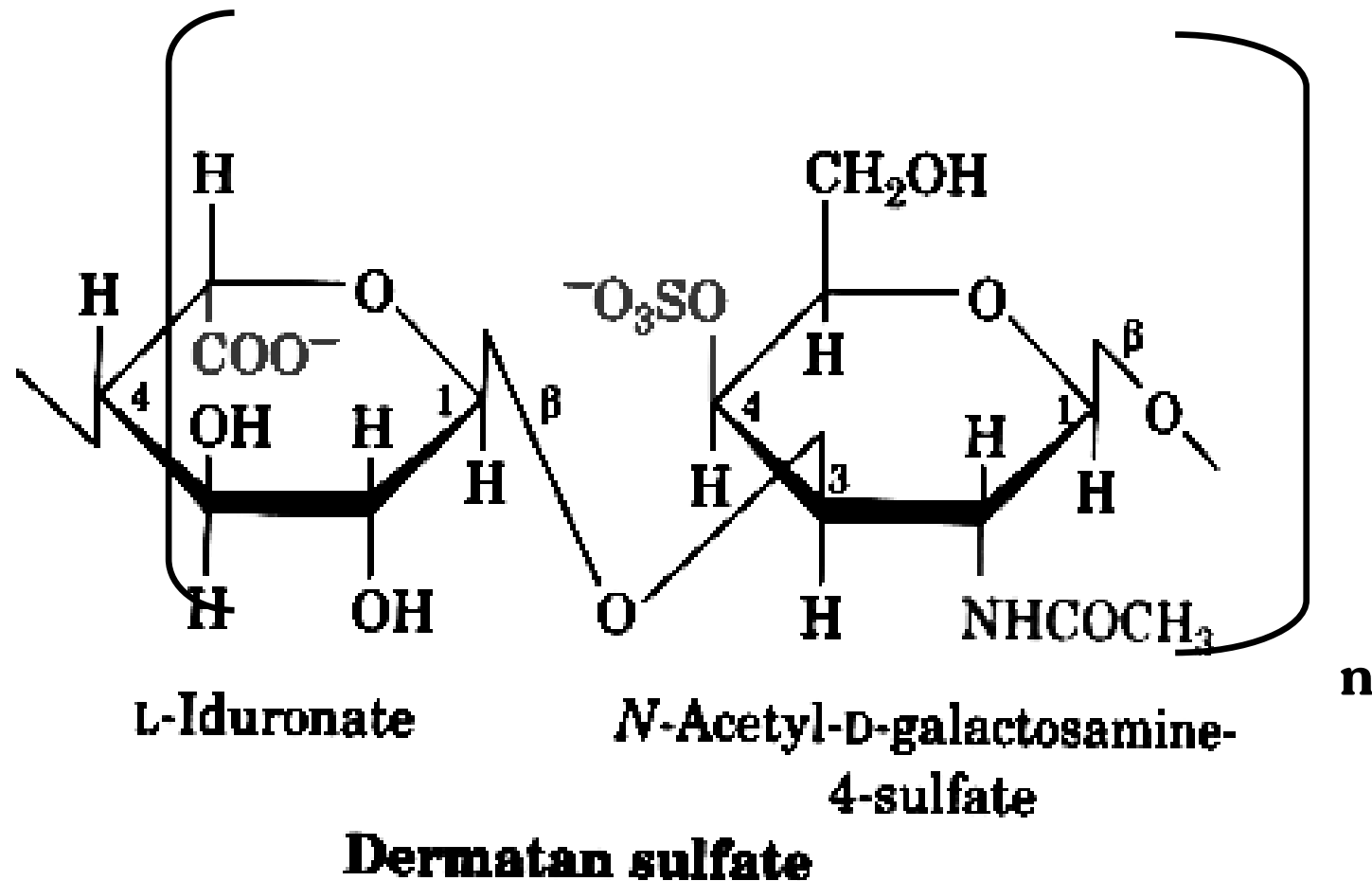


Hyaluronate

Copyright from <http://seymourchiropractic.ca/articles.html>

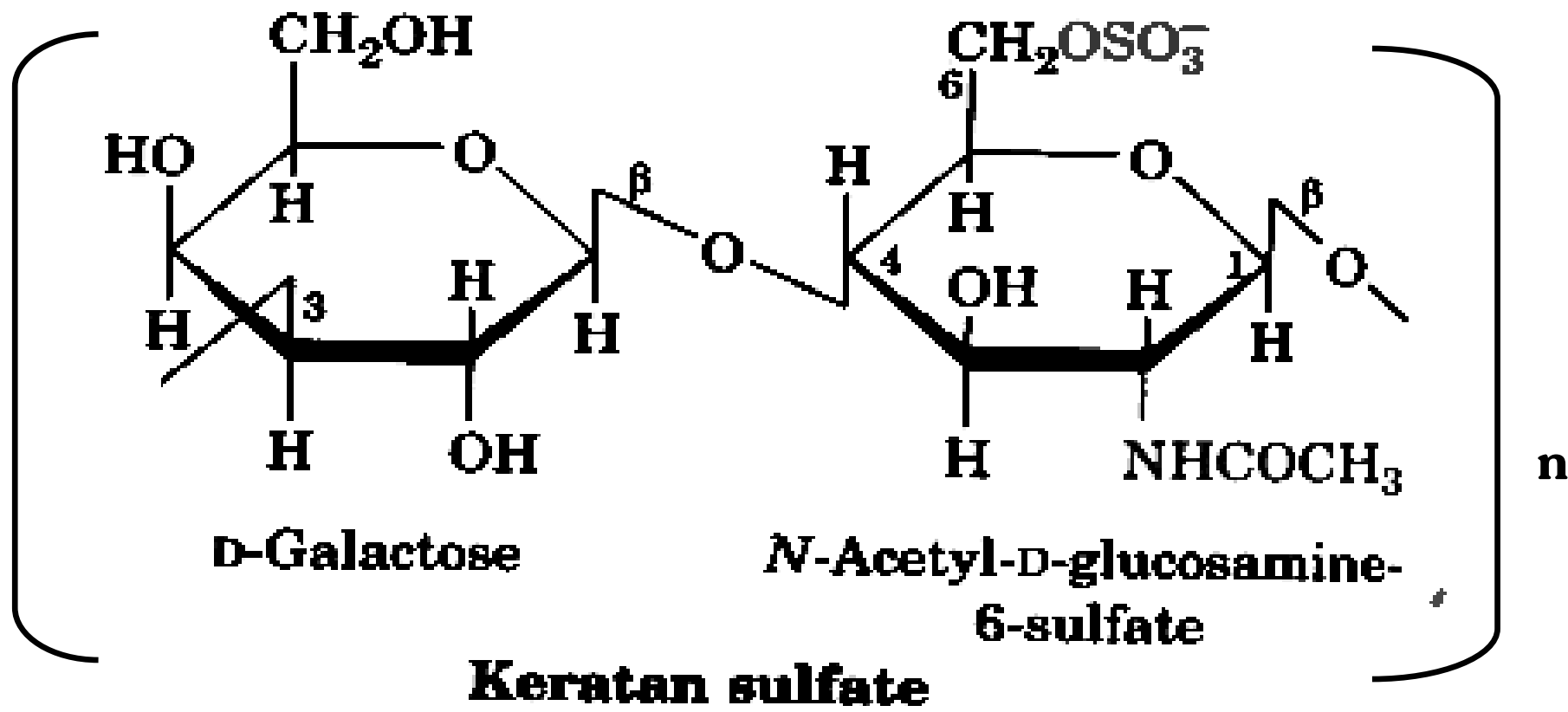
2.5 Dermatan sulfate (เป็นส่วนประกอบในผิวหนัง)

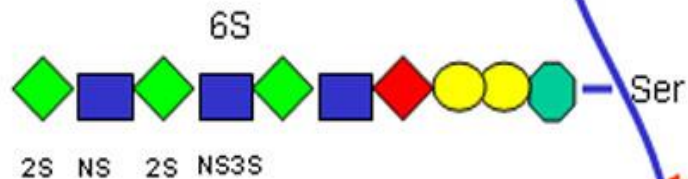
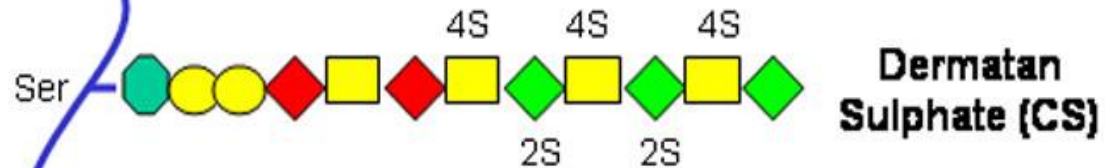
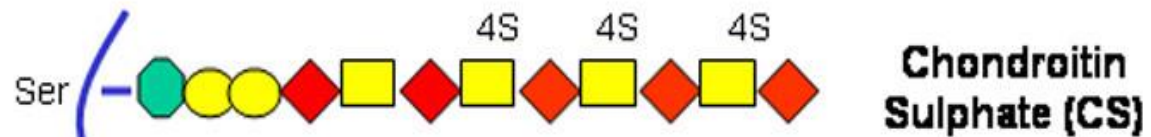
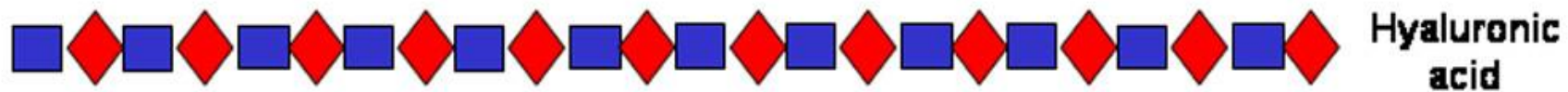
: โครงสร้างการเชื่อมต่อด้วยพันธะเหมือนกับ Chondroitin sulfate ทุกอย่างยกเว้น acid sugar ที่ใช้ Iduronate แทนเท่านั้น



2.6 Keratan sulfate (เป็นส่วนประกอบในผิวหนัง)

: เกิดจากอนุพันธ์ sugar acid คือ D-Galactose ต่อกับ amino sugar คือ N-Acetyl-D-glucosamine-6-sulfate ด้วยพันธะ $\beta(1\rightarrow4)$ โดยอนุพันธ์ทั้งสองจับกันเป็นคู่ แต่ละคู่มีการเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ $\beta(1\rightarrow3)$





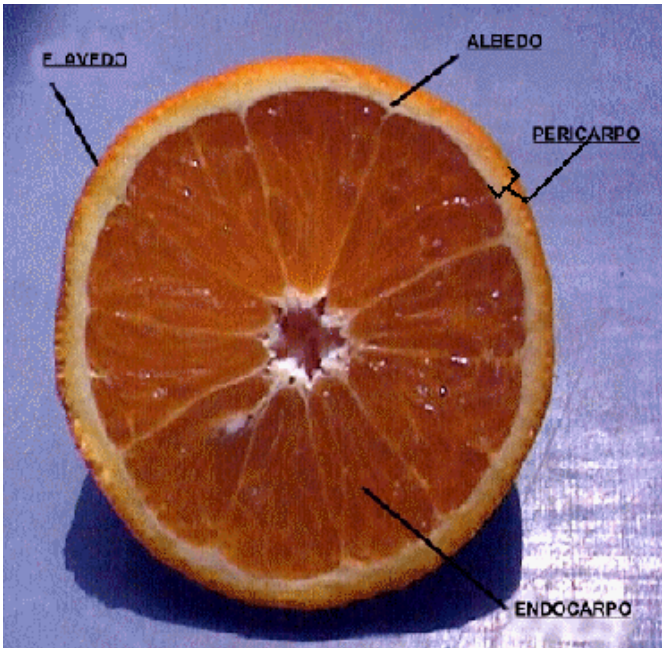
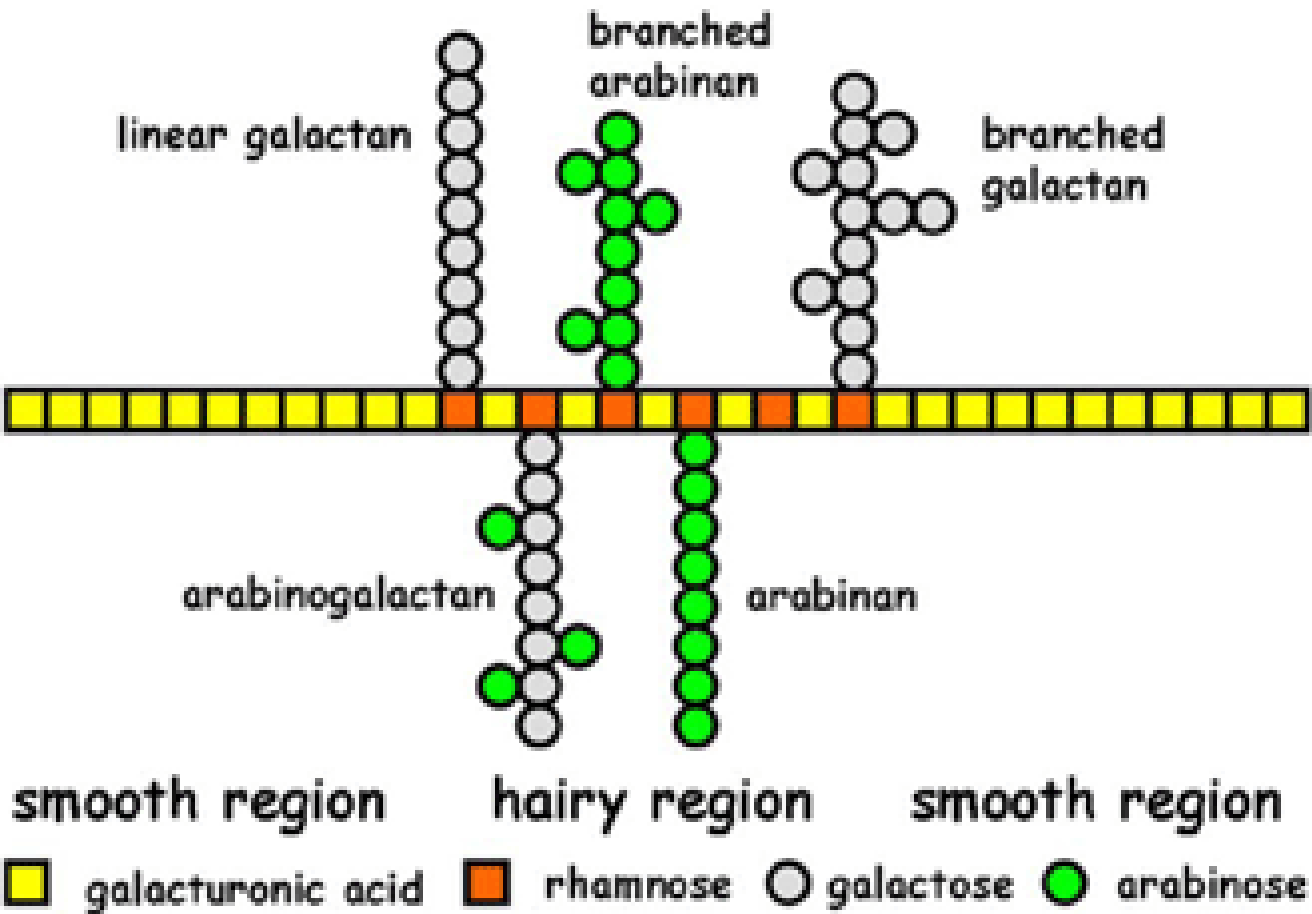
Core Protein

	Xyl
	GlcA
	GalNAc
	Gal
	IdoA
	GlcNAc

Cell Membrane

2.7 Pectin

ส่วนประกอบ: D-galactose, L-arabinose, D-xylose , L-fucose and galacturonic acid form side chains on the pectin molecule.



คุณสมบัติของน้ำตาล

1. กัมมันตภาพเชิงแสง : เนื่องจากในโมเลกุล (**optical activity**) ของน้ำตาลมี **asym-C** จึงทำให้มี **isomer** มากมาย หลายแบบ เช่น **enantiomer, D-L isomer, epimer, diastereomer isomer** เหล่านี้สามารถบิด **plane** ของแสงระนาบเดียวได้ในลักษณะต่างๆ กัน --> มี **optical activity**

2. **Mutarotation** : เมื่อนำน้ำตาลมาวัด **optical activity** ค่าที่ได้ เรียกค่าการหมุนจำเพาะ (**specific rotation, $[\alpha]_D$**) เช่น

α -D-glu มีค่า $[\alpha]_D = 112.2^\circ$

β -D-glu มีค่า $[\alpha]_D = 18.7^\circ$

ถ้าเตรียมสารละลายน้ำตาลโดยเริ่มต้นมีแต่ α -D-glu จะวัด $[\alpha]_D$ ได้ $+112.2^\circ$ แต่เมื่อวางทิ้งไว้พบว่าค่า $[\alpha]_D$ จะค่อยๆ ลดลงจนคงที่ที่ $+52.7^\circ$

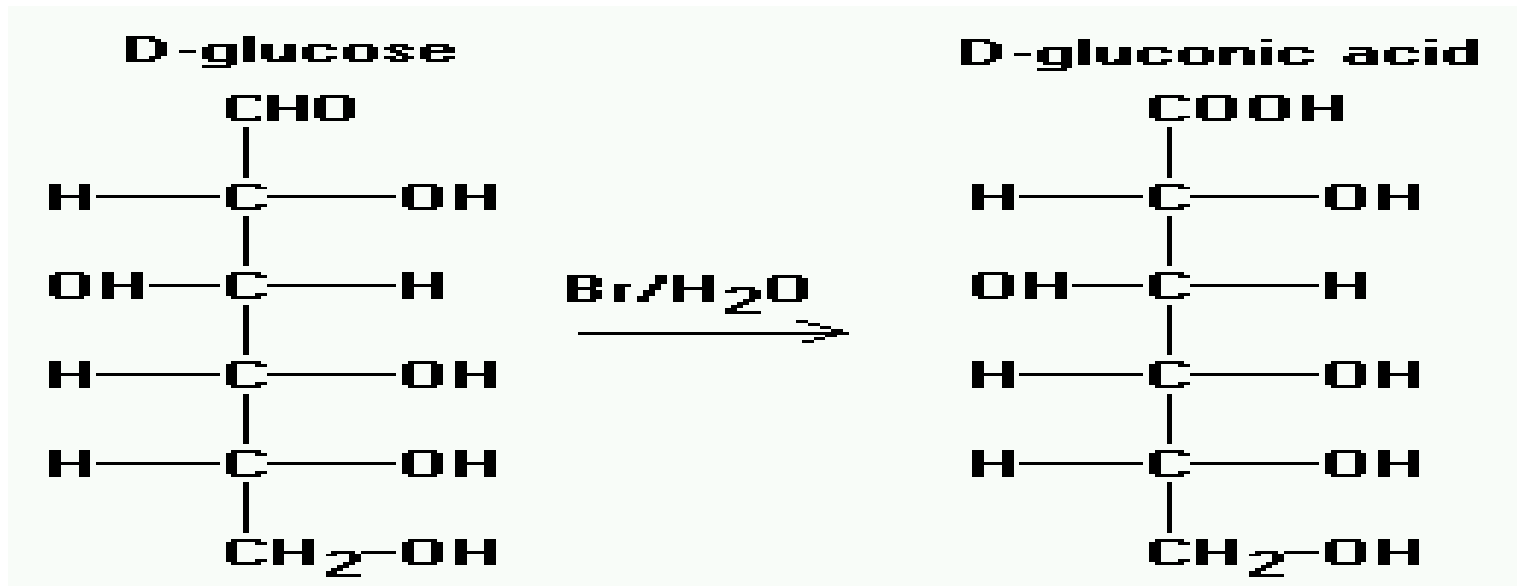
“น้ำตาล 2 รูปแบบที่มี $[\alpha]_D$ ต่างกันเมื่อวางทิ้งไว้ค่า $[\alpha]_D$ จะ
เปลี่ยนแปลงไปโดยมีค่าอยู่ระหว่างค่าทั้งสอง --> mutarotation เพราะมีการ
เปลี่ยนโครงสร้างจาก α --> β หรือ β --> α
จนได้สมดุลระหว่างโครงสร้างทั้งสอง โดยที่สมดุลจะมี α -D-glu 36% และ
 β -D-glu 63% และโครงสร้างแบบสายโซ่ตรงอีกเล็กน้อย

1. ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับ carbonyl group

1) Oxidation

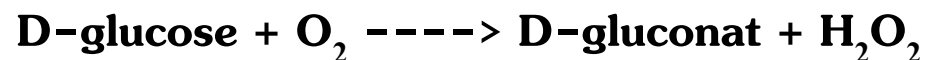
1.1 ใช้ Br_2 และ H_2O เป็นตัว oxidize : เป็นการเปลี่ยนหมู่ carbonyl ($\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}\text{—}$)

ตรงตำแหน่ง C_1 ให้กลายเป็นหมู่ carboxyl ($\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}\text{—OH}$)



“เปลี่ยน *aldose* เป็น *aldonic acid*”

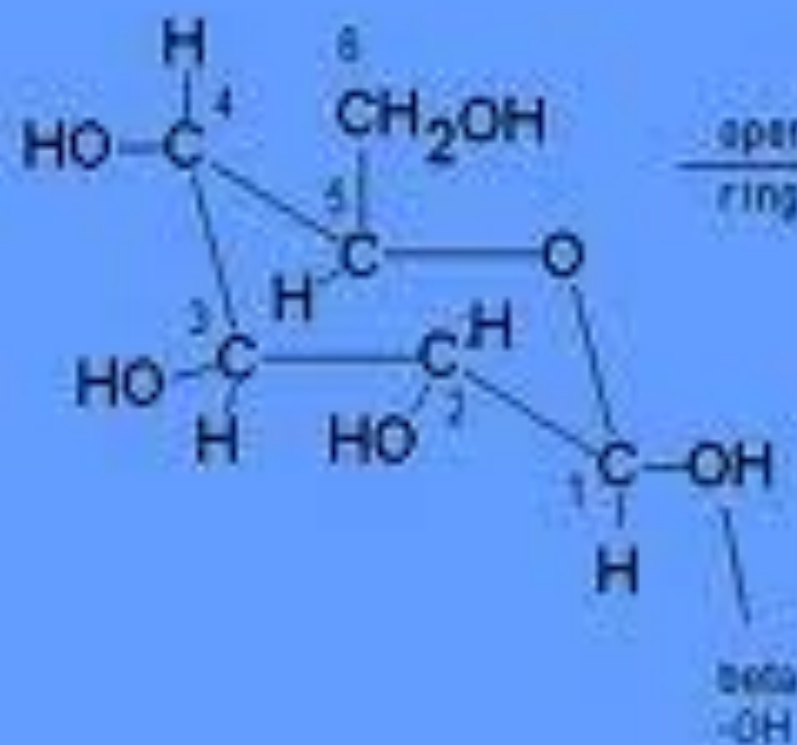
*ถ้าใน สมช. จะอาศัยเอนไซม์เช่น glucose oxidase เร่ง Rx ที่มี O_2 เป็นตัว oxidize



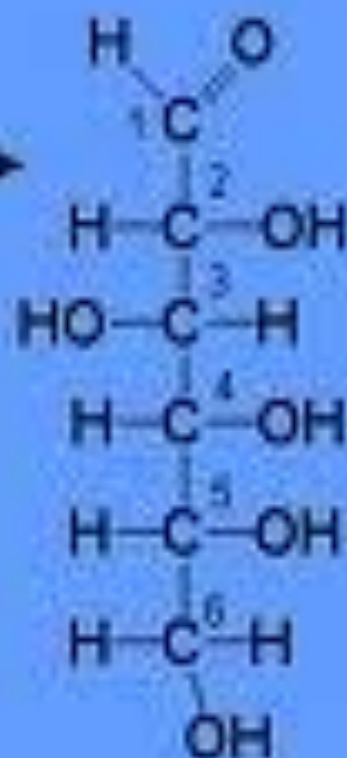
Beta-glucose

D-Glucose

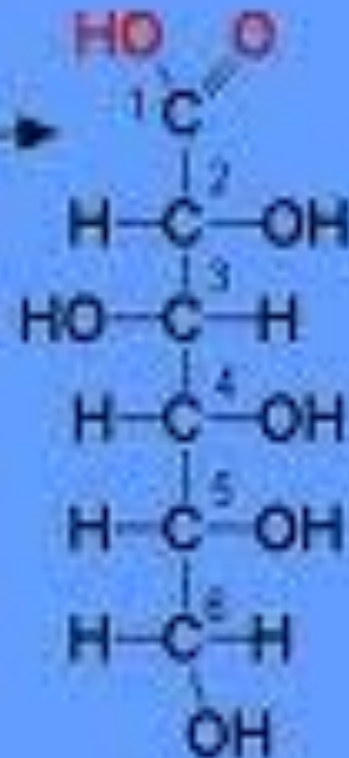
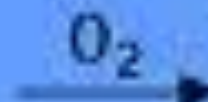
D-Gluconic Acid



open
ring

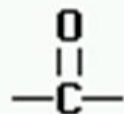


glucose oxidase
enzyme



1.2 ใช้ conc.HNO_3 เป็นตัว oxidize : เป็นตัวเร่งที่

แรงกว่า 1.1 ---> เปลี่ยนทั้ง

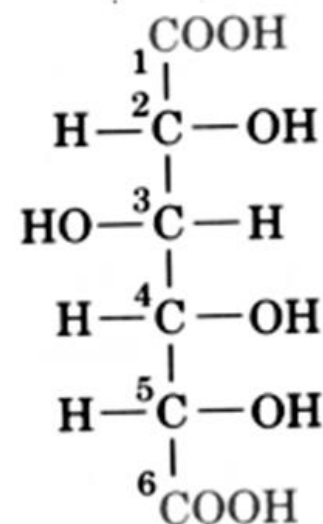


ตรง

ตำแหน่ง C1 และ $-\text{CH}_2\text{OH}$ ตรงตำแหน่ง C สุดท้ายให้เป็น -

COOH

“เปลี่ยน *aldose* เป็น *dicarboxylic acid*”



นอกจากนี้ตัว oxidize บางตัว

สามารถเปลี่ยนเฉพาะ -

CH_2OH ตรงตำแหน่ง C ตัว

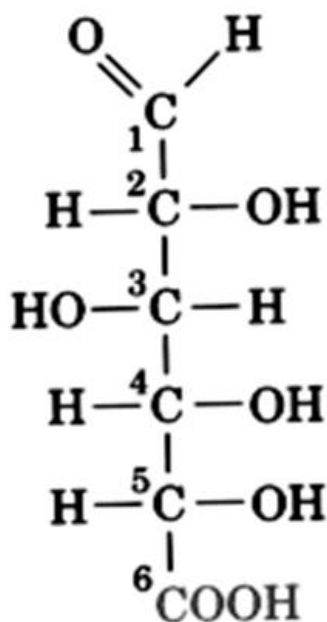
สุดท้ายเท่านั้นทำให้เกิด

อนุพันธ์น้ำตาลชนิด Uronic

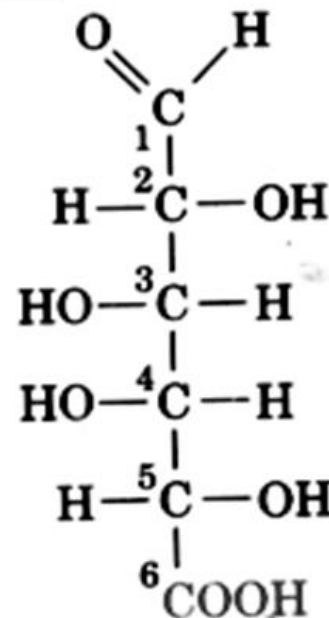
acid

Voet.Biochemistry.19

97.p256.



D-Glucuronic acid

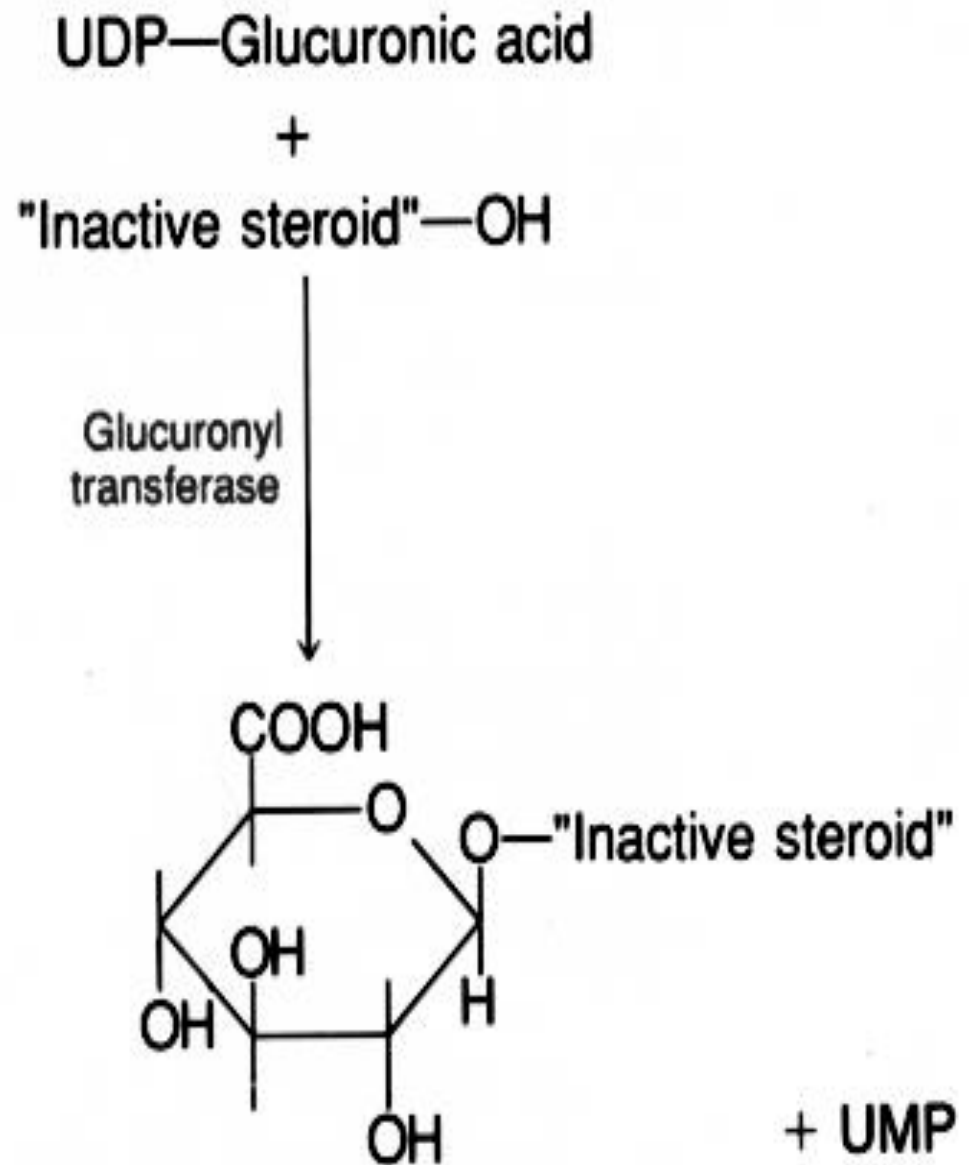


D-Galacturonic acid

ประโยชน์ ของอนุพันธ์น้ำตาล
glucuronic acid ในร่างกาย

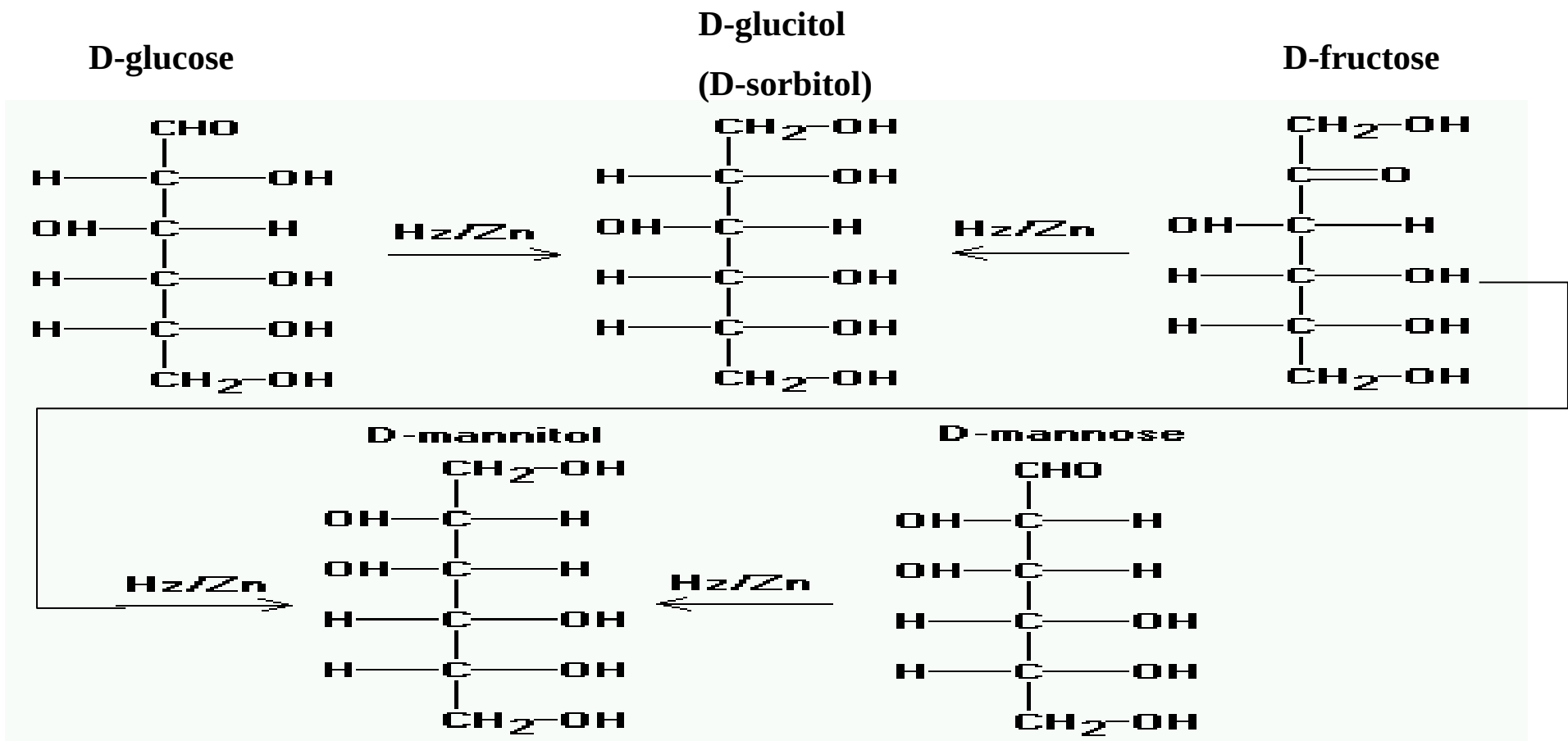
ใช้ในการกำจัดสารใน
ร่างกายโดยขับออกทางปัสสาวะ

Zubay
G.Biochemistry.
1988.p745



2) Reduction

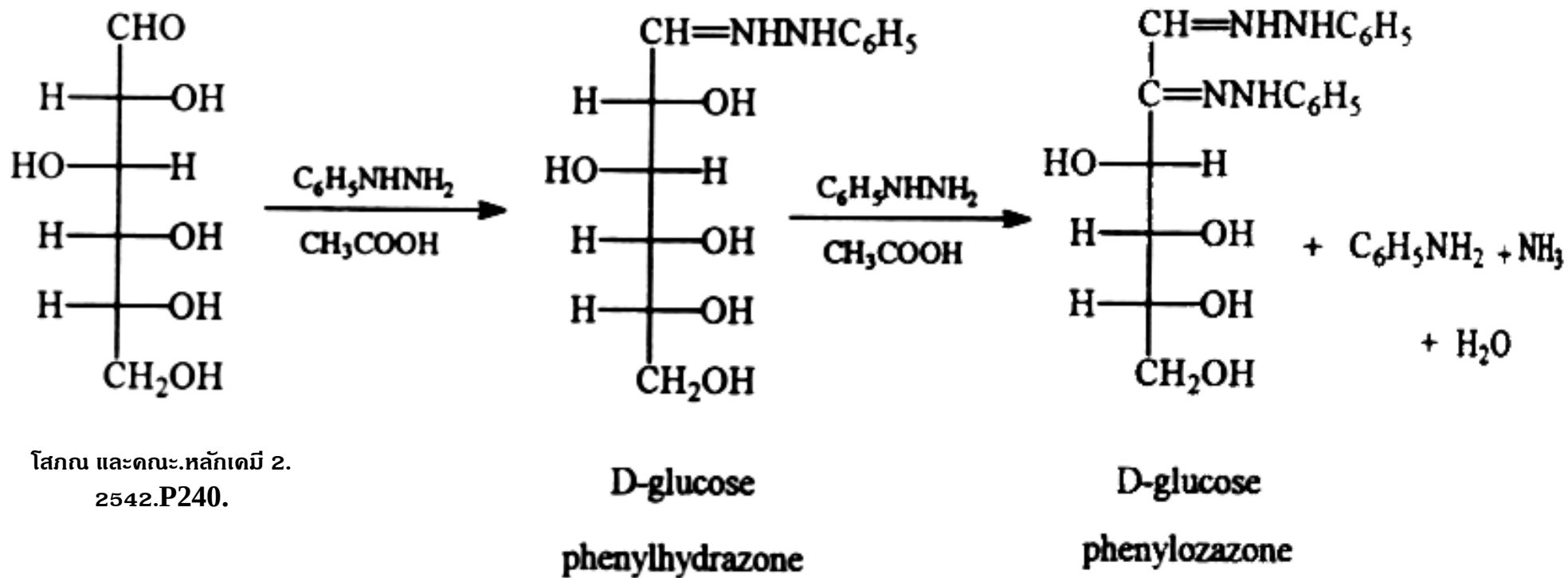
เป็นการเปลี่ยน $\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}\text{—}$ ของน้ำตาลให้กลายเป็น -OH ซึ่งทำให้ได้ sugar alcohol โดยใช้ Reducing agent ต่าง ๆ เช่น H_2/Zn , H_2/Ni และ NaBH_4



**พบใน ใบมะกอก สำหรับยาและหัวหอม

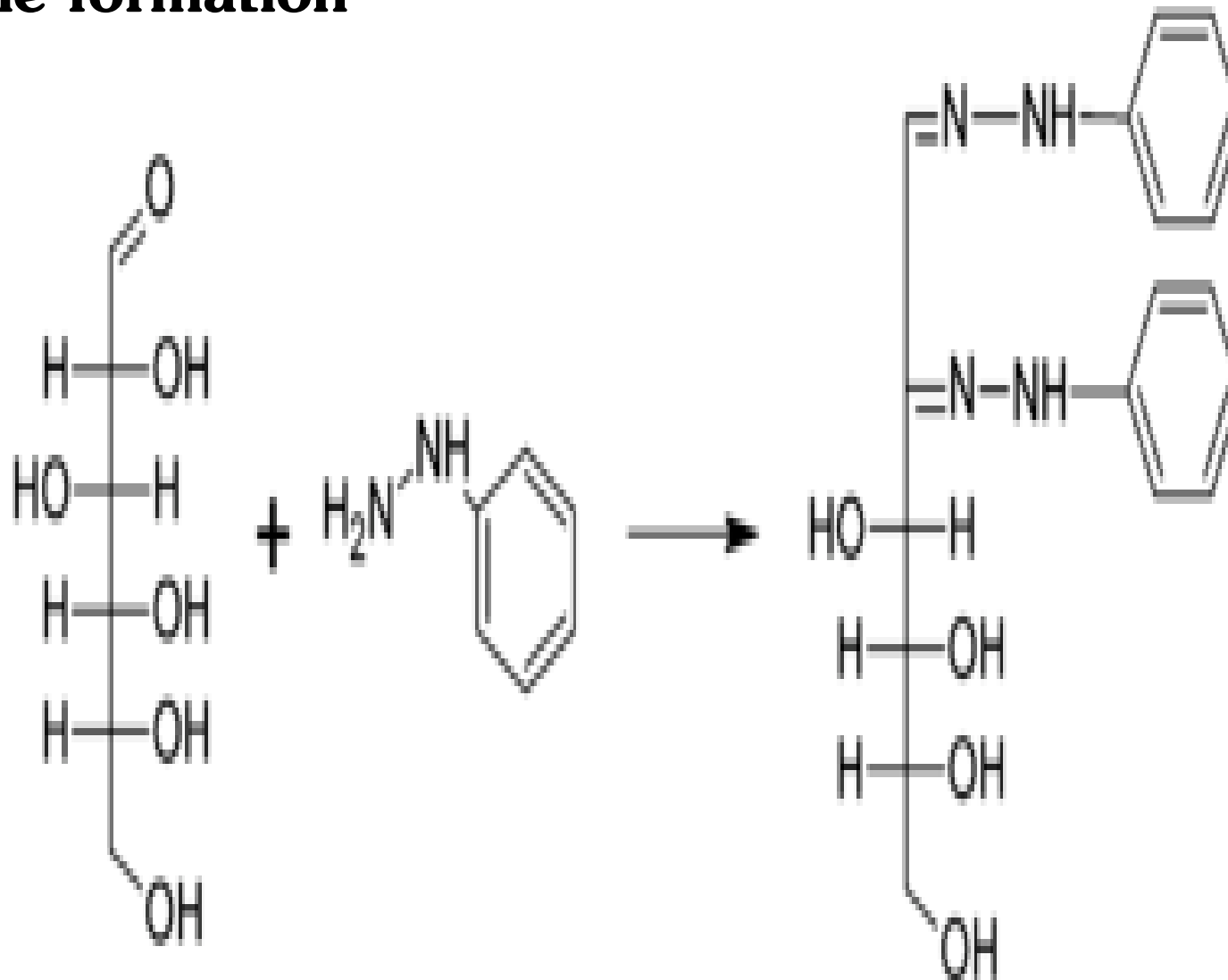
3) Osazone formation

น้ำตาล 1 โมเลกุลสามารถรวมตัวกับ phenylhydrazine 1 โมเลกุลจะได้ phenylhydrazone และถ้า phenylhydrazone ที่เกิดขึ้นสามารถละลายน้ำได้มันจะต่อกับ phenylhydrazine อีก 1 โมเลกุล แล้วได้ผลึก osazone ซึ่งมีประโยชน์ใช้ในการศึกษาโครงสร้างที่แตกต่างของน้ำตาล โดยดูจากผลึกที่เกิดขึ้น



โสภณ และคณะ.หลักเคมี 2.
2542.P240.

3) Osazone formation



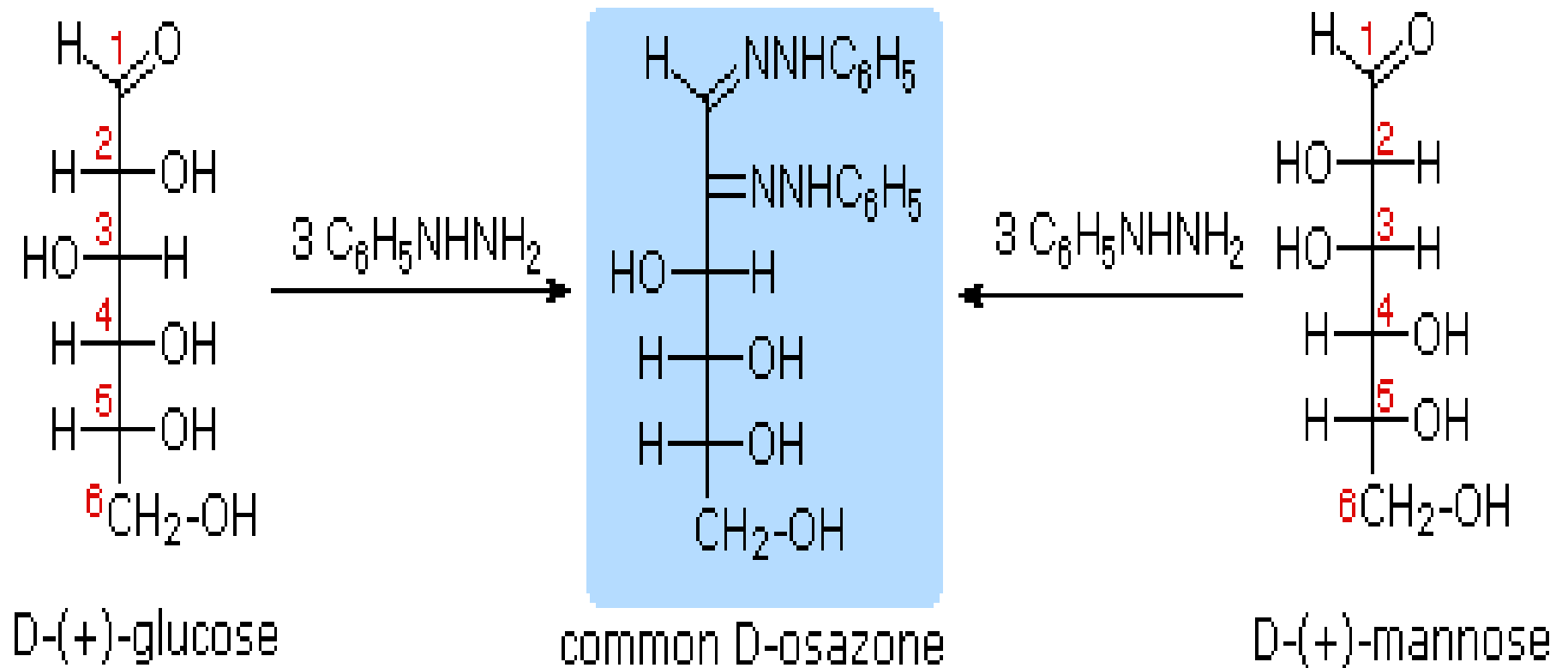
Copyright from

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/32/Osazone-Formation.png/400px-Osazone-Formation.png>

3) Osazone formation

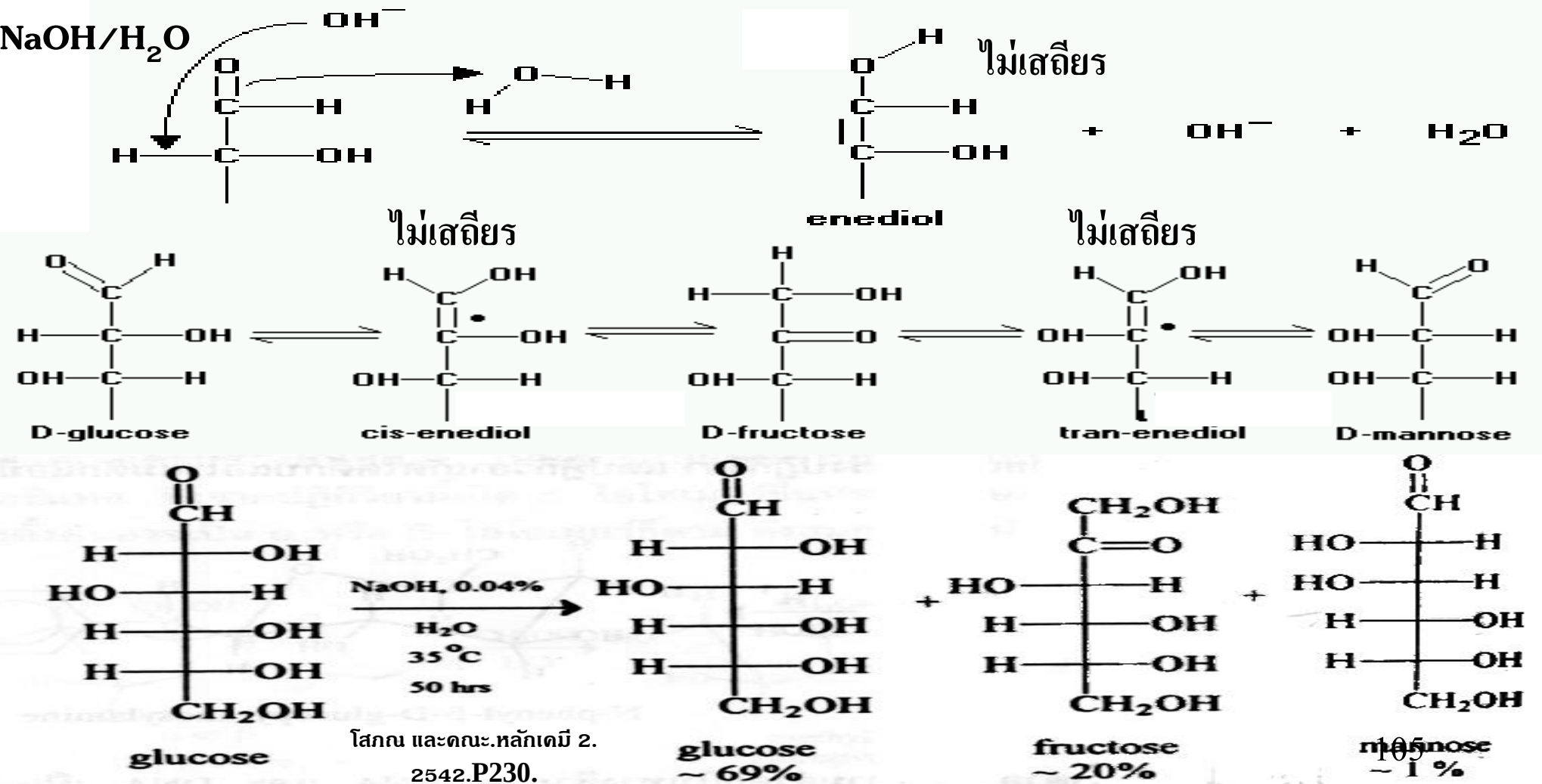
*หมายเหตุ

“glucose, fructose, mannose จะให้ผลึกที่เหมือนกันทุกประการ”



4) ปฏิกิริยาของน้ำตาลต่อน้ำตาล

น้ำตาล reduce เมื่ออยู่ในด่าง และได้รับความร้อนจะเกิดปฏิกิริยา enolization ซึ่งเป็นการเปลี่ยนรูปแบบพันธะของ asym.-C ตัวที่ 2 ของน้ำตาลโดยผ่านตัวกลาง enediol ที่ไม่คงตัว มักสลายให้น้ำตาลอื่นต่อไปเช่น glu, man, fruc สามารถเปลี่ยนกลับไปมาระหว่างกันได้ เมื่อนำตัวใดตัวหนึ่งใส่ในสารละลายเบส เช่น



2. ปฏิกริยาที่เกี่ยวข้องกับ Hydroxy group

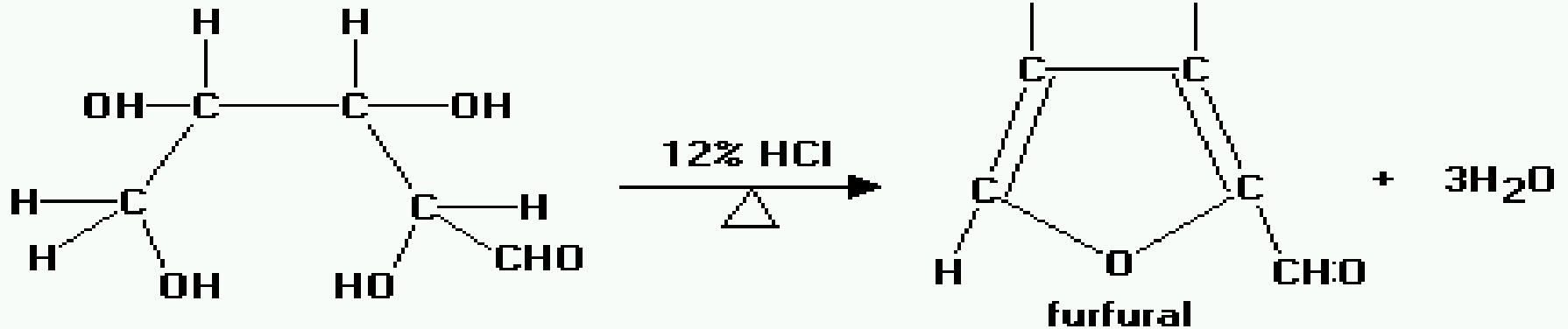
2.1) ปฏิกริยาของกรดต่อน้ำตาล

เมื่อน้ำตาลอยู่ในสารละลายกรดเข้มข้น

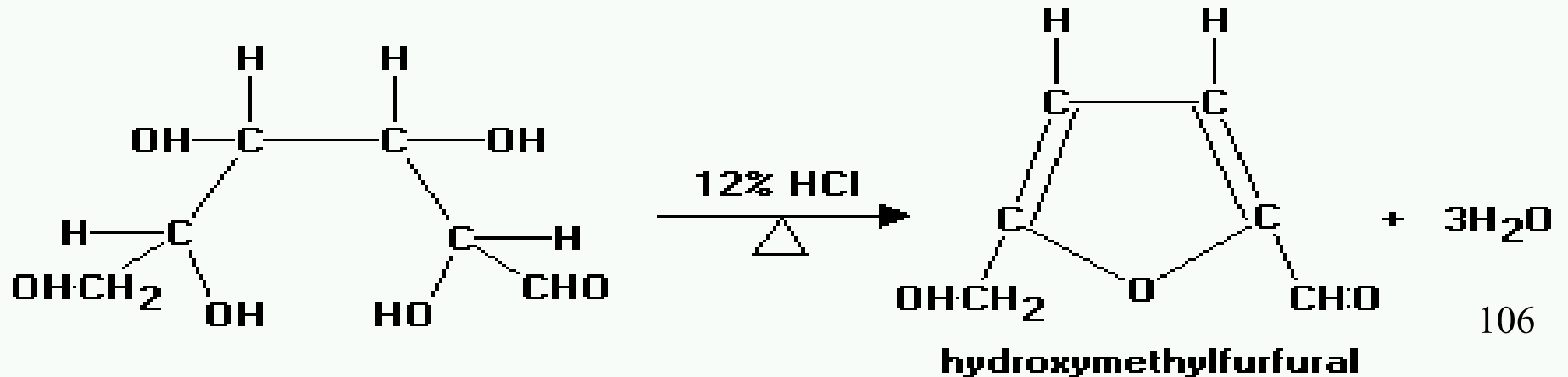
และได้รับความร้อนจะเกิดการสูญเสียน้ำแล้วทำให้เกิด

furfural หรืออนุพันธ์ของมัน ดังนี้

- น้ำตาล C_5 ----> ได้ furfural

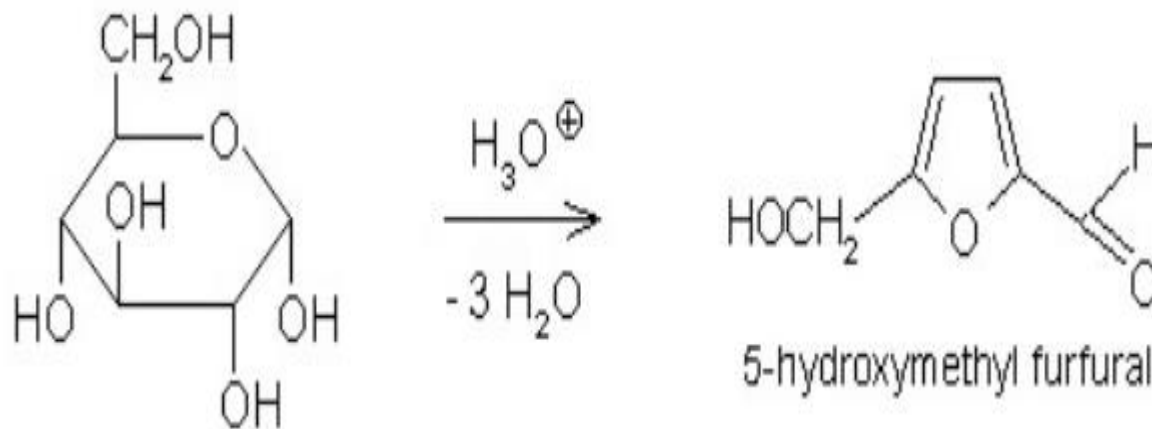


- น้ำตาล C_6 ----> ได้อนุพันธ์ furfural



2. ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับ **Hydroxy group**

2.1) ปฏิกิริยาของกรดต่อน้ำตาล



Copyright from www.champa.kku.ac.th/thanaset/การทดลองที่%202_306.pdf

Furfural และอนุพันธ์ furfural ใช้ประโยชน์ในการจำแนกน้ำตาล

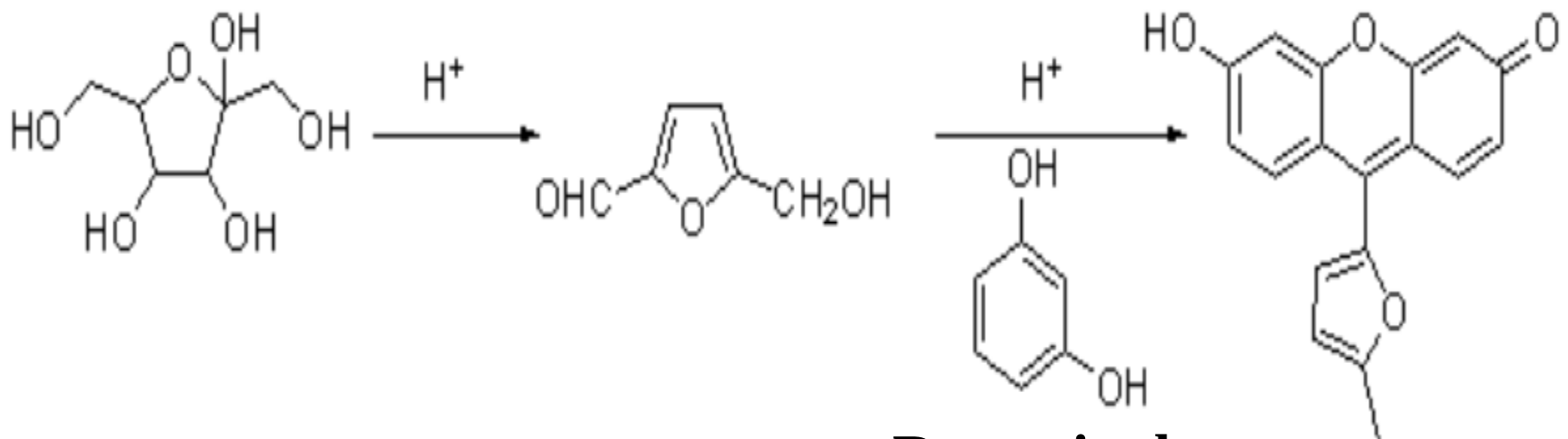
2.1.1 แยกน้ำตาล Ketose ออกจากน้ำตาล aldose ด้วยวิธี Seliwanoff's Test

2.1.2 แยกน้ำตาล C5 ออกจาก น้ำตาล C6 ด้วยวิธี Biol's Test

2. ปฏิกริยาที่เกี่ยวข้องกับ Hydroxy group

2.1) ปฏิกริยาของกรดต่อน้ำตาล

2.1.1 แยกน้ำตาล Ketose ออกจากน้ำตาล aldose ด้วยวิธี Seliwanoff's Test



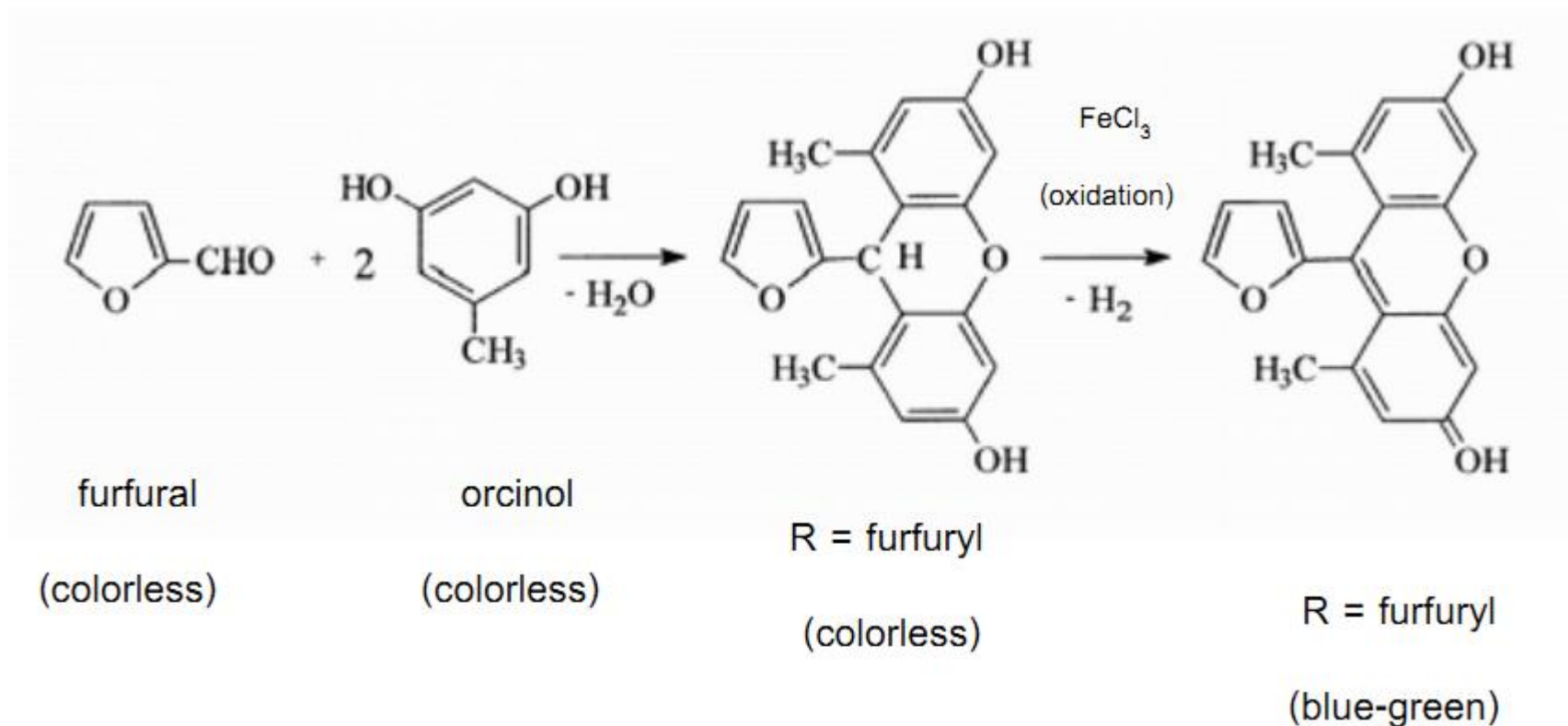
Resorcinol

ตะกอนสีแดง

2. ปฏิกริยาที่เกี่ยวข้องกับ Hydroxy group

2.1) ปฏิกริยาของกรดต่อน้ำตาล

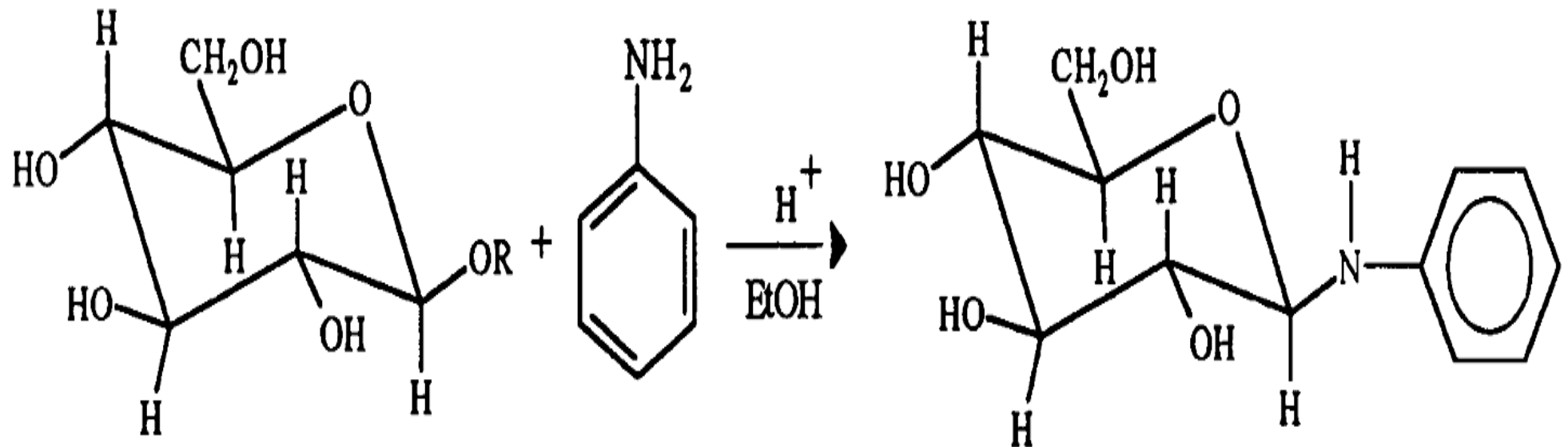
2.1.1 แยกน้ำตาล C5 ออกจาก น้ำตาล C6 ด้วยวิธี Biol's Test



2. ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับ Hydroxy group

2.2) ปฏิกิริยา Glycosylamines formation

การเกิด glycosylamines : เกิดจากหมู่ -OH ของน้ำตาลทำปฏิกิริยากับ amine โดยมีกรดเป็นตัวเร่ง แล้วทำให้เกิดพันธะ β -N-glycosidic bond

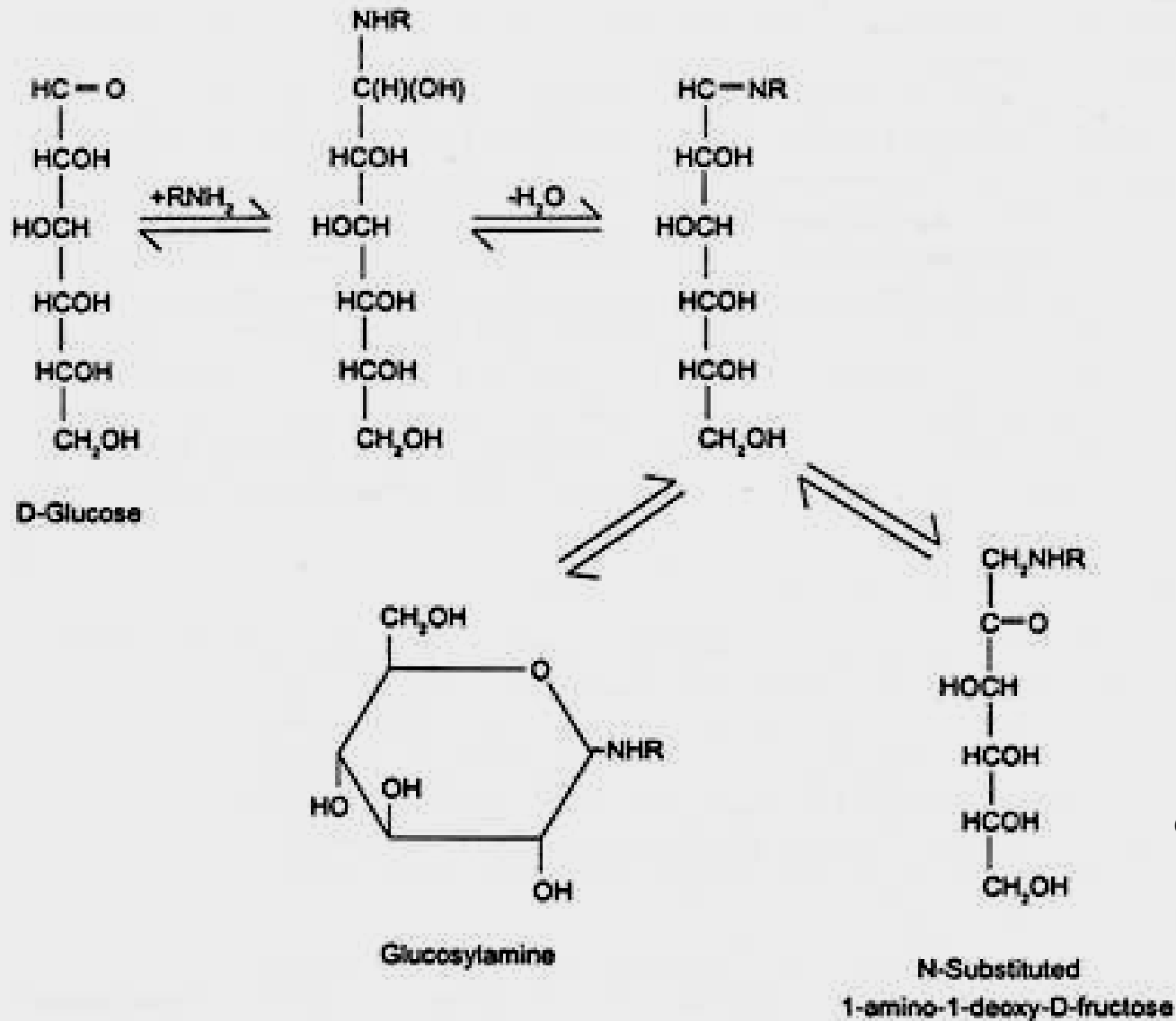


โสภณ และคณะ.หลักเคมี 2.
2542.P229.

N-phenyl- β -D-glucopyranosylamine

2. ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับ Hydroxy group

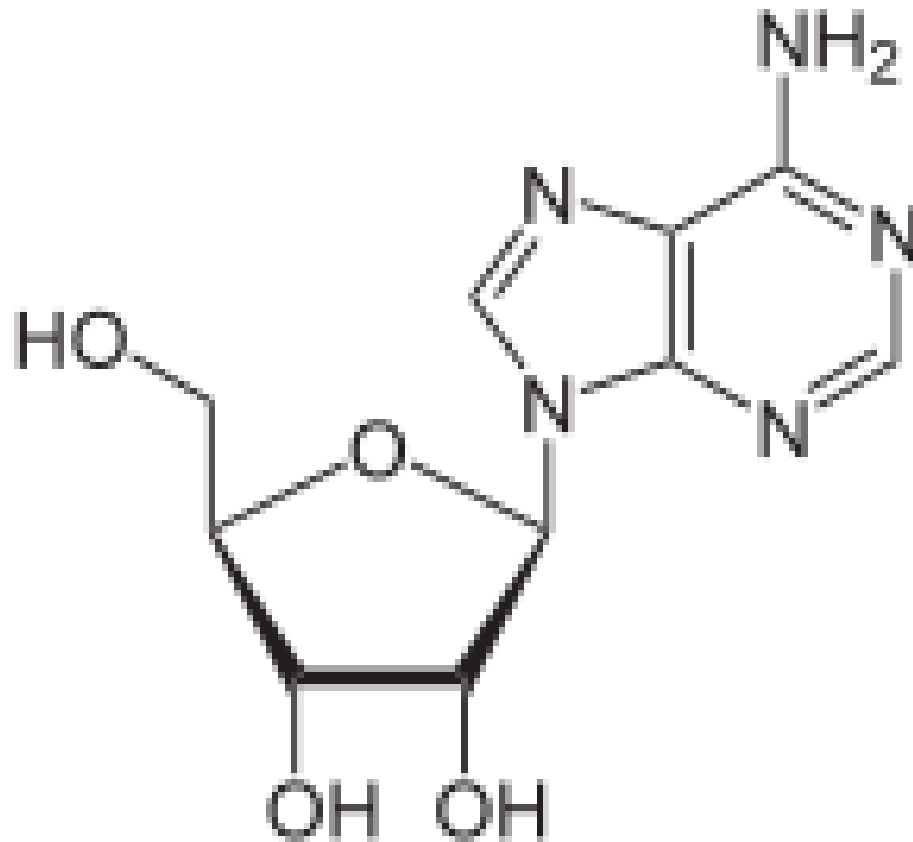
2.2) ปฏิกิริยา Glycosylamines formation



Copyright from BeMiller and Whistler (1996)

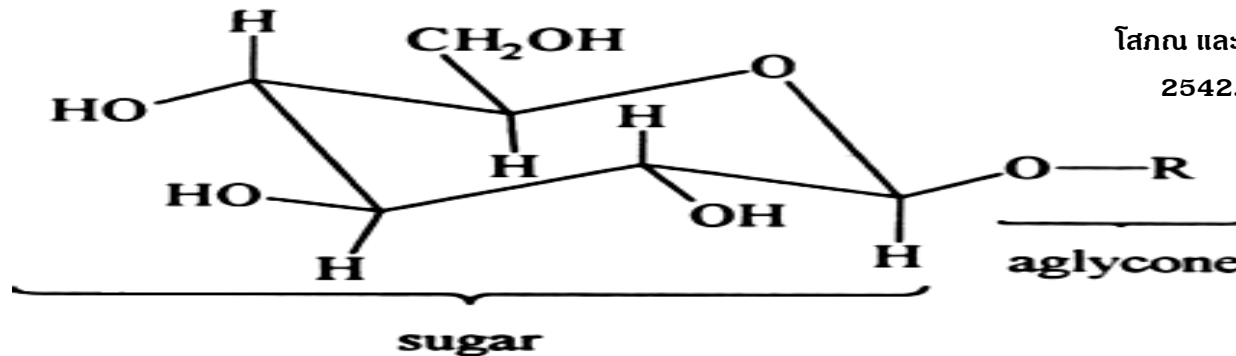
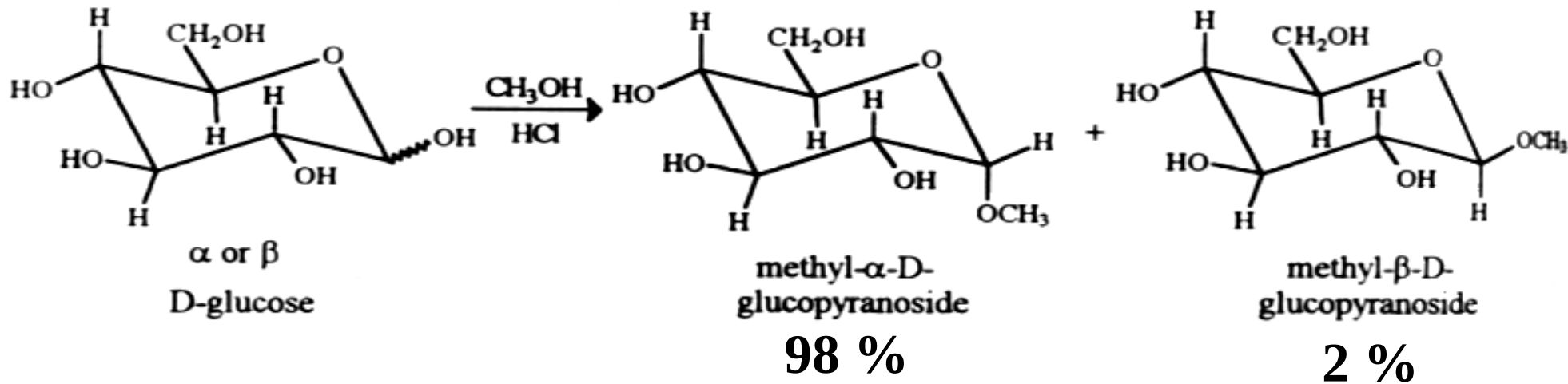
2. ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับ **Hydroxy group**

2.2) ปฏิกิริยา **Glycosylamines formation**



3. ปฏิกิริยา Glycoside formation

การเกิด glycoside : เกิดจากหมู่ -OH ของน้ำตาลทำปฏิกิริยากับ alcohol โดยมีกรดเป็นตัวเร่งจะได้
สปก. glycoside



โสภณ และคณะ.หลักเคมี 2.
2542.P228-229.

คุณสมบัติของ *glycoside*

-ไม่เกิดปฏิกิริยาเหมือนอัลดีไฮด์อีกต่อไป และ ไม่เกิดปรากฏการณ์มิวตาโรเตชัน 113

3. ปฏิกิริยา Glycoside formation

แบ่ง glycoside ได้เป็นหลายประเภท ตามโครงสร้าง aglycon ได้แก่

3.1 Cardiac glycoside มีฤทธิ์ต่อระบบกล้ามเนื้อหัวใจ และระบบการไหลเวียนของโลหิต เช่น สารในใบยี่โถ

3.2 Anthraquinone glycoside เป็นยาระบาย (laxative) ยาฆ่าเชื้อ (antibiotic) และสีย้อม สารนี้มีในใบชุมเห็ดเทศ เมล็ดชุมเห็ดไทย ใบขี้เหล็ก ใบมะขามแขก เป็นต้น

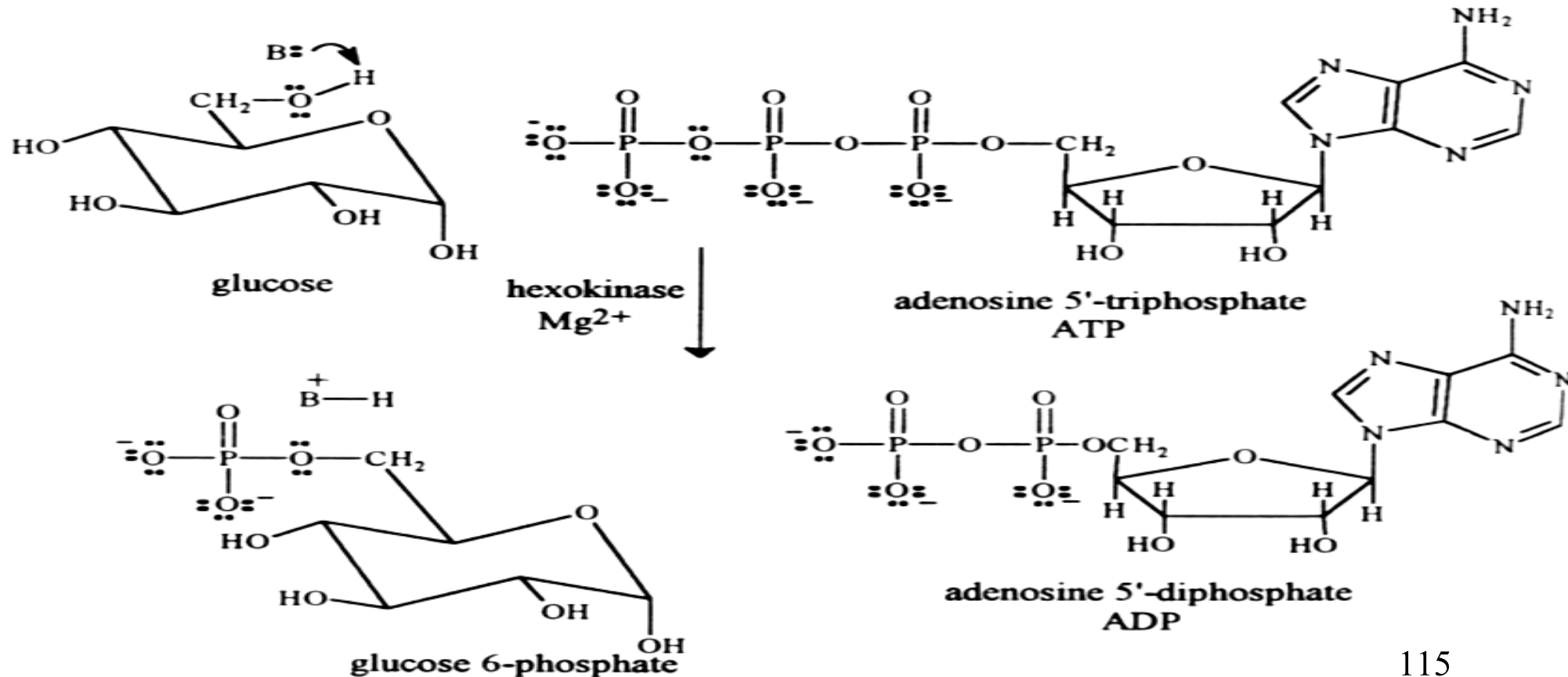
3.3 Saponin glycoside เมื่อกลั่นน้ำจะได้ฟองคล้ายสบู่ มักใช้เป็นสารตั้งต้นการผลิตยาประเภทสเตอรอยด์ เช่น ลูกประคำดีควาย

3.3 Flavonoid glycoside เป็นสีที่พบในดอกและผลของพืช ทำเป็นสีย้อมหรือสีแต่งอาหาร บางชนิดใช้เป็นยา เช่น สารสีในดอกอัญชัน

4. ปฏิกิริยาการเกิด ester ของน้ำตาล

ในทางชีวเคมีจะเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา phosphorylation ซึ่งเกิดได้โดยอาศัยเอนไซม์ โดย ester ที่เกิดขึ้นจะอยู่ในรูป phosphate ester

ตัวอย่าง. การเติม Pi ให้กับ Glucose โดยการเร่งของเอนไซม์ hexokinase ซึ่งต้องอาศัย Adenosine triphosphate (ATP) เป็น ตัวโมเลกุลที่ให้ Pi ในปฏิกิริยา



Glycoprotein

คือโปรตีนที่ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตในปริมาณที่แตกต่างกัน ($\leq 1\%$ --- $\geq 90\%$ by wt.)

โครงสร้างทั่วไป ส่วนที่เป็น CHO เป็น oligosaccharide ซึ่ง ี่ประกอบด้วย monosac. ≤ 15 unit

มีโครงสร้างทั้งแบบกิ่งก้านและโซ่ยาว M.W. ของ glycoprotein ตั้งแต่ 15kD - 1,000 kD

บริเวณที่พบ เนื้อเยื่อ, cell membrane และของเหลวในร่างกาย

น้ำตาลที่พบมากในโอลิโกแซคคาไรด์ของ glycoprotein

Hexose : D-mannose, D-galactose

Acetyl hexosamine :

N-Acetyl glucosamin (GluNAc)

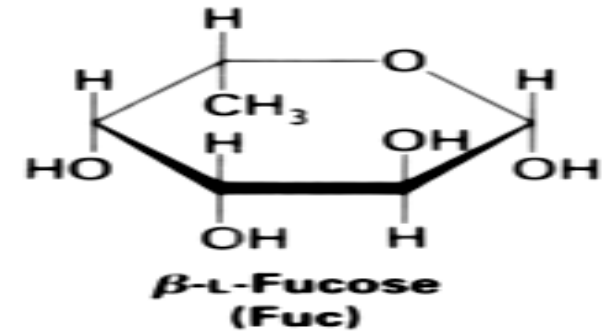
N-Acetyl galactosamin (GalNAc)

Pentose : Arabinose, Xylose

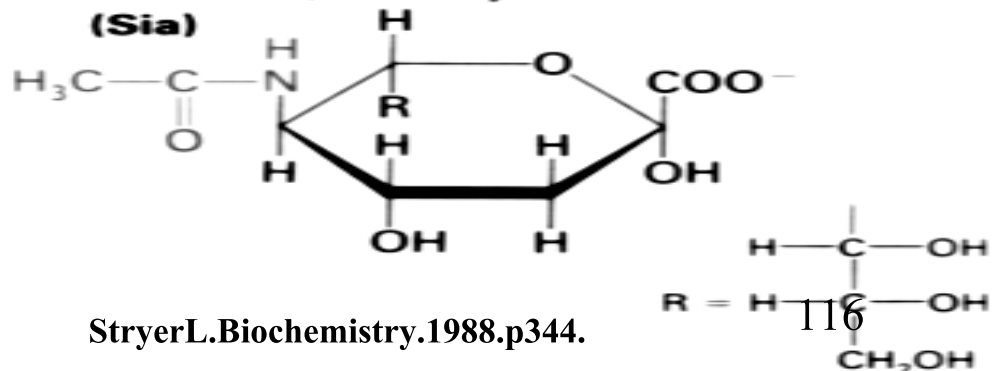
Methyl pentose : L-Fucose (Fuc)

Sialic acid : N-Acetylneuraminic acid (Sia)

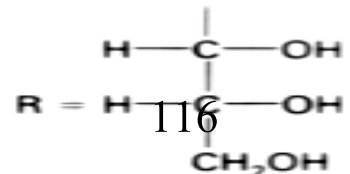
*glycoprotein บางชนิดที่สร้างใหม่มักจะมี Sia อยู่
ที่ปลายจึงใช้บอกอายุการใช้งานของ glycoprotein



Sialic acid (N-Acetylneuraminic acid) (Sia)



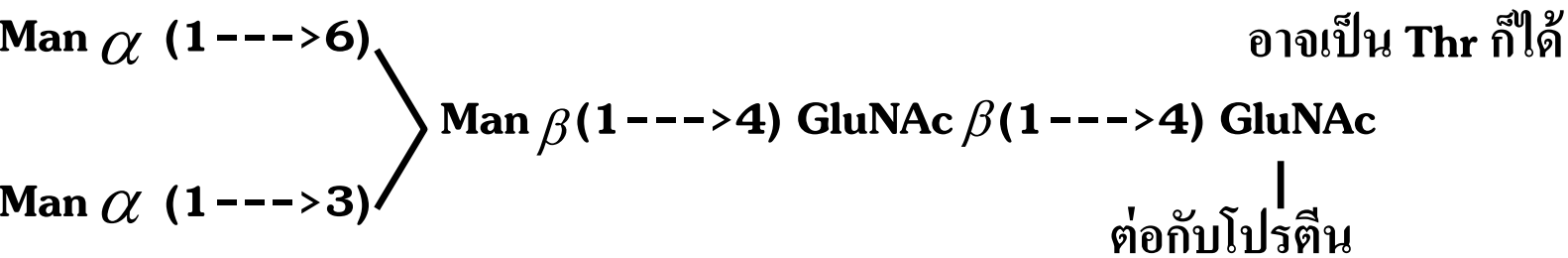
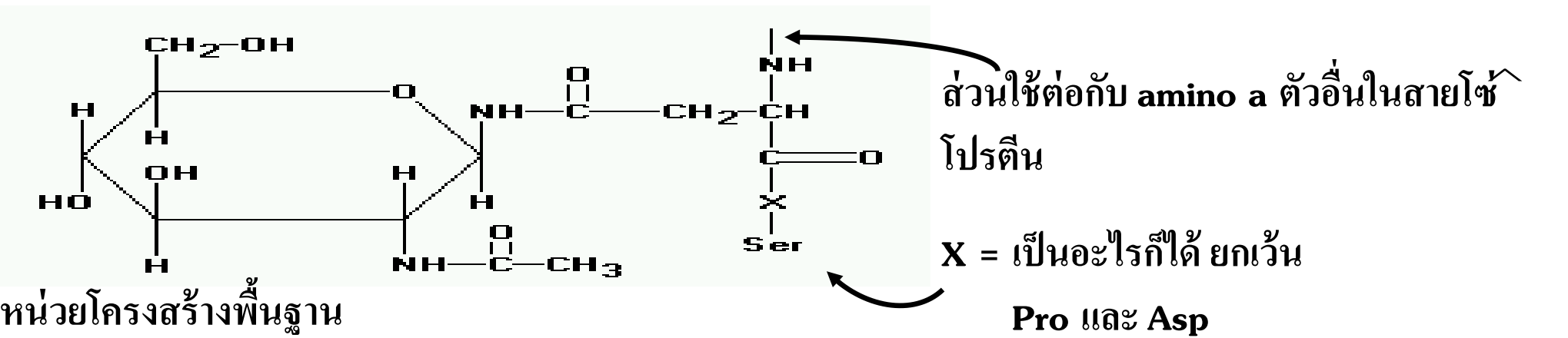
Stryer L. Biochemistry. 1988. p344.



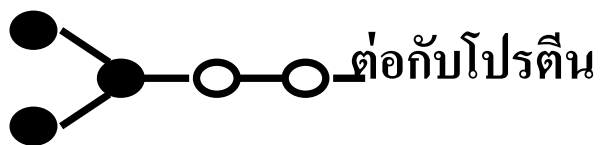
ชนิดของพันธะของ CHO ที่ต่อกับ protein

1. *N-Glycosidic attachment*

พบว่า GluNAc ใช้การเชื่อมต่อแบบ β -linked bond กับอะตอมของ N ที่อยู่ในส่วน Amide functional gr. ของ Asparagine (Asn) ซึ่งเป็น amino a ของสายโซ่โปรตีน



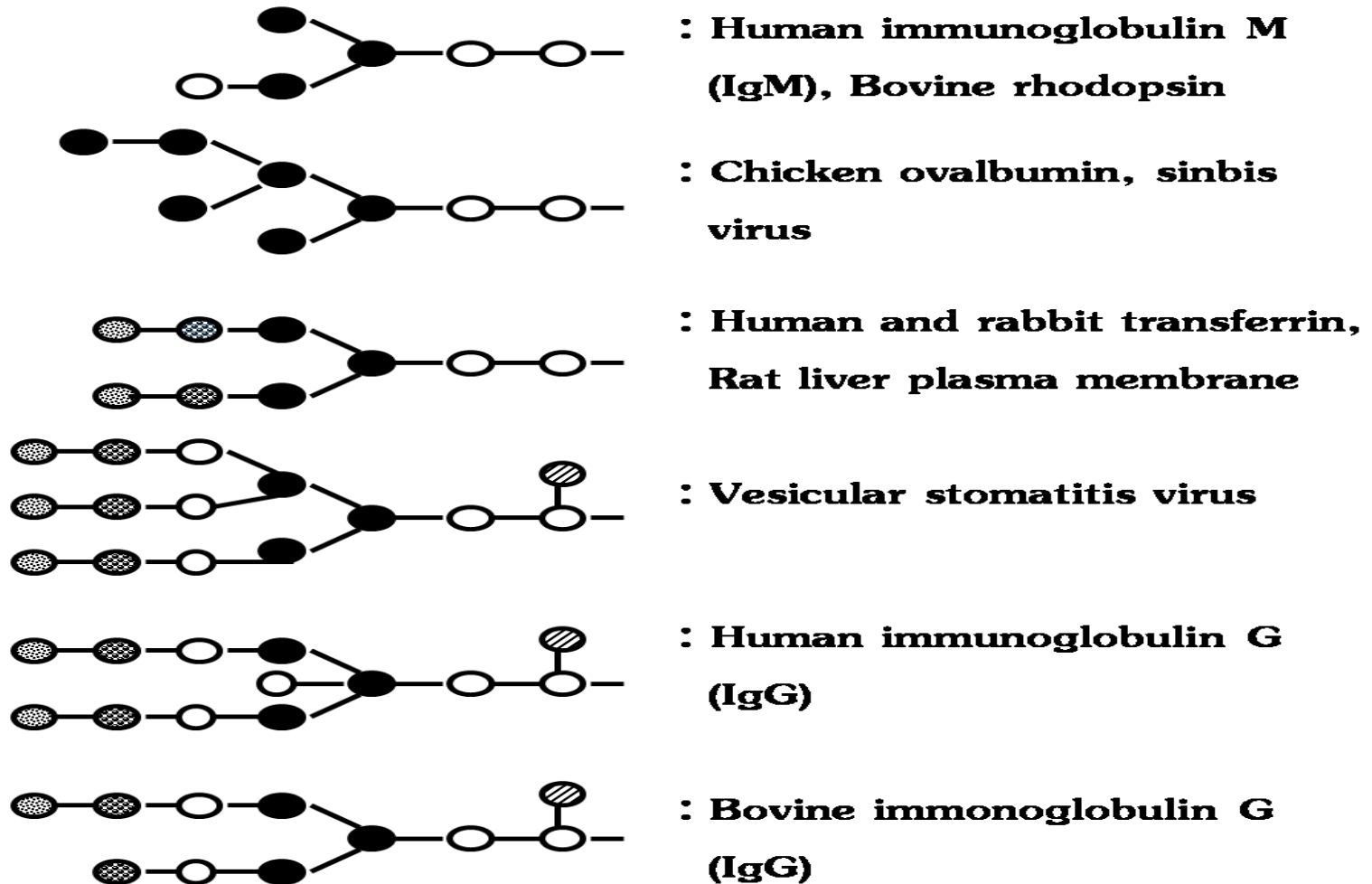
ลักษณะโดยย่อ



ตัวอย่าง glycoprotein ที่มีการเชื่อมต่อแบบ N-Glycosidic

โครงสร้าง

ชนิด glycoprotein ที่พบ

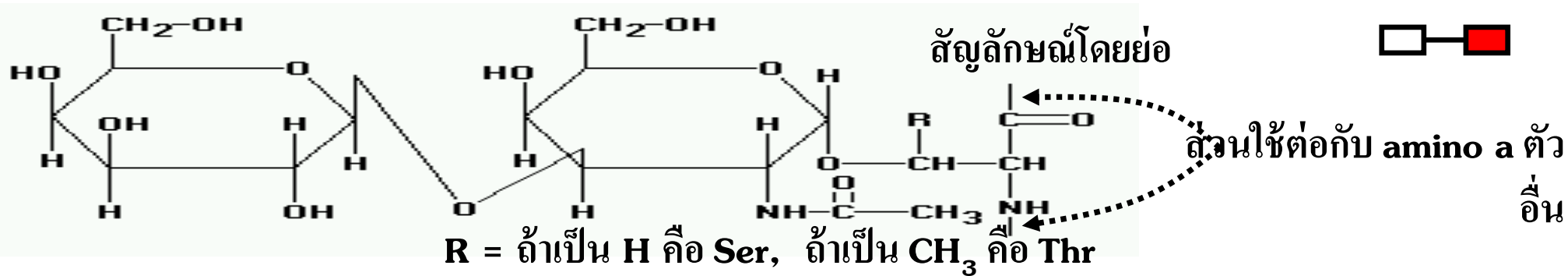


หมายเหตุ

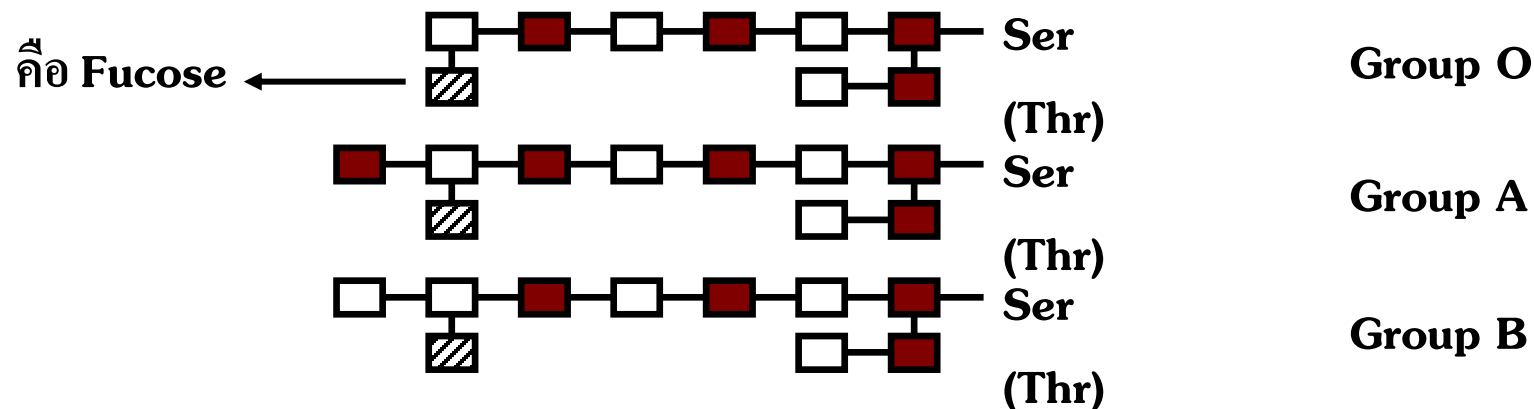
- = Galactose, = N-Acetyl neuraminic acid
 = Fructose

2. O-Glycosidic attachment

- พบมาก คือ Disaccharide ชนิด Gal $\beta(1 \rightarrow 3)$ GalNAc ใช้การเชื่อมต่อแบบ α -linked bond กับ อะตอมของ O ที่อยู่ในลัวน Hydroxy functional gr. ของ Serine (Ser) หรือ Threonine (Thr) ซึ่งเป็น amino a ของสายโซ่โปรตีน



- พบน้อย คือใช้ Galactose, Manose หรือ Xylose ตัวใดตัวหนึ่งในการเชื่อมต่อแทน disaccharide
- ตัวอย่างเช่น Human ABO blood group antigens



1. โมเลกุลโครงสร้าง (structural molecule)

- ผนังเซลล์
- คอลลาเจน, อีลาสติน
- ไฟบริน (fibrin)
- เมทริกซ์ในกระดูก (bone matrix)

2. สารหล่อลื่น (lubricant) และสารเกี่ยวข้องกับการป้องกัน (Protective agent)

- มิวซิน (mucin)
- เมือกที่หั่ง (mucous secretion)

3. โมเลกุลขนส่งสำหรับ

- วิตามิน, ลิพิด, เกลือแร่, ธาตุปริมาณน้อยมาก (trace elements)

4. สารเกี่ยวข้องภูมิคุ้มกัน (immunologic molecule)

- immunoglobulin
- complement
- interferon

5. ฮอร์โมน

- โคริโอนิก โกลาโดโทรปิน (chorionic gonadotropin)
- ไทรโรโทรปิน (thyrotropin, TSH)

6. เอนไซม์

- โปรตีเอส
- นิวคลีเอส
- ไกลโคซิเดส
- ไฮโดรเลส
- แฟกเตอร์เกี่ยวข้องกับการแข็งตัวของเลือด

7. การเกาะกันของเซลล์ (cell attachment) บริเวณรีคอกนิชัน (recognition site)

- เซลล์-เซลล์ เช่น เซลล์เม็ดเลือดขาว จับกับ เซลล์ที่มีการอักเสบ
(มีโปรตีน selectins) (มีส่วน glycoprotein)
- ไวรัส-เซลล์
- แบคทีเรีย-เซลล์ เช่น เซลล์รากพืชจับกับ N-fixing bac.
(มีโปรตีน Lecting) (มีส่วน glycoprotein)
- ตัวรับของฮอร์โมน (hormone receptor)