



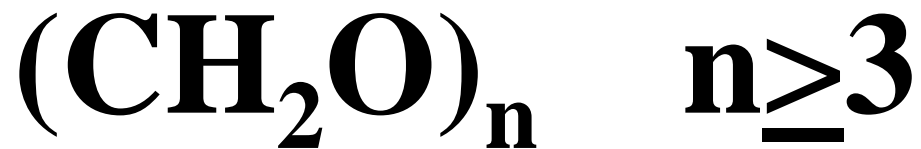
جامعة الملك سعود
كلية العلوم
قسم الكيمياء الحيوية

كيمياء حيوية عامة (101 كيج)

الكربوهيدرات

CARBOHYDRATES

تعريف الكربوهيدرات



هي مركبات عضوية الدهيدية أو كيتونية عديدة الهيدروكسيل أو التي تعطي عند تحليلها مائياً ألدهيدات أو كيتونات عديدة الهيدروكسيل

تسمية الكربوهيدرات

المقطع الدال علي عدد ذرات الكربون + -ose

الاسم	المقطع اللاتيني	الرقم بالعربي
Triose	Tri-	3
Tetrose	Tetr-	4
Pentose	Pent-	5
Hexose	Hex-	6
Heptose	Hept-	7
Octose	Oct-	8

الأهمية البيولوجية والصناعية

- 1- تمثل 50-60% من غذاء الإنسان و 0.6 % من وزنه
- 2- تمثل مصدر هام وسريع للطاقة حيث يعطي الجرام من الجلوكوز 4.2 سعر حراري
- 3- تمثل خزين للغذاء فتكون علي هيئة نشا في النباتات و جليكوجين في كبد الحيوانات
- 4- تدخل في تركيب الخلايا والأنسجة للنباتات والحيوانات وجدر خلايا البكتريا

الأهمية البيولوجية والصناعية

- 5- لها وظيفة دعامية في النباتات حيث يمثل السليولوز الهيكل الدعامي الخشبي للنباتات
- 6- تدخل في تركيب العديد من المركبات البيولوجية المركبة مثل الجليكوبروتينات والجليكوليبيدات
- 7- تدخل في العديد من الصناعات مثل الصناعات النسيجية المعتمدة علي ألياف سليولوز القطن والصناعات الخشبية و الغذائية

تقسيم الكربوهيدرات

1- الكربوهيدرات أحادية السكر

Monosaccharides

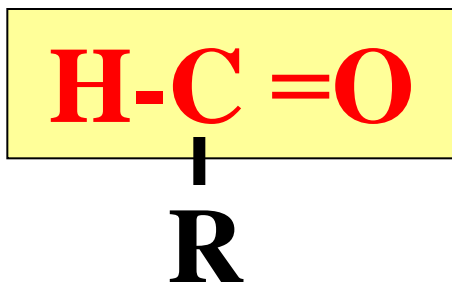
2- الأوليغوسكريات Oligosaccharides

3- الكربوهيدرات عديدة السكر

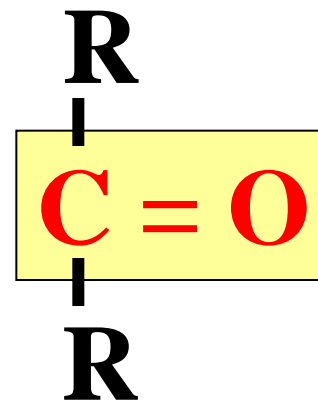
Polysaccharides

التركيب الكيميائي

الألدهيد و الكيتون

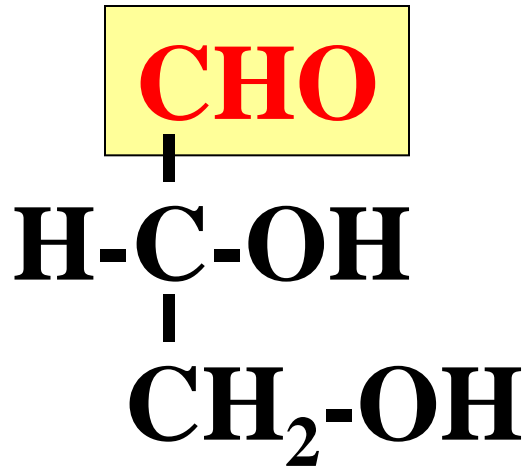


ألدهيد

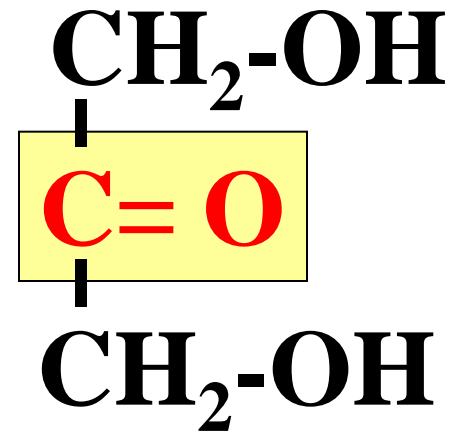


كيتون

توجد السكريات على شكل ألدهيدي أو كيتوني عديد ألدهيدروكسيل

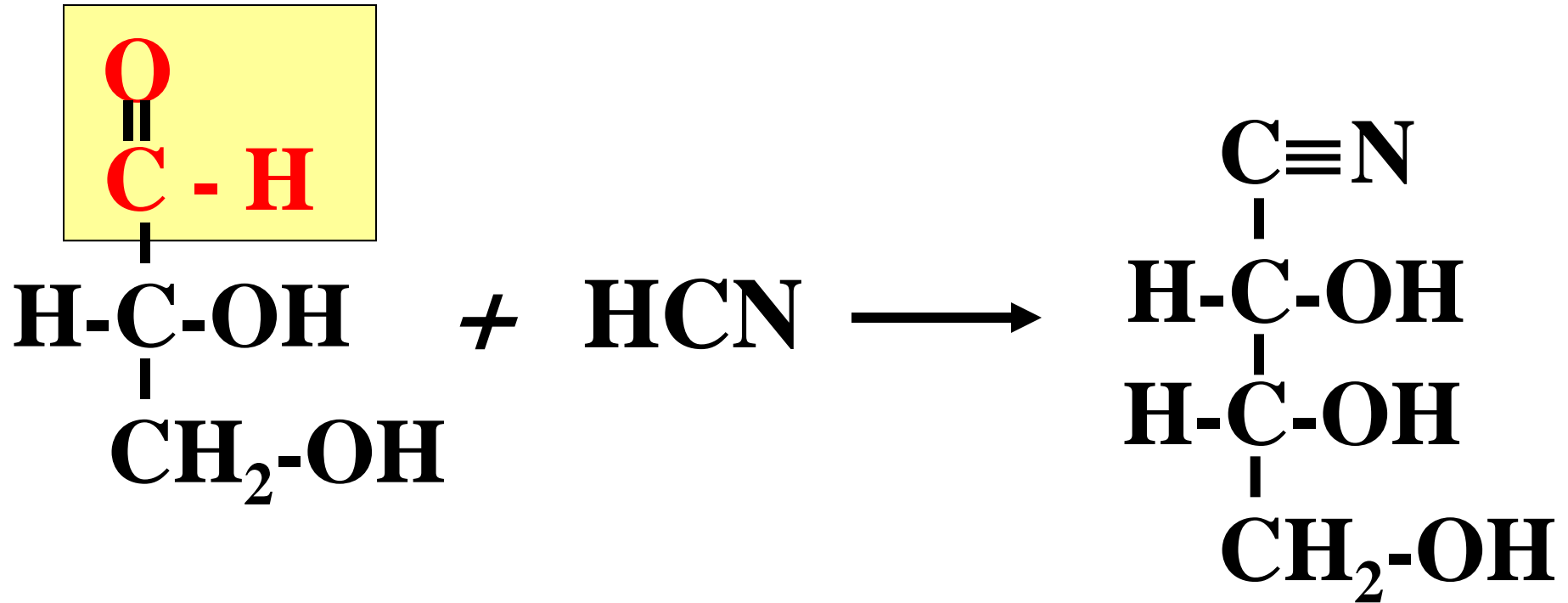


جليسرالدهيد
(ألدوترايوز)
Aldotriose



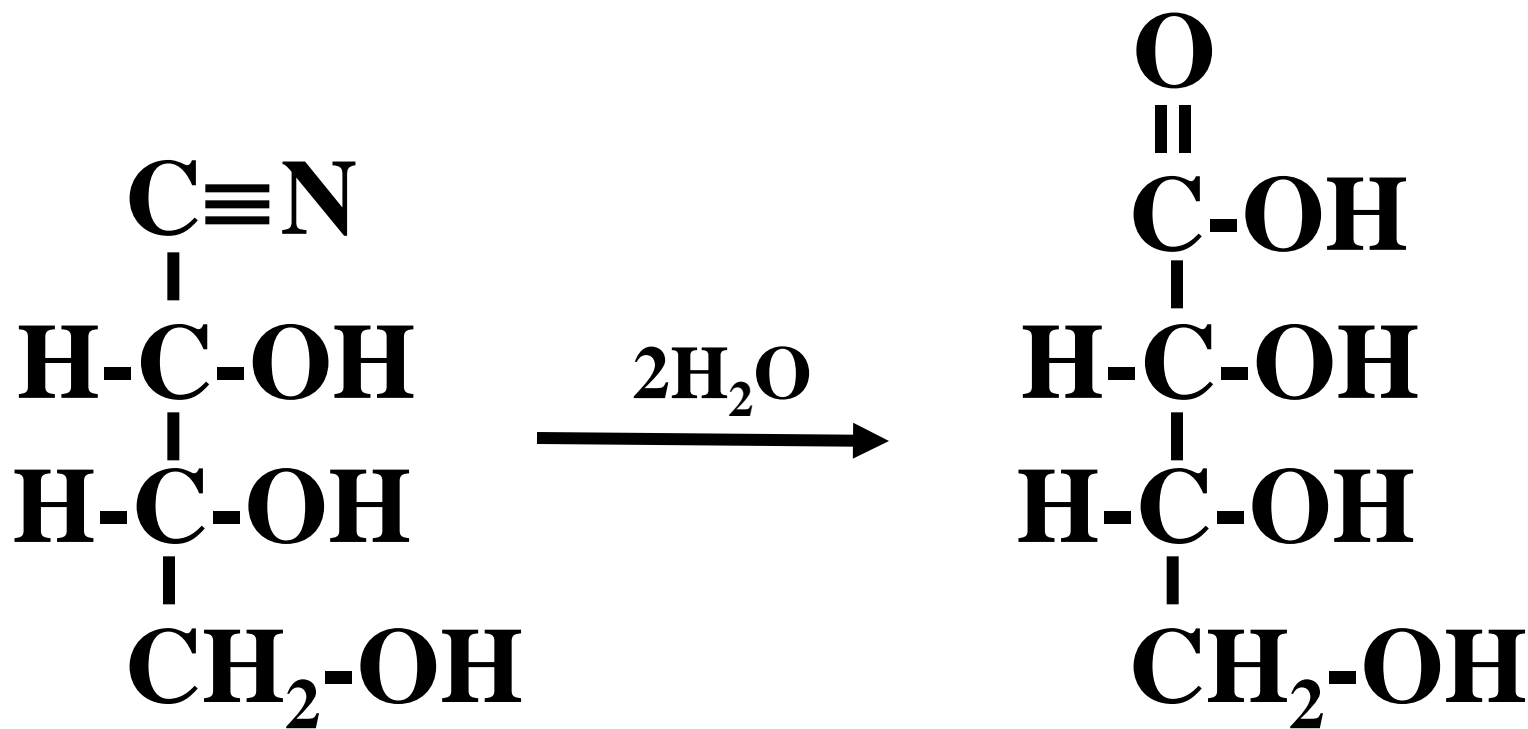
ثنائي هيدروكسي أسيتون
(كيتوترايوز)
Ketotriose

تفاعلات السكريات



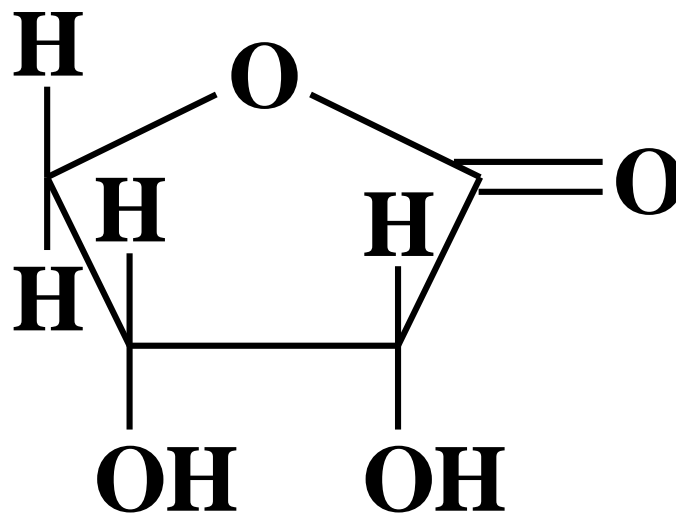
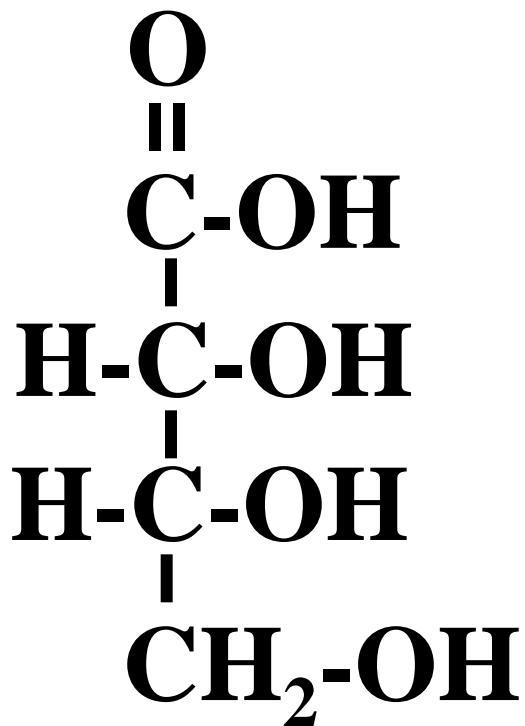
جليسرالدهيد
(ألدوترايوز)
Aldotriose

سيانو هيدرين



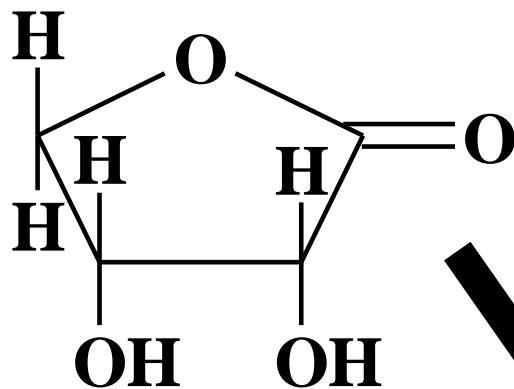
سيانو هيدرين

الحمض الألدوني المناظر

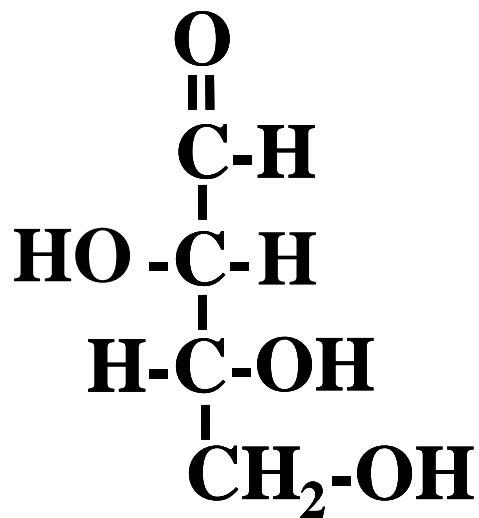


الحمض الألدوني المناظر

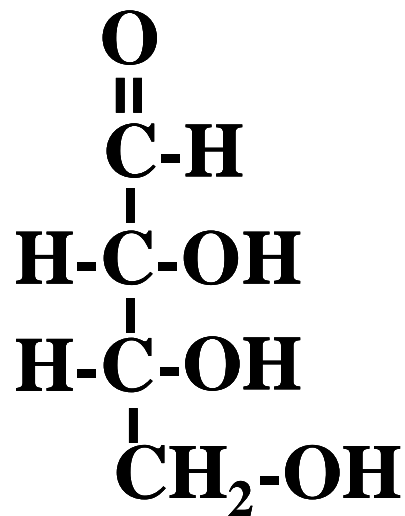
الدونولاكتون



الدونولاكتون



D- ثرايوز



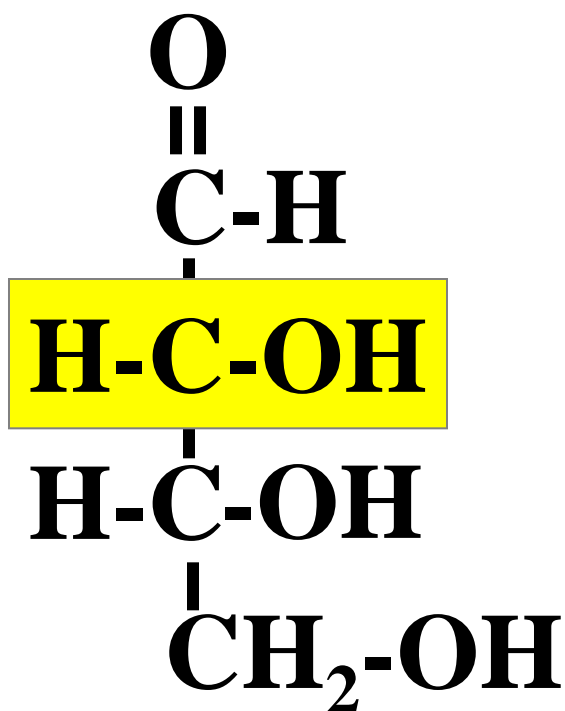
D- إريثروز

بعض التعريفات المهمة

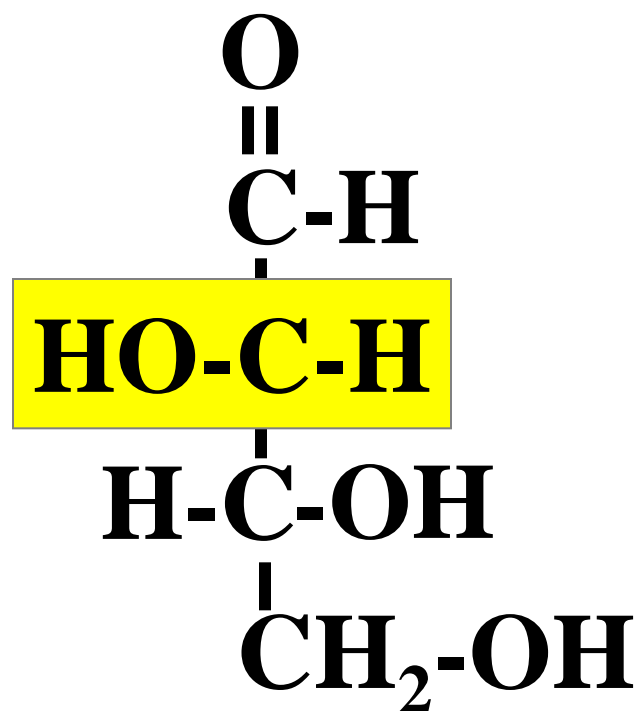
• الإيمرات Epimers

هي سكريات أحادية مختلفة لها نفس عدد ذرات الكربون ونفس التماكب إن كان D أو L ولكن تختلف في التوزيع الفراغي لمجموعة الهيدروكسيل حول ذرة كربون غير متناسقة.

ومثال ذلك سكر الإريثروز والثرايوز كلاهما سكر رباعي ولكن أحدهما يوجد به مجموعة هيدروكسيل في اليمين والآخر في اليسار مرتبطة بالكربون رقم 2



D-إريثروز

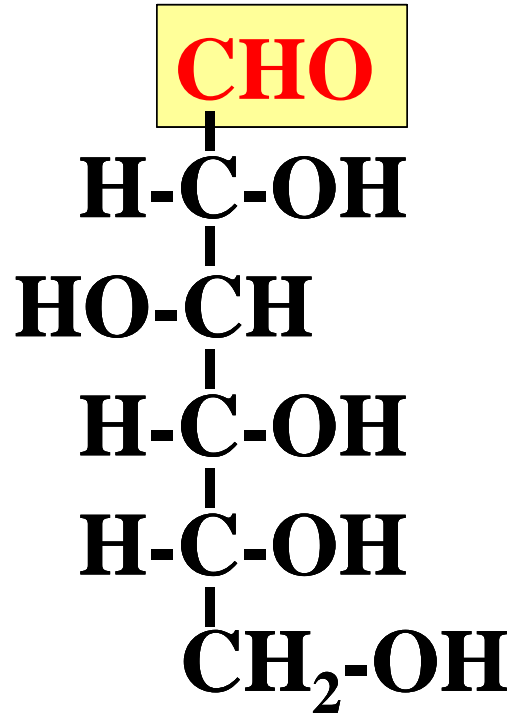


D-ثرايوز

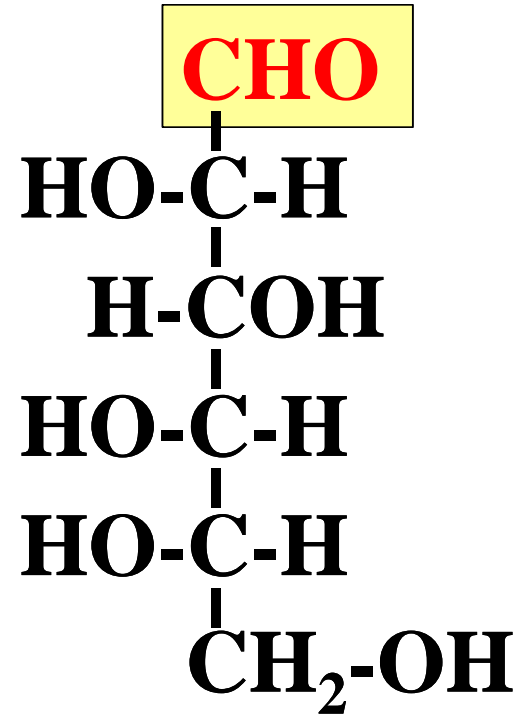
كلّ من الإريثروز والثرايوز إبيمر للآخر
Epimers

• إنانشيومرات Enantiomers

هي أشكال لنفس السكر ولكن تختلف
في أن كل منها صورة بالمرآة للآخر
فيسمي أحدهما بـ D والآخر بـ L ولكل
سكر زوج من الإنانشيومرات



D-Glucose
D-جلوكوز



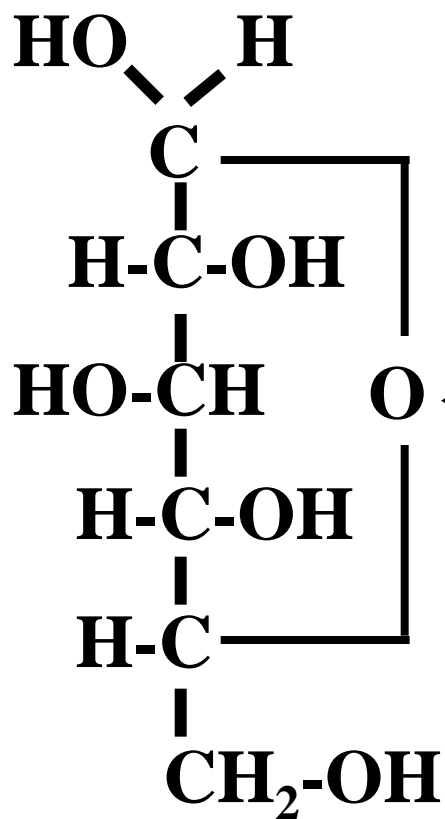
L-Glucose
L-جلوكوز

**لكل سكر أحادي شكلان كل منهما صورة بالمرآة
 للآخر إحداها D والآخر L ويسميان إنانشيومرات**

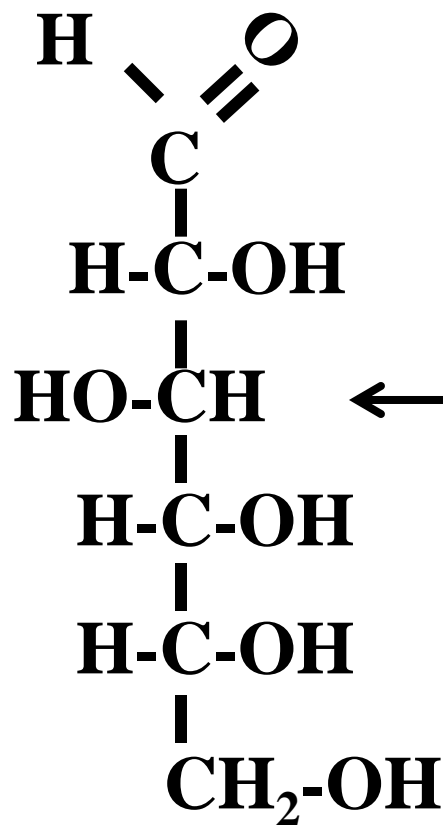
• الأنومر Anomer

يتكون نتيجة التركيب الحلقي للسكريات
ونشوء رابطة الهيمي أسيتال حيث تصبح
ذرة الكربون الألدهيدية (رقم 1) أو
الكيتونية (رقم 2) ذرة غير متناسقة فينشأ
مماكب جديد. وحسب اتجاه مجموعتي
الهيدروكسيل والهيدروجين المتصلتان
يسمي المركب إما الفا أو بيتا.

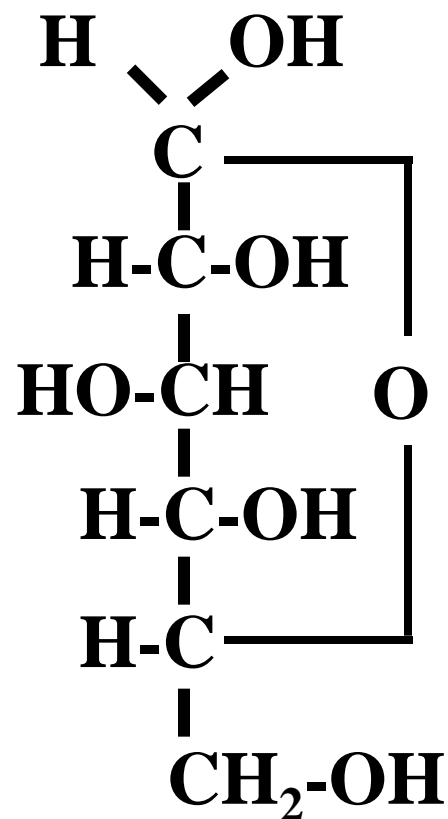
صيغة فيشر



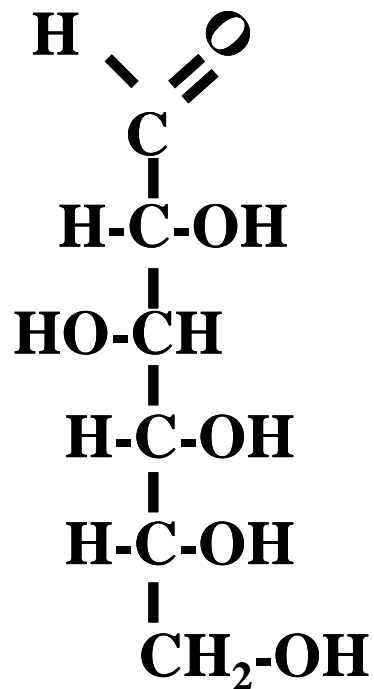
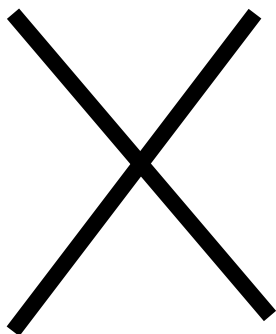
D-β-جلوكوز
(%63)



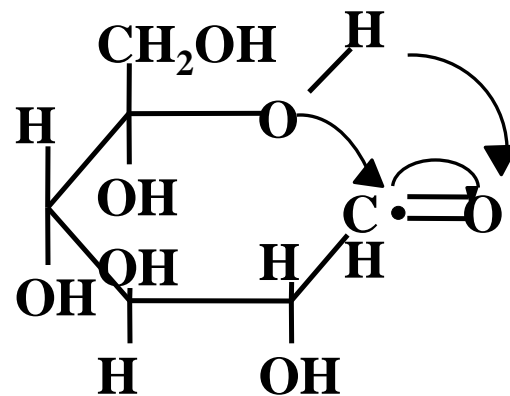
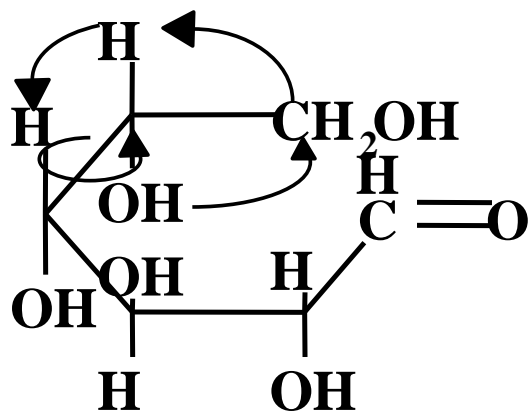
D-جلوكوز
(%1)

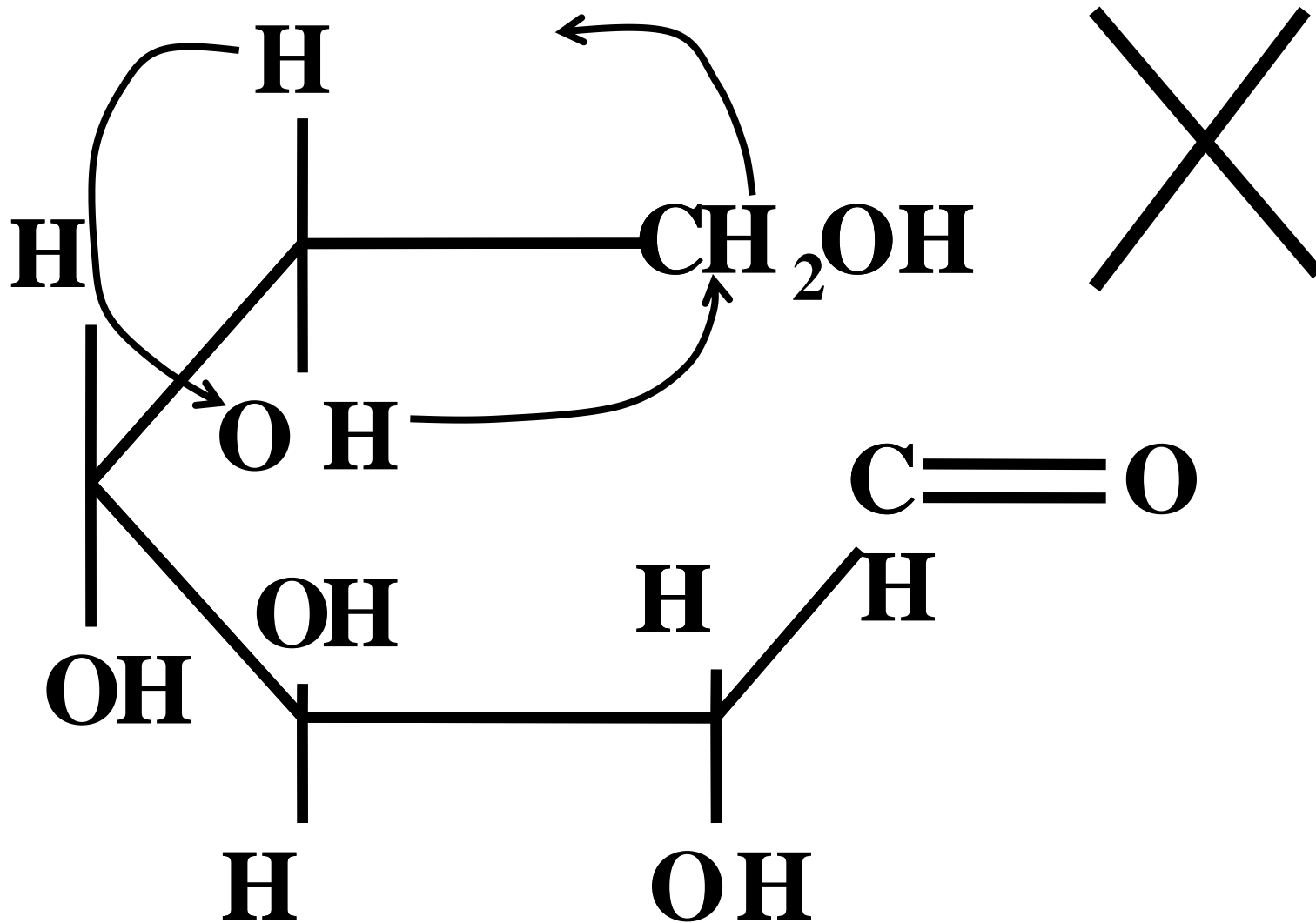


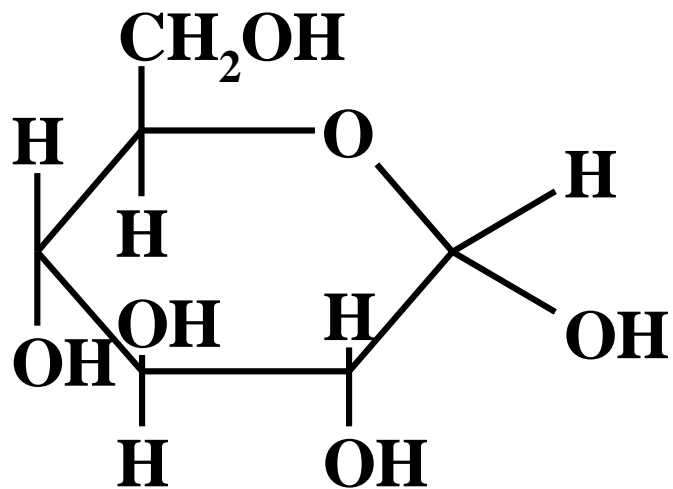
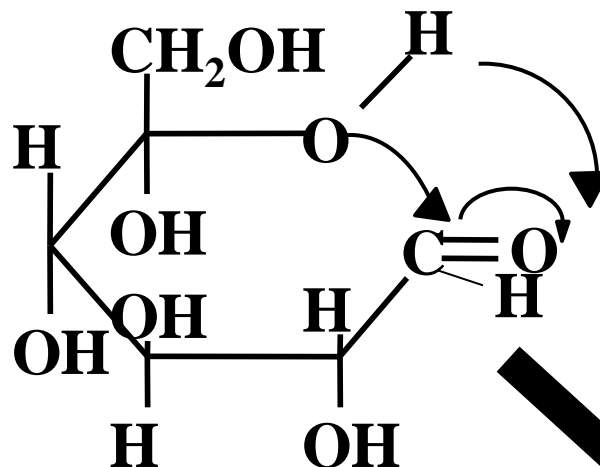
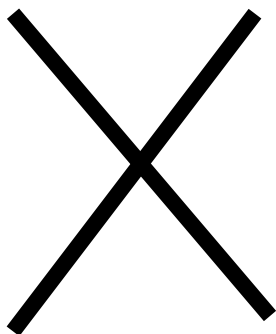
D-α-جلوكوز
(%36)



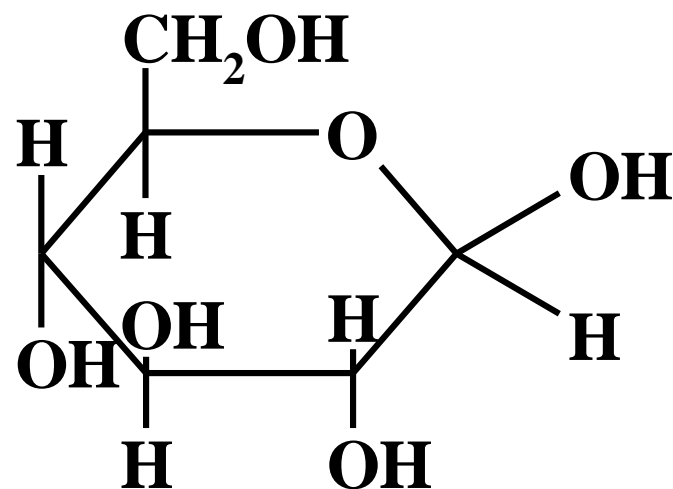
صيغة هاورث







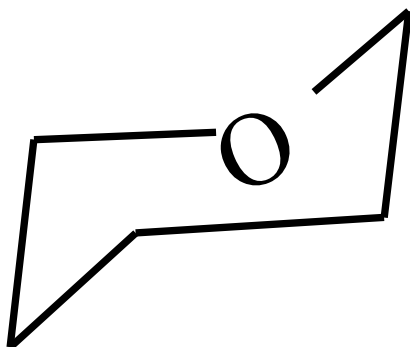
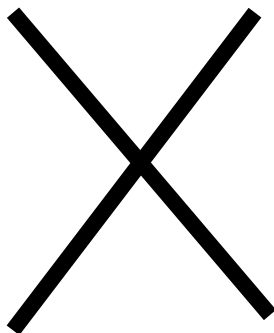
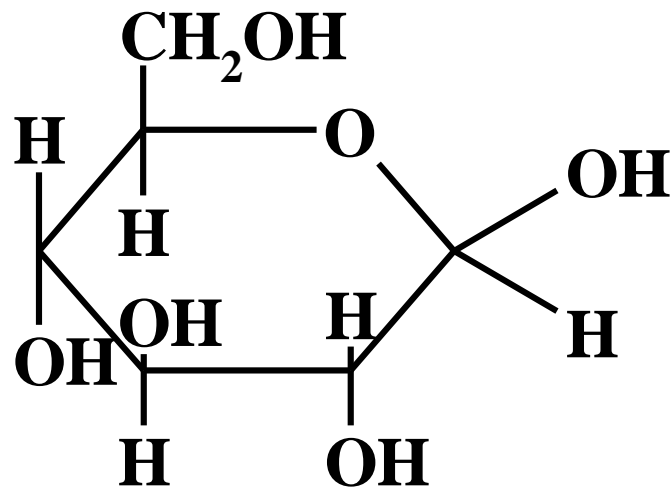
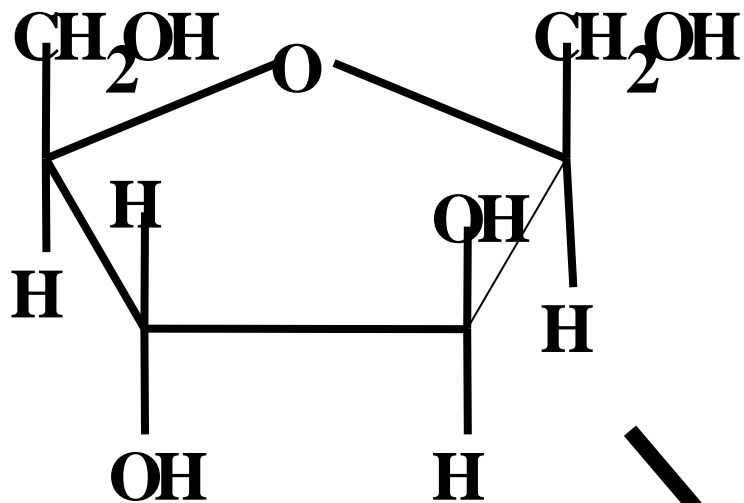
D- α - جلوكوز



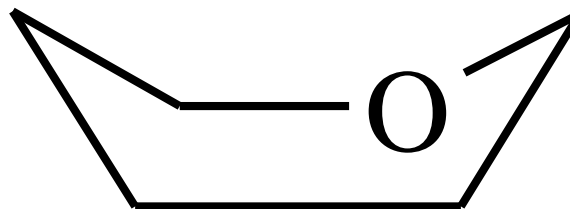
D- β - جلوكوز

التغير الدوراني Mutarotation

هو تغيير درجة انحراف الضوء
المستقطب اثناء مروره بمحلول سكري
نتيجة لتحول المماكب الفا إلى بيتا
وبالعكس حيث تنكسر رابطة الهيمي
أسيتال لأحد الشكليين ويعاد إرتباطها
مكونة الشكل الآخر حتى يصل المحلول
إلى حالة اتزان.



الكرسي



القارب

أهم السكريات الأحادية

الجلوكوز

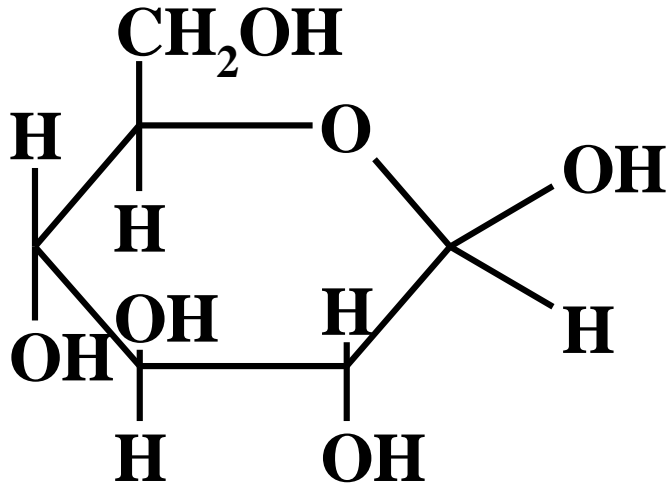
الفركتوز

الجالاكتوز

المانوز

الرايبوز

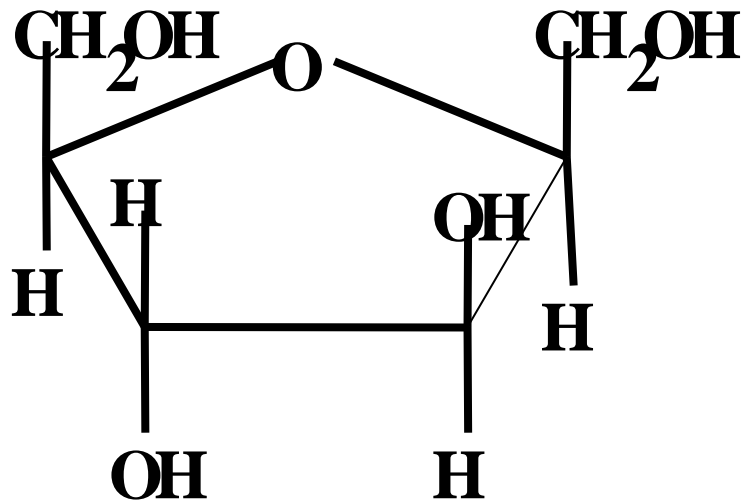
الجلوكوز



β -D-Glucose

- أهم السكريات
- مصدر للطاقة
- يرتبط مع سكريات أخرى ليكون مركبات أكثر تعقيداً
- يسمى دكستروز (يميني التدوير)
- يسمى سكر العنب

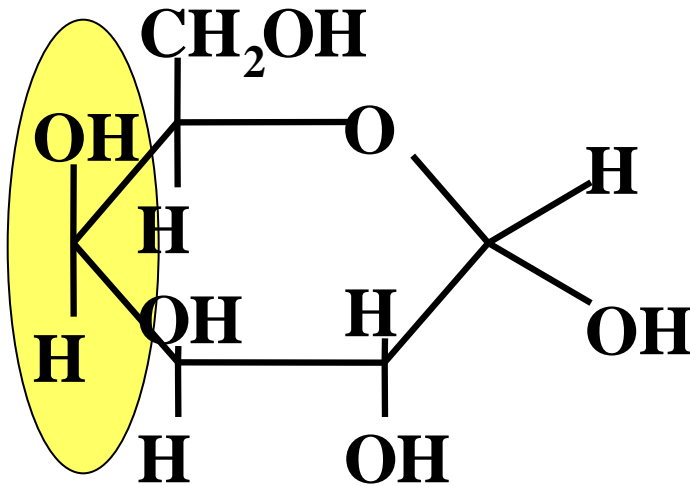
الفركتوز



α -D-Fructose

- سكر سداسي كيتوني
- أكثر السكريات حلاوة
- يسمى ليفولوز
(يساري التدوير)
- يسمى سكر الفاكهة

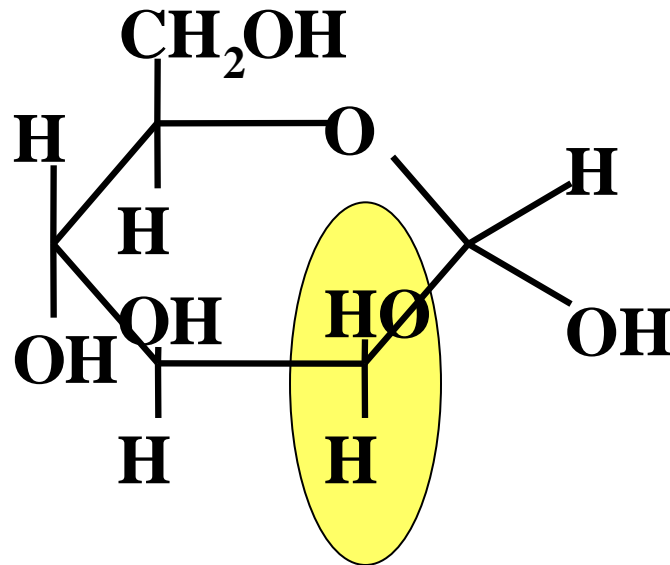
الجالاكتوز



α -D-Galactose

- سكر سداسي الدهيدي
- إيبيمر للجلوكوز (C4)
- لا يوجد منفرداً

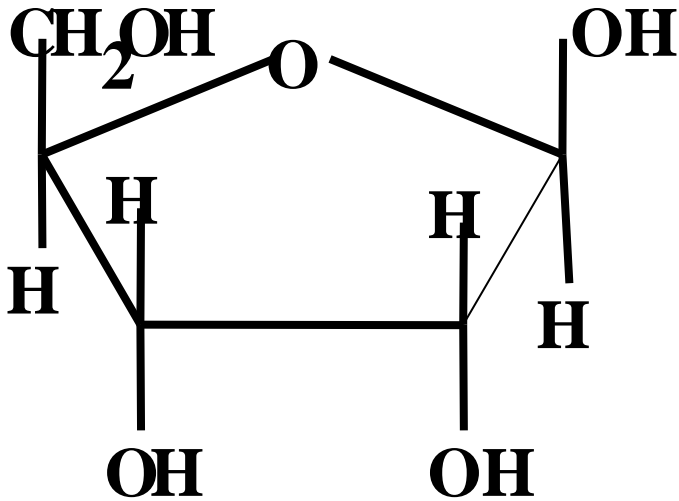
المانوز



α -D-Mannose

- سداسي ألدهيدي
- إبيمر للجلوكوز (C2)

الرايبوز



- خماسي الدهيدي
- موجود في الحامض النووي
- يدخل في تركيب بعض المرافقات الإنزيمية

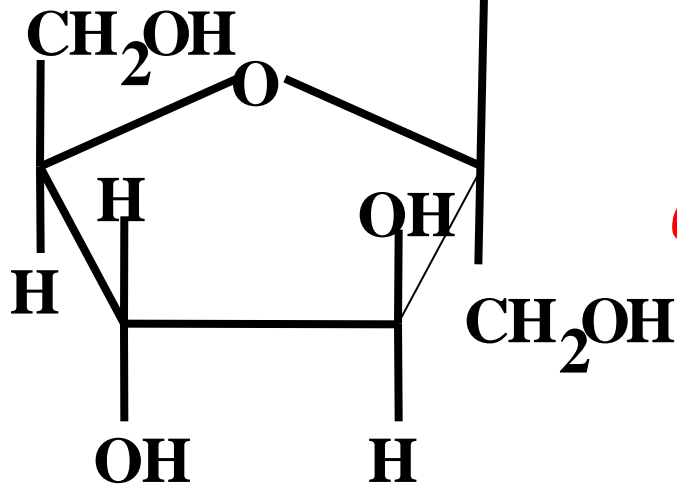
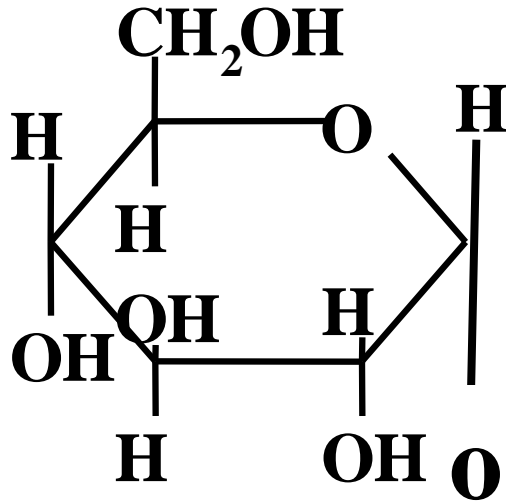
أهم السكريات القليلة

السكروز

اللاكتوز

الرافينوز

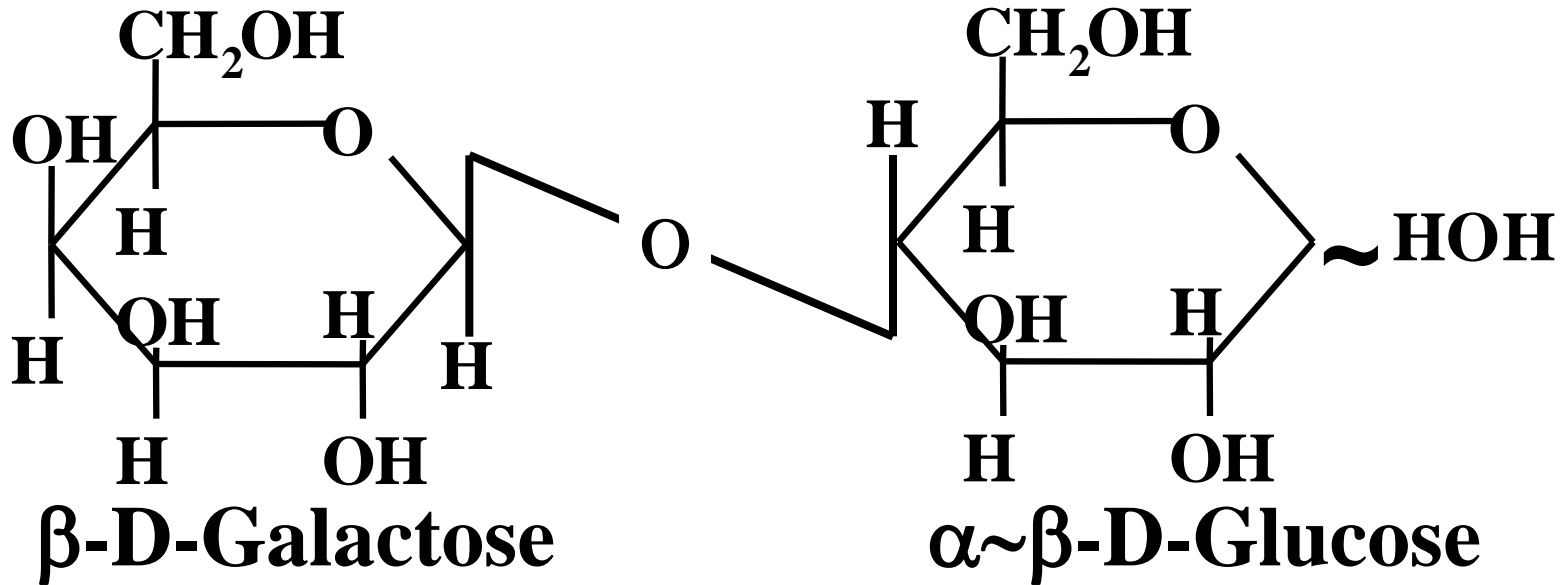
السكروز



- جلوكوز + فركتوز
- يسمى سكر القصب
- ليست له قدرة اختزالية
- يميني التدوير +66.5
- يتحلل مائياً في وجود الأحماض إلى جلوكوز + فركتوز
- ناتج التحلل يساري التدوير
- جلوكوز +52.5 ، الفركتوز -92.3

اللاكتوز

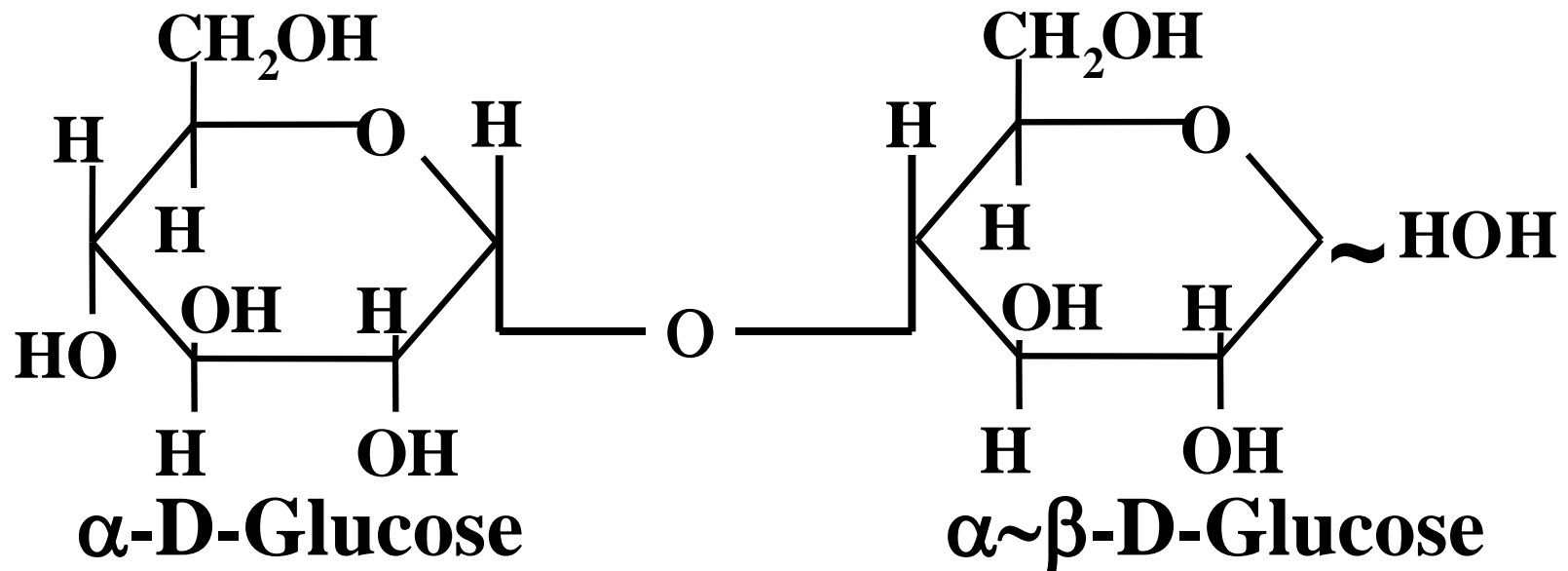
- جلوكوز + جاللاكتوز ($\beta 1 \rightarrow 4$) يسمى سكر الحليب
- له قدرة إختزالية



اللاكتوز

المالتوز *Maltose*

- جلوكوز + جلوكوز ($\alpha 1 \rightarrow 4$) يسمى سكر الشعير
- له قدرة إختزالية
- يميني التدوير



آيزومالتوز

- جلوكوز + جلوكوز ($\alpha 1 \rightarrow 6$)
- له قدرة إختزالية
- يميني التدوير

الرافينوز

- جالاكتوز + جلوكوز + فركتوز ليس له قدرة إختزالية

السيلاويوز

- ينتج من تحلل السيلايولوز
- جلوكوز + جلوكوز ($\beta 1 \rightarrow 4$)
- له قدرة إختزالية

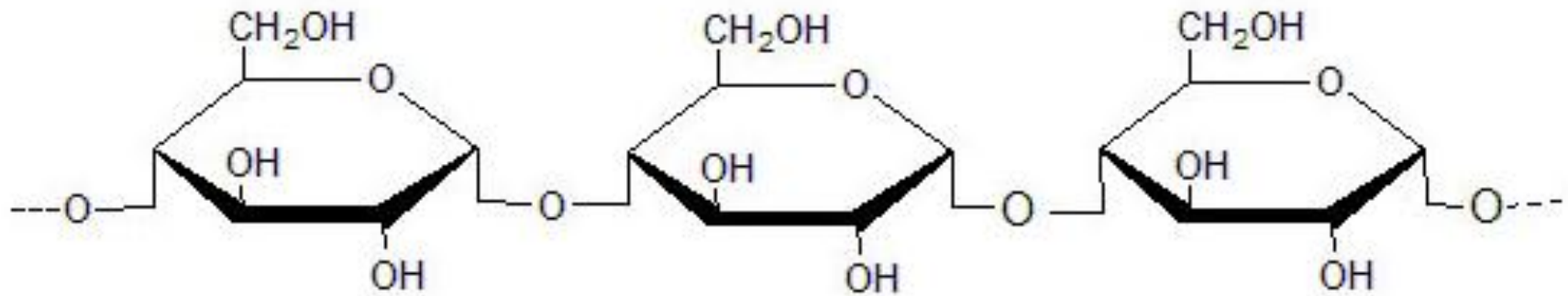
أهم السكريات العديدة

النشا

الجلايكوجين

السليولوز

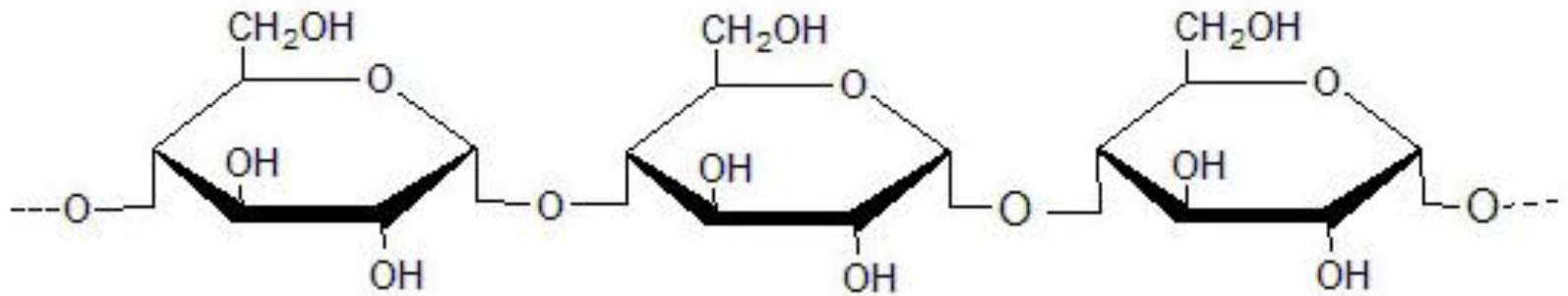
النشا



Amylose: α -1,4 glucosidic bonds

النشا

1- الأميلوز



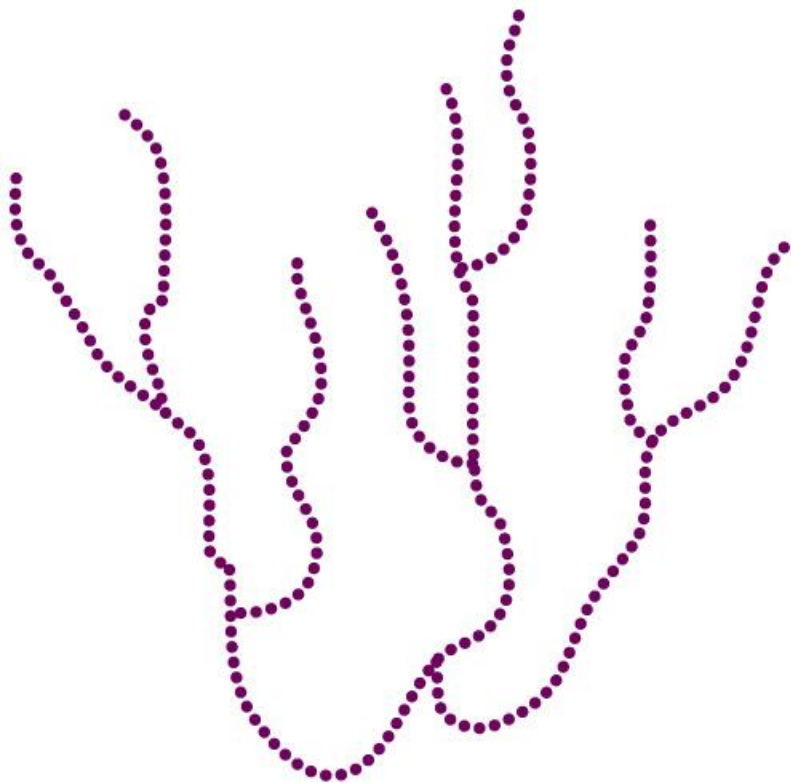
Amylose: α -1,4 glucosidic bonds

- لا يُخزن الجلوكوز في النبات نظراً لأنه ذو ذوبانية عالية ولكن يتم اختزانه في شكل نشا. ويتكون النشا من ترابط وحدات متكررة من $D-\alpha$ جلوكوز بواسطة روابط جلايكوزيدية. يمثل النشا المخزون الكربوهيدراتي في النباتات حيث يخزن في البذور والدرنات والجذور. ويوجد على شكل حبيبات تختلف في الشكل حسب المصدر النباتي. والنشا شحيح الذوبان في الماء البارد بالرغم من وجود عدد هائل من مجموعات الهيدروكسيل التي تجعله محب للماء. ويرجع عدم الذوبان نظراً للوزن الجزيئي المرتفع الذي يصل إلى 1000 كيلو دالتون. يعطي النشا محلولاً غروباً عند تسخينه مع الماء ويتحلل إلى شكلين يسميان الأميلوز والأميلوبكتين. بالرغم من توافر مجموعات هيدروكسيل طرفية في جزيء النشا إلا أنه لا يعطي نتائج إيجابية في اختبارات الاختزال لذلك فهو يعتبر مركب غير اختزالي. ويرجع السبب في ذلك إلى أن نسبة جزيئات الجلوكوز الطرفية قليلة جداً بالمقارنة بعدد جزيئات الجلوكوز الغير طرفية نظراً لكبر حجم جزيء النشا.

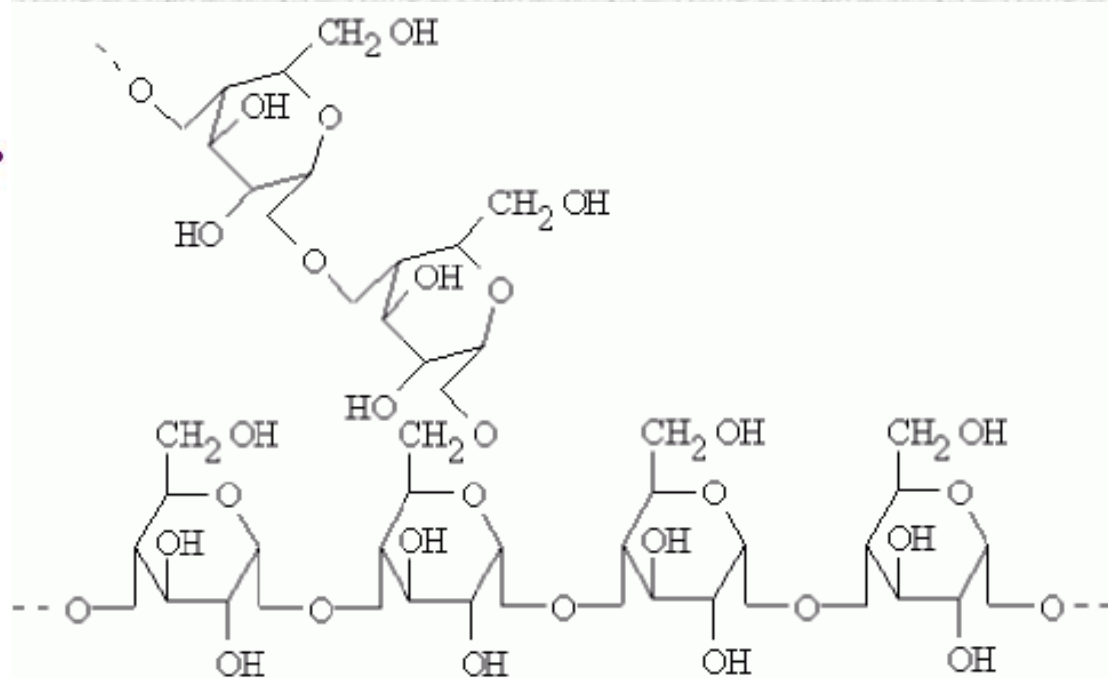
- يعطي النشا لوناً أزرقاً عند إضافة اليود إليه نظراً لارتباط اليود بحلزون الأميلوز مما يجعله يمتص جميع الأطياف عدا الأزرق الذي يعكسه معطياً اللون المميز لاختبار النشا باليود. وهذا اللون يزول في الوسط القلوي والحرارة العالية اللذان يسببان تغير في شكل الحلزون وفك اليود منه.
- يتكون جزئ النشا من تركيبتين متميزتين هما الأميلوز والأميلوبكتين. يمثل الأميلوز 10-20% من النشا وهو شحيح الذوبان في الماء ولكنه أكثر ذوباناً من الأميلوبكتين. ويتكون من وحدات متكررة من الجلوكوز تصل إلى عدة مئات مرتبطة بروابط جلايكوزيدية من نوع 4-1- α . يتخذ الأميلوز شكلاً حلزونياً تحتوي كل لفة من الحلزون على 6 جزيئات جلوكوز تقريباً. يعطي لوناً أزرقاً مع اليود.

النشا

2- الأميلوبكتين

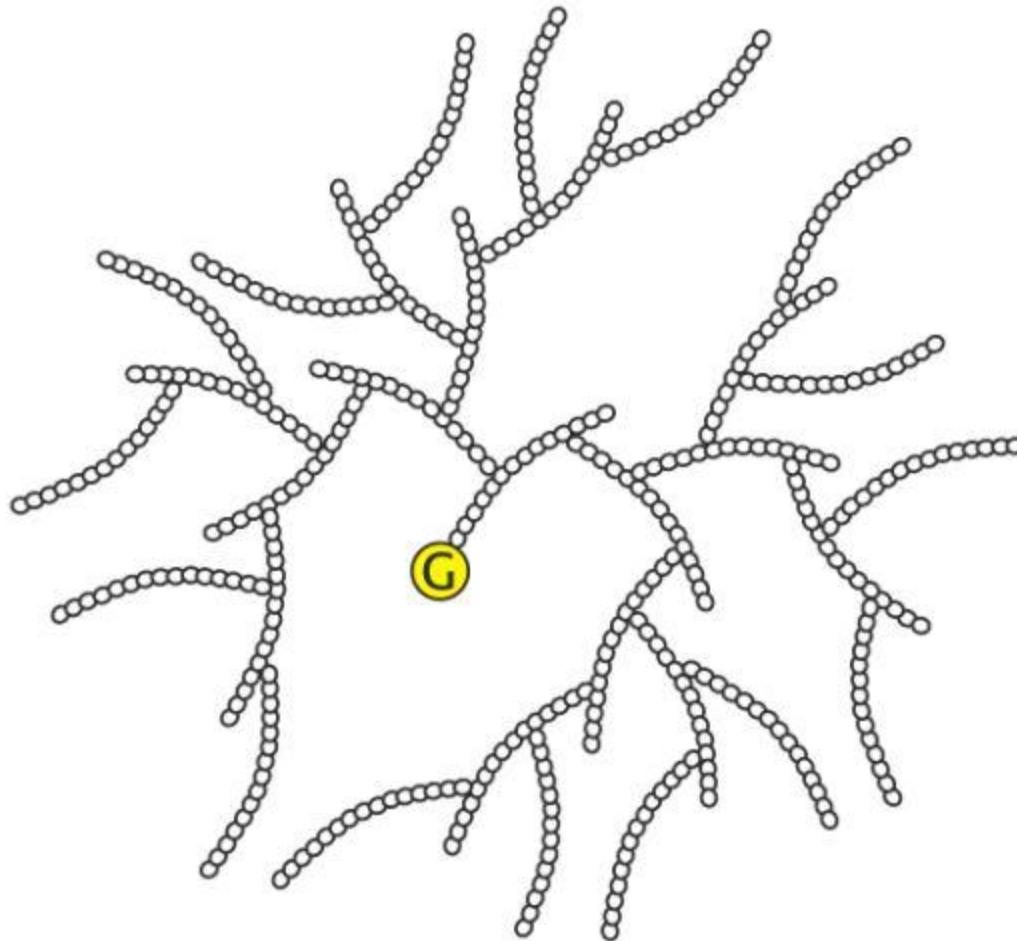


Amylopectin
(in plants)



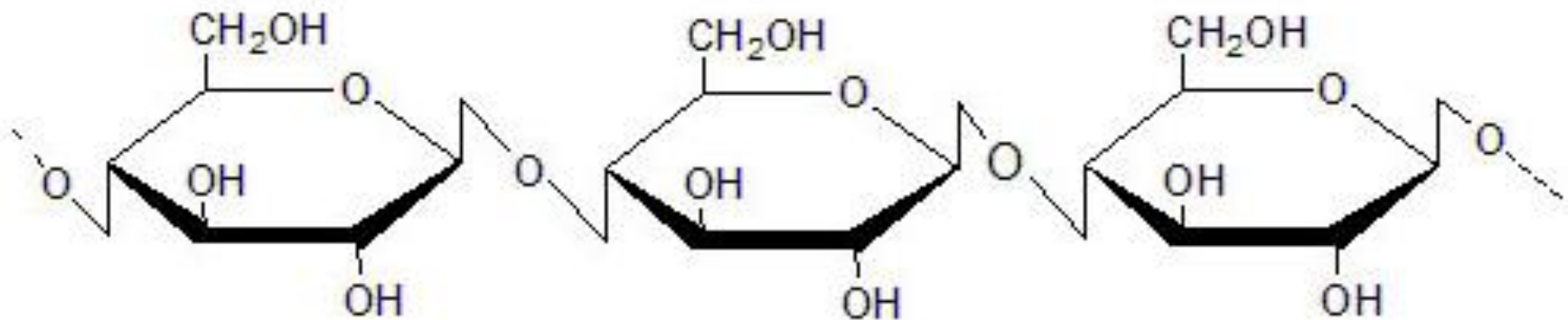
- الأميلوبكتين يمثل 80-90% من النشا ويشبه الأميلوز في تركيبه من حيث نوع الرابطة ويختلف عنه في أن عدد وحدات الجلوكوز المكونة له أكثر بكثير وكذلك في وجود بعد (6-1- α) تفرعات تنشأ من تكون رابطة من نوع حوالي كل 20-25 جزيء جلوكوز مما يعطيه شكلاً كالشجرة المتفرعة . يعطي الأميلوبكتين لوناً بنفسجياً مع اليود.

الجلايكوجين



- يمثل المخزون الكربوهيدراتي في الحيوانات، لذا يسمى أحياناً النشا الحيواني. ويُخزن بشكل كبير في الكبد والعضلات، حيث يمثل حوالي 6% من وزن الكبد و 1% من وزن العضلات. ولكن نظراً لكبر حجم العضلات عن الكبد فإن محتوى الجلايكوجين في العضلات يمثل 3-4 أضعاف وجودها في الكبد. لا يستغل ذلك المخزون إلا عند هبوط تركيز الجلوكوز الحر في الدم والخلايا عن 70 مجم%، عندها يعوض الجسم ذلك النقص عن طريق تحلل الجلايكوجين إلى جلوكوز. وينشأ هذا النقص إما عند الجهد الزائد أو الصوم (أو الاثنين معاً) أو عند فشل في وظائف غدة البنكرياس. ومخزون الجلايكوجين في الكبد يستهلك تماماً بعد 12-18 ساعة من الصيام التام بينما يستهلك جلايكوجين العضلات فقط بعد المجهود العالي ولفترة طويلة. يتكون الجلايكوجين من ترابط وحدات متكررة من $D-\alpha$ جلوكوز بواسطة رابطة جلايكوزيدية مشابهة بذلك الأميلوبكتين في التركيب إلا أنه أكثر تفرعاً ويعطي لوناً أحمر مع اختبار اليود.

السليولوز



Cellulose: β -1,4 glucosidic bonds

- أحد أشكال السكريات عديدة التسكر النباتية ويمثل الهيكل الدعامي للنباتات سواء الساق أو جدران الخلايا. ويتكون من ترابط وحدات متكررة من بيتا جلوكوز عددها يتراوح بين 2000 إلى 9000 وحدة مكوناً سلسلة غير متفرعة تشبه تلك السلسلة المكونة للأميلوز ولكن نوع الرابطة تكون β -1-4. وهذه الرابطة تكسب السليولوز قدرة على مقاومة الذوبان في الماء وبالتالي يلائم وظيفته كهيكل دعامي للنباتات. بالإضافة إلى ذلك ترتبط السلاسل المتجاورة من السليولوز بواسطة روابط هيدروجينية تزيد قوة وصلابة تلائم وظيفته كهيكل دعامي للنبات. يتواجد السليولوز في الخشب وألياف القطن ويدخل في الصناعات الخشبية والنسيجية وصناعة الورق.

البكتين

يتكون من أحماض جالاكتيورونيك مرتبطة برابطة $(4 \rightarrow \beta 1)$ يوجد في جدران الخلايا ويستخدم في الصناعات الغذائية لتكوينه مركب هلامي متماسك

حمض الهيالورونيك

يتكون من استيل جلوكوز أمين مع حمض الجلوكورونيك يوجد في المفاصل والأنسجة الضامة وسائل العين والحبـل السري

الهيبارين

يتكون من استيل جلوكوز أمين مع حمض الجلوكورونيك وحمض
كبريتيك . مانع لتجلط الدم
يوجد في أنسجة الرئة والكبد والطحال وفي الدم