Carbohydrates الكاربوهيدرات

تعتبر الكاربوهيدرات من اكثر المركبات العضويه الموجودة في النباتات والحيوانات انتشارا فمنها الكلوكوز ، سكر القصب ، السليلوز، الصمغ ، النشا ، الكلايكوجين .

تعتبر عناصر C، O، H من العناصر الرئيسية في المركبات الكاربوهيدراتية وان نسبة O:H فيها كنسبتهما في الماء 2:1 وهذا يعني أن الكاربوهيدرات تنتج من اتحاد الكاربون مع الماء لذلك أعطيت الصيغة الجزيئية $(CH_2O)_n$ حيث أن n تمثل عدد ذرات الكاربون وتساوي 3 على الأقل ويمكن ان ترتفع الى عدة ألاف من ذرات الكاربون .

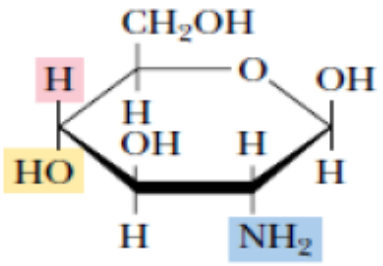
- هنالك مركبات عضوية تتألف من C ، H ، O وبنفس النسب لكنها ليست (لا تعتبر) كاربوهيدرات

مثل : حامض الفورميك Formic acid CH_2O

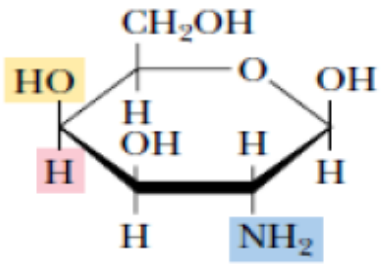
حامض الخليك Acetic acid CH_3COOH

حامض اللاكتيك Lactic acid $CH_3CHOHCOOH$

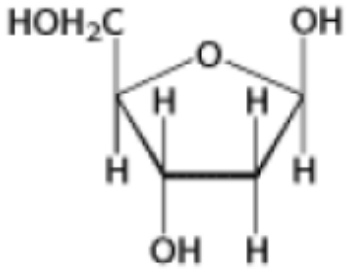
وبنفس الوقت هنالك مواد كاربوهيدراتية لا تحتوي على نفس النسبة بين O:H مثل سكر ديوكسي رايبوز (سكر الرايبوز اللاوكسجيني) Deoxy ribose وهو احد مكونات الـ DNA كما ان بعض الكاربوهيدرات تحتوي على الكبريت والنتروجين مثل سكر الكلوكوز أمين Glucosamine او Galcatosamine



β-D-Glucosamine

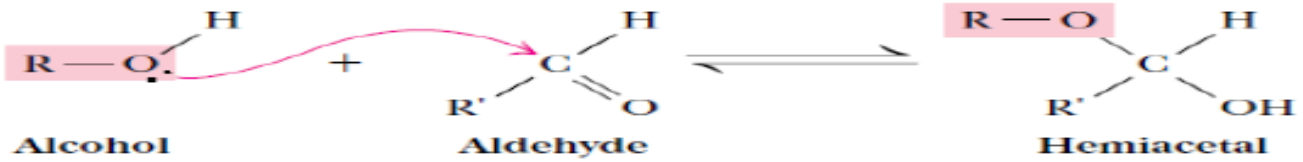


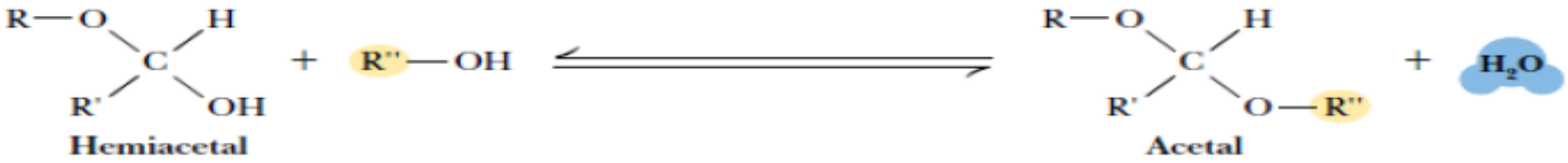
β-D-Galactosamine

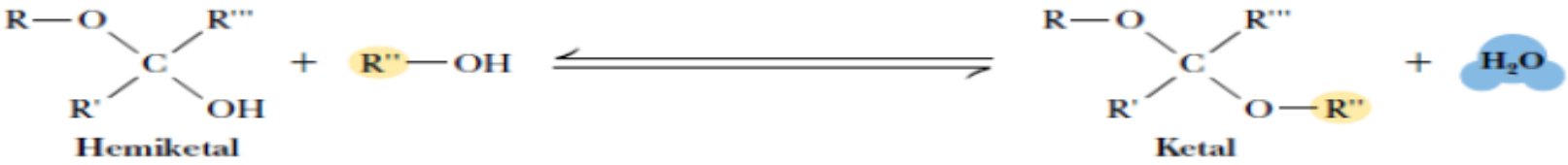


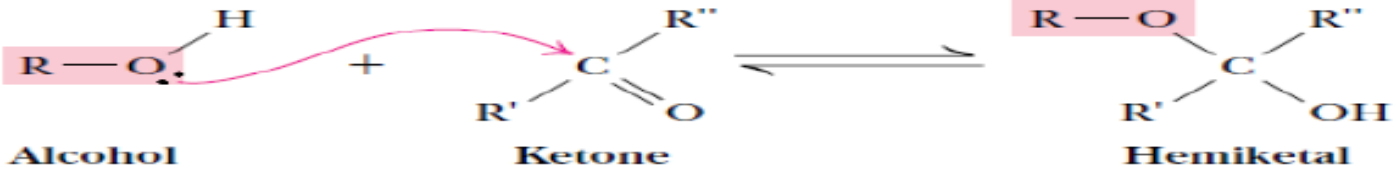
2-Deoxy-D-ribose

- ومن الناحية التركيبية الكيميائية تعرف الكاربوهيدرات بانها مركبات الديهايدية او كيتونية متعددة الهيدروكسيلأو المركبات التي تتحلل مائياً الى هذه المركبات . حيث انها تتحلل مائياً الى الديهايد كحولي او كيتون كحولي متعدد الهيدروكسيل ومع ان هذا التعريف يشير الى المجاميع الفعالة (الوظيفية) المهمة نجد ان الكاربوهيدرات تكون لها صيغة مفتوحة غير حلقية وكذلك تكون في صيغة حلقية هيمي اسيتال Hemiacetal وأسيتال Acetal وهيمي كيتال Hemiketal و وكيتال Ketal حلقية بسبب وجود مجموعتي الكاربونيل (C=O) والهيدروكسيل (OH) فيها .



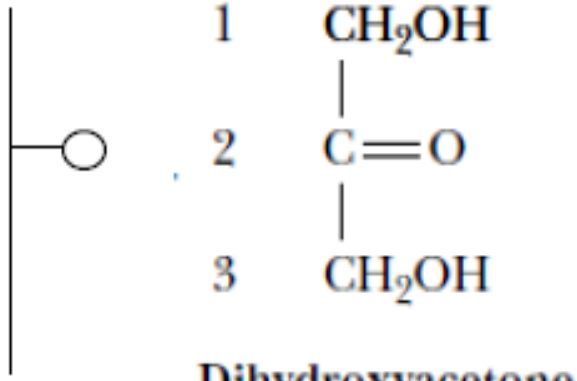




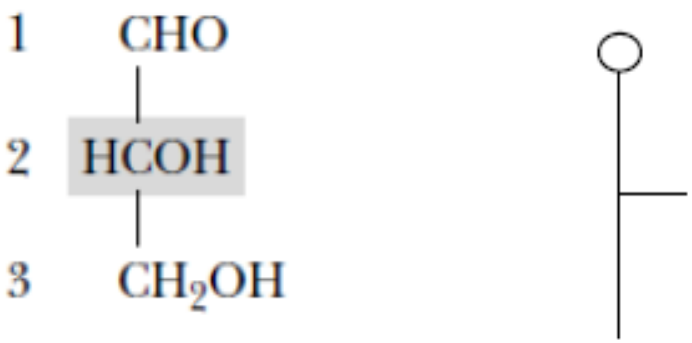


تصنيف الكاربوهيدرات حسب عدد ذرات الكاربون n

عندما تكون n = 3 فأن الكاربوهيدرات الحاوية على ثلاث ذرات كاربون تدعى بـ Trioses وهي اما الديهايدية مثل الكلسيرالديهايد Glyceraldehyde أو ان تكون كيتونية مثل داي هيدروكسي اسيتون Dihydroxyacetone



Dihydroxyacetone

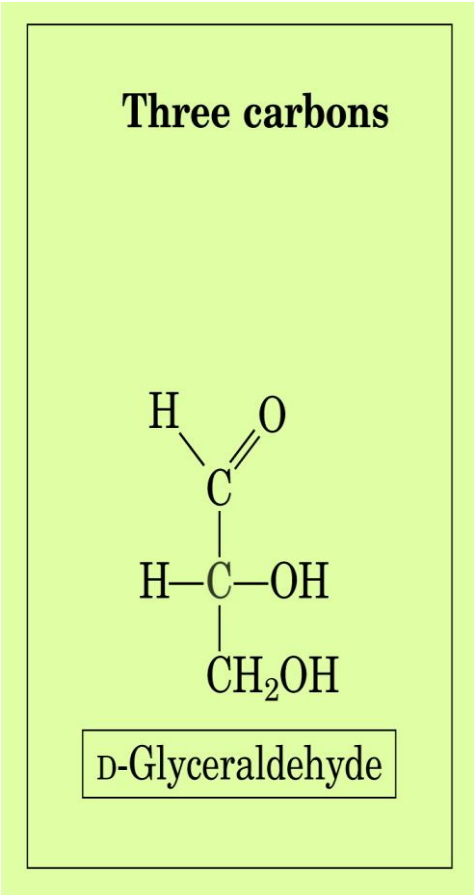


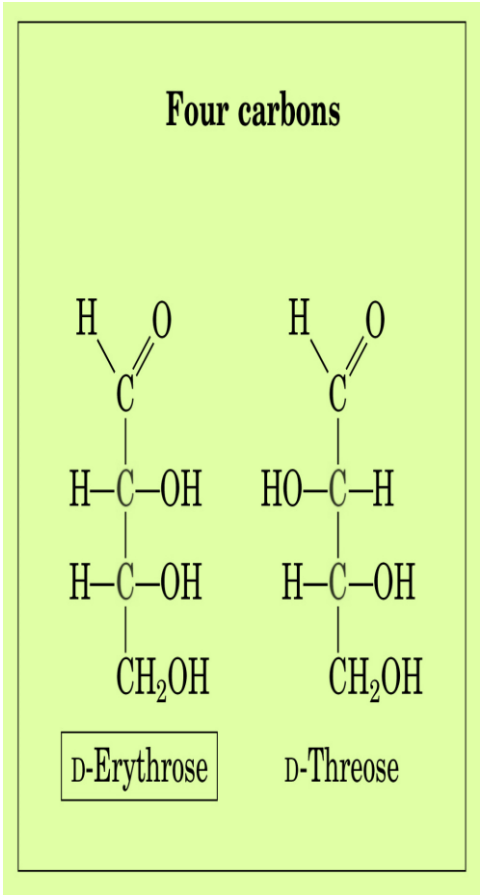
D-Glyceraldehyde

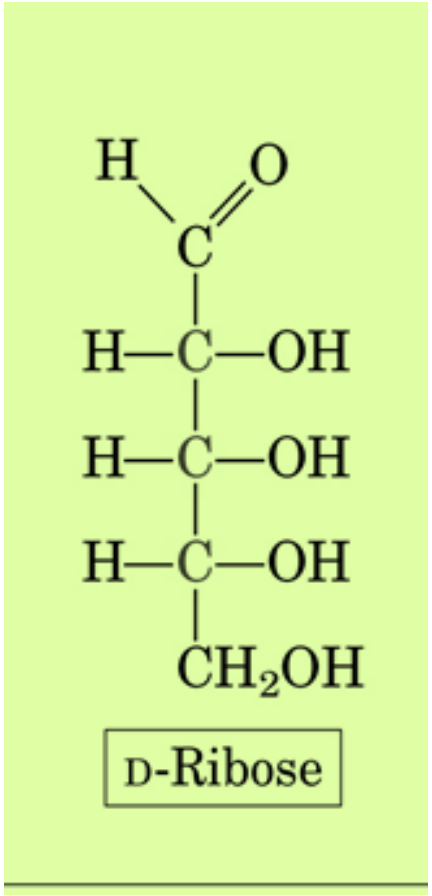
عندما تكون مجموعة الكربونيل C=O على ذرة الكاربون الطرفية (C_1) فمعنى ذلك ان السكر الديهايدي فيطلق علية aldose (الدوز) اما اذا كانت مجموعة الكاربونيل في موقع اخر من السلسلة (وسطية) فان السكر يكون كيتوني ويطلق عليه Ketose (كيتوز) .

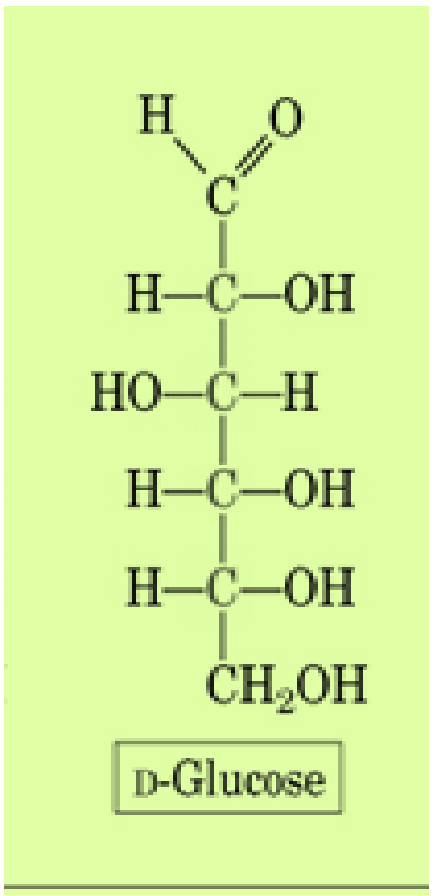
مثال على ذلك السكر الألديهايدي الأم هو الكلسيرالديهايد Glyceraldehyde ومنه تشتق بقية السكريات الالديهايدية بإضافة مجموعة (-HC-OH) اليه ، أما داي هيدروكسي اسيتون فانة سكر كيتوني ومنة تشتق بقية السكريات الكيتونية الأخرى بإضافة مجموعة (CHOH) إلى السلسلة (راجع سلسلة D-Aldoses) و(D-Ketoses) .

Aldose الألدوزات





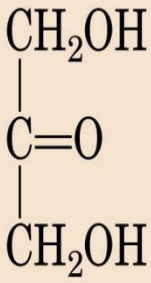




(Aldotriose)	(Aldotetrosse)	(Aldopentoses)	(Aldohexoses)
(3 ذرات كاربون)	(4 ذرات كاربون)	(5 ذرات كاربون)	(6 ذرات كاربون)

Ketose الكيتوزات

Three carbons

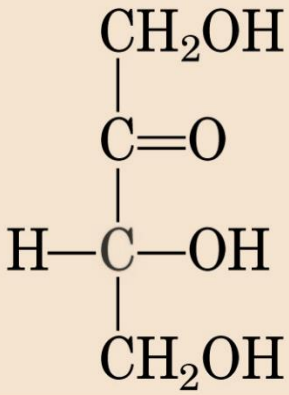


Dihydroxyacetone

(Keto triose)

(3 ذرات كاربون)

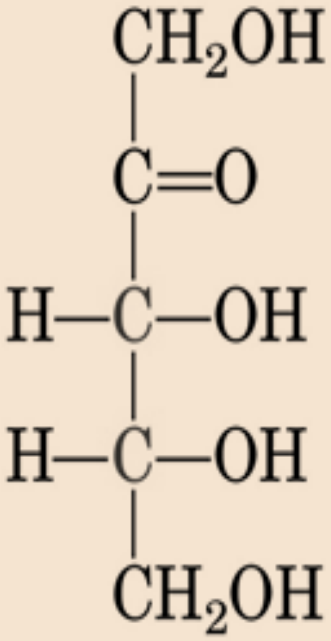
Four carbons



D-Erythrulose

(Keto tetrosse)

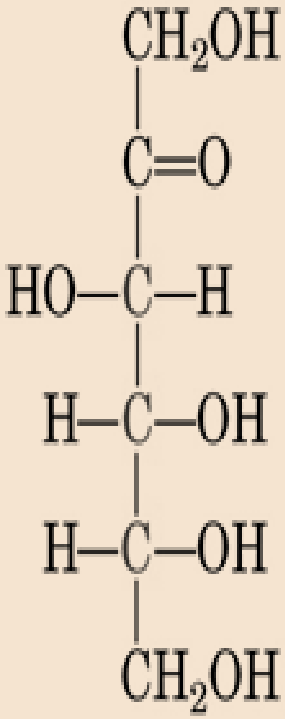
(4 ذرات كاربون)



D-Ribulose

(Keto pentoses)

(5 ذرات كاربون)



D-Fructose

(Keto hexoses)

(6 ذرات كاربون)

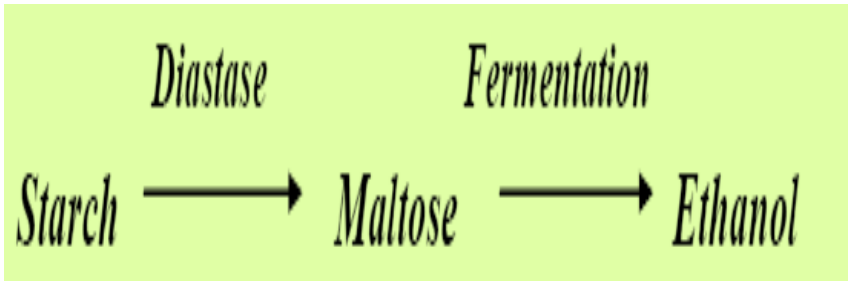
السكريات المحدودة (السكريات قليلة التعدد) Oligosaccharides

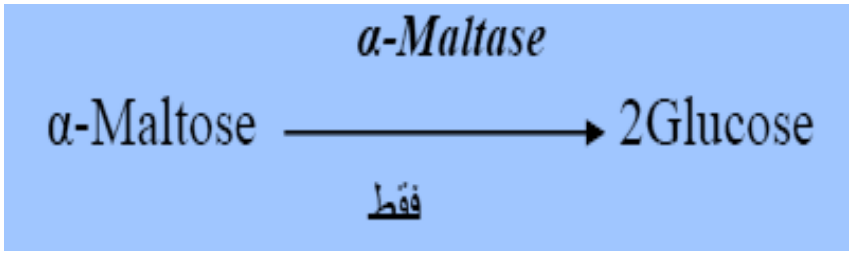
وتشمل المركبات الكاربوهيدراتية او السكريات التي تتكون من وحدتين الى عشرة وحدات من السكريات الأحادية التي ترتبط مع بعضها بوساطة الآصرة الكلايكوسيدية Glycosidic linkage او ما يسمى بآصرة الكيتال أو الأسيتال Ketal or acetal linkage ، وهذه السكريات تتحلل الى وحدات صغيرة من السكريات الأحادية التى تتكون منها ومن هذه السكريات الشائعة الموجودة فى الطبيعة ما يأتي:

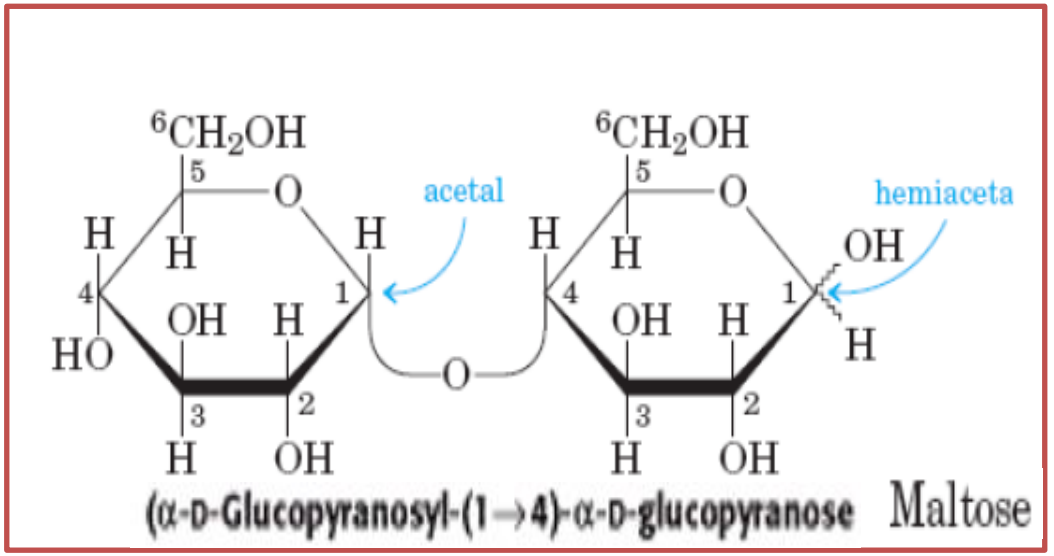
1- السكريات الثنائية Disaccharides (مكونة من وحدتين من السكريات الأحادية) ومن الأمثلة عليها:

أ – سكر المالتوز Maltose :

أو سكر الشعير وهو من السكريات الثنائية المكون من وحدتين من سكر الكلوكوز بواسطة رابطة كلايكوسيدية من النوع 4 – 1 α ناتجة من ترابط ذرة الكاربون رقم 1 في جزيئة السكر الأول مع ذرة الكاربون رقم 4 في جزيئة السكر الثاني وينتج من هذا الترابط فقد جزيئة ماء وينتج المالتوز من هضم النشأ بواسطة أنزيم ألفا – أمليز الموجود في اللعاب وعصارة البنكرياس. وعند تحلل المالتوز مائياً يعطي جزيئتين كلوكوز.





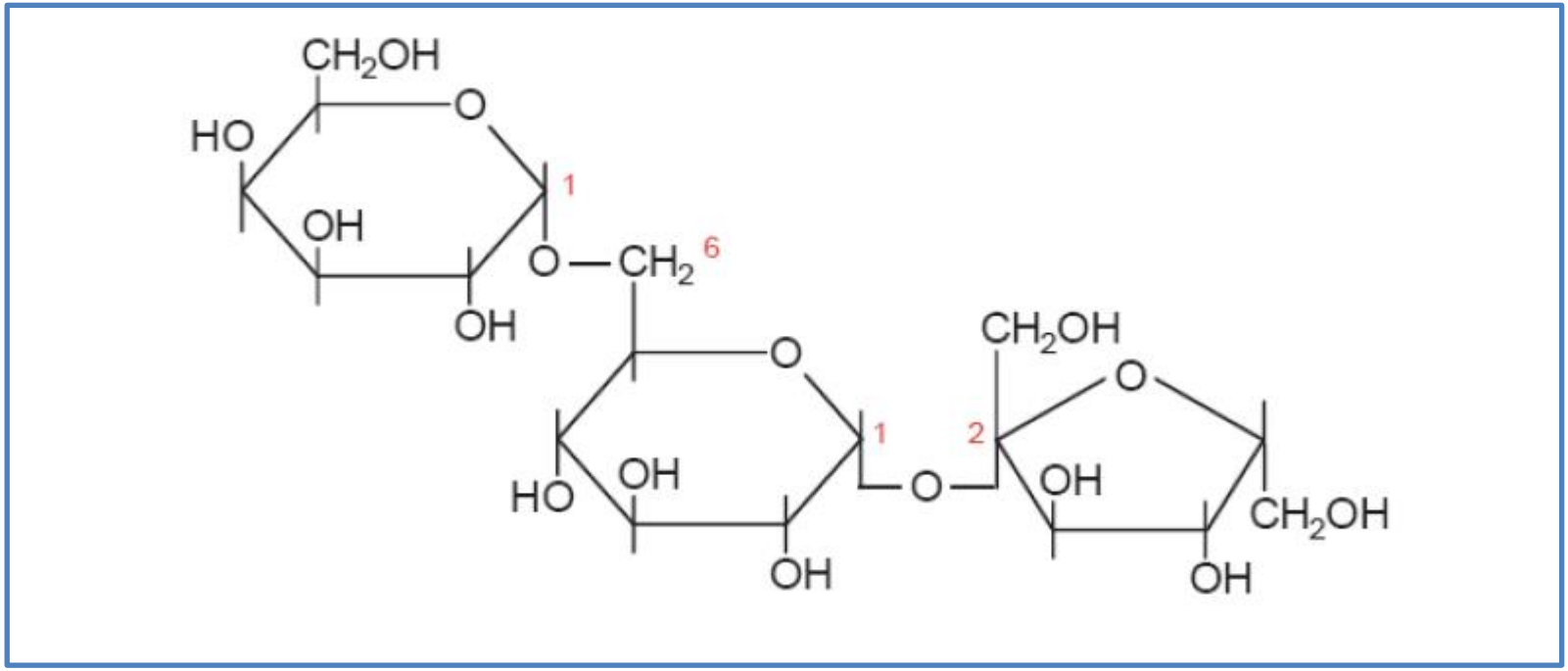


2- السكريات الثلاثية Trisaccharides

وهي سكريات تتكون من (3) وحدات بنائية من السكر الاحادي ترتبط باواصر كلايكوسيدية ويمكن ان تكون مختزلة او غير مختزلة

الرافينوز Raffinose

وهو سكر ثلاثي واسع الانتشار يوجد بكميات قليلة في النباتات وبنسبة 0.5% في البنجر السكري وبذرة القطن . يتكون الرافينوز من وحدات فركتوز ، كلوكوز والكالكتوز والتي تكون ضمناً وحدة (Melibiose + Sucrose) .



السكريات المتعددة Polysaccharides

السكريات المتعددة عبارة عن مركبات مكونة مئات الى الاف الوحدات السكرية الأحادية (لكل جزيئة) مرتبطة مع بعضها بأواصر كلايكوسيدية Glycosidic Linkage والتي تتكسر بالتحلل المائي .

السكريات المتعددة بوليمرات طبيعية ويمكن إعتبارها سكريات مشتقة من السكريات الأحادية الالديهايدية أو الكيتونية بالبلمرة وفقدان جزيئات الماء ولها الصيغة العامة $(C_6H_{10}O_5)_n$ على الرغم من كون هذه الصيغة لا توضح تركيب السكر المتعدد .

أ. السكريات المتعددة المتجانسة Homopolysaccharides

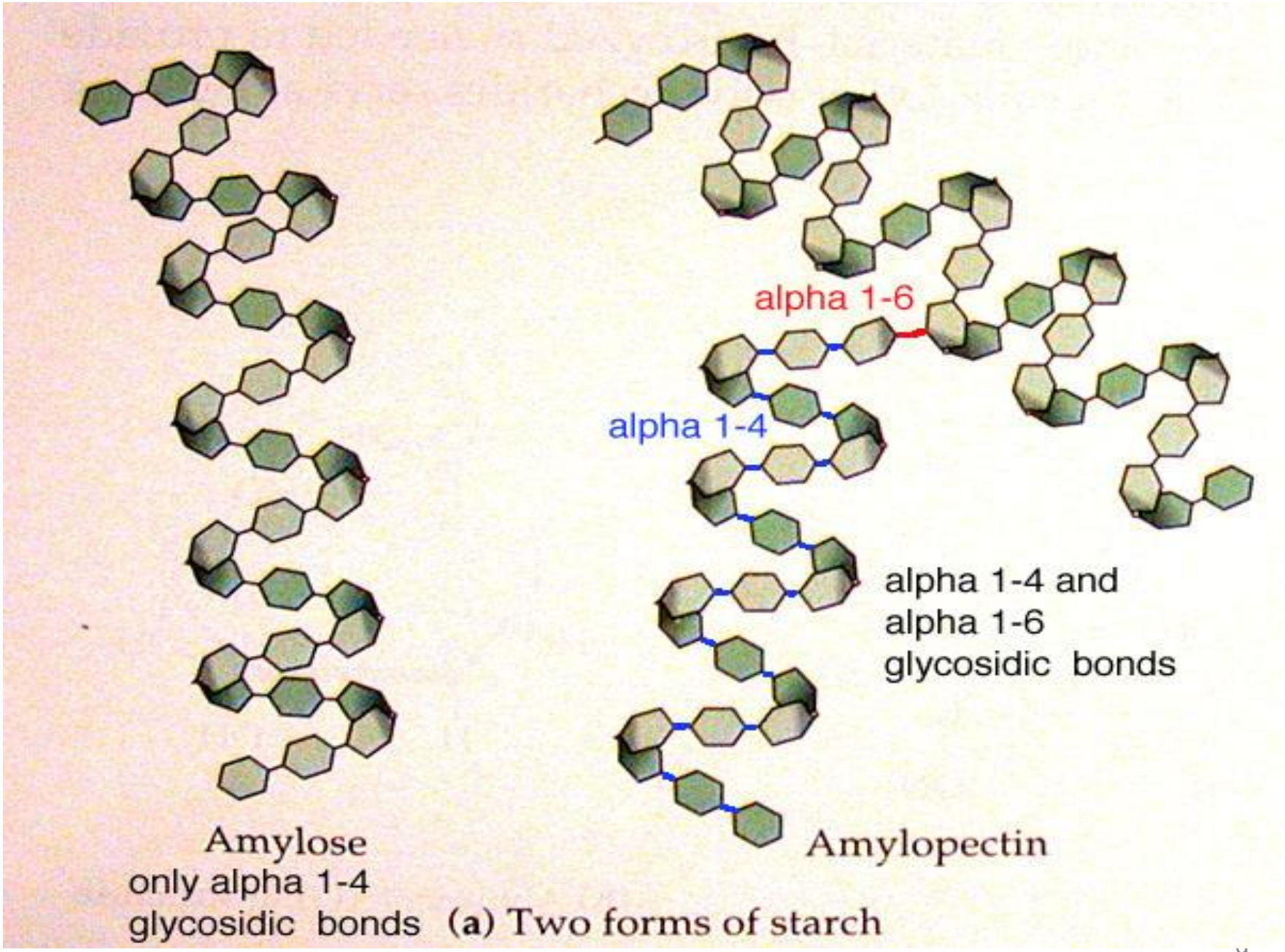
وتتكون من وحدات سكرية متشابهة (كلوكوزية فقط) مثل النشأ ، السليلوز ، الكلايكوجين

ب. السكريات المتعددة غير المتجانسة Heteropolysaccharides

وتتكون من وحدات سكرية مختلفة مثل الهيبارين Heparin وحامض الهياليورونك Hyaluronic acid الموجودة في الأنسجة الرابطة .

كما إن بعض أنواع السكريات المتعددة تحتوي على مشتقات السكريات الأحادية مثل الكايتين Chitin الذي يتكون من وحدات السكريات الأمينية مثل كلوكوز أمين Glucose Amine أما حامض هياليورونك Hyaluronic acid فيتكون من وحدات من حامض كلوكيورنك Glucuronic acid والكلوكوز أمين Glucose amine .

ومن أهم السكريات المتعددة السليلوز Cellulose والنشأ والكلايكوجين Glycogen والكايتين Chitin



(a) Two forms of starch

أهمية الكاربوهيدرات

1- تجهيز الكائنات الحية بالطاقة عند تحلل (تفكك) سكر الكلوكوز .

2- خزن الطاقة الكيميائية المشتقة من الكاربوهيدرات على شكل مركبات غنية بالطاقة ATP، GTP .

3- خزن الكاربوهيدرات في النباتات على شكل نشا وفي الحيوانات على شكل كلايكوجين (نشأ حيواني Glycogen)

4- تشكيل الهيكل البنائي لجسم النبات على شكل سليلوز .

5- إعطاء المذاق الحلو للأغذية .

6- تدخل في الصناعات الورقية ، والأقمشة.

7- تدخل في تركيب بعض مكونات الخلية مثل الفيتامينات ، مساعدات الانزيمات ، الحوامض النووية .

8- تدخل في تركيب فصائل الدم .

9- تدخل في تركيب أغشية الخلايا على شكل :-

دهون سكرية Glyco lipids

بروتينات سكرية Glyco proteins حيث يقع الجزء السكري منها خارج سطح الغشاء البلازمي .