الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

الأكاديمية العربية الدولية

المقررات الجامعية

www.aiacademy.info | care@aiacademy.info

١.١. كيمياء السكريات

تعتبر كل من السكريات، الدهون والبروتينات بمثابة المواد الأساسية لجسم الكائن الحي.

فحين مقارنتها مع الدهون والبروتينات تمثل المواد الكربوهيدراتية (السكرية) نسبيا أكثر المواد العضوية توفرا في الخلايا.يمكن تعريف الكربوهيدرات بالسكريات (saccharides) والأخيرة مشتقة من اليونانية وتعني المذاق الحلو.

وكيمياء المواد الكربوهيدراتية بالتعريف: هي تلك المركبات التي تحوي في تركيبها فضلا عن الكربون على كل من الهيدروجين والأكسجين بنسبة2: 1.

إن الصيغة العامة للسكريات هي: $CnH2nOn$ ولكن هناك بعض السكريات تشذ عن هذه القاعدة مثل(الرايبوز المنقوص الأكسجين والسوربيتول)،حيث تمت المحافظة على الصيغة العامة كدليل لتعريف المواد الكربوهيدراتية.

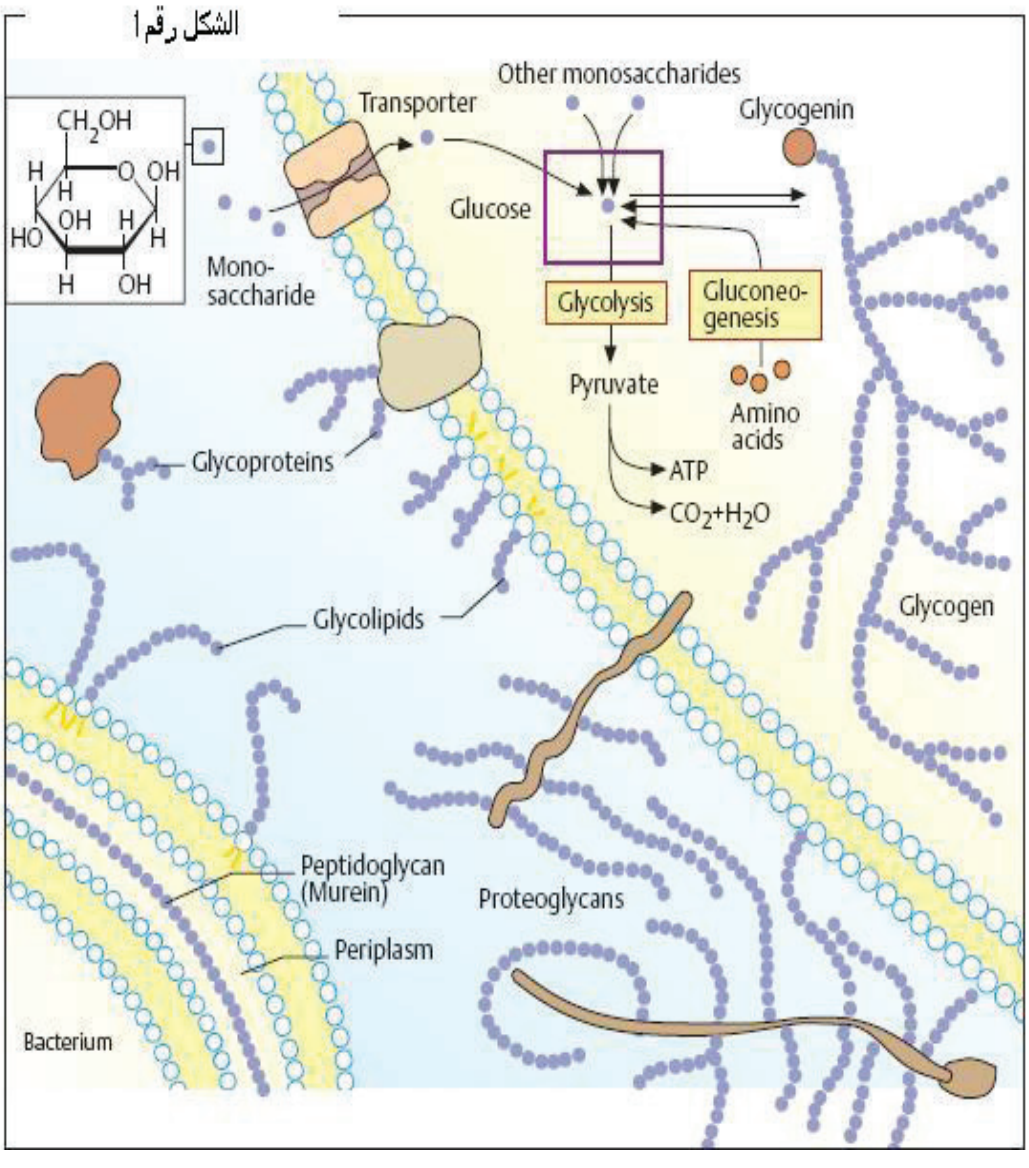
هناك بعض المواد السكرية تحتوي على النتروجين أو الكبريت مثل(جلوكوز أمين)و(الهيبارين). وأخير وليس أخرا يمكن تعريف السكريات بدقة: هي ألدهيدات أو كيتونات لكحولات عديدة الهيدروكسيل أو بمعنى أخر(هي عبارة عن تكاثف جزيئات من السكريات البسيطة لتكوين سكريات قليلة التعدد وسكريات عديدة مثل النشاء والغليكوجين.

للسكريات مصدرين:

الأول نباتي،والثاني حيواني وهي تتواجد في المصادر النباتية أكثر من تواجدها في المصادر الحيوانية، ففي النباتات تشكل ٨٠-٩٠٪ من وزن النسيج الجاف وتدخل في تركيب المواد الادخارية والجدر الخلوية، بينما في المصادر الحيوانية (دم؛بول؛حليب) فكميتها قليلة جدا وتتركز على هيئة سكر متعدد يسمى الغليكوجين الذي يوجد بشكل أساسي في الكبد والعضلات.

في الشكل رقم (١) أوردنا آلية دخول الغلوكوز في عمليات الأستقلاب المختلفة (الأكسدة اللاهوائية للسكريات والتحول الى البيروفيك ومن ثم تحول الغلوكوز الى ثاني أوكسيد الكربون والماء والطاقة من خلال دورة الأحماض ثلاثية الكربوكسيل وكذلك دور الأحماض الأمينية في دورة أستحداث السكر ودور الغلوكوز في بناء الغليكوجين المخزن بكل من الكبد والعضلات).

بالإضافة الى ذلك يوضح الشكل المذكور أعلاه دور البروتينات السكرية والليبيدات السكرية في بنية الخلية الحية.



يمكننا تقسيم المواد الكربوهيدراتية على ثلاث مجموعات رئيسية هي:

١ـ السكريات البسيطة (Monosacchrides)

٢ـ السكريات الثنائية والقليلة التعدد (Di-and oligosaccharides)

٣ـ السكريات الكثيرة التعدد (polysacchrides).

تصنف السكريات البسيطة حسب عدد ذرات الكربون الداخلة في تركيب جزيئتها إلى: سكاكر ثلاثية ورباعية وخماسية وسداسية...الخ، لكن أهمها السكريات الخماسية والسكريات السداسية.

إن الرمز العام لهذه المجموعات هو:

١ـ ترايوزات (سكريات ثلاثية) C3H6O3

٢- تتروزات (سكريات رباعية) $C_4H_8O_4$

٣- بنتوزات (سكريات خماسية) $C_5H_{10}O_5$

٤- هكسوزات (سكريات سداسية) $C_6H_{12}O_6$

تعد السكريات البسيطة من الأهمية بمكان، كونها تدخل في تفاعلات الإستقلاب (هدم وبناء) بهدف إنتاج الطاقة، بالإضافة الى وجودها بحالة نقية وبحالة مرتبطة دورها في تركيب الحموض الأمينية والحموض النووية والدهون.

السكريات الثنائية والقليلة التعدد يمكننا الحصول عليها مباشرة من الطعام أو بشكل غير مباشر من خلال عمليات الهدم الأنظيمي للسكريات كثيرة التعدد مثل النشاء.

تمثل السكريات العديدة الشكل الادخاري للمواد الكربوهيدراتية (نشاء؛ جليكوجين)، ولها دور هام في الحماية وتكوين الألياف والأربطة وجدر الخلايا عند النباتات والحيوان مثل(السيللوز والكيتين).

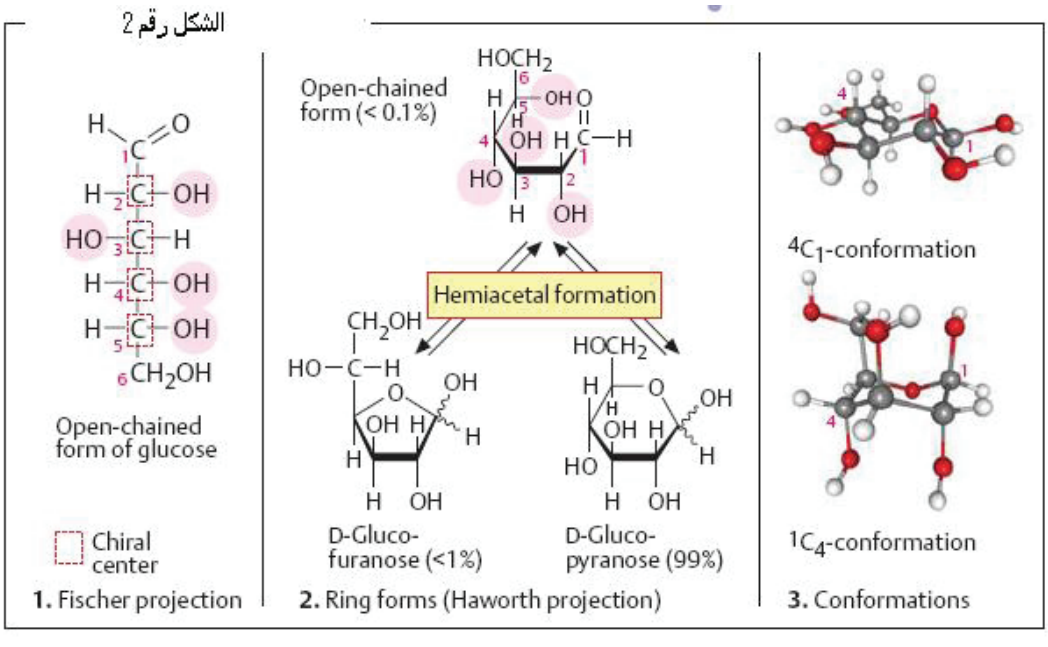
يتم انتقال المواد الكربوهيدراتية بين الخلايا وإلى أجزاء الجسم المختلفة عند الثدييات على هيئة السكر البسيط جلوكوز، في حين عند النباتات على هيئة السكر الثنائي سكروز وبوساطة اللحاء.

١. ٢. السكريات البسيطة:

أبسط أفراد هذه المجموعة هو السكر الألدهيدي جليكول $CH_2OH\text{-}CHO$

من السكريات الحاوية على ثلاث ذرات من الكربون نذكر الجليسر ألدهيد وثنائي هيدروكسي أسيتون، هذان المركبان هما نواتج أكسدة الغليسرين في موقعين مختلفين.

الشكل رقم 2



من أفراد السكريات الألدهيدية الحاوية على أربع ذرات من الكربون كل من: الأرثروز والتريوز وكذلك الأريثريولوز (سكر كيتوني).

المشتقات الفوسفورية لهذه السكريات تعد من المركبات الانتقالية الهامة في عمليات التركيب الضوئي عند النباتات وكذلك من نواتج إستقلاب الجلوكوز-٦-فوسفات عبر دورة البنتوز الفوسفاتي.

من الناحية الكيميائية يمكن اعتبار الأرثروز والتريوز على أنها سكريات ألدهيدية رباعية مشتقة من الجليسر ألدهيد وذلك بإضافة ذرة كربون غير متناظرة.

أهم أفراد السكريات الخماسية: الرايبوز والأرابينوز والأكسلوز والليكسوز والرايبوز منقوص الأكسجين.

و يجب الإشارة إلى أن كل من الرايبوز والرايبوز منقوص الأوكسجين لها أهمية كبرى، حيث تدخل في تركيب النكليوتيدات الحرة وكذلك الأحماض النووية والكوانظيمات، بينما يدخل الأكسيلوز في تكوين السكريات العديدة ذات المصدر النباتي.

تشتق السكريات الخماسية من السكريات الرباعية وذلك بإضافة ذرة كربون واحدة غير متناظرة.

من أهم أنواع السكريات البسيطة التي تصادف بصورة حرة وتحتوي على ست ذرات كربون نذكر: الجلوكوز والجالاكتوز والفركتوز والمانوز.

تعتبر السكريات السابقة ما عدا الفركتوز من السكريات الألدهيدية.

يدخل الجلوكوز(الشكل رقم ٢) في تكوين السكريات الثنائية مثل (السكروز والمالتوز واللاكتوز) وبعض أنواع السكريات العديدة مثل (السللوز والنشاء والجليكوجين).

يوجد الجلوكوز في بلازما بالدم بنسبة ٨٠-١٢٠مغ/١٠٠مل.

يدخل سكر الجالاكتوز بشكل أساسي في تكوين سكر الحليب (اللاكتوز) والسيربروزيدات والسكر الثلاثي رافينوز والسكر المتعدد أجار، أما بالنسبة لسكر المانوز فهو يدخل في تكوين الجليكوبتيد والبروتوجلوكانين (الشكل رقم١).

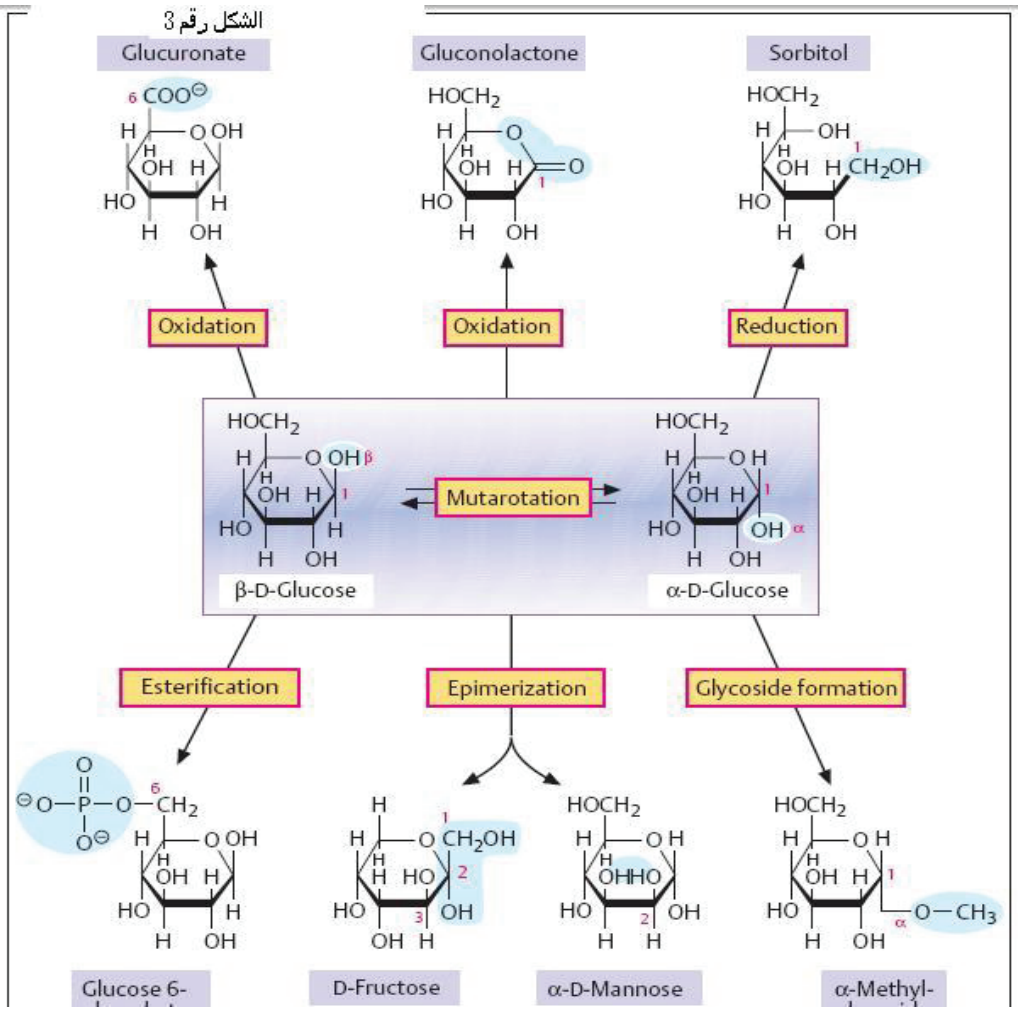
يعتبر سكر الفركتوز(سكر كيتوني) من أحلى السكريات ويدخل في تركيب السكر الثنائي سكروز والسكر المتعدد أنولين ونسميه سكر الفواكه.

من خواص السكريات البسيطة: ذات مذاق حلو وجميعها ذوابة بالماء وذات فعالية ضوئية تجاه الضوء المستقطب أي أنها تملك القدرة على حرف شعاع الضوء المستقطب باتجاه عقارب الساعة(+) أو عكس تجاه عقارب الساعة(-). هذا وقد لوحظ أن معظم السكريات البسيطة هي من السكاكر يمينية الدوران. وقد أتفق العلماء أن يكتب المركب السكري اليميني (D) على صفحة الدفتر؛ بحيث تكون ذرة الهيدروجين الموجودة على ذرة الكربون ما قبل الأخيرة إلى جهة اليسار في حين تكون مجموعة الهيدروكسيل إلى جهة اليمين.أما بالنسبة (L) فالأمر على عكس هذا (الشكل رقم ٢ حسب طريقة فيشر).

من خلال التقارب ما بين ذرة الكربون ١ و٥ للسكريات الألدهيدية و٢ و٥ للسكريات الكيتونية ينشأ الشكل البرانوزي للسكريات الألدهيدية (الشكل رقم٣) والشكل الفيرانوزي للسكريات الكيتونية.

لقد أوردنا بالشكلين رقم٣ و٤ الصيغ لمجموعة من السكريات البسيطة، حيث وضح الشكل رقم ٣ التحول الدوري مابين المركب الفاد-جلوكوز وبيتاد-جلوكوز وقدرة الغلوكوز على الأكسدة (جلوكورونات وجلوكونولاكتون) والأختزال، أضف الى ذلك قدرة السكريات البسيطة على تكوين المشتقات الفوسفورية والارتباط مع الكحول الميثيلي.

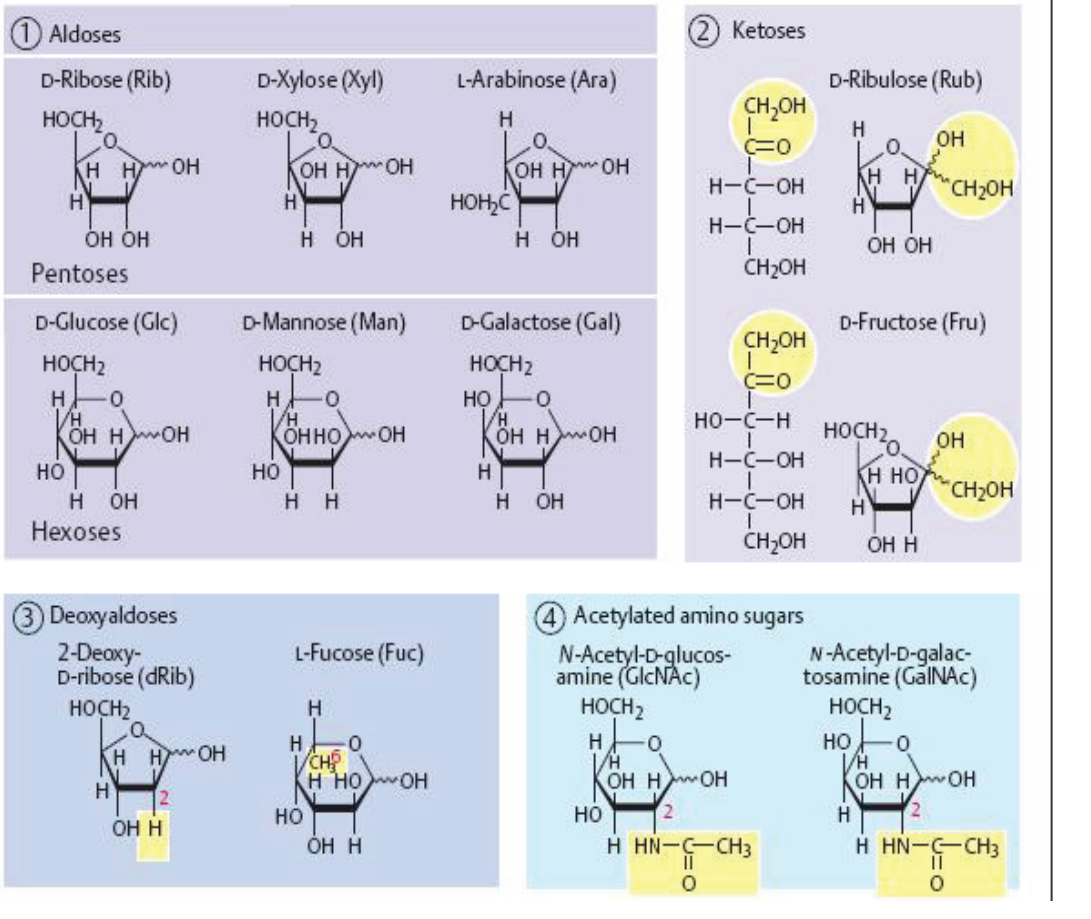
الشكل رقم 3

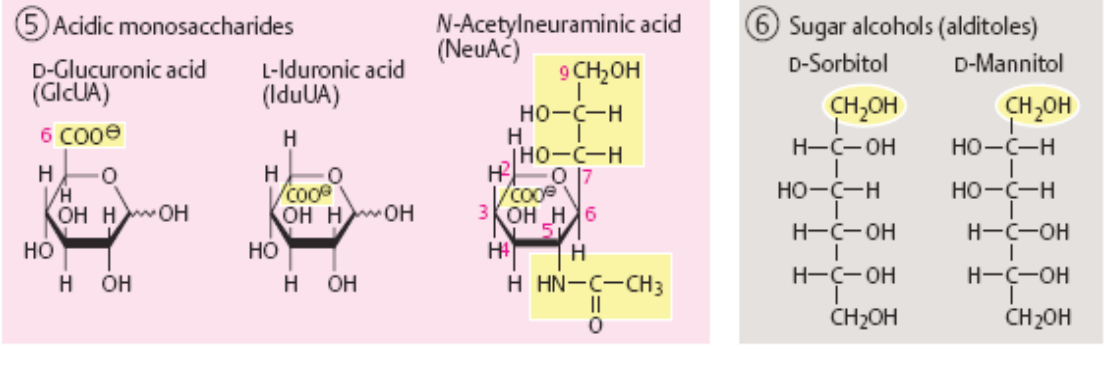


وقد لوحظ وجود الصورة من النوع ألفا وذلك عند تحضير الجلوكوز الصلب بطريقة التبلور من الماء، بينما يعطي التبلور من حمض الخليك الصورة بيتا.

وضح هذا الشيء من خلال ميلان السكريات إلى تكوين مركبات حلقية تدعى بالهيمي أسيتال. والوصول إلى حالة الاتزان بين الصورتين في المحلول يعرف بالتحول الدوري (الشكل رقم ٣).

الشكل رقم 4

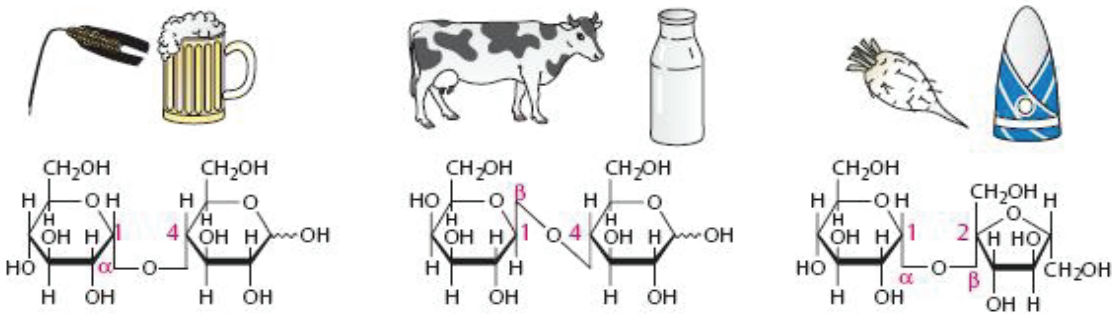




الصورتين الفا وبيتا للجلوكوز أو غيره من السكريات السداسية البسيطة هما مماكبان ضوئيان لكن أحدهما ليس صورة بالمرآة للأخر أي أنهما ليسا زوجا ضوئيا لكنهما يرتبطان بعلاقة من النوع diastereomers. السبب في ذلك اختلافهما في التوزيع الفراغي حول ذرة الكربون الجديدة وهي ذرة الكربون رقم واحد.

وبما أن الصورة الحلقية للألدهكسوزات أصبحت تحتوي خمس ذرات كربون غير متناظرة فهذا يعني ارتفاع عدد المماكبات الضوئية إلى ٣٢ مماكبا أي ١٦ زوجا ضوئيا فخيال المركب ألفادـجلوكوز هو المركب ألفاـلـجلوكوز.

الشكل رقم 5 –



١.٣. خواص السكريات الأحادية:

أولا: تكوين الرابطة الجليكوزيدية (السكريات الثنائية):

تتمتع مجموعة الهيدروكسيل المرتبطة بذرة الكربون رقم واحد أو إثنين بالنسبة للسكريات الألدهيدية والكيتونية الموجودة بالشكل المغلق على الترتيب بقدرة عالية على التفاعل (يعرف بالهيدروكسيل نصف أسيتالي أوبالهيدروكسيل الجليكوزيدي)، فقد يرتبط مع بعضة البعض لتتكون السكريات الثنائية غير المرجعة (السكروز) وقد يرتبط مع هيدروكسيل كحولي لسكر مجاور، مما يؤدي الى تشكيل السكريات المرجعة (الشكل رقم ٥)، مثل المالتوز واللاكتوز.

ثانيا: أثر الأحماض المعدنية:

عند تسخين السكريات البسيطة الخماسية والسداسية مع حمض معدني قوي مثل حمض الكبريت تتحول السكريات الى مركبات الفورفورال وهيدروكسي ميتيل فورفورال، حيث تعطي بوجود النفتولات مركبات ملونة.

تعرف السكريات قليلة التعدد بأنها تلك المركبات التي تعطي عند تحليلها مائيا من اثنين إلى تسعة وحدات من السكريات البسيطة.

أكثر أنواع السكريات القليلة التعدد انتشارا في الطبيعة هي السكريات الثنائية.

تتكون السكريات الثنائية من ٢ مول من السكريات البسيطة (الشكل رقم ٥). يتكون سكر المالتوز من مولين من السكر السداسي البسيط جلوكوز، بحيث تقع الرابطة ما بين الهيدروكسيل الجليكوزيدي للسكر الأول والهيدروكسيل الكحولي على ذرة الكربون رقم أربعة من المول الثنائي لسكر الجلوكوز ويعرف باسم الفاـ١،٤ـ جلوكوبرانوزيدـجلوكوبيرانوز واختصارا: الفاـ١،٤ـجلوكوزيل جلوكوز.

يتصف المالتوز بخواص إرجاعية نظرا لإحتواء المول الثاني من سكر الجلوكوز على مجموعة جليكوزيدية حرة، ومجموعة الهيدروكسيل هذه يمكن أن توجد إما بالصورة الأنوميرية ألفا أو بصورة بيتا.

يتكون سكر السكروز من مول واحد من المركب ألفا-جلوكوز ومول أخر من المركب بيتا-فركتوز.

ومن مميزات سكر السكروز احتوائه على الرابطة ثنائي الكاربونيل، ويعني هذا انشغال مجاميع الهيدروكسيل الجليكوزيدي بالإتحاد من خلال ارتباط الهيدروكسيل الجليكوزيدي لذرة الكربون رقم واحد بالنسبة لسكر الجلوكوز مع ذرة الكربون رقم اثنين بالنسبة لسكر الفركتوز. وتختفي القدرة الأرجاعية للسكروز نظرا لمشاركة مجموعتي الهيدروكسيل الجليكوزيدي في عملية الارتباط.

من السكريات الثنائية الهامة أيضا سكر اللاكتوز، والذي يعرف باسم سكر الحليب و يحتوي على رابطة من النوع ١،٤-بيتا-جالاكتوزيل جلوكوز.

من مواصفات هذا السكر اتصافه بالقدرة الإرجاعية.

يمكن الحصول على المالتوز من القناة الهضمية من خلال هدم السكريات المتعددة (الجليكوجين والنشاء) و نحصل على سكر السكروز من الطعام مباشرة، حيث يتواجد في القصب والشوندر السكري.