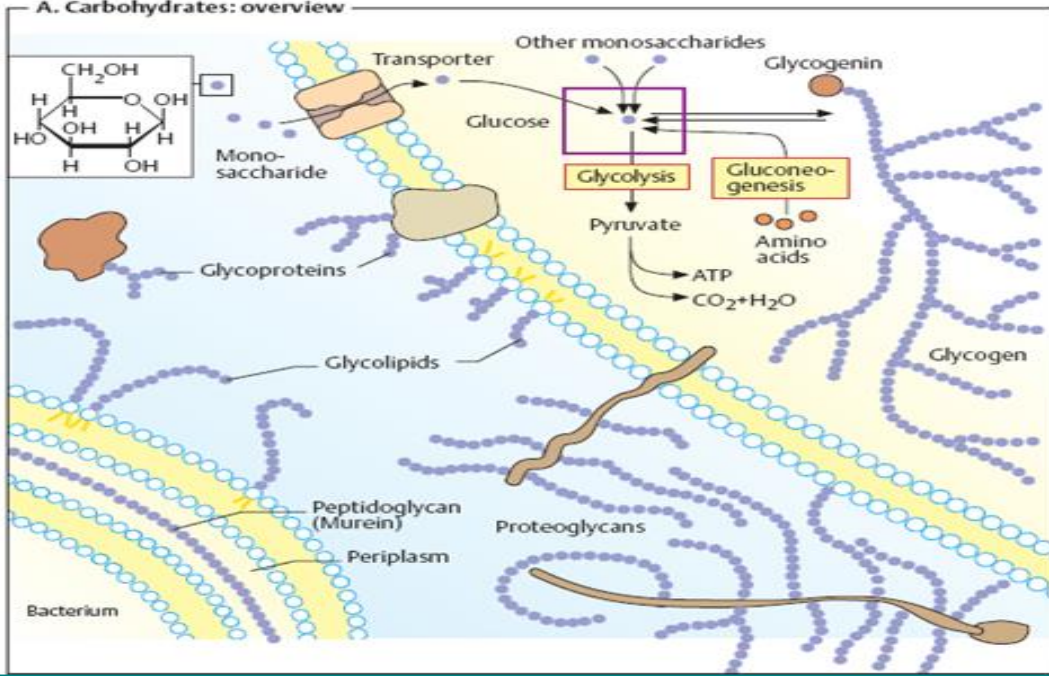


جامعة حماة
كلية الطب البيطري

كيمياء حيوية 1
المحاضرة الثانية
السنة الثانية – فصل أول
د اياد عثمان

Carbohydrate Saccharides



تعتبر كل من السكريات والدهون 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) و الأخيرة 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 بنسبة 2:1 ..

- إن الصيغة العامة للسكريات هي: $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_n$ ولكن هناك بعض السكريات تشذ عن هذه القاعدة مثل (الرايبوز المنقوص الأكسجين و السوربيتول)

- ولكن 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 آخراً
- يمكن تعريف السكريات بدقة بالتعريف التالي: هي ألدهيدات أو كيتونات لكحولات عديدة الهيدروكسيل.

-إن للسكريات مصدرين :

- الأول: نباتي: وهي تتواجد في المصادر النباتية أكثر منه في الحيوانية ففي النباتات تشكل 80-90% من وزن النسيج الجاف وتدخل في تركيب المواد الادخارية والجدر الخلوية.
- بينما الثاني: حيواني وتتواجد في المصادر الحيوانية (دم، بول، حليب) فكميتها قليلة جداً وتتركز على هيئة سكر متعدد يسمى الغليكوجين الذي يوجد بشكل أساسي في الكبد والعضلات...

يمكننا تقسيم المواد الكربوهيدراتية على ثلاث مجموعات رئيسية هي:

- 1-السكريات البسيطة (MONOSACCHARIDES)
- 2-السكريات الثنائية (di-and oligosaccharides)
- 3-السكريات الكثيرة التعدد (polysacchrides).

تصنف السكريات البسيطة حسب عدد ذرات الكربون الداخلة في تركيب جزيئتها إلى:
سكاكر ثلاثية، سكاكر رباعية، خماسية، سداسية...
لكن أهمها السكريات الخماسية والسكريات السداسية. إن الرمز العام لهذه المجموعات هو:

- ترايوزات (سكريات ثلاثية) $C_3H_6O_3$
- تتروزات (سكريات رباعية) $C_4H_8O_4$
- بنتوزات (سكريات خماسية) $C_5H_{10}O_5$
- هكسوزات (سكريات سداسية) $C_6H_{12}O_6$

تعد السكريات البسيطة هامة في الكيمياء الحيوية لأنها تدخل في تفاعلات الاستقلاب (هدم وبناء) بهدف إنتاج الطاقة.

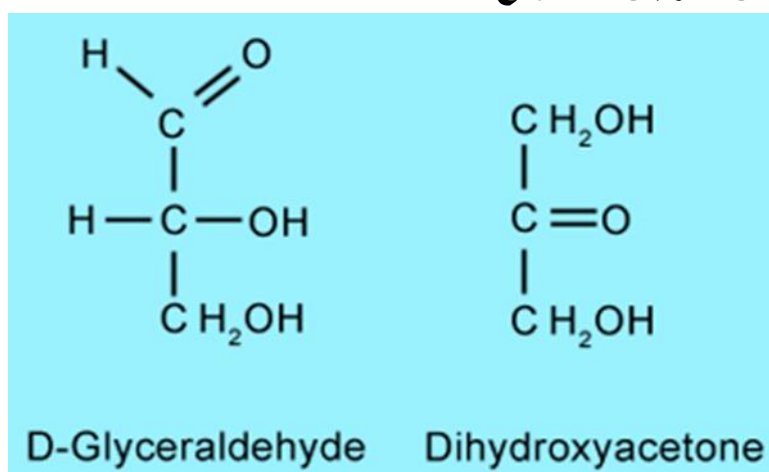
وقد وجدت بحالة نقية وبحالة مرتبطة، وللسكريات البسيطة دور في تركيب الحموض الأمينية والحموض النووية والدهون.

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

السكريات الكثيرة التعدد تمثل الشكل الادخاري للمواد الكربوهيدراتية (نشاء، جليكوجين) ولها دور هام في الحماية وتكوين الألياف والأربطة وجدر الخلايا عند النباتات والحيوان مثل (السيللوز والكيوتين). عند الثدييات يتم انتقال المواد الكربوهيدراتية بين الخلايا وإلى أجزاء الجسم المختلفة على هيئة سكر بسيط (جلوكوز)، ولكن عند النباتات على هيئة السكر الثنائي (سكروز) بوساطة اللحاء..

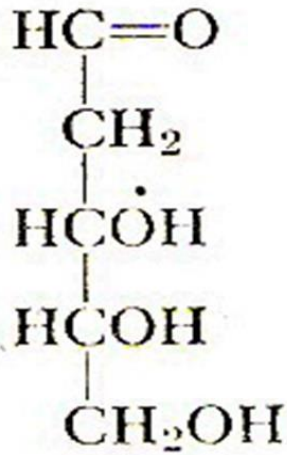
• السكريات البسيطة:

- أبسط أفراد هذه المجموعة هو السكر الألدهيدي جليكول $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHO}$
- ومن السكريات الحاوية على ثلاث ذرات من الكربون نذكر الجلسرألدهيد وثنائي هيدروكسي أسيتون. هذان المركبان هما نواتج أكسدة.



- ومن أفراد السكريات الألدهيدية الحاوية على أربع ذرات من الكربون كل من: الأرتروز و التريوز وكذلك الأريثريولوز (سكر كيتوني)
- من الناحية الكيميائية يمكن اعتبار الأرتروز والتريوز على أنها سكريات ألدهيدية رباعية مشتقة من الجليسر ألدهيد وذلك بإضافة ذرة كربون غير متناظرة.
- ان المشتقات الفوسفورية لهذه السكريات تعد من المركبات الانتقالية الهامة في عمليات التركيب الضوئي عند النباتات.

- ومن أهم أفراد السكريات الخماسية: الرايبوز، الأرابينوز، أكسلوز، ليكسوز، والرايبوز منقوص الأكسجين.



الريبوز المنقوص
الاوكسجين - D



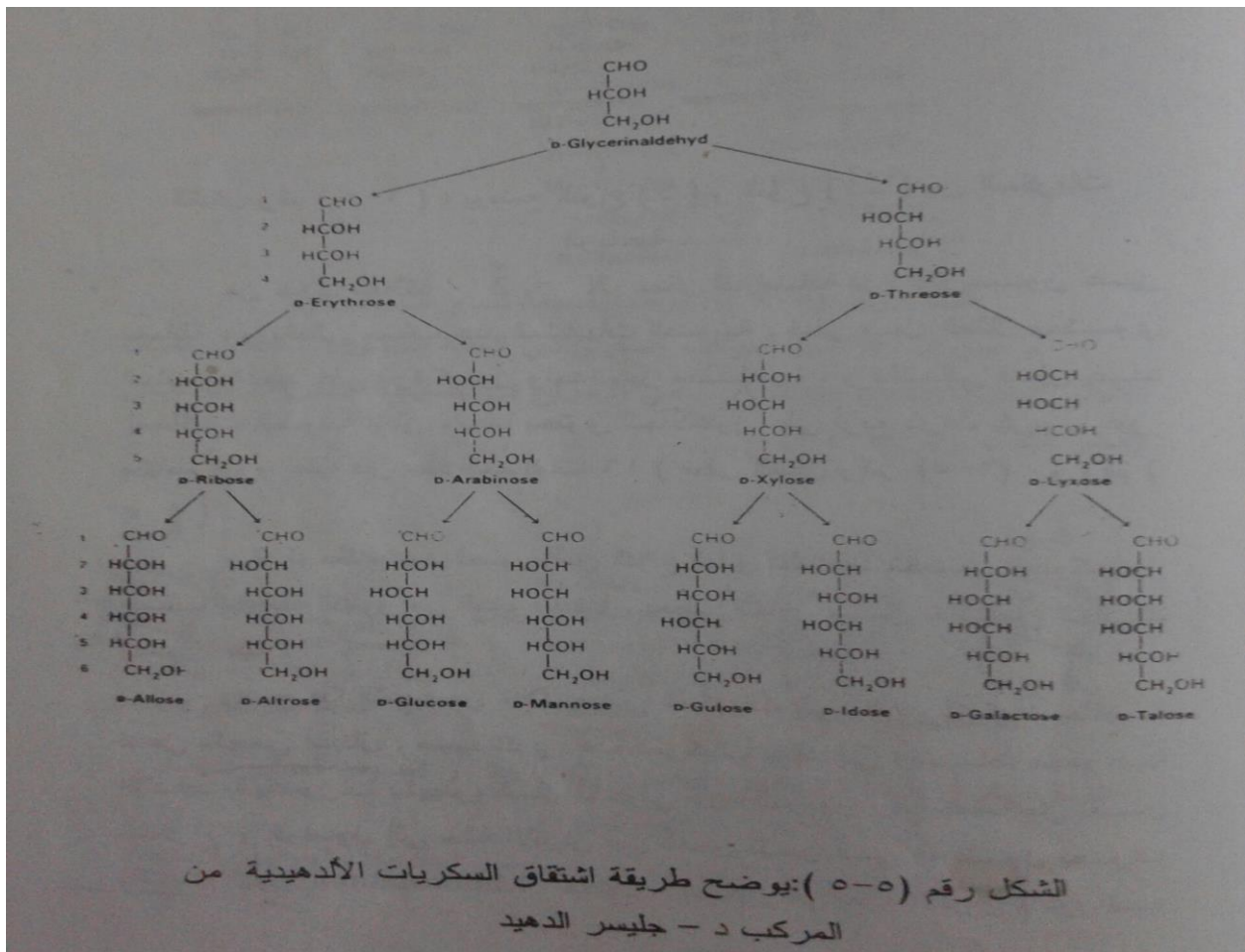
الريبوز - D

- إن جميع هذه السكاكر التي ذكرت هي من النوع الألدوزي مع الأخذ بعين الاعتبار وجود سكريات خماسية من النوع الكيتوزي مثل: ريبيلوز والأكسيلوز.
- ويجب الإشارة إلى أن كل من الرايبوز والرايبوز منقوص الأوكسجين لها أهمية حيث تدخل في تركيب النكليوتيدات الحرة وكذلك الأحماض النووية والكوانظيمات.
- بينما الأكسيلوز يدخل في تكوين السكريات العديدة ذات المصدر النباتي.
- إن السكريات الخماسية تشتق من السكريات الرباعية وذلك بإضافة ذرة كربون واحدة غير متناظرة.

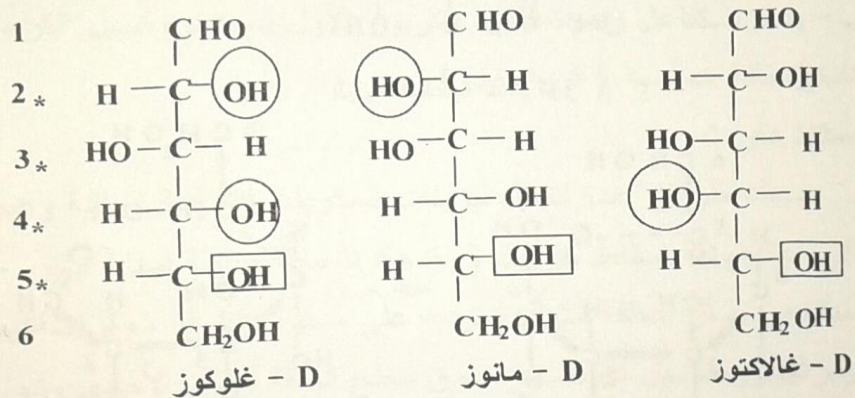
- ومن أهم أنواع السكريات البسيطة التي تصادف بصورة حرة وتحتوي على ست ذرات كربون نذكر:

الجلوكوز-الجالاكتوز-الفركتوز-المانوز.

تعتبر السكريات السابقة ما عدا الفركتوز من السكريات الألهيدية .

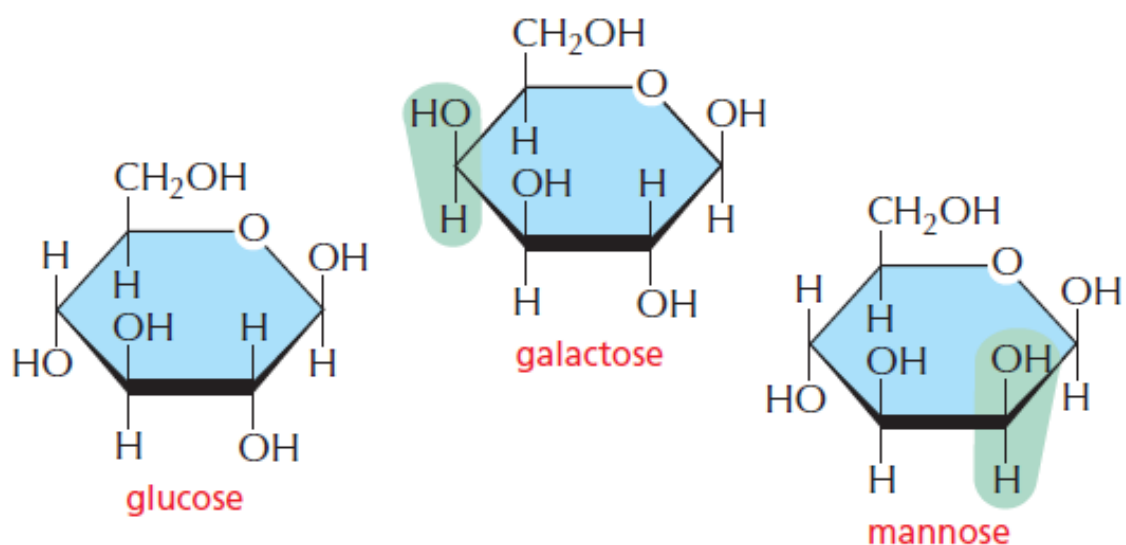


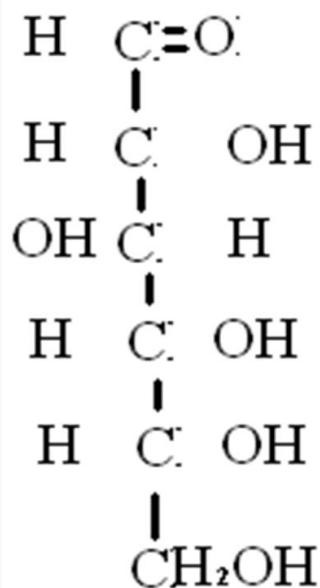
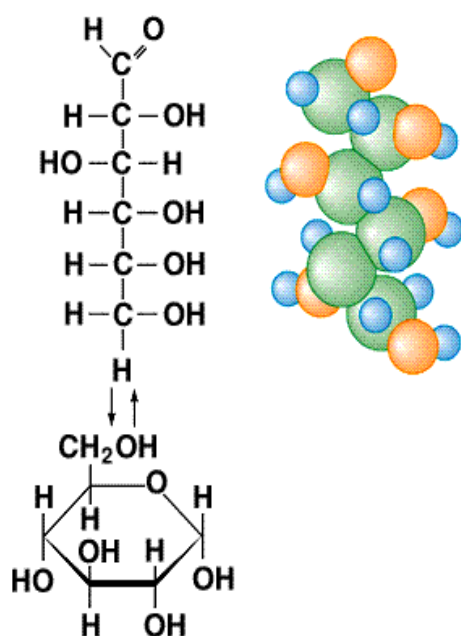
- الجلوكوز يدخل في تكوين السكريات الثنائية مثل (السكروز-المالتوز-اللاكتوز) وبعض أنواع السكريات الثنائية مثل (السللوز-النشاء-الجليكوجين). يوجد الجلوكوز بالدم بنسبة 80-120 مغ/100 مل.
- سكر الجالاكتوز يدخل بشكل أساسي في تكوين سكر الحليب (اللاكتوز) والسيريروزيدات والسكر الثلاثي رافينوز والسكر المتعدد أجار.
- أما بالنسبة لسكر المانوز فهو يدخل في تكوين الجليكوببتيد و البروتوجلوكانين.
- سكر الفركتوز (سكر كيتوني) وهو من أحلى السكريات ويدخل في تركيب السكر الثنائي سكروز والسكر المتعدد أنولين ونسميه سكر الفواكه.



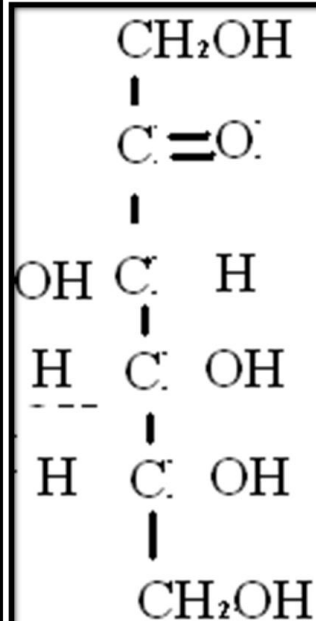
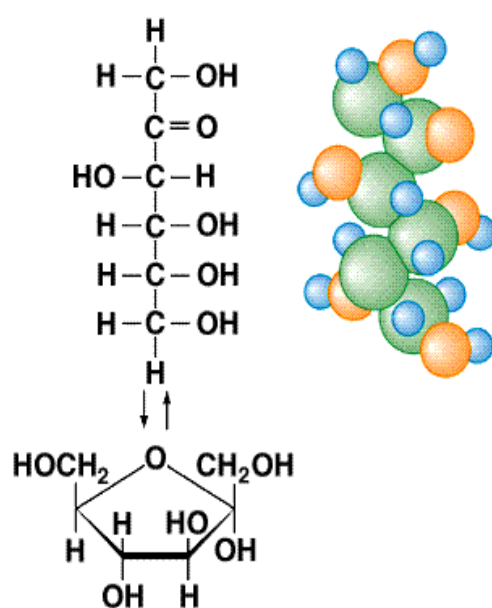
الشكل (٢ - ٤) إبيمرات الغلوكوز

glyceraldehyde	dihydroxyacetone
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$





الغلوكوز D



الفركتوز D

• خواص السكريات البسيطة :

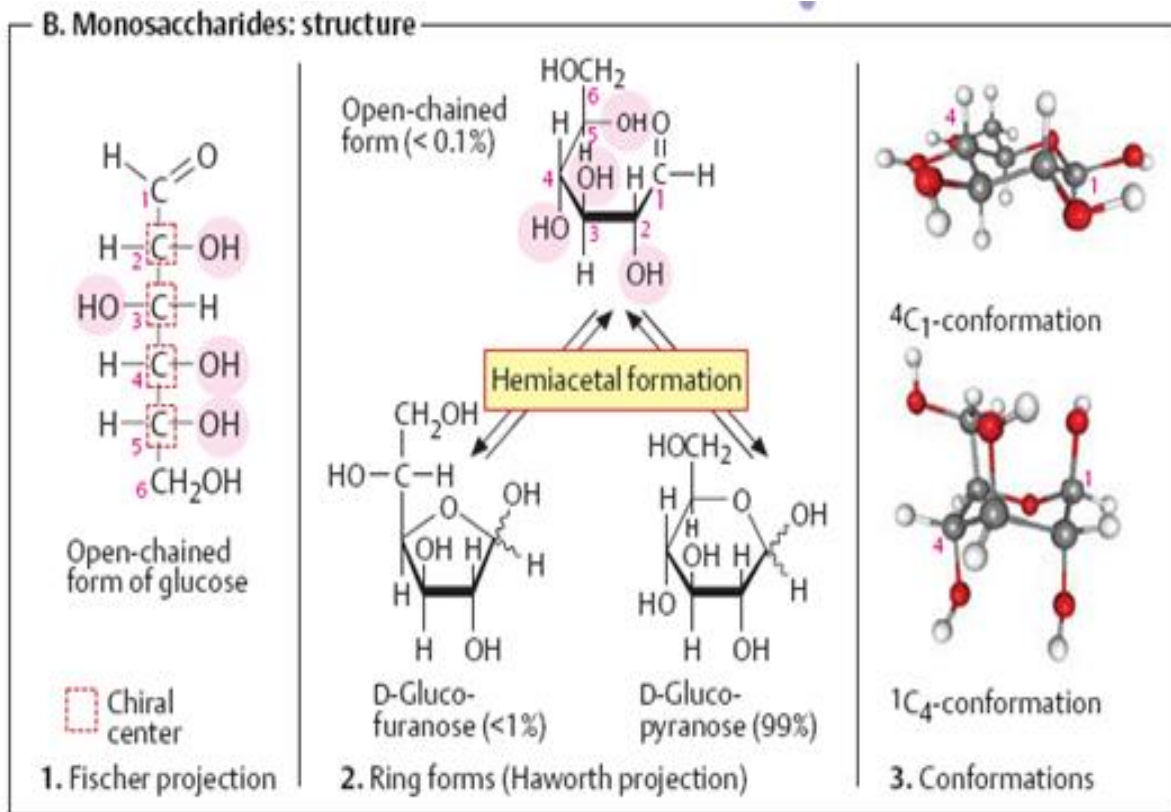
ذات مذاق حلو

جميعها ذوابة بالماء

ذات فعالية ضوئية تجاه الضوء المستقطب أي أنها تملك القدرة على حرف شعاع الضوء المستقطب باتجاه عقارب الساعة (+) أو عكس اتجاه عقارب الساعة (-).

• وقد لوحظ أن معظم السكريات البسيطة هي من السكاكر يمينية الدوران ..

• ملاحظة: 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 التالي يوضح ذلك:



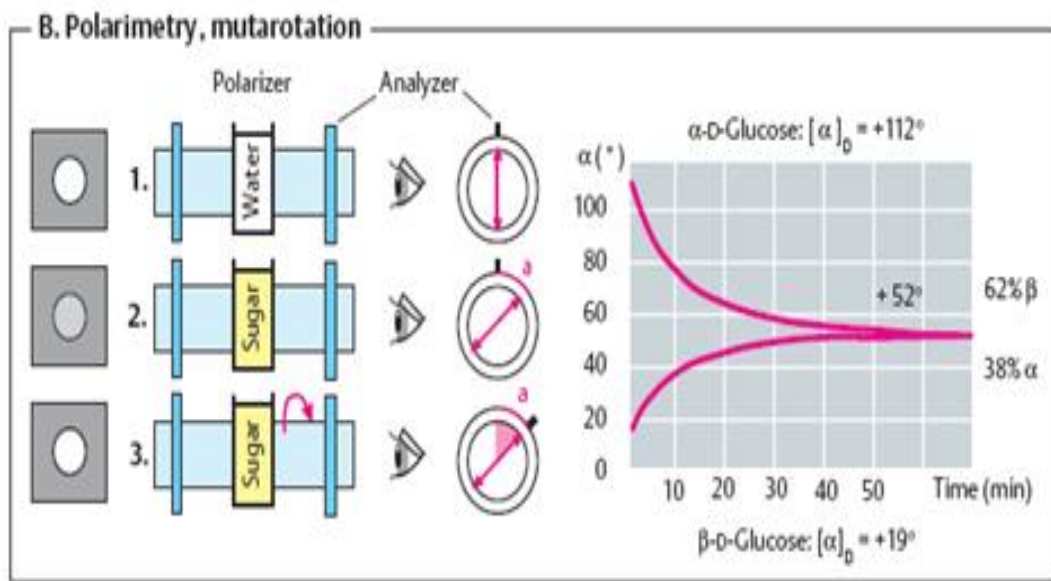
ومن خلال العلاقة ($X=2^n$) يمكننا إضافة ذرة كربون غير متماثلة وبالتالي حساب عدد المشابهات الضوئية.

مثال: يحتوي الجليسر ألدهيد على ذرة كربون واحدة غير متناظرة ومن عدد المماكبات الضوئية إثنين بينما يحتوي الجالاكتوز على أربع ذرات كربون غير متناظرة وعليه فإن عدد المماكبات هو 16.

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

وضّح هذا الشيء من خلال ميلان السكريات إلى تكوين مركبات حلقية تدعى بالهيمي أسيتال. سبب تكوين هذه المركبات عائد إلى ارتباط مجموعة الألدريد بالهكسوزات بالهيدروكسيل الكحولي لذرة الكربون رقم خمسة من نفس السكر.

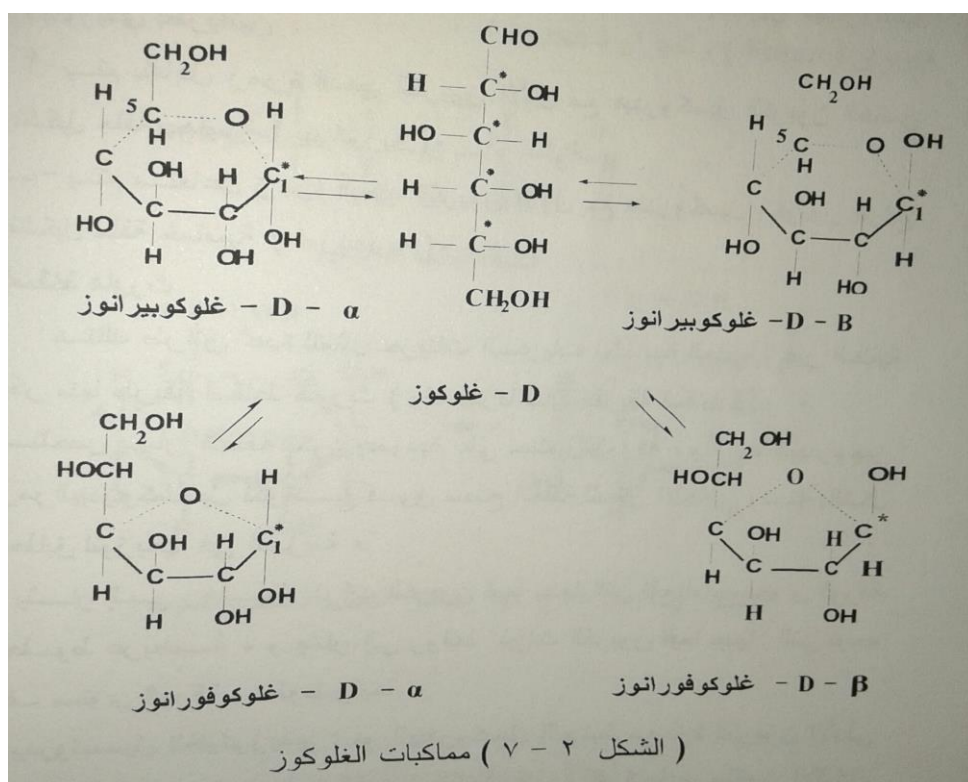
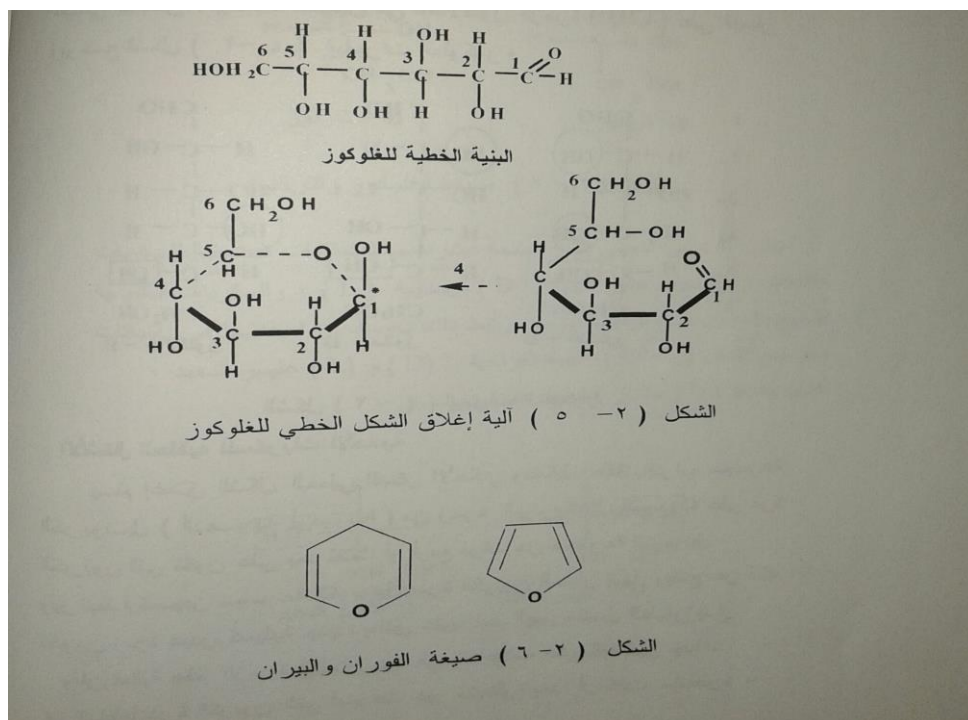
والوصول إلى حالة الاتزان بين الصورتين في المحلول يعرف بالتحول الدوري. مثال: محلول الجلوكوز في حالة الاتزان دورانه النوعي 52.5 مؤلف من الصورة ألفا بنسبة 38% والصورة بيتا بالنسبة 62%



Koolman, Color Atlas of Biochemistry, 2nd edition © 2005 Thieme
All rights reserved. Usage subject to terms and conditions of license.

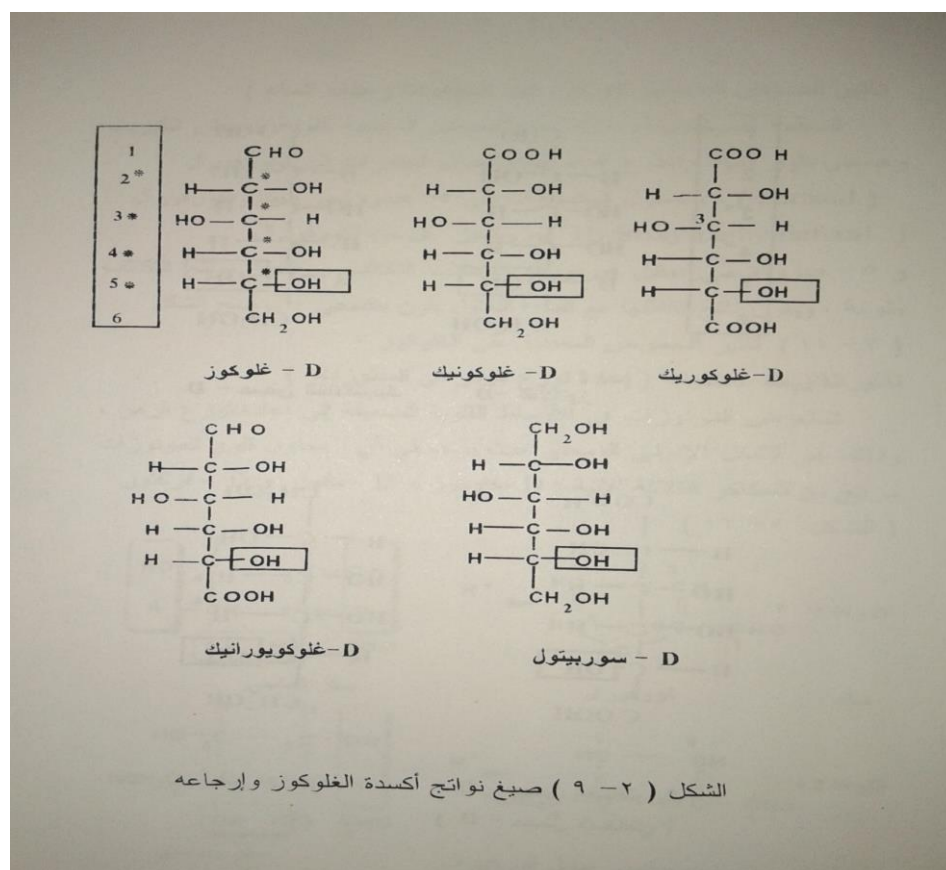
- ويجب علينا الإشارة إلى أن الرايبوز والرايبوز المنقوص الأكسجين له أهمية في تركيب النيكلوتيدات الحرة وكذلك الأحماض النووية و الكوانظيمات .
- بينما يدخل الأكسيلوز في تكوين السكريات العديدة ذات المصدر النباتي.
- الصورتين ألفا وبيتا للجلوكوز أو غيره من السكريات السداسية البسيطة هما مماكبان ضوئيان لكن أحدهما ليس صورة بالمرآة للأخر أي أنهما ليسا زوجا ضوئيا لكنهما يرتبطان بعلاقة من النوع **diastereomers** والسبب في ذلك اختلافهما في التوزيع الفراغي حول ذرة الكربون رقم واحد.

- وبما أن الصورة الحلقية للألدوهكسوزات أصبحت تحتوي خمس ذرات كربون غير متناظرة فهذا يعني إرتفاع عدد المماكبات الضوئية إلى 32 ممكبا أي 16 زوجا ضوئيا فخيال المركب ألفا-د-جلوكوز هو المركب ألفا-ل-جلوكوز.
- هذا وقد لوحظ بأن السكاكر السداسية الألدوزية والكتوزية تكون موجودة بالشكل البيرانوزي غالبا بينما السكاكر الخماسية تميل إلى الشكل الفيرانوزي.



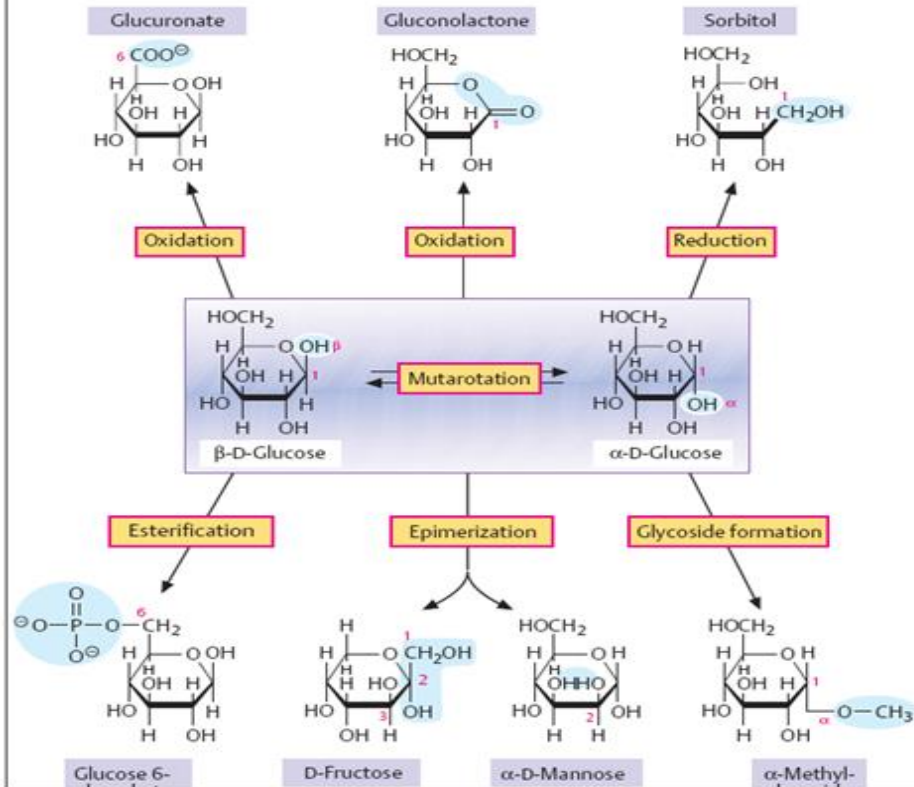
نتائج أكسدة السكريات البسيطة وتكوين المشتقات:

- تؤثر كلا من المؤكسدات الضعيفة والقوية في السكريات البسيطة فالجلوكوز مثلاً وتحت تأثير المؤكسدات الضعيفة يتحول إلى حمض جلوكونيك وتحت تأثير المؤكسدات القوية إلى حمض جلوكوسكاريك والذي يوجد لدى بعض السكريات العديدة .
- ومن الأمثلة على عمليات الأكسدة نذكر تحول الجلوكوز إلى المركب 6-فوسفو حمض جلوكونيك من خلال دورة البنتوز الفوسفاتي.



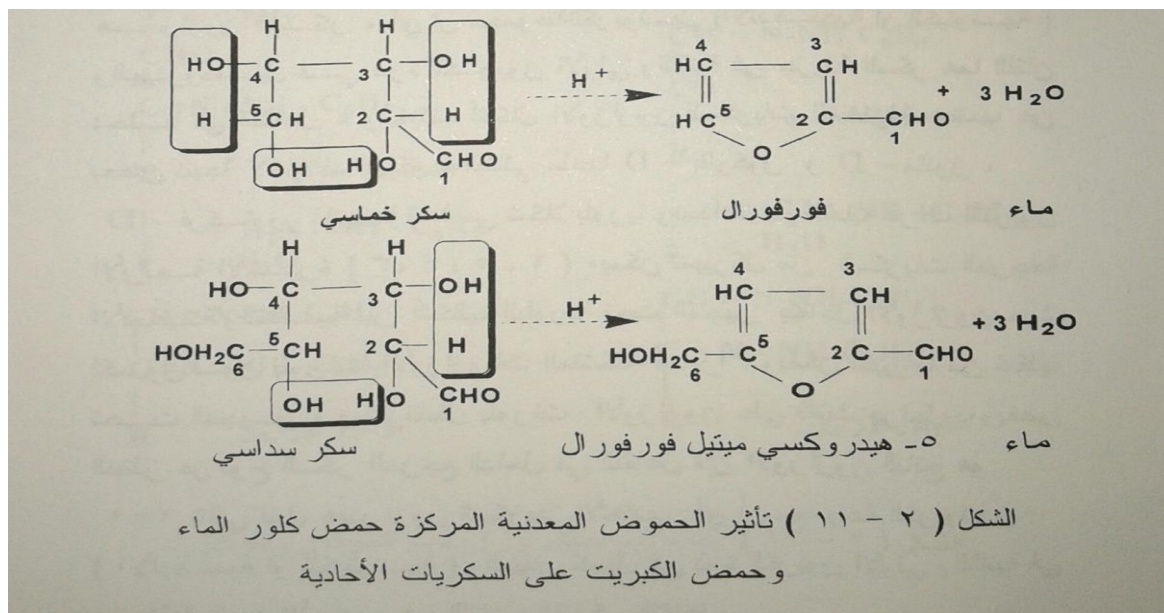
- بالنسبة لسكر الجالاكتوز يتأكسد مخرباً أيضاً ليعطي الجالاكتونيك والجالاكتوسكاريك والذي يعرف باسم الحمض المخاطي .
- وتتمكن السكريات من الارتباط مع الكحول الميثيلي CH_3OH وجذر الأمين لتكون على الترتيب في حالة الارتباط مع الجلوكوز كل من المركبات التالية: ألفا-ميثيل جلوكوز وجلوكوز-2-أمين.

A. Reactions of the monosaccharides



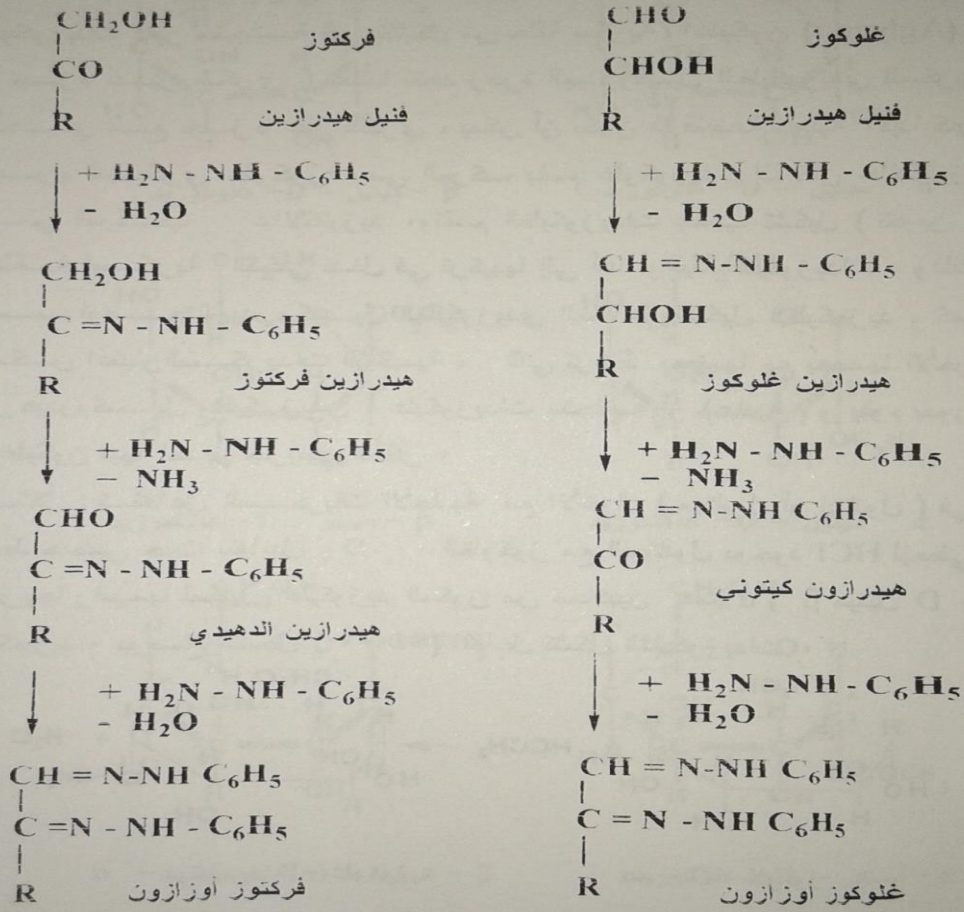
- خواص السكريات الأحادية:
- أولاً: تكوين الرابطة الجليكوزيدية:
- مجموعة الهيدروكسيل المرتبطة بذرة الكربون رقم واحد أو اثنين بالنسبة للسكريات الألدهيدية والكيونية الموجودة بالشكل المغلق على الترتيب تتمتع بقدرة عالية على التفاعل ويعرف هذا الهيدروكسيل باسم الهيدروكسيل النصف اسيتالي، وبذلك فهو يتواجد في السكريات الموجودة بالصيغة المغلقة وله نوعان الأول يعرف بمجموعة الهيدروكسيلي الأسيتالي، والثاني يعرف بمجموعة الهيدروكسيل العادي أو الكحولي.
- ان مجموعة الهيدروكسيل الأسيتالية يمكن أن تتفاعل مع الكحول أو الأمين تحت ظروف خروج جزيئة ماء وبالتالي يتكون نتيجة لذلك رابطة الأسيتال الكاملة ومنتجات هذه التفاعلات تعرف باسم المركبات الجليكوزيدية.
- إن الرابطة الجلوكونيدية يمكن وجودها بين سكرين بسيطين وينشأ بذلك ما يعرف باسم السكريات الثنائية وذلك تحت ظروف خروج جزيئة ماء
- الارتباط محتمل أن يتم أيضا ما بين الهيدروكسيل الجليكوزيدي للسكر الأول والهيدروكسيل الكحولي للسكر الثاني.

- ثانيا: أثر الأحماض المعدنية:
- بتسخين السكريات البسيطة الخماسية والسداسية مع حمض معدني قوي مثل حمض الكبريت نحصل على مركبات الفورفورال وهيدروكسي ميتيل فورفورال بوجود النفثولات تعطي مركبات ملونة.



- ثالثا: تكوين الأوسازون:
- الأوسازون هو مركب خاص ملون له تركيب بلوري . وهو ناتج عن ثلاث تفاعلات:
- الأول تكتيفي والثاني أكسدة والثالث تفاعل تكتيفي.
- التفاعل الأول: هو تكتيفي ما بين مول واحد من الألدوزات أو الكيتوزات مع مول واحد من المركب فينيل هيدرازين. حيث يتكون مركب الهيدرازون تحت ظروف خروج جزيئة ماء.
- التفاعل الثاني: هو تفاعل أكسدة أكسدة إذ يتأكسد الهيدرازون و يختزل الفينيل هيدرازين إلى أنيلين و أمونيا.
- في المرحلة الثالثة: يتفاعل جزء ثالث من الفينيل هيدرازين مع الهيدرازون المؤكسد مكونا ما يعرف باسم الاوسازون
- ولابد من الإشارة إلى أن الأوسازون قد ينتج من سكرين أو أكثر. فالجلوكوز والفركتوز والمانوز لها نفس الأوسازون .

يوضح الشكل (٢ - ١٣) تكوين أوزازونات الغلوكوز و الفركتوز

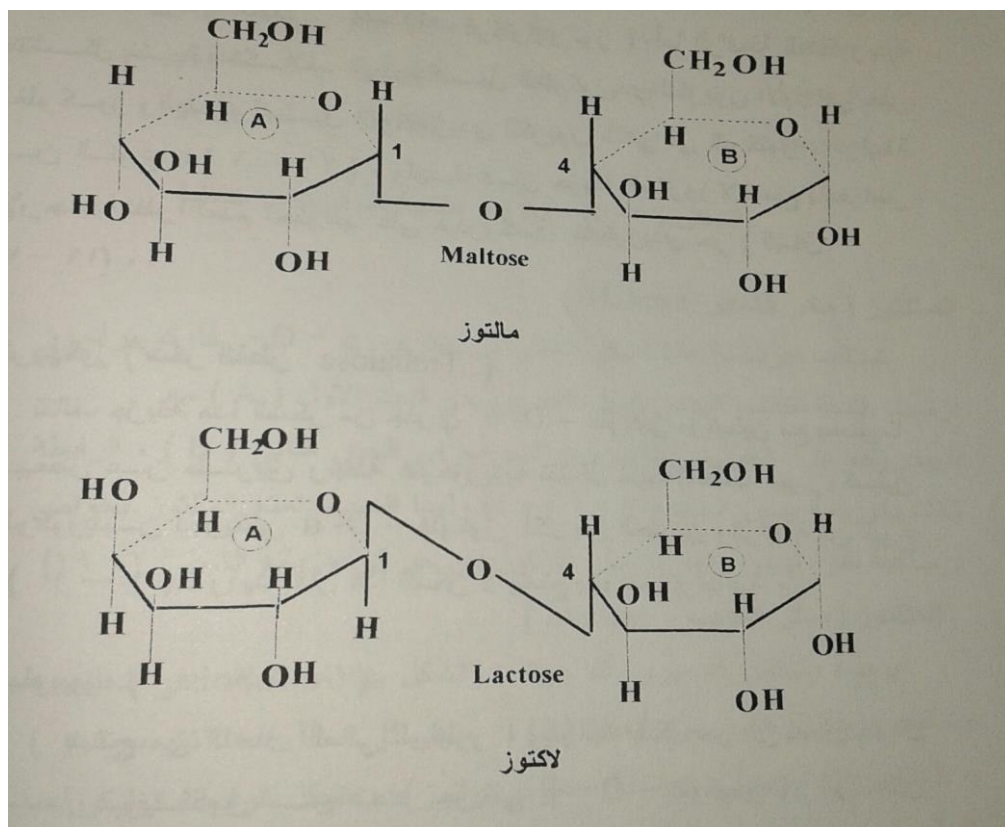


الشكل (٢ - ١٣) تفاعلات تشكل أوزازونات الغلوكوز و الفركتوز

- **السكريات الثنائية وقليلة التعدد:**
- 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 إنتشارا في الطبيعة هي السكريات الثنائية.
- تتكون السكريات الثنائية من 2 مول من السكريات البسيطة.
- وهذه الرابطة محتمل أن تكون أحادية الكربونيل كما هو الحال بالنسبة لسكر المالتوز (سكر الشعير) أو ثنائية الكربونيل ومنها سكر السكروز (سكر القصب).

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 الثاني لسكر الجلوكوز لذلك يسمى المالتوز تفصيلا:

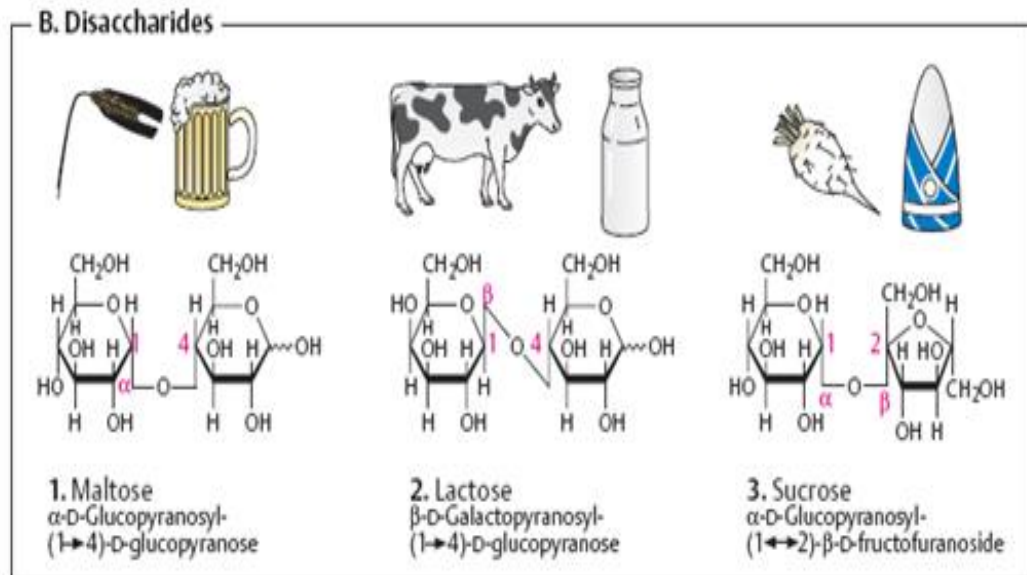
- الفا - 1، 4 - جلوكوبرانوزيد - د - جلوكوبيرانوز واختصارا:
- الفا - 1، 4 - جلوكوزيل جلوكوز.



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

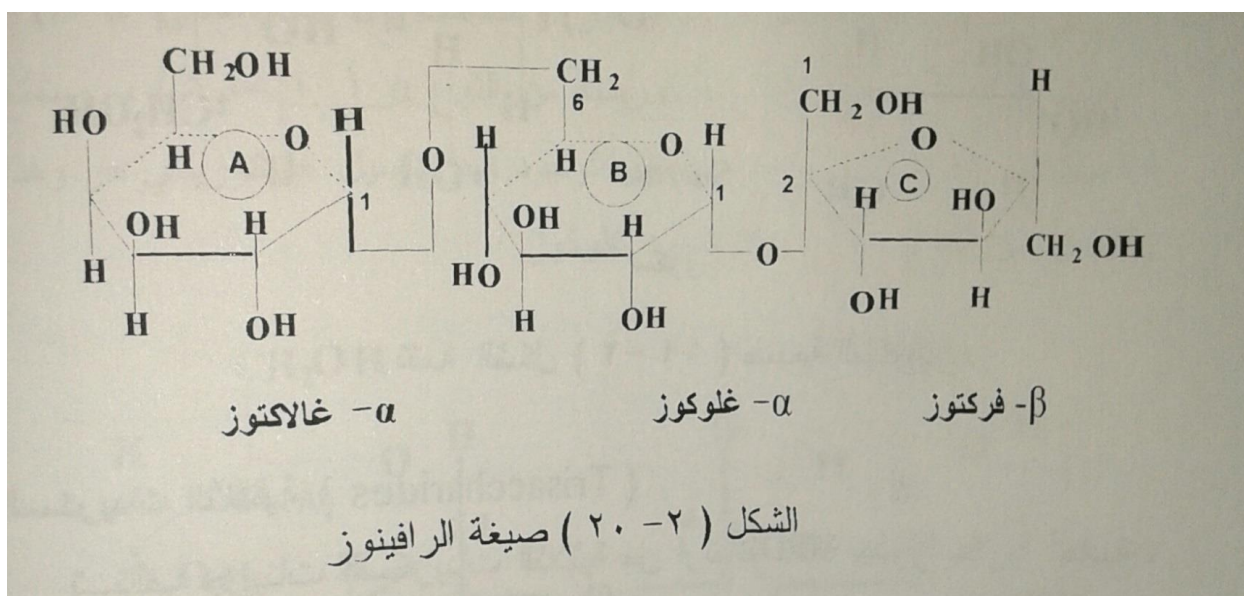
- سكر السكروز يتكون من مول واحد من المركب ألفا-د-جلوكوز ومول آخر من المركب بيتا-د-فركتوز .
- ومن الميزات سكر السكروز احتوائه على الرابطة ثنائي الكربونيل، ويعني هذا انشغال مجاميع الهيدروكسيل الجليكوزيدي بالاتحاد من خلال ارتباط الهيدروكسيل الجليكوزيدي لذرة الكربون رقم واحد بالنسبة لسكر الجلوكوز مع ذرة الكربون رقم اثنين بالنسبة لسكر الفركتوز.

- الرابطة في سكر السكروز تعرف بإسم 1، 2 _ألفا د-جلوكوبيرانز -بيتا د-فراكتوفيرانوز أو 1-ألفا-جلوكوزيل-2-بيتا فركتوز فيرانوز.
- ونظرا لمشاركة مجموعتي الهيدروكسيل الجليكوزيدي في تكوين الجسر الأكسجيني للسكر الثنائي سكروز فإن السكر يفقد قدرته الاختزالية وعليه فهو لا يتصف بخواص إرجاعية.
- من السكريات الهامة أيضا سكر اللاكتوز والذي يعرف باسم سكر الحليب وهو يحتوي على رابطة من النوع 1، 4-بيتا-جالاكتوزيل جلوكوز.
- ومن مواصفات هذا السكر اتصافه بالقدرة الإرجاعية.
- ويعتبر السكر الثنائي ترايهاالوز من السكريات غير المرجعة لأنه يحتوي على الرابطة من النوع 1-ألفا-جلوكوزيل-1-ألفا-جلوكوزيد.
- يمكن الحصول على المالتوز من القناة الهضمية من خلال هدم السكريات المتعددة (الجليكوجين+النشاء) ونحصل على سكر السكروز من الطعام مباشرة ويوجد بكثرة في القصب والشوندر السكري وسكر الحليب(اللاكتوز)يوجد بوفرة في الحليب .
- إن السكر الثنائي سيلبيوز يبني من السكر المتعدد سيللوز والتراي هالوز يوجد في الفطور والخمائر



Koolman, Color Atlas of Biochemistry, 2nd edition © 2005 Thieme
All rights reserved. Usage subject to terms and conditions of license.

تحتوي السكريات القليلة التعدد من 3-9 وحدات من السكريات البسيطة. من أهم أنواع هذه المجموعة السكر الثلاثي رافينوز والذي يتكون من مول واحد من سكر د-جلوكوز، ومول واحد من سكر د-فركتوز، ومول واحد من السكر د-جالاكتوز.



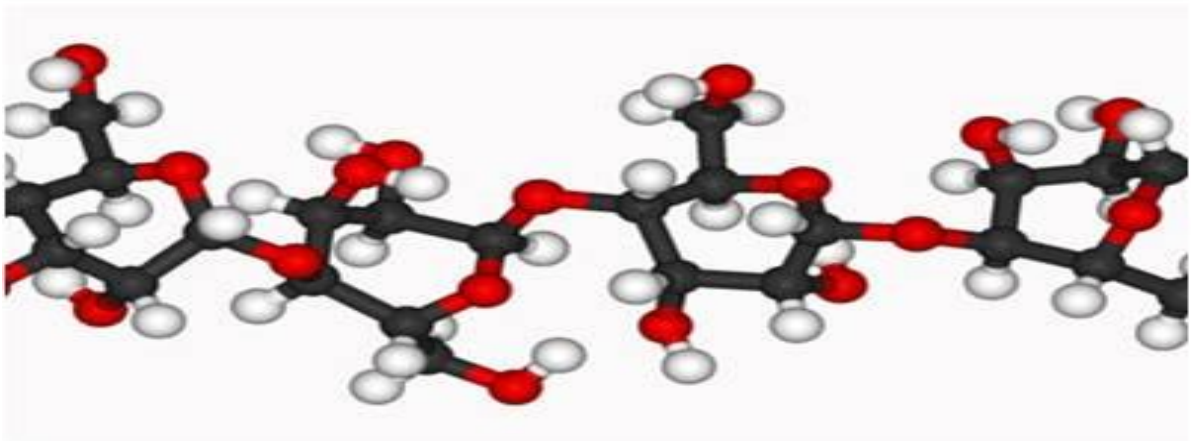
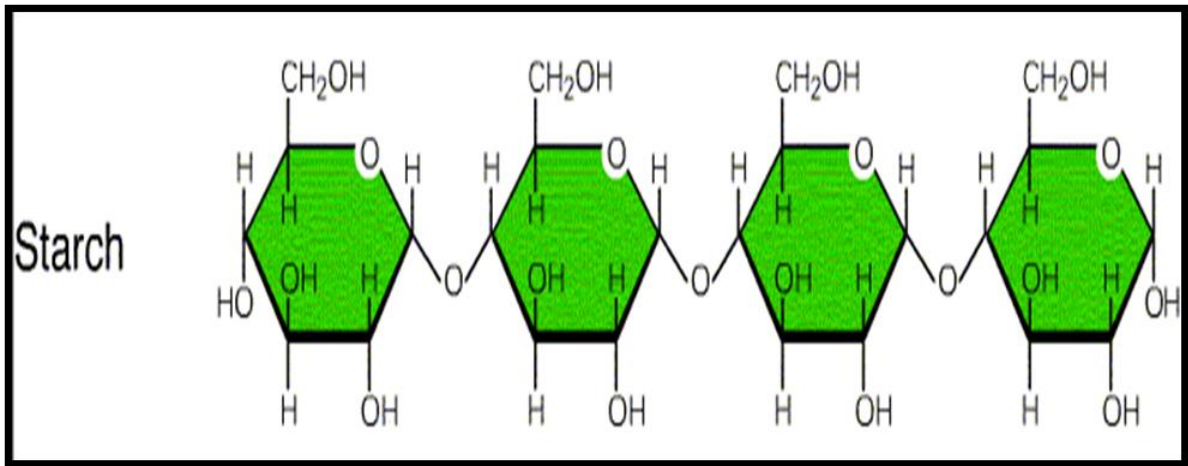
السكريات المتعددة:

- تتكون من مجموعة كبيرة من السكريات البسيطة. وهذه السكريات ترتبط مع بعضها من خلال الرابطة الجليكوزيدية. ويطلق على هذه المجموعة من السكريات اسم جلوكان.
- للسكريات المتعددة نوعان الأول يعرف باسم السكريات المتعددة المتجانسة، والتي تتألف من جذور تابعة لنوع واحد معين من السكريات البسيطة.
- والثاني يعرف باسم السكريات المتعددة المختلطة والتي تتميز كونها تتألف من جذور تابعة لأكثر من نوع من السكريات البسيطة أو أنها تحتوي على عناصر إضافية كالأزوت والكبريت.
- ويتبع للسكريات العديدة المتجانسة كل من : النشاء، الجليكوجين والسللوز
- ويتبع للسكريات العديدة المختلطة كل من: حمض هيالورونيك وكبريتات الكوندروائيتين والهيبارين .
- ومن مميزات السكريات المتعددة وجودها في حالة غروية وامتلاكها وزن جزيئي مرتفع.
- ترتبط الوحدات البنائية المكونة لهذه السكريات ببعضها بروابط من النوع ألفا أو بيتا.
- وبمناطق اتصال يمكن إجمالها على النحو التالي (1 - 2. 1 - 4. 1 - 6) فقد لوحظ وجود الرابطة الأخيرة في مناطق التفرع.

- من هنا يمكن القول أن وجود السكريات العديدة أما أن يكون على هيئة سلاسل مستقيمة وأما أن يحتوي بعضها على سلاسل متفرعة فضلا عن السلاسل المستقيمة.
- من أهم السكريات نذكر:

النشاء: يمثل المخزون الاحتياطي الأكثر أهمية للنبات وذلك الناتج الأخير لعملية التمثيل اليخضوري. وهو يوجد في الخلايا النباتية والحبوب والبطاطا. يتكون النشاء من مخلوط لنوعين من السلاسل السكرية العديدة:

الأول يعرف الأميلوبكتين والثاني الأميلوز والتي تتكون أساسا من السكر البسيط الفا-جلوكوبيرانوز، جناح الأميلوبكتين المتشعب يكون الجزء الخارجي من جزيئة النشاء و تقدر كميته بنحو 80%. وعدد وحدات الجلوكوز الداخلة في تركيبه بنحو 100000 إلى مليون وحدة.



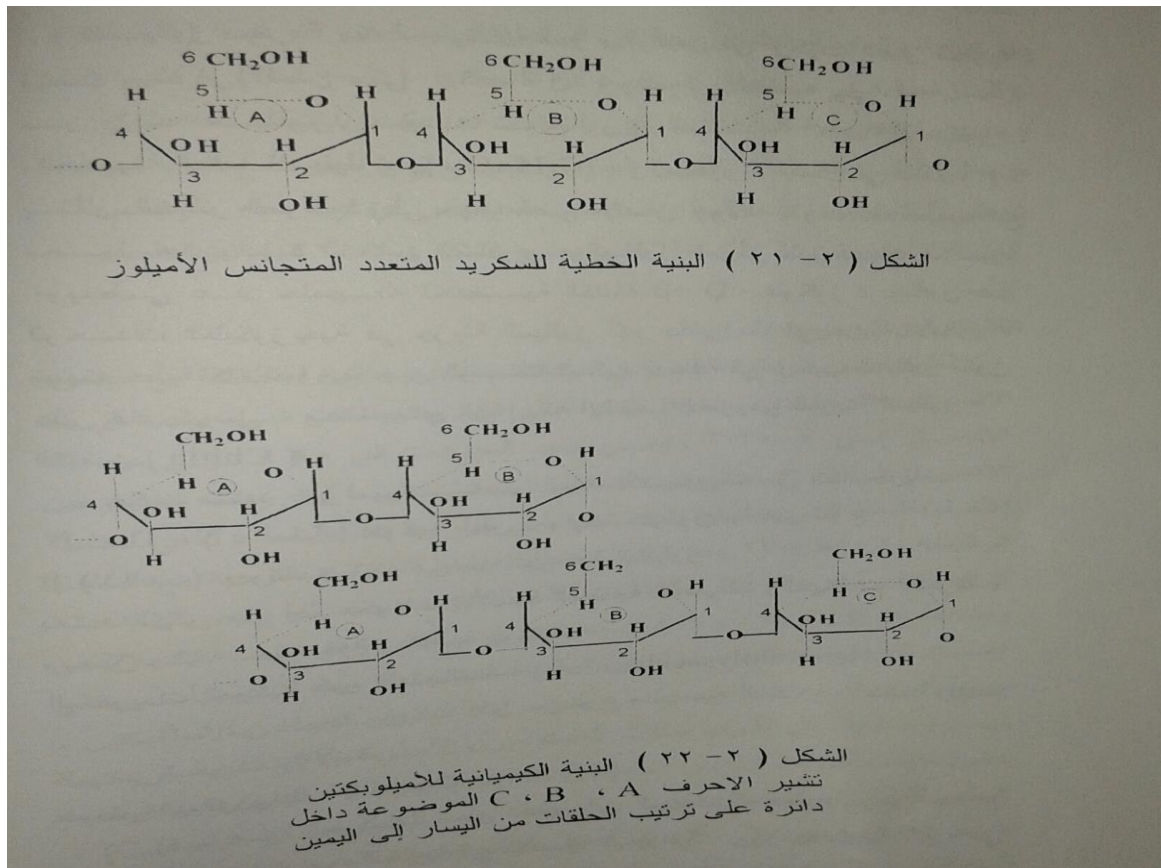
- على النقيض من ذلك يكون الأميلوز سلاسل مستقيمة ويبلغ عدد وحدات الجلوكوز الداخلة في تركيبه نحو 1000 وحدة وهو يكون نحو 20% من جزيئة النشاء.

• سلسلة الأميلوز تعطي بالتفاعل مع اليود اللون الأزرق الغامق بينما يظهر اللون البنفسجي مع نفس المادة. بجناح الأميلوز يرتبط الجلوكوز مع بعضه من خلال الرابطة الجليكوزيدية ألفا 1.4.

• تنشأ الروابط التشعبية (بداية جناح الأميلوبكتين ما بين مولين من سكر الجلوكوز وذلك من خلال ارتباط الهيدروكسيل الكحولي لذرة الكربون رقم 6 لإحدى الوحدات السكرية مع الهيدروكسيل الأسيتيالي الموجودة على ذرة الكربون رقم واحد للسكر المجاور، وبالتالي تنشأ الرابطة الجليكوزيدية من النوع ألفا-1 6 .

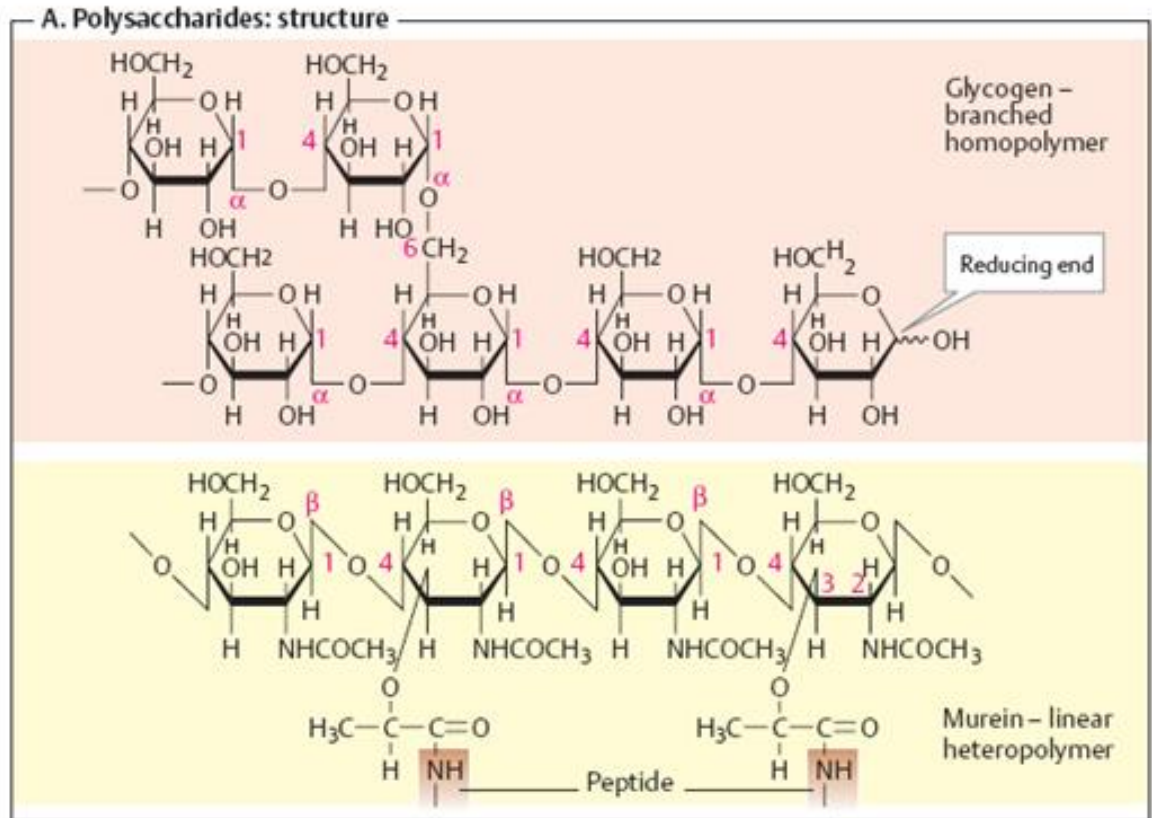
• تكرر هذه البداية بجناح الأميلوز يكون بفواصل مقداره 20-25 وحدة جلوكوز مرتبطة مع بعضها من خلال الرابطة الجليكوزيدية ألفا-1 4.

• من خلال ذلك يتضح أن جناح الأميلوبكتين يحتوي على رابطتين: الأولى المتشعبة الجليكوزيدية_ألفا-1 6-) والثانية الجليكوزيدية المستقيمة(ألفا-1 4-)



الجليكوجين:

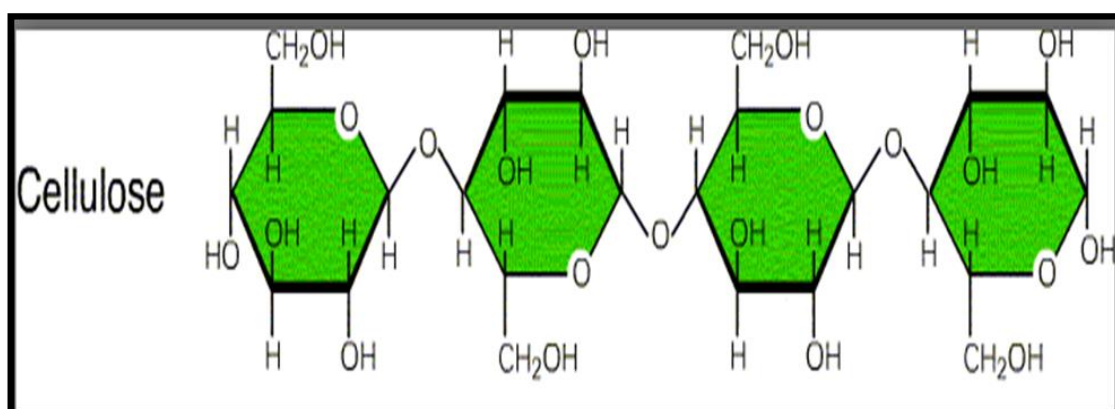
- هو الشكل الادخاري للسكريات العديدة ضمن جسم الكائن الحي فالشخص الذي يزن 70 كغ يحتوي على جليكوجين في أنسجته المتعددة ما بين 400-450 غ.
- التركيب الكيميائي للجليكوجين يماثل التركيب الكيميائي للنشاء مع زيادة التشعب.
- الجليكوجين لا يتمتع بخواص ارجاعية ويتحول إلى لاكتات بعد الوفاة....



السيلوز والكيتين:

- يدخل في تكوين الجدر الخلوية للنباتات وعدد وحدات الجلوكوز الداخلة في تكوين السيلوز هي من 1000 إلى 10000 وحدة من مميزات هذا السكر عدم احتوائه على رابطة تشعبية
- إذ يلاحظ تواجد الرابطة من النوع بيتا-1,4-جلوكوزيد فقط. من خلال هدم السيلوز نحصل على السكر الثنائي سيلبيوز.
- الهيمي سيلوز يتكون من الجلوكوز، حمض الجالاكتونيك وكذلك من السكريات الخماسية البسيطة : الأرابينوز والأكسيلوز.

- الألياف النباتية وبمساعدة جراثيم الكرش والأعور عند الخيل تحلل السيللوز تحلل سيللوزي لتعطي الأحماض الدهنية الطيارة مثل الأسيتات، البروبيونات، والبروتيرات.
- سكر الكيتين يدخل في تركيب الحيوانات السرطانية والحشرات وبعض النباتات الرابطة الجليكوزيدية في الكيتين من النوع بيتا-1. 4- جليكوزيد والوحدات السكرية الداخلة في تركيبه هي تكرار لوحدات من المركب (n-acetyl-d-glucosamine)



الديكساران:

- يستخدم كمادة مساعدة في حالات فقدان الدم من الناحية الكيميائية يتكون من وحدات متكررة من السكر السداسي جلوكوز ويكثر فيه تواجد الروابط التشعبية (ألفا-1. 6-).
- إن التشعب ينشأ بين السكر الأول الحاوي على الهيدروكسيل الأسيتالي وسكر آخر مجاور حاوي على الهيدروكسيل الكحولي وبمواقع مختلفة فإما أن يكون على ذرة الكربون رقم اثنين أو ثلاثة أو أربعة..

الأنولين:

- هو سكر عديد مكون من وحدات متكررة من السكر الكيتوزي فركتوز الرابطة الجليكوزيدية في هذا السكر هي من النوع بيتا-1. 2-. والوزن الجزيئي للأنولين نحو 6000 وبالتالي فإنه يتكون من حوالي 30-35 وحدة فركتوز متكررة بشكل أساسي يوجد في الجذور والدرنات وأهميته تكمن في تقدير كفاءة الكليتين.

حمض الهيالورونيك:

- يدخل هذا الحمض في تكوين الأنسجة الضامة وتركيب السائل ما بين الخلوي للإنسان والحيوان.
- إن جزيئة هذا الحمض تتألف من وحدات متكررة لكل من حمض جلوكويورونيك و أسيتيل جلوكوز أمين. والارتباط يكون بين الهيدروكسيل الجلوكوزيدي للذرة رقم واحد من حمض جلوكويورونيك والهيدروكسيل الكحولي على الذرة رقم ثلاثة من مركب أسيتيل جلوكوز أمينو كذلك ما بين الهيدروكسيل الكحولي الموجود على ذرة رقم أربعة لحمض جلوكويورونيك.

كبريتات الكوندريتين:

- تدخل في تركيب السكريات العديدة المخاطية و من الناحية الكيميائية تتكون من اتحاد المركب Nأسيتيل جالاكتوز أمين-6-كبريتات مع حمض جلوكويورونيك. نوع الرابطة B 1-4

الهيبارين:

- يوجد بأنسجة الحيوان والإنسان
- ويستخدم كمادة مضادة لتخثر الدم لأنه يحتوي على زمرة السلفوايتيرية.
- كيميائيا يتكون من (الحلقة A) حمض جلوكونيك و (الحلقة B) جلوكوز أمين ثنائي كبريتات و (الحلقة C) أسيتيل أمين حمض جلوكونيك و (الحلقة D) جلوكوز -6- كبريتات .
- الرابطة الجليكوزيدية الداخلة في تركيب الهيبارين هي من النوع ألفا-1-4...

