الکربوہیڈریٹس

CARBOHYDRATES

obeikandl.com

obeikandl.com

الكربوهيدرات Carbohydrates

الكربوهيدرات : هى عبارة عن الدهيدات عديدة الهيدروكسيل أو كيتونات عديدة الهيدروكسيل أو مواد تنتج هذه المركبات عند التحلل .

الكربوهيدرات التى لا تتحلل إلى جزيئات أبسط تسمى أحادية السكاريد أو السكريات البسيطة وعندما تحتوى هذه المركبات على مجموعة الدهيد تسمى الدوزات aldoses وعندما تحتوى على مجموعة كيتون تسمى كيتوزات ketoses. هذا المقطع يمكن أن يرتبط مع مقطع آخر على سبيل المثال الهكسوز الذى يحتوى على مجموعة ألدهيد يسمى ألدوهكسوز aldohexose أما الكيتوهكسوز فهو الذى يحتوى على مجموعة كيتون تتضمن ست ذرات كربون بما فيها ذرة كربون الكيتون .

الكربوهيدرات التى تتحلل إلى وحدتين من السكر الأحادى تسمى سكريات ثنائية مثل السكروز الذى يتحلل إلى كل من الجلوكوز والفركتوز .

النشا والسليولوز هى سكريات عديدة polysaccharide حيث أن جزيئاتها تنتج وحدات عديدة من أحاديات السكاريد عند التحلل .

أ- السكريات البسيطة "أحادية السكاريد" Monosaccharides:

تعتبر كل من الهكسوزات hexoses والبنتوزات pentoses من أهم السكريات البسيطة "أحاديات السكاريد". إنها مواد صلبة متبلورة تذوب فى الماء ولها طعم أكثر أو أقل حلاوة فيما بينها. جميعها له خاصية اختزال محلول النحاس القلوى كما أنها تعطى تفاعل آخر مميز لمجموعة السكر الحرة هو التفاعل مع كل من الفينيل هيدرازين وسيانيد الهيدروجين والهيدروكسيل أمين .

أحاديات السكاريد تحتوى من إثنين إلى عشر ذرات كربون ويمكن تخليقها معملياً كما أنها توجد فى بعض المصادر الطبيعية ، إنها إما أن تكون على صورة هيدروكسى الدهيد أو هيدروكسى كيتون .

السكر	الدوزات	كيتوزات
(١) ديوزات (Dioses) $C_2H_4O_2$	جليسر الدهيد	
(٢) ترايوزات (Trioses) $C_3H_6O_3$	جليسروز حامض جليسريك	ثنائى هيدروكسى أسيتون
(٣) تتروزات (Tetroses) $C_4H_8O_4$	اريثروز تريوز	اريثريولوز Erythulose
(٤) بنتوزات(Pentoses) $C_5H_{10}O_5$	ارابيوز زيلوز (Xylose) ريبوز ليكسوز (Lyxose)	زيلركيتوز (Xyloketose)
(٥) هكسوزات (Hexoses) $C_6H_{12}O_6$	جلوكوز مالتوز جالكتوز	فركتوز سوربوز (Sorbose)

مركبات الكربوهيدرات :

هذه المركبات تتكون من اثنين أو أكثر من جزيئات أحادية السكاريد .

$$2(C_6H_{12}O_6) \longrightarrow C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$$

أحادى السكاريد — ثنائى السكاريد

$$3(C_6H_{12}O_6) \longrightarrow C_{18}H_{33}O_{16} + H_2O$$

ثلاثى السكاريد

$$n(C_6H_{12}O_6) \longrightarrow (C_6H_{12}O_6)_n + (n-1)H_2O$$

عديد السكاريد

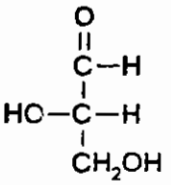
polysaccharide

obeikandl.com

الأيسومرية Isomerism

أيسومرات (د &ل) Isomers (D & L)

عند الأخذ فى الإعتبار الجليسرالدهيد فإننا نلاحظ له الأشكال الآتية :



د-جليسرالدهيد
D- glyceraldehyde
(- 13.5)

ل-جليسرالدهيد
L-glyceraldehyde
(+ 13.5)

أيسومر د (D) هو صورة مرآة للشكل ل (L)

يحدد كل من الشكل د (D) أو ل (L) طبقاً لوضع المجموعات OH & H حول ذرة الكربون الكيرالية المتاخمة لمجموعة الألدهيد .

* عندما تكون مجموعة OH جهة اليمين فإن السكر يصبح عضو فى سلسلة د (D-series) وعندما تكون جهة اليسار فإنه يصبح عضو فى سلسلة ل (L-series) .
* إن وجود ذرة كربون كيرالية "غير متماثلة" بالمركب وهى ذرة الكربون التى يتصل بها أربع ذرات أو مجموعات مختلفة تجعل المركب نشيط ضوئياً .
* عندما يمر شعاع من الضوء المستقطب خلال محلول مادة نشطة ضوئياً فإن هذا الشعاع ينحرف إما جهة اليمين أو جهة اليسار حسب طبيعة المركب .
* المركب الذى يتسبب فى دوران الضوء المستقطب جهة اليمين يسمى مركب مدور ديكسترو Dextrorotatory ويأخذ إشارة موجبة (+) والذى يسبب دورانه جهة اليسار يسمى مركب مدور ليفو Levorotatory ويأخذ إشارة سالبة (-) .
* عندما توجد كميات متساوية من ايسومرات ديكسترو وليفو فإن المخلوط الناتج ليس له نشاط ضوئى ومن ثم فإن نشاط كل ايسومر يلغى الآخر . هذا المخلوط يسمى مخلوط راسيمى racemic أو مخلوط (دل) Mixture (DL) .

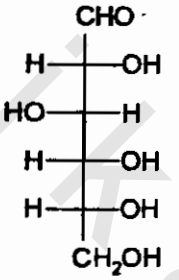
الأيسومرات الضوئية أشكال (د & ل) Optical isomers (D & L) forms:

إن الدوران الضوئى يشار إليه D(+) [D(+) or L(+)] لتلك المواد التى تدور مستوى الضوء المستقطب جهة اليمين .

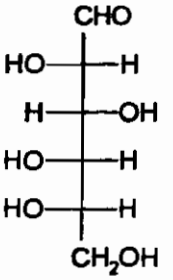
كذلك L(-) [D(-) or L(-)] للمواد التى تدور مستوى الضوء المستقطب جهة اليسار.

سكريات (د & ل) D & L sugars:

تركيب أحاديات السكاريد : قاس فيشر بعض الأشكال لأحاديات السكاريد بالرجوع إلى أشكال ديكسترو وليفو للجلوكوز .



D- glucose (dextro)



L-glucose (levo)

السكريات تستند إلى أشكال الجلوكوز ديكسترو (dextro) وليفو (levo) فى قياس نشاطها الضوئى L & D .

يؤخذ فى الاعتبار وضع المجموعات H & OH على ذرة الكربون الغير متماثلة L & D جليسرالدهيد وكل ما يطابق وضع هذه المجموعات على الذرة الغير متماثلة رقم 5 يعطى L & D جلوكوز .

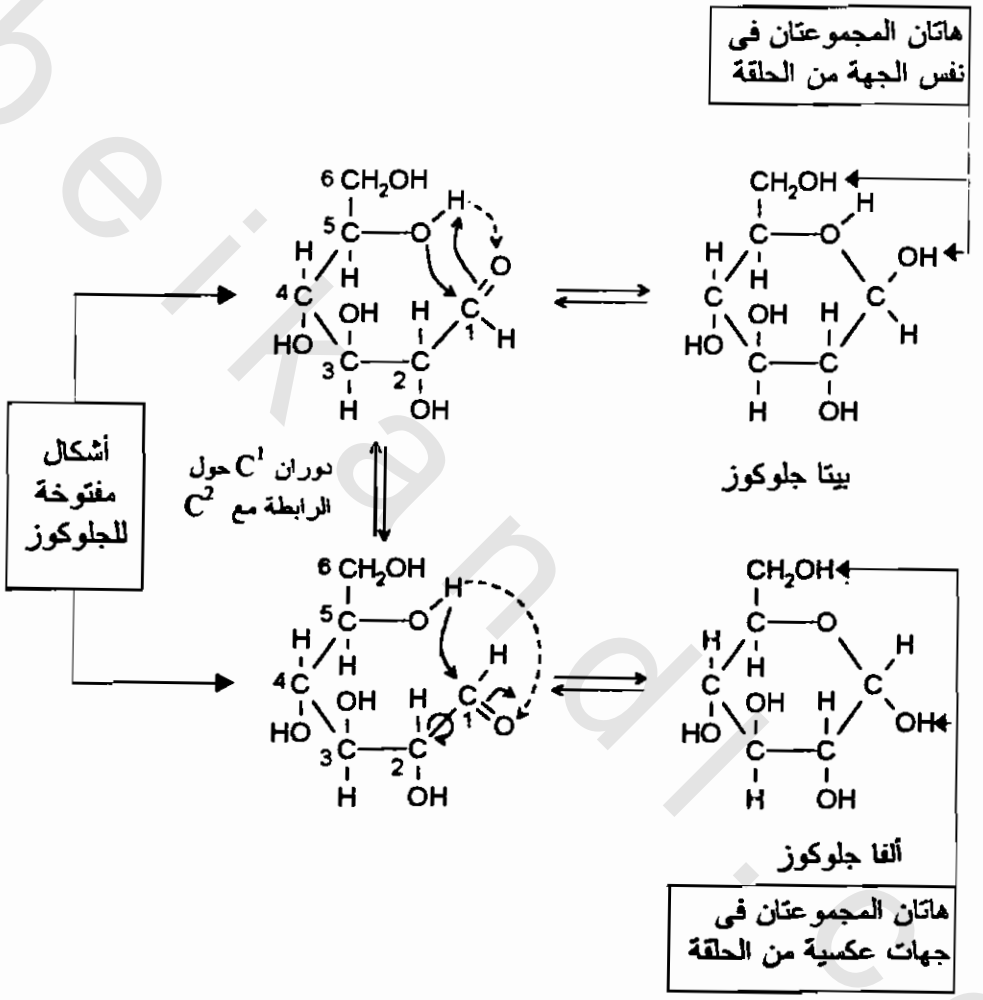
كل د-الدوزات D-aldoses تعتبر مشتقات من د-جليسرالدهيد D-glyceraldehyde وكذلك كل ل-الدوزات تعتبر مشتقات من ل-جليسرالدهيد .

الجلوكوز :- له الصيغة الجزيئية $C_6H_{12}O_6$

يعتبر كل من الجلوكوز والجالاكتوز من السكريات التى لها أهمية كبيرة فى كيمياء الصحة فالجلوكوز يعتبر هكسوز ذات أهمية كبيرة وهو يوجد فى معظم الفواكه حلوة المذاق وخاصة العنب ، يوجد الجلوكوز أيضاً فى تيار الدم وفى سائل النسيج وجزيئاته الغنية بالطاقة تعتبر أحد أهم مصادر الطاقة الرئيسية للجسم وفى عمل العضلات والغدد وانتقال الإشارات فى الجهاز العصبى.

الجلوكوز هو الوحدة البنائية للعديد من الكربوهيدرات الأخرى مثل المـــالتوز والنشـــا والجليكوجين والديكسترين والسيليلوز ، إنه أيضاً وحدة التركيب فى كل من اللاكتـــوز (ســـكر اللبن) والسكروز ، إن كيمياء الجلوكوز تعتبر أساسية لكيمياء الكربوهيدرات .

يوضح الرسم التالى كيفية تخليق الكربوهيدرات بواسطة التخليق الضوئى فى النباتـــات الخضراء .

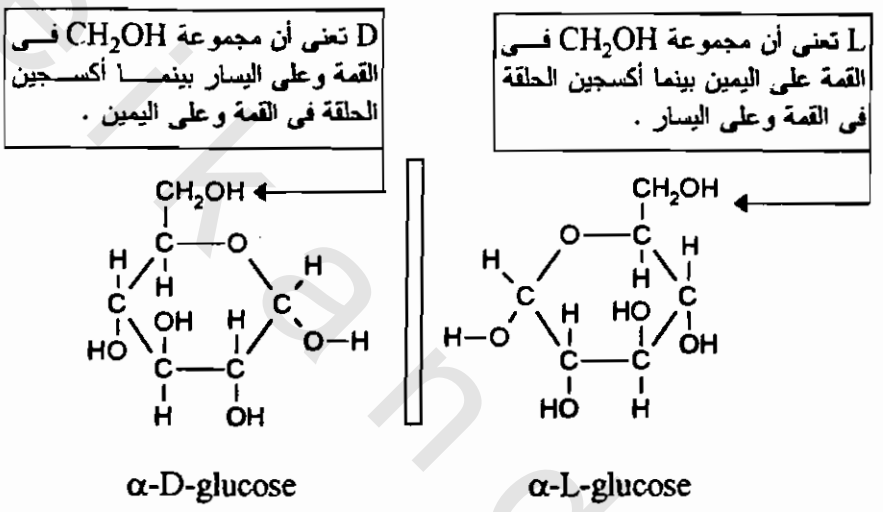


عائلات (د & ل) D & L Families :

الجلوكوز والأيسومر الذى يمثل صورته فى المرآه متشابهين تماماً حيث يستخدم الأســـم جلوكوز لكل منهما ، للتفرقة بينهما فإن الكيميائيين استخدموا الأســـم د-جلوكـــوز للجلوكـــوز الطبيعى ول-جلوكوز لايسومر صورته فى المرآه ، هذه الحروف (د & ل) L & D تطبـــق أيضاً عندما تضاف إليها التغيرات α أو β حيث يمكن أن يكون لدينا ألفا د-جلوكـــوز وألفـــا ل-جلوكوز (α-L-glucose & α-D-glucose) .

الجزيئات صورة مرآه كل منهما للآخر وأيضاً جزيئات بيتـــا-د-جلوكـوز ، بيتـــا-ل-جلوكوز (β-D-glucose , β-L-glucose) تعتبر صورة مرآه كل منهما الأخر.

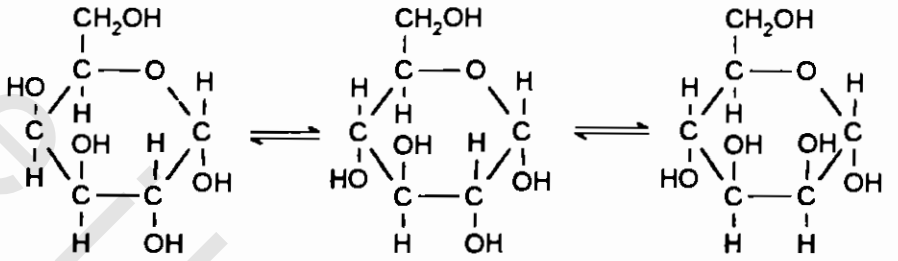
إن العلاقة الأساسية عندما تضع الالدوهكسوز فى عائلة د (D-family) حينئـــذ ترســم مجموعة CH_2OH فوق مستوى الحلقة وذرة أكسجين الحلقة توضع إلى اليمين أعلى الركـــن الأيمن العلوى . إما على الأعضاء بعائلة ل L-family للالدوهكسوزات فتوضع أيضاً بـــها مجموعة CH_2OH فى القمة ولكن تكون أكثر ناحية الجانب الأيمن من الحلقة بينما تكون حلقة الأكسجين جهة اليسار .



ألفا "α" تعنى أن مجموعة CH_2OH ومجموعة OH الموجودة على ذرة الكربون رقم ١ فى جهات عكسية من الحلقة ، بيتا "β" تعنى أنهما فى نفس الجهة ، هذه العلاقات توجد فى كل من عائلات D , L .

الأيبيميرات Epimers

ايسومرات تتكون نتيجة التغير الداخلى فى وضع كل من مجموعة OH ، وذرة H علـى ذرات الكربون ٢، ٣، ٤ فى الجلوكوز وتعرف على أنها إيبيمرات . الإيبيمرات الأكثر أهمية هى الجلوكوز والمانوز والجالاكتوز (تتكون هـذه الايبيمـرات بتغـير وضـع المجموعـات H & OH بذرتى كربون الموضعين ٢، ٤).



د-جالاكتوز
D- galactose

د-جلوكوز
D-glucose

د-مانوز
D-mannose

إيبيميرات الجلوكوز Glucose epimers

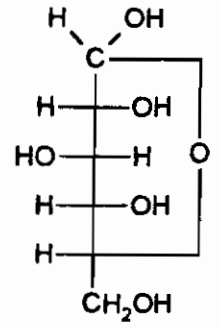
البيرانوزات والفيورانوزات Pyranoses & Furanoses

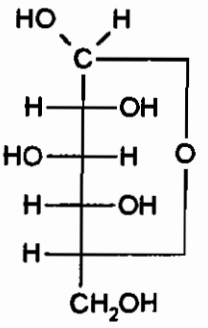
اقترح هاورز Howers أن البيران له نفس تركيب الحلقة السداسية المتكونة فى بعـض السكريات ولذا سميت هذه السكريات بيرانوزات حيث تتكون الحلقة من خمس ذرات كربـون وذرة أكسجين ، والسكريات ذات الحلقة الخماسية تسمى فيورانوزات لأن الفيـوران يحتـوى أيضاً على نفس تركيب الحلقة حيث يتكون من أربع ذرات كربون وذرة أكسجين.

تركيب البيرانوز

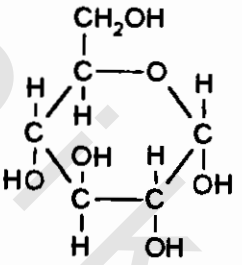
تركيب الفيورانوز

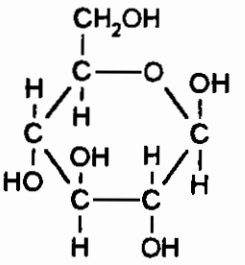
إن حلقة الفيورانوز فى السكريات تختزل تختزل فى سلوك مشـابه للبـيرانوزات . إن صيغ العديد من السكريات طبقاً لكل من تركيبات حلقة فيشر القديمـة وتركيبـات البـيرانوز والفيورانوز لهاورز تتضح كما يلى :





(فيشر Fischer)





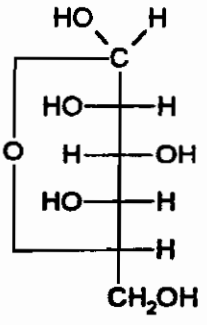
الفا-د-جلوكوبيرانوز

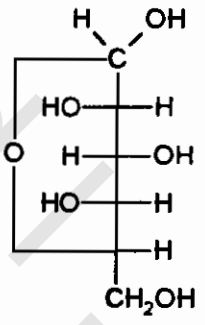
α-D-glucopyranose

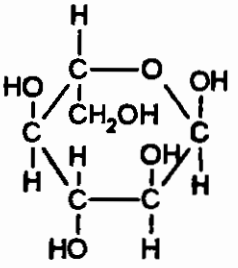
بيتا-د-جلوكوبيرانوز

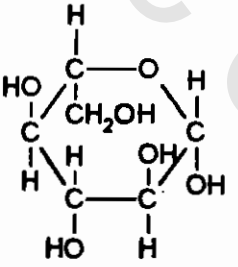
β-D-glucopyranose

(هاورز Howers)







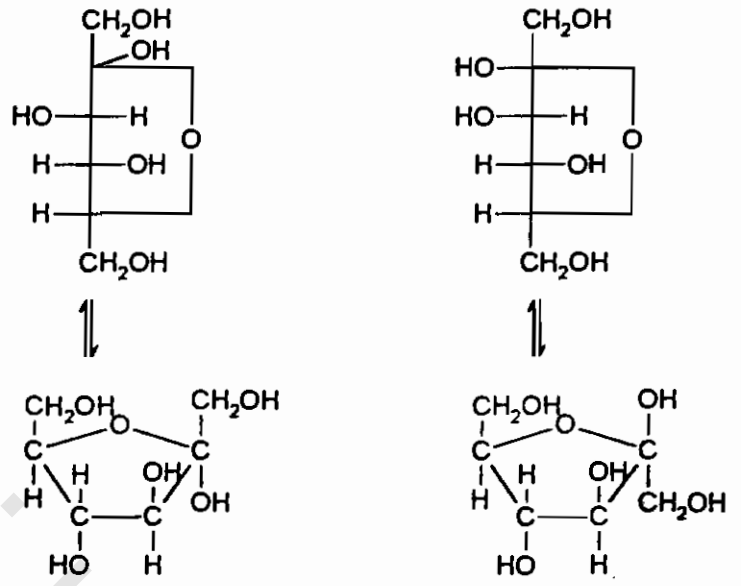


الفا-ل-جلوكوبيرانوز

α-L-glucopyranose

بيتا-ل-جلوكوبيرانوز

β-L-glucopyranose



بيتا–د–فركتوفيورانوز
β-D- fructofuranose

الفا–د–فركتوفيورانوز
α-D-fructofuranose

فى سلسلة D بالألدوهكسوبيرانوز تبرز مجموعة الكحول الأولية النهائية (CH_2OH) فوق مستوى الحلقة بينما فى سلسلة L فإنها ترقد خلف الحلقة أيضاً فإن أوضاع مجموعات الهيدروكسى هيمى أسيتال فى أشكال ألفا وبيتا تنعكس فى أشكال L & D . إن ألفا–د (α-D) وبيتا–ل (β-L) مجموعات الهيدروكسيل ترقد خلف مستوى الحلقة بينما بيتا–د (β-D) ، ألفا–ل (α-L) مجموعات الهيدروكسيل تكون فوق مستوى الحلقة .

يتعقد تركيب جزئ الجلوكوز بحقيقة أنه يستطيع أن يوجد فى ثلاثة صور فى المحلول المائى وأن الثلاثة أشكال توجد فى حالة إتزان ديناميكى .

ألفا جلوكوز ⇌ شكل السلسلة المفتوح ⇌ بيتا جلوكوز

الشكل العادى للجلوكوز المتبلور هو الشكل الحلقى ألفا ، هذا الجزئ به نظام هيمى أسيتال hemiacetal ، عند ذرة الكربون رقم ١ نلاحظ وجود رابطة إيثير ومجموعة OH ، عندما يذوب ألفا جلوكوز فى الماء فإن الحلقة تفتح وتغلق تلقائياً عند ذرة الكربون رقم ١ ، بمجرد أن تفتح الحلقة فإنه يحدث دوران حول الروابط الأحادية وعندما يكون الدوران نصف دائرةعند الرابطة بين ذرتى الكربون رقمى ١ ، ٢ قبل أن تغلق مقاطع الحلقة مرة أخرى . إن نظام الهيمى أسيتال يعاد ليبرز مجموعة الهيدروكسيل OH موجهاً إياها إلى الإتجاه العكسى أى الإتجاه بيتا β . يصل الإتزان الديناميكى بين الشكل المفتوح والشكلين الحلقيين إلى

الثبات وكنتيجة لذلك فإنه عند هذا الإتزان فإن التناسب يكون تقريباً ٣٦% الفا جلوكوز ، ٠,٠٢% الشكل المفتوح ، ٦٤% بيتا جلوكوز .

إن الفرق التركيبى بين الفا جلوكوز وبيتا جلوكوز هو فى النتوء (البروز) العلوى أو السفلى لمجموعة OH المتصلة بذرة الكربون رقم ١ ، هذا الفرق يبدو طفيف ولكن بالنسبة لكيمياء الصحة يكون ذات أهمية كبيرة .

فى هذا السياق على سبيل المثال فإن اتجاه النتوء (البروز) يحدد الفرق بين الأميلوز (فى النشا) والسليلوز وهذا هو الفرق الذى بين الكربوهيدرات القابلة للهضم والغير قابلة للهضم.

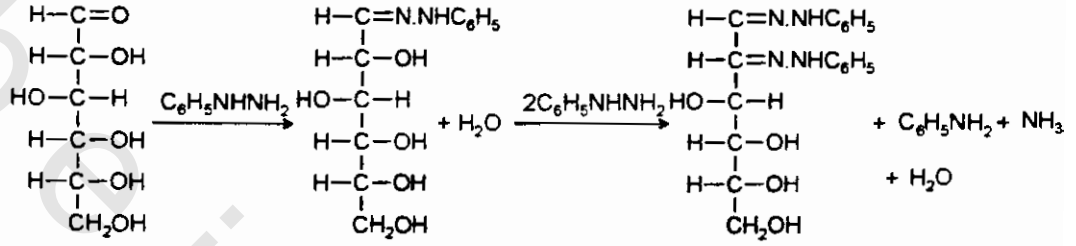
باعتبار أن الجلوكوز هو هيمى أسيتال (حلقى) وأن رابطة الهيمى اسيتال تفتح بسهولة فإن الجلوكوز يعطى اختبارات موجبة مع كواشف بندكت وطولن ونتيجة لذلك فإنه يعتبر سكر اختزالى.

لا يظهر الجلوكوز عادة فى البول بالنسبة للأصحاء ، إن اختبار الجلوكوز فى البول هام بالنسبة للتشخيص المرضى حيث يظهر الجلوكوز بنسب مرتفعة نسبياً فى البول الخاص بمرضى البول السكرى .

بعض تفاعلات الكربوهيدرات

(١) التفاعل مع الهيدرازين :

يتفاعل الفينيل هيدرازين مع الجلوكوز ليكون كل من مركب الهيدرازون ومركب الأوزازون .



جلوكوز — مركب الهيدرازون — مركب الأوزازون (بلورات صفراء)

يعطى كل من الجلوكوز والفركتوز والمانوز اختبار الأوزازون بشكل متطابق مما يدل على تماثلها فى أربع ذرات كربون الجزء السفلى بالجزيئ .

التأثير الإختزالى للسكريات فى المحلول القلوى :

عندما يسخن سكر إختزالى مع أحد كواشف النحاس القلوية فإن العملية الأتية تحدث:

سكر + محلول النحاس القلوى ⟵ إيندايول (enediole) + أيونات نحاسيك Cu^{2+}

من متراكب الطرطرات

أو السترات للنحاس

↓

مخلوط أحماض السكر + أيونات نحاسوز Cu^{+}

↓

OH^{-} ⟶ $Cu_2O + CuOH$

أصفر أحمر

obeikandl.com

أيونات النحاسيك تأخذ الكترونات من الإيندابول وتتأكسد إلى أحماض سكر وهذه بدورها تختزل إلى أيونات النحاسوز ، أيونات النحاسوز تتحد مع أيونات الهيدروكسيل لتكون هيدروكسيد نحاسوز أصفر والذى عند التسخين يتحول إلى أكسيد نحاسوز أحمر.

$$2CuOH \longrightarrow Cu_2O + H_2O$$

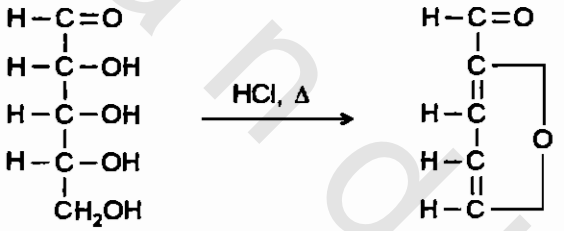
هيدروكسيد نحاسوز — أكسيد نحاسوز (أحمر)

التقدير الكمى لكمية النحاس المختزلة يتم بالمعايرة الأيودومترية Iodometric titration أو الطرق الكولومترية Colometric وبناء على ذلك تحسب كمية السكر .

تأثير الأحماض على الكربوهيدرات :

السكريات العديدة والكربوهيدرات تتحلل حامضياً إلى مكوناتها الأساسية .

الأحماض القوية تحلل أحادى السكاريد فى حالة البنتوزات لينتج الألدهيد الحلقى الفوفورال كما يتضح ذلك مع الريبوز .

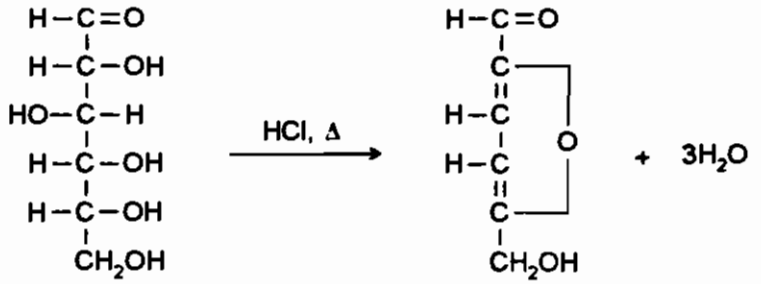


د ــ ريبوز
D-ribose

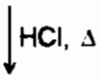
فورفورال
furfural

هذا التفاعل يستخدم فى التقدير الكمى للبنتوزات ومركب الكربوهيدرات الذى يحتوى بنتوزات (بنتوزانات pentosans) .

الهكسوزات تتحلل تحت تأثير حامض قوى ساخن لتعطى هيدروكسى ميثيل فورفورال والذى يتكسر إلى حامض ليفيولينك Levulinic acid ونواتج أخرى .



جلوكوز　　هيدروكسى ميثيل فورفورال



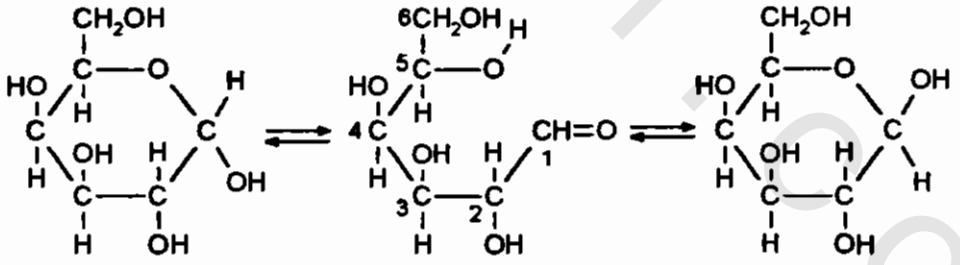
$CH_3COOCH_2CH_2COOH + HCOOH + CO + CO_2$

حامض ليفيولينيك　　حامض فورميك

Levulinic acid

الجالاكتوز : Galactose

الجالاكتوز لا يوجد كما هو فى الطبيعة ، إنه مركب مـــهم لأن تحلـــل الســـكر الثـــانى اللاكتوز (سكر اللبن) يعطى جزئ واحد جالاكتوز وآخر جلوكوز. يعتبر كل من الجـــالاكتوز والجلوكوز من ناحية التركيب ايسومرات ، فهما يختلفان فقط فى إتجـــاه (توجيـــه) مجموعـــة (OH) عند كربون ٤ ، مثل الجلوكوز فإن الجالاكتوز يوجد فى حالة إتزان مع ثلاثة أشـــكال فى المحلول ، إنه سكر اختزالى لأن أحد هذه الأشكال عبارة عن ألدهيد مفتوح السلسلة .

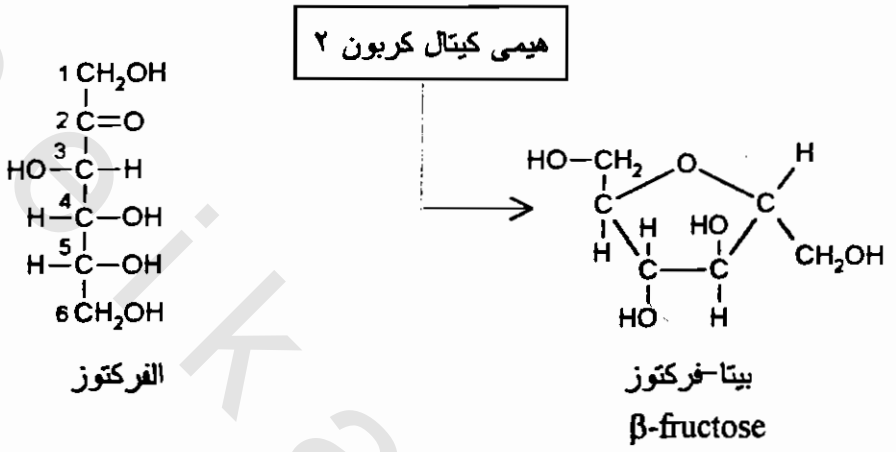


ألفا-جالاكتوز　　جالاكتوز (الشكل المفتوح)　　بيتا-جالاكتوز

(α-galactose)　　(β-galactose)

الفركتوز : Fructose

إن الفركتوز هو الكيتوهكسوز الهام الوحيد الموجود مع الجلوكوز والسكروز فى عسل النحل وفى عصير الفاكهة ، إنه يعتبر أحلى من كل السكريات كما فى حالة الجلوكوز والجالاكتوز فإن الفركتوز يمكن أن يوجد فى أكثر من شكل .



الفركتوز

بيتا-فركتوز

β-fructose

فى شكل الكيتو للفركتوز فإن كل من ذرات الكربون المتاخمة لمجموعة الكربونيل تحمل مجموعة هيدروكسيل ، هذه الهيدروكسيلات تكون نشطة بما فيه الكفاية بسبب مجموعة الكيتو لتتأكسد بالعوامل المؤكسدة المعتدلة مثل كاشف بندكت . الفركتوز يعتبر أيضاً سكر إختزالى .

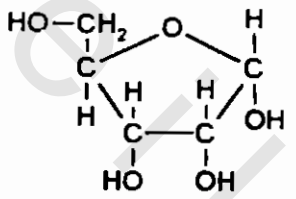
إن الثلاث أحاديات سكاريد الهامة هى الجلوكوز والفركتوز والجالاكتوز ويعتبر كل منها من السكريات الإختزالية ، ويمكن أن يُمثَّل كل منها غذائياً فى جسم الإنسان .

الديوكسى كربوهيدراتات (الكربوهيدراتات منزوعة الأكسجين) :

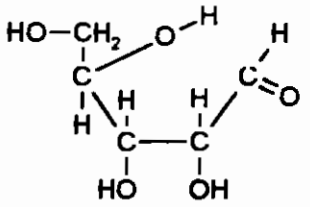
جميع أحاديات السكاريد التى تمت دراستها يوجد فيها ذرات الكربون تحمل إما مجموعة OH أو تتضمن مجموعة كربونيل . هناك عدد من الكربوهيدراتات يوجد بها إحدى ذرات الكربون أو أكثر لاتحتوى على مجموعة OH ، وإنما تحتوى فقط على مجرد ذرتين هيدروجين يعتبر مركب ٢-ديوكسى ريبوز مثال هام على ذلك لأن مشتق الإستر فوسفات لشكله الحلقى يشترك فى تكوين العمود الفقرى لجزيئات الحامض النووى الديوكسى ريبوزى DNA . هذه البوليمرات هى الوحدة الأساسية للوراثة والجينات .

إن المقطع ديوكسى فى اسم ديوكسى ريبوز يبين أن التركيب يطابق الريبوز فيما عدا استبدال إحدى مجموعات OH بواسطة ذرة H (كذلك يوجد أيضاً سكريات داى ديوكسى وترای ديوكسى) إن الموضع ٢ فى جزئ ٢-ديوكسى ريبوز ترتبط فيه ذرة الكربون بذرة H بدلاً من مجموعة OH .

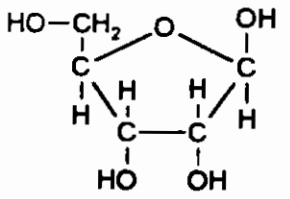
الريبوز فى أحد أشكاله الحلقية هو جزء من العمود الفقرى لجزيئات النوع الثانى من البوليمر المشابه DNA والذى يسمى RNA والذى يساهم فى العمليات الكيميائية للوراثة



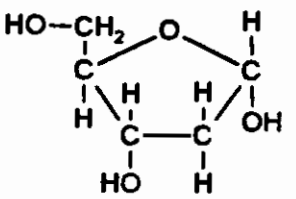
ألفا-ريبوز
α-ribose



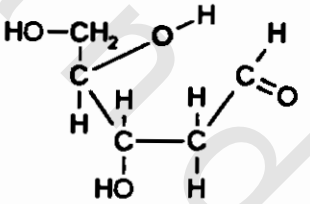
ريبوز (الشكل المفتوح)
(open form)



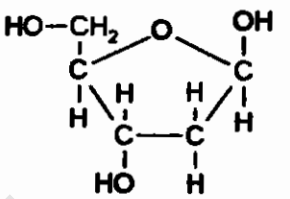
بيتا-ريبوز
β-ribose



ألفا-٢-ديوكسى ريبوز
α-2-deoxyribose



(الشكل المفتوح)
(open form)



بيتا-٢-ديوكسى ريبوز
β-2-deoxyribose

ثنائيات السكاريد Disaccharides :

هناك ثلاث ثنائيات سكاريد هامة غذائياً وهى المالتوز واللاكتوز والسكروز .

تتحلل حامضياً إلى أحاديات سكاريد كما يلى :

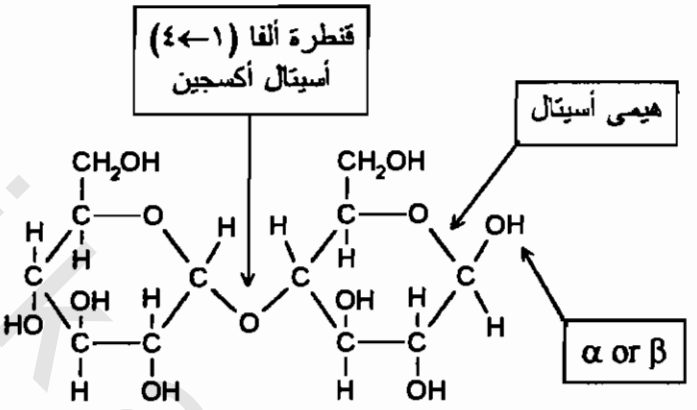
مالتوز + H_2O ⟵ جلوكوز + جلوكوز

لاكتوز + H_2O ⟵ جلوكوز + جالاكتوز

سكروز + H_2O ⟵ جلوكوز + فركتوز

المالتوز (سكر الشعير):

على الرغم من أن المالتوز يوجد فى الحبوب إلا أنه لا يوجد بكثرة فى الطبيعة فى حالته الحرة ، ويمكن تحضيره من النشا بتأثير الإنزيمات. المالتوز يوجد أيضاً فى شراب بعض الغلال (القمح والذرة) ، إنه يتكون من وحدتى جلوكوز ترتبطا معاً برابطة أسيتال. إن قنطرة الأكسجين اسيتال تربطهما معاً بين ذرة كربون ١ من وحدة جلوكوز إلى ذرة كربون ٤ بوحدة الجلوكوز الأخرى.



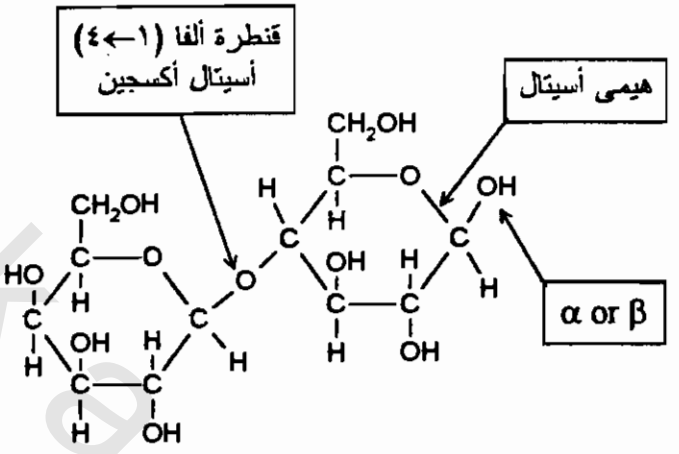
جزئ مالتوز

تعتبر رابطة الأسيتال أكثر ثباتاً من رابطة الهيمى أسيتال . الحافز الحامضى مطلوب لتحلل المالتوز (فى الجسم تكون الإنزيمات هى العوامل الحفازة المستخدمة فى التحلل) ومع ذلك فإن الأسيتالات تكون ثابتة مع القواعد. ليس هناك أى من العوامل المؤكسدة التى تهاجم رابطة الهيمى اسيتال (حيث توجد مجموعة الدهيد كامنة) سواء كاشف بندكت أو كاشف طولن له أى تأثير على قنطرة أكسجين اسيتال لأن كل هذه الكواشف تحتوى على محاليل قلوية قوية.

مع ذلك يبقى المالتوز على نظام الهيمى اسيتال فى أحد وحدات الجلوكوز (الذى تكون الأبعد إلى اليمين فى تركيب الجزيئ) هذا الجزء المفصول من الجزيئ يمكن أن يفتح ويغلق كما فى سلوك الجلوكوز ويمكن جعل مجموعة الألدهيد متاحة ، وهكذا ومن هذا المنطلق فإن المالتوز يعتبر سكر اختزالى .

اللاكتوز Lactose :

اللاكتوز يوجد فى لبن الثدييات. إن لبن البقر يحتوى على ٤ إلى ٦% لاكتوز ولبن الإنسان يحتوى على ٥ إلى ٨% منه. تجارياً فإنه يتم الحصول عليه كناتج ثانوى من تصنيع الجبن ، إن وحدته من الجالاكتوز ترتبط مع وحدته من الجلوكوز بواسطة قنطرة اكسجين اسيتال تتكون من كربون ١ بوحدة الجالاكتوز مع كربون ٤ من وحدة الجلوكوز. إن وحدة الجلوكوز لا يزال بها نظام هيمى اسيتال ولذلك فإن اللاكتوز يعتبر سكر اختزالى.

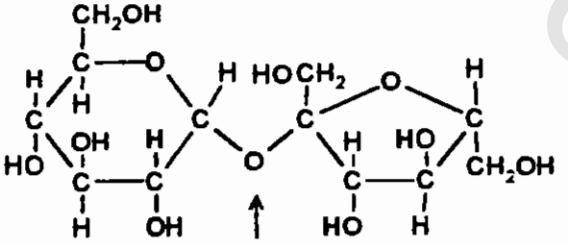


وحدة جلوكوز وحدة جالاكتوز

جزئ لاكتوز

السكروز : Sucrose

إن عصير قصب السكر يحتوى على ١٤% من السكروز ، سكر البنجر يحتوى على ١٠ إلى ١٦% سكروز . السكروز الأبيض يعتبر أنقى مركب عضوى معروف يباع على نطاق واسع ويعتبرغير مكلف. من ناحية التركيب فإن جزئ السكروز يتكون من وحدة جلوكوز ووحدة أخرى واحدة فركتوز .



قنطرة أسيتال أكسجين

وحدة فركتوز وحدة جلوكوز

جزئ سكروز

إن قنطرة أسيتال أكسجين تربط الوحدتين معاً . لا يوجد رابطة هيمي أسيتال في السكروز كما أنه ليس به مجموعة الدهيد كامنة ولذا فإنه يعتبر سكر غير اختزالي.

السكريات العديدة : Polysaccharides

السكريات العديدة أو البولي سكاريد هي بولمرات من أحاديات السكاريد. ثلاث بوليمرات تعتبر هامة وتتكون من الجلوكوز هي النشا والجليكوجين والسيليلوز.

يتكون الكثير من الجلوكوز في النباتات بواسطة التخليق الضوئي ويستخدم في حياة النبات الموسمية لتكوين جدار الخلية والخيوط الصلبة ، الكثير منه أيضاً يخزن ولكن ليس كجلوكوز مذاب ولكن يخزن كنشا غير مذاب. يوجد النشا بكثرة في بذور النبات. إن جسم الإنسان يستخدم بوليمرات نوعين من الجلوكوز (β , α) بنفس الطريقة كما في النبات. السيليلوز وخشبه يستخدم في العديد من الأشياء منها المنازل والملابس أما النشا فيستخدم في الغذاء .

النشا :

النشويات الطبيعية هي مخاليط من بوليمرات الجلوكوز ، مع ذلك فإنه يوجد نوعان منها هما الأميلوز amylose والذي تكون جزيئاته طويلة وغير متفرعة وتتكون من وحدات ألفا جلوكوز α-glucose والأميلوبكتين amylopectin والذي تشمل جزيئاته تلك الصور الموجودة بالأميلوز ولكن يؤخذ في الاعتبار وجود تفرعات. النشويات الطبيعية تتكون تقريباً من ١٠ إلى ٢٠% أميلوز ومن ٨٠ إلى ٩٠% أميلوبكتين .

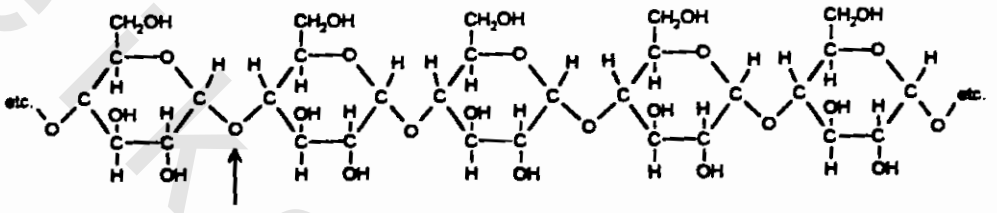
بالرجوع إلى العدد الهائل من مجموعات الهيدروكسيل (المحبة للماء) والموجودة بجزئ النشا فإننا نستنتج أن جزئ النشا يجب أن يكون شديد الذوبان في الماء ولكن الحجم الضخم لجزئ النشا يجعله شحيح الذوبان في الماء البارد. الأميلوز اكثر ذوبانية من الأميلوبكتين. محاليل النشا والتي يمكن أن تحضر بواسطة فرك النشا تكون في الحقيقة انتشار غروي Colloidal dispersions .

وحدات الجلوكوز في جزيئات النشا ترتبط مع بعضها البعض بقناطر أكسجين حيث تشتمل على مجموعات أسيتال. الماء أيضاً يمكن أن يعمل على تحلل النشا إلى جلوكوز . الأحماض وبعض الإنزيمات تحفز التفاعل .

إن تحلل النشا يشبه إلى حد كبير تحلل المالتوز ، إن تحلل المالتوز بالتدريج يؤدي في النهاية إلى جلوكوز وهو نفس الناتج عند هضم النشا في القناة الهضمية.

يمكن للأسله ... تحت ظروف معينة أن ينتج نواتج أخرى نتيجة لتحلله جزئياً والتى تتجمع لتعطى ديكسترينات Dextrins ، الديكسترينات تستخدم فى تصنيع الصمغ (الهلام) والمعاجين وفى بعض المواد الصناعية الأخرى. الأميلوبكتين يتحلل بالتدريج ليعطى فى النهاية جلوكوز ماراً بالديكسترين.

لايعتبر النشا كربوهيدرات اختزالى لأنه يحتوى على نسبة صغيرة من وحدات الجلوكوز النهائية بالجزئ Terminal glucose بينما مجموعات الألدهيد الكامنة يتم اختبارها بواسطة كاشف بندكت ، النشا مع ذلك يعطى لون أزرق غامق كثيف ولامع مع اليود . اختبار اليود يستخدم فى الكشف حتى ولو على بقايا بسيطة من النشا فى المحلول .

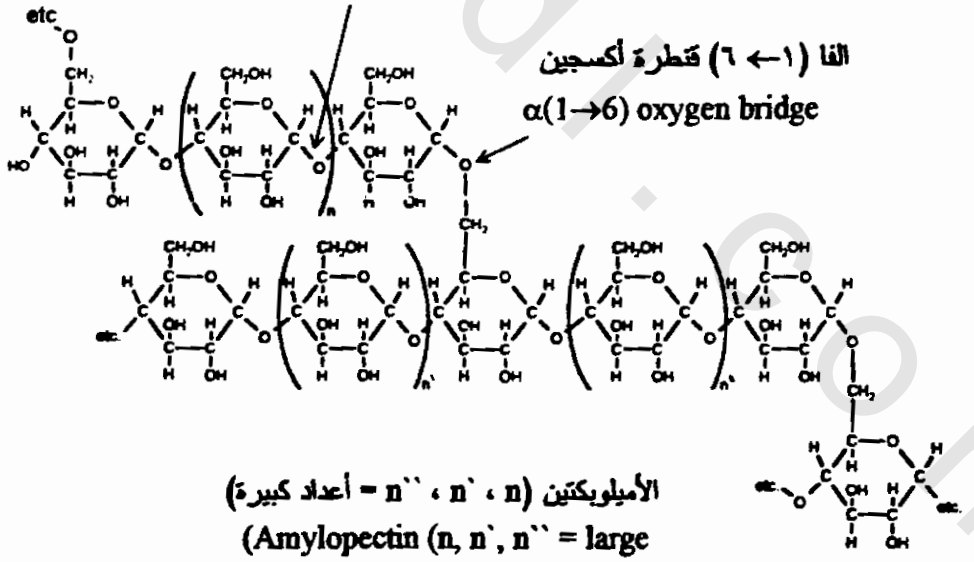


الفا (١← ٤) قنطرة أكسجين
α(1→4) oxygen bridge

الأميلوز Amylose

الفا (١← ٤) قنطرة أكسجين
α(1→4) oxygen bridge

الفا (١← ٦) قنطرة أكسجين
α(1→6) oxygen bridge



الأميلوبكتين (n ، n` ، n`` = أعداد كبيرة)
(Amylopectin (n, n`, n`` = large

بوليمرات الجلوكوز فى النشا تعتمد على مصدر النشا. وزن الصيغة يتغير من ٥٠٠٠٠ إلى عدد من الملايين (وزن الصيغة ١ مليون يقابل وجود ٦٠٠٠ وحدة جلوكوز بالجزئ)

الجليكوجين :

يعتبر النشا أحد أشكال حفظ وتخزين الجلوكوز فى النباتات أما الجليكوجين فإنه صورة لحفظ الكربوهيدرات فى الحيوانات . خلال فترات الصوم فإن الحيوانات تسحب الجلوكوز الذى تحتاجه من مخزونها من الجليكوجين لكى تحافظ على وظائف الجسم الطبيعية .

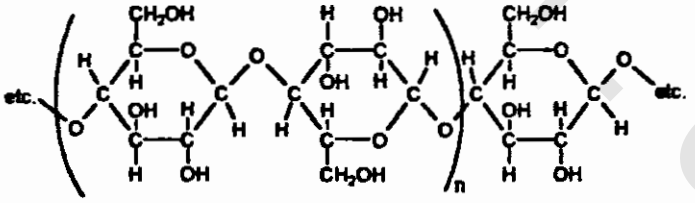
كذلك نجد من ناحية التركيب أن الجليكوجين عبارة عن بوليمر يتكون من وحدات ألفا-جلوكوز يشبه فى ذلك تماماً الأميلوبكتين. ومع ذلك فإن الجليكوجين يوجد به تفرعات اكثر من الأميلوبكتين ولا يعطى اختبار اليود موجب .

السليلوز :

إن السليلوز يشبه النشا والجليكوجين فهو عبارة عن بوليمر ذو وزن جزيئى كبير حيث يتكون من وحدات عديدة الجلوكوز ، إن النشا والجليكوجين مع ذلك هما عبارة عن بوليمرات تتكون من الشكل ألفا جلوكوز بينما السليلوز هو بوليمر يتكون من الشكل بيتا جلوكوز β-glucose . والسليلوز يشبه الأميلوز حيث لايحتوى على أية تفرعات فى سلسلة البولى جلوكوز.

إن فرق التركيب بين الأميلوز والسليلوز جعل من الأميلوز أن يكون قابلاً الهضم والسليلوز غير قابل للهضم وهذا الفرق هو الوحيد بينهما من حيث التركيب وهو ينحصر فى إتجاه قنطرات الأوكسجين.

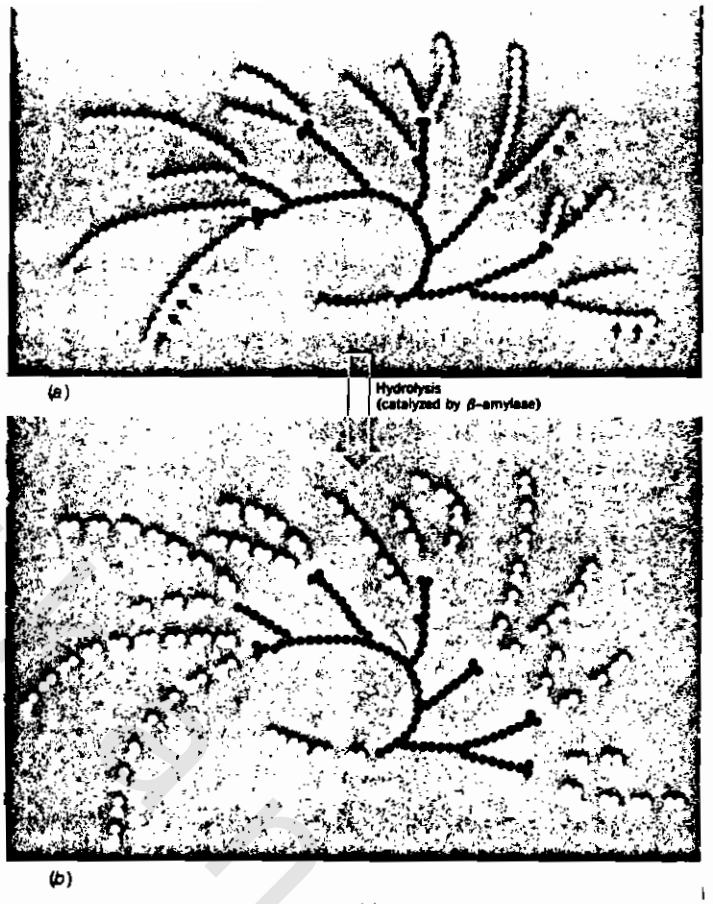
يقوم السليلوز بتكوين غشاء الخلية فى النباتات ، إن خيوط القطن هى عبارة عن ٩٨% سليلوز بينما كل جزئ سليلوز يحتوى على ٢٠٠٠ إلى ٩٠٠٠ من وحدات بيتا جلوكوز β-glucose .



السليلوز

بوليمر طولى من بيتا-د-جلوكوز قيمة n تختلف من ١٠٠٠ إلى ١٣٠٠٠ (أو من ٢٠٠٠ إلى ٢٦٠٠٠ من وحدات الجلوكوز) فى أنواع مختلفة من القطن.

إن قوة خيوط القطن تأتى من تأثير آلاف الروابط الهيدروجينية الموجودة بين جزيئات السليلوز المتداخلة والمتوازية.



تحلل الأميلوبكتين amylopectin يتضح فيها أن

(a) نموزج من جزيئات الأميلوبكتين يتضح فيها أن النقاط تمثل وحدات الجلوكوز.

(b) بعد عملية التحلل الجزئى يتكون العديد من جزيئات المالتوز (الطرفية) وجزيئات أكـــثر تفرعاً (الديكسترين).