

مقرر اساسيات كيمياء الاغذية

المرجع الاساسي كتاب كيمياء الاغذية

الدكتور كامل الركابي

الكتورياسل كامل الداللي

السكريات أو الكربوهيدرات (Carbohydrate)

هي مركبات عضوية تتكون من الهيدروجين والاكسجين وتعرف الكربوهيدرات بانها مشتقات الدهيديه او كيتونيه لكحولات عديدة الهيدروكسيل(-HO)، او بانها المركبات التي تعطي هذه المشتقات بالتحلل المائي لها تتميز بشكل عام بطعم حلو لذلك تستخدم في الأطعمة والأشربة للتحلية.

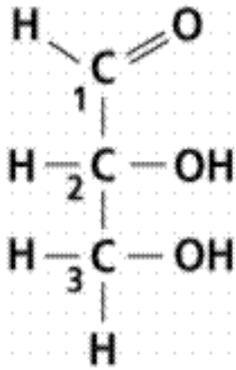
تستخدم كلمة سكر بشكل عام في الحياة اليومية للدلالة على السكر المستخدم يوميا وهو السكرز أحد أنواع السكريات ذات الحلاوة الواضحة. وهو ما يدعى أيضا بسكر الطاولة أو سكر الطعام مشابها لاسم ملح الطعام (و هو كلوريد الصوديوم حصرا).

يعتبر السكرز من السكريات الثنائية (المتشكلة من ترابط سكرين أوليين هما الكلوكوز والفركتوز) وهو ذو بنية بلورية صلبة، يستخرج غالبا من قصب السكر أو الشوندر السكري.

لكن المصدر الرئيسي للطاقة في الجسم هو السكريات الأولية وبالتحديد الكلوكوز (يدعى أيضا سكر العنب) وهو موجود بكثرة في الفاكهة - وخاصة العنب - . يستخدم الكلوكوز من الخلية الحيوانية مباشرة لتحرير الطاقة.

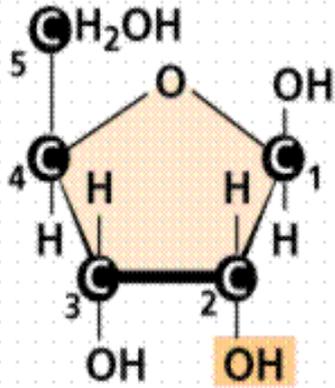
ان ايسط انواع السكريات هي السكريات الثلاثية وابسط سكر ثلاثي الدهايدي هو الكلسرلدهايد اما ايسط سكر ثلاثي كيتوني هو ثنائي هيدروكسي الاسيتون.

Three-carbon sugar

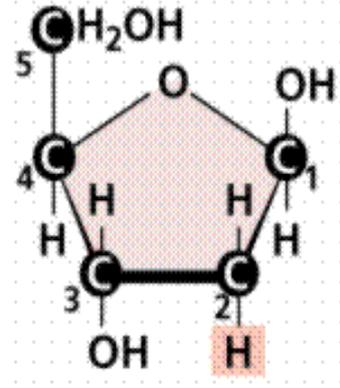


Glyceraldehyde

Five-carbon sugars



Ribose



Deoxyribose

أنواع الكربوهيدرات :-

يمكن تقسيم الكربوهيدرات تبعا لعدد جزيئات السكر الموجودة بها الى الاقسام التالية:

١ - سكريات أحادية (سكر بسيط): (Monosaccharides)

غالبا ماتسمي بالسكريات البسيطة وهي الوحدات البنائية للسكريات الاخري . وهي ايسط وحدات الكربوهيدرات حيث تتكون من جزيئة واحد فقط ، لايمكن تحليلها الي وحدات اصغر ، وتتشترك في الصيغه العامه The general Molecular Formula وكل جزيئة تحتوي على ٣ - ٧ ذرات كربون مثل : الكلوكوز ، (C6H12O6) و الفركتوز (C5H10O5) ، (C6H12O6) والرايبوز (C5H10O5) . والسكريات الاحاديه مواد صلبه ومتبلورة وبيضاء اللون ومعظمها حلوة المذاق وتذوب بسهوله في الماء ولا تذوب في المذيبات غير القطبيه.

التصنيف :

تصنف السكريات الاحادية على اساس عدد ذرات الكربون ونوع المجموعة الوظيفية في الجزيئة. مثلا لدينا الكلوكوز والفركتوز لهما نفس الصيغة الجزيئية ، (C6H12O6) أي انهما

يحتويان على نفس عدد ذرات الكربون الا ان المجموعة الوظيفية في الكلوكوز هي الالديهيد ، وفي الفركتوز هي الكيتون. اما بالنسبة للريبوز فان الفرق يكون في عدد ذرات الكربون .

اي تقسم السكريات الاحادية وفقا لعدد ذرات الكربون الموجودة في الجزيء Molecular الى:

السكريات الاحادية التي تحتوي على ثلاث ذرات كربون تسمى تريوزات TRIOSSES

والتي تحتوي على ٤ ذرات كربون تسمى تيتروزات TETROSES

والتي تحتوي على ٥ ذرات كربون تسمى بنتوزات PENTOSSES

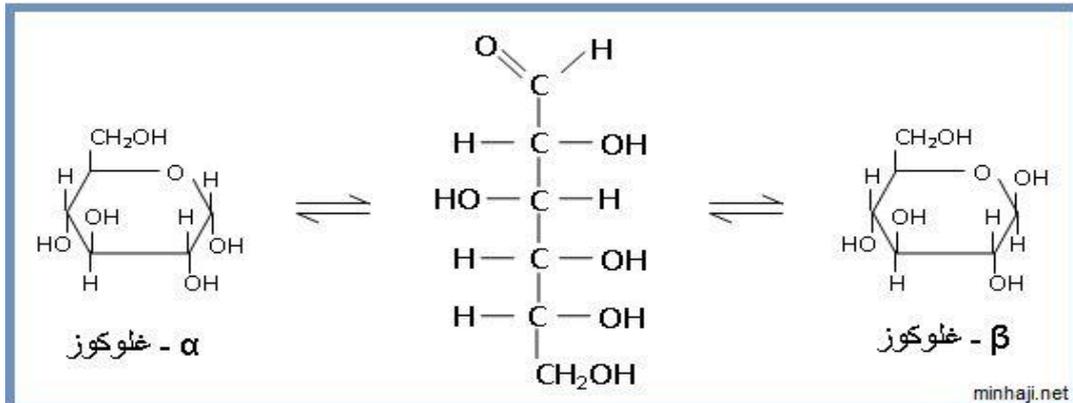
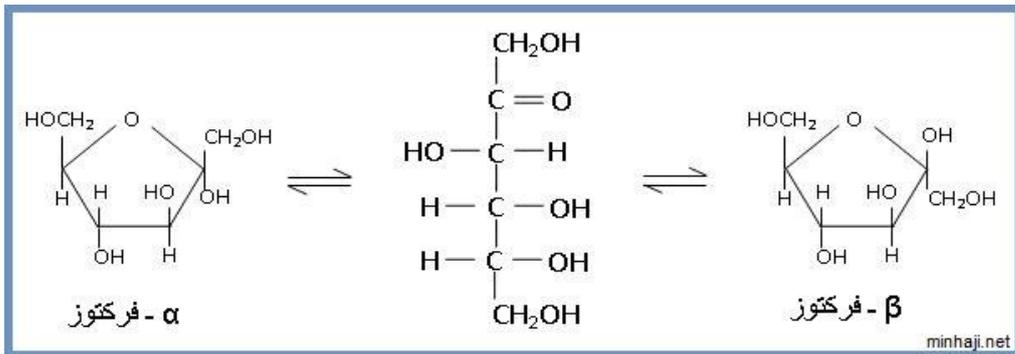
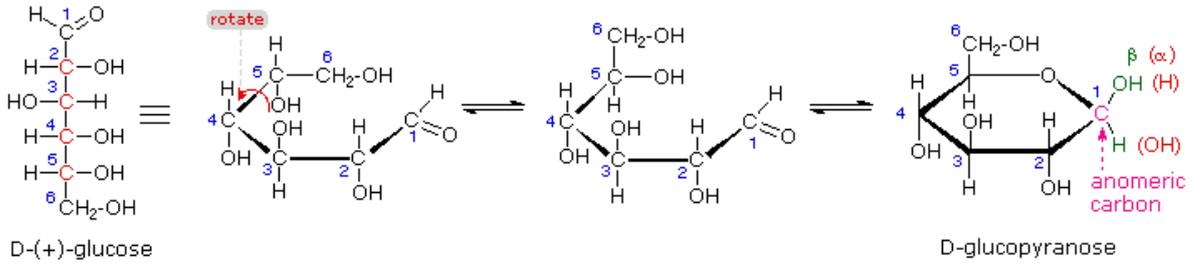
والتي تحتوي على ٦ ذرات كربون تسمى هيكسوزات HEXOSSES

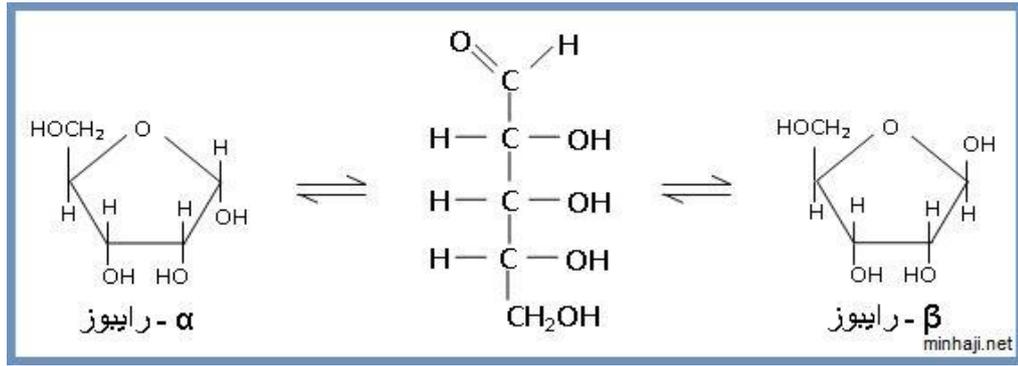
والتي تحتوي على ٧ ذرات كربون تسمى هيبتوزات HEPTOSSES وهكذا

اكثر السكريات انتشارا في الطبيعه .. هي السكريات السداسيه HEXOSSES

السكريات الاحادية التي تحتوي على عدد من ذرات الكربون يساوي خمس او اكثر قد تكون على

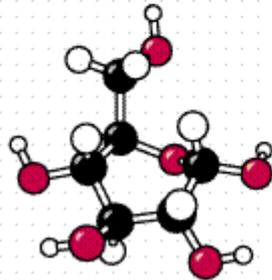
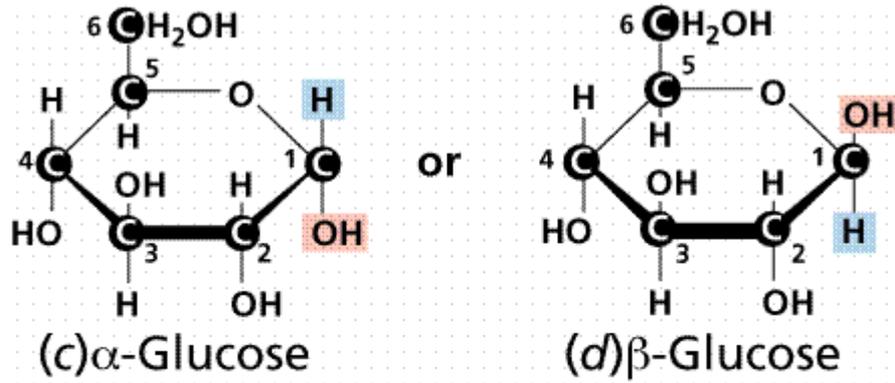
هيئة حلقات بالاضافة الى الشكل الخطي كما هو موضح في الصور التالية



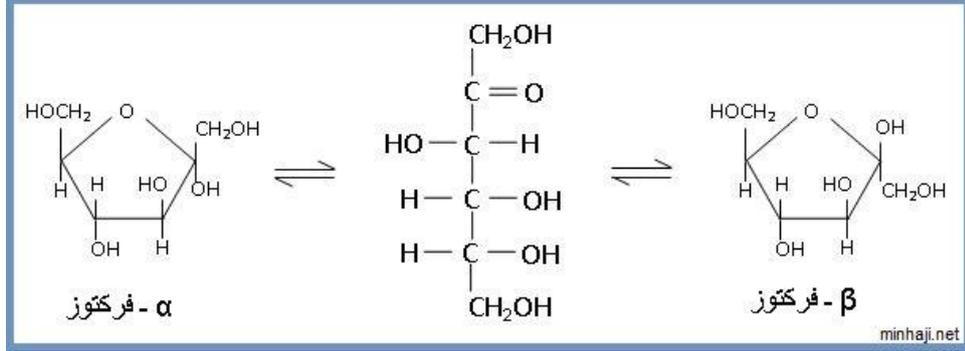


في هذا المركب تتكون رابطة تساهمية بين مجموعة الالديهيد في ذرة الكربون الاولى ، ومجموعة الهيدروكسيل المرتبطة بذرة الكربون الخامسة كما هو واضح في الصورة فان الكلوكوز يكون على صورتين ، الفا وبيتا. ويكون للكلوكوز طبيعتين في المحاليل المائية فقط ، والاختلاف يكون في موقع احد مجموعات الهيدروكسيل .

أ. الكلوكوز: وهو أبسط أنواع المواد الكربوهيدراتية وهو سكر سداسي الدهايدي مختزل ويسمى سكر الدم، ويكون على شكل سكر طبيعي في الغذاء أو يستطيع الجسم توفيره من خلال هضم الكربوهيدرات المركبة مثل النشويات الموجودة في الأرز والمعكرونة والبطاطا.



ب. الفركتوز: وهو سكر سداسي كيتوني مختزل هذا هو سكر الفواكه ويوجد في الفواكه والعسل، وهو أكثر أنواع السكريات والنشويات حلاوة من حيث الطعم.



ج. الكالكتوز: وهو سكر سداسي الدهايدي مختزل هذا هو سكر الحليب، ولا يوجد في الطعام ولكن يمكن تصنيعه من سكر الحليب في الغدد المنتجة للحليب في جسم الإنسان ويمكن تحويل الفركتوز والكالكتوز إلى الكلوكوز.

يحتوي على ست ذرات كاربون وتكون فيه ذرة الكاربون رقم ٣ و ٤ مختلفة اي تحتوي على H على جهة اليمين يبدأ الترقيم من ذرة الكاربون التي تحتوي على الالدهايد.

د - المانوز: أيضاً من السكريات الأحادية سداسي الدهايدي مختزل كما يحتوي على مجموعة من الألدheid لذا فهو سكر ألدهيدي وكما أنه يتحد مع البروتينات " بروتينات معينة " ويوجد هذا السكر في زلال البيض.

يحتوي على ست ذرات كاربون وتكون فيه ذرة الكاربون رقم ٣ و ٢ مختلفة اي تحتوي على H على جهة اليمين يبدأ الترقيم من ذرة الكاربون التي تحتوي على الالدهايد.

هـ - الاينوسيتول: يطلق عليه سكر العضلات حيث امكن فصله من نسيج العضلات كما يوجد أيضاً بأنسجة الكبد والقلب، ويوجد في النبات على هيئة حمض سداسي الفوسفات كما يدخل ضمن مكونات فيتامين ب وهو من السكريات الاحادية أيضاً، وهو الذي يعطي طعماً مميزاً للحمة.

OPTICAL ISOMERSIM

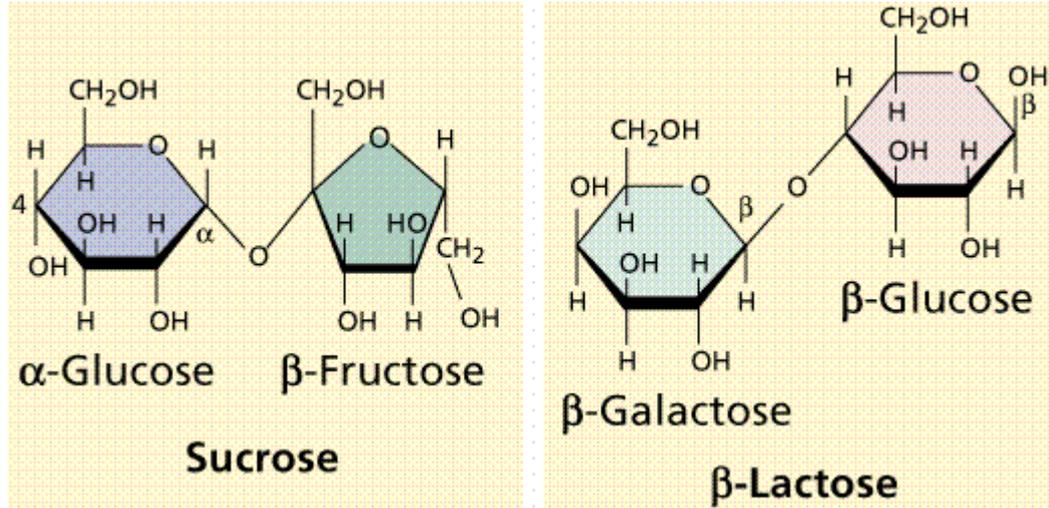
التشابه الضوئي وترجع هذه الظاهرة الي وجود عدد مختلف من ذرات الكربون الغير متناسقه (ذرة الكربون الغير متناسقه :الذرة التي تحمل وتشغل تكافؤاتها الاربعه ب ٤ اصول

مختلفه) الجليسرالدهيد يحتوي علي ذرة كربون واحدة وتكون غير متناسقه فان له مشابهان ضوئيان يكون كل واحد منهما خيال مرآة للاخر فنجد في الشكل D تكون مجموعه الهيدروكسيل الي اليمين RIGHT حين تكون مجموعه الالدهيد في الاعلي .. بينما في الشكل L تكون مجموعه الهيدروكسيل الي اليسار LEFT حين تكون مجموعه الالدهيد في الاعلي وتزيد عدد المشابهات الضوئيه للمركب بزيادة عدد ذرات الكربون الغير متناسقه في الجزيء.

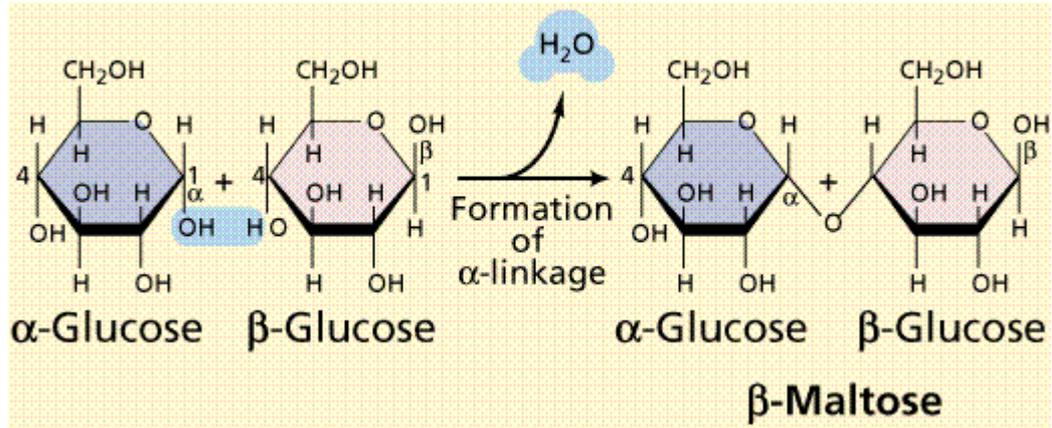
٢ . **سكريات ثنائية:** هي عبارة عن سكر مركب ناتج عن اتحاد نوعين من السكر البسيط ويكون دائما أحد النوعين المتحددين هو الكلوكوز، تحتوي على السكريات التي بها ٢-٦ وحدة من وحدة احادي التسكر. وهي تشمل:

أ. **السكروز** (سكر القصب): ويتكون من كلوكوز + فركتوز، من أهم السكريات الغذائية وهو سكر غير مختزل ويتحلل مائياً بواسطة إنزيم السكريز المعوي إلى كلوكوز وفركتوز.

ب. **اللاكتوز** (سكر الحليب): وهو أقل أنواع السكر حلاوة ويتكون من **كلوكوز** و**غلاكتوز** وهو سكر مختزل.



ت. المالتوز (سكر الشعير): ويتكون من كلوكوز + كلوكوز، وهو سكر مختزل لاحتوائه على مجموعة ألدهيد، ويتكون من جزئين من الألفا كلوكوز، ويتحلل في الأمعاء إلى جزئين ألفا كلوكوز بواسطة إنزيم المالتيز ويعتبر هو ناتج وسطي خلال عملية التحلل المائي للنشا بواسطة إنزيم الأميليز اللعابي من المعروف أن عملية طحن الغذاء بواسطة الاسنان والضرروس وتفتيت جزيئات الطعام الكبيرة إلى صغيرة بسيطة تسمى الهضم الميكانيكي يوجد باللعاب مادة مخاطية تسهل عملية مضغ الطعام وبلعه وأيضاً تسهل عملية الكلام وحركة اللسان داخل الفم، بالإضافة إلى هذه المادة المخاطية يوجد أيضاً باللعاب إنزيم الاميليز اللعابي الهاضم للسكريات والمواد الكربوهيدراتية حيث يحول السكريات العديدة الموجودة في أطعمة كالأرز والمكرونه والخبز إلى سكريات ثنائية ثم تنزل هذه الجزيئات إلى المعدة بالحركة الدودية وفي المعدة لا يتم هضم كربوهيدرات إنما في الاثنى عشر حيث يتم هضم المالتوز بواسطة انزيم المالتيز إلى جزئين ألفا كلوكوز ولكن إذا لم يتم هضم النشا من البداية ونزل إلى المعدة في صورة نشا فيقوم انزيم الاميليز البنكرياسي بدوره .

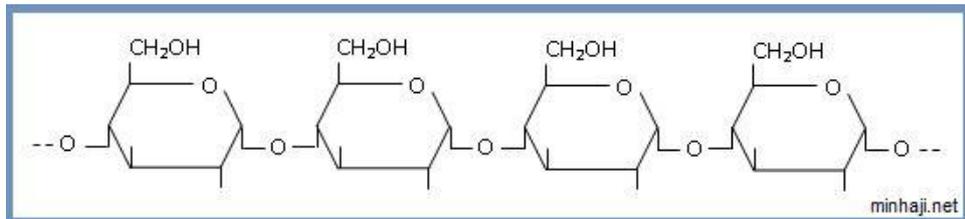


٣ . سكريات معقدة (مركبة): تتكون من اتحاد ثلاثة أو أكثر من السكريات البسيطة (الأحادية) وقد تتحد أكثر من ٣٠٠ - ٥٠٠ وحدة من السكريات البسيطة لتكوين السكريات المعقدة، وهذه السكريات لا تذوب في الماء مثل بقية أنواع السكريات. تنقسم السكريات المعقدة إلى قسمين رئيسيين هما:

١. السكريات من أصل نباتي:

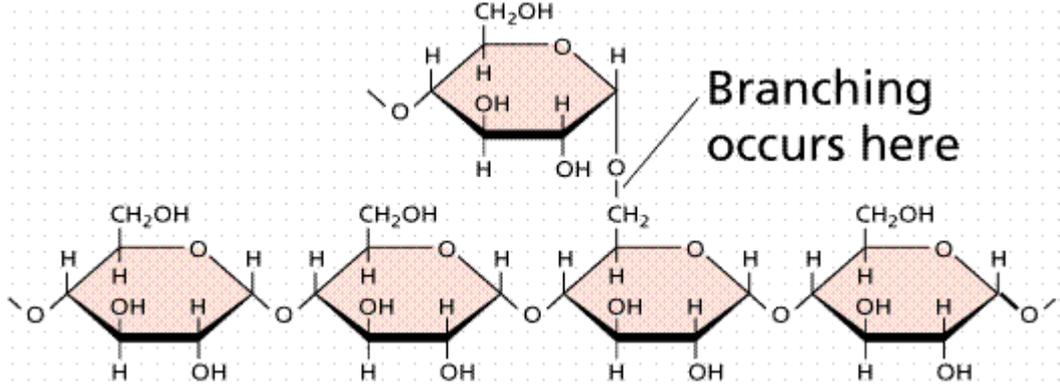
١ . النشا: ويوجد في الأجزاء التي يتم هضمها من النباتات. وتوجد في الذرة والحبوب ومختلف مشتقات القمح والأرز والبطاطا والمعكرونة وجذور النباتات وكذلك الخضار والفواكه. *تركيب المادة العضوية (سكاروز-نشاء) من طرف النباتات اليخضورية: اثبت ساكس للمرة الأولى ١٨٦٤ ان الاوراق المعرضة للضوء تتركب المادة العضوية وذلك بوزن الاوراق في بداية النهار ونهايته. بعد تجفيفها، فلاحظ ان كتلة الاوراق تكون أكبر في نهاية النهار، وتم التعرف على هذه المادة العضوية : وهي النشاء.

ينتمي النشاء إلى مجموعة السكريات المعقدة صيغته العامة (C6 H10 O6) حيث n تتراوح بين ٢٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ وحدة الكلوكوز. يتلون النشاء مع الماء اليودي بالازرق البنفسجي القاتم. والنشا الطبيعي هو عبارة عن خليط من نوعين احدهما يسمى الاميلوز (١٠-٢٠%) ويوجد هذا النوع في القسم الداخلي للخلية ويتكون من سلسلة طويلة غير متفرعة من عدة الاف من جزيئات الجلوكوز ترتبط مع بعضها البعض عن طريق اتصال ذرة الكربون رقم (١) في الجزيء الاول بذرة الكربون رقم (٤) في الجزيء الذي يليه مع فقد جزيئات ماء ، وهو قابل للذوبان في الماء.



والاخر يسمى الاميلوبكتين (٨٠-٩٠%) ويوجد هذا النوع في جدار الخلية، ويكون غير قابل للذوبان في الماء . وهو عبارة عن متفرعة تتكون من سلسلة رئيسية خطية ترتبط فيها جزيئات الجلوكوز بالارتباط بين ذرة الكربون رقم (١) في الجزيء الاول بذرة الكربون رقم (٤) في الجزيء الذي يليه مع فقد جزيئات ماء . وتتكون الرابطة بين السلسلة الرئيسية والتفرع بارتباط ذرة الكربون رقم (١) من التفرع مع ذرة الكربون رقم (٦) من السلسلة الرئيسية . كما

هو موضح في الصورة التالية:

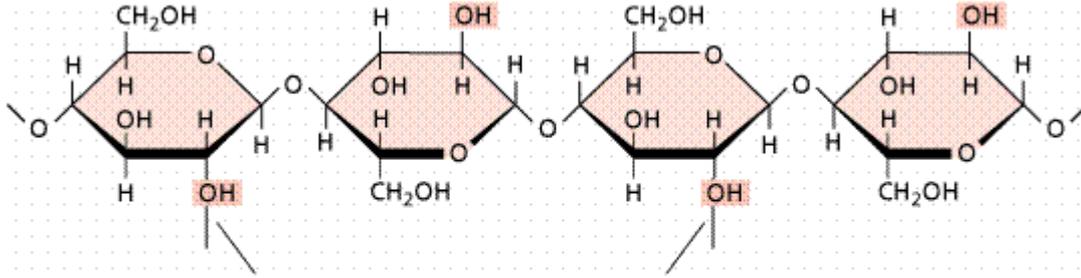


الصورة التوضيحية للاميلوبكتين ، وهو عبارة عن سلسلة متفرعة

وبشكل عام فان السكريات تعتبر أولى المركبات العضوية المتشكلة أثناء التركيب الضوئي.

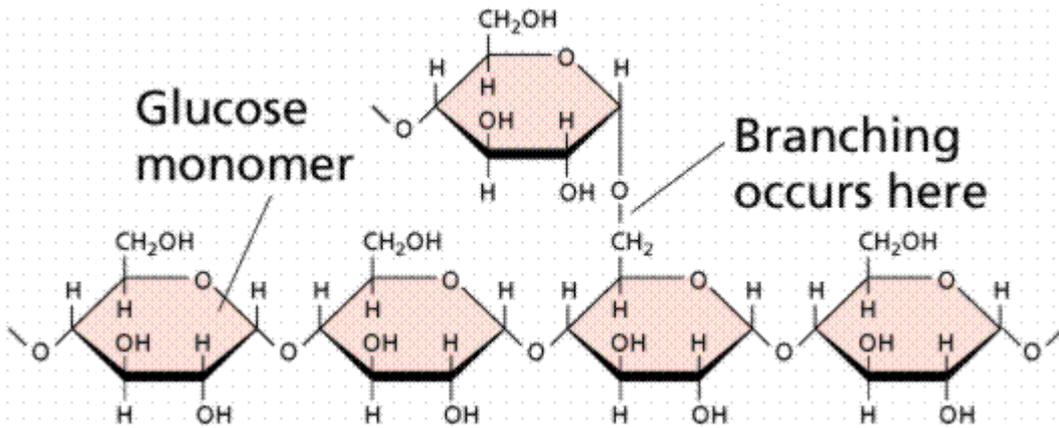
٢ . السيليلوز: وهو المادة التي تشكل الألياف وسيقان النباتات كما يوجد في أوراق النباتات والساق والجذور وقشور الحبوب والفواكه والخضراوات وكذلك في النسيج الضام للحوم. وينتج السيليلوز من تكاثف عدد كبير جدا يقدر بالالاف من جزيئات الجلوكوز عن طريق الارتباطات بنفس الطريقة الواردة في الاميلوز. وهو عبارة عن سلسلة غير متفرعة قد تصل كتلتها الى الملاين .

وحيث أن هذا الجزء من الكربوهيدرات لا يتم هضمه في الجسم فإن دوره الرئيسي هو إعطاء المواد الغذائية التي يحتوي عليها حجما كبيرا وبذلك يشعر الشخص بالامتلاء في المعدة والأمعاء وبذلك لا يشعر بالجوع، لهذا فإن هذا النوع يساعد في علاج السمنة لأنه مثبط للجوع، في نفس الوقت فإن الألياف أو السيليلوز تساعد الجهاز الهضمي حيث يتحد بالماء وكذلك بالكولسترول وأي مواد أخرى لا يحتاجها الجسم، وبسبب حجمه واتحاده بالماء فإنه يسهل حركة الأمعاء وبالتالي يسهل التخلص منه ومن المواد التي يتحد بها، وبذلك يقي الجسم من التهابات الأمعاء وانتفاخها خاصة القولون، وأخيرا، تقوم الألياف بحفز الأمعاء لتنشيط عملية تكاثر أحد أنواع بكتيريا الأمعاء والتي تساعد في إنتاج فيتامين (ك) والذي له دورا هاما في تخثر الدم.



Hydrogen bonding to other cellulose molecules can occur at these points

- السكريات من أصل حيواني (النشا الحيواني): الكائنات الحية، ومنها الإنسان، عندما يتناولون السكريات من أصل نباتي فإنها تقوم بخرن هذه المواد في العضلات والكبد على شكل جليكوجين الذي يتكون من مئات الوحدات من الكلوكوز. وإن اتحاد الكلوكوز لتكوين الجليكوجين في العضلات أو في الكبد يحتاج إلى الماء، وكل غرام واحد من الجليكوجين في العضلات أو في الكبد يخزن معه حوالي ٧.٢ غرام من الماء. والجليكوجين في العضلات يستخدم فقط من قبل العضلات أما جليكوجين الكبد فيمكن تحويله إلى كلوكوز ويطرح في الدم لتعويض نقص الكلوكوز في الدم، ومن المعروف أن الكلوكوز هو الوقود الرئيسي للجهاز العصبي المركزي وأي نقص في مستوى الكلوكوز بالدم يؤدي إلى نقص الوقود الخاص بالجهاز العصبي المركزي وبالتالي فإن نشاط هذا الجهاز يتأثر سلباً.



وظائف الكربوهيدرات في الجسم

١ . مصدر سريع للطاقة: تعتبر المواد الكربوهيدراتية مصدراً سريعاً جداً للطاقة مقارنة بالدهن والبروتين، كما تعتبر الكربوهيدرات مادة الطعام الوحيدة في الجسم التي يمكن إنتاج الطاقة منها دون الحاجة للأكسجين.

٢ . **توفيره من البروتين:** عندما تنقص كمية الكربوهيدرات في الجسم وبشكل خاص كلوكوز الدم، فإن مخزون الكبد من الجليكوجين يستخدم لتعويض النقص، وإذا استنفذت كمية الجليكوجين المخزونة في الكبد وهي بحدود ٨٠-١٠٠ غرام، فإن الجسم يلجأ إلى تكسير البروتين من العضلات وغيرها من أجزاء الجسم المحتوية على البروتين وذلك لتوفير الكلوكوز للجهاز العصبي المركزي حيث يمكن للجسم تحويل البروتين إلى كلوكوز، وحيث أن البروتين يقوم بوظائف حيوية جدا فإن نقص الجليكوجين والمواد الكربوهيدراتية عموما في الجسم يؤدي إلى استهلاك البروتين من الجسم، وهذا من حيث الصحة ليس في صالح الفرد.

٣ . **يساعد على استخدام الدهن كمصدر للطاقة:** لكي يستطيع الجسم استخدام الدهن كمصدر **للطاقة** فإن أحد مخلفات تكسير الكربوهيدرات هي مادة حامض الأوكسالوأسيتك التي يجب أن تكون متوفرة في الجسم، وبالتالي فإن وجود الكربوهيدرات في الجسم ضروري لكي يستطيع الجسم استخدام **الدهن** كمصدر للطاقة، لهذا فمن حيث مكافحة **السمنة** فإن تناول الكربوهيدرات ضروري لكي يستطيع الجسم التخلص من الدهن الزائد من خلال استخدامه كمصدر للطاقة

٤ . **وقود للجهاز العصبي المركزي:** لكي يستطيع **الدماغ** وبقية أجزاء الجهاز العصبي المركزي القيام بوظائفه في تنظيم الجسم، لا بد من توفر **الكلوكوز** لأنه مصدر الطاقة الرئيسي لهذا الجهاز الهام، وإن نقص الكلوكوز في **الدم** يؤدي إلى ضعف عمليات التفكير والتركيز الذهني وبالتالي تكثر الأخطاء في المواقف التي تحتاج إلى سرعة التفكير وحسن التصرف.