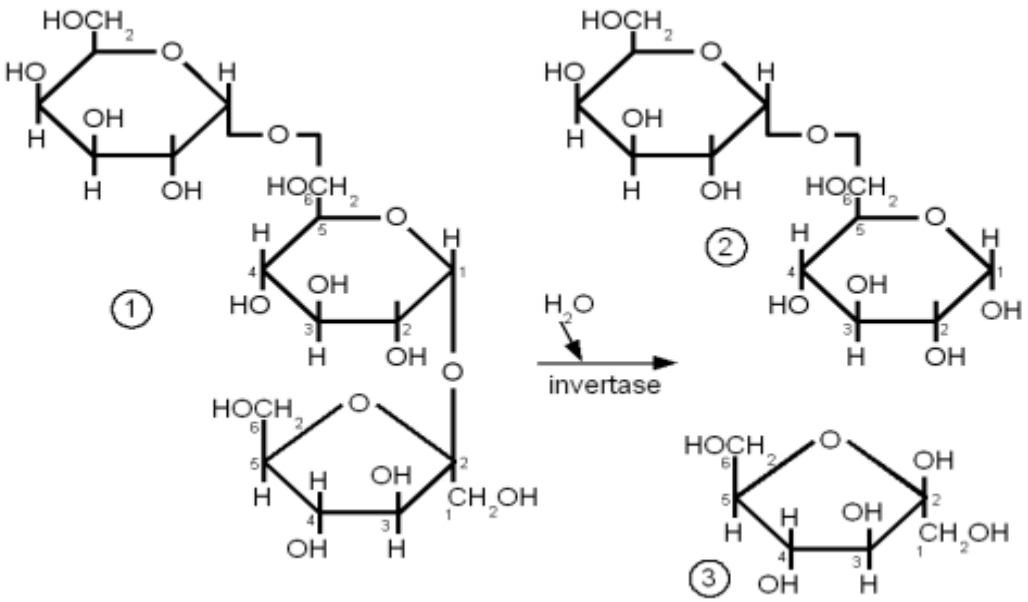
**الرافينوز Raffinose**

**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) .**




**(1) Raffinose → (2) Melibiose + (3) Fructose**

**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 .**

**ومن أهم السكريات المتعددة السليلوز Cellulose والنشأ Starch حيث إن كلاهما ينتج من قبل النباتات من $CO_2$ والماء بعملية التركيب الضوئي وكلاهما مكون وحدات الكلوكوز D-Glucose .**

**يعتبر السليلوز المادة الرئيسية المكونة لتركيب النبات والتي تعطيها الشكل والصلابة وقد يكون من أوسع المركبات العضوية إنتشاراً .**

**بينما يعتبر النشأ Starch مخزن الغذاء للنبات ويتكون في البذور ويعتبر النشأ أكثر ذوباناً من السليلوز ويتحلل مائياً بصورة أسهل ويهضم بصورة أسرع من السليلوز أيضاً .**

**عند تحلل السكريات مائياً بصورة كاملة بواسطة الأحماض وانزيمات خاصة تتكون سكريات أحادية أو مشتقاتها .**

**تسمى السكريات المتعددة بالكلايكانات Glycane التي تختلف حسب طبيعة الوحدات السكرية وطول سلاسلها وتفرعها .**

**هنالك نوعان من السكريات المتعددة :-**

**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 .**

**ونظراً لإرتباط وحدات السكريات الأحادية بأواصر كلايكوسيدية لذلك فهي تتحلل مائياً بالحوامض المعدنية ($H_2SO_4$ , HCl) وتتكسر بوجود انزيمات خاصة .**

**وتتكون السكريات المتعددة Polysaccharides من اتحاد عدد كبير من السكريات الأحادية ترتبط فيما بينها بأواصر كلايكوسيدية ولها وزن جزيئي عالي وليس لها قابلية إختزالية بالرغم من وجود مجاميع كربونيل حرة (مختزلة) في نهاية كل جزيئة .**

**وإن درجة الدوران النوعي α للسكريات المتعددة أكبر بكثير من السكريات الأحادية (علل) .**

**وتكون السكريات المتعددة على شكل مسحوق صلب أبيض عديم الطعم غير ذائب أو قليل الذوبان في الماء .**

**وأن أكثر السكريات تعقيداً هو السليلوز والنشأ والكلايكوجين التي تتكون من وحدات سكرية متعددة ومعظمها لا يتبلور والتي تذوب منها في الماء تكون محاليل غروية بدون طعم عدا الدكسترين Dextrin الذي يملك طعم حلو محدد .**

*** Starch $\xrightarrow{\text{تحلل}}$ Dextrins $\longrightarrow$ Maltose $\longrightarrow$ Glucose**

*** Cellulose $\xrightarrow[\text{Cellulase}]{\text{تحلل مائي}}$ Cellobiose $\longrightarrow$ Glucose**

**موجود لدى الحيوانات فقط**

## النشـــــــأ :- Starch

يعتبر النشأ هو الكاربوهيدرات الاحتياطي المخزون للنباتات مثل (البطاطا ، بذور البقوليات ، مثل الفاصوليا ، القمح ، الذرة ، الرز والشعير ) . ويظهر النشأ كحبيبات **Granules** ذات شكل وحجم مميز لكل نبات فيه نشأ .

حبيبات النشأ غير ذائبة في الماء البارد نظراً لوجود غشاء خارجي **Membrane** يحيط بمكوناتها ولغرض إذابتها يتم اللجوء أما الى طحنها **Grinding** فيتكسر الغلاف الخارجي **Membrane** أو رفع درجة حرارة الماء (بالتسخين) فينفجر هذا الغشاء فتتحرر المكونات التي تذوب في الماء (الأميلوز) وتختلط مكونات النشأ بالماء فتذوب مكونة محلول جلاتيني كثيف القوام . كما إن القلويات والفورمالديهايد يساعدان على ذوبان النشأ بدرجة حرارة غير مرتفعة .

ويتحلل النشأ مائياً بإستعمال حوامض معدنية أو انزيمات خاصة ويحدث التحلل المائي على خطوات كما يأتي :

$$\text{Starch} \xrightarrow{\text{Amylase(or)}H^+|H_2O} \text{Dextrins} \longrightarrow \text{Maltose} \longrightarrow \text{Glucose}$$

(أميلوز ، أميلوبكتين) مختلفة

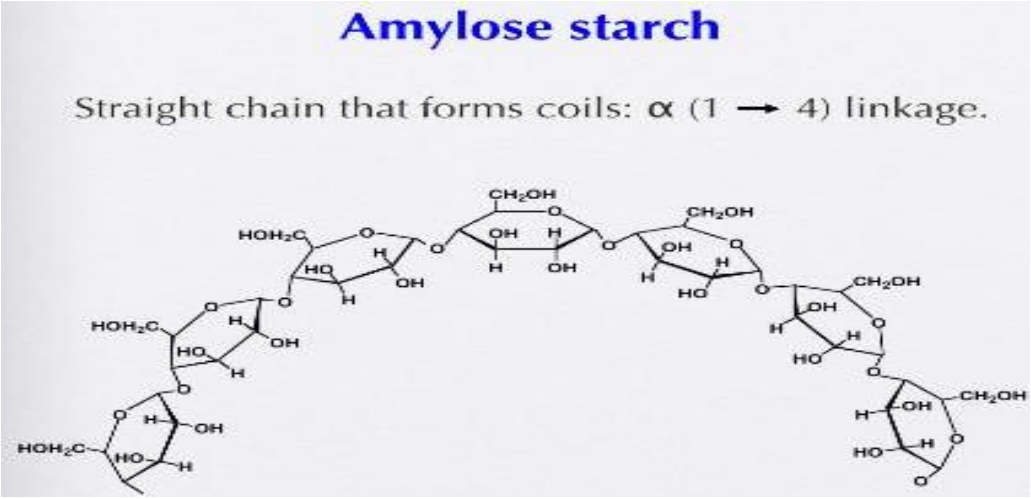
تسمى هذه المركبات بالدكسترينات **Dextrins** وتستعمل في تصنيع سائل الصمغ العجيني ، وبشكل عام يتكون النشأ من :-

أ. الأميلوز **Amylose** (نسبته في النشأ 20%) الذائب في الماء والذي يحتوي على سلاسل حلزونية من (α(1-4)Maltose) .

ب. الأميلوبكتين **Amylopectin** (نسبته 80%) الغير ذائب في الماء والذي يحتوي على α(1-6)Isomaltose كسلاسل جانبية بالإضافة الى سلاسل حلزونية من α(1-4)Maltose .

### أ. الأميلوز Amylose

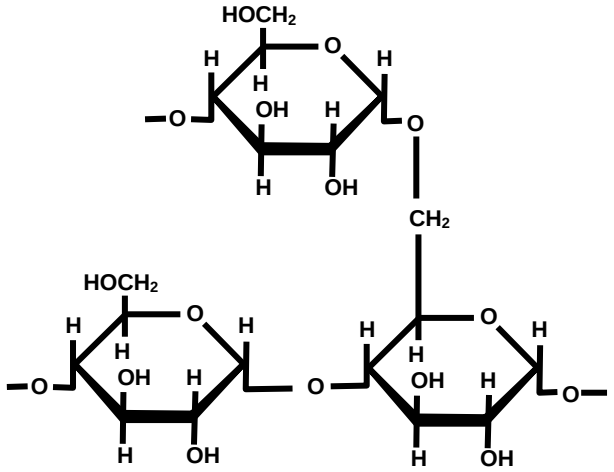
إن التركيب البنائي للأميلوز **Amylose** عبارة عن تكرار التركيب الكيمياوي للسكر الثنائي المالتوز **Maltose** α (1-4) وتحتوي الجزيئة الواحدة على ما يقارب 300 – 250 جزيئة كلوكوز غير متشعبة (سلسلة حلزونية) **Helix** ترتبط باواصر كلايكوسيدية α(1-4) وأن معدل الوزن الجزيئي اهذه السلاسل من بعض الآلاف الى 500 الف .



ويتحلل انزيم الأميلوز بفعل انزيم الألفا-اميليز α-Amylase الموجود في اللعاب والعصارة البنكرياسية حيث يعمل على تكسير آصرة α(1-4) فينتج خليط من الكلوكوز والمالتوز .
ويتفاعل الأميلوز مع محلول اليود فيعطي لون أزرق (كشف اليود) حيث تتكون معقدات امتزاز ملونة colored adsorption complexes لأن اليود يمتص على سطوح السكريات المتعددة ليعطي الوان مميزة وهذا الكشف حساس للحرارة ولا يصح إجراؤه الا في وسط حامضي أو قاعدي بارد

| مراحل تحلل النشأ | كشف اليود (اللون) |
|---|---|
| Starch | Blue |
| Soluble Starch | Blue |
| Amylodextrin | Purple |
| Erthrodextrin | Red |
| Achroodextrin | Colorless |
| Maltose | |

ب. الأميلوبكتين Amylopectin
يتكون الأميلوبكتين من سلاسل متفرعة ، ويتراوح عدد وحدات الكلوكوز في كل تفرع 12 وحدة ويحدث التفرع بين كل 25-30 وحدة كلوكوز .
هنالك نوعان من الأواصر الكلايكوسيدية يربطان وحدات الكلوكوز في الأميلوبكتين وهما α(1-4) للسلاسل المستقيمة و α(1-6) للتفرع . ويوجد الأميلوبكتين في النشأ بنسبة حوالي 80% .
يتحلل الـ Amylopectin بفعل انزيمين ، الأول α-Amylase الذي يكسر أواصر α(1-4) ، اما الثاني فهو انزيم Isomaltase ويدعى بـ { α(1-6) Glucosidase } فيكسر آصرة α(1-6) عند نقطة التفرع والنتيجة خليط من الكلوكوز والمالتوز .
يتفاعل الأميلوبكتين مع محلول اليود فيعطي لون احمر – بنفسجي أما الأميلوز فيعطي لون أزرق .




جزء من جزيئة Amylopectin المتفرعة وهي نفس تركيب الكلايكوجين Glycogen

**ملاحظة :-**

**يتحلل النشأ مائياً بواسطة انزيمات خاصة مثل التايلين Ptyalin الموجود في لعاب الفم والأميليز α-Amylase الموجود في عصارة البنكرياس ويتحلل على مراحل كما ياتي :-**

**Starch ⟶ Amylodextrin + Maltose ⟶ Erthrodextrin + Maltose**

**Maltose ⟵ Amylose ⟵ Achroodextrin + Maltose**

**Maltose ⟶ Glucose —Blood→ ATP**

**من فوائد الدكسترينات Dextrins :-**

**1. استخدامها في صناعة الأصماغ (الصمغ البريطاني) الذي يحضر بتسخين النشأ مع كمية قليلة من حامض HCl المخفف .**

**2. تساعد على نمو البكتريا النافعة في القناة الهضمية مثل اللاكتوز Lactose لذلك يستعملان معاً كغذاء جيد للأمعاء .**

*** الـ Amylose أكثر ذوباناً في الماء الساخن من الأميلوبكتين Amylopectin ويمكن فصلهما عن بعضهما بنقع النشأ في ماء ساخن ($C^o$ 80-60) حيث يذوب الأميلوز نسبياً بينما يبقى الأميلوبكتين غير ذائب في الماء ويمكن فصله بالطرد المركزي .**

**ومن المفيد ذكره بأن النشأ (محلوله) يحرف الضوء المستقطب لليمين ويوجد على شكل حبيبات محاطة بجدار سليلوزي ذات حجم وشكل مميز وخاص لكل نبات (بطاطا ، رز ، فاصوليا .....الخ) وعند التسخين يتمزق الجدار السليلوزي وينتفخ مكوناً عجينة لزجة .**

## الكلايكوجين (النشأ الحيواني) :- Glycogen

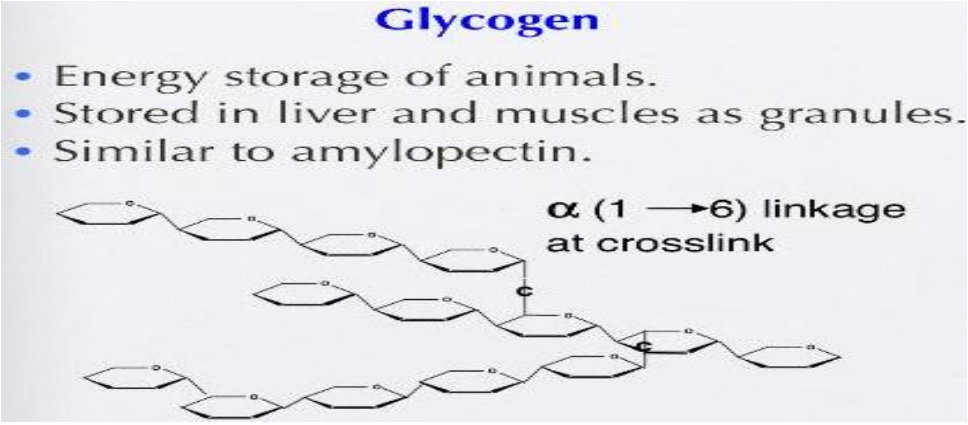
**ويسمى أيضاً بالنشأ الحيواني لأنه الشكل الرئيسي الذي نخزن فيه السكريات في الجسم وخاصة في الكبد والعضلات . كما يوجد أيضاً في بعض النباتات مثل (الرز ، الذرة الحلوة) وبعض الخمائر .**

**إن التركيب البنائي للكلايكوجين مشابه الى حد كبير جداً للتركيب البنائي للأميلوبكتين (راجع شكل الـ Amylopectin) من حيث ارتباط وحدات الكلوكوز بأواصر α(1-4) وتفرعها بأواصر α(1-6) ويعتبر الـ Glycogen أكثر تفرعاً من الأميلوبكتين وأقصر ويحدث التفرع بين 8-12 كلوكوز .**

**ويتحلل الكلايكوجين أيضاً بفعل انزيمين هما α(1-4)Amylase وانزيم α(1-6)Glucosidase الى سكر الكلوكوز .**

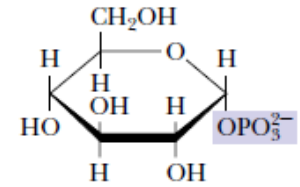
**إن كلايكوجين الكبد هو المصدر المباشر لكلوكوز الدم Blood Sugar ، أما كلايكوجين العضلات فهو خزين الطاقة المستخدمة عند الجهد العضلي والرياضة .**

**يحتوي الكلايكوجين على حوالي 500-1500 وحدة كلوكوز في تركيبه وله وزن جزيئي عال يتراوح بي 1-3 مليون وهو ذائب في الماء ويعطي الكلايكوجين لون قهوائي أو أحمر غامق مع اليود خاصة بوجود ملح الطعام .**




جزء من جزيئة Glycogen المتفرعة وهي نفس تركيب الاميلوبكتين

إن الأنسجة الحيوانية مثل الكبد والعضلات تحتوي على انزيم Phosphorylase القادر على تحويل الكلايكوجين الى فوسفات الكلوكوز ضمن عمليات الأيض .



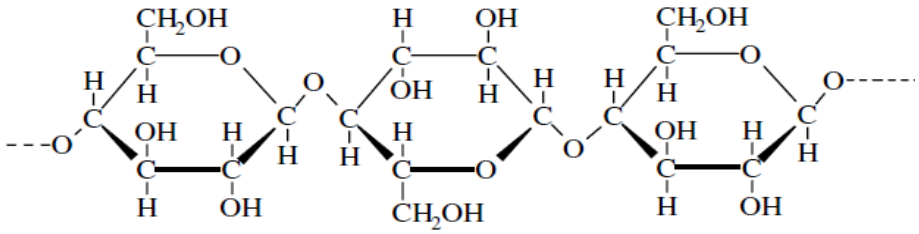

α-D-Glucose-1-phosphate

$$\text{Glycogen} \xrightarrow[\text{في الكبد أو العضلات}]{\textit{Phosphorylase}} \text{Glucose-1-Phosphate}$$

## السليلوز *Cellulose*

يعد السليلوز من أكثر المركبات العضوية انتشاراً في الكرة الأرضية ويعتبر القطن سليلوز نقي (99-98%) . والسليلوز مادة ليفية غير ذائبة في الماء وهو عبارة عن بوليمر لوحدات الكلوكوز مرتبطة مع بعضها بأواصر كلايكوسيدية من نوع β(1-4) أي انه بوليمر لوحدات متكررة من السيلوبايوز Cellobiose .

* ونظراً لعدم وجود الأنزيم الخاص بهضم السليلوز في جسم الإنسان وهو انزيم Cellulase أو (β-Maltose) او Emulsin لذلك لايتم هضم السليلوز داخل جسم الإنسان ، يوجد هذا الانزيم لدى بعض الحيوانات المجترة والحشرات (الماشية ، العث) التي تتغذى على الأعشاب والأخشاب (علل/ ليس للسليلوز قيمة غذائية للإنسان) السليلوز هو المركب الرئيسي لجدار الخلية السميك والأخشاب .



Part of the structure of cellulose.

سلاسل مستقيمة غير متفرعة β(1-4) Cellulose M.Wt : 1-2 Million