المعرفة للاستنساخ
مكتبة كلية الزراعة
طباعة - استنساخ - سكانيا

3- تصنيع / تمور

التركيب الكيمياوي لثمرة التمر :

الكربوهيدرات (*Carbohydrates*) :

تتكون الكربوهيدرات من الكربون والهيدروجين والاوكسجين وتمثل اهم المركبات تواجداً في التمور .و لاهميتها في العمليات الحيوية والوظائف البايولوجية الاخرى ولكونها اكثر المكونات انتشاراً في الاغذية فقد تظهر الحاجة احياناً الى تقديرها كمياً في الاغذية لاغراض ضبط الجودة كما في التمور .

يمكن تميز ثلاث اصناف من الكربوهيدرات في التمور . هي السكريات الاحادية مثل الكلوكوز والفركتوز وهما من السكريات المختزلة والسكريات قصيرة السلسلة ***Oligosaccharides*** مثل السكروز والسكريات طويلة السلسلة ***PolySaccharides*** مثل النشا ***Starch*** والسليلوز ***Cellulose*** والبكتين ***Pectin*** .

السكريات الاحادية (*Monosaccharides*) :

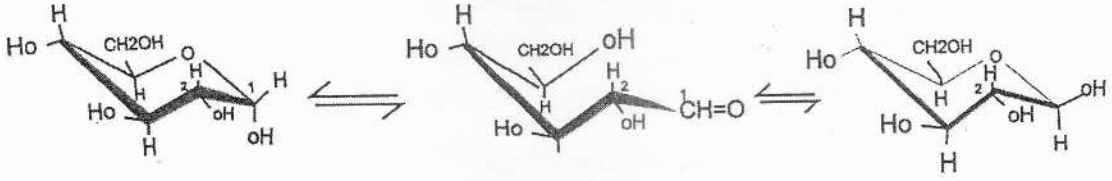
السكريات الاحادية الموجودة في التمور تكون على شكل مزيج متساو تقريباً من الكلوكوز والفركتوز 45:55 وهذا المزيج يسمى بالسكر المقلوب ***Invert Sugar*** تكون السكريات الاحادية حوالي ٧٠% من وزن الجزء اللحمي من التمرة وحوالي ٧% من وزن النواة .

الكلوكوز (*Glucose*) :

توجد السكريات الاحادية اساساً كـ ***Hemiacetal*** حلقية . والحلقة المحتوية على ذرة اوكسجين يمكن ان تكون خماسية او سداسية معتمداً على اي من مجموعات الهيدروكسيل في السلسلة قد تفاعل مع مجموعة الدهايد ***Aldehyde*** . وفي حالة السكريات السداسية الكاربون ***Hexoses*** يكون التركيبين المحتملين هي الـ Furanose والـ Pyranose ولو ان كلا التركيبين موجودان الا ان تركيب الـ Pyranose بالكاربوهيدرات هي الاكثر انتشاراً .

Mutarotaion

لقد استطاع الباحث ***Emil Fischer*** فصل مركبي ***MethylAcetal*** من الـ ***D(+) – Glucose*** وهذا يرجع الى الكيمياء الفراغية لسكر الكلوكوز . يلاحظ انه في تركيب الـ ***Hemiacetal*** للكلوكوز فأن ذرة الكاربون الاولى تتصل بأربع مجاميع مختلفة ولذلك اصبحت غير متماثلة . واصبح من الممكن وجود متماثلين فراغيين two Stereo isomers .



α- D + Gluco Pyranose　　غير حلقي D+ Glucose　　β-D + Gluco Pyranose

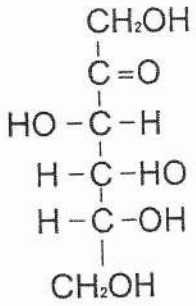
عند بلورة ***D(+) Glucose*** من الميثانول نحصل على شكل α بصورة نقية . بينما عند استعمال الـ ***Aceticacid*** كمذيب فأن الشكل β هو الذي يتبلور . الشكل α له درجة دوران نوعية للضوء المستقطب مقدارها +١١٣° بينما الشكل β فله درجة دوران

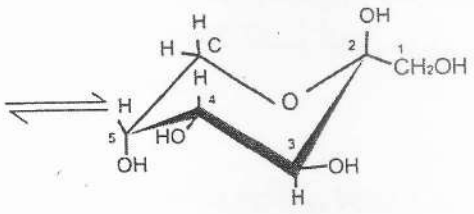
نوعيــة مقــدارها +١٩° . واذا اذيــب اي مــن الشــكلين فــي المــاء فــأن دوران الضــوء المستقطب يتغير تدريجياً حتى يصل الى قيمة اتزان مقدارها +٥٢,٢°

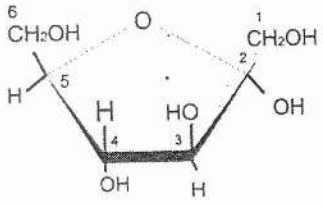
الفركتوز (Fructose) :

سكر احادي سداسي الكاربون مختزل شكله الاكثر انتشاراً هو ***D(-)Fructose*** ويسـمى احيانـاً ***Levoluse*** لكونـه يـدور الضـوء المسـتقطب نحـو اليسـار بدرجـة - ٩٣,٤° ويعـرف ايضـاً بسـكر الفواكـه ويوجـد حـراً مـع الكلوكـوز ، والسـكروز فـي كثيـر مـن الفواكـه والتمـور . ويمكـن ان يتصـل مـع سـكر الكلوكـوز ليكـون السـكر الثنـائي السـكروز .وهـو الوحـدة النباتيـة للسـكر طويـل السلسـلة المسـمى ***Inuline*** وهو مادة شبه نشوية موجودة في نباتات كثيرة مثل الداليا والخرشوف .

الفركتـوز يحـوي علـى مجموعـة كحـول اوليـة فعالـة فـي كـل طـرف مـن السلسـلة ومجموعـة Keto علـى ذرة الكـاربون الثانيـة . والترتيـب الفراغـي علـى ذرات الكـاربون ٣,٤,٥ متطـابق مـع تلـك للـ ***D(+) Glucose*** . الفركتـوز صـعب التبلـور لميلـه لتكـوين الـ عصـير (Syrup) ولكـن يمكـن الحصـول علـى بلـورات β–مـن ***(D)*** -Fructopyranose الايثـانول . امـا محلـول البلـورات فـي المـاء فيحتـوي علـى اشـكال Furanose & Payrnose







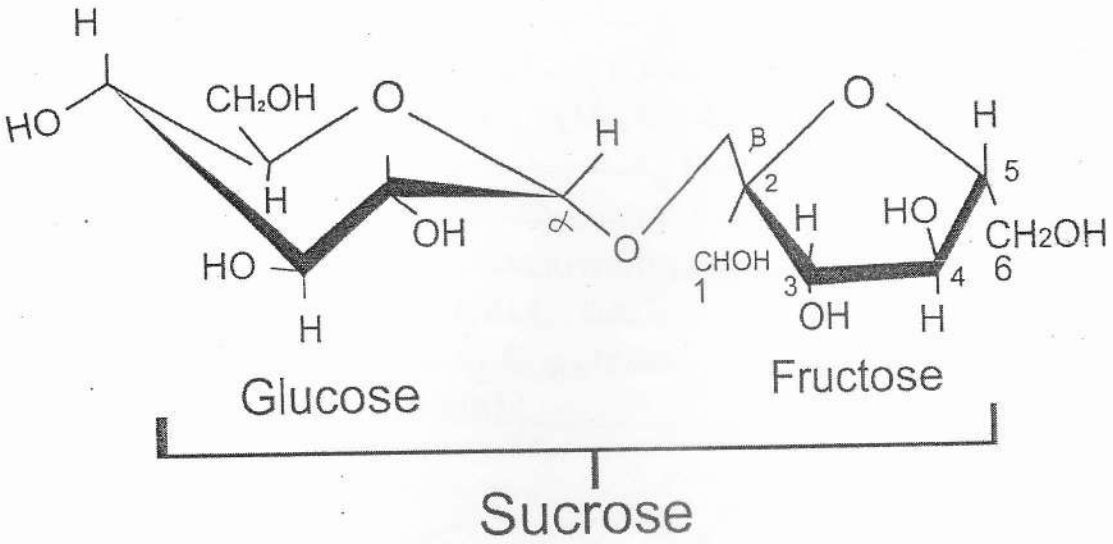
يوجـد كـل مـن الكلوكـوز والفركتـوز فـي التمـور بنسـب متسـاوية تقريبـاً ويسـميان بالسـكر المقلـوب Invert Sugar وحـلاوة هـذا السـكر مسـاوية تقريبـا لحـلاوة سـكر السـكروز لان حـلاوة الكلوكـوز اقـل بكثيـر مـن حـلاوة السـكروز فـي حـين حـلاوة الفركتـوز اعلـى مـن السـكروز لـذا فـأن مزيجهمـا لـه حـلاوة مقاربـة لحـلاوة السـكروز . ان الثمـرة فـي مرحلـة الخـلال تحتـوي علـى سـكريات ثنائيـة واحاديـة . وتـزداد نسـبة السـكريات الاحاديـة بتقـدم نضـوج التمـرة نتيجـة لتحـول السـكريات الثنائيـة الـى احاديـة . امـا بالنسـبة للتمـور التـي تحتوي على نسبة عالية من السكروز كتمور دكلة نور فالتحول هذا يكون بطئياً.

السكريات الثنائية : *Disaccharides*

السكروز : *Sucrose*

يوجد السكروز في التمور وهو من السكريات الثنائية يتحلل مائياً بتأثير الحامض او الازيمات (*Invertase*) الى كلوكوز وفركتوز . وان عملية التحول هذه تعتمد على عدة عوامل منها درجات الحرارة والرطوبة . اذ تتناسب سرعة التحول طردياً مع ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة.

أذن فهنالك عوامل كيمياوية وفسيولوجية تجري داخل الثمرة يعود لها سبب هذا التحول . لذلك فأن جزء واحد من الكلوكوز يتحد مع جزء واحد من الفركتوز لتكوين جزيئة واحدة من السكروز .



السكروز :عبارة عن سكر غير مختزل لان الاصرة التي تتكون بين جزئي الكلوكوز والفركتوز تربط مجموعتي الالديهايد والكيتون مع بعضهما.

الدوران النوعي SpecificRotation للسكروز يقدر بـ+ ٦٦,٥° وللكلوكوز +٥٢,٢° وللفركتوز- ٩٣,٤° اما الدوران النوعي للسكر المقلوب Invert Sugar الناتج من تحلل السكروز فيقدر بـ - ٢٠,٤° وعليه فأن للسكر المنقلب علاقة بتحويل اتجاه دوران الضوء المستقطب .

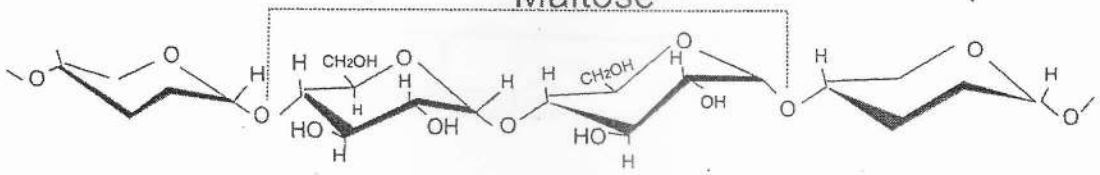
يمتاز السكروز عن كل من الكلوكوز والفركتوز بقابليته على تكوين بلورات منتظمة الشكل Monoclinic system نقية عديمة اللون وشفافة وان قابلية ذوبانه اقل من السكريات الاحادية وتزداد بأرتفاع درجة الحرارة . عند تسخين السكروز الى ٢٢٠م° يبدأ بالتحلل مكوناً الكاراميل Caramel وهو مادة سمراء داكنة وعند رفع درجة الحرارة الى اعلى من ذلك يتحلل الى كاربون وماء .

النشأ : *Starch*

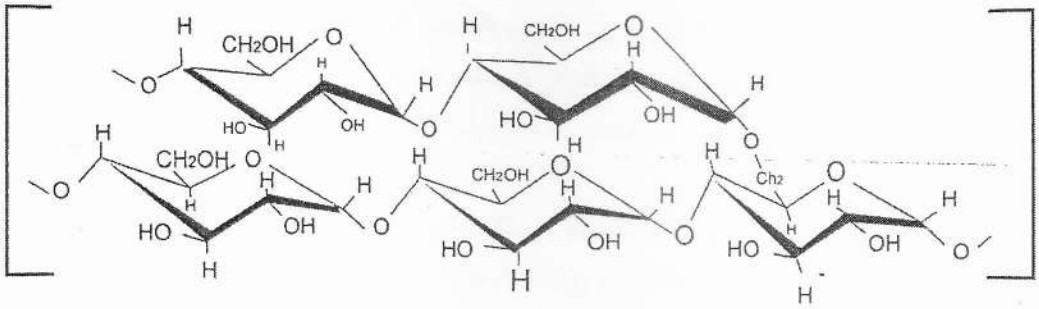
ان النشأ لم تعرف له اي اهمية في تحديد صفات التمور الا ان بعض الباحثين اكدوا وجوده في تمور صنف الساماني التي تنتج في مصر وفي جميع مراحل نضوج الثمرة ففي مرحلة الجمري يكون حوالي ١٢,٧٩% من المواد الصلبة في الثمرة وفي مرحلة الرطب تنخفض هذه النسبة الى ٣,١%.

النشأ عبارة كربوهيدرات احتياطية في نباتات كثيرة . والتحلل المائي له يعطي كلوكوز بالكميات المتوقعة نظرياً ولكن التحلل الجزئي يعطي مالتوز ايضاً .
وهذا بين ان النشأ عبارة عن مركب متبلمر من وحدات كلوكوز متصلة اساساً من خلال ذرات الكاربون ١&٤ عن طريق Glycoside Linkage من نوع α كما في المالتوز . هذا بالاضافة الى ان السلاسل تكون متفرعة خلال عدد من وحدات الكلوكوز المتصلة عند ذرات الكاربون الاولى والسادسة .
كثير من الاختلافات في خواص النشأ يرجع الى الاختلاف في طول السلسلة ودرجة تفرعها . والنشأ يمكن فصله الى قسمين اساسين بمعاملته بالماء الحار . جزء ذائب يؤلف حوالي ١٠-٢٠% هو الـ ***Amylose*** وجزء غير ذائب يكون من ٨٠-٩٠% هو الـ ***Amylopectin*** . يتراوح الوزن الجزيئي للـ ***Amylose*** من ١٠,٠٠٠ الى ٥٠,٠٠٠ دالتون (٦٠ الى ٣٠٠ وحدة كلوكوز) ويتراوح الوزن الجزيئي للـ ***Amylopectin*** من ٥٠,٠٠٠ الى ١,٠٠٠,٠٠٠ واطوال السلسلة تختلف من ٢٤ الى ٣٠ وحدة كلوكوز . الـ ***Amylopectin*** بوليمر عالي التفرع وربما بسبب هذه الخاصية فأن حبيبات النشأ تنتفخ في الماء وغالباً ماتكون محلولاً غروياً.
التحلل الجزئي للنشأ يحوله الى دكسترينات ***Dextrins*** وهي اسهل هضماً من النشأ وتستعمل بعد خلطها بالمالتوز في طعام الاطفال . الدكسترينات لزجة عندما تكون مبللة لذلك تستعمل في صناعة الصمغ الخاص بطوابع البريد والاغلفة.

Maltose



Amylose



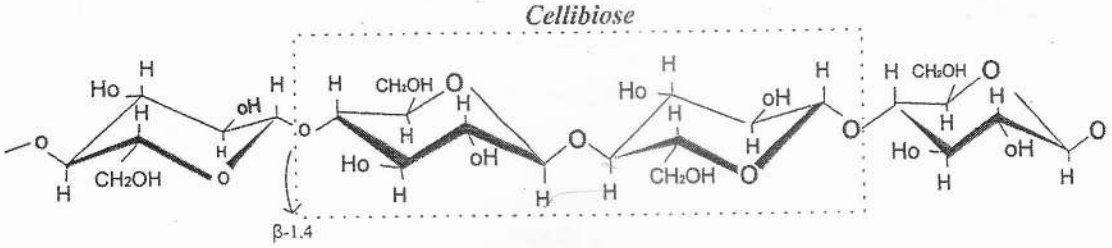
Amylopectin

السليلوز : *Cellulose*

السليلوز هو المكون الرئيسي لجدران خلايا الثمرة . كما ان بذرة التمر (النوى) تتكون بصورة رئيسية من الـ ***Cellulose Hemi*** والذي يتحول الى الـ ***Dextrose*** بتأثير الحرارة وبوجود الحامض . وتبقى الـ ***Cellulose Hemi*** عالية في البذرة حتى اخر مراحل نضوج التمرة . وعند تحليل عدة نماذج من التمور وفي مراحل نضج مختلفة ولاصناف مختلفة وجد ان المواد الصلبة الغير ذائبة فيها والذي يكون السليلوز المادة

الرئيسية منها وجد انها تتراوح بين ٤,٠٩% الى ١١,٩٧% وبمعدل ٧% من الوزن الطري . وقد وجد ان نسبة الالياف ***Crude Fiber*** في تمور صنف الزهدي التامة النضج يتراوح بين ٤,٥% الى ١٠,١% بينما تحوي التمور الطرية على نسبة من الالياف لا تتجاوز ال ٢% .

التحلل المائي الكامل للسليلوز ينتج عنه سكر الكلوكوز . في حين ان التحلل تحت ظروف مناسبة يعطي سكريات ثنائية مثل الـ ***Cellobiose*** متصلة مع بعضها بروابط β-1,4



من المحتمل ان يكون الوزن الجزيئي للسليلوز بين ٣٠٠,٠٠٠ و ٥٠٠,٠٠٠ (أو ١٨٠٠ الى ٣٠٠٠ وحدة كلوكوز) وقد اثبت فحص السليلوز بأشعة اكس ***X-ray*** انه يتكون من سلاسل مستقيمة مكونة من وحدات ***Cellobiose*** تتبادل فيها ذرات الاوكسجين من الحلقة الاوضاع الامامية والخلفية . وتتكون الياف السليلوز من حزم من مثل هذه السلاسل قطرها حوالي ٧٠ الى ٨٠ انكستروم ،متماسكة مع بعضها بواسطة روابط هيدروجينية بين مجاميع الهيدروكسيل على السلاسل المتجاورة . ولذلك فالسليلوز لا يتأثر بمعظم المذيبات مثل الماء والايثر والكحول . لاتحتوي الاجهزة الهضمية للانسان ومعظم الحيوانات على الانزيمات الخاصة بتحلل الـ ***β-Glucosides*** ولهذا السبب لايمكنها هضم السليلوز . هنالك بكتيريا خاصة وبعض الكائنات الدقيقة الاخرى الموجودة في القناة الهضمية للحيوانات المجترة والنمل الابيض (الارضة) يمكنها تحطيم السليلوز واستعماله كغذاء.

يوجد في جدران الخلايا النباتية الى جانب السليلوز كربوهيدرات تشبه السليلوز الى حد بعيد يطلق عليها بالـ ***Hemi Cellulose*** وهذه عند تحللها المائي ممكن ان تعطي سكريات سداسية احادية مثل الكلوكوز والفركتوز والكالاكتوز او سكريات خماسية مثل ***Zylose*** والـ ***Arahinose*** .

والـ ***Hemicellulose*** تتحل مائياً بوجود الحامض بدرجة اسهل من السليلوز وتختلف عنه بكونها تذوب في القلويات . والـ ***Hemicellulose*** موجود بكميات كبيرة في القش ***Straw*** والبذور ***Seeds*** والجوز والنبق والخشب وفي النخالة وفي نوى التمور .

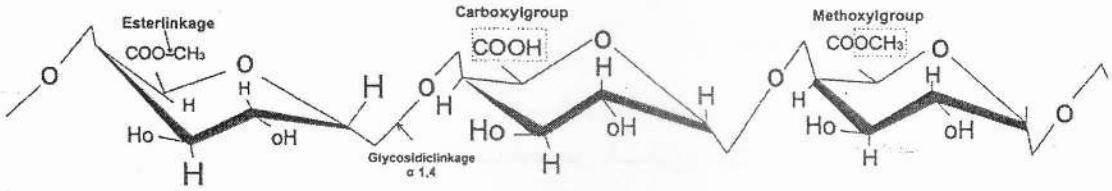
البكتين : *Pectin*

يعتبر البكتين من المواد المهمة في الصناعات الغذائية . يتركز البكتين في الصفيحة الوسطى (***Middle Lamella***) للجدار الخلوي في النباتات ، للبكيتن دور مهم في نمو

النبـات وخاصـةً فـي المراحـل الاولـى لقابليتـه علـى امتصـاص المـاء بسـرعة ونقلـه بـين الخلايا بسهولة اكثر من نقله بالخاصية الازموزية .

المـواد البكتينيـة مـن السـكريات المتعـددة غيـر المتجانسـة وتكـون متحـدة عـادةً مـع السـليلوز لتكـــون مايســـمى الـــ ***Protopectin*** او الـــ ***Pectose*** . ويعتبـــر الـــ ***D – galacto Uronic Acid*** الوحدة النباتية الاساسية للبكتين .

يتحـرر البروتـوبكتين عنـد تسـخين بعـض النباتـات الغنيـة بـالبكتين فـي مـاء حـامض وينفصـل عـن السـليلوز ومـن ثـم يتحلـل البروتـوبكتين والـذي يـذوب فـي المـاء بسـرعة امـا فـي الانسـجة النباتيـة فيـتم تحلـل البروتـوبكتين خـلال عمليـة انضـاج الفواكـه بمسـاعدة انـزيم يسـمى ***Protopectinase*** وهنالـك علاقـة طرديـة بـين فتـرة انضـاج الفواكـه وتحـول البروتوبكتين غير الذائب الى مواد بكتينية ذائبة .



وفـي التمـور وجـد ان البكتـين الـذائب يتـراوح بـين ٢% (مـن وزن التمـر الجـاف) فـي مرحلـة الجمـري الـى حـوالي ١% مـن مرحلـة الرطـب امـا الـ ***Protopectin*** فيتـراوح بـين الـ ٤,٥% الـى ١% وبـذلك فـأن مجمـوع البكتينـات ***Total Pectic – Substances*** تتـراوح بـين ٦,٥% فـي مرحلـة الجمـري الـى ٢% فـي مرحلـة الرطـب . لان نسـبة البكتـين تنخفض بأزدياد درجة نضوج الثمرة .

ان وجـود البكتـين فـي عصـير التمـر يعطـي القـوام الجلاتينـي وعـدم الشـفافية لـذلك يفضـل ازالـة البكتـين امـا بمعاملـة العصـير بمحلـول $Ca(OH)_2$ وفـي PH = ٨,٨ فيترسـب البكتـين علـى شـكل بكتـات الكالسـيوم او بأسـتعمال انزيمـات خاصـة بعـد تعـديل الـ ***PH*** الـى ٦,٢ .

وهنالـك نـوعين مـن الانزيمـات الـ Pectin methoxylestrase الـذي يهـاجم الاصـرة مـن نـوع Ester Linkages حيـث يسـاعد علـى ازالـة مجـاميع Methoxyl مـن جزيئـة البكتـين ، وانـزيم Polygalacturonase الـذي يهـاجم الاصـرة الكلايكوسـيدية مـن نـوع α 1,4 ليعطي وحدات حامض الـ Galacturonic acid .

هناك بعض المركبات لها علاقة بالبكتين منها :

١- حـامض البكتيـك Pectic acid : يتكـون مـن وحـدات مـن حـامض Galacturonic acid ولا تكـون مجـاميع الكاربوكسـيل فـي الحـامض مؤسـترة . يكـون حـامض البكتيـك املاح كبقية الحوامض ويوجد في النبات على شكل املاح للكالسيوم او المغنيسوم .

٢- حـامض البكتينيـك Pectinic acid : ويسـمى ايضـاً Pectins (البكتـين) تكـون فـي بعـض مجـاميع الكاربوكسـيل فـي حـامض الـ Galacturonic acid مؤسـترة ويكـون امـلاح يطلـق عليهـا بكتينـات Pectinates والتـي تسـتعمل فـي تكـوين الجلـي بوجـود السـكر والحامض .