## تصنيع تمور وسكريات ---------- المحاضرة (4)

### المحتوى الكيميائي للتمور

ان العناصر الكيميائية الموجودة في النبات والحيوان متشابهة بصورة عامة لكن الجزيئات المكونة لأنسجة الحيوان تختلف عنها في النبات وذلك لان الحيوان عاجز عن تأليف العناصر البسيطة للاستفادة منها غذائيا عكس النبات وهذا ينعكس على التركيب الكيميائي لأنسجة كل منهم. وعموما تكون انسجة النبات غنية بالكربوهيدرات بينما الانسجة الحيوانية غنية بالبروتينات. ان التركيب الكيميائي للغذاء يكون عادة بالنسب المئوية للكربوهيدرات والبروتينات والدهون والرماد والماء. فضلا عن ذلك هنالك مواد كثيرة موجودة في المادة الغذائية مثل الفيتامينات والمعادن وغيرها.

التمور احدى هذه المواد وتحتوي على المركبات التالية:

### 1 السكريات الاحادية Monosaccharides

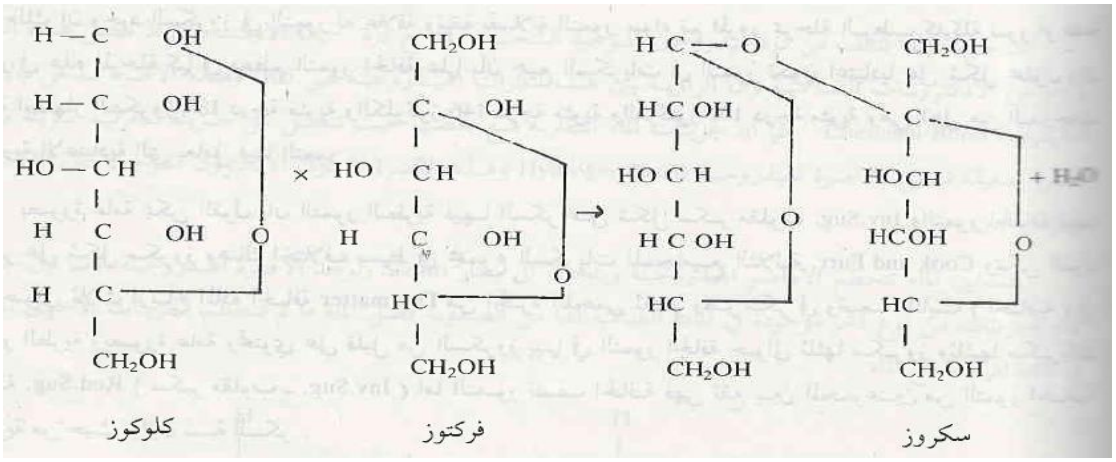
ان السكريات الاحادية الموجودة في التمور تكون على شكل مزيج متساوي تقريبا من الكلوكوز والفركتوز بنسبة ( 55 : 45) وهذا المزيج يسمى بالسكر المقلوب (او السكر المحول) Invert sugar والذي تكون حلاوته اقل من حلاوة السكروز بنسبة كبيرة، وتؤلف السكريات الاحادية حوالي 70% من وزن الجزء اللحمي من الثمرة كما تؤلف 7% من وزن النواة وان الكلوكوز والفركتوز يعدان مثالا للسكريات الاحادية والتي يعبر عنها بالصيغة الكيميائية $C_6H_{12}O_6$.

تحتوي الثمرة في مرحلة الخلال على سكريات احادية وثنائية وتزداد نسبة السكريات الاحادية بتقدم نضوج الثمرة وذلك بتحول السكريات الثنائية الى الاحادية. وبالنسبة للتمور التي تحتوي على نسبة عالية من السكروز كتمور دكلة نور فالتحول هذا يكون بطيئا اما في التمور الطرية فعملية التحول تكون سريعة.

ان عملية تحول السكروز الى سكريات احادية تعتمد على عوامل كثيرة منها درجات الحرارة ورطوبة الهواء اذ تتناسب سرعة التحول طرديا مع ارتفاع درجات الحرارة وكذلك بالنسبة للرطوبة وفضلا عن ذلك هنالك عوامل كيمياوية وفسيولوجية تجري داخل الثمرة يعود لها سبب هذا التحول اذ ان كمية السكروز تقل في الثمرة كلما تقدمت في مراحل نضوجها.

## 2 السكريات الثنائية Disccharides

يوجد السكروز في التمور وهو من السكريات الثنائية اذ انه يتألف من جزيئين من السكريات الاحادية. ويتحلل جزيئ السكروز مائيا بتأثير الاحماض او الانزيمات ليعطي جزيئا من D–glucose و جزيئا من D–fructose . بناءا على ذلك عند اتحاد جزيئ واحد من الكلوكوز مع جزيئ من الفركتوز بواسطة ذرة اوكسجين يكونان جزيئ السكروز كما موضح في ادناه.




يتكون السكروز في المراحل الاولى لنمو الثمرة وبنسبة اعلى من السكريات الاحادية وتبدأ بالانخفاض بتقدم نضوج الثمرة الكلية في معظم انواع التمور. ففي مرحلة الخلال يكون خمس كمية السكر او اقل بقليل هو من نوع السكر المختزل والباقي على شكل سكروز. وعندما تكون الثمرة في مرحلة الرطب التام فان ثلث الى نصف مجموع السكر يتحول الى السكر المحول. ويستمر التحول اثناء عملية الخزن وبنسبة تعتمد على درجة حرارة الجو ورطوبته كما ذكر سابقا، اذ انه في درجات الحرارة الواطئة يكون التحول بطيئا كذلك الحال بالنسبة للرطوبة، لذلك تحفظ بعض اصناف التمور كدكلة نور في درجات حرارية واطئة لمنع تحول السكروز فيها الى السكر المحول (المقلوب)، وان سبب تحول السكروز في التمور الى السكر المحول يعود ايضا الى انزيم Envertase.

$$\text{Sucrose} \xrightarrow{\text{Invertase}} \text{Glucose} + \text{Fructose}$$

ان نسبة السكريات الثنائية المتبقية في معظم التمور العراقية لا تتجاوز 5% من نسبة السكريات الكلية عدا بعض التمور النصف جافة كالاشرسي اذ ترتفع هذه النسبة.

ممكن تقسيم التمور الى جافة Dry ونصف جافة Semi-dry ورطبة Soft-date ومن وجهة النظر الكيميائية لا يمكن ان تنسَب صلابة التمور الجافة الى وجود السكروز بنسبة عالية فيها، ولكن لوحظ رغم ذلك ان وجود السكروز في التمور له علاقة وثيقة بصلابتها سواء تم المرور بمرحلة الرطب كدكلة نور او عدم المرور في هذه المرحلة كما في معظم التمور الجافة.

### 3 الماء Water

ان المكونات الرئيسية للتمور هي السكر والماء ويمكن القول ان الماء يحتل الدرجة الثانية بعد السكريات في نسبة وجوده في الثمرة، وتؤخذ هذه الامور بنظر الاعتبار بالنسبة لمكابس التمور اذ بالنسبة لهم يعد الماء الاكثر اهمية لان نسبة وجود السكر في التمور قد تثبت في المراحل الاخيرة لنضوج الثمرة لكن الماء يمكن تغير نسبته في التمور بواسطة التجفيف Dehydration والترطيب Hydration. تتغير نسبة الماء في الثمرة تبعا لمراحل نضوجها وكذلك تختلف باختلاف الاصناف وفترة جنيها وإيصالها للمكابس، ففي امريكا حيث ان تمور دكلة نور هي الصنف الرئيسي عندهم ومن اجل منع تكون الفطريات والتخمر والتحمض تجنى التمور بالسرعة الممكنة فتصل الى المكابس وهي تحتوي على نسبة رطوبة تصل الى 50%. بينما تستلم التمور العراقية في امريكا ونسبة رطوبتها لا تتجاوز 15% وفي الجزائر تصدر تمور دكلة نور الى مراكز تعبئتها في امريكا وهي تحتوي نسبة رطوبة 25% تقريبا.

ومن وجهة نظر تجار التمور ان من مصلحتهم تسويق تمورهم وهي تحتوي على نسبة عالية من الرطوبة لكن ذلك يسبب مشاكل عديدة للتمور كتحللها وتلفها السريع وتشقق جدارها الخارجي بسهولة، ولتلافي ذلك تصدر التمور عندما تكون نسبة السكر فيها ضعف كمية الماء ولا يسمح ان تكون نسبة الرطوبة في التمور التي تخرج من مكابس التمور اعلى من النقطة التي يبدأ فيها نشاط الاحياء الدقيقة.

### 4 السيلولوز واشباه السيلولوز cellulose and hemicelluloses

السيلولوز هو المكون الرئيسي لجدران خلايا الثمرة ويؤلف مع المواد الصلبة غير الذائبة الاخرى حوالي 85% من وزن الثمرة الجافة (الوزن الجاف) عندما تكون صغيرة جدا

وخضراء (مرحلة الجمري) لكن بزيادة وزن السكر وبتقدم نضوج الثمرة فان كمية السيلولوز تقل. اما بذرة التمرة (النواة) فتتكون بصورة رئيسية من الهيمي السيلولوز والذي يتحول الى الدكستروز بتأثير الحرارة وبوجود الحامض.

عندما تم تحليل عدة نماذج من التمور في مراحل نضوجها المختلفة ولأصناف مختلفة وجدت المواد الصلبة غير الذائبة فيها والتي كان السيلولوز المادة الرئيسية فيها اذ وجد انه يتراوح ما بين 4.09% الى 11.97% وبمعدل 7% من الوزن الطري او 4.09% الى 6.28% وبمعدل 5% من الوزن الجاف للثمرة. ووجد ان نسبة الالياف الخام Crude fiber في تمور صنف الزهدي التامة النضج تتراوح بين 4.5% الى 10.1% وذلك اعتمادا على منطقة زراعة النخيل، ولا تتجاوز نسبة الالياف او السيللوز 2% من وزن التمور الطرية.

### 5 النشأ Starch

يعد النشا المادة الغذائية الاحتياطية للنبات واحدى المواد الغذائية الرئيسية للإنسان والحيوان. ويتواجد النشأ في النباتات ويخزن على شكل حبيبات مختلفة الاشكال والأحجام وتختلف صفاتها وتركيبها الكيمياوي باختلاف مصادره وأصنافه.

ان النشاء في التمور لم تعرف له اهمية في تحديد صفاتها فقد لوحظ وجوده وقت التلقيح وليس في وقت اخر متأخر، بينما اكد احد الباحثين وجود النشأ في تمور صنف الساماني التي تنتج في مصر في جميع مراحل النضوج، اذ تبلغ نسبة النشا 12.79% بالنسبة للمواد الصلبة للثمرة وفي مرحلة الرطب تنخفض النسبة الى 3.1%.

### 6 البكتين Pectin

توجد المواد البكتينية بكميات كبيرة في الثمار، ويلعب البكتين دورا مهما في عملية النضج واثناء الخزن والعمليات الاخرى المختلفة للفاكهة والخضر، وأثناء نمو الفاكهة يتجمع البكتين غير الذائب (البروتوبكتين) في جدران الخلايا وعند نضجها يتحول الى البكتين الذائب.

في التمور وجد ان البكتين الذائب تتراوح نسبته بين 2% (من وزن الثمرة الجافة) في مرحلة الجمري الى حوالي 1% في مرحلة الرطب. اما البروتوبكتين يتراوح بين 4.5% الى 1% .

ان البكتين في عصير التمر له اهمية كبيرة لأنه بوجوده يعطي القوام الجلاتيني وعدم الشفافية والتي تسبب صعوبة ترشيح العصير لذا يفضل ازالة البكتين من عصير التمر بغليانه وتنظيم الحموضة الفعلية ( pH ) وبإضافة عامل مساعد للترشيح او بمعاملة العصير بمحلول هيدروكسيد الكالسيوم (CaOH) وبدرجة قاعدية معينة (pH=8.8 ) فيترسب معظم البكتين على شكل بكتات الكالسيوم او باستعمال انزيمات خاصة بعد تعديل درجة الحامضية ( pH=6.2 ) فتقوم بتحطيم جزيئات البكتين الكبيرة التي تعطي العصير القوام الجيلاتيني.

## 7 البروتينات والاحماض الامينية proteins and amino acids

البروتينات مركبات عضوية معقدة ذات وزن جزيئي عالي، تكون الذائبة في الماء منها محاليل غروية. وعند تحلل البروتينات بوجود الحوامض او القواعد أو بتأثير الانزيمات المحللة تنتج بروتينات ابسط وتكون خليط من الاحماض الامينية التي تكون على نوعين: احماض امينية اساسية وأخرى غير اساسية.

**الاحماض الامينية في بعض اصناف التمور**

| الحوامض الامينية | حلاوى | خضراوي | ساير |
|---|---|---|---|
| ألانين | 105,6 | 96,2 | 78,5 |
| أرجنين | 38,9 | 42,7 | 44,8 |
| حامض الاسبارتك | 128,9 | 134,8 | 118,8 |
| حامض الكلوتاميك | 107,5 | 175,8 | 183,1 |
| كلايسين | 97,8 | 98,8 | 91,3 |
| هيستيدين | 21,0 | 22,3 | 19,2 |
| برولين | 110,4 | 93,9 | 99,3 |
| سيرين | 63,7 | 65,0 | 58,5 |
| ايسولوسين | 42,9 | 42,7 | 40,7 |
| ليوسين | 83,9 | 81,9 | 77,8 |
| ليسين | 50,3 | 53,6 | 50,4 |
| مثيونين | 18,6 | 11,3 | 12,2 |
| فنيل الانين | 53,2 | 46,5 | 42,4 |

تحتوي التمور على نسب مختلفة من البروتينات وتختلف باختلاف مراحل النضوج اذ تحتوي الثمرة الناضجة حوالي 2.2% من وزنها بروتينات محسوبة بشكل نيتروجين. وتحتوي التمور عددا من الاحماض الامينية.

عند تحضير عصير التمر تبقى البروتينات عالقة ولا تتجمع على بعضها وتتكتل لتترسب لكونها تحمل شحنات كهربائية ويصعب فصلها بالطرق الميكانيكية لذا تعدل درجة حموضة الملحلول الى نقطة تقرب من نقطة التعادل الكهربائي للبروتينات فتتكتل على بعضها وممكن فصلها بسهولة بالترسيب والترشيح، اما عند بقاء
البروتينات في العصير فان ذلك يعطيه مظهرا غير شفاف ويرفع من درجة لزوجته عند انتاج الدبس منه.

## 8 الدهون والحوامض والاصباغ Fats, acids and pigments

توجد الدهون في التمور بنسب قليلة اذ تتركز في الجزء اللحمي من الثمرة بنسب مختلفة تتراوح بين 0.06 % الى 0.72% . بينما اشار اخرون الى انها تتراوح بين 0.31 %الى 1.4% من الوزن الطري. ويوجد على سطح القشرة نسبة قليلة من الشمع Wax من مجموع الدهون الموجودة في الثمرة.

يرجع سبب حموضة التمر الى احتواءه على العديد من الحوامض العضوية وغير العضوية وكلما كانت حموضة التمور عالية كلما كانت نوعيتها واطئة. وترجع الالوان المميزة للتمور خلال مراحل النضج الى احتواءها على مواد صبغية مختلفة ومنها الكلوروفيل Chlorophylls المسؤولة عن اللون الاخضر، وصبغات الكاروتينويد (الكاروتين) Carotenoids ، والانثوسيانين Anthocyanins والانثوكزانثين Anthoxanthins والفلافون Flavones ، والفلافونول Flavonoles ، واللايكوبين Lycopene ، والليوتين Lutein وغيرها.

الكاروتينويدات هي الصبغات التي تعطي اللون الاصفر والبرتقالي المحمر وهذه المجموعة واسعة الانتشار في الطبيعة وتذوب في الدهون وهي موجودة في المواد الدهنية مع المواد الكلوروفيلية.

## 9 التانين Tanin

المواد التانينية منتشرة انتشارا واسعا في عالم النبات. وتقريبا جميع التمور في مرحلة الجمري تملك صفة قابضة بسبب وجود المواد التانينية فيها والتي تتركز تحت قشرة الثمرة. هنالك القليل من اصناف التمور التي لا تملك صفة الطعم القابض عندما تكون خضراء كصنف تمور الدوكي في مصر وغيرها. وعندما تفقد التمور لونها الاخضر وتصبح صفراء اللون او حمراء يترسب التانين داخل خلايا الثمرة اي يتحول من الحالة الذائبة الى دقائق غير ذائبة فيختفي بذلك الطعم القابض منها.

تختلف سرعة تحول التانين من الحالة الذائبة الى غير الذائبة باختلاف اصناف التمور ولذلك تظهر الاصناف التي يختفي الطعم القابض منها بسرعة في الاسواق وهي في مرحلة الخلال كأصناف تمور الحلاوي والبرحي في البصرة.

يشكل التانين والمواد المشابهة 6% من وزن الثمرة الطرية في تمور دكلة نور في كاليفورنيا وان هذه النسبة تنخفض الى 1% في مرحلة الرطب.

## 10 - الاملاح المعدنية Mineral salts

تحتوي التمور على نسب مختلفة من الاملاح تتراوح بين 2 – 3% من الوزن الجاف للثمرة ويتوقف ذلك على عوامل كثيرة منها صنف التمر ونوع التربة وماء السقي والسماد المستعمل وغيرها.

يبلغ الوزن الطري للثمرة اقصاه حوالي منتصف اب ثم يتناقص اما المركبات غير العضوية (المعادن) فتستمر بالزيادة بصورة منتظمة تقريبا خلال الموسم. ووجد ان نسبة البوتاسيوم عالية في الجزء اللحمي من الثمرة لأصناف تمر الحلاوي والساير العراقيين اذ تصل نسبة الرماد فيهما الى 35.45% و 33.87% التوالي، ويوجد اختلاف في كمية الاملاح الموجودة في تمور النخلات الصحيحة والمصابة. الجدول ادناه يوضح اهم العناصر المعدنية الموجودة في التمور.

| العنصر | الكمية (ملغم/100غم) |
|---|---|
| Na | 4.8-4.1 |
| Ca | 58.8-58.3 |
| Mg | 58.5-50.3 |
| Fe | 2-1.3 |
| Cu | 0.21-0.18 |
| P | 63.8-54.8 |
| S | 51.8-43.8 |
| Cl | 290-268 |