محاضرات سكر وتمور نظري

لطلاب المرحلة الثالثة

قسم علوم الأغذية

كلية الزراعة والغابات/ جامعة الموصل

مدرس المادة

أ.م.د. بسماء سعدالدين شيت

د. بسماء سعدالدين شيت

المحاضرة الاولى

سكر وتمور نظري

المقدمـــــــــــــة

يعد السكر اليوم احدى المواد الغذائية الرئيسية والضرورية لحياة الانسان ولهذا فان صناعة السكر تعد من الصناعات الاستراتيجية في العالم والتي تشكل الدعائم الاساسية للأمن الغذائي للمواطن. ان السكر من المواد الغذائية التي تدخل في تركيب و تصنيع اغلب المنتجات الغذائية في عالمنا اليوم مثل صناعة الحلويات المختلفة والمعجنات والمربيات والجلي لإعطاء الطعم الحلو، فضلاً عن كونه يشترك مع البكتين في تكوين الهلام مما يميز هذه المنتجات، ويدخل أيضاً في صناعة المشروبات الغازية والعصائر وصناعة الادوية غيرها، فضلاً عن استخدامه كمادة محسنة للقوام والنسجة وكمادة حافظة لان التراكيز العالية من السكر تؤثر في الضغط الازموزي للخلية الميكروبية ويسبب بلزمة وجفاف الخلية بسحب رطوبتها ثم موتها، فضلاً عن كون السكر مصدراً أساسياً للحصول على الطاقة اللازمة لحياة الانسان التي تأتي من احتراق المواد السكرية في الجسم:

$$C_6H_{12}O_6 \text{ ----------} \rightarrow 6CO_2 + 6\ H_2O + 628\ k\ cal.$$

وهكذا فانه مع اتساع الانتاج الغذائي وتنوع المتطلبات في العالم المتقدم اليوم فان السكر يأخذ الحيز الاهم في السوق التجارية العالمية (المقصود بالسكر هنا السكروز Sucrose) وهو سكر ثنائي يتكون من الكلوكوز والفركتوز الذي يتم الحصول عليه من البنجر السكري او قصب السكر او مصادر اخرى.

تقسم الدول بحسب انتاجها للسكر الى قسمين :

1 – الدول المنتجة للسكر الابيض بكمية تفيض عن حاجتاها و تشكل احتياطي جيد في السوق العالمي لتجارة السكر وحسب احصائيات عامي 2002–2003 فأن البرازيل تنتج 22.75 مليون طن سنوياً والهند 18.85 مليون طن سنوياً والسوق الاوربية 17.83 مليون طن سنويا وتنتج الدول العربية 3.60 مليون طن سنوياً منها 1.47 مليون طن تنتجها مصر لوحدها.

2 – الدول التي لا يكفي انتاجها من السكر لتلبية حاجتها المحلية و التي تعوض النقص من السكر باستيراد السكر الابيض او السكر الخام الذي تكرره في مصانعها.

أهم الصناعات الغذائية التي يدخل فيها السكر (السكروز) كمادة أساسية وعمله

1– الشكولاتة

يساهم السكروز في اكسابها القوام المطلوب ويقلل من مرارة الكاكاو فيما يعطي اللزوجة العالية و يرفع المواد الصلبة و يعطي اللون اللبني للسكاكر الحلوة عند المعاملة الحرارية بسبب الكرملة .

2- **المعجنات ومن ضمنها الكيك و البسكويت**

اذ يستعمل السكروز في صور مختلفة وبكميات كبيرة في المعجنات، اذ أنه يساعد في اعطاء النسجة للرغيف من خلال تداخل السكروز مع الكلوتين وهذا يزيد من ثباتيتها عند الخزن.

3- **المشروبات الغازية**

يستعمل السكروز كمادة محلية ومحسنة للنكهة ويستعمل فيها بدرجة عالية من النقاوة لكي لا يعطي نكهة أو ألوان غريبة وقد يستعمل بشكل محاليل السكروز المخففة أو المركزة (Glucose Syrup) الا ان حلاوة السكروز اقل وقد تضاف المحاليل الصناعية بدلا منه في حالات مرضى السكري.

4- **صناعة المربيات والاغذية المعلبة**

يستخدم كمادة محلية وحافظة ويزيد من التركيز وهنا فان التراكيز العالية من السكر توقف نمو البكتريا ولكن تنمو الخمائر والاعفان على السطح في حالات التصنيع الرديء، كما أن انخفاض الـ pH للمحاليل السكرية يساعد البكتين على تكوين الهلام فيها. أما في صناعة التعليب فان فوائده عديد منها تحسين النكهة ومادة حافظة ويزيد من قابلية التوصيل الحراري ويمنع الاكسدة بالهواء (بأنزيم الفينول و البولي فينول اوكسيديز).

5- **صناعة الالبان**

يستخدم كمادة محلية ومحسنة للقوام والنسجة للآيس كريم و الـ (Ice Milk) والحليب المطعم والمكثف المحلى .

6- **صناعة الحلوى المختلفة**

منها التوفي و حامض حلو وغيرها، على الرغم من كونه المكون والمُحلي الرئيسي لهذه الصناعة الا انه يحسن اللون بسبب الكرملة ويعطي نكهة السكر المحروق والمرغوب في بعض المنتجات.

الجدول (1): درجة الحلاوة للسكروز وبعض المحليات الاخرى

المادة	درجة الحلاوة
السكروز	100
الفركتوز	173.3
الكلوكوز	74.3
اللاكتوز	16
المالتوز	32
الكالاكتوز	32
السكارين	50000-30000
سايكلامات الصوديوم	50000

المحاصيل السكرية

يصنع السكر (السكروز) وكما هو معروف حتى يومنا هذا من محصولين هما القصب السكري المنتشر زراعته في المناطق الحارة والرطبة والبنجر السكري الذي ينتشر في المناطق المعتدلة والباردة وسوف نأتي على دراسة هذان المحصولان بشيء من التفصيل.

اولا: قصب السكر

يعد المصدر الاول لصناعة السكر في العالم اذ ان ثلث انتاج العالم من السكر مصدره قصب السكر وقد عرف منذ (2000) عام اذ تم تصنيع السكر البلوري منه في نفس الفترة تقريبا. واشارت بعض المصادر أنه يُعتقد أن زراعة قصب السكر بدأت في إحدى جزر جنوب المحيط الهادي منذ 8000 عام. ومن المعروف أن صناعة السكر من القصب كانت منتشرة في الهند، ومنها انتقلت إلى الصين عام 100 قبل الميلاد. وقد عرفها العرب عن أهل فارس، فاهتموا بها ونقلوها إلى مصر، حيث ازدهرت هذه الصناعة وأدخل عليها المصريون تطورات عدة في طريقة التصنيع، مثل ترويق عصير القصب وإنتاج بلورات كبيرة الحجم من السكر. ومن اهم الدول التي تقوم بزراعته وانتاج السكر منه هي البرازيل وكوبا والهند واستراليا والمكسيك والصين وغيرها وفي الوطن العربي فان مصر هي اكبر دولة عربية منتجة له.

الوصف النباتي

ان قصب السكر نبات معمر طويل يمكث في التربة من 2 – 4 سنوات أو أكثر ينمو بارتفاع 4–5 م خلال 11 شهر، يخزن السكر في سيقانه واسمه العلمي *Saccharum officinarum* وهو يتبع العائلة النجيلية، يحتوي تحت التربة على جذور ليفية عريضة، أما الساق فهي طويلة ومؤلفة من سلاميات وعقد ويخرج من كل عقدة ورقة وعليها برعم ساكن وتغطي الساق مادة شمعية والساق هو الجزء النباتي الذي يستفاد منه للحصول على السكر ويتم اكثاره بأقلام سيقان القصب الناضج وبعد الحصاد ينمو حاصل جديد من الجذر عند توفر الظروف الملائمة و يسمى Ratoon. ينمو القصب في المناطق الحارة والرطبة ويحتاج الى حوالي 2000 ملم أمطار توثر كمية الماء ودرجة الحرارة وطبيعة التربة وعوامل اخرى على المحصول وعلى محتواه من السكر، ولكي يحتفظ بأعلى محتوى من السكر لابد من وصول نبات القصب الى مرحلة النضج قبل الكسر (الحصاد) أي من الناحية الصناعية فان نضج قصب السكر تعبير لوصول تركيز السكروز الى اقصى مداه من العصير السكري الذي يعبر عنه بدرجة النقاوة purity وتشير الدراسات الى ان نسبة السكروز تزداد تدريجيا في الساق وتنخفض نسبة الرطوبة ونسبة السكريات المختزلة (الكلوكوز و الفركتوز)، اما بتقدم النضج تزداد النقاوة Purity وذلك عند بلوغ نسبة السكروز اعلى ما يمكن والسكريات الاحادية اقل ما يمكن.

الصورة (1): البراعم والسلاميات وجذور قصب السكر

اهم الصفات والتغيرات الظاهرة الدالة على النضج هي :

1 – ازدياد نسبة جفاف وذبول الاوراق السفلى على النبات كما يصبح مظهر الاوراق العليا مائلاً للأصفر المخضر.

2– سهولة كسر الساق عند العقد (الغمد) وتحول لونها الى اللون الاصفر او ازدياد لونها الاحمر.

3– تقارب نسبة السكروز في السلاميات السفلى والعليا للساق.

تتأثر درجة نضج وجودة قصب السكر بعوامل مختلفة منها الصنف ونوع وعمر المحصول عند الحصاد والتزهير اذ يعد التزهير غير مرغوب فيه بالنسبة للسكروز المنتج والرقاد الذي يسبب فقد من المنتوج ويؤثر في نسبة السكروز في قصب السكر هذا اضافة للعوامل المناخية.

اصناف قصب السكر:

أ– اصناف مبكرة النضج. ب – اصناف متوسطة النضج. ج – اصناف متأخرة النضج.

الجدول(2): المركبات الموجودة في قصب السكر

المكونات	نسبتها
الرطوبة	(% 75 – 69)
السكروز	(% 20 – 7)
السكريات الاحادية	(اثار – 5 %)
الالياف	(% 17 – 8)
الرماد	(% 0.8 – 0.3)
المواد العضوية غير السكرية	(% 1 – 0.5

ثانيا : البنجر السكري Sugar Beet

يعد البنجر السكري المحصول الرئيسي الوحيد الذي لم يزرع في عصور ماقبل التاريخ و يعتبر هذا المحصول من صنع و انتاج تربية النبات، اسمه العلمي *Beta vulgaris*. بالرغم من ان هذا المحصول لم يزرع لغرض انتاج السكر الا في بداية القرن التاسع عشر وبعدها انتشرت زراعته في اوربا وامريكا ودول اسيا وافريقيا والوطن العربي ويعد البنجر السكري من المحاصيل الهامة في حياة الانسان الذي له قيمة حيوية فهو من بين أهم اثني عشرة محصولاً مهماً في حياة البشر.

في العراق، نتيجة تطور صناعة السكر من البنجر السكري في العقود الماضية فقد كانت الحاجة لتطور زراعة البنجر خاصة في المناطق الشمالية، اذ عمل مصنعي الموصل والسليمانية على البنجر السكري كمصدر لتصنيع السكر.

البنجر السكري نبات عشبي ثنائي الحول أي يكمل دورة حياته في عامين، ينمو خضريا في العام الاول ويكون الجذور ويخزن فيها المواد السكرية في العام الثاني اذا تركت الجذور في الحقل تستطيل الساق يحمل الازهار والثمار. وهو نبات يتبع العائلة الرمرامية، وهي عائلة تشتمل على السبانخ والسلق ولها القدرة على التأقلم في مختلف الظروف المناخية. شكل البنجر مخروطي، ويزرع بهدف إنتاج جذوره بيضاء اللون. تحتوي جذوره على نسبة من مادة السكروز، كما يحتوي على مواد غير سكرية نيتروجينية، وأملاح معدنية، وألياف. والجزء المستعمل منه هو الجذور التي تحتوي على 12% مواد سكرية و 2% مواد بروتينية غير أن عملية استخراج السكر من الشمندر أسهل منه في قصب السكر لرخو جذوره وقيمته الغذائية. يعد البنجر متوسط القيمة الغذائية، اذا ان 100 غم منه تمد الجسم بحوالي 45 سعرة حرارية وهو يحتوى على الماء والالياف الغذائية والنحاس والحديد والكالسيوم والبوتاسيوم والكبريت والزنك وغير ذلك من المواد الضرورية للجسم.

الصورة (2): جذور البنجر

تتكون رؤوس البنجر السكري من عدة أقسام هي:

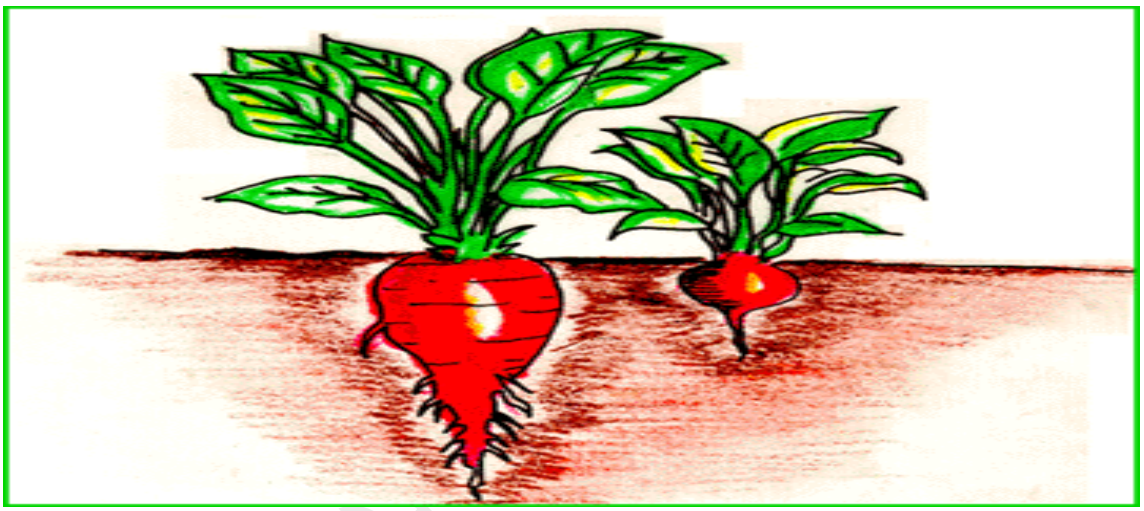
1 – الرأس: وهو الجزء الظاهر فوق سطح التربة وتثبت عليه الاوراق الخضراء .

2 – العنق: هو الجزء الذي يصل الرأس بجسم الجذر ونسبته الوزنية حوالي 12% من الوزن الكلي ويمتاز بانخفاض السكروز مقارنةً مع جسم الجذر في حين أن نقاوته متقاربة مع الجذر.

3 – الجذور: نسبته الوزنية بحدود 70% من الوزن الكلي وفيه الجزء الاكبر من السكروز.

4– الذيل: نسبته الوزنية حوالي 7% من الوزن الكلي ويفضل اقتطاع الجزء الاكبر منه قبل التصنيع.

كما توجد خارج التربة الاجزاء الهوائية والتي هي الساق والاوراق والازهار والثمار.



الصورة (3): اقسام رؤوس البنجر السكري

اسس اختيار الصنف:

1– ارتفاع نسبة الانبات وانتظامها وقوة نمو بادراتها. 2– ارتفاع نسبة السكروز.

3– المجموع الجذري كبير مقارنة مع المجموع الخضري. 4– التبكير في النضج.

5– التبكير في تكوين الجذور. 6– الشكل الظاهري للجذور وعمق الاخاديد.

7– مقاوم للأمراض والحشرات وغيرها. 8– عدم الازهار المبكر وانتاج الثمار احادية البذور.

قد يزرع البنجر في موسمان الخريف (الزراعة الخريفية) التي تكون من ايلول وتشرين الثاني وهي الزراعة الاهم والزراعة الشتوية والتي تعد غير مجدية في شمال العراق بسبب الانخفاض الكبير في درجات الحرارة.

التغيرات التي تحصل على الجذور بعد الحصاد (إطالة مدة التخزين) :

1 تفقد الجذور طراوتها وممكن ان يعرقل ذلك عملية التقطيع كما يحصل فيها فقدان للرطوبة.

2- فقد في السكروز و انخفاض في صفات جودة العصير.

3- زيادة نسبة السكريات الاحادية.

وتؤثر العوامل البيئية والصنف والاصابة الحشرية والميكانيكية في زيادة معدل هذه التغيرات .

د. بسماء سعدالدين شيت

المحاضرة الثانية

سكر وتمور نظري

التركيب الكيميائي للبنجر السكري

يعد التركيب الكيميائي للبنجر السكري وما يحتويه من مركبات مختلفة العامل الاساسي الذي يؤثر في مجمل مراحل المراحل التكنولوجية المتبعة في التصنيع، فارتفاع نسبة الشوائب مثلا يؤدي الى زيادة المواد المساعدة والطِرق المتبعة في المعالجات الفيزيائية والكيميائية للحصول على العصير النقي لأن جذور البنجر السكري وخلال اطوار النضج المختلفة المتبعة للصنف المستخدم قد يؤدي الى ان يكون لها مواصفات فيزيولوجية وتركيب نسيجي معين قد يضطر الى ان يقوم المُصنِع بتعديل بعض العمليات الميكانيكية لذا من الضروري معرفة التركيب الكيميائي لأصناف البنجر خلال مراحل النضج المختلفة.

يعتمد التركيب الكيميائي للبنجر وبالتالي خواصه التصنيعية على العوامل الآتية:

1- نوع البنجر السكري (الصنف والسلالة).

2- ظروف الزراعة مثل نوعية التربة والمناخ والاسمدة والري وغيرها.

3- طريقة الجني والغسيل والتخزين.

يقسم التركيب الكيميائي للبنجر الى :

1 – قسم يحتوي على جميع العناصر الذائبة وغير الذائبة (غير المتحللة) من المركبات الكيميائية مثل الماء والمواد السكرية والنيتروجينية وغير النيتروجينية والاحماض العضوية والامينية والعناصر المعدنية وغيرها.

الجدول (1) : التركيب الكيميائي للبنجر

المكونات	النسبة المئوية
الرطوبة	76.5
المواد الصلبة الكلية	23.5
السكروز	16.5
البروتين	1.05
الزيوت	0.12
الالياف	1.16
مركبات غير نيتروجينية (عدا السكروز)	2.92
الرماد	0.75

2 – قسم يحتوي على المركبات الصلبة التي تعطي التركيب النسيجي النباتي مثل المركبات البكتينية والسيليلوز واللكنين و الهيمي سيليلوز وغيرها.

أو يقسم التركيب الكيميائي للبنجر الى:

اولا : المركبات العضوية غير النيتروجينية وتشمل:

1–المواد الكربوهيدراتية: وهي المواد المخزونة في الجذور بكميات كبيرة و من أهمها السكريات الاحادية والثنائية والثلاثية اضافة للنشا والسيليلوز.

أ– السكريات الاحادية (البسيطة) Mono saccharides

ومن أهم هذه السكريات التي لها أهمية تكنولوجية خلال التصنيع هي البنتوزات و الهيكسوزات ويعد كل من الكلوكوز والفركتوز أهم السكريات البسيطة اذ يدخلان في تركيب جزيئة السكروز الموجودة بوفرة في عصير البنجر ومن المهم هنا ازالة او منع تحول السكروز الى سكر محول (Invert Suger) لان الاخير لا يتبلور في ظروف صناعة السكر ويمكن اجراء معالجات كيميائية باستخدام النورة (محلول الكلس) عند درجات حرارية منخفضة لكي لا يحصل التحول كما يجب الانتباه الى احتمالية حصول تخمر السكريات وانتاج الكحول وهدم السكروز.

ب–السكريات الثنائية: يعد السكروز هو هدف صناعة السكر في العالم وهو الناتج النهائي المطلوب منها. وزنه الجزيئي 342 دالتون، الانثالبية في التشكيل 530.8 كيلو سعرة/ مول والانثالبية في الاحتراق 1351.3 كيلو سعرة/ مول.

ان السكروز مركب قليل الثباتية اذ يتحول بسرعة وخاصة في المحاليل الحامضية لينتج السكر المحول المؤلف من الكلوكوز والفركتوز وقد يستمر التحول بتأثير الحرارة، ويعد السكروز من السكريات غير المختزلة وذلك لعدم احتوائه على ذرة كاربون انوميرية حرة لان ذرة الكاربون الاولى الحاوية على مجموعة الالديهايد في الكلوكوز ترتبط مع ذرة الكربون الثنائية الحاملة لمجموعة الكيتون في الفركتوز اذ يرتبط نوعي السكر باصرة (α – 1.2) كما ان المحاليل القلوية وفي ظروف خاصة يتفاعل السكروز مع حامض الاوكزاليك مكوناً أوكزالات الكالسيوم التي تظهر بشكل ملح أوكزالات الكالسيوم في اجهزة الطبخ والبلورة.

توثر الانزيمات على السكروز بشكل كبير اذ يتكون السكر المحول ومن اهم هذه الانزيمات الـ Invertase اضافة الى ذلك فان بكتريا *Leuconostoc mesenteroides*

كثيرا ماتقوم بإفراز انزيم Transferase الذي يعمل على تفكك السكروز الى فركتوز والدكستران، والدكستران مادة بيضاء تذوب في الماء ولكنها تتشرب به مكونة كتلة جيلاتينية كثيفة ممكن ترسيها بالكحول.

تقوم البكتريا *Bacillus subitilis* بتكوين مادة الليفان Levane عند نموها في المحاليل السكرية وهذه المادة من المواد السكرية ذات الوزن الجزيئي العالي وتتحلل بالماء القليل لتكون مادة صمغية اما عند اذابتها بكميات كبيرة من الماء فتكون محلول ابيض اللون. و يظهر الدكستران و الليفان غالبا عند تخزين البنجر لفترات طويلة و في ظروف غير جيدة اذ يسببان صعوبة في التصنيع مثل انسداد ثقوب أقمشة الترشيح، فضلاً عن عرقلة عملية التبلور ولمنع تكون الدكستران يتم غلي العصير مع مادة فلوريد الصوديوم الامونية بتركيز 1% اذ ان هذا يقضي على البكتريا . خلال عملية التصنيع يحصل انقلاب و تحول السكروز الى سكر المحول فيتكون الكلوكوز و الفركتوز و يمنع هذا تبلور السكروز .

ان سرعة الانقلاب والتوقف تعتمد على عوامل اهمها:

أ- موعد قلع المحصول

يبدأ الانقلاب قبل قلع المحصول احيانا كما أن تأخر القلع و كذلك تعرض البنجر او القصب الى الانجماد قبل القلع بسبب حصول الانقلاب .

ب – الاضرار الفيزيائية التي قد يتعرض لها كل من القصب و البنجر السكري

وهذا يرجع الى أنزيم الانفرتيز Invertase الضروري لعملية الانقلاب وتحول السكروز موجود داخل خلايا المحصولين وهو من عوامل النمو فيها وعند حدوث كسور او خدوش في البنجر يصبح القصب الانزيم بتماس مع السكروز عندئذ يعمل على تحوله الى سكر محول.

ج – درجة الحرارة

ان ارتفاع درجة الحرارة في المحيط عند القلع و الخزن و النقل يزيد من سرعة انقلاب السكروز كاي تفاعل كيميائي.

د – الوقت

ان اطالة الفترة الزمنية عند استخلاص السكر بالتنافذ من البنجر وفصل العصير يسبب زيادة فرصة انقلاب السكروز .

هـ – الخزن

الخزن الطويل مع ارتفاع درجة الحرارة يزيد من فرصة حدوث الانقلاب.

ج – **السكريات الثلاثية** : ان السكر الثلاثي الوحيد الذي يشكل قيمة في الاعتبارات التكنولوجية هو الرافينوز (C_{18} H $_{32}$ O_{16}) كما ثبت تكون الكيتوز Ketose وهو سكر ثلاثي عند التخزين الطويل للبنجر السكري اضافة الى وجود سكر البلانتوز Plantose بكميات قليلة جدا، يحتوي البنجر السكري على الرافينوز بنسبة تتراوح بين 0.3– 1.2 % ويظهر هذا السكر في المولاس كما يتركز بصورة واضحة عند تخزين البنجر السكري بالتبريد اذ انه يقاوم الحرارة المنخفضة ويؤثر سكر الرافينوز في تنشيط عملية البلورة للسكروز ويؤثر في شكل بلورات السكروز الناتجة وابعادها اذ تظهر هذه البلورات صغيرة وغير متجانسة وبشكل مسطح.

د – السكريات المتعددة : اهمها

- **السيليلوز**

هو المركب الاساسي للنسيج النباتي، يوجد في البنجر بنسب تتراوح بين 26 – 27 % وهو مركب ثابت غير قابل للتحلل في ظروف الخزن والمعاملة الكيميائية، يتحلل فقط في محلول (Schweitzera) وهو المحلول الامونياكي للنحاس المائي.

- **البكتين**

مادة مساعدة للسليلوز يدخل في جدران الخلايا وهو غير قابل للذوبان بالماء والحوامض والقواعد وبعد الاستخلاص يبقى مع مخلفات البنجر.

- **المواد البكتينية**

تعطي صلابة للخلايا وتوجد في جدران الخلايا النباتية تصل نسبتها في البنجر 2.5 – 10% وتزداد النسبة عند النضج. ويوجد بصورة بروتوبكتين وبعد الخزن الطويل وخاصة مع ارتفاع درجات الحرارة يتحلل الى بكتين الذي يتحول بفعل الحرارة والاحماض العضوية الى حامض البكتينيك مما يسبب رخاوة البنجر.

2– الاحماض العضوية

يحتوي البنجر على مجموعة من الاحماض العضوية بنسب قليلة من اهمها حامض الفورميك HCOOH والخليك CH_3COOH والاوكزاليك والماليك والستريك، فضلاً عن احتواء العصير السكري على احماض معدنية بصورة املاح مع البوتاسيوم والصوديوم للمحافظة على التعادل القلوي الطبيعي للبنجر.

تقسم الاحماض العضوية في البنجر السكري الى:

❖ **الاحماض المكونة لأملاح الكالسيوم غير قابلة للتحلل**

تتكون في مراحل التصنيع المختلفة ومن اهمها حامض الاوكزاليك وحامض الليمون (الستريك) والماليك، اذ تكوّن املاح الكالسيوم غير قابلة للتحلل في الماء. فضلاً عن احماض معدنية مثل الكبريتيك والفسفوريك التي تكون املاح الصوديوم و البوتاسيوم، لقد ثبت ان تكوّن أوكزالات الكالسيوم (CaC_2O_4) يزداد مع زيادة الكالسيوم ويقل وبارتفاع تركيز السكروز في العصير. اما حامض الستريك فانه يترسب بصورة سترات ثلاثي الكالسيوم $Ca_3(C_6H_5O_7)_2$ الذي يقل تحلله مع زيادة تركيز السكروز. واحيانا يصل تركيز مركب السترات ثلاثي الكالسيوم لدرجة عالية تصل حد الاشباع ومن ثم يترسب على الاسطح الداخلية للأجهزة او قد تمتزج بلوراته مع بلورات السكروز في خطوة البلورة.

❖ **الاحماض المكونة لأملاح الكالسيوم القابلة للتحلل**

ان الاحماض المكونة لأملاح الكالسيوم المتحللة خلال خطوات التصنيع لاتلعب دورا ذا اهمية في عملية التصنيع ومن هذه الاحماض حامض الكربونيك اذ يشكل في حال تواجده مشكلة كبيرة في ازالة بقايا الكالسيوم خلال التنقية. ان ملح خلات الرصاص قادر على ترسيب جميع الاحماض العضوية الموجودة في العصير ما عدا حامض اللاكتيك وحامض الماليك.

3- السابونين Saponin

يسمى احيانا الكلايكوسيد البنجري وهو يحيط بالطبقة تحت السطحية مباشرة ويغلف البنجر بصورة كاملة ويحميها من دخول الاحياء المجهرية الى النسيج الداخلي واتلاف الخلايا، وتتميز السوائل الحاوية على السابونين بانخفاض درجة الشد السطحي فيها ولذلك فان عصير البنجر الخام ترافقه رغوة شديدة. ان السابونين مادة غير قابلة للتحلل بالحوامض ويمكن فصلها بواسطة كاتيونات المعادن الثقيلة.

ان بقاء السابونين في السكروز خلال التصنيع يؤدي الى ظهور الرواسب والعكارة في بعض المنتجات مثل المشروبات الغازية ومن الممكن ترسيب 97% من السابونين من عصير البنجر الذي يحتوي على 5000 - 10000 جزء بالمليون ppm والباقي يدمص على سطح بلورات السكروز، ان زيادة المدمص على السكروز الى اكثر من 200 ppm يسبب ظهور العكارة. تجري في المصانع معالجات المعاملة الثانية بغاز CO_2. كما ان اضافة مواد الادمصاص مثل الفحم المنشط و البنتونايت والمبادلات الايونية يساعد في خفض بقايا السابونين في السكروز.

4- المواد الدهنية Lipids

تتراوح نسبة المواد الدهنية في البنجر السكري بين 0.1 . 0.03 %. واهم الاحماض الدهنية المعروفة في البنجر هيOleic acid و Palmetic acid و Phytosterol lecethin ، تتم ازالة الاحماض الدهنية من العصير خلال المعالجة الكيميائية باستثناء الفايتوسترول الذي يبقى الى المراحل الاخيرة و يذهب مع المولاس.

الجدول (2): نسبة الاحماض الدهنية في البنجر السكري

الحامض الدهني	النسبة المئوية
Oleic acid	0.01
Palmetic acid	0.03
Phytosterol lecethin	0.01

ثانيا : المواد الازوتية:

يحتوي بنجر السكري على حوالي 1 % او اكثر من المواد الازوتية التي تذهب خلال عملية الاستخلاص الى العصير الخام لذا فان تأثيرها في العمليات التصنيعية كبيرا وقد يسبب مشاكل خلال عملية التكثيف والبلورة.

المركبات النيتروجينية (الازوتية) من الصعب إزالتها ولا يمكن فصلها بالطريقة العادية للتنقية لذا قد تستخدم عمليات التجميع او التخثر (Coagulation) بمساعدة الكلس لترسيب البروتين و الامونيا فيتم طرده بين الرواسب خلال عملية الاشباع و تبقى المركبات الاخرى مثل النترات و الكولين مع المولاس.

الجدول (3): نسبة المركبات النيتروجينية في البنجر السكري

المركب النيتروجيني	% في البنجر
الاحماض الامينية	0.042
الاميدات	0.015
الامونيـــــا	0.005
النترات	0.002
البروتين والببتيدات	0.115
الكولين	0.02
البورين	0.001

الاحماض الامينية Amino acids

توجد الاحماض الامينية ضمن تركيب البروتين في خلايا العصير الخلوي للبنجر وبالرغم من أن اكثرها قابلة للذوبان في الماء وجميعها قابلة للتحلل بالمحاليل القلوية إلا أنها لا تترسب مع الكالسيوم والقليل منها فقط يتم إدمصاصه مع الرواسب بعد المعاملة الاولى بالغاز Co_2. تتفاعل الاحماض الامينية مع بقايا الكالسيوم مكونه كاتيونات معقدة تؤدي الى زيادة كمية الكلس في العصير السكري كما يحدث في ظروف معينة تفاعل ميلارد بين الجزيء الاميني ومجموعة CO للسكريات المختزلة حيث يحصل الاسمرار غير الانزيمي وهذا يتجمع مع المولاس. من مساوئ بقايا الاحماض الامينية كذلك هو انها تساعد في التخمرات بوجود الخمائر الكحولية التي تستهلك معظم المواد النيتروجينة خلال النمو و التكاثر لتكون بعض الكحولات مثل Isoamyl و Isobutyl .

الاميدات والاملاح الامونية والنترات

تعد الاميدات من المركبات الامونية التي يستعاض فيها عن مجوعة الهيدروكسيل (OH) في جذر الـ(COOH) مجوعة ($-NH_2$) تصل نسبة المركبات الاميدية في البنجر الى 0.02 % وتزداد عند الجفاف او التسميد النتروجيني وهي قابلة لذوبان في الماء ولا تترسب مع الكالسيوم (عند التنقية) كما انها لا تترسب بواسطة خلات الرصاص لكنها تتحلل في العصير السكري عند المعاملة بمحلول النورة خاصة عند درجة الحرارة العالية.

$$2\ R-CONH_2 + Ca^{+2} + 2OH \rightarrow 2R-COO^{-} + Ca^{+2} + 2\ NH_3$$

أما **املاح الامونيوم** فإنها تشكل نسبة قليلة جدا ، **النترات** توجد في البنجر بكميات قليلة تتحول بفعل البكتريا الى النترايت (Nitrite) التي تتفاعل مع حامض الكبريتيك وتكون رواسب ترفع من نسبة الرماد في السكروز وفي الغالب فان معظم النترات يبقى مع المولاس.

البروتين Protein

ينتقل البروتين الى العصير الخلوي على شكل معلق غروي ويفقد خاصية تركيبه بفعل الحرارة العالية والتغير في الـ pH أو بالعمليات الميكانيكية. عند ال pH. 3.2 وهي نقطة التعادل الكهربائي فيترسب البروتين اذ تتعادل الشحنات الموجبة والسالبة وتصبح المحصلة صفر. عند اضافة محلول النورة الى العصير يكون البروتين راسبا غرويا لزجا يترسب ببطء شديد و يكون صعب الترشيح.

ان تردي جودة البنجر خلال الخزن والنقل يسبب التحلل الانزيمي له وانخفاض الـpH مما يسهل ترسيبه عند إضافة محلول النورة. يؤثر البروتين على الشد السطحي ولهذا فانه يسبب

الرغوة خلال عمليات التكثيف وبلورة السكروز، فضلاً عن ذلك فان البروتين يساعد في عملية تكتل رواسب كربونات الكالسيوم خلال المعاملة الثانية بغاز CO_2 اذ يساعد على رفع قاعدية العصير مما يساعد في عملية الترسيب.

ثالثا . الملونات و الصبغات

يمكن تقسيمها الى

أ- الصبغات الطبيعية في البنجر ومنها الكلوروفيل والكاروتينويدات والانثوسيانينات وغيرها.

ب- الصبغات التي تتكون خلال العمليات التصنيعية ومنها:

1 . الميلانينات Melanine

تعد الميلانينات صبغات بنية داكنة اللون تظهر في الخلايا النباتية ولكنها غير موجودة اصلا في البنجر ولكن تتكون عند تقطيع شرائح البنجر وتعرضها الى الاوكسجين الجوي اذ يتأكسد التايروسين (مركب فينولي وحامض اميني) بإنزيم التايروسين Tyrosinase وبوجود الاوكسجين الى الكيتونات التي تتكثف مع بعضها مكونة صبغة الميلانين وهذه الصبغة لاتذوب في الماء و تنتشر كمعلق في العصير ثم تنفصل بالترشيح. ان فعالية انزيم Tyrosinase العالية تحصل عند pH 6-8 و يفقد فعاليته عند تسخين العصير وعموما يمكن منع تكون هذه الصبغات بإضافة غاز CO_2.

2- الميلانويدات Melanoidine

صبغة بنية الى سوداء تتكون بفعل تفاعلات الاسمرار غير الانزيمية (تفاعلات ميلارد) و اكثر مرحلة تتكون فيها الصبغات هي مراحل التكثيف و البلورة في صناعة السكر و يمكن التقليل من تكونها بإضافة الـ SO_2.

3- الكراميل Caramel

صبغة بنية أو سوداء او داكنة اللون ذات طعم مر بفعل تجفيف السكروز بالحرارة في الوسط الحامضي او القاعدي.

رابعا. الاملاح المعدنية

تصل نسبة الاملاح المعدنية في البنجر 0.75 %، إن ارتفاع نسبة الاملاح المعدنية وخصوصا القاعدية (Ca , Na , K) في المستخلص يؤدي الى زيادة ذوبان السكروز وتقليل قابلية بلورته مما يسبب خسارة كمية كبيرة منه تذهب في المولاس. تعد اكاسيد البوتاسيوم

و الصوديوم اكثر تواجدا من المركبات المعدنية الاخرى ولا يمكن فصلها أو ترسيبها بالمعاملات الكيميائية الاخرى لذلك فهي تبقى في المولاس .

اما عن تأثير بقاء المركبات المعدنية في العصير ودخولها مراحل التكثيف و البلورة فقد وجد:

1 . الكبريتات

توجد في العصير بكميات مختلفة تنبعا لصنف البنجر وان بقاء هذه الاملاح يكون قشرة على أسطح أجهزة التبخير و التكثيف.

2 . الكبريتيت

يتواجد في العصير و ذلك بسبب اجراء عملية الكبرته بـ SO_2.

3 . أملاح الحديد

توجد بنوعيها Fe^{+2} و Fe^{+3} وتسبب تكون اللون الداكن أو البني في العصير ويمكن معالجتها ذلك بإضافة حامض الكبريتوز H_2SO_3 الذي يحول الحديديك الى الحديدوز عديم اللون.

4 . املاح الكالسيوم

تظهر في العصير بسبب المعاملة بالنورة و بقائها يسبب ترسبها على اسطح الاجهزة .

5 . أملاح السلكيات

مصدرها البنجر وذلك عند نموه تحت سطح التربة و قد تصل الى العصير عن طريق حجر الكلس كذلك عند اجراء المعاملة الكيميائية .

6 . الفوسفات

تتواجد عند اضافة سوبر فوسفات الكالسيوم و تترسب بإضافة محلول النورة على شكل فوسفات الكالسيوم.

خامسا . الفيتامينات : – يعد البنجر فقيرا بها و خاصة الجذور.

سادسا . مركبات الرائحة : – و هي تفقد بالمعاملات الحرارية .

المحاضرة الثالثة

مراحل تصنيع السكر من البنجر (استخلاص السكر)

ان ادخال البنجر في الدورات الزراعية له العديد من الفوائد :

1 . البنجر محصول ثنائي الغرض يستفاد من الجذور في صناعة السكر و الاستفادة من المخلفات كعلف حيواني .

2 . يمكن الاستفادة من مخلفات صناعة السكر من البنجر في صناعات اخرى مثل صناعة الخميرة الخبز و الاحماض العضوية وغيرها.

3 . يمكن زراعة البنجر كمحصول شتوي في المناطق شبه الاستوائية و كمحصول صيفي في المناطق الباردة .

حصاد و قلع البنجر

يبدأ نضج و قلع البنجر في العراق في الزراعة الخريفية اِبتداءً من منتصف حزيران الى منتصف تموز اما الزراعة الربيعية فتبدأ من منتصف ايلول الى بداية كانون الاول ويتأثر النضج بعوامل منها الصنف والظروف البيئية وطبيعة الخدمات الزراعية. ان تحديد موعد الحصاد يجب ان يكون دقيقا لأنه يؤثر على محتوى البنجر من السكروز و يتم تقدير النسبة السكرية اِسبوعياً مثل الحصاد اسبوعيا حيث يجري فحص لنماذج البنجر او تلاحظ التغيرات على النبات مثل الذبول و اِصفرار الاوراق .

هناك مجموعة من المواصفات يجب توفرها في البنجر الواصل الى المصنع

1 . معدل وزن الرؤوس بين 500 . 700 غم (الاصناف المحسنة تصل الى 3.5 كغم).

2 . يفضل ان تكون الجذور غير متفرعة (لان التفرع يجمع الاوساخ والطين).

3 . ان تكون الجذور خالية من الاجزاء الخضرية (لان وجود الجزء الخضري يعمل على استمرار زيادة معدل التنفس عند خزن البنجر مما يسبب استهلاك السكروز و ارتفاع درجة الحرارة في المخزن وهذا يشجع على نمو الاحياء المجهرية و زيادة فعالية انزيم الـ Invertase وتحول السكروز) ويجب عدم اجراء قطع في الجذور لان ذلك يساعد على تلوثها بالأحياء المجهرية و حصول الاسمرار الانزيمي.

4 . ان لا تزيد نسبة الاوساخ و المواد الغريبة عن 8 –10 % من الوزن الكلي.

5 . يفضل نقل البنجر مباشرة الى المصنع للمحافظة عليه وعلى محتواه من السكروز.

يتم حصد البنجر يدويا او بواسطة المكائن الزراعية حيث تقوم بقطع الجزء الهوائي ثم قلع البنجر من التربة ويراعى عدم تخدش البنجر و قلع الجذر كاملا . ينقل البنجر بعد القلع مباشرة الى معامل تصنيع السكر لتفادي التغيرات غير المرغوب بها ومن الافضل التخلص من الاوساخ والحشائش والادغال قبل نقل البنجر الى المصنع لان هذا يقلل من سعر البنجر المستلم اِضافة الى انه يزيد من تكلفة النقل و يزيد من تلوث رؤوس البنجر وأن ذلك يقلل من تلوث قنوات نقل البنجر داخل المصنع

عند الاستلام . و يجري النقل بواسطة النقل الاعتيادي او الحاويات الكبيرة و في حالة الكميات الكبيرة من البنجر فانه على المصنع توفير مساحات كبيرة لخزن البنجر .

خزن البنجر السكري

يتم خزن البنجر في مصانع السكر عند توفير كميات كبيرة منه في المصانع وهذه الكميات خارج قدرة الخطوط الانتاجية وهنا يجب المحافظة على محتوى البنجر من السكروز .

العوامل المؤثرة على قابلية خزن البنجر السكري : -

1 . **درجة نضج البنجر :** . عادة البنجر غير المكتمل النضج تكون سرعة تنفس الخلايا مرتفعة بسبب ارتفاع محتواها من الاحماض الامينية و السكريات الاحادية بعكس البنجر مكتمل النضج و بما ان التنفس هي عملية اكسدة و خاصة المواد الكاربوهيدراتية الذائبة في الماء (السكروز) فان العملية ينتج عنها طاقة

$$C_6H_{12}O_6 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + Energy$$

في حالة التنفس الهوائي تتولد حرارة قدرها 2872 كيلوجول/ غم. مول ، أما اللاهوائي فيحصل كما يأتي:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

تتولد حرارة تصل الى 224.5 كيلوجول/غم. مول

للتنفس المضار التالية :

أ. استهلاك السكروز .

ب انتاج الطاقة و ما يصاحبها من رفع درجة الحرارة و الذي يؤدي الى زيادة سرعة التنفس.

2 . **الاصابة بالآفات الحشرية و الامراض**

يفضل عدم خزن رؤوس البنجر المصابة مع السليمة بل من المفضل تصنيعها بصورة مباشرة لان خزنها مع السلمية يؤدي الى اصابتها بالامراض وهذا يسبب خسائر كبيرة.

3 . **طريقة الحصاد**

ان تجاوز منطقة التاج و قطعها عند الحصاد يؤدي الى تعرض انسجة البنجر الداخلية للتلوث بالأحياء المجهرية و تزيد من امكانية وصول انزيم (Invertase) الى العصير السكري لذلك من المفضل عدم قطع منطقة التاج كما يفضل قلع الجذور بعد قطع الاوراق مباشرة أي قبل جفاف التربة (الاوراق تساعد في المحافظة على رطوبة التربة) لان هذا يسهل عملية القلع . كما يفضل عدم ابقاء الجذور في الحقل بعد الحصاد لفترة طويلة معرضة للشمس و الرياح لان ذلك يسبب فقدانها للرطوبة و انكماشها و ذبولها كما انها تفقد قابليتها لمقلومة البكتريا والاعفان و الخمائر مما يقلل من فترة خزنها

كما ان فقدان الرطوبة يسبب صعوبة تقطيعها اضافة الى ان بقائها لفترة طويلة في الحقل عند درجات الحرارة المرتفعة يسبب هدم السكروز.

4. **الاضرار الميكانيكية**

قد تحدث إصابات ميكانيكية و خدوش لجذور البنجر خلال عمليات الحصاد و النقل وهذه تزيد من إمكانية حدوث التلوث وتسبب تقليل مقاومة الجذور لعملية الخزن و الى زيادة عملية التنفس و انخفاض محتواها من السكروز كما يقلل من محتواها الرطوبي مقارنة مع السليمة .

5 . **الظروف المناخية خلال الحصاد**

ان زيادة هطول الامطار خلال الحصاد يسبب التصاق الاطيان و التربة بالجذور مما يؤدي الى صعوبة تنظيفها في المصنع و الى زيادة تكاليف الانتاج و الى خسارة الفلاح لان ذلك يؤدي الى زيادة معدل الخصم عند الاستلام هذا إضافة الى ان ذلك يسبب زيادة معدل التلوث بالأحياء المجهرية.

6 . درجة الحرارة و نسبة الرطوبة و فترة الخزن

يخزن البنجر في درجات حرارة (-1 الى 4 مْ) ان انخفاض درجة حرارة المخزن عن – 1 مْ يؤدي الى تهتك الخلايا بسبب الانجماد وهذا يسبب فقدان جزء من العصير السكري عند التقطيع في حين ارتفاع درجة الحرارة في المخزن عن 4 مْ او اكثر فإنها تؤدي الى زيادة سرعة التنفس و الاستهلاك السكروز إضافة الى ان ذلك ينشط أنزيم الـ Invertase وما يسببه من تحلل للسكروز إضافة الى إرتفاع درجة الحرارة بسبب زيادة نمو و نشاط الاحياء المجهرية المسببة للتلف.

اما الرطوبة ان التخزين الطويل و بدرجات حرارة مرتفعة تسبب فقدان جزء من رطوبة الجذور و يتوقف مقدار الفقد على الرطوبة النسبية في جو المخزن كما انه من المفضل التحكم بسرعة تحريك الهواء داخل المخزن لان ذلك يؤثر على سرعة فقدان الرطوبة و تعد نسبة (90 – 96 %) الرطوبة النسبية المفضلة في المخازن و ان انخفاضها ما بين (70 – 90 %) يزيد من معدل فقدان الرطوبة في البنجر بينما ارتفاعها عن (96 %) يشجع على نمو الاحياء المسببة للتلف . ان انخفاض المحتوى الرطوبي للبنجر و خاصة بنسبة (25 %) من رطوبته الاصلية يسبب موت خلايا البنجر وصعوبة تقطيعها. اما فترة الخزن فان اطالتها تعني اطالة فترة التنفس لجذور البنجر وبالتالي احداث هدم كبير في محتواه من السكروز.

الأجواء المثالية لتخزين البنجر السكري

1- ان تكون درجة الحرارة مابين صفر الى 2 درجة مئوية .

2- ان تكون الرطوبة النسبية مابين 92 – 95 % .

3- نسبة ألاوكسجين في هواء المخزن 18 – 20 % .

4- نسبة ثنائي أوكسيد الكاربون 0.02 – 0.15 % .

الاضرار التكنولوجية الناتجة عن التخزين السيء للبنجر

1 . فقدان قسم كبير من السكروز الموجود في البنجر نتيجة التخمرات و نشاط الاحياء المجهرية .

2 . التصاق جذور البنجر حيث تصبح على شكل كتل يصعب حركتها على النواقل المختلفة لاجهزة الغسل و التقطيع .

3. صعوبة تقطيع البنجر بسبب رخاوة انسجته و تلف بعضها .

4 . الصعوبات الكبيرة في قسم الاستخلاص حيث تحدث عمليات انسداد للمصافي .

5 . الحصول على العصير خام بمواصفات رديئة و إنخفاض نقاوة العصير مما يجعل عملية التصفية صعبة .

6 . نقص عام في مردود العصير بسبب التبخير و إنخفاض الرطوبة .

7 . إستحالة أو صعوبة عملية البلورة بسبب تحول السكروز الى سكريات احادية .

و قد تجري عمليات التخزين في ساحات خاصة في المصنع قد تكون مسقفة او بدون سقوف و يجب ان تقل فيها حركة التيارات الهوائية التي تزيد من فقدان الرطوبة و عمليات التنفس و يتم الخزن فيها لمدة (48– 72) ساعة قبل التصنيع و قد يخزن البنجر في حفر او أحواض أو في مخازن معدلة في محتواها الغازي بحيث يقل الاوكسجين وترفع نسبته CO_2 أو النتروجين لتقليل سرعة التنفس .

التغيرات التي تحصل على التركيب الكيميائي للبنجر خلال الخزن

1– تحلل الكربوهيدرات المعقدة الى صيغ أبسط إذ يستهلك جزء منها خلال التنفس فيما يتركز بعضها في الجذر وتزداد السكريات الثلاثية وخاصة الرافينوز.

2– تحلل البروتينات الى ببتيدات وأحماض أمينية.

3– نزع المجموعة الامينية Desamination من الاحماض الامينية والاميدات وتكون أملاح الامونيوم.

4– تحلل جزئي للمواد البكتينية والهيميسليلوز.

أما الاملاح المعدنية فلا يحصل لها تغيرات ملموسة خلال التخزين.

إستلام البنجر السكري

عند وصول الشاحنات المحملة الى مدخل المصنع تصادف الميزان الارضي فيتم وزن الشاحنة كاملة و تعطي الشاحنة بطاقة خاصة فيها الوزن و تاريخ الشحن و مصدر البنجر و يؤخذ منها عينة تقدر فيها الشوائب و نسبة المواد السكرية و يجري نوعين من الاستقطاب ، الفيزيائي و الكيميائي ثم تفرغ الشحنة و توزن السيارة فارغة و عندها يحسب الوزن الصافي للبنجر .

الاستقطاب الفيزيائي : . فيه يجري خصم من وزن المحصول بما يحويه من مواد غريبة لتقدير ثمن المحصول .

الاستقطاب الكيميائي : فيه يقدر ثمن المحصول من خلال تقدير محتوى الجذور البنجر من السكروز و درجة النقاوة .

1 . **طريقة الاستقطاب الفيزيائي** :

يؤخذ 20 – 25 كغم من الجذور ثم تزال منها الاوساخ و الاطيان و المواد العالقة و تزال المجاميع الخضرية ان وجدت و يضاف الى وزن الاطيان و الاوساخ و المواد الغريبة .

$$\text{النسبة المئوية للشوائب} = \frac{\text{الوزن الاول} - \text{الوزن بعد التنظيف}}{\text{الوزن الاول}} \times 100$$

2 . طريقة الاستقطاب الكيميائي : فيه تقدر نسبة السكروز وكما يلي:

1 . بعد ان يتم تنظيف الجذور تقطع الرؤوس الى شرائح صغيرة .

ب . يؤخذ 25 غم من البنجر السكري + 177 مل من خلات الرصاص ثم تكمل الى حجم ا لتر بالماء المقطر .

ج . يجري الطرد المركزي على(12000) دورة / دقيقة لمدة 3 دقائق .

د . تخفض درجة حرارة المحلول الى 20 مْ لمدة 10 دقائق .

هـ . يرشح .

و . يؤخذ جزء من الراشح و تقدر كمية السكروز فيه بجهاز البولاريميتر .

وتتم عملية حساب وزن الشوائب والسكر الذي يتحصل عليه من شحنات البنجر كما يلي:

وزن البنجر الصافي m = وزن الشاحنة مع البنجر m_1 – وزنها فارغة m_2

$$\text{وزن الشوائب} = \frac{m.X}{100} = \frac{(m_1 - m_2) . X}{100}$$

حيث X هي النسبة المئوية للشوائب

$$\text{وزن البنجر الصافي} = m - \frac{m.X}{100} = \frac{m(100 - X)}{100}$$

مثال: ليكن وزن شاحنة محملة بالبنجر 30 طن ووزنها فارغة 10 طن وأن نسبة الشوائب(الاستقطاع الفيزيائي) 8% ونسبة السكروز في البنجر (الاستقطاع الكيميائي) 15% ، أحسب وزن الشوائب ووزن السكر المتحصل عليه؟

وزن البنجر الصافي = 30 – 10 = 20 طن

$$\text{وزن الشوائب} = \frac{8 \times 20}{100} = 1.6 \text{ طن}$$

$$\text{وزن البنجر الصافي} = \frac{(8 - 100) \times 20}{100} = 18.4 \text{ طن}$$

أو 20 - 1.6 = 18.4 طن

$$\text{وزن السكر المتوقع الحصول عليه} = \frac{18.4 \times 15}{100} = 2.76 \text{ طن سكر}$$

و هناك بعض الحسابات التي لابد من اجراءها لكي يتم تهيئة المستلزمات الخاصة بعملية انتاج السكر منها : . تقدير كمية السكر الصافي التي يمكن انتاجها و يرمز لها SP

معادلة لوديكا

$$SP = \frac{Tb(Sb - 5C - 25N)}{100}$$

حيث ان N = نسبة المواد النيتروجينية في الجذور

C = نسبة الرماد في الجذور

Sb = نسبة السكر في الجذور .

Tb = كمية البنجر الداخل الى المصنع.

غسل و تنظيف البنجر

بعد وصول البنجر الى داخل المصنع يفرغ في احواض تقليدية قد يتراوح اطوالها بين 50 – 70 م و بعرض 3 – 7 م و هذه الاحواض تكون مفتوحة من الاعلى و ضيقة من الاسفل يتنقل البنجر فيها

تحت تأثير تيار مائي او قد يتم تفريغ البنجر في احواض خاصة تحتوي اسفلها قنوات لحركة البنجر الى اماكن الغسل و يتم تفريغ بإحدى الطريقتين :

1 – **الطريقة الرطبة**

يدفع البنجر الى مقدمة الحاويات برشاش ماء من مؤخرة الشاحنة و من ثم الى أحواض الاستقبال و قد يصل ضغط الماء الى حوالي 2.4 جو و يحتاج الى ماء مقداره 6 – 8 بمقدار وزن البنجر .

2 – **الطريقة الجافة**

تستخدم في حالة النية لتخزين البنجر حيث يتم رفعه من الشاحنات بواسطة رافعات و اسقاطه في احواض التفريغ.

بعد تفريغ البنجر في أحواض الاستقبال ينتقل البنجر عبر قنوات عرضها (35– 80 سم) سرعة جريان الماء فيها 1م / ثانية . و لها انحدار بدرجة معينة و يفيد هذا الانحدار و يفيد هذا الانحدار في منع ترسب المواد الغريبة و عرقلة حركة البنجر. قبل انتقال البنجر الى مرحلة الغسل يجب التخلص من الاحجار و الاوراق التي تنتقل مع البنجر لأنها تسبب أضرار كبيرة بمكائن التصنيع.

فصل الاحجار

يتم فصل الاحجار و الحصى الكبيرة خلال انتقال الجذور من قنوات التفريغ بواسطة ماسكات الاحجار وهي حفر عميقة داخل قنوات يوجد عليها تيار ماء بسرعة 0.17 م/ ثانية وهي سرعة اكبر من سرعة سقوط البنجر الى القعر حيث تسقط الاحجار في الحفرة و تزال بصورة مستمرة عن طريق ناقل متحرك بينما تمر الجذور عبر سطح الحفرة و كذلك تبقى مع الجذور الاحجار الصغيرة و هذه يتم فصلها بواسطة مصافي خاصة ، أما عند اِستخدام الاحزمة الناقلة لنقل الجذور فأنه يتم التخلص من الاحجار والاجزاء الخضرية وغيرها من خلال اشخاص أو مكائن خاصة لذا الغرض.

فصل الاوراق و الحشائش

مثلما ذكرنا سابقا فان الاطيان و الاوحال و الاحجار الكبيرة يتم التخلص منها ولكن توجد شوائب اخرى مثل الاعشاب و الاوراق وهذه يتم فصلها بعدة طرق منها الاعتماد على وزنها النوعي قابليتها على الطفو و سرعة حركتها في الماء حيث تحتجز الطبقة العلوية الطافية على الماء كما يوجد جهاز له ذراع و له شكل دائري يدور بعكس جريان الماء في قنوات التفريغ يحجز الاعشاب و الاوراق.

غسل البنجر

بعد التخلص من الاحجار و المواد الغريبة و الحشائش ينقل البنجر الى الغسالات بواسطة ناقل حلزوني أو دفع البنجر بمضخات طاردة عن المركز أو الدواليب عادة ما تستخدم أحواض الغسيل أو طريقة الغسل بالرش.

أحواض الغسيل

تكون مستطيلة الشكل و مقسمة و هذه الطريقة غير كفؤة حيث يصعب إزالة أو التخلص من الاطيان في شقوق الجذور كما ان الماء لايستبدل مما يعرض الجذور للتلوث و يسبب تلوث مياه الاستخلاص في الخطوات التالية بالأطيان وإن طريقة أحواض الغسيل تتكون من أجزاء و خلايا يتحرك فيها البنجر من الخلية الاولى و ينتقل بالذراع الى الخلية الثانية وهكذا وهذه الطريقة تفيد في عملية نقد الجذور وجرى استبدالها بطريقة الرش.

طريقة الرش

يسلط تيار ماء قوي تحت ضغط نحو البنجر خلال نقله على الناقل المتحرك و هذا الناقل يكون مثقب و مهتز (له حركة اهتزازية) يستخدم الماء تحت ضغط 8 جو و يوجه الماء من الاسفل الى الاعلى مما يسبب حركة و تقليب الجذور و فيه تتعرض جميع اجزاء الجذور للماء ثم ينزل الماء المستخدم الحامل للأتربة و الطين من الفتحات الموجودة على حزام ناقل و يستبدل الماء باستمرار مما يقلل من التلوث و يثبت من الداخل مغناطيس لجذب القطع المعدنية و نسبة الفقد من السكر خلال عملية الغسل تقدر 0.4 – 0.5 % من نسبة سكر البنجر (بسبب وجود إصابات ميكانيكية و شقوق في جذور البنجر) و ينقل البنجر من مرحلة الغسيل الى مرحلة التقطيع بواسطة النواقل .

ذيول البنجر

إضافة الى الشوائب والاجزاء الخضرية يحتوي ماء الغسيل على الذيول وقطع صغيرة من البنجر حيث يتم فصلها عن الشوائب لأنها تحتوي على نسبة من السكر اذ يمكن الاستفادة منها وهناك أجهزة تسمى ماسكات الذيول تكون بشكل مناخل ذات ثقوب بقطر 10 ملم تسمح بمرور الذيول وقطع البنجر الصغيرة حيث تجمع وتصنع.

تقطيع جذور البنجر

شهدت طرق إستخلاص العصير السكري من البنجر تطورات كبيرة ففي البداية كانت تستخدم طريقة العصر المباشر بعدئذ إستخدمت طريقة التقطيع و التسخين ، في العام 1865 استطاع روبرت ابتكار طريقة جديدة لاستخلاص العصير السكري من البنجر وهي طريقة التنافذ وتعتمد أساساً على تقطيع الجذور الى شرائح بسمك و طول معين ويستوجب نجاحها تقطيع الجذور على شكل شرائح منتظمة الطول و السمك حيث تؤثر جودة الشرائح على كمية العصير و سرعة الاستخلاص .

يجب ان تكون المكائن ذات سرعة جيدة في عملها و عموما تقسم المكائن التقطيع الى نوعين : .

اولاً : التقطيع التام : أي ان كل السكاكين في الماكنة(السكاكين الطولية والعرضية) تقوم بعملية التقطيع في إن واحد.

ثانياً : التقطيع النصفي : يجري فيها تقطيع طولي أو عرضي عند كل دورة .

أو تصنف أجهزة التقطيع الى:

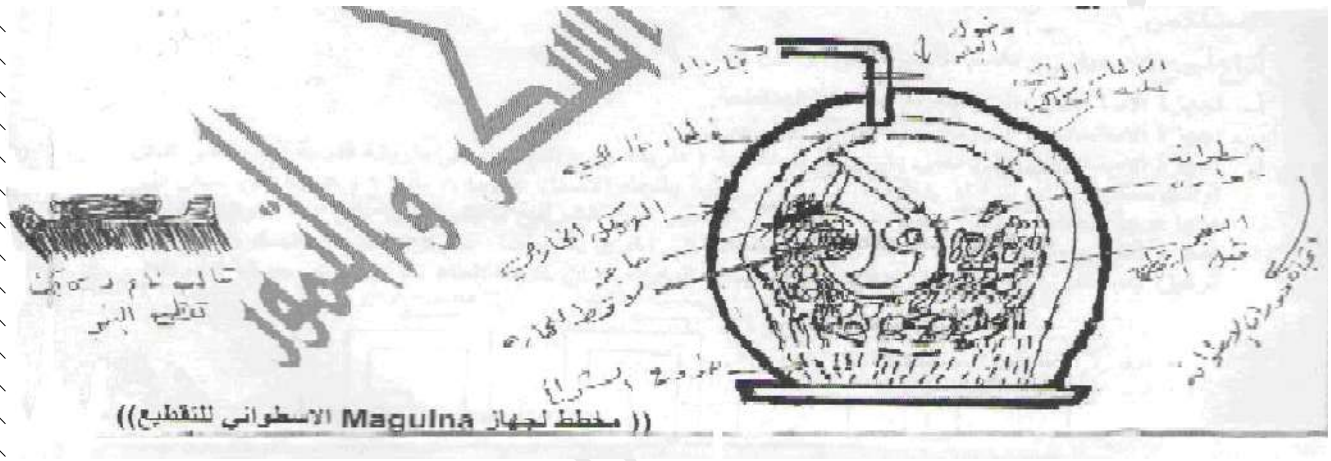
1- أجهزة التقطيع ذات السكاكين المتحركة وتكون إسطوانية أو قرصية.

2- أجهزة التقطيع ذات السكاكين الثابتة إذ تعمل على مبدأ القوة الطاردة عن المركز.

جهاز تقطيع الجذور الى شرائح : يتكون هذا الجهاز من مجموعة أقسام تضمن من الناحية الميكانيكية الحصول على شرائح أو رقائق ذات مواصفات محددة خاصة من ناحية الطول و السمك وهذه الاقسام هي :

1 – خزان إسطواني عمودي بقطر 2 م وإرتفاع 3 م يوضع بداخله البنجر السكري بعد التنظيف .

2 – قسم سفلي اسطواني يحوي على صواني دائرية تتحرك افقيا على محور عمودي يدور بسرعة 800 –1000 دروة/ دقيقة. ويوجد على سطح هذه الصواني فتحات مستطيلة الشكل لوضع القوالب حاملة سكاكين القشط.



((مخطط لجهاز Magulna الاسطواني للتقطيع))

3 – القوالب الحاملة للسكاكين : . و هي عبارة عن صفيحة معدنية يوجد عليها بالتناوب أسنان قاشطه تشبه المشط و بشكل أسنان المنشار مع ساند للأسنان و فراغ مناسب لخروج الشرائح و يمكن التحكم بسمك الشرائح من خلال تحديد إرتفاع أسنان المشط حيث يكون أسنان المشط إما ناعم أو وسط أو خشن. تتم عملية التقطيع بعد الغسل حيث ينقل البنجر السكري بأحزمة ناقلة و يسقط من أعلى الى أسفل فيواجه الجهاز و سكاكين التقطيع التي تدور و يحصل حصر للبنجر ليمر على السكاكين و يخرج بصورة شرائح من الفتحات الموجودة بين السكاكين و الاطارات المثبتة على السكاكين بطول وسمك معينين .

تقدير جودة الشرائح : إن سبب تقدير جودة الشرائح يعود الى : .

أ – تؤثر جودة الشرائح في عملية الاستخلاص .

ب – تعطي دلالة على كفاءة ماكنة التقطيع ، عموما تقدر جودة الشرائح بالقياسات التالية .

اولاً : . نسبة الشرائح الصغيرة : وهي الشرائح التي يقل طولها عن 1 سم و يجب ان لاتزيد نسبة هذه الشرائح عن 5 % من المجموع الكلي للشرائح المستخدمة .

ثانياً : . العدد السويدي : و هي النسبة بين الشرائح الطويلة التي يزيد طولها عن 5 سم الى وزن الشرائح الصغيرة التي يقل طولها عن 1 سم .

وزن الشرائح التي يزيد طولها عن 5 سم
العدد السويدي = ـــ
وزن الشرائح التي يقل طولها عن 5 سم

العدد السويدي يفضل ان يزيد عن 1 .

ثالثاً : رقم زيلين . Silin No :- وهو طول 100 غم من شرائح البنجر بالامتار و يفضل ان يكون مابين 10 - 20 م .

تقطيع ذيول البنجر : تتراوح نسبة الذيول في البنجر مابين 5 - 7% من وزن البنجر و تحتوي حوالي 9% سكروز لذا يفضل إستغلالها في صناعة السكر و ذلك بعد إزالة الجذور و تتم عملية استخلاص السكر بمعزل عن شرائح البنجر .

د. ايهاب سعد الدين شيت

المحاضرة الرابعة

اِستخلاص العصير السكري من الشرائح

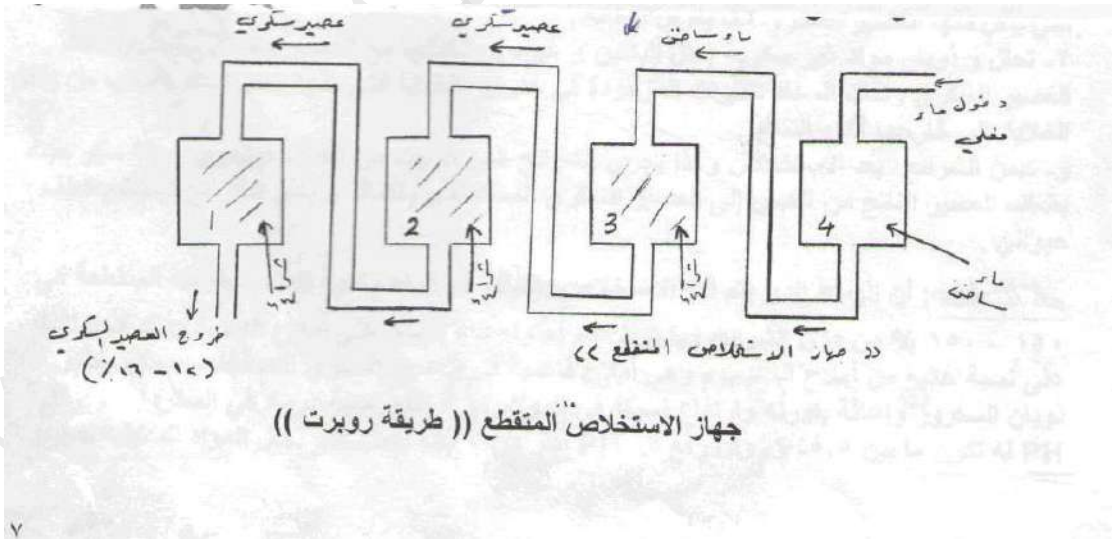
تعد هذه العملية من أهم مراحل التصنيع و اكثرها خطورة لما تحمله من تأثير على المردود العام من السكر ولإمكانية حدوث تلوث و فقد يؤثر على هذا المردود و لهذا فقد قامت شركات صناعة السكر بتصميم مجموعة كبيرة من النماذج المختلفة لأجهزة الاستخلاص حيث تطورت عملية مع الزمن و اِزدادت كفاءة الاستخلاص و تعد طريقة التنافذ التي ابتكرها روبرت 1865 من أفضل وسائل وطرق الاستخلاص.

أجهزة الاستخلاص تقسم الى نوعين هما :-

أ . اجهزة استخلاص تعمل بالطريقة المتقطعة .

ب . اجهزة استخلاص تعمل بالطريقة المستمرة .

آ. اجهزة استخلاص تعمل بالطريقة المتقطعة (طريقة روبرت) : . وهي طريقة قديمة و الجهاز على شكل أواني معدنية اِسطوانية أو خلايا قاعدتها مخروطية باتجاه الاسفل عددها 8 – 16 وعاء و في اسفل كل منها توجد مصفاة معدنية مثقبة تسمح بمرور العصير دون الشرائح ويتم العمل في هذه الاواني بان تملأ بالشرائح و ينتقل العصير السكري من اسطوانة الى اخرى بالتسلسل بحيث ان السائل السكري الاعلى تركيزاً يكون في الوحدة الاولى . يمر الماء على الشرائح الطازجة فيذيب السكروز ثم يزداد تركيز العصير السكري من وحدة الى أخرى ويخرج بتركيز 12 –16 %.



لو فرضنا وجود أربعة خلايا كما في الشكل تملا ثلاث منها بشرائح البنجر و الخلية الرابعة بماء مغلي نقي وترتبط مع بعضها من الاعلى بأنابيب لدخول الماء الساخن و مربوطة من الاسفل لخروج العصير السكري حيث يدخل الماء من جهة اليمين و يمر على الشرائح و يخرج من الخلية رقم (1) كعصير سكري حيث يستخلص العصير بعملية التنافذ Diffusion extract و تستمر عملية مرور الماء الساخن من خلية 4 الى 3 ثم 2 الى 1 الى ان يستخلص العصير السكري الذي يصل تركيزه الى أكثر من 12 % وبحيث لا يبقى في الشرائح اكثر من 1

% سكروز و تنتقل شرائح البنجر الموجودة في الخلية 3 الى 4 و التي في 2 الى 3 و التي في 1 الى 2 (عندما لايحتوي الجهاز على مصافي بين الخلايا) حيث تنتهي العملية بوصول الشرائح من الخلية 4 الى 1 . تؤخذ الشرائح من خلية 4 الى قسم العصر لاستخلاص ما تبقى من العصير السكري فيها حيث يضاف الى العصير السكري الناتج من عملية الاستخلاص بالتنافذ و يذهب الناتج من هذه العملية الى قسم التنقية .

إن آلية العمل بهذه الطريقة تتضمن:

أ –التعبئة : تعبأ الخلايا بشرائح البنجر و بحدود50 كغم/ خلية.

ب – بعد ملء الخلية الاخيرة يوجه تيار من الماء تحت ضغط 1.5 – 3 جو نحو الخلايا المملوءة بالشرائح وعموماً يتم تسخين الخلايا بواسطة البخار ويفضل عدم تسليط الماء تحت ضغط أعلى من المعدل السابق لان هذا يسبب تكدس والتصاق الشرائح مما يعيق عملية التنافذ.

ج . المزج :– تفرغ الخلايا من الهواء (أي تحتوي خلايا شرائح البنجر فقط منعا لحصول الاسمرار الأنزيمي) ثم يوجه اليها الماء كما سبق ذكره حيث ينتقل الماء الساخن و السكر النافذ من البنجر فينتقل العصير السكري بعكس إتجاه الخلايا (هنا يلاحظ أن الشرائح لا تنتقل من خلية الى أخرى الا بعد انخفاض نسبة السكر فيها الى 1 %).

د . التفريغ :– تفرغ الخلايا من الشرائح تباعاً و ترسل هذه الشرائح الى المكبس لاستخلاص السكر منها بالعصر.

هـ . بعد الانتهاء من عملية الاستخلاص ووصول الشرائح الخلية (1) الى (4) وهنا يجب التأكد ان الشرائح لا تحتوي على اكثر من 1 % سكر، تفرغ الخلايا و يتم تنظيفها و كذلك الانابيب الموصلة بها لمنع تجمع بقايا و كتل الشرائح المتهرئة و عصيرها لان هذا يناسب نمو الاحياء المجهرية .

يصل تركيز العصير في نهاية عملية الاستخلاص الى حوالي 12 – 16 % و تصل درجة الحرارة الاستخلاص 70 – 80 مْ . تستغرق عملية التنافذ 40 – 70 دقيقة و ذلك حسب أعداد الخلايا في الجهاز وهنا يفضل أن تكون درجة حرارة جميع أجزاء الخلايا واحدة لان عدم تجانس درجات الحرارة يزيد من كمية السكروز المفقودة.

فائدة استخدام درجة الحرارة 70 – 80 مْ هي:

1 – يثبط انزيم الـ Invertase المحلل للسكروز .

2 – ايقاف نشاط الاحياء المجرية ومنها المحبة للحراة العالية .

ان ارتفاع درجة الحرارة عن 80 مْ تسبب :

1 – تلين أنسجة الشرائح كثيراً مما يسبب تكتلها مع بعضها و انسداد فتحات الانابيب الموصلة بين الخلايا مما يعيق إنتقال العصير.

2 . تحلل وذوبان المواد غير السكرية مثل البكتين وغيرها وانتقالها مع العصير الخلوي وهذا يسبب تقليل نفاذ العصير السكري و كذلك انسداد القنوات الموجودة في جدران الخلايا التي منها ينتقل السكر الذائب من داخل الخلايا الى خارجها اثناء التنافذ.

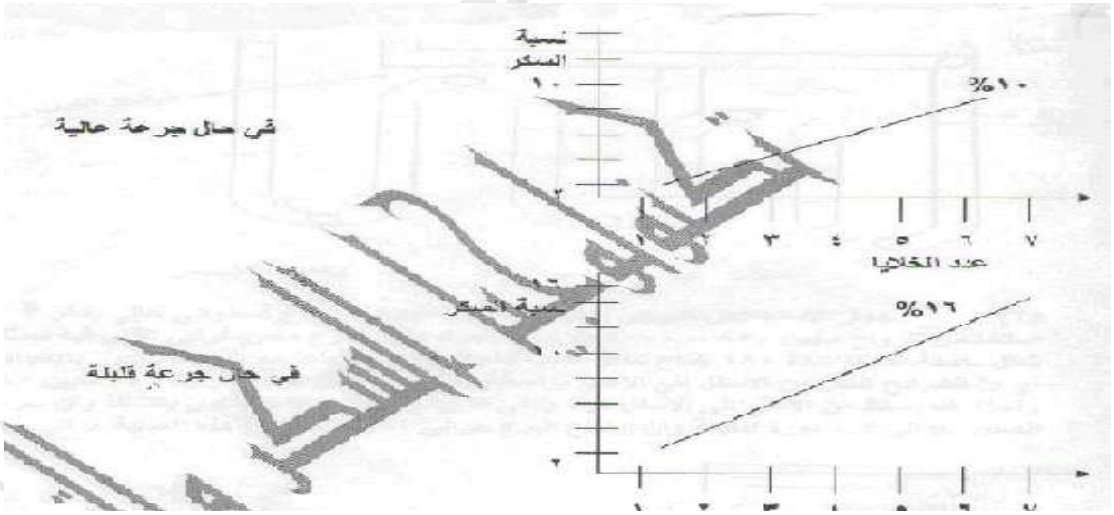
و – كبس الشرائح بعد الاستخلاص وهذا يجري للشرائح التي خرجت من خلايا او تحتوي 1 % سكر حيث يضاف العصير الناتج من الكبس الى العصير السكري المستخلص بالتنافذ و باقي الشرائح تستخدم كعلف حيواني.

ماء التنافذ

ان الوسط الذي يتم فيه الاستخلاص بالتنافذ هو الماء و كمية الماء بالطريقة المتقطعة هي 110 – 150 % من وزن الشرائح و يشترط عدم احتواء ماء التنافذ على املاح العسرة و ذلك لاحتوائها على نسبة عالية من أملاح الكالسيوم و هي أملاح قاعدية تسبب زيادة ذوبان السكروز . وان له pH مابين 5.5 – 6 و ان رفع الـ pH عن 5.5 يسبب زيادة فرص تحول السكروز الى سكريات الأحادية خاصة مع ارتفاع درجات الحرارة .

السيطرة على استخلاص العصير السكري (بالطريقة المتقطعة)

يؤخذ نموذج من العصير السكري من جميع الخلايا كل على حده و تحسب كميته ثم يحسب الفرق بين الكميات لكل خليتين فكلما كانت الجرعة قليلة باستمرار عملية التنافذ كلما كانت كمية السكر المستخلص أكبر و العكس صحيح .



سلبيات الطريقة المتقطعة :- 1 . تحتاج الى معدات كثيرة .

2 . تحتاج الى ايدي عاملة كبيرة .

3 . تحتاج الى طاقة عالية و كمية ماء اكبر .

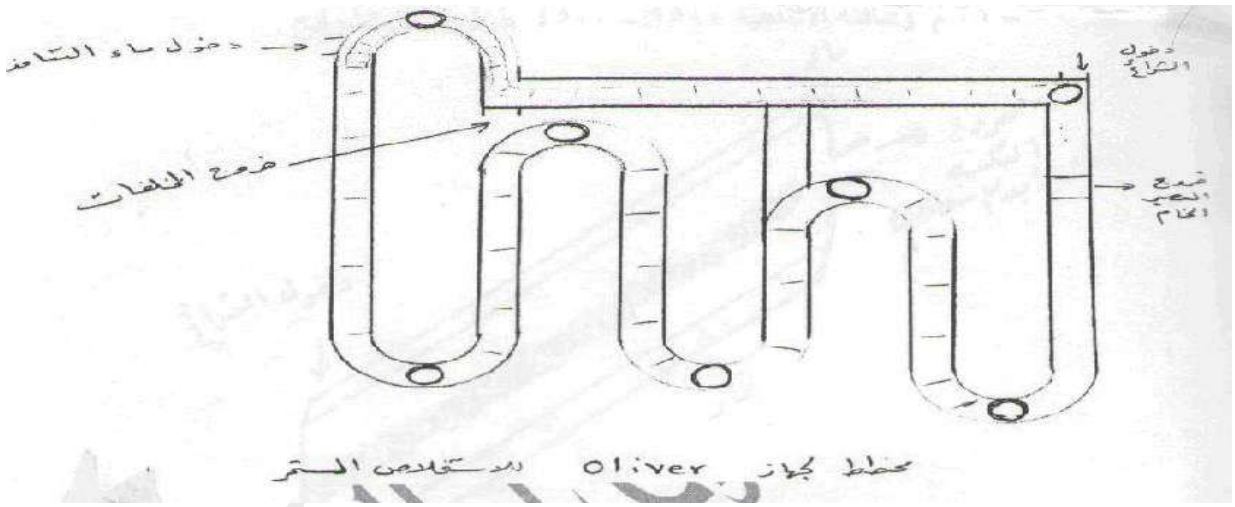
4 . نسبة الفاقد من السكر عالية.

ب . الطريقة المستمرة

أجهزة الاستخلاص بالطريقة المستمرة تعد الاكثر انتشاراً والأساس فيها وهو التنافذ بإضافة الماء الساخن بدرجة حرارة 70مْ باتجاه معاكس لاتجاه شرائح البنجر عندئذ يمر على أسطح شرائح البنجر اثناء حركتها و تتم عملية الاستخلاص و هناك عدة أنواع من أجهزة الاستخلاص بالطريقة المستمرة منها : -

1 - **جهاز Oliver المستمر للاستخلاص**

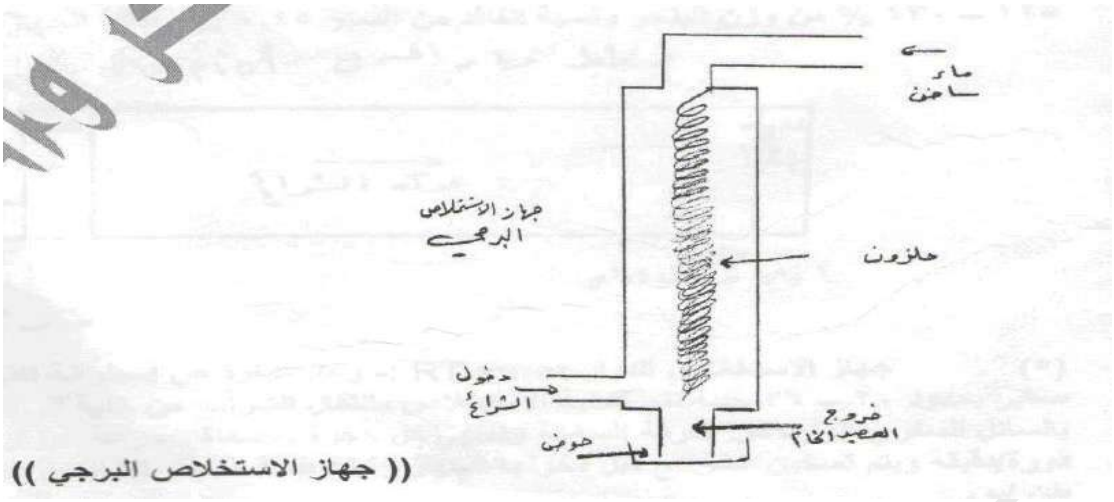
هو جهاز فرنسي يتألف من 4 او 6 اعمدة اسطوانية متصلة مع بعضها و تكون متساوية الأقطار الا ان الاسطوانات تتفاوت في اطوالها و في داخل الاعمدة الاسطوانية يوجد صواني مثقبة تحمل على سلاسل معدنية حيث ينفذ منها العصير السكري . تتحرك الصواني مع الشرائح و تلتقي بتيار ماء ساخن بدرجة حرارة 55- 60 مْ و بالاتجاه المعاكس بين الماء و الشرائح فينزل العصير الى الاسفل (توجد فتحة دخول الشرائح) حيث يمر العصير على صواني لحجز الشرائح . و حركة الصواني تكون بسرعة 0.6 - 1.1 م / دقيقة و هناك مقاييس لعملية الاستخلاص و السيطرة على درجة الحرارة و الضغط و النسبة بين وزن الماء الى وزن الشرائح تكون 0.8 - 1.4 قد تضاف مواد معقمة مع الماء مثل الفورمول و نسبة الفاقد تصل الى 0.5 % .



مخطط لجهاز Oliver للاستخلاص المستمر

2 - **جهاز الاستخلاص البرجي BMA**

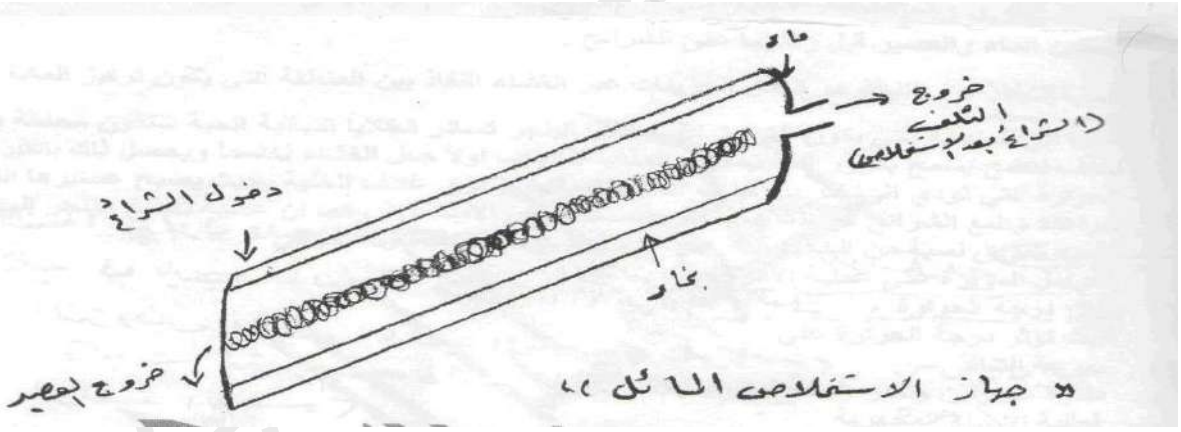
عبارة عن برج اسطواني عالي بقطر 3 م و بطاقة استخلاص تتراوح بين 850 -5000 طن / يوم يتحرك داخل البرج محور لولبي تظهر فيه انحناءات على شكل اجنحة عددها عادة 180 جناح تنتقل عليها الشرائح و تنتقل تباعاً مع سرعة المحور بالاتجاه الاعلى أي ان الشرائح تنتقل من الاسفل الى الاعلى بواسطة الحلزون ، تصل درجة الحرارة الماء مابين 65 -70 مْ و الماء هنا يسقط من الاعلى الى اسفل حيث يلتقي بالشرائح حيث يستخلص العصير السكري من الشرائح بالتنافذ. سرعة المحور حوالي 0.4 دورة / دقيقة. إرتفاع البرج حوالي 20 م وتستغرق عملية الاستخلاص حوالي 70 دقيقة .



((جهاز الاستخلاص البرجي))

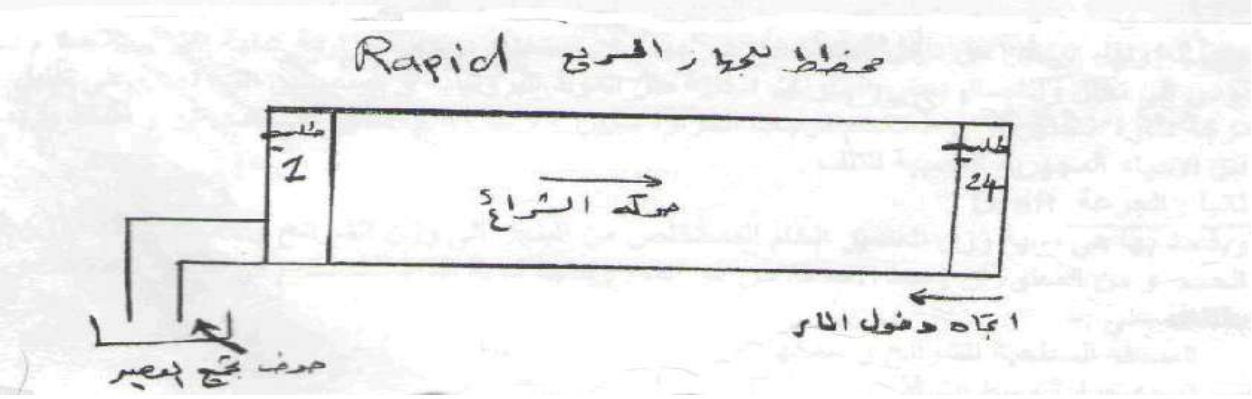
3 – جهاز الاستخلاص المائل

عبارة عن حوض اسطواني يميل على الافق بزاوية تتراوح 8 درجة و يوجد داخل الاسطوانة حلزونين متداخلين بالأذرع وهو ما يساعد على خلط و نقل الشرائح . يدور الحلزونات بسرعة 3 – 10 دورة / دقيقة تدخل الشرائح من حوض في الاسفل حيث تلتقي بالماء الساخن القادم من الجهة الاخرى و يتم تسخين الجهاز بالبخار (الجهاز من النوع ذو الجدار المزدوج لمرور البخار) طول الجهاز 21 – 22 م و طاقته الانتاجية 1500 – 4500 طن شرائح / يوم.



4 – جهاز Rapid للتنافذ الافقي

عبارة عن حوض مستطيل في وضع افقي مقسم الى 24 غرفة متصلة فيما بينها . تنتقل الشرائح من غرفة رقم (1) و تسير الى غرفة رقم (24) التي يدخل منها الماء حيث يقوم الماء الساخن باستخلاص السكر من الشرائح . فترة التنافذ بالجهاز 30–40 دقيقة و نسبة العصير المستخلص 125 –130 % من وزن البنجر. نسبة الفقد في السكروز 0.45 % و طاقة الجهاز 2000 طن شرائح / يوم.



5- جهاز الاستخلاص الدوار RT Smet

هو عبارة عن اسطوانة افقية مقسمة الى خلايا صغيرة (20 -36 خلية) وتتم عملية الاستخلاص بانتقال الشرائح من خلية الى اخرى حيث تغمر بالسائل السكري الوارد من الغرفة السابقة و تنتهي كل حجرة بمصفاة . سرعة دوران الاسطوانة 18-28 دورة / دقيقة هنا يتم تسخين الشرائح قبل دخولها الجهاز طاقة الجهاز 2500 - 2700 طن / يوم.

6- جهاز Silver للاستخلاص

جهاز اسطواني بشكل حرف U قطره 0.6 م و بارتفاع 3م يحوي 21 غرفة تتحرك داخله سلسلتان معدنيتان مثقبتان تدخل الشرائح من جهة فتحة خروج العصير السكري و يدخل الماء الساخن من الطرف الاخر للجهاز.

7 - جهاز الاستخلاص De Smeta

انتشر هذا الجهاز في فرنسا و اسبانيا و بلجيكا بشكل واسع و هو عبارة عن ناقل يحمل مجموعة من المصافي بطول 30 م يتحرك بكمية شرائح بطول 10م حيث تلتقي برشاش (دوش) لعصير ساخن عدد الرشاشات 18 تسقط على الشرائح ، تستخدم مضخات لسحب العصير السكري و توجد فتحة لدخول الشرائح و تعاكسها في الاتجاه الاخر فتحة دخول الماء ، و يتم تسخين الماء و العصير قبل رشهما على الشرائح.

عملية التنافذ

التنافذ هو انتقال الجزيئات عبر الغشاء النفاذ من الجانب الذي يكون تركيز المادة فيها عالياً الى الجانب الذي يكون فيه التركيز اقل ، و خلايا البنجر كسائر الخلايا النباتية الحية تكون محاطة بغشاء نصف ناضح يسمح بمرور المذيب دون المذاب لذا اولا يجب جعل الغشاء ناضحا و يحصل ذلك بتأثير الحرارة الي تؤدي الى تخثر بروتينات جدران الخلايا النباتية و تمزق غلاف الخلية بحيث يصبح عصيرها الداخلي حراً عند وضع الشرائح في الماء الساخن المستخدم في الاستخلاص كما ان عملية تقطيع البنجر الى شرائح تسبب تمزق الخلايا الياً حيث تصل نسبة الخلايا الممزقة حوالي 5 - 10 %.

تنتقل خلال عملية الانتشار مجموعة من المواد اللاسكرية الى العصير هي كما يلي بالنسبة لمحتواها الكلي في البنجر :-

1-النتروجين الكلي وأكاسيد الصوديوم والبوتاسيوم 60 -70 %

2-المركبات النتروجينية ذات المنشأ الاميني 95%

3-أوكسيد الكالسيوم 10%

4-خامس أوكسيد الفسفور P_2O_5 75-80%

5-البروتين (من الخلايا المتحللة) 30%

أما مكونات الخلية الاخرى فتبقى داخل الخلايا وتطرح مع التفل مما يعني أن نقاوة العصير السكري المستخلص أعلى من نقاوة عصير الخلايا.

العوامل المؤثرة على عملية الاستخلاص بالتنافذ

اولاً : - درجة الحرارة: اذ تؤثر درجة الحرارة على

أ . سرعة التنافذ .

ب . دنترة البروتينات و تغير طبيعة تركيب غلاف الخلية .

ج . فعالية الاحياء المجهرية .

د. تثبيط الانزيمات .

كما تعمل درجة الحرارة العالية على خفض لزوجة العصير السكري الموجود في الخلايا مما يسهل عملية خروجه لذلك يحصل انكماش الخلايا و يقل حجمها والدرجة الحرارية المناسبة لهذا هي مابين 70 - 80 مْ . اما تاثيرها على سرعة التنافذ فان الحرارة المرتفعة تؤدي الى زيادة سرعة التنافذ مقارنة مع استخدام درجات حرارية اقل من 80مْ وتؤدي الحرارة العالية الى دنترة البروتينات الموجودة على جدار الخلوي و تحلل مكوناته و نقل البكتين من داخل الخلايا الى خارجها . ان استخدام درجات حرارية عالية اكثر من 80 مْ يؤدي الى تحلل و انفصال بعض مكونات الخلية مثل المواد البروتينية و السابونين التي تعمل على تقليل درجة نقاوة العصير ، و ان استخدام درجات الحرارة مابين 70 - 80 مْ تعمل على منع نمو و نشاط و ربما قتل الاحياء المجهرية المسببة للتلف.

ثانيا : الجرعة

يقصد بها هي النسبة بين وزن العصير الخام المستخلص من البنجر الى وزن الشرائح و تحسب بدلالة الوزن او الحجم . ومن المعلوم ان وسط الاستخلاص هو الماء و تعتمد كمية الماء المستخدم في عملية الاستخلاص بالتنافذ على :

أ - المسافة السطحية للشرائح و سمكها .

ب - درجة الحرارة وسط التنافذ .

ج - فترة التنافذ .

د – نسبة السكر في البنجر .

هـ . نقاوة العصير المستخلص .

ان مقدار العصير المستخلص من معامل السكر الخام 130 % من وزن البنجر و العصير المستخلص من معامل السكر الابيض 120 % و نلاحظ ارتفاع النسبة عن 100 % وذلك بسبب إضافة الماء بكميات كبيرة.

الجرعة = وزن العصير السكري المستخلص / وزن البنجر x 100

ثالثا : فترة التنافذ :– وهي فترة التماس بين الشرائح و العصير السكري (ماء + سكر مستخلص من الشرائح) و تزداد كمية السكر في العصير تدريجيا بزيادة مدة التنافذ الى ان يتساوى تركيز السكر في العصير مع السكر في الشرائح ، يجب عدو إطالة مدة التنافذ عن الحد المطلوب لانه يؤدي الى خروج مكونات الخلية الاخرى و يسبب مشاكل في الخطوات اللاحقة اضافة الى حدوث تخمرات جانبية و تلوث مكروبي و يمكن حساب فترة التنافذ(t)من المعادلة التالية : .

$$T=D/d * 60$$

حيث D = عدد خلايا جهاز الاستخلاص .

و d = مرات التنافذ خلال 60 دقيقة .

60 = دقيقة وهي افضل فترة زمنية لاتمام الاستخلاص و لا يفضل ان تتجاوز 70 دقيقة.

رابعاً : . ابعاد الشرائح (حجم و شكل الشرائح):– تؤثر ابعاد الشرائح على نفوذية العصير السكري من الجدار او الغشاء فقد ثبت انه كلما ازداد سمك الشريحة كلما قل الاستخلاص و عموما يجب ان تكون الشرائح قليلة السمك مع زيادة مساحتها السطحية لان تقليل السمك يؤدي الى تقليل المسافة اللازمة لانتقال جزيئات السكر من الخلايا الى ماء التنافذ ان الشرائح التي يقل طولها عن 1 سم تعرقل جريان ماء التنافذ و تقاس جودة الشرائح بعدة طرق منها حساب الرقم السويدي :

((مخطط بياني يبن العلاقة بين العدد السويدي و سرعة التنافذ))

يلاحظ عند زيادة العدد السويدي تزداد سرعة التنافذ الى رقم 20 تبلغ القصوى وصغر حجم القطع يزيد من سرعة التنافذ الا ان ذلك يسبب انسداد الثقوب في المصافي عموما تحدد حجم القطع بحسب الطريقة المستخدمة و درجة الحرارة.

خامساً : التاثير الميكانيكي

يجب ان تكون وحدات الاجهزة المستخدمة في الاستخلاص بالتنافذ مملؤة تماما بالشرائح والماء و في حركة مستمرة ولا يوجد فيها فراغ وان تكون الشرائح مغمورة بماء الاستخلاص لكي تكون الشرائح بتماس دائم مع ماء التنافذ و لكن كمية الشرائح في وحدات الاستخلاص يجب ان لا يعيق وصول ماء التنافذ الى الشرائح أي ان تكون التعبئة تسمح بمرور ماء التنافذ الى الخلايا في الشرائح.

سادسا : خواص ماء التنافذ

يجب ان يكون نقياً و خاليا من المواد الذائبة و املاح العناصر القلوية لأنها تعيق عملية التبلور و ترفع نسبة السكروز المفقود في المولاس وارتفاع نسبة المواد غير السكرية في العصير مما يعيق الترويق و يفضل الـ pH مابين 5.5 – 6.0.

سابعاً : الاحياء المجهرية

يعد عصير البنجر بيئة مناسبة لنمو و نشاط الاحياء المجهرية و تقسم الى :

أ) الاحياء المجهرية المحبة للحرارة المعتدلة وهذه تموت و تقتل اذ تجاوزت درجة الحرارة عن 50 مْ وتصل العصير عن طريق التلوث بالجذور والاوساخ ومنها انواع البكتريا وخاصة بكتريا حامض اللاكتيك والخمائر الغشائية التابعة لجنس Saccharomyces اضافة الى الأعفان. من أنواع البكتريا الميزوفيلية في العصير السكري *Lactobacillus breve* و *E. coli* و خمائر الـ Candida و Saccharomyces .

ب . الاحياء المجهرية المحبة للحرارة العالية : وهذه يمكن القضاء على خلاياها الخضرية عند رفع درجة الحرارة الى 70 مْ او اكثر وخاصة بكتريا *Bacillus stearothermophilus* المعاملة بـ 120 مْ لمدة 75 دقيقة.

المجموعة الاولى تسبب تكون احماض عضوية و سكريات احادية ودكسترينات تؤدي الى تلون العصير السكري اما الثانية تكون غازات و احماض عضوية.

ويمكن القضاء على الاحياء المجهرية بالطرق التالية :

1 . رفع درجة الحرارة خلال عملية الاستخلاص الى الحد المناسب بحيث لاتزيد عن 75 مْ .

2 . اضافة مواد معقة الى العصير السكري او الماء مثل الفورمالين بنسبة 0.001 % او الكلور او SO_2 .

3 . اجراء عملية الغسل و تنظيف البنجر بصورة جيدة.

4 . المحافظة على الاجهزة والادوات بصورة دائمة.

5 . تعقيم الماء الناتج من عملية التصنيع.

ان اهم المركبات الناتجة من نشاط الاحياء المجهرية هي الدكسترينات بسبب نشاط البكتريا Leuconostoc و الليفان و حامض اللاكتيك و البيوتريك اضافة الى الخمائر التي تفرز انزيم الـ Invertase المحلل للسكروز.

المحاضرة الخامسة

العصير الخام

هو العصير السكري المتحصل عليه بعد اجراء عملية الاستخلاص لشرائح البنجر و يكون على هيئة سائل لزج تركيزه 12 – 16 % لونه يميل الى الدكانة وهذا يعزى الى أن العصير السكري بعد خروجه من خلايا التنافذ تصل درجة حرارته 35 –40 % وهذه الدرجة الحرارية ملائمة لنشاط الانزيمات المؤكسدة خاصة انزيم الTyrosinase المؤكسد للـ Tyrosine و بالتالي تكون صبغة الميلانين ذات اللون الداكن .

بعض خواص العصير الخام :

1 – نقاوة العصير مابين 87 – 89 % و عندها يعطي درجة جيدة و انخفاض النقاوة يقلل من جودته او يكون رديئاً .

2 – الـ pH للعصير الخام 5.5 - 6 .

3 – النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة 12 –16%.

4 – النسبة المئوية للسكروز 96 % من نسبة المواد الصلبة الذائبة .

5 – النسبة المئوية للرماد حوالي 0.61% .

6 – النسبة المئوية للبروتين و المواد النتروجينية حوالي 1.22% .

7– النسبة المئوية للمكونات غير السكرية الاخرى 0.7% .

8– النسبة المئوية للسكر المحول 0.05 – 0.2% (ترتفع نسبة مع زيادة نشاط الاحياء المجهرية و ارتفاع الحموضة و نشاط الانزيمات). كمية العصير الخام بعد الاستخلاص 1200 طن من 1000 طن بنجر و يلاحظ أن حموضة العصير الخام في الطريقة المتقطعة اعلى من حموضته بالطريقة المستمرة و السبب في ذلك ان حرارة العصير بعد خروجه من الخلايا بالطريقة المتقطعة اقل مما في الطريقة المستمرة مما يساعد على نمو الاحياء المجهرية المنتجة للحوامض (من خلال تمثيلها للسكر الى حامض) اِضافة الى طول فترة الاستخلاص بالطريقة المتقطعة الامر الذي يعطي الفرصة الكبر لنشاط الاحياء المجهرية المنتجة للحموضة .

التنقية (المعالجات الكيميائية) Purification

هي عملية ازالة و فصل المكونات غير السكرية من العصير الخام والحصول على اعلى تركيز ممكن من السكروز منه لان وجود المواد غير السكرية يعيق عمليات التكثيف والبلورة وانخفاض المردود من السكروز و تسمى هذه العملية بالتنقية او المعالجة الكيميائية .اِذ يحتوي العصير الخام على كمية من المواد غير السكرية اِضافة الى السكروز مثل المواد البكتينية والبروتينية المتحللة ونواتج تحللها ، السكريات المتحولة ،الاحماض الامينية والاميدات ومواد نتروجينيه وأحماض عضوية ومعدنية . اِن نسبة ماينتقل من هذه المواد الى العصير السكري 70–80%.

فوائد إجراء التنقية الكيمياوية:

1- تخثر وترسيب المواد البروتينية والغروية.

2- ان pH العصير الخام يكون منخفض مما قد يسبب تحول نسبة من السكروز الى سكريات أحادية ويزيد الفاقد من السكروز لذلك يعامل بهيدروكسيد الكالسيوم لرفع الـ pH.

3- تقليل لون العصير من خلال عملية قصر الصبغات.

شروط المعالجات الكيميائية للعصير الخام :

1 . يجب ان لا يتأثر السكروز بهذه المعالجة .

2 . ان لا تزيد نسبة السكر المحول بهذه المعالجة .

3 . ان تؤدي هذه العملية الى فصل اقل كمية من المولاس وازالة اعلى نسبة من الشوائب .

4 . ان تستهلك اقل ما يمكن من المواد المساعدة الكيميائية .

5 . ان تؤدي بالنتيجة الى رفع نقاوة العصير المستخلص الى المستوى المطلوب .

6 . ان لا تزيد من درجة اللون في العصير المعالج بسبب استخدام المعالجة القلوية او رفع درجات الحرارة.

المواد المستخدمة في المعالجة الكيميائية (التنقية)

اولا : الماء :

يشكل الماء 80 -85 % من وزن العصير لذا فانه يعتبر من المواد الاساسية في العصير وقد يدخل في تفاعلات التنقية و التحلل المائي للعناصر و من هذه التفاعلات :

H_2O + Sucrose → Invert sugar

H_2O + $R-CONH_2$ → $RCOOH + NH_3$

$H_2O + CO_2$ → H_2CO_3

H_2O + CaO → $Ca(OH)_2$

ثانيا : الجير الحي Lime

او اوكسيد CaO و يتم الحصول عليه من حرق حجر الكلس او كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ و هي مادة بيضاء صلبة تذاب في الماء للحصول على هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ او مايسمى الجير المطفأ و يضاف بنسبة 1-2 % من وزن العصير الخام ، و عادة مايستخدم الجير الحي لتوفره و رخص ثمنه و فعاليته الجيدة اضافة الى امكانية ازالته من العصير في المراحل التصنيعية اللاحقة :

ثالثاً : ثنائي اوكسيد الكاربون CO_2

يستخدم في تنقية العصير عن طريق اشباعه ثم يدخل في تفاعلات امتصاص المحاليل القلوية المتواجدة و تزداد درجة انحلال CO_2 في العصير بارتفاع الضغط في العصير مع انخفاض درجة حرارة العصير .

رابعاً : . ثاني اوكسيد الكبريت SO_2 .

خامساً :- مواد أخرى مساعدة.

مراحل المعالجة الكيميائية (التنقية): تتلخص المراحل الاساسية المتبعة في المعالجة الكيميائية للعصير الخام كما يأتي:

اولاً: الترويق Clarification:

تجري عملية الترويق لفصل المكونات غير السكرية حيث يضاف الجير الحي CaO بنسبة تتفاوت بحسب نسبة الشوائب والمواد العلقة وتتراوح مابين 1–2% من وزن العصير ، و تحدث تفاعلات مكونة للرواسب وهي على نوعين :

أ . رواسب ايونية اذ ان الجير الحي يعادل حموضة العصير الخام (خاصة املاح الفوسفات) و تحويلها الى رواسب من فوسفات الكالسيوم الحامضية غير الذائبة .

$$3Ca(OH)_2 + 2H_3PO_4 \rightarrow Ca(PO_4)_2 + 6H_2O$$

ب . رواسب غروية حيث انه من خلال رفع الpH للعصير الخام من مابين 5.5 – 6 الى 10.6 – 11 يؤدي ذلك الى تحويل المواد البكتينية و البروتينات من الحالة الى صورة غير ذائبة مما يؤدي الى ترسبها ويتم ذلك من خلال جعل البروتينات والمواد البكتينية تحمل شحنة سالبة (عند رفع الـ pH) ومن ثم تكوين معقد بروتينات و بكتينات الكالسيوم غير الذائبة حيث تترسب . لا يفضل خفض الpH للعصير الخام الى 3.2 هو نقطة التعادل الكهربائي للبروتينات لان هذا على الرغم من انه مفيد في ترسيب البروتينات الا انه يسبب تحول السكروز الى سكريات احادية الى واحماض عضوية ومواد اخرى من الممكن. توضيح ما يجري في عملية الترويق بالاتي :

عصير يحوي شوائب + $CO2 + CaO$ ← عصير نقي + شوائب مترسبة

تأثير الترويق على مكونات العصير :

1 – تأثير الجير الحي على الاملاح المعدنية

يحصل التاثير على العناصر المعدنية الموجودة في العصير كماياتي:

أ . الفوسفات : يترسب اكثر من 90 % من المواد الفوسفاتية اللاعضوية بشكل املاح فوسفات الكالسيوم و تساعد درجة الحرارة على رفع طاقة التفاعل .

ب . الكبريتات : تترسب بصورة كبريتات الكالسيوم .

ج . السليكات : تترسب بصورة سليكات الكالسيوم .

د . المغنيسيوم : يترسب بصورة هيدروكسيد المغنيسيوم و يساعد هذا الراسب على زيادة ترسب فوسفات و كربونات الكالسيوم .

هـ . الحديد و الالمنيوم : تترسب بصورة هيدروكسيد الحديديك و الالمنيوم .

و. الصوديوم و البوتاسيوم : من الصعب ترسيبهما و ذلك لذوبانيتهما العالية و لذا تبقى في المولاس.

تأثير الجير الحي على المواد العضوية غير السكرية

أ . الاحماض الامينية : يتفاعل الاحماض الامينية مع السكريات المختزلة مكونةً مركبات بنية اللون تقلل من جودة العصير الخام اما كل من الكلوتامين و الاسبارجين انها تتحلل بوجود الجير الحي ليكونا غاز الامونيا و يتكون ملح الكالسيوم للحامض الاميني .

ب . البروتينات : تعمل على زيادة لزوجة العصير السكري مكونة محلول غروي في العصير الخام وهذا يترسب بوجود CaO مع التسخين عند PH 5.5.

ج . الصموغ النباتية : تترسب بهذه المعاملة .

د. البكتين : يترسب بصورة بكتينات الكالسيوم وهو يعيق عملية التبلور اذ ان جزء واحد منه يعيق تبلور 50-100 جزء من السكر .

هـ . الشموع و الدهون : تطفو على سطح وتزال.

تأثير الجير الحي على المواد السكرية

لا يؤثر الجير الحي على المواد السكرية في الظروف المحددة من pH 9 ودرجة الحرارة 70مْ الانه ثبت تحول قسم كبير من هذه السكريات عند الارتفاع الشديد في درجة الحرارة مع الارتفاع النسبي في الحموضة حيث يتكون السكر الاحادي و يتكون معه الحامض العضوي بفعل CaO حيث تتفاعل هذه الاحماض العضوية مع الكلس و تكون ملح الكالسيوم للحامض العضوي وهو ما يعرقل عملية البلورة.

$$Ca(OH)_2 + 2C_{12}H_{22}O_{11} \rightleftarrows Ca(C_{12}H_{21}O_{11})_2 + H_2O$$

مراحل الترويق :ـ سبق ان ذكرنا ان كمية CaO المستخدمة في الترويق هي 1 .2 % من وزن العصير الخام وتقسم مراحل الترويق الى :

1 – الترويق الاول

فيها يضاف CaO بنسبة 0.2 .0.3 % من وزن الكمية التي يجب اضافتها الى العصير الخام (1 – 2 %) لمعادلة حموضة العصير حيث يعمل رفع الـpH من 5.5 –6 % الى 10.6 –11 . يتحول CaO الى هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ وتؤدي هذه الخطوة الى ترسيب المواد الغروية مثل البروتينات.

2 – الترويق الثاني (الرئيسي)

فيها تضاف الكمية المتبقية من الـCaO الى العصير المروق ترويقاً اولياً حيث يصل الـpH الى 12.6 و فائدة الترويق الرئيسي هو ترسيب المكونات غير السكرية (فوسفات ، بروتينات ، ومواد بكتينية) التي لم يتم ترسيبها في الترويق الاول.

ثانياً: الكربنة Carbonation

ويقصد بها ضخ او اضافة غاز CO_2 لإزالة الكميات المتبقية من اوكسيد الكالسيوم و التي لم تتفاعل مع الاملاح القلوية و المواد الغروية حيث يتحول CaO (الذي يكون بهيئة هيدروكسيد الكالسيوم) الى كربونات الكالسيوم غير الذائبة فيتم فصلها بالترشح .

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + CO_2$$
$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3$$

والفائدة الاخرى هي عندما يتم تكوين كربونات الكالسيوم فان بعض المواد غير السكرية الغروية و المواد الملونة سوف تدمص على جزيئات ال$CaCO_3$ و تترسب معها .

و تقسم الكربنة الى:

اولاً : . الاشباع الاولي First Carbonation

يتم ضخ غاز CO_2 الى العصير المروق الى ان يصل الى ما بين 10.8- 11 و سبب في هذا الانخفاض في الـ pH هو تكون حامض الكربونيك H_2CO_3 وتتم عملية الاشباع الاولي في خزانات مغلقة يضخ فيها غاز CO_2 بحيث يتلامس مع كافية جزيئات العصير المروق و يجب مراعاة الامور التالية لإنجاز الاشباع الاول بشكل كفوء وهي :

أ . توزيع الغاز بشكل متجانس في العصير .

ب . السيطرة على درجة حرارة المزيج و تستخدم درجة حرارة 90مْ .

ج . عدم اجراء الاشباع الاول بضخ كميات اكبر من المطلوب أو اطالة الفترة الزمنية كثيراً لأنها تؤدي الى تحول الكربونات المتكونة الى بيكربونات ذائبة وهذه تنتقل مع العصير و تتحول فيه الى كربونات غير ذائبة تترسب على اسطح الانابيب و اجهزة التبخر اضافة الى ان الضخ لأكثر مما هو مطلوب يؤدي الى تحول المواد الغروية غير الذائبة الى ذائبة بسبب ارتفاع الحموضة ، يلاحظ ان كربونات الكالسيوم تتكون تدريجياً اثناء خطوة الاشباع الاولي .تتكون عدة أنواع من الرواسب هي $CaCO_3$ و$Ca_3(PO_4)_2$ وبروتينات ومواد بكتينية غير ذائبة.

ثانيا: الترشيح الاول

يرشح العصير الذي اجري له الاشباع الاولي من اجل فصل الرواسب المتكونة و كذلك الرواسب المتكونة من خطوة الترويق.

تعتمد عملية الترشيح على ما يلي :

1. درجة حرارة العصير (يحصل الترشيح اسرع بارتفاع درجة الحرارة).
2. لزوجة العصير (تزداد سرعة الترشيح بانخفاض اللزوجة).
3. الضغط المسلط على العصير خلالا الترشيح (يزداد الترشيح بارتفاع الضغط).

4 . سمك طبقة الرواسب المتكونة على اسطح المرشحات اثناء الترشيح يفضل ازالتها بين فترة و اخرى بواسطة القاشطات او السكاكين لتسريع عملية الترشيح ووجودها يعرقل وصول العصير الى أسطح المرشحات .

5 . حجم دقائق الرواسب حيث ان الحجم الكبير للدقائق يسهل عملية الترشيح بعكس الصغيرة و التي تسبب انسداد فتحات المرشحات ، و يلاحظ انه باستمرار عملية الترشيح تقل كفاءة الترشيح بسبب تراكم طبقات الرواسب على المرشحات فيتم قشطها و غسلها بتيار من الماء ثم اعادة الترشيح.

الطرق و الاجهزة المستخدمة في تصفية و ترشيح العصير:

1 – المصافي الضاغطة (مكابس التصفية) Filtration by compression

تتكون من مجموعة من الالواح المعدنية مربعة الشكل ترتكز على محور افقي تنزلق فوقه بشكل عمودي خلال التصفية . تحتوي الالواح على اخاديد تسمح بمرور العصير المرشح يتم ترتيب الالواح بحيث تتكون قناتين احداهما لمرور العصير المرشح و الثانية لمرور ماء غسيل الالواح و فيها فتحة لدخول العصير تحت الضغط 3–5 كغم / سم ^{2} . حيث يمر العصير على صفائح ثم قماش حيث يحصل الترشيح و يحجز الرواسب و تعد هذه الطريقة فعالة الا ان الضغط يسبب استهلاك الاقمشة و صعوبة غسل الرواسب اضافة الى هذه الطريقة تحتاج الى ايدي عاملة كثيرة .

2 – اجهزة التركيد Decanters : الاساس فيها ترسيب الشوائب المعلقة بسبب تاثير الجاذبية الارضية فتصبح الرواسب في الاسفل و العصير المنقى في الاعلى و يؤثر على كفاءة التركيد العوامل التالية : –

أ . درجة حرارة العصير يجب ان تكون مابين 80 –85 مْ .

2 . الـpH للعصير تتراوح مابين 9 –10.5 .

3 . كمية الشوائب المسموح بها في العصير .

4 . معدل تدفق العصير الى الجهاز .

5. شكل وابعاد جزيئات المواد العالقة .

علما ان سرعة ترسيب الذرات تعتمد على مجموعة من العوامل التي تؤثر في سرعة ترسيب الجزيئات كما في العلاقة التالية :

$$V = k * D^2 \quad (d_1 - d_2)g / v$$

D = نصف قطر الجزيئات . V = سرعة ترسيب الجزيئات العالقة .

d_1 =كثافة الجزيئات العالقة . d_2 = كثافة السائل السكري.

g= الجاذبية الارضية . v = لزوجة السائل السكري .

3 - المصافي الدوارة : . تعد من الطرق الفاعلة في الترشيح و تعتمد على اساس التفريغ الداخلي في امتصاص العصير الخام وهي تتألف من اسطوانة مثقبة افقية دوارة تحاط بطبقة قماش و مزودة بحوض و خلاط ، يملأ الحوض بالعصير الخام حيث يبدأ عمل المصافي الدوارة فيحصل تفريغ يعمل على سحب العصير من الحوض ليمر بالقماش و تحجز الرواسب التي تغسل بصورة مستمرة لمنع انسداد الاقمشة .

4- اضافة للطرق السابقة هناك انواع اخرى منها المصافي الشمعية و المصافي الحبيبية و المصافي الضاغطة الدوارة .

ثالثا : - الاشباع الثاني Second carbonation

وفيها يتم ضخ كميات كبيرة من غاز CO_2 الى العصير يعد الترشيح لسببين هما .

أ - ازالة ما تبقى من الCaO و تحويله الى ال$CaCO_3$ ، فقد اشارت الدراسات الى ان العصير بعد الاشباع الاولي تنخفض فيه نسبة CaO من 0.6 . 0.09 % اما في الاشباع الثاني فان نسبة CaO تنخفض من 0.09 الى 0.015 % فقط.

ب . تحويل الهيدروكسيد الموجود (KOH وNaOH) طبيعيا الى العصير وتحويلها الى كربونات غير ذائبة (تزال بعدئذ بالترشيح) .

يتم ضخ غاز CO_2 في الخزانات المغلقة بكمية تتراوح من 60 - 65 % من كميته المضافة في الاشباع الاولي وتتوقف عند وصول الـ pH الى مابين9-9.5 و يفضل ان يكون العصير قبل الاشباع الثاني رائقاً حيث ان وجود 0.01 % من المواد غير الذائبة يؤدي ذلك الى مرحلة فوق الاشباع اذ تتحول الكربونات الغير الذائبة الى بيكربونات ذائبة و تتلخص عملية الاشباع الثاني بالمعادلات التالية

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$
$$NaOH + CO_2 \rightarrow NaCO_3 + H_2O$$
$$KOH + CO_2 \rightarrow K_2CO_3 + H_2O$$

يتفاعل هيدروكسيد البوتاسيوم مع حامض الكربونيك ويكون كربونات البوتاسيوم

$$2KOH + H_2CO_3 \rightarrow K_2CO_3 + 2H_2O$$

وكربونات البوتاسيوم تتفاعل مع أملاح الكالسيوم في العصير CaA_2 (A_2 تمثل أي جذر كيمياوي فقد يكون O أو OH أو غيرها) فتترسب كربونات الكالسيوم وتبقى الاملاح KA (A هي أي جذر كيمياوي).

$$K_2CO_3 + CaA_2 \rightarrow CaCO_3 + 2KA$$

إن الاستمرار بعملية الكربنة الثانية الى pH أقل من 9 يسبب تحول للرواسب وكما يلي :-

$$CaCO_3 + H_2CO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$
$$K_2CO_3 + H_2CO_3 \rightarrow 2KHCO_3$$
$$Na_2CO_3 + H_2CO_3 \rightarrow 2NaHCO_3$$

كربونات حامض الكربونيك بيكربونات

يحصل هذا عند رقم هيدروجيني أقل من 9 .

ان قاعدية العصير في المعادلة الثانية **بالقاعدية العظمى Optimum alkaline** و يقصد بها اقل ما يمكن من الاملاح الكالسيوم الذائبة في العصير، في حالة تجاوز القاعدية العظمى يؤدي ذلك الى تحول الكربونات غير الذائبة الى بيكربونات ذائبة بالاضافة الى ان الغرويات المترسبة تتحول الى مواد ذائبة تنتقل مع العصير بدلاً من ترسبها . أما **القاعدية الطبيعية** فهي الاملاح القاعدية او القلويات (الهيدروكسيدات) الموجودة بشكل طبيعي في

العصير و يفضل ان تكون نسبتها قليلة لأنها تؤدي الى ارتفاع تكاليف التصنيع بسبب احتياجاتها الى إضافة كميات إضافية من CaO و CO_2 .

يمكن حساب نسبة غاز CO_2 المستهلك في الاشباعين الاول و الثاني من العلاقة التالية

$$\%CO_2 = \frac{100 \times 100\,(C_1 - C_2)}{C_1(100 - C_2)}$$

اذ ان C_1 = هي كمية غاز CO_2 المستخدم و C_2 = كمية الغاز المتبقي بعد عمليتي الاشباع .

العوامل المؤثرة في الاشباع الثاني بغاز CO_2

أ . درجة الحرارة : – يجب ان تتم عملية الاشباع الثاني في درجات حرارية عالية لذا فقد يسخن العصير المرشح الى درجة حرارة 100 – 120 مْ و لا ينصح برفع درجة الحرارة اعلى من ذلك لتفادي تحلل السكروز . و في بعض المصانع فان عملية الاشباع الثاني تتم بدرجة حرارة 92 – 95 مْ . ان انخفاض درجة الحرارة يؤدي الى تفاعلات جانبية مثل تكون كربونات الكالسيوم الحامضية القابلة للتحلل في العصير عند رفع حرارته لاحقاً .

ب . فترة الاشباع :– تحتاج عملية الاشباع الثاني الى ما بين 5 – 10 دقائق و قد يبقى العصير في الخزانات التجميع قبل الدخول الى المرشحات لفترة 15 – 20 دقيقة .

رابعاً : الترشيح الثاني :

يرشح العصير السكري بعد الاشباع (كما جرى عند ترشيح العصير بعد الاشباع الاول) و ذلك لفصل الرواسب الناتجة من الاشباع الثاني وهي فقط رواسب من كربونات الكالسيوم الغير ذائبة .

2 – قصر الألوان

يحتوي العصير الخام اضافة الى الشوائب على المواد الملونة فالعصير بعد الكربنة يكون لونه اصفر لذا يجب ان يجري قصر وإزالة الألوان الداكنة لتحسين اللون . **ان اساب تلون العصير هي** :–

أ– وجود مواد ملونة طبيعيا مثل الكلوروفيل و الانثوسيانين و الكاروتين و غيرها في البنجر.

ب . تتكون المواد الملونة نتيجة التفاعلات و المعاملات الفيزيائية و الكيميائية مثل تفاعلات الاسمرار.

1 . تكون المواد الملونة نتيجة التبخير و الحرارة و المعاملة بـ CaO.

2 . وجود ايونات الحديد و تفاعلاتها مع البولي فينول .

3 . تفاعل السكريات مع مركبات اخرى .

المحاضرة السادسة

الطرق المستخدمة في عملية قصر الالوان

1 – المعاملة بغاز SO_2

اثبتت الدراسات قدرة غاز SO_2 في ازالة الالوان الغريبة وينتج غاز SO_2 من الاحتراق المباشر للكبريت في افران خاصة بدرجة حرارة 125 – 140 °م اذ يدخل في ابراج خاصة للترشيح و التبريد، يتم الحصول بعدها على غاز SO_2 بنسبة 10– 12% وتصل نقاوة هذا الغاز الى 99.6 %، الذي يجب أن يكون خالي من المواد السامة كالزرنيخ و السلينيوم، عند ضخ غاز SO_2 الى داخل العصير يصل pH الى مابين 8.2 - 8.6% وبذلك يحصل قصر لألوان العصير.

ان خفض الرقم الهيدروجيني pH عن الرقم السابق يؤدي الى ارتفاع الحموضة مما يسبب تحلل السكروز الى كلوكوز وفركتوز وهذان يتفاعلان مع الاحماض الامينية (تفاعل ميلارد) وحصول الاسمرار غير الانزيمي، كما ان ارتفاع الحموضة يسبب تآكل الاجهزة. ان عدم دقة و كفاءة عملية الترويق يسبب بقاء نسبة عالية من املاح الكالسيوم و هذا يتفاعل مع غاز SO_2 ليتكون كبريتيت الكالسيوم التي تترسب على انسجة المرشحات وانسدادها كما يترسب كبريتيت الكالسيوم على اسطح الانابيب والاجهزة.

2 – القصر باستخدام المبادلة الأيونية

تستخدم المبادلات الايونية وهي مركبات راتنجية تحضر من بلمرة المواد الفينولية او الفورمالدهايد مع ادخال مجموعة التبادل الايوني فيها سواء كانت تحمل شحنة موجبة أو سالبة. المبادل الايوني الذي يحوي المجموعة الحامضية (شحنة سالبة) مثل COO^- يسمى الـ Anion أو المبادل الايوني السالب والذي يحوي المجموعة القاعدية NH_3^+ يسمى Cation (شحنة موجبة) ويسمى المبادل الايوني الموجب حيث يقوم المبادلان بادمصاص الصبغات الداكنة من العصير وإزالتها من العصير خلال الادمصاص على جزيئات المبادل الايوني اثناء سريان العصير داخل الانابيب الحاوية لهذه المبادلات .

3 – القصر باستخدام الفحم

ان تأثير الفحم المنشط معروف من منذ مئات السنين في ازالة الروائح الغريبة والطعم واللون وهذا يرجع الى السطح الواسع للمكونات البلورية ذات الابعاد الدقيقة جدا وقد وجد ان السطح الفعال للفحم الذي يوزن 1غم يعادل 600– 1200 م^2 وتعود قوة ادمصاص الفحم الى قوة فاندرفالز المتواجدة بين الجزيئات على السطح الواسع لدقائقه.

يتكون التركيب الكيميائي للفحم المنشط من فوسفات الكالسيوم 73.5 % و كاربونات الكالسيوم 8.5 % و اكاسيد المعدنية 0.5% و الرماد 0.3 % و النيتروجين 1 %.

العوامل المؤثرة على قدرة الفحم المنشط على الادمصاص منها

أ . كثافة المواد الملونة الموجودة في العصير.

ب . تركيز (لزوجة) العصير.

ج . كمية الفحم المنشط المضاف و هي بحدود 0.5– 10 % من كتلة المواد الجافة للعصير.

د . درجة الحرارة إذ تتراوح بين 80 – 95 مْ.

هـ . مدة التلامس بين الفحم و العصير وهي مابين 1– 2 ساعة.

و . الـ pH المناسب حيث من الضروري إعادته الى ماقبل اضافة الفحم.

وتتم العملية في معمل السكر باستخدام اعمدة التصفية الاسطوانية الشكل وبقطر 2.5 م و ارتفاع 7 – 12 م ويوضع عندها الفحم المنشط بشكل متراص في الاعمدة دون ترك فراغات فيه، كما يستخدم الفحم المنشط المحبب بحبيبات قطرها 3 – 5 ملم إذ يتم إدمصاص الالوان ويخرج عصير عديم اللون وباستمرار الاستخدام تقل فعالية الفحم المنشط لذا تعاد عملية تنشيطه باستمرار بأفران درجة حرارتها 540مْ.

4– قصر وازالة الالوان بالترسيب

تساعد عملية الترسيب المختلفة بإزالة جزء من المواد الملونة الموجودة فيه.

5– القصر باستخدام حامض الفوسفوريك

اذ يعمل حامض الفوسفوريك على ترسيب قسم كبير من المواد الملونة الناتجة من التفاعلات الكيميائية مثل اللون البني المتكون نتيجة وجود ايونات الحديد حيث يزال هذا اللون بهذه الطريقة بنسبة 20 –30 %.

6– ازالة اللون باستخدام تربة التصفية

يستخدم تراب التصفية أو مايسمى بالتراب الدياتومي(نوع من أنواع الصخور الرسوبية سهلة التفتت، والتي تكون على شكل مسحوق أبيض ناعم) المستخدم في تنقية العصير بالمصافي المختلفة والذي يعمل على حجز جزء كبير من ملونات العصير العالقة بالمركبات الاخرى.

العصير السكري بعد التنقية (الترويق و الكربنة و الترشيح و قصر الالوان) يكون تركيز العصير 12– 16% وتصل نقاوته الى 92% ولونه شفاف رائق ابيض غير متعكر. تصل كمية العصير بعد التنقية الى 1300 طن/ 1000 طن بنجر.

فائدة الرواسب

يستفاد من الرواسب الناتجة من عملية التنقية مثل الوحل Mud إذ أن جميع الرواسب المتكونة خلال مراحل التنقية تمثل مواد غير ذائبة وتصل نسبتها الى 8% من وزن البنجر المستخدم في الصناعة، ويمكن الاستفادة من المخلفات الثانوية من خلال استخدامها:

1 – كسماد كيميائي : اذ تحتوي الرواسب على 75% من $CaCO_3$ و المتبقي عبارة عن املاح معدنية مثل مركبات الفوسفات (فوسفات الكالسيوم) ومركبات بروتينية وبكتينية ولها قوام لزج، لغرض إستخدامها كسماد تجفف وتضاف الى التربة ذات الـ pH الحامضي لمعادلة الحموضة.

2– في صناعة الطباشير : اذ تعامل الرواسب بغاز الكلور لتحليل المواد الغروية ورفع نسبة $CaCO_3$ الى حوالي 99% ثم تجفف و تصب في قوالب للطباشير.

3 – كمصدر للـ CO_2 و CaO وذلك من خلال حرقها.

التركيــز Concentration

ان العصير النقي الذي تم الحصول عليه من المراحل السابقة يحتوي على كميات كبيرة من الماء تتجاوز الـ 80 % (تركيز العصير 12– 16 %) ولا بد من تبخر الماء لتسريع عملية إنفصال بلورات السكر ويتم ذلك بخفض المحتوى الرطوبي ورفع نسبة المواد الصلبة وتسمى هذه الخطوة بالتركيز.

التحولات الفيزيائية والكيميائية التي تحدث في العصير خلال عملية التركيز :

يتم اجراء التبخير في الماء بدرجات حرارية 60– 130مْ و يتم هذا في اجهزة التركيز. ان الماء الناتج من هذه العملية ليس نقيا لانه يحتوي على مجموعة كبيرة من العناصر الطيارة مثل الاحماض العضوية الألدهيدات والكحولات، فضلاً عن غازات مثل CO_2 و SO_2 و O_2 وNH_3 وغيرها كما ان الـ pH لهذا الماء يكون مابين 5.5– 9 وهذا يعتمد على طريقة التصنيع والمعالجات الكيميائية المتبعة.

كما ان حصول أي خلل او عطل في الاجهزة يسبب ارتفاع مفاجئ بدرجات الحرارة و تطاير او فقدان جزء من الرذاذ الذي يحتوي على السكر و يقلل من مردود السكر المصنع و تقسم التحولات الى:

اولاً : – التحولات الفيزيائية و الكيميائية في المواد السكرية خلال التركيز :

التحولات بازدياد مكافئ التركيز (ارتفاع نسبة الكلوكوز و السكريات المحولة الى نسبة السكروز في العصير المكثف) و يؤثر في pH العصير اذ يعزى و جود السكريات المحولة بنسبة عالية الى حصول انخفاض pH العصير الى مادون 6.5 و ترتفع نسبة السكريات

الاحادية عند اطالة فترة بقاء العصير في الاجهزة وفي مايأتي جدول يبين تأثير الـ pH على تكون السكر المحول عند درجة حرارة 100مْ.

pH	4.8	5	5.4	5.8	6.2	6.6	7	8
السكر المحول	5.32	2.12	0.84	0.34	0.13	0.053	0.021	0.002

ثانياً : التحولات الفيزيائية و الكيميائية في المواد النيتروجينة :

تحدث تحولات كبيرة في المواد النتروجينية تؤدي الى تكوين احماض و غازات تعيق عملية التصنيع .

أ – ان الاحماض الامينية مثل الاسبارجين و الكلوتامين تتحول الى حامضي السبارتيك والكلوتاميك بتأثير الحرارة العالية (اكثر من 70 مْ) في الوسط القلوي الخفيف و تزداد هذه التحولات بارتفاع درجات الحرارة لأكثر من 100مْ و يظهر هذا ارتفاع في نسبة الامونيا في الماء الناتج.

ب – تفكك البروتينات و حدوث تفاعلات جانبية بين الموارد النتروجينية و الهيكسوزات الموجود في العصير السكري بفعل الحرارة العالية مما يسبب تغير درجة الاستقطاب .

ج – يمكن ان تتخثر بعض المواد النتروجينية بالحرارة العالية الامر الذي يؤدي الى تكون رواسب في اجهزة التكثيف تقود الى ازدياد درجة نقاوة العصير .

طرق انتقال الحرارة في اجهزة التركيز :

ان تأمين الايصال الحراري المناسب الى العصير السكري الاساسي مهماً في زيادة تسريع عملية التكثيف و تقليل الكلفة الاقتصادية. وعموما هناك ثلاث طرق يتم بها الانتقال الحراري بين الاجسام وهي :

1 – الانتقال الحراري بالاتصال المباشر Conduction :– وهي الحرارة التي يعطيها الجسم الساخن (مصدر الطاقة) الى الجسم البارد .

2 – الانتقال الحراري بالحمل Convection :– يحدث هذا النوع من الانتقال في السوائل والمواد الغازية ويعود الى اختلاف الكثافة .

3 . الانتقال الحراري بالإشعاع Radiation :– يقصد بها الانتقال الحراري بالإشعاع الحراري الصادر من جسم الى اخر دون حدوث إختلاط أو تماس مباشر و تكون نسبة الضياع في الطاقة كبيرة . تحسب كمية الطاقة المنتقلة في وحدة الزمن أو معدل انتقال الطاقة من المعادلات التالية :–

$$Q = U * A * \triangle T$$

اذ ان: Q = كمية الطاقة المنتقلة خلال وحدة الزمن (معدل انتقال الطاقة).

و U = مكافئ التوصيل الحراري .

و A = سطح التسخين او التبخير.

و T △ = الفرق بدرجات الحرارة بين مصدر الطاقة (السطح الساخن) والمادة المراد تسخينها(الجسم البارد).

العوامل الفيزيائية و الكيميائية المؤثرة في عملية التركيز :-

تؤثر جملة من العوامل في عملية التركيز منها :-

1) درجة حرارة البخار و ضغطه :

يعد كل من درجة الحرارة و الضغط عاملان أساسيان من عوامل إيصال الحرارة و تبخر الماء ، فمثلا ان مقدار التوصيل الحراري عند درجة حرارة (- 10 مْ) يكون بحدود BUT50 بينما عند درجة حرارة 115 مْ تصل الى BUT 1400 و يجب ان يكون الضغط في خلايا التسخين منخفضا كما يجب عدم رفع درجة حرارى لأكثر من المقرر والا حصل كرملة السكريات .

2) التوصيل الحراري :

يتأثر بدرجة حرارة البخار والضغط . ان التماس بين العصير السكري واجهزة التكثيف (التركيز) يجعل وجود تباين في التوصيل الحراري حيث انه العصير القريب من مصدر الطاقة يسخن بالتوصيل اما باقي فتنتقل الحرارة اليه بالحمل و هكذا و يقل التوصيل الحراري في اجهزة التبخير مع استمرار انتقال العصير و يؤثر الفرق بدرجات الحرارة بين الجسم الساخن و البارد ودرجة لزوجة العصير السكري في التوصيل الحراري .

3) درجة التفريغ في جهاز التكثيف :

إن رفع درجة التفريغ يخفف من درجة غليان المحلول السكري و زيادة معدل انتقال الحرارة و هذا يستمر الى ان ترتفع نسبة المواد السكرية الى الحد الذي ترتفع فيه اللزوجة بصورة واضحة حيث يقل انتقال الحرارة و من الممكن تحسين الانتقال الحراري حينئذ بزيادة التفريغ .

4) درجة الحرارة العصير الابتدائية :

إن ارتفاع درجة حرارة العصير يقلل من كلف إيصال الحرارة الى درجة حرارة التبخير لذا فقد وجد ان من الضروري رفع درجة حرارة العصير في الجزء الاول من جهاز التبخير الى درجة الغليان .

5) تركيز العصير قبل التركيز :0- تزداد معدلات التوصيل الحراري بانخفاض لزوجة وتركيز العصير مما يؤدي الى تبخير الماء بصورة أسرع ثم يحصل إنخفاض في انتقال الحرارة في العصير المركز و لذلك يفضل عدم تكثيف العصير لأكثر من 60 % Brix .

6) سرعة تدفق العصير :

يزداد الانتقال الحراري مع زيادة تدفق العصير الى اجهزة التركيز و لذلك يتم تنظيم عملية تدفق العصير لتنظيم عملية التكثيف .

7) مستوى العصير في اجهزة التكثيف:

يجب ان يكون مستوى العصير اعلى من مستوى سطح التسخين الا انه لا يجوز ان يتجاوز 60 % من مستوى الارتفاع الكلي للجهاز .

8) الغازات الغير قابلة للتكثيف :

تؤدي التحولات الفيزيائية و الكيميائية الى تكوين غازات مثل CO_2 و SO_2 و NH_3 و غيرها و هي غير قابلة للتكاثف مما يسبب وجودها الى تآكل معادن الاجهزة و التوصيلات و يتم سحبها من خلال الانابيب خاصة

9) نوعية المعدن خلايا او انابيب التسخين :

تختلف عملية التوصيل الحراري تبعا لنوع المعدن حيث ان الانابيب المصنعة من النحاس و الفضة ذات إنتقال و توصيل حراري اعلى من الحديد الصلب .

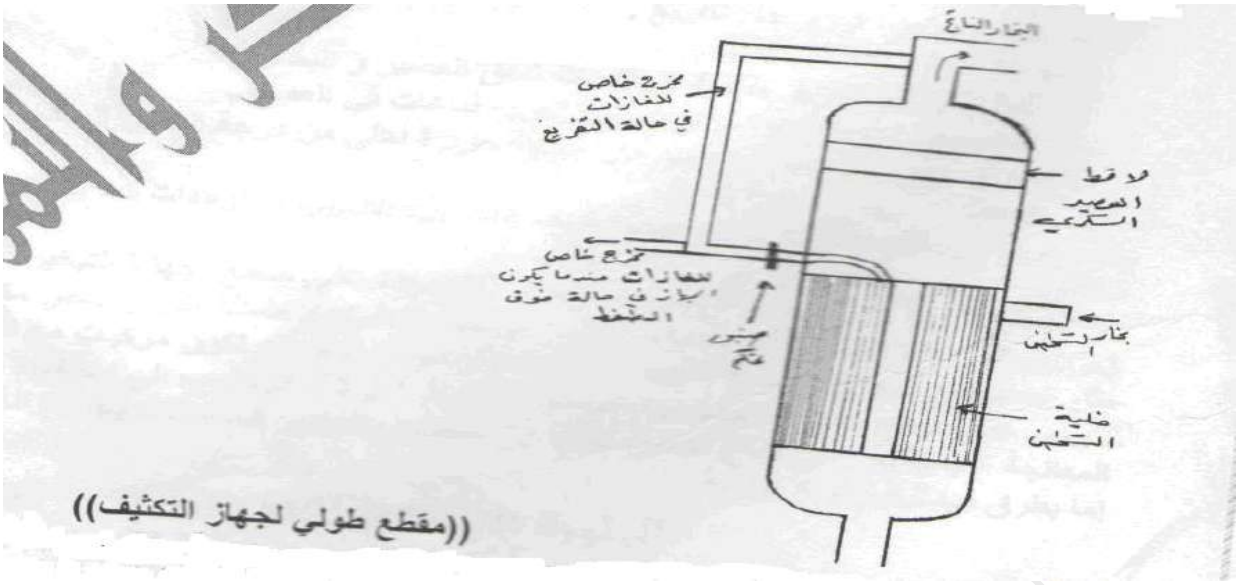
10) سعة و نظافة سطح التسخين :

ان زيادة مساحة سطح التسخين او منطقة التلامس مع العصير السكري يعمل على زيادة الانتقال الحراري و بالتالي اتمام عملية التركيز بصورة اسرع ، ويقلل وجود الرواسب وغيرها من كفاءة عملية التركيز .

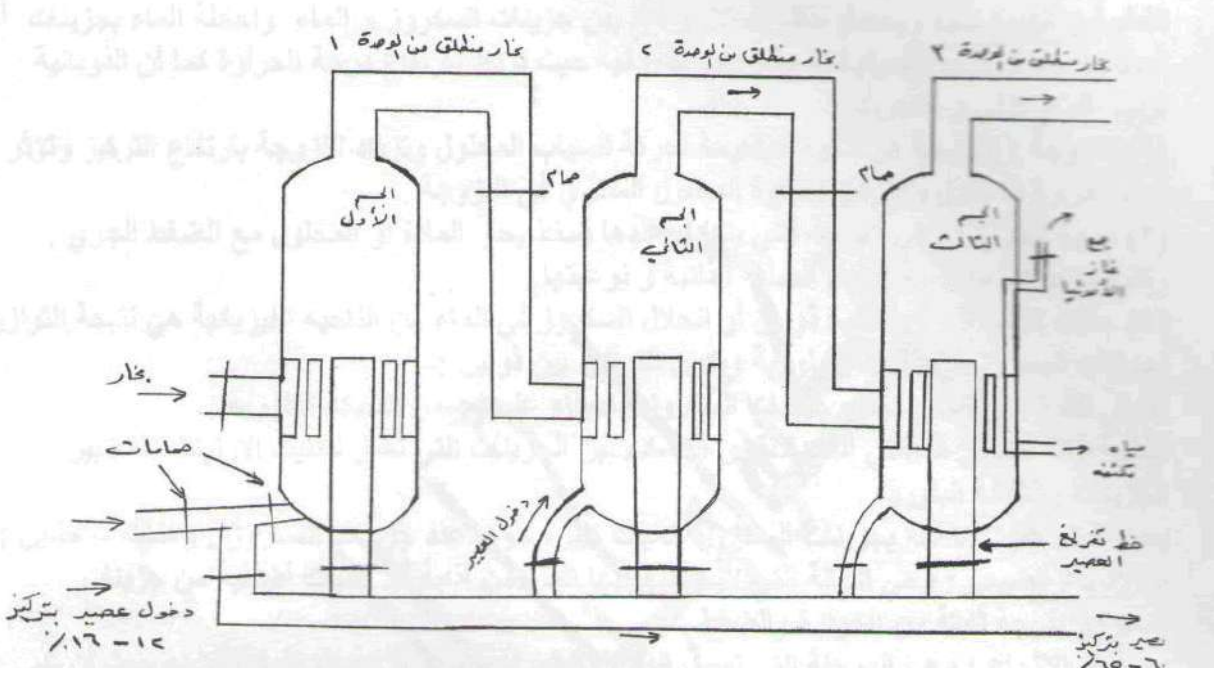
طريقة تركيز (تكثيف) العصير السكري

تستخدم في عملية التركيز الاجهزة متعددة المراحل (ثلاثية او خماسية) متصل بعضها مع بعض بتوصيلات خاصة لضخ العصير والبخار والتقاط الابخرة والرذاذ بالإضافة الى الغازات الغريبة. تحتوي هذه الاجهزة على اجهزة مراقبة لمعرفة تركيز العصير ودرجة الحرارة الداخلي والضغط وغيرها .

تتم عملية التكثيف بهذا الجهاز بان يدخل العصير السكري الى الجسم الاول (المرحلة الاولى) للجهاز وهو بدرجة حرارة اعلى قليلا من الدرجة المقررة لبدء التكثيف حيث تبدأ عملية التبخير مع سحب الابخرة و تخفيض الضغط و يتم بعدها انخفاض الضغط الحاصل بسحب العصير الى جسم الثاني ثم الثالث (المرحلة الثانية و الثالثة) حيث تؤدي هذه العملية الى تصاعد الابخرة بشدة مع تواجد التباين في درجة الحرارة و الضغط الحاصل .



يحصل مرور للبخار بين الوحدات وذلك بان البخار الناتج من وحدة التبخير يمر بدرجة الحرارة و ضغط معينين على اسطح التماس مع العصير فيسخن العصير و يتبخر الماء و هذا يتم بمساعدة عملية التفريغ ثم تسحب الابخرة الساخنة الى المرحلة الثانية فيحصل تسخين و تبخير العصير ثم تسحب الابخرة الى المرحلة الثالثة و هكذا الى ان يصل الوحدة او المرحلة الاخيرة حيث يسحب البخار الى وحدة التكثيف الخاصة بالأبخرة و تصل درجة حرارة مصدر التسخين في المرحلة الاولى الى 130 مْ في حين تصل درجة الحرارة في الحجرة او المرحلة الثالثة حوالي 70مْ و يصل تركيز العصير بعد العملية مابين 60- 65%.



مخطط لجهاز تركيز ذو مباخر ثلاثية مع التوصيلات

اسباب تطاير الرذاذ العصير السكري خلال عملية التركيز (التكثيف)

1 . ارتفاع مستوى العصير في الجهاز اكثر من المقرر .

2 . التغيرات المفاجئة في درجة التفريغ .

3 . السرعة العالية لانطلاق البخار .

4 . خلل ميكانيكي في الجهاز خاصة في فتحات تدفق العصير و البخار .

5 . التسخين الغير المتجانس يؤدي الى تكوين فقاعات في العصير .

6 . دخول العصير من جسم بارد الى جسم اخر بدرجة حرارة اعلى من درجة الغليان مما يسبب تكوين الفقاعات .

وللسيطرة على هذه الظاهرة يتم وضع صمامات تحكم بين الانابيب و الوحدات كما تبين من الشكل السابق .

من الامور الهامة خلال عملية التبخر هو الحصول على ترسبات على اسطح اجهزة التبخير خاصة من $CaCO_3$ واوكزالات الكالسيوم و كبريتات الكالسيوم وغيرها إذ تترسب على اسطح اجهزة التبخير وممكن تقليل تكون مثل هذه الرواسب باستخدام مواد نقية في المعالجة الكيميائية والى اتباع اساليب دقيقة في تحضير العصير الخام، ويتم ازالة مثل هذه الترسبات اما بطرق ميكانيكية او كيميائية.

د. يسرى سعد الدين شيت

المحاضرة السابعة

البلـورة Crystallization

يقصد بعملية البلورة ترتيب الجزئيات لتعطي مع بعضها اشكالا هندسية معينة. يتم خلال عملية البلورة تحويل العصير السكري المكثف بالمراحل السابقة الى بلورات سكرية في ظروف محددة من الضغط والحرارة وذلك بإزاحة الجزء المتبقي من الماء المتواجد بعد التركيز، ان انخفاض الطاقة الحركية للجزيئات يحول المادة من حالة الى اخرى اذ يؤدي الى تحويلها من صورة غازية الى سائلة والانخفاض المستمر للطاقة الحركية مع إعادة ترتيب الجزيئات يحولها من الحالة السائلة الى الصلبة فيؤدي الى تكوين بلورات السكر او مايسمى الهيكل البلوري.

تأثير الخواص الفيزيائية للمحاليل السكرية في تكوين الهيكل البلوري للسكر

1- ذوبانية السكر :

ترجع ذوبانية السكر الى الارتباط الكيميائي المباشر بين السكروز والماء بالأواصر القطبية والهيدروجينية ويحصل لذلك انحلال واسع بين جزئيات السكروز والماء اذ يحيط الماء بجزيئات السكروز، تؤثر درجة حرارة المحلول في الذوبانية إذ تزداد بارتفاع درجة الحرارة والتحريك وبالماء النقي.

2- اللزوجة:

هي القوة المقاومة لحركة انسياب المحلول وتزداد اللزوجة بارتفاع التركيز وتؤثر درجة حرارة المحلول والتركيز ونقاوة المحلول السكري في اللزوجة.

3 - درجة الغليان:

هي الدرجة التي يتعادل عندها ضغط بخار المادة او المحلول مع الضغط الجوي. وتتناسب طرديا مع كمية المواد الصلبة الذائبة ونوعيتها.

4 - حالات الاشباع:

ان عملية الذوبان وانحلال السكروز في الماء من الناحية الفيزيائية هي نتيجة التوازن بين جزيئات السكروز في الشبكة البلورية ويكون التوازن بين قوتين:

الاولى: القوة التي تسعى لجذب جزيئات السكروز والابقاء عليها ضمن الشبكة البلورية .

الثانية: طاقة التدمير الداخلية العائدة لقوى التصادم بين الجزيئات التي تعمل على تفتيت الارتباط القائم بين الجزيئات والشبكة البلورية.

يعمل الماء على الاحاطة بجزيئات السكروز بكميات كبيرة تفوق عدد جزيئات السكروز وهناك مرحلتين للإشباع:

أ . الاشباع الطبيعي:

هي الحالة التي لا يستطيع الماء من اذابة أي كمية اضافية من جزيئات السكروز بدرجة ثابتة من الحرارة والضغط.

ب . فوق الاشباع:

وهي المرحلة التي تسبق انفصال البلورات السكرية من المحلول المشبع اذ ان المحلول فوق المشبع هو المحلول الذي اذاب كميات اضافية من السكروز بمساعدة عوامل اخرى مثل رفع درجة الحرارة فاذا عادت الظروف الى حالتها الاولى للمحلول فان البلورات تعود وتنفصل ويمكن الوصول الى حالة فوق الاشباع بإزالة جزء من ماء المحلول السكري المشبع بدرجات حرارية عالية.

$$\text{فوق الاشباع} = \frac{\text{كمية السكروز غم / 100 سم}^3 \text{ ماء بدرجة الحرارة T في المحلول فوق المشبع}}{\text{كمية السكروز غم / سم}^3 \text{ ماء في المحلول المشبع بدرجة الحرارة T}}$$

درجة الاشباع:

يقصد بها النسبة بين كمية السكر المذابة في المحلول المائي المشبع غير النقي (درجة نقاوة معينة) عند درجة حرارة معينة الى كمية السكر المذابة في المحلول المشبع نقي عند نفس درجة الحرارة ، تبريد المحلول فوق المشبع او اضافة بلورات السكر فانه يسبب بلورة السكر.

الية عملية التبلور:

ان التكوين البلوري للسكر ينتج عن تحويل العصير السكري المركز الى بلورات سكرية بعد عملية ازالة المتبقي من الماء، اذا ان جزيئات الماء ترتبط مع السكروز باصرة هيدروجينية وان عملية التبخر تعمل على زيادة تركيز جزيئات السكروز مما يؤدي الى عدم احاطة جزيئات الماء بصورة تامة بجزيئات السكروز مما يسبب تماسا مباشرا بين جزيئات السكروز والنوى التي يتشكل عليها الهيكل البلوري وقد وجد ان هذا يحصل عند بلوغ تركيز المحلول السكري الى 40 % او اكثر عند الظروف الطبيعية من درجة الحرارة والضغط حيث تكون عدد جزيئات السكروز الى الماء هي 1 : 26 . ويمكن ايجاز ذلك بالمراحل التالية:

1 . الوصول الى حالة فوق الاشباع وهي تتم بالتركيز.

2 . تكون نوى البلورات ثم نموها أي زيادة حجمها ويتم ذلك بخفض درجة الحرارة او اضافة نويات وتسمى الطريقة عندئذ بالبذار Seeding.

3 . نمو البلورات، اذ توجد عدة نظريات لكيفية نمو وزيادة حجم البلورات وهي:

أ . **نظريـة التنافـذ** : ان المـادة المذابـة تترسب او تستقر علـى اسطح النويـات او البلـورة بصـورة مستمرة.

ب . **نظريـة نمـو السـطح** : المـادة المذابـة تستقر او تترسب علـى اسطح نويـات البلورة او سطح البلورة الى حين الوصول الى تركيز معين أي ان نمو البلورة عملية غير مستمرة.

اعادة التبلور Precrystallization

يمكن الحصول على البلورات النقية جدا من المادة المذابة من محاليلها وازالة الشوائب من البلورات من خلال اذابتها في حجم قليل من مذيب ساخن ثم التبريد حيث يتم الحصول على بلورات اكثر نقاوة وقليلة الشوائب.

خطوات عملية البلورة:

وتقسم الى ثلاث مراحل وهي:

آ) **الطبخ** : وهي عملية التركيز، اذ ترفع درجة حرارة العصير المركز (60- 65 %) سابقا الى درجة 70-90 مْ ويشترط ان لا تتجاوز درجة حرارة الطبخ عن 95مْ وان تجري العملية تحت الضغط جوي واطئ (600 ملم زئبق) ويفضل الرفع التدريجي لدرجات الحرارة قبل ظهور البلورات السكرية ووجد ان رفع درجة الحرارة لأعلى من المطلوب يسبب تفكك الهيكل البلوري للسكروز، ان الفائدة من عملية الطبخ هي رفع تركيز السكروز، فضلاً عن ايصال العصير الى ما فوق الاشباع لكي تظهر نويات البلورات السكرية، عادة درجة فوق الاشباع الاساسية للعصير السكري في نهاية الطبخ 1.2 – 1.3 وأن اقل من هذا بسبب ذوبان بلورات السكروز. تستغرق عملية الطبخ لإنتاج السكر الابيض 2 -4 ساعات. يفقد العصير السكري بعد نهاية عملية الطبخ 8-10% من رطوبتها يتم الحصول بعدها على عصير غني بالسكر ويسمى عصير السكر حيث ان معظم محتوياته هي السكروز.

نظريات تكون نويات البلورات اثناء الطبخ:

1 . تظهر نويات البلورات ذاتيا عند الوصول الى حالة فوق الاشباع .

2 . تظهر نويات البلورات عند اتصال سطح المحلول فوق المشبع مع الهواء .

3 . تظهر نويات البلورات نتيجة للطاقة الحركية العالية للجزيئات المكونة لنويات البلورات.

و عموما يجب مراعاة الشرطين الآتيين من اجل تكوين نويات البلورات اثناء الطبخ:

1 . يكون درجة فوق الاشباع للعصير السكري بالمستوى الذي يسمح بظهور النويات ذاتيا.

2 . استخدام حافز خارجي (مثل مسحوق السكر).

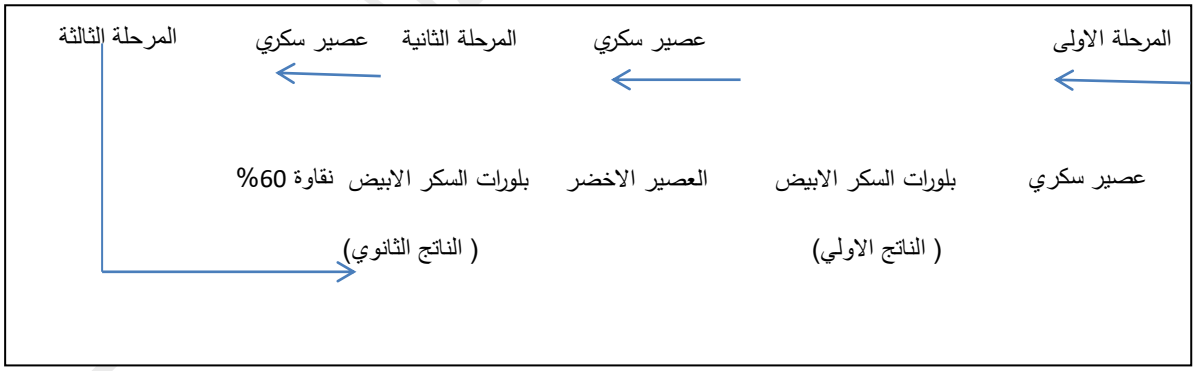
و لغرض معرفة تكوين نويات البلورات من عدمه اثناء الطبخ توضع كمية قليلة من العصير السكري المطبوخ على شريحة زجاجية شفافة و توضع امام مصباح كهربائي و يلاحظ فيها وجود حبيبات بيضاء.

صفات المحلول السكري قبل الطبخ :

1 . ان يكون رائق و خالي من المواد غير السكرية (بروتينات ، مواد بكتينية ، املاح قلوية).
2 ، ان يكون العصير ذو نقاوة عالية (نسبة السكروز).
3 . pH للعصير السكري يجب ان يتراوح قبل الطبخ مابين 8.2- 8.6 ان ارتفاع الـ pH عن هذا يسبب تكوين الرغوة واطالة مدة الطبخ كما يجب ان تكون درجة فوق الاشباع اعلى من 1.

(ب) التبريد

وهي المرحلة الثانية من عملية البلورة حيث انه بعد ظهور النويات وايقاف عملية الطبخ، يحول العصير السكري الى حوض التبريد وتخفض درجة حرارته الى ما بين 60 -65 مْ. و تستغرق عملية التبريد 2 -3 ساعات لإتمام تكوين البلورات حيث تلاحظ بالعين المجردة. وعادة يستخلص السكر الابيض من العصير بثلاث خطوات بلورة أي ثلاث مراحل طبخ و مثلها تبريد و مثلها فصل.



و من هنا فان عملية البلورة هي فصل المادة المذابة من محاليها عن طريق رفع درجة غليان جزيئات المذاب وخفض كمية المذيب.

(ج) الفصل: تفصل بلورات السكروز البيضاء من عصيرها المطبوخ والمبرد باستخدام الطرد المركزي حيث ان جهاز الطرد المركزي عبارة عن دولاب اسطواني جدرانه على هيئة منخل سعة فتحاته تختلف حسب نوعية المنتوج (حجم البلورة) مثبت على شكل عمودي سرعة دورانه 960- 2300 دورة / دقيقة واثناء الدوران يوجه تيار من الماء الساخن على بلورات السكر لغسلها وازالة ما يتعلق بها من شوائب على سطحها. الناتج بعد خطوة البلورة وفصل بلورات السكر هو راشح غني

بالسكر يسمى **بالعصير الاخضر** وتكون درجة فوق الاشباع له منخفضة وكذلك نقاوته. اذ ينقى و يركز و يبلور (طبخ بدرجة حرارة 80 مْ و لمدة 6 – 8 ساعة) لغرض رفع درجة فوق الاشباع الى 1.2 – 1.3 ثم تنفصل بلورات السكر منه و تسمى الناتج الثانوي ، الراشح المتبقي تكون نقاوته منخفضة 60 % و درجة فوق الاشباع منخفضة ايضا فينقى ويركز ويبلور (يطبخ لمدة 16 – 18 ساعة) لرفع درجة فوق الاشباع ويطبخ بدرجة حرارة 80 مْ وتنفصل بلورات السكر الابيض منه وتسمى الناتج النهائي والراشح هو المولاس .

التجفيف Drying

السكر الناتج من عملية البلورة تصل رطوبته الى ما بين 0.2 – 0.3% لذلك يجب تجفيفها وخفض المحتوى الرطوبي الى 0.02 - 0.03% لجعلها صالحة للخزن و منع حدوث التخمر و الفساد بتأثير الاحياء المجهرية و تتم عملية التجفيف بإسقاط بلورات السكر في مجففات (على هيئة اسطوانات عمودية تدور حول محورها) من الاعلى و يوجه من الاسفل تيار من الهواء الساخن فيها يتم عزل بلورات السكر عن مسحوقها ثم يتم تصنيف بلورات السكر حسب حجم البلورة بإمرارها على المناخل ذات فتحات مختلفة الاقطار و تصنف بلورات السكر على اساس بلورات خشنة (1 – 1.6 ملم) و متوسطة (0.63 – 1 ملم) و ناعمة (0.2–0.3 ملم).

التعبئة و الخزن

تعبأ بلورات السكر في عبوات مانعة لانتقال الرطوبة لان بلورات السكر لها قابلية على امتصاص الرطوبة من الجو المحيط و عادة تراعى النقاط التالية عند خزن عبوات السكر:

أ . تكون درجة حرارة الخزن 20 – 25 مْ .

ب . المحتوى الرطوبي للبلورة ما بين 0.02 – 0.03 % .

ج . ان تكون ذات نقاوة عالية وخالية من مسحوق السكر.

د . عدم تجاوز درجة حرارة الخزن (درجة تكون الندى) .

صناعة السكر من قصب السكر

كما اشرنا سابقا انه بعد الحرب العالمية الاولى اتجه انتاج السكر نحو قصب السكر بعد ان كان معظم الانتاج من البنجر السكري و ثلثي انتاج العالم من السكر حالياً مصدره قصب السكر . يتم التخلص من القمة النامية للسيقان والاوراق في الحقل وقد تتم عملية ازالة الاوراق يدويا تحرق الاوراق في الحقل ومن ثم ينقل المحصول الى المصنع ، ترك المحصول في الحقل يسبب تغيرات سلبية اهمها : .

أ – انخفاض المحتوى العصيري .

ب – انخفاض درجة النقاوة .

ج – اكتساب العصير لونا داكنا .

د – ارتفاع لزوجة العصير .

هـ – تنشيط الانزيمات المحللة للسكروز .

و– صعوبة التبخير.

ز – ارتفاع كمية المولاس.

و قد سبق و ان ذكرنا في المحاضرات الاولى جدولاً بالتركيب الكيميائي لقصب السكر. يتميز انتاج السكر من القصب عن انتاجه من البنجر اقتصاديا بما يلي:

أ . معدل انتاج السكر من القصب في وحدة المساحة اعلى من البنجر السكري.

ب . موسم حصاده يمتد الى اربعة مواسم .

ت . نبات معمر من (2 –4) سنوات او اكثر.

خطوات الصناعة

1– **الحصاد:**

يجري اما يدويا او ميكانيكيا باستخدام قاطعات ميكانيكية بعد (11) شهر من الزراعة او الحصاد السابق ويتم ازالة القمة النامية الذي تتركز فيه السكريات الاحادية وتزال الاوراق.

2 – الاستلام :

عند وصول القصب الى مصنع يتم وزنه ويحسب الاستقطاب الكيميائي والفيزيائي حيث تحتوي الوجبة الداخلة للمصنع اضافة الى سيقان القصب اوراق وشوائب وتتم عملية الاستقطاب الفيزيائي بنفس الطريقة التي وردت في موضوع البنجر . وكذلك الحال بالنسبة للاستقطاب الكيميائي مع ملاحظة ان الاستقطاب الكيميائي يزداد بزيادة التسميد النتروجيني وكمية مياه الري قبل الحصاد بفترة قصيرة ويجب توفر النقاط التالية في القصب المستلم:

1 . خالي من الادغال والمواد الغريبة .

2 . لا تزيد نسبة الالياف فيه عن (15 %).

3 . لاتزيد كمية الاوراق والقمة النامية عن (15 %) وعن (2 %) مواد طينية.

4 . النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة لا تقل عن (16%).

5 . نقاوة العصير فيه لاتقل عن (75%).

3 – التنظيف والغسل : تنظف السيقان للتخلص من الاوراق والاطيان والمواد العلقة بواسطة رذاذ من الماء وتستخدم احيانا مياه ساخنة. ومن المهم الاهتمام بنظافة سيقان القصب والتخلص من الشوائب قبل ادخالها في مرحل التصنيع لان وجود الشوائب يسبب ما يلي:

أ . خفض كفاءة العصارات بسبب ارتفاع نسبة الالياف والشوائب وقد وجد ان وجود (5 %) شوائب تخفض من طاقة العصارات الى (2%).

ب . زيادة نسبة الفاقد من السكر نتيجة وجود الشوائب اذ ان المصاص (الالياف مع العصير) تخرج من عملية العصر وهي يحوي (50 %) رطوبة و (2 –5 %) سكروز وهذا يعني ان الشوائب التي تدخل مع السيقان وهي لا تحتوي على نسبة تذكر من السكروز تخرج بعد عملية الاستخلاص بالعصارات مع المصاص (الالياف مع العصير) النهائي بنفس الوزن الذي دخلت به و فيها (2 –5 %) سكروز اذ يزداد الفاقد من السكروز بارتفاع نسبة الشوائب .

ج . خفض كفاءة المعدات خلال مراحل التصنيع حيث كما ذكرنا تنخفض طاقة العصارات وهذا يسبب خفض طاقة التصنيع اللاحقة مما يؤدي الى اطالة عمليات التصنيع واطالة المدة الزمنية التي تقضيها المحاليل السكرية من خطوة الى خطوة مما يسبب زيادة الفاقد من السكروز بسبب التحول الى سكريات بسيطة (احادية) .

د . زيادة نفقات التصنيع .

هـ . زيادة نفقات النقل واستهلاك المعدات .

4 – **التقطيع** : تقطع سيقان القصب الى قطع طولها (120) سم بواسطة سكاكين ثم تمزق اثناء مرورها بين اسطوانتين مسننتين تعمل على كسر السيقان مع احداث عصر جزئي.

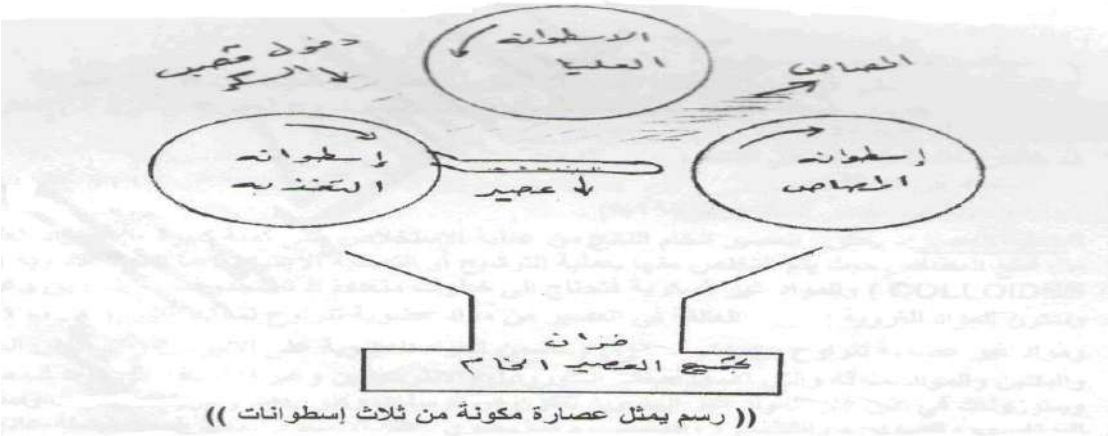
5 – **الاستخلاص** : يتم استخلاص العصير السكري من القصب بإحدى طريقتين :

أ– طريقة العصر:

فيها يعصر قصب السكر المقطع بإمراره في عدة مجموعات من العصارات المادة (3– 7) عصارت وتتكون كل عصارة من ثلاث اسطوانات افقية متبادلة مع بعضها ومرتبة على شكل مثلث .

تعمل العصارات تحت الضغط الهيدروليكي عال يصل الى 400 طن لكل اسطوانة ويلاحظ عند دوران الاسطوانة العليا فإنها تؤدي الى دوران الاسطوانتين السفليتين وتحريكها بالاتجاه المعاكس. وعند مرور قطع قصب السكر بين اسطوانات العصارة تتعرض الانسجة للضغط اذ تتكسر جدران القطع ويتم فتح اكبر عدد من الخلايا التي تحتوي على العصير السكري حيث يفرز العصير الى الخارج ويلاحظ ان كمية ونسبة السكروز ونقاوته تقل من عصارة الى اخرى و ينفصل العصير من الالياف (المصاص Bagasse) نتيجة للدفع الميكانيكي للمصاص (الألياف مع العصير) من خلال فتحات لا تسمح بمرور الالياف والعصير معاً مما يؤدي الى انفصال العصير. وتجري

عملية تسمى التشرب (Imbibition) وهو ضخ ماء ساخن او عصير مخفف الى الالياف او المصاص باتجاه معاكس لمرور الالياف عند خروجه من العصارة لاستخلاص اكبر كمية من السكر من الالياف ثم يضاف الى العصير الخام وفيها يمكن استخلاص 95 – 97 % من السكروز الموجود في القصب الا انها تؤدي الى ارتفاع كمية المواد غير السكرية مما يؤدي الى زيادة نفقات التنقية.



((رسم يمثل عصارة مكونة من ثلاث إسطوانات))

كمية الماء المضافة اثناء التشرب تقدر بـ 15– 25 % من وزن القصب.

صفات العصير الخام بعد العصر هي:

1 . نقاوته (80 – 86 %).

2 . النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة (15 %).

3 . لونه اخضر.

4– الـ (pH) منخفض (حوالي 4.5 –5.5) .

5– كمية العصير 100 – 115% من وزن القصب.

كفاءة العصارات :

يقصد به كمية القصب الذي يعصر في وحدة الزمن فعند بلوغ الكفاءة مثلا (80%) هذا يعني أن هناك عجزاً قدره (20 %) يجب تجاوزه في المصنع.

العوامل المؤثرة في كفاءة العصارات:

أ . نسبة الالياف في سيقان القصب.

ب . مساحة العصارات السطحية.

ج . سرعة دوران العصارات.

د . عدد العصارات.

سعد الدين شيت

هـ . المسافة بين الاسطوانتين.

و . كمية سيقان القصب المستخدمة.

ز . الضغط الهيدروليكي المستخدم .

س . كفاءة القائمين على العمل.

ب–الاستخلاص بالتنافذ :فيها يستخلص العصير السكري من سيقان القصب بالتنافذ وكما ورد في الاستخلاص بالتنافذ في موضوع البنجر.

ج– الطريقة المدمجة : فيها يستخلص العصير السكري بطريقة العصر أولاً حيث يستخلص 55 % من العصير ثم تكمل عملية الاستخلاص بالتنافذ وتتم بإمرار ماء ساخن بدرجة حرارة 50 – 70 مْ وباتجاه معاكس لاتجاه دخول قصب السكر في ابراج عمودية وكما ورد في موضوع البنجر.

ميزات الاستخلاص بالتنافذ:

1 . استخلاص عال للعصير السكري.

2 . نقاوة العصير أعلى لان جدران الخلايا تسمح فقط بمرور السكروز و المواد ذات الاوزان الجزيئية المنخفضة في حين ان طريقة العصر تسبب تمزيق جدران خلايا و خروج العصير السكري مع محتويات الخلية الى خارج الخلية.

مميزات الطريقة المدمجة :

1 . خفض عدد العصارات الى النصف.

2 . الاقتصاد في الطاقة.

3 . رفع نسبة استخلاص السكروز الى 99 %.

6– **تنقية العصير:** يحتوي العصير الخام الناتج من عملية الاستخلاص على كمية كبيرة من المواد العالقة مثل قطع المصاص حيث يتم التخلص منها بعملية الترشيح أو التصفية الاعتيادية اما المواد الغروية (colloids) والمواد غير السكرية فتحتاج الى خطوات متعددة للتخلص منها، اذ تستخدم عملية الترويق وغيرها .

تتكون المواد الغروية العالقة في العصير من مواد عضوية تتراوح نسبتها بين 0.5 –1% ومواد غير عضوية تصل نسبتها الى مابين 0.2 – 0.6% وتشتمل المواد العضوية على الالبومين والاحماض العضوية والبكتين والمواد الملونة والتي أهمها صبغات الكلوروفيل الانثوسيانين وغيرها اِضافة الى مواد شمعية و بنتوزونات في حين فان المواد غير العضوية تتكون من فوسفات وكلوريدات وكبريتات ونترات وسليكات البوتاسيوم والصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم كما يحتوي على الالمنيوم والحديد بنسبة ضئيلة. عادة يستخدم عصير القصب من اِنتاج السكر

الخام الذي يخضع لعمليات تنقية أخرى حيث ان انتاج ونقل وخزن السكر الخام (تقل نقاوته عن السكر الابيض) أسهل مع امكانية اِطالة فترة عمل مصانع انتاج السكر عند نهاية الموسم الحصاد.

تستخدم طرقاً عديدةً في تنقية عصير القصب لغرض انتاج السكر الخام وفي احدى هذه الطرق يضاف الجير الحي CaO بنسبة (0.04 – 0.07%) الى العصير ليصل الـ pH الى مابين 7.2 – 7.3 ثم يسخن العصير لدرجة الغليان حيث ينخفض الـ pH بمقدار 0.5 فتتكون الرواسب وفي حالة انخفاض نسبة املاح الفسفور في العصير تصعب عملية الترويق لذلك يضاف احد املاح حامض الفسفوريك مثل P_2O_5 بنسبة 300 ملغم/ لتر عصير والرواسب المتكونة عبارة عن مزيج من فوسفات الكالسيوم الثلاثية واملاح الكالسيوم الاخرى والالبومين الذي يتجمع ويرسل معه المواد الغروية الاخرى ، تفصل الرواسب و يرشح العصير ثم يركز ويبلور السكر الخام.

مكونات السكر الخام	نسبتها
سكروز	%96.51
سكر محول	% 1.01
رماد	% 0.61
مواد غير سكرية	%1.21
رطوبة	%0.51

من التركيب يتضح ان السكر الخام يحتاج الى عملية تكرير.

المحاضرة الثامنة

مراحل تكرير السكر الخام

السكر الخام عبارة عن بلورات سكرية مكونة من نسبة عالية من السكروز تتراوح بين 96 –99 % محاطة بغشاء رقيق من مواد اخرى تعطي اللون البني او الاحمر الداكن حسب المادة الاولية (قصب السكر او البنجر) و يحتوي السكر الخام على نسبة عالية من الرماد ونسب متباينة من الرطوبة والسكريات المختزلة.

مراحل عملية التكرير

1 . الغسل

الغرض منها ازالة المواد غير السكرية (المولاس) المحيطة بسطح بلورات السكر حيث تحيط ببلورات السكر طبقة رقيقة (الفلم أو الغشاء) للتخلص من هذه الطبقة تمزج بلورات السكر الخام مع محلول سكري درجة نقاوته 94 % وتركيزه 65 – 75 % وبنسبة 65 جزء سكر خام الى 35 جزء محلول سكري (تركيزه 65 – 75%) في حوض مزود بمازجة عمودية ويتم المزج بعناية لمنع تكسر البلورات يسمى المحلول المستخدم (تركيزه 65 –75 %) ماء الاذابة او محلول الغسل.

يسخن هذا المحلول الى مابين 70 – 80 مْ ثم تضاف اليه بلورات السكر الخام بحيث تصبح درجة المزيج 50 –60 مْ يجب الاهتمام بعملية المزج ، مدة المزج تتراوح من 15– 20 دقيقة ثم يجرى طرد مركزي للناتج لفصل العصير عن البلورات مع توجيه رذاذ ماء درجة حرارته 45 – 50 مْ لغسل البلورات وتصل كمية هذا الماء الى 3 – 5 % من وزن المزيج ثم يؤخذ المزيج بعد فصل البلورات السكرية منه و يعامل بـ $Ca(OH)_2$ ويستخدم ثانية لوجبة ثانية من بلورات السكر الخام (ماء الغسل).

2 . الاذابة

تحتوي بلورات السكر الناتجة من الخطوة السابقة على مواد غير سكرية ومواد تلوين مرتبطة معها لذلك فان انتاج بلورات سكر نقي منها لا تتم في خطوة واحدة. تتم هذه الخطوات بنقل بلورات السكر الى احواض الاذابة وتكون مزودة بجهاز تقلب و يضاف الى الخزن ماء (وزنه بقدر يضيف وزن بلورات السكر) وتصل درجة حرارة الماء الى 65°م اذ يكون الناتج عصير مركز لايقل تركيزه عن 69% ويجب ان يخلو الماء من المواد العضوية و الاملاح المعدنية. وتصل نقاوة المحلول السكري الناتج 98.5 – 99 % ويفضل ان يكون الـ pH قاعدي لمحلول الاذابة حوالي 8 لمنع تحول السكروز الى سكريات مختزلة.

3 . التنقية

المحلول السكري بعد خطوة الاذابة قد يحتوي على جزيئات صغيرة من المصاص Bagasse ومواد غروية ورماد وتفصل هذه بواسطة مرشحات نسيجية (قماش خاص او ورق) اذ تفصل الشوائب أو المصاص اما المواد الغروية مثل البروتينات والمواد البكتينية والمواد الذائبة مثل السكريات المختزلة والاحماض العضوية وغير العضوية والمواد غير السكرية والصبغات فلا يمكن فصلها بالترشيح لذلك تفصل بعملية الترويق وكما يأتي:

اضافة P_2O_5 بنسبة 0.030 – 0.035% ثم اضافة CaO بنسبة 0.07 – 0.08% لحين الوصول الى pH 7.3 . 7.6 ثم التسخين الى 80 – 90 مْ حيث تتعادل الاحماض العضوية وتتكون فوسفات الكالسيوم غير الذائبة ويحصل تكتل للمواد الغروية. يضاف التراب الدياتومي (Diatomaceous earth) بنسبة 0.2 – 0.4% من مجموع المواد الصلبة كمادة مساعدة للترشيح يضبط تركيز المحول السكري عند 55% لتسهيل عملية الترشيح.

4- الترشيح

يرشح المحلول بمرشحات ذات مكابس و الراشح عبارة عن محول رائق اصفر اللون.

انواع الترويق

تستخدم عدة طرق لترويق العصير الخام حسب درجة الحرارة المستخدمة الى:

1 . الترويق البارد

يضاف فيها CaO بنسبة 0.04 – 0.07% الى العصير ليصل الـ PH الى مابين 7.2 – 7.3 ثم التسخين الى 100 – 102°م حيث ينخفض الرقم الهيدروجين بمقدار 0.5 وتتكون الرواسب التي تزال بالترشيح ويلاحظ انه في حال انخفاض كمية املاح الفسفور تصعب عملية الترويق لذلك يضاف احد املاح الفسفوريك ثم يضاف CaO ويفضل اضافة P_2O_5 بنسبة 300 ملغم/1 لتر عصير لتكوين فوسفات الكالسيوم المترسبة والتي ترسب معها المواد الغروية.

2 . الترويق الساخن

فيها يسخن العصير قبل اضافة CaO الذي يضاف على وجبات حيث تتكون رواسب تفصل بالترشيح.

طرق الترويق

أ- **طريقة الوجبات** : فيها يضاف CaO الى العصير في احواض ويسخن لحين ظهور رغوة كثيفة على سطح العصير ويترك بعدها حيث يطفو المواد قليلة الكثافة في الاعلى وتهبط الرواسب تبعا للكثافة الى الاسفل بعد ذلك يسحب العصير الرائق ويمر المتبقي مع الرواسب من خلال اجهزة الترشيح و يضاف الراشح الى العصير المروق.

ب – **الطريقة المستمرة** : فيها يجري او يمر العصير الى خزان الترويق بصورة مستمرة مع اضافة CaO مع ضبط الـpH ويفصل العصير المروق.

ج – **الترويق المرحلي**: فيها يتم ترويق العصير و ترسيب المواد الغروية تبعا لكل للتغير في الـ pH. فيها تترسب المادة الغروية وتفصل.

المخطط التالي يوضح مراحل التنقية :

اضافة CaO عصير ساخن →→→→→→→→→→ تسخين (100 – 102) →→→→ PH (6 .3) →→→→

عصير خام

↓ pH (6 .7) التركيز الترشيح عصير

رائق

←←← ←←←← ←←←←

5 – قصر اللون

يمرر المحلول السكري النقي والمرشح من خلال مرشحات تحتوي على مسحوق الفحم الحيواني في حرارة 85°م لإزالة اللون من خلال ادمصاصها على دقائق الفحم و كما ورد في البنجر.

6 – التركيز (كما ورد في تركيز العصير السكري للبنجر).

7 – البورة (= = = = = = = = = = = == = = = = = =).

8 – فصل البورة (= = = = = = = = = = = = = = = =).

بعض المصطلحات الخاصة بالسكر

السكر : مادة حلوة المذاق عديمة اللون او بيضاء عندما تكون نقيه .

ان بلورات السكر النقية تصنع بعدة انواع و لكل منها استخدام خاص في الصناعات الغذائية وتقع جميعها ضمن انواع السكر المحبب النقي (Pure granulated Sugar) وهي :

1 . فائق النعومة : يستخدم لعمل الكيك و الخلطات الجافة و عمل التلبيسات .

2 . ناعم جدا : يستخدم للخلطات الجافة مع المواد الاخرى المجزأة الجافة مثل مساحيق حلوى الجلاتين .

3 . ناعم : وهو سكر حبيبي يستخدم لجميع الصناعات الاخرى مثل المشروبات وهو سكر المائدة.

4 . متوسط النعومة : تستخدم لإنتاج المحاليل السكرية وصناعة الاقراص السكرية وعندما يكون لونه ابيض فأنه مرغوبا في صناعات سكاكر الفاكهة المحلاة المركزة .

5 . خشن : يمكن استخدامه للأغراض التي تستخدم فيها السكر الخشن والمكعبات .

6. سكريات خاصة : تستخدم لكي تفي باحتياجات خاصة تحضر بعناية .

مواصفات السكر الابيض و الخام و المولاس :

المادة	السكر الخام	السكر الابيض	المولاس
سكروز	98	99.95	23
سكريات مختزلة	0.6	0.01	18
رماد	0.4	0.01	11
ماء	0.5	0.02	25
مواد عضوية لاسكرية	0.5	0.01	13

السكر الخام

بلورات السكر محاطة سطوحها بطبقة رقيقة من مواد غير سكرية وعادة يستخدم قصب السكر للحصول على السكر الخام ويكون لونه اصفر.

السكر الاسمر (الرخو)

بلورات سكر يتم الحصول عليها من بلورة المتبقي من السكروز في العصير السكري بعد عملية الطرد المركزي مع السكر الابيض أي انه بعد الحصول على البلورات السكر من المحلول السكري المركز بفعل الطرد المركزي حيث يؤخذ العصير وتجرى له معاملات خاصة للحصول على السكر الاسمر ان السكر الاسمر عبارة عن بلورات ناعمة مغلفة بطبقة رقيقة من العصير السكري الصافي وذا لون داكن وله نكهة مولاس قصب السكر، محتواه من السكروز 90 – 95 % والرطوبة 2 – 4%.

هناك نوعين من السكر الاسمر

1 . سكر أصفر او بني فاتح في المعجنات .

2 . بني داكن ويستخدم في الاغذية الداكنة اللون.

السكر المكعب

يحضر بترطيب بلورات السكر وكبسها في قوالب ثم توضع في افران تجفيف بعد اخراجها من القالب لغرض تجفيفها واعطائها الشكل المطلوب .

مخلفات اخرى لصناعة السكر غير الوحل mud

1 . لب البنجر

هي المتبقي من الشرائح بعد الاستخلاص وتستخدم كعلف حيواني ، بسبب ارتفاع محتواها من المواد الكربوهيدراتية ويستخدم بحالته الطرية مفردا او مع اضافة المولاس كما قد يجفف ويستخدم بشكل اقراص كعلف حيواني في مواسم الشتاء اضافة لهذا فقد يستخدم اللب كمصدر للبكتين .

2 . تلف قصب السكر Bagasse

وهو الياف سيقان القصب بعد استخلاص العصير السكري ويستخدم هذا المنتوج الثانوي كمصدر للطاقة او كمصدر لصناعة الورق او يتم تحويل السكريات الخماسية التي فيه الى ال Furfural فورفورال الذي له استخدامات كيميائية.

3 . زوائد النمو

تشمل اوراق ونهايات جذور البنجر المزالة خلال الحصاد.

4 . االمولاس Molasses

اهم المخلفات الثانوية الناتجة من العمليات تصنيع السكر سواء من عصير قصب السكر او البنجر السكري.

المولاس (عسل السكر)

ينتج المولاس خلال صناعة السكر حيث يتخلف بعد بلورة السكروز وفصل البلورات، وهو مزيج من سكروز غير متبلور ومكونات غير سكرية عضوية وغير عضوية وماء. وعموماً لايمكن فصل السكروز منه بالطرق المذكورة سابقاً عند تصنيع السكر .

المولاس Molasses

انواع المولاس: يقسم المولاس الى قسمين :

1. يقسم بالاعتماد على نوع المحصول الى :

أ . مولاس القصب .

ب . مولاس البنجر .

2 . اما التقسيم بحسب نوع المنتوج فيقسم الى :

أ . مولاس السكر الابيض .

ب . مولاس السكر الخام .

ت . المولاس النهائي .

اسباب تكون المولاس

1 . انخفاض سرعة تبلور السكروز فمن المعلوم انه لا يمكن الوصول الى حالة تبلور السكروز الا بعد الوصول الى حالة فوق الاشباع بما ان مكونات المولاس هي مواد لا تتبلور مع السكروز

(يحتوي مواد معدنية ومواد نيتروجينية) تعيق حركة وتراكم جزيئات السكروز على سطح البلورات وبالتالي لاتنمو البلورات وهذا بسبب ارتفاع لزوجة العصير السكري المركز.

2 . تأثير المواد غير السكرية وبعض الظروف المحيطة بتصنيع السكر مثل ارتفاع ال pH عن 9 او انخفاضه الى الاتجاه الحامضي وهذا الاخير يسبب تحول السكر الى سكريات لا تتبلور وتذهب مع المولاس . كمال ان ارتفاع نسبة الرماد خاصة الاملاح القاعدية يسبب زيادة السكريات في المولاس.

استعمالات المولاس Molasses Uses

يعد المولاس من السوائل الكثيفة التي تحتوي طاقة حرارية عالية لما يحتويه من تراكيز عالية من السكروز وسكريات اخرى اضافة الى مواد عضوية واملاح معدنية لذلك يستفاد منها في العديد من المجالات اهمها :

1 – انتاج أو استرجاع السكروز من المولاس: يتم الاسترجاع بإحدى الطرق الاتية:

أ . الاسترجاع بطريقة هيدروكسيد الباريوم :

تعتمد الطريقة على تسخين المولاس المخفف الى درجة حرارة تقترب من درجة الغليان ثم يضاف هيدروكسيد الباريوم اليه بعد المزج الجيد حيث تظهر بلورات سكريات احادي الباريوم البيضاء اللون ثم يتم بعدها فصل هذه البلورات بواسطة مرشحات خاصة وتغسل جيدا بهيدروكسيد الباريوم بعد فصل هذه البورات تذاب في الماء ويضاف كربونات الكالسيوم عندها تتكون رواسب من كاربونات الباريوم الذي يفصل بالترشيح اما السائل الرائق فيحتوي على السكروز النقي (حوالي 95 %) يخضع العصير الى عمليات تنقية اضافية مثل التخلص من بقايا الكلس بالتبادل الايوني ثم يركز ويبلور وبعدها يتم الحصول على السكر الابيض الذي يجب ان يكون خاليا من الباريوم ويتم استرجاع 80 % من سكروز المولاس بهذه الطريقة.

ب . الاسترجاع بطريقة التكليس (سكريات الكالسيوم)

يضاف فيها الجير الحي Cao الى محلول المولاس (تركيزه 7 – 12 %) و ذلك لربط السكر مما يؤدي الى ترسبها على شكل سكريات الكالسيوم حيث يتم ترشيحها و تساعد عملية الغلي على ترسيب كميات اضافية من سكريات الكالسيوم، يعامل محلول سكريات الكالسيوم بغاز CO_2 حيث تتكون كربونات الكالسيوم غير الذائبة والسكروز الذائب حيث يضاف محلول السكروز الى العصير السكري الذي ينتج من الاستخلاص بالتنافذ وتسمى طريقة سكريات الكالسيوم **بطريقة ستيفن**.

ج . ازالة المواد غير السكرية بطريقة التنافذ

من خلال امرار المولاس المخفف من خلال غشاء ناضح يسمح السكروز فقط .

د . طريقة يتم فيها استخدام املاح معدنية قاعدية

مثل الكالسيوم والباريوم اذ يتحول السكروز الى ملح السكر غير الذائب.

2 – انتاج خميرة الخبز من المولاس

تعد عملية انتاج الخميرة من الصناعات المهمة والضرورية للحاجة الماسة لها في صناعة المخبوزات اضافة الى القيمة الغذائية العالية لخميرة الخبز حيث تحتوي على البروتين واملاح المعدنية اضافة الى كونها مصدر لمجموعة فيتامين B وفيتامين D_3.

تتخلص المراحل الاساسية لإنتاج الخميرة

أ . تحضير وسط نمو الخميرة : اذ يعد المولاس الاكثر استخداما في انتاج الخميرة لانه يحتوي على مواد سكرية و نيتروجينية واملاح معدنية تحتاجها الخميرة عند نموها وتكاثرها يتم ضبط تركيز المولاس بحيث يحتوي 1.5– 2% مواد سكرية ويدعم بمواد نيتروجينية واملاح معدنية.

ب . تحضير البادئ : اذ تنمى الخميرة *Saccharomyces cerevisiae* بدرجة حرارة 28 مْ في بيئة سائلة ويلقح بالخميرة السابقة في دورق يحتوي وسط غذائي ملائم لنمو وتكاثر الخمائر وتحضن بنفس الدرجة الحرارية لمدة 24 ساعة.

ج– تحضير البادئ الصناعي : يحضر الوسط الغذائي الصناعي الذي يتكون من المولاس المدعم بعناصر معدنية ومصادر نيتروجينية حيث يجري تعقيمه وتبريده ثم يلقح به بادئ الخميرة المحضر سابقا.

د . فصل ملعق الخميرة : بعد اتمام تنمية الخميرة يلاحظ ارتفاع خلايا الخميرة الى الاعلى لقلة كثافتها حيث تفصل بالطرد المركزي حيث يبقى مستحلب يحوي 10 – 20 % خمائر ، يغسل عدة مرات بالماء البارد مع تكرار الطرد المركزي حيث يصبح قوام الخميرة بشكل عجينة تبرد الى 3.5 – 4 مْ لا يقاف نشاط الخميرة ثم ترشح وتضغط بأشكال مختلفة ثم تغلف.

3 . انتاج حامض الستريك من المولاس :

يتم انتاج حامض الستريك بطرق المزارع السطحية او المغمورة ، عادة يستخدم الفطر *Aspergillus niger* في انتاج حامض الستريك.

وتتلخص طريقة انتاجه بالاتي:

1 . تحضير المولاس

أ. ان احتواء المولاس على السكريات والنتروجين واملاح المعدنية والرماد يجعله وسطا مناسبا لنمو الفطريات الا انه يثبط النمو في نفس الوقت ولكي يتحقق نمو الفطر يجرى تعديل تركيب

المولاس بخلطه مع محاليل نقية من السكر بنسب معينة لكي يساعد في نمو الفطر ويتم تعديل نسبة السكر الى مابين 14- 20 %.

ب . اضافة الاملاح المعدنية: اضافة الى مصادر الطاقة لا بد من توفير الاملاح المعدنية التي تزيد من فعالية الفطر وجعله يتجه نحو انتاج حامض الستريك ومن هذه الاملاح نترات الامونيوم وفوسفات الامونيوم احادي الهيدروجين وكبريتات المغنيسيوم اذ تضاف هذه المواد بنسب معينة وثابتة.

ج . ضبط الـ pH حيث يضبط الـpH الى ما بين 1.6 – 2.2 حيث انه الرقم المثالي لإنتاج حامض الستريك وان رفع الـ pH عن هذا يسبب تكوين حامض الاوكزاليك.

د . التلقيح: يلقح الوسط (المولاس) بمعلق اسبوري للفطر السابق الذكر و يحضن بدرجة حرارة 30مْ لمدة 7-10 ايام ثم يفصل حامض الستريك بعد انتهاء فترة التخمر ويرسب على شكل سترات الكالسيوم الذي يعامل بحامض الكبريتيك لتكوين كبريتات الكالسيوم وينفصل حامض الستريك.

4 . انتاج الكحول الأثيلي من المولاس

تتم عملية انتاج الكحول في ظروف لاهوائية وكما يأتي:

أ . تحضير البادئ: اذ يلقح 10 مل من بيئة معقمة بالخميرة *Saccharomyces cerevisiae* ثم يحضن بدرجة حرارة 25- 30 مْ لمدة يومان وبعدها تحضر كميات اكبر من اللقاح.

ب . تحضير المولاس: حيث يحضر كما يأتي:

1 . تعديل نسبة السكر فيه الى 12 % ويجب ان لا يزيد التركيز عن هذا لانه يثبط نمو الخميرة

2 . اضافة المواد اللازمة لنمو الخميرة مثل كبريتات او فوسفات الامونيوم وقد يضاف المغنيسيوم والمنغنيز ويضبط ال pH عند حدود الـ 4.5 .

3 . اضافة البادئ: يضاف البادئ بنسبة 4 – 6 % و بدرجة حرارة 25 – 30مْ وتتم عملية التخمر في ظروف لاهوائية ولمدة حوالي 48 ساعة.

4 . التقطير : يقطر السائل المحتوي على الكحول حيث يصل الى مابين 90 – 95 % وتستخدم الخميرة كبادئ او كعلف حيواني.

5. انتاج خلطات العلف الحيواني

هذا يرجع الى احتواء المولاس على طاقة حرارية عالية وعناصر تغذوية مثل الروتين والاملاح المعدنية حيث يدخل في خلطات الاعلاف المستخدمة في تغذية الابقار والاغنام.

6- يدخل في الصناعات الطبية والتجميلية وغيرها.

المحاضرة التاسعة

مصادر اخرى للسكر

1 . سكر السورجم

اذ يعتقد انه بالإمكان فصل النشا من عصير السورجم بالطرد المركزي و بعدها يمكن بلورة السكر من العصير ولم يجري انتاج السكر بهذه الطريقة على مستوى التجاري.

2 . سكر المابل (القيقب)

يستخرج العصير من اشجار الميبل *Acer saccharinum* وذلك بعمل ثقوب في جذوع الاشجار قريبا من سطح الارض عند بداية فصل الربيع ثم ادخال انابيب خاصة في هذه الثقوب تعمل على سحب و نقل العصير الى الخارج الذي يركز ثم يبرد حيث تنفصل بلورات السكر وتتم عملية التركيز مباشرة بعد جمع العصير خوفا من تلفه بالأحياء المجهرية لقد انتشرت صناعة السكر من المابل نظرا للإقبال في صناعة الحلوى عليه لانه ذو نكهة مقبولة وتنتج الولايات المتحدة الامريكية وكندا الملايين من الارطال سنويا منه كما تنتج من المابل محلول تركيزه 65 % بكميات كبيرة.

3 . سكر الذرة Corn sugar

يحضر معلق النشا في الماء بتركيز 32.5 – 40 % ثم يعامل المعلق بحامض الهيدروكلوريك مع التسخين لتحليل النشا مائيا الى دكستروز او الى مالتوز ودكسترين و يلاحظ ان اطالة مدة التسخين تزيد من نقاوة السكر الناتج ويتم معادلة الحموضة بعدئذ بكربونات الصوديوم لحين وصول الـ pH الى مابين 4.8 –5.2 ثم يرشح ويقصر اللون بواسطة الفحم المنشط ويركز العصير الرائق الى حوالي 61.5 – 83 % و يباع تحت اسم عسل الذرة الذي يكون لونه ابيض او اصفر ويستعمل في صناعة الحلوى.

4 . سكر الحليب :

هو اللاكتوز ويصنع من الشرش المتخلف من صناعة الجبن حيث يضاف اليه الجير ويغلى المخلوط فيتجمع الالبومين وتترسب مركبات الكالسيوم حيث يسحب الراشح الرائق و تكمل عملية الفصل بالطرد المركزي حيث يركز الراشح الى 54 % و يعاد الترويق وترشيح وتركيز الراشح والتركيز الاخير يكون تحت ضغط منخفض حيث يتبلور سكر اللاكتوز الذي يفصل بالطرد المركزي و يجفف.

5 . السكر السائل :

هو محلول سكري كثيف يتراوح تركيزه بين 70 – 75 % و قد يصل الى 80 % لونه ابيض كالماء عديم الرائحة و ذو حلاوة طبيعية خال من الاملاح وله pH 5.5 ، يستعمل في الصناعات الغذائية المختلفة . ينتج السكر السائل في العالم من التحول الجزيئي للسكروز بتأثير

الحامض والحرارة حيث يكون تركيزه في هذه الحالة 77 Brix فيه السكر المحول 39.8 والسكروز 37.2 ونسبة الاملاح المعدنية فيها لا تزيد عن 0.005 % . ان السكر السائل المنقلب Liquid Invert Sugar له خاصية امتصاص الرطوبة والاحتفاظ بها و يسمى Hygroscopic لذا يستعمل في الصناعات الغذائية التي تحتاج الى ان تحتفظ بالماء وهو عكس محول السكروز الذي لا يملك هذه الصفة وعند التحلل الكامل للسكروز بالحامض او الانزيم تتكون السكريات البسيطة كما في المعادلة :

$$\underset{\text{Sucrose}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + \underset{\text{water}}{H_2O} \xrightarrow[\text{Hydrolysis}]{\text{Acid or Enz.}} \underset{\substack{\text{Dextrose}\\(\text{ glocose })}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\substack{\text{Levulose}\\(\text{ fructose})}}{C_6H_{12}O_6}$$

اِن السكر السائل الذي ينتج من التمور يختلف عن الذي ينتج من السكروز اذ ان التمور تحتوي على السكر المحول بصورة طبيعية وبنسب متساوية تقريبا من الكلوكوز والفركتوز اضافة الى ذلك السكروز الذي يوجد بنسبة قليلة في التمور يتحول الى السكريات الاحادية اثناء مراحل الانتاج بتأثير الحرارة والحموضة. لذا فان السكر السائل المنتج من التمور يعتبر سكر سائل كليا وان نسبة الDextrose الى الLaevulose (فركتوز) في حوالي 52.5% الى 47.5% (اذ بلغ تركيز السكر السائل 70%) و هو عديم الرائح وخالي من الاملاح المعدنية لاتزيد عن 0.01 وذو pH بحدود 6.5 وذو حلاوة طبيعية .

ان حلاوة الكلوكوز 70–80% من حلاوة السكروز ان حلاوة الفركتوز 120– 130% من حلاوة السكروز وحلاوة السكر السائل المنتج من عملية الانقلاب هي تقريبا مساوية للسكروز محسوبة على اساس المواد الصلبة الموجودة في المحلول وذلك لان حلاوة الكلوكوز اقل من حلاوة السكروز وحلاوة الفركتوز اعلى . لذلك تكون الحلاوة للسكر المحول او المنقلب مقاربة لحلاوة السكروز.

فصل الكلوكوز عن الفركتوز في السكر السائل

هناك طرق كيميائية وفيزيائية لفصل كل من الكلوكوز والفركتوز عن بعضها من السكر السائل.

1– يمتاز الفركتوز بانه اكثر ميلا للإذابة بالماء من الكلوكوز حيث يذوب 441.7 غم منه في 100 مل من الماء بدرجة حرارة 30مْ وفي حين يذوب 120.5 غم من الكلوكوز في نفس الحجم من الماء وبنفس درجة حرارة لذلك عند تعريض السكر السائل للتبريد التدرجي تنفصل بلورات الكلوكوز غير المنتظمة على شكل ابرية صغيرة جدا حيث من الممكن فصلها بالطرد المركزي ثم تجفيفها. ان السكر المتبقي هو الفركتوز ويحتوي على نسبة قليلة من كلوكوز.

2- هنالك طرقا كيميائيا لفصل الكلوكوز والفركتوز عن بعضها من السكر السائل وذلك بمعاملة المحلول السكري باوكسيد الكالسيوم Cao الذي يتحد مع الفركتوز مكونا راسبا من فركتوزات الكالسيوم Calcium – Fructose. يفصل الراسب بالترشيح والغسل المستمر للراسب للتخلص من اثار الكلوكوز او بفصل الراسب بالطرد المركزي . يعامل المحلول المعلق للراسب بـ CO_2 للحصول على الفركتوز من تكون راسب من $CaCO_3$. بإعادة المعاملة بـ CaO و من ثم بـ CO_2 نرفع نقاوة الفركتوز اما المتبقي في المحلول بعد الفصل الفركتوز فهو الكلوكوز وبقايا من $Ca(OH)_2$ الذي يمكن ترسيبه بثاني اوكسيد الكاربون وترشيح للحصول على الكلوكوز قد يجري تركيز المحلول تحت التفريغ .

3- استطاعت احدى الشركات العالمية فصل الكلوكوز عن الفركتوز من السكر السائل بعد تركيزه الى 80 – 85 بركس وامراره على عمود فصل ذو ابعاد خاصة يحتوي على راتنجات خاصة وهذا يعد من الاسرار العلمية للشركات تتم عملية بدرجة حرارة 50 – 55 مْ حيث يتم في النهاية فصل الكلوكوز عن الفركتوز . ثم بلورة كل سكر بجهاز البورة يستعمل الفركتوز لأغراض طبية واغراض خاصة أما الكلوكوز فيستعمل في الصناعات الغذائية المختلفة اضافة الى استخدامه في انتاج الدكسترين الذي له اهمية كبية في النواحي الطبية .

4- من الممكن انتاج الفركتوز من عصير تمر تركيزه 25 % بإضافة CaO بنسبة 20% من كمية الفركتوز الموجودة في العصير و يعدل الـ pH الى 3.5 بإضافة حامض الهيدروكلوريك ثم يقصر اللون بالفحم الحيواني و يركز الى 75 % تحت التفريغ بدرجة حرارة 60مْ بعد اضافة بلورات من فركتوزات الكالسيوم بنسبة 0.5 % كنويات للتبلور . يترك المحلول المركز لمدة 12 – 16 ساعة بدرجة حرارة 30-45 مْ فتتكون بلورات من فركتوزات الكالسيوم التي تفصل بالطرد المركزي اما السائل المتبقي هو كلوكوز مع اوكسيد الكالسيوم ، يمكن التخلص من اوكسيد الكالسيوم في كلا الحاليتين بواسطةCO_2 الذي يرسب على شكل $CaCO_3$ فيحصل بذلك على كلوكوز و الفركتوز .

5- ان الاستعمالات الكثيرة لسكر الفركتوز قاد الى البحث عن الوسائل او الطرق لإنتاجه وقد وجدت طريقة حيوية لإنتاجه من الكلوكوز وذلك باستخدام الانزيمات Glucose – isomerase والتي تم فصلها من مزارع الاحياء المجهرية خاصة البكتريا Streptomyces حيث تنمى صناعيا تحت ظروف تلائم انتاج الانزيم المذكور اعلاه ثم يضاف الانزيم الى محلول الكلوكوز بدرجة حرارة 40 – 50 مْ و pH 6.5 - 8.5 مع اضافة ايونات المغنيسيوم Mg^{++} التي تساعد الانزيم في عمله لقد استخدمت هذه الطريقة في تحويل شراب الذرة – الكلوكوز . الى شراب عالي المحتوى من الفركتوز ويسمى High Fructose – Glucose الذي يباع بحلاوته المرتفعة ويستعمل في المشروبات الغازية كبديل للسكروز عند ارتفاع الاسعار.

صنـاعة التمـــور

عرفت اشجار النخيل قبل 400 سنة قبل الميلاد ويعتقد ان العراق كان الموطن الاول لانتشارها كما ويعد الوطن العربي من اهم مناطق نموها حيث ان الشواهد التاريخية تؤكد على ذلك . لم تأت اهمية اشجار النخيل عرضا بل لأسباب دينية واجتماعية واقتصادية وتراثية وذلك لكونها مصدرا غذائيا هاما . وقد ذكر التاريخ الشيء الكثير عن النخيل وانتشاره في بلاد الرافدين ووادي النيل .في العراق تكاد لاتخلو قرية في وسط وجنوب العراق من اشجار النخيل وتقل زراعته كلما اتجهنا نحو شمال العراق بسبب الشتاء البارد وانخفاض درجة الحرارة صيفا اذ ان الحرارة العالية هي من العوامل الهامة والرئيسية لانضاج التمور. حسب إحصائيات عام 1980 م يبلغ عدد اشجار النخيل في العالم اكثر من 80 مليون نخلة منها حوالي 32 مليون نخلة في العراق . يقدر الانتاج العالمي من التمور بأكثر من 1.2 مليون طن سنوياً ويعتبر العراق البلد الاول من حيث الاهمية في انتاج التمور حيث يصل انتجه السنوي حوالي 350 الف طن وتأتي ايران ثانيا والجزائر وباكستان وتؤلف تجارة العراق من التمور حوالي 75 % من مجمل التجارة العالمية للتمور ويوجد في العراق اكثر من 400 صنفاً من التمور.

ان الاصناف التجارية الرئيسية هي الزهدي والساير والحلاوي والخضراوي اذ تؤلف 95% من المعدل العام لإنتاج التمور وتؤلف أشجارها 85% من عدد اشجار النخيل وهناك أصناف أخرى اكثر جودة الا أن أعدادها محدودة . أما الاحصائيات الحديثة (2009 –2011) فتؤكد أن عدد أشجار النخيل في العالم قد زاد عن 100 مليون نخلة ، 80 مليون منها موجودة في العالم العربي خاصة مصر والامارات والسعودية التي يوجد فيها 20 مليون نخلة أما في العراق فقد انخفضت أعداد أشجار النخيل الى مابين 13 – 16 مليون نخلة فقط .وحالياً تتصدر مصر الدول المنتجة للتمور إذ تنتج لوحدها مليون و300 الف طن ثم ايران التي تنتج مليون طن والسعودية التي تنتج 900 الف طن والامارات سبعمائة الف طن والعراق 500 الف طن سنوياً .

أن نخيل التمر ينتمي الى الرتبة palm والعائلة palmaceae والجنس phoenix اما النوع المعروف في العراق فهو *Phoenix dactyifera* ان اشجار النخيل المعروفة في العراق تمتاز بانها ذات ساق اسطواني مستقيم صلد يتراوح طوله بين 10 – 20 م وتمتاز الاشجار باحتوائها على الورق (السعف) وهي كبيرة ريشية لها سويق يسمى الجريد ووريقات تسمى الخوص . يبلغ عدد السعفات في النخلة الواحدة 60 – 150 سعفة بطول 2– 5 م للواحدة وتعيش السعفة 3 – 7 سنوات والنخلة معمرة تعيش 100 سنة او اكثر وذلك تبعا لمناطق نموها والاعتناء بها.

الثمرة ذات مقطع عرضي دائري يظهر بها ثلاث جدران وهو الخارجي ويكون جلدي رقيق والوسطي لحمي والداخلي غشائي وتتصل الثمرة بالنورة الزهرية بواسطة قمع سليلوزي يسمى

(الشمروخ). الثمرة وحيدة البذرة تسمى النواة تكون محززة باخدود طولي من جانب واحد لها قوام سليلوزي صلب. ان الذي يهمنا في مجال دراستنا من شجرة النخيل التمر هو الثمرة ويطلق عليها التمر (date).

المظهر الخارجي

1 . ثمرة التمر طولها اكبر من عرضها .

2 . المقطع العرضي دائري .

3 . تتصل الثمرة بالشمروخ (النورة الزهرية) بواسطة قمع الثمرة .

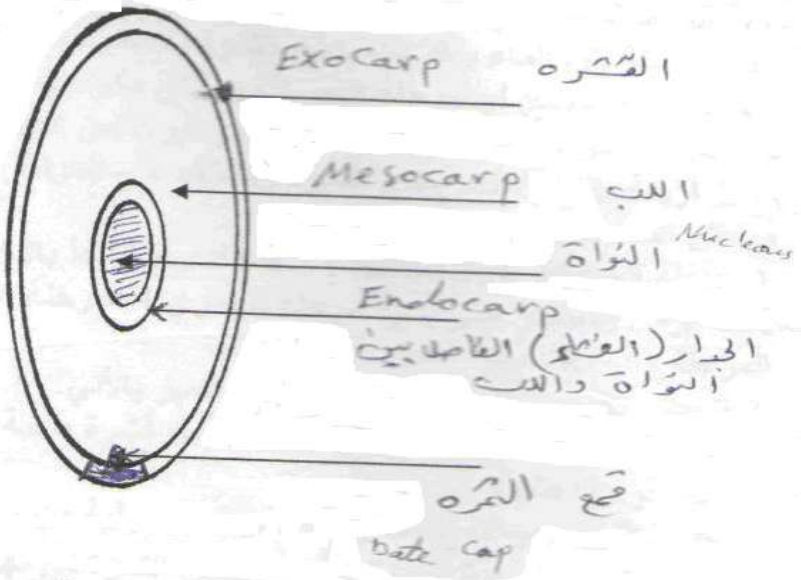
4 . لون الثمرة يختلف من صنف الى الاخر (من الاصفر الفاتح الى الاسود الغامق) .

اجزاء الثمرة الناضجة :

1 . القشرة مادة سليلوزية مغطاة بطبقة شمعية .

2 : اللب : الجزء الذي يؤكل من الثمرة .

3 . النواة : الجزء الصلب من الثمرة يتكون من السليلوز والهيميسليلوز .



مقطع طولي يبين أجزاء الثمرة

تصنيف التمور :- تصنف التمور اعتمادا على مايأتي:

أولاً- الصفات الفيزيائية وتقسم الى

آ . تمور جافة (صلبة) و تمتاز بما يلي :-

1- قوام صلب وجاف للب.

2 - احتوائها على نسبة عالية من السكروز .

ب . تمور نصف جافة ، تمتاز بما يأتي:

1 . قوام اللب جزء منه طري والجزء القريب من القمع صلب.

2 . احتوائها على نسبة عالية من السكريات الاحادية (كلوكوز + فركتوز).

ج- تمور لينة وتتميز بـ

1- قوام اللب طري.

2- احتوائها على نسبة عالية من السكريات الاحادية (كلوكوز + فركتوز).

ثانيا : الصفات الكيميائية وتقسم الى:

أ . تمور السكر المنقلب (invert date) تتميز بما يلي:

1 . نوع السكريات فيها احادية (كلوكوز + فركتوز).

2 . اصنافها مثل الحلاوي والساير (معظم الاصناف العراقية).

ب . تمور سكر القصب (Sucrose date) وتتميز بما يلي :

1 . نوع السكريات فيها يغلب عليها السكروز .

2 . اصنافها مثل صنف دكلة نور (الجزائر لتمور الامريكية) .

ان اهم اصناف التمور العراقية واهمها الحلاوي (من افضل واغلى الاصناف) والخضراوي والساير والخستاوي والأشرسي والبريم والزهدي (من اهم الاصناف) ويمثل 60 % من الانتاج العراقي للتمور .

مراحـــل نضـــج الثمـــــرة

ان نسبة الماء الى المواد الصلبة في التمور غير الناضجة تكون عالية وتنخفض هذه النسبة بزيادة كمية المواد الصلبة في منتصف مرحلة النضوج وترتفع ثانية في نهاية المرحلة حيث تبقى المواد الصلبة ثابتة لكن الماء يفقد من سطح الثمرة بالتبخر بصورة عامة فان الجزء اللحمي او الطري للثمرة التامة النضج أي مرحلة التمر يكون ثلثي مكوناتها من السكر وربعها ماء أما باقي المكونات فإنها مواد سليلوزية وبكتينية ومواد معدنية وغيرها من المكونات التي تدخل في تركيب التمور.

تتميز اربعة مراحل اثناء نضج الثمرة وتختلف هذه المراحل من حيث اللون والتركيب الكيميائي وبعض الخصائص الفيزيائية.

1 - مرحلة الحبابوك (Hababuk) :هذه المرحلة تبدأ بالإخصاب مباشرة حيث تحتوي الثمرة على ثلاث كرابل وتستمر حتى بداية مرحلة الجمري(المرحلة الاولى من مراحل النضج). تستغرق هذه المرحلة 4-5 اسابيع .

2 - مرحلة الجمري (Jimri stage) تتميز بالاتي :

أ . ظهور عقد صغيرة خضراء اللون ذات قشرة صلبة ملساء .

ب . قوامها صلب .

ج . لها طعم مر لاذع لاحتوائها على نسبة عالية من التانين.

د . تتميز في هذه المرحلة من النضج صورتين:

الاولى تتصف بالزيادة السريعة بالوزن والحجم للعقد او الثمار الصغيرة المتكونة والتجمع السريع للسكريات المختزلة وزيادة قليلة في نسبة تجمع السكريات الكلية خاصة السكروز والمواد الصلبة والحموضة الفعلية في هذه المرحلة تكون مرتفعة كما تكون نسبة الرطوبة مرتفعة وذات لون اخضر ورطوبتها اقل مما في الصورة الثانية.

الثانية تتصف باختزال نسبة الزيادة بالوزن والحجم كما تزداد نسبة السكريات المختزلة بنسبة كبيرة وتنخفض نسبة السكريات الكلية وينخفض الـpH وفيها ترتفع نسبة الرطوبة . تستمر مرحلة الجمري لحين ابتدأ تحول لون الثمرة من الاخضر الى الالوان المميزة لمرحلة الخلال تستغرق هذه المرحلة 9 –14 اسبوع وهي اطول المراحل .

3 – مرحلة الخلال (Khalaal Stage):

فيها يتحول لون القشرة من الاخضر الى الاصفر أو الاخضر الكرومي ثم يميل اللون الى القرنفلي الاحمر الداكن وهذا يعتمد على الصنف . في هذه المرحلة يلاحظ حصول انخفاض في الزيادة الوزنية والحجمية للثمرة التي كانت تحصل في المرحلة السابقة وفي هذه المرحلة تحصل زيادة قليلة في تكون السكريات المختزلة وزيادة تكون السكروز والسكريات الكلية وخفض للرطوبة وتستغرق المرحلة 3 – 5 اسابيع وطعم الثمرة في هذه المرحلة مر والنسبة المواد الصلبة الذائبة (50 –55%) .

4 – مرحلة الرطب Rutab Stage : فيها يتحول لون الثمرة تدريجيا الى اللون الداكن . إذ يتحول من الاصفر الى الاحمر الداكن أو البني الداكن القريب من الاسود وفي بعض الاصناف يتحول الى الاخضر كما في صنف الخضراوي ان بداية طراوة الثمرة هي بداية نضوجها و تصبح الثمرة ناضجة اذا اصبحت جميعها طرية . وتعد مرحلة الخلال هي بداية مرحلة النضج عند بعض المستهلكين في حين يفضل تسمية الثمرة بالنضج عند مرحلة الرطب ، في هذا يتحول السكروز الى سكر محول بصورة عامة وتتحول السكريات الثنائية في هذه المرحلة الى سكريات احادية مما يزيد من طراوة الثمار ولا يحصل تجمع للسكر في هذه المرحلة او على الاقل يحصل بنسبة قليلة وتقل المواد التانينية ومع تقدم مرحلة النضج يصبح طعم الثمرة حلواً ويستمر فقد الرطوبة من الثمرة ولكن ماتحتويه من رطوبة عالية يجعلها معرضة للتلف وتستغرق هذه المرحلة 2 – 4 اسابيع.

وتتميز هذه المرحلة بالاتي:

1 . تظهر طراوة في قوام الثمرة واللون يكون من الاصفر الى الاحمر .

2 . الطعم حلو وخالي من الطعم القابض (بسبب تحول التانين من مادة ذائبة الى مادة غير ذائبة تترسب بصورة كتل).

3 . ترتفع كمية السكريات الاحادية وتقل كمية السكريات الثنائية .

4 . % للمواد الصلبة في عصير الثمرة من 50 – 60 % .

4- مرحلة التمر

هي المرحلة النهائية لنضج الثمرة وفي هذه المرحلة تفقد التمور كمية كبيرة من رطوبتها وتكون فيها نسبة السكر الى الماء مرتفعة بصورة كافية بحيث يقلل من التخمر وتكون الحموضة . إن الجزء اللحمي في بداية المرحلة يكون طريا نسبيا وتدريجيا يصبح صلباً . ان القشرة في اصناف التمور تلتصق بالجزء اللحمي من الثمرة وربما تتجعد وتتصلب قليلا وفي بعض الاصناف ممكن ازالتها وتتشقق احياناً وتفصل عن الجزء اللحمي ان التمور الطرية في مرحلة التمر ممكن حفظها لسنوات عديدة بدرجة الحرارة الاعتيادية خاصة عند الحفظ بصورة جيدة .

تتميز المرحلة بالاتي : -

1 . انخفاض الرطوبة مما يسبب تجعد القوام .

2 . تحول السكريات الثنائية الى سكريات احادية .

توقف النمو

تبدأ طراوة التمور في معظم اصنافها من القمة وتسير نحو القاعدة اما صنف البرحي وبعض الاصناف الاخرى فان طراوة الانسجة ممكن ان تبدأ من أي مكان في الثمرة وان الاصناف التي يبدا فيها النضج من القمة يكون هناك اختلاف في التركيب بين القمة الطرية ومنطقة القاعدة (منطقة القمع) التي مازالت صلبة حيث يكون في الاولى نسبة السكر الى الماء اعلى من منطقة القاعدة ويعتقد كذلك ان سبب الاختلاف هذا يكمن في تغير المادة البكتينية ومن المألوف في بعض الاجناس انها تجف عندما تصل الى هذه المرحلة وهي اعتياديا تتصف بأن القاعدة مدورة وصلبة ولماعة ذات لون اصفر برتقالي ولون القمة غامقاً كتمور الزهدي والاشرسي.

وتسمى التمور في هذه المرحلة بالجسب. إن هذه التمور تنمو نموا طبيعيا ايضا خلال مرحلة الرطب الى مرحلة التمر التام وظاهرة توقف النمو من الممكن ان تظهر خاصة خلال الفصول الحارة عندما تهب الرياح الجافة .

التغيرات الفيزيائية والكيميائية التي ترافق نضج الثمرة

يمكن ان تلخص التغيرات في المكونات الكيميائية لثمار التمر خلال مراحل النضج بالاتي :

1 . % للمواد الصلبة الذائبة

أ . في مرحلة الجمري ثابتة بسبب زيادة في حجم الثمرة أو تزداد.

ب . في مرحلة الخلال زيادة كبيرة .

ج . في مرحلة التمر ترتفع مرة اخرى بسبب انخفاض الرطوبة .

2 . البروتينات والاملاح المعدنية والتانين الذائب : تنخفض باستمرار خلال مراحل النضج .

3 . % المواد السكرية: ترتفع خلال مراحل النضج الى ان تصل اقصاها في مرحلة الرطب . ان نسبة السكروز مباشرة بعد بداية النضج يكون 80 –85 % من مجموع السكر الكلي والمتبقي هو سكر محول وخلال مرحلة النضج فان قسم من السكروز يتحول الى سكر منقلب فتقل نسبة السكروز الى 60 – 80 % من مجموع السكر . و تؤثر كل من المعاملات الزراعية و الحرارة و الرطوبة و غيرها في تحلل السكروز . وفي بعض الاصناف فان النسبة العالية من السكروز التي تحتويها الثمار في المراحل التي تسبق النضج يحصل تحول للسكروز بصورة كلية او شبه كلية الى سكريات احادية ويرجع الاختلاف في نسب تحول السكروز الى سكر محول بين الاصناف الى التفاوت في كمية انزيم الانفرتيز Invertase الموجودة في الثمرة كما ان الثمرة لا تحتوي على النشا خلال مراحل النضج مع انخفاض المواد البكتينية بتقدم نضج الثمرة .

4–لون قشرة الثمرة : تتغير من لون الاخر وحسب الصنف وعادة يكون اللون الاصفر المقارب للحمرة او البني و احيانا الاسود وعلى طول فترة النضج يتغير اللون .

5– مذاق الثمرة : يحصل تغير فيه خلال النضج من الطعم المر الى الحلو خاصةً في مرحلة الرطب .

6– القوام : يتغير من الهش الى الطراوة كما ان في بعض الاصناف لها مذاق وقوام صلب Dry Texture .

7– **المواد الشمعية والدهنية** : نسبتها قليلة . المستخلص الايثري او الدهن في قشرة الثمرة الناضجة يتراوح بين 2.52 – 7.42% من القشرة وان نسبة هذا المستخلص في التمور صنف الحلاوي 1.9 وتصل نسبة الدهون في الجزء الصالح للأكل من الثمرة 0.6 % . ان المواد الشمعية في بعض الاصناف تكون على نوعين الجزء الرئيسي تكون درجة انصهاره 84 مْ اما الجزء الاخر فتصل درجة انصهاره 71 مْ .

8– الحموضة : التمور في العادة لها pH مرتفع عند النضج وفي بعض الاصناف الى ما بين 6 – 6.4 .

ان دالة الحموضة pH للجزء الطري للثمرة مختلف وانه يعتمد على نوعية الثمرة فعند ارتفاع pH فان ذلك يدل على نوعية التمور الجيدة وبصورة عامة لوحظ ان حدود الـ pH للتمور صنف دكلة نور الناضجة (صنف جزائري) تقع ما بين 3.9 – 6.8 ومعظم تمور هذا الصنف لها pH ما

بين 5.3 - 6.3 كما ان قيمته لأصناف تمور السكر المتحول Invert Sugre dates تقع ضمن الحدود السابقة الذكر من الـ pH او قد ترتفع الـ 7.2 .

ان ارتفاع درجة الحرارة في المراحل الاولى من موسم التمور (شهري نيسان ومايس) يؤدي الى ظهور المذاق الجاف للتمور الناضجة. ان التمور تتأثر او تتلف بدرجات حرارة عالية صيفا ، وتكون اكثر حموضة من الطبيعي عند النضج ومن الصعب ترطيبها او تشربها بالماء Hydration وان هذه الظواهر تلاحظ فقط بعد نضج الثمرة. وقد وجد احد الباحثين أن تعريض بعض الاشجار باعتدال ولفترات قصيرة لدرجة الحرارة العالية يجعلها تكتسب صفة تحمل الحرارة. الاصناف الطرية من التمور لا تدخل ضمن التلف الحراري وقد لوحظ ان الثمرة تنمو بصورة جيدة وتزداد هذه الظاهرة عندما تتعرض التمور خلال الفترة الاولى من فصل النمو الى درجات حرارة عالية او للرطوبة المرتفعة .

9 – التانين :

من التغيرات الواضحة والمرتبطة بنضج التمور كذلك تحول مادة التانين ذات الطعم اللاذع والمر الى مادة جافة غير ذائبة والتي تكون عديمة الطعم وان التفاعلات الترسيب لهذه المادة غير واضحة ولكن يعتقد أنها تشابه مايحدث في دبغ الجلود وفي هذه الحالة تتحد التانينات مع البروتين لتصبح في صورة غير ذائبة.

تصل نسبة **المواد الفينولية** المتعددة والتي أهمها التانين حوالي3 % من الوزن الجاف للثمرة .

10 – الرطوبة :

تقل عند نضج الثمرة ففي بعض الاصناف تنخفض نسبة الرطوبة من 66 % الى 5 % و في اصناف اخرى تصل نسبة الرطوبة عند النضج التام الى 30 % (يصبح اللون ذهبي الى اسود) وفي امريكا تسوق الثمار عند نسبة رطوبة اقل من 20 % علما ان الظروف الجوية تؤدي تؤثر في نسبة رطوبة الثمار . ان الرطوبة العالية في التمور الناضجة يستدعي العمل على خفض هذه الرطوبة قبل تسويقها تلافيا للتلف المكروبي.

11 – الانزيمات :

يعد انزيم الانفرتيز هو الاكثر اهمية وهو في العادة اما مرتبطا بمكونات الخلية داخل الثمرة او حرا خارج الخلية في السائل المحيط بها ويخرج عند تشقق جدار الثمرة وهو يحول السكروز الى كلوكوز في اصناف التمور الطرية . يكون هذا التحول تام او شبه تام الا انه في اصناف التمور الصلبة فان نسبة معينة فقط من السكروز هي التي تتحول، ويزداد نشاط الانزيم بارتفاع الرطوبة وعند اعتدال درجة الحرارة . يوجد الانفرتيز بنوعين ذائب وغير ذائب بالماء وفي مرحلة تحول الوان الثمرة (نهاية مرحلة الخلال) تنخفض نسبة الانفرتيز الذائب اغلى نصف كميته . ان الانفرتيز الذائب بالماء يزداد الى 3 % من مجموع الانفرتيز الكلي في التمور الخضراء وفي

مرحلة النضج الاخيرة يصل الى 75 % من الانفرتيز الكلي ومن هنا يحصل زيادة كبيرة في السكريات المختزلة في مراحل النضج الاخيرة . انزيم البيروكسيديز موجود كذلك الا ان تأثيره غير معلوم في تفاعلات الاسمرار واعطاء اللون الاسود للتمور الناضجة وانزيم Poly Phenolase البولي فينوليز له قدرة على اكسدة المواد الفينولية (الاسمرار الانزيمي). ومن الانزيمات المهمة كذلك هو انزيم Poly Galacturoase (PG) الذي يحلل البكتين مما يسبب رخاوة الثمار في مراحل النضج الاخيرة .

د. بسماء سعد الدين شيت

المحاضرة العاشرة

التركيب الكيميائي لثمرة التمر

أولاً – اللب (الجزء اللحمي) :- ويكون 88 – 90 % من وزن الثمرة واهم مكوناته الكيميائية :

1 . السكريات (الكربوهيدرات):

و تكون معظم اللب و تقسم الى : .

أ . السكريات الاحادية :

من اهم السكريات الاحادية الشائعة في التمور هي الكلوكوز والفركتوز ، والتي تأتي من تحلل السكروز بفعل انزيم الانفرتيز او الظروف الاخرى وبتقدم نضج الثمرة يتحول السكروز الى السكرين وتؤلف السكريات الاحادية حوالي 70 % من وزن الجزء اللحمي من الثمرة إذ يتحلل معظم أو جميع السكروز في الاصناف الطرية كما في الاصناف العراقية في حين يكون تحلله جزئي في اصناف التمور الصلبة مثل صنف دكلة نور الجزائري كما ان التحول في الاصناف الطرية سريع في الاصناف الصلبة يكون بطيئاً لذلك فان السكرين السائدين في هذه التمور هما كل من الكلوكوز والفركتوز ويوجدان بنسب متساوية تقريبا.

العوامل المؤثرة في تحول السكريات الثنائية الى سكريات احادية:

1 . درجة الحرارة : ارتفاع درجة الحرارة يؤدي الى زيادة سرعة التحول .

2 . الرطوبة النسبية : ارتفاع الرطوبة المحيطة بالثمرة يؤدي الى زيادة سرعة التحول .

3 . عوامل داخلية متعلقة بالثمرة نفسها : ومن ذلك العوامل الفسلجية للصنف لذلك يفضل انضاج التمور الصلبة بدرجات حرارة منخفضة لتقليل تحول السكروز . أما التمور العراقية التي ترتفع فيها نسبة السكريات الاحادية فأن الانضاج ممكن أن يتم بدرجات حرارة أعلى كما أن السكروز يتحول الى كلوكوز وفركتوز بتقدم النضج .

ب . السكريات الثنائية :

اهمها السكروز حيث تتفاوت نسبته بحسب صنف التمور وبصورة عامة تكون كميته عالية في مراحل النضج الاولى ثم تنخفض كميته بتقدم النضج حيث يتحلل بتأثير انزيم الانفرتيز الى سكريات احادية (الكلوكوز والفركتوز) وقد يتحلل بتأثير الحرارة والحامض كذلك . يمتاز السكروز عن كل من الكلوكوز والفركتوز بقابليته على تكوين بلورات منتظمة الشكل وعديمة اللون وشفافة ولها القابلية على الذوبان في الماء وتزداد بارتفاع درجة الحرارة . عند تسخين هذا السكر لدرجات حرارة عالية يكون مادة سمراء داكنة تسمى الكراميل Caramel وعند ارتفاع درجة الحرارة الى اعلى من ذلك يتحلل الى كاربون وماء . وفي مرحلة الخلال يلاحظ ان خمس السكر او اقل بقليل هو من نوع السكر المختزل والباقي هو سكروز اما في مرحلة الرطب التام فان ثلث الى نصف مجموع السكر يتحول الى سكر محول. ان نسبة السكروز المتبقي في التمور العراقية لاتزيد عن 5 % و يزداد هذا في التمور الصلبة .

ج – النشا:

لم يعرف أن له اهمية في تحديد صفات التمور فقد لوحظ وجوده وقت التلقيح فقط وليس في وقت اخر وقد اشارت بعض الدراسات الى احتواء بعض اصناف التمور المصرية مثل صنف السامانى على النشا اذا وجد بنسبة 12.79 % في مرحلة الجمري من مجموع المواد الصلبة وانخفضت النسبة في مرحلة الرطب الى 3.1 % .

2 – الماء :

المكون الثاني من حيث الاهمية بعد السكريات وتختلف نسبته باختلاف مراحل نضج الثمرة وعادة تصل نسبة الماء في مرحلة التمر 15 % ويفضل تسويق التمور عندما يكون محتواها الرطوبي مابين 12 – 16 % وان زيادة المحتوى الرطوبي يعرض التمور الى الفساد والتلف وان نسبة الماء في التمور ممكن خفضها عن طريق عملية التجفيف او رفعها بالترطيب وهذا له دور في خطوات تصنيع التمور وخاصة عملية كبس التمور حيث ان كبس التمور يتم خلالها خفض نسبة الرطوبة الى حوالي 15 % . ومن وجهة النظر التجارية من المفضل للتجار ارتفاع محتوى التمور من الرطوبة ولكن لحد معين لان ذلك يؤدي الى نشاط الاحياء المجهرية وخاصة الخمائر والفطريات مما يسبب تخمرها وظهور النكهة الحامضية .

3 – البروتينات والاحماض الامينية:

توجد البروتينات في جميع الكائنات الحية النباتية والحيوانية وهي من المكونات الرئيسية للبروتوبلازم وتعد الحيوانات اغنى بها من النباتات التي يكون فيها الكربوهيدرات هو الاساس. والبروتينات هي مركبات عضوية معقدة ذات اوزان جزيئية عالية يدخل كل من الكاربون والهيدروجين والاوكسجين والنتروجين في تركيبها وبعضها يحتوي على الكبريت والفسفور والوحدات البنائية الاساسية فيها هي الاحماض الامينية .

$$R - CH(NH_2) - COOH$$

amino acid

ان معظم الاحماض الامينية هي مواد متبلورة عديمة اللون وهي عادة سهلة الذوبان في الماء وغالبا ما تكون حلوة المذاق وتحتوي على مجموعة كربوكسيلية $COOH^-$ و مجموعة الامين NH_2– الا انه ذات خواص حامضية والثانية ذات خواص قاعدية .تقسم البروتينات الى بسيطة Simple protein وهي التي تحتوي في تركيبها على الاحماض الامينية بصورة اساسية . والبروتينات المعقدة او المقترنة Complex or Conjugated Portend وهي التي تحتوي في تركيبها على الاحماض الامينية بصورة رئيسية.

اما الاحماض الامينية فهناك اساسية عددها ثمان واثنان شبه اساسيات و اما الباقية فهي نصف اساسية او غير اساسية يحتوي لب التمر على انواع مختلفة من الاحماض الامينية والبروتينات وتتغير نسبتها في الثمرة اثناء مراحل النضج لتصل في مرحلة التمر الى2.2 % ان وجود البروتينات في عصير التمر المستخدم في صناعة

الدبس يؤدي الى اعطاء مظهر عكر غير شفاف وغير رائق لذا من المفضل التخلص منها بعملية الترويق حيث تترسب ثم تنفصل بالترشيح ، وفي عصير التمر بصورة عامة توجد البروتينات بصورة عالقة وعند حصول تغير في الـ pH خلال الترويق او الوصول الة نقطة التعادل الكهربائي تتكتل وتترسب .

4 – البكتين :

توجد المواد البكتينية بكميات كبيرة في الثمار وبنسب عالية في بعض الانسجة النباتية وتحتوي قشرة الخلايا النباتية على البروتوبكتين Protopectin الذي هو احد صور المواد البكتينية وهو غير ذائب ويتحلل انزيميا الى البكتين وهو ما يحصل عند تحول الفاكهة الخضراء الى الناضجة لذا فان البكتين يلعب دورا هاما في عملية النضج واثناء التخزين . ان المواد البكتينية هي مواد كربوهيدراتية ذات اوزان جزيئية عالية والبكتين الطبيعي يصل وزنه الجزيئي الى اكثر من 20000 دالتون. نسبة البكتين في مرحلة الجمري 6.5 % وفي مرحلة الرطب 2 % ومن هذا يتبين ان كمية البكتين في التمر تقل بتقدم مراحل النضج ان وجود البكتين في عصير التمر المستخدم لصناعة الدبس يؤدي الى ارتفاع لزوجة العصير واعطاء قوام كثيف وهلامي ومظهر عكر غير رائق لذلك يفضل ازالته قبل التركيز وذلك بغلي العصير وعند pH بحيث يصبح 8.8 بإضافة $Ca(OH)_2$ حيث يترسب معظم البكتين .

5 – التانين :

وهو مواد فينولية متعددة (Polyphenol) مسؤولة عن الطعم القابض في مرحلة الجمري والخلال ويوجد التانين على هيئة دقائق ذائبة قرب قشرة الثمرة وبعد مرحلة الخلال تتحول الدقائق الذائبة في خلايا الثمرة ويختفي الطعم القابض ويلاحظ ان الثمرة التي تنضج بشكل مبكر مثل الحلاوي يختفي فيه الطعم القابض بشكل اسرع منه مع التمور التي تنضج بشكل بطيء مثل الزهدي ، تختلف سرعة تحول التانين بصورة عامة تبعا لصنف التمور من الصورة الذائبة الى صورة غير ذائبة . تحتوي تمور الدقلة نور في مرحلة الجمري على 6 % تانين من وزن الثمرة وفي مرحلة الرطب تنخفض النسبة الى 1 % . يلاحظ ان قطع او هرس الثمرة يؤدي الى اعطائها اللون الداكن بسبب اكسدة المواد التانينية اثناء تعرضها الى الاوكسجين من الهواء الجوي بسبب كونها مواد فينولية وهي العوامل التي تؤدي الى ظهور اللون الداكن في عصير التمر.

للمواد التانينية في التمر فائدتين : .

1. له القدرة على ايقاف فعالية الانزيمات .
2. يحمي الثمرة من مهاجمة الفطريات .

6 – الدهون و الحوامض و الاصباغ : – توجد الدهن بنسبة قليلة وتتركز في القشرة الخارجية لثمرة وتصل نسبتها الى مابين 0.06 – 0.9 توجد بعض الاحماض الدهنية مثل (Myristic acid & lauric acid) (12 و 14 ذرة كاربون على التوالي) في زيت نوى النخيل اضافة الى احماض دهنية اخرى كما يوجد على سطح القشرة نسبة قليلة من الشمع Wax وهو يتكون اساسا من استرات احماض دهنية طويلة السلسلة مع الكحولات الاحادية .

7 – مواد التلوين (الصبغات) : – يلاحظ ان التمور تحتوي على مواد تلوين تعطيها الالوان المختلفة خلال مراحل النضج وتفرقها بحسب الاصناف فمثلا صنف البرحي يحتوي على مادة الفلافون Flavone او الفلافونول Flavanols الذي يعطي اللون الاصفر والصبغة الحمراء في تمور الدكلة تعطى هذا اللون بسبب جود مادة الانثوسيانين كما اشارت المصادر الى ان وجود صبغات الكاروتونويدات والانثوسيانينات والفلافون والفلافونول واللايكوبين والفا كاروتين وعندها تعطي بعض الاصناف مثل الساماني اللون الاصفر في حين ان صبغة اللايكوبين وغيرها تعطي لصنف زغلول اللون الاحمر وبشكل عام فان الصبغات الموجدة طبيعيا في التمور هي الكاروتينات والكلوروفيل وتكون واضحة في تلون بعض الاصناف والأنثوسيانين والانثوزانثين هذا اضافة الى اللون البني الذي يتكون في التمور ويرجع الى اكسدة الفينولات بالاوكسجين الجوي والمعاملات الحرارية تسبب تكون اللون الاسمر نتيجة الكرملة اضافة الى الاسمرار غير الانزيمي (تفاعل ميلارد) .

7 – السليلوز :

يكون معظم تركيب جدران الخلايا المكونة للجزء الحمي للثمرة وهو يكون 82 % من وزن الثمرة خلال مرحلة الجمري وتنخفض نسبته بتقدم حيث تبلغ نسبته في مرحلة التمر (الزهدي) مابين 4.2 – 10.1% وبصورة عامة فان التمور الطرية لا تزيد فيها نسبة السليلوز عن 2 %.

8 – العناصر المعدنية :

تحتوي التمور على نسبة مختلفة من الاملاح تتراوح بين 2 – 3 % من الوزن الجاف للثمرة ويتوقف ذلك على عوامل عديدة منها : .

أ . صنف التمور .

ب . نوع التربة .

ج . ماء السقي .

د . عوامل اخرى .

تقسم المعدن في الثمرة الى ثلاث مجاميع :

الاولى : البوتاسيوم و النتروجين والكلور والصوديوم .

الثانية : الكالسيوم والمغنسيوم والفسفور والكوبلت .

الثالثة : الحديد والمنغنيز والنحاس .

تزداد نسبة البوتاسيوم في لب الثمرة لكل من الحلاوي والساير حيث تصل الى 35.45 و 33.87 من نسبة الرماد في نوعي التمر على التوالي .

9 – الفيتامينات :–

تحتوي ثمرة التمر على نسبة عالية من فيتامينات A حيث تعادل ماموجود منه في زيت السمك او الزبد اضافة الى احتوائها على الفيتامينات B_2 & B_1 & C . تصل كمية فيتامين A الى مابين 80– 100 وحدة دولية / 100 غم تمر .

التركيب الكيميائي للب التمر			التركيب الكيميائي لنوى التمر		
1	ماء	% 15	1	ماء	% 8.5
2	رماد	% 2	2	مواد صلبة	% 91.5
3	دهن	% 1.9 – 0.12	3	رماد	% 1.1
4	الياف	% 1.7	4	دهن	% 8.8 – 8.4
5	بروتينات	% 2.2 . 1	5	بروتينات	% 5
6	سكريات	% 80 – 67	6	الياف	% 47.6
7	الطاقة	283 سعرة لكل/100غم	7	سكريات	% 7

الاهمية التغذوية للتمور :

1 . إن 1 كغم تمر يعطي 3000 سعرة حرارية (الطاقة التي يحتاجها النسان المتوسط النشاط في اليوم الواحد) . وما تعادل كمية الطاقة التي يعطيها 1 كغم لحم وثلاثة اضعاف ما يعطيه 1 كغم سمك .

2 . احتوائه على فيتامين A وهو يعادل ماموجود في اغنى المصادر الاضافية الى فيتامين B_1&B_2 &C .

3 . غني بالعناصر المعدنية مثل الفسفور إذ تحتوي التمور 40 ملغم فسفور لكل 100غم . وكذلك يحتوي على الصوديوم والحديد والبوتاسيوم .

4 . تحتوي التمور على السكريات وبنسب تصل الى 70 % وهي سكريات سهلة الامتصاص في القناة الهضمية وسهلة الهضم والتمثيل عند تناولها لذلك يفضل اعطاءها للصائمين عند الفطور .

5 . احتواء التمر على بروتينات ودهون وسليلوز .

ثانيا : . مكونات النواة :- تتكون من الاتي : -

1 . سكريات احادية تصل نسبتها الى 7 % .

2 . السليلوز والهيمسليلوز : وهي المكون الاساسي للنواة حيث تصل نسبتها الى 47 % .

3 . الدهون وتصل نسبتها الى 7 % من وزن الثمرة .

(((معاملات التمور)))

تعرض التمور بعد الجني لبعض المعاملات التي تغير بعض صفاتها و الغرض منها اجراء هذه المعاملات هي : .

1 . التعجيل في عملية النضج خاصة التمور التي لا تنضج تماما على النخلة .

2 . ترطيب التمور الجافة .

3 . تحسين مظهر التمور وتركيبها والمحافظة على نوعيتها .

4 . جعل امكانية بيع الرطب والتمر الطري في الاسواق البعيدة .

5 . القضاء على الفطريات والخمائر والبكتريا والحشرات التي تصيب التمور .

6 . تستعمل الحرارة في معاملات التمور لغرض انضاج الخلال او الرطب نصف الناضج الى الرطب تام ثم تحويله الى تمر .

من هذه المعاملات : -

أ . **عملية الانضاج :** - وهو عملية تحويل الثمار التي لم يحصلها النضج التام في ظروف معينة الى ثمار تامة النضج وصالحة للاستهلاك او الخزن . ان معرفة التغيرات الفيسيولوجية والكيميائية في لب الثمرة قبل وبعد جمع الثمار يساعد في فهم التغيرات المورفولوجية التي ترافق عملية انضاج الثمار والتحكم في درجة النضج المطلوبة . ومن التغيرات المهمة في الثمار هو ما يحصل عند عملية التنفس (ظاهرة الكلايمكتيري) . تمتاز الثمار التي تحتوي نسبة عالية من المواد النشوية والدهنية بانه يحصل لها ارتفاع فجائي في سرعة التنفس ولذلك تكون هذه الظاهرة واضحة فيها عكس ما يحصل في الحمضيات والعنب والتين . ان التمور على النخلة لاتنضج في وقت واحد وهذا يتوقف على الظروف المحيطة مثل درجة الحرارة والرطوبة النسبية وهنا تتطلب عملية جني الثمار اِجراء الجني لمرات عديدة بسبب هذا التفاوت في نضج الثمار أي أن الجني لايتم مرة واحدة ،لذلك يلجأ الى الانضاج الصناعي .

ان فترة نضج الثمرة على النخلة قد يصل الى ستة اسابيع وهذا لكي تنضج اول الثمرة الى اخر الثمرة وهذا يسبب زيادة تساقط الثمار على الارض وتلوثها أما الانضاج الصناعي فأنه يقلل فترة النضج وتسويق التمور في وقت مبكر . يفضل جني الثمار في مرحلة الخلال لإدخالها في عملية الجني الصناعي ان الحراة المستعملة في الانضاج الصناعي تعمل على تنشيط عمل الانزيمات حيث تحلل السليلوز والنشا الى سكريات بسيطة وتحول التانين الى حالة غير ذائبة وتسبب طراوة الثمار وبزيادة درجة الحراة تقل فترة المعاملة وتستخدم درجة حرارة تتراوح بين (40 - 50) مْ .

عوامل الانضاج : -

جربت مواد كيميائية لغرض تسريع عملية الانضاج فقد لوحظ ان التمور في مرحلة الخلال تنضج بسرعة اكبر عند معاملتها بقليل من حامض الخليك هذا بالإضافة الى مواد كيميائية اخرى وتعمل المواد الكيميائية على تحرير بعض الانزيمات الخلوية المحللة للسليلوز والتانينات وغيرها . كما ان الترطيب بالماء الساخن من شانه ان يعمل على التاثير على بروتوبلازم الخلايا وتحرير الانزيمات المحللة . كما تستخدم مواد مثل CO وغاز الاثلين بصورة كبيرة في عمليات الانضاج .

و اهم طرق الانضاج هي :

1 . الطرق الفيزيائية:- وفيها يتم التحكم بدرجة الحرارة والتي تعمل على التاثير على سرعة التنفس حيث تزداد سرعة التنفس بارتفاع درجات الحرارة خاصة الى مابين 12.5 - 30 مْ .

2 . الانضاج بالتجميد : حيث ان تذويب التمور المجمدة يعمل على تمزيق الخلايا وبالتالي يحصل ارتفاع في سرعة التنفس كما ان ذلك يسبب تحرر الانزيمات المحللة للبكتين والسليلوز وغيرها وبالتالي انضاج الثمار .

3 . الانضاج بالمواد الكيميائية :- خاصة غاز الاثلين الذي وجد انه يعمل على تحلل الكلروفيل ولا يؤثر على الكاروتينات .

ب . **التجفيف** : - هي ازلة جزء من ماء التمور وفيها يتم التحكم بدرجة الحرارة والرطوبة النسبية وهناك تجفيف صناعي وطبيعي .

ج . **الترطيب** : - وهو رفع رطوبة بعض انواع التمور خاصة التي يفضلها المستهلكون بحالة طرية اضافة الى ان رفع الرطوبة يحفز الانزيمات المحللة وتجرى عملية الترطيب بطرق مختلفة منها استخدام الماء والبخار وعصير الثمار .

د . **البسترة** : - هدفها القضاء على الاحياء المجهرية المرضية التي قد تكون ملوثة للتمور .

هـ . **التجميد** : -

و . **التلميع** :- فيه يستعمل الشمع في طلي الاغذية القابلة للفساد وهو يقلل من فقدان الرطوبة وهذا بالإضافة الى جعلها لماعة وذات مظهر افضل . ويستخدم شمع البارافين او قد تغطس الثمار في محلول سكري يحوي على مادة الكليسرين وقد يستعمل زيت معدني نقي عديم الطعم واللون في التلميع .

ز . **التبخير (التعفير)**:- حيث ان التمور من الفواكه الحساسة لذا تتعرض للإصابة بالحشرات وتزداد بإطالة فترة الخزن لذلك يجري تبخيرها قبل التصنيع . من المواد المستعملة هو سيانيد الهيدروجين وثاني كبريتيد الكاربون ورابع كلوريد الكاربون وغاز ثنائي اوكسيد الكبريت و CO_2 وبروميد المثيل والفوستوكسين وغيرها .

د. إيمان سعد الدين شيت

المحاضرة الحادية عشر

تصنيع التمـــور

من اهم الصناعات:

اولاً: كبس و تعبئة التمور:- هي عملية اعادة وتهيئة وتغليف التمور لتسهيل قابلية تسويقها وتوزيعها وتصديرها .

الهدف من الصناعة :

أ . اعطاء المظهر الجيد للتمور المكبوسة .

ب . المحافظة على التمور من التلوث الخارجي والاصابة بالحشرات .

يوجد نوعين من التمور المكبوسة:

1 . **التمور المحسنة المكبوسة :-** و هي تمور منقاة جرى عزل التمور الردئية منها والغير المطابقة للمواصفات ، والمعفرة بمواد التعفير والمعبئة في صناديق خشبية او كارتونية او المكبوسة والمغلفة بعبوات كارتوتية توضع داخل الصناديق . ان التمور المحسنة المكبوسة قد تكون منزوعة النوى او منزوعة النوى ومحشوة باي نوع من الحشوات مثل النقل .

2 . **التمور المكبوسة داخل الكياس النايلون او داخل الخصاف (سعف النخيل) :** تكون بأوزان واحجام كبيرة وتستخدم خاصة مع الصنف الزهدي الرخيص الثمن.

خطوات كبس التمور

1 . **الجني :** تجنى التمور بقطع العثوق مرة واحدة من النخيل بعد النضج التمور وتجمع على الارض او على حصران مفروشة على الارض وهنا يجب الاهتمام بنظافة التمور وخاصة عدم تلوثها من الارض ، والجني اما يتم بقطع العثوق باليد وهذه طريقة بطيئة وقد تستخدم للأغراض الشخصية وقد يتم هز الاشجار حيث تسقط التمور على الارض او على حصران مفروشة لمنع التلوث او القطع مرة واحدة للعثوق وهو السائد لدى المزارعين . ان سقوط التمور على الارض يسبب تغير شكلها اضافة الى التلوث وهو احد المشاكل الكبيرة التي تعاني منها مصانع كبس التمور حيث يصل اليها المنتوج ملوثا ومشوها وللتغلب على هذه المشكلة يصار الى انزال العثق بكلاب او سلسة او استخدام المصعد المتحرك او السلالم لانزال التمور، تجمع التمور داخل البستان وغالبا ما يجري تصنيفها ميدانيا في البستان وذلك بعزل التمور المشوهة والمصابة والغير نظيفة حيث ترسل بعدها التمور السليمة الى مصانع الكبس والتعبئة . يجب عدم ابقاء التمور او خزنها في البستان لفترات طويلة وذلك خوفا من مهاجمة الحشرات لها .

2 . استلام التمور: تنقل التمور الى مصانع الكبس وذلك بنقلها بالسيارات حيث تحمل الصناديق وتجرى عملية الوزن ويطرح وزن الصناديق الفارغة ويتم فحص عينات عشوائية من التمور لمعرفة نسبة الشوائب فيها حيث يحدد

بعدها الوزن النهائي للوجبة ومن ثم الثمن وهنا لابد من الاشارة الى ان قسم الاستلام يحدد درجة التمور من الناحية النوعية .

3 . **التبخير و التعفير** : تعفر التمور بعد الاستلام للتخلص من الاصابات الحشرية وتتم العملية بـ :-

أ . **التعفير بالغازات القاتلة للحشرات تحت الضغط الجوي الاعتيادي** و تتم داخل حيز ذو غلاف ثابت قد تكون غرفة اسطوانة كبيرة .

ب . **التعفير تحت الضغط المخلل** حيث يتم تفريغ الهواء جزئيا من الحيز المغلق ويتم ادخال او ضخ غازات سامة للحشرات وهو سريع التاثير ويحقق نتائج افضل مما في الطريقة الاولى ولكن الكميات المعفرة قليلة .

المواد المستعملة في التعفير: سبق ان ذكرنا ان بعض المواد المستخدمة لهذا الغرض ، ومن المهم هنا أن يحصل توزيع متجانس لهذه المواد في غرف التعفير كما يجب التحكم بدرجة الحرارة ومدة التعفير ونسبة الرطوبة حيث ارتفاع الرطوبة يقلل من فعالية الغازات المستخدمة بسبب قابليتها للذوبان في الماء . ومن اكثرها استعمالا بروميد المثيل حيث يضخ الى حيز مغلق تماما بواقع 185 ملغم /1 لتر بدرجة حرارة 15 مْ ولمدة ساعة ، اضافة الى استخدام مواد اخرى مثل Ethyl format او الكلورين حيث يتم ضخ المادتين في صناديق التمر او في اسطوانة تفرغ من الهواء اولا ثم يضخ الكلورين او فورمات الايثايل لفترة زمنية معية.

4. **التصنيف** : تصنف التمور أولياً وذلك لعزل التمور الجيدة عن الرديئة والمشوهة والجافة وغير المرغوبة لهذه الصناعة ويقوم بذلك عمال يقفون على جانبي الحزام .

5. **الغسل والتنظيف**: تنقل التمور بواسطة الاحزمة الناقلة الى حوض الغسيل بالماء النقي للتخلص من الشوائب والاتربة وتكون الحزمة مائلة قليلا الى الاعلى ويوجه الماء بشكل (دوش) الى التمور حيث تنزل من خلال شبكة معدنية حاملة للتمور المياه حاملة الاتربة والاوساخ وفي حالة استخدام الاحواض يجب تبديل الماء بصورة مستمرة (كل اربع ساعات بسبب سرعة التلوث) . بعد الغسيل يتم نقل التمور على الاحزمة المعدنية حيث تعرض لتيار هواء لتجفيف التمور لان بقاء الرطوبة يسبب تلف التمور وتخمرها بسبب نشاط الاحياء المجهرية وقد تضاف الى مياه الغسيل مواد تعقيم مثل مادة الفورمالدهايد حيث يعمل على قتل الاحياء المجهرية المسببة للتلف والفساد . كما يضاف الى التمور بعد الغسيل اوكسيد الاثلين وبتركيز 15 % وفورمات الميثايل بنسبة 85 % كمواد معقمة ولمنع التخمر .

6 . **الترطيب**: فيها يتم رفع رطوبة التمور الصلبة لتصبح اكثر ليونة ولتسهيل وضعها وكبسها في عبوات ويتم بإمرار بخار ماء على التمور او استخدام ماء بارد او ساخن الا ان ذلك غير مرغوب لانه يعمل على فقدان جزء كبير من المادة السكرية للتمور ويجب عدم رفع الرطوبة كثيرا في الثمار لكي لايحصل التلف المكروبي .

7 . **الانضاج الصناعي**: سبق وان ذكرنا في موضوع الانضاج وهناك عدة تعابير لعملية الانضاج :.

1 . Maturation انضاج الخلال الى رطب صناعي في المعمل .

2 . Ripening انضاج الخلال الى رطب في الحقل .

3 . Curing انضاج الرطب الى تمر صالح للخزن والشحن.

يلاحظ ان العثوق قد تجنى وهي محتوية على ثمار غير مكتملة النضج خاصة في المناطق الوسطى وذلك لكي لا يسمح بحصول سقوط للثمار الناضجة على الارض وتلوثها ولذلك يتم انضاج هذه الثمار صناعيا وتتم في اجواء مسيطر عليها من درجة الحرارة والرطوبة وتتم العملية بـ :

1 . تعليق العثوق على مساند خشبية بواسطة قابلات وتترك مسافة بينها لمرور الاشخاص اِضافة الى السماح بحركة الهواء بين العثوق وبهذه الطريقة ممكن ملاحظة نضج الثمار قبل تساقطها .

2 . السيطرة على الهواء ودرجة الحرارة داخل غرف الانضاج . تستخدم درجة الحرارة 35 – 50 مْ في الانضاج و رطوبة نسبية 25 – 85 % وتتم العملية في غرفة خاصة ويجب تجفيف التمور في مراحل النضج الاخيرة .

8. **البسترة** : . فيها يتم القضاء على الاحياء المجهرية المرضية كما تعمل على اتلاف الانزيمات التي تؤثر على خواص الثمار وتستخدم درجة الحرارة 60 – 70 مْ و لمدة 20 – 30 دقيقة .

قد تستخدم مواد حافظة في حالة عدم اجراء البسترة منها:

أ . SO_2 بشكل غاز في غرف خاصة مقفلة .

ب . اوكسيد الاثلين وفورمات المثيل .

9 . **التلميع** : . طلاء القشرة الخارجية للتمر اما بواسطة محلول سكري او محلول الكحول يحوي على الكلسرين . او الغمر في دهن او زيت خاص . او رفع درجة حرارة سطح الثمرة حيث يعمل على اِذابة الدهون الموجودة على القشرة .

10 . **التعبئة و التغليف** : . تتم بالطرق الاتية : .

أ . الصناديق الخشبية : تستعمل صناديق خشبية جيدة ونظيفة من الداخل والخارج خالية من الثقوب والعقد وتغلف الصناديق من الداخل بورق الكرافت (الورق المشمع) وتكبس التمور وهي محتوية او غير محتوية على النوى وتتم العملية يدوياً او ميكانيكياً، يصل الوزن الى 25 كغم تمر / صندوق .

ب . ورق السيلوفان : . وهو ورق شفاف غير ملون تغلف به التمور بعد ان تكبس في قوالب ذات اشكال او اوزان معينة وتكبس بهذه الطريقة التمور منزوعة النوى او المحشوة باللوز او الجوز .

ج . العلب الكارتونية : وهذه العلب صغيرة ذات الوان مختلفة مع تزيينها بأساليب الدعاية على الجوانب وقاعدة العلب تكون عديمة الغطاء الذي بعد وضع التمور فيه يغطى بطبقة من السيلوفان الشفاف .

د . اكياس البولي اثلين المفرغة من الهواء:. وهي اكياس صغيرة سميكة توضع فيها التمور المغسولة والمجففة وبأوزان معينة بعد تفريغها من الهواء . تقفل الاكياس جيداً وهي طريقة لحفظ وعرض التمور الجيدة واللماعة .

هـ . الخصاف : وهو كيس مصنوع من سعف النخيل تكبس فيه التمور بكميات مختلفة وفي الغالب يكون وزن التمور 50 كغم ، وتتم عملية الكبس بإجراء فصل التمور عن الرطب والخلال والشوائب ثم تكبس في الخصاف بمكابس خاصة ويفضل عدم احتواء التمور على رطوبة عالية كما قد يجري للتمور عملية تعفير وكلما كان الكبس جيدا فان ذلك يطيل من فترة حفظ التمور .

و . الاكياس : . تعبأ بعض انواع التمور مثل الزهدي بأكياس من الجوت زنة 50 او 70 كغم وتجرى عملية تنقية وتنظيف التمور قبل التعبئة كما تخزن في مخازن معقمة قبل التسويق .

ز . الصفائح المعدنية : تكبس فيها التمور من الدرجة الثانية بعد تعفيرها وتسد بصورة محكمة وقد تعبأ بعض الاصناف النادرة مثل البرحي بهذه الطريقة وتكون التمور لماعة مع احتوائها على كميات قليلة من الدبس لكي تبقى بحالة جيدة فترة طويلة .

11 . **الخزن:** تخزن التمور في مخازن لحين بيعها واستهلاكها ويلاحظ ان رفع رطوبة ودرجة حرارة الخزن يؤدي الى سرعة تحول السكروز الى سكريات إحادية ويصبح اللون داكناً لذا يفضل ان تكون درجة حرارة الخزن اعلى بقليل من الصفر المئوي ويلاحظ ان قابلية الثمار لامتصاص الرطوبة من الجو تنخفض بانخفاض درجة الخزن، ومن المشاكل المهمة عند خزن تمور الزهدي والحلاوي والساير ظهور بقع سكرية بسبب تبلور قسم من السكريات في عصير الثمرة قرب القشرة وهي غير مرغوبة ويمكن تلافي تكوينها بالخزن في درجة قريبة من الصفر المئوي .

د. إسماعيل سعد الدين شيت

المحاضرة الثانية عشر

صناعة الدبس

الدبس هو العصير السكري الكثيف المركز (65 – 70 % مواد صلبة ذائبة) والمستخلص من ثمار التمور او المستخلص المائي المكثف بواسطة الحرارة للمحتويات الطبيعية لثمرة التمر و الخالي من الالياف والشوائب ويستهلاك بصورة مباشرة او يدخل في الصناعات الغذائية مثل المعجنات والحلويات او صناعات التخمير. ان جميع اصناف التمور العراقية تعد ملائمة لصناعة الدبس وخاصة صنف الزهدي الذي يعتبر اهم المواد الخام المتداولة في صناعة الدبس في العراق لتوفره وانخفاض سعره ، ان 75 % من وزن التمور تقريبا تدخل في تركيب الدبس ويحتوي صنف الزهدي على المكونات التالية :

المواد السكر 55 % الرطوبة 15 % النوى 12 %

غير الذائبة 10 % المواد غير السكرية الذائبة 8 %.

طرق انتاج الدبس : هناك ثلاث طرق لإنتاج الدبس في العراق هي :

1 . **المدابس** : وتستخدم هذه الطريقة في انتاج الدبس في المناطق الجنوبية من العراق والمدبسة تتكون من بناء بسيطة اربعة جدران بارتفاع حوالي 2 م و لها أرضية منحدرة الى فتحة واحدة لاستلام الدبس منها . تطلى الجدران والارضية بالكلس . ويوضع على الارض جريد النخل (السعف) الذي يجب أن يكون نظيفاً ويعلوها حصير من القصب و يكوم التمر اللين في المدبسة بشكل مخروطي يعلوه حصير وقد يوضع فوقها قطعة من الخشب ويترك لمدة قد تطول احيانا ويعمل الثقل وحرارة الجو وليونة التمر على سيلان عصارة التمر (الدبس) بصورة بطيئة حيث ينحدر من الفتحة ويجمع عبر انبوب الى وعاء لجمع الدبس الذي يطلق عليه دبس الدمعة لشفافيته اذ يمتاز بانه طبيعي شفاف ذو تركيز عالي ونكهة جيدة وله طعم ورائحة التمور المصنعة منها اما لونه فيعتمد على لون التمور المصنع منها . كمية الدبس المنتجة بهذه الطريقة تتراوح ما بين 10 – 15 % من وزن التمور الداخلة في الصناعة . المتبقي من التمور يكبس وهو ذو نوعية رديئة لتشوه شكله وفقدانه للعصير السكري وتحتاج هذه الطريقة الى ايدي عاملة كثيرة .

2 . **طريقة المسابك او البزازات** : هي طريقة قديمة تستعمل في المناطق الجنوبية من العراق تلخص الطريقة بغلي التمر مع الماء ثم العصر والترشيح ثم التركيز لدرجة حرارة معينة. تتكون الطريقة من قدرين كبيرين اذ يضاف التمر والماء الى القدر الاول ويسخن لدرجة الغليان لعدة ساعات ثم ينقل العصير الى القدر الثاني اما التمر المهروس المتبقي في القدر الاول فيعصر بأكياس مصنوعة من سعف النخيل ويضاف بعد امراره من خلال مناخل الى القدر الثاني حيث يسخن الى درجة حرارة قريبة من درجة الغليان اذ يزداد تركيزه نتيجة تبخر وفقدان الماء. تنتهي العملية بالوصول الى التركيز المطلوب بعدها ينقل الى براميل ويترك لكي يبرد ثم ينقل الى اواني فخارية لعدة ايام لكي يروق ويرتفع تركيزه بسبب الترشيح وفقدان الماء من جدران الاواني الفخارية ثم يعبأ بعدها في صفائح معدنية للتسويق اما التلف المتبقي بعد الصناعة فيستعمل كعلف حيواني ويمتاز الدبس المصنع بهذه الطريقة باللون

الاحمر الداكن بسبب استخدام الحرارة العالية في الاستخلاص والتركيز مما يسبب حرق السكريات اذ تظهر رائحة ونكهة السكر المحروق كما يحتوي على مواد عالقة كثيرة لذا يكون غير رائق . ان نسبة المستخرج من الدبس بهذه الطريقة تصل الى مابين 55 – 60 % من وزن التمر المستخدم واكثر الاصناف استخداما بهذه الطريقة هو الزهدي .

3 . **الطريقة الميكانيكية** : . ويمكن تلخيصها بالخطوات الاتية : .

أ . استلام التمور .

ب . نقل التمر بواسطة احزمة ناقة الى احواض الغسيل وفيه يتم غسل الثمار برذاذ من الماء لإزالة ما يتعلق من مواد غريبة .

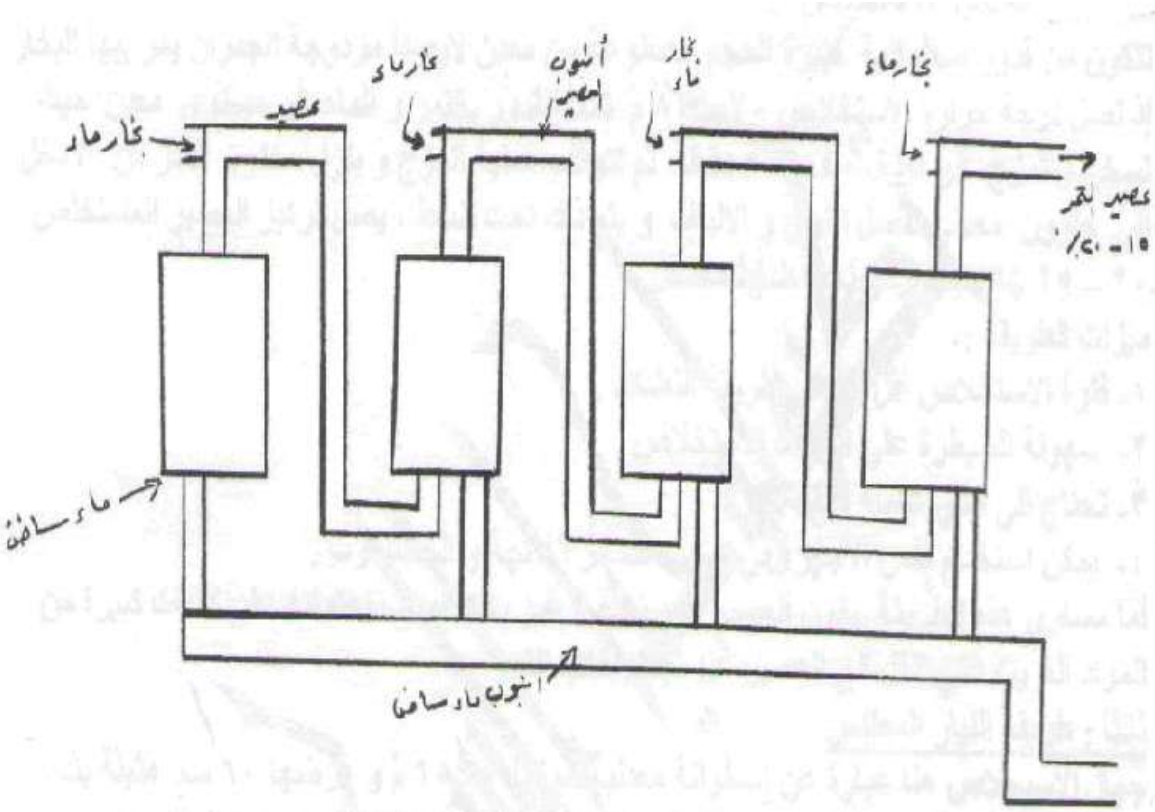
ج . الفرز : وفيه يمر التمر المغسول على احزمة ناقلة حيث يقوم العمال بإزالة الثمار المشوهة او المصابة اثناء تحرك الاحزمة الناقلة .

د . الاستخلاص : يتألف جهاز الاستخلاص من اسطوانة مائلة للأعلى يدخل اليها التمر من الاسفل وتتحرك الى اعلى بفعل حلزوني اما الماء الساخن (درجة حرارته 90 مْ) فيندفع من الاعلى الى الاسفل أي معاكس لدخول التمور . يسحب العصير من اسطوانة الاستخلاص اما التمر المهروس فيذهب الى مكائن لفصل النوى ثم الى اجهزة العصر والترشيح . ان طريقة الاستخلاص المثلى هي التي يتم فيها إذابة اكبر كمية من المواد الذائبة في التمور باقصر فترة زمنية .

بصورة عامة هناك ثلاث طرق لاستخلاص عصير التمر هي :

اولا :. **طريقة النضائد : Battery diffuser**

اساس هذه الطريقة التنافذ وجهاز الاستخلاص يتكون من عدد من الاسطوانات المعدنية سعة 1م^3 للاسطوانة الواحد وتحتوي الاسطوانة الواحدة على غطاءين من الاسفل والاعلى يدخل التمر من الاعلى بينما يخرج من الاسفل الالياف والنوى (بعد انتهاء الاستخلاص) كما يتصل بالاسطوانة انبوب لدخول الماء الساخن ويكون محله اسفل الاسطوانة فيما يخرج العصير من الانبوب اعلى الاسطوانة الذي يرتبط بالاسطوانة التالية من الاسفل ويرتبط بالانبوب انبوب لإدخال بخار الماء لإبقاء العصير ساخنا ويجب ان يكون معدن الاسطوانات والانابيب من معدن لا يصدأ ولا يتأثر بالأحماض العضوية يبلغ عدد الاسطوانات بين 6 – 8 اسطوانة وتحتوي الاسطوانات على سلاسل متشابكة لمنع تكتل التمر .



جهاز إستخلاص عصير التمر بطريقة النضائد

تملأ الاسطوانة بالتمر من الاعلى ثم يفتح صمام الماء الساخن حيث يندفع من خلال الانبوب المتصل بالأسفل ويفتح صمام خروج العصير السكري اذ يعمل الماء الساخن على اذابة قسم من المواد السكرية الموجودة في التمور ثم يندفع العصير السكري الى الاسطوانة الثانية حيث يذيب المواد السكرية للتمور منها حيث ترتفع نسبة السكريات في العصير الذي يمر الى اسطوانة اخرى وهكذا الى الاسطوانة الاخيرة اذ يصل تركيز العصير السكري الى ما بين 15 – 20 % تؤثر بعض العوامل على تركيز المادة السكرية في العصير النهائي ومن هذه العوامل :

1 . سرعة مرور ماء الاستخلاص .

2 . عدد الاسطوانات .

3 . درجة الحرارة اثناء الاستخلاص .

باستمرار عملية الاستخلاص تنخفض كمية المواد السكرية في التمور المصنعة بحيث عندما تصل نسبتها 1 % تفرغ الاسطوانة الاولى ثم الثانية ثم الثالثة وهكذا تفرغ محتويات الاسطوانة الاولى من التمر بعد الاستخلاص وتمرر بعد الاستخلاص على حلزون لفصل النوى عن الالياف والعصير يرشح تحت الضغط ويؤخذ العصير المخفف الى الخطوة التالية ثم تملا الاسطوانة الاولى بالتمر وتجري عملية استخلاص الوجبة الجديدة من التمور .

تتصل انابيب نقل العصير ببخار الماء الساخن لرفع درجة الحرارة (حوالي 75 – 80 درجة مئوية) وتستغرق عملية الاستخلاص حوالي ساعة في الاسطوانات ان اطالة مدة الاستخلاص يؤدي الى رفع التركيز .

مزايا هذه الطريقة :

1 . العصير المستخلص يكون رائق وخالي من المواد الغريبة والالياف .

2 . الاجهزة سهلة وغيرها معقدة وبسيطة الاستخدام .

سلبياتها : .

1 . تحتاج الى كميات كبيرة من الماء .

2 . تحتاج الى طاقة كبيرة للتبخير .

3 . مدة الاستخلاص طويلة تصل الى ساعة تقريبا .

4. تحتاج الى ايدي عاملة كثيرة .

5 . لا تستخدم الاجهزة لإنتاج عصائر من الفواكه والخضراوات اخرى .

ثانيا : **. طرق قدور الاستخلاص**

تتكون من قدور اسطوانة كبيرة الحجم مصنوعة من معدن لا يصدأ مزدوجة الجدران يمر بيها البخار اذ تصل درجة حرارة الاستخلاص 70 .80 مْ تملأ القدور بالتمر والماء الى مستوى معين حيث تسخن وتمزج الياً لمدة 40 . 50 دقيقة ثم تتوقف عملية المزج وينزل محتوى القدر من الاسفل الى حلزن معدني لفصل النوى والالياف ويتم ذلك تحت الضغط ، يصل تركيز العصير المستخلص 20 . 25 % حيث يركز تحت ضغط مخلخل .

مميزات الطريقة : .

1 . فترة الاستخلاص اقل مما في طريقة النضائد .

2 . سهولة السيطرة على ظروف الاستخلاص .

3 . تحتاج الى ايدي عاملة قليلة .

4 . يمكن الاستخدام نفس الاجهزة في تركيز عصائر الفاكهة والخضراوات .

اما مساوى هذه الطريقة يكون العصير المستخلص غير رائق بسبب احتوائه على كميات كبيرة من المواد الغريبة التي تنقل الى العصير عند تهشم خلايا التمر .

ثالثا : . **طريقة التيار المعاكس :**

جهاز الاستخلاص هنا عبارة عن اسطوانة معدنية طولها 8 . 15 م و عرضها 60 سم مثبة بشكل مائل يتحرك في داخلها حلزون (حركته نحو الاعلى حيث يحمل التمر في حين ينزل الماء الساخن من الاعلى الى الاسفل اذ يعمل على استخلاص العصير السكري الذي يزداد تركيزه كلما اتجه نحو الاسفل وتقل المادة السكرية في التمور كلما اتجهنا نحو الاعلى . تستغرق عملية الاستخلاص حوالي 25 . 30 دقيقة ، درجة حرارة الاستخلاص 75 . 80 مْ و يتراوح تركيز العصير النهائي بين 20 . 25 % ، تمر التمور بعد ذلك الى فصلات النوى ومن ثم الى

مرشحات تحت الضغط حيث يجمع العصير مخفف (5 % تقريبا) و يمرر في اسطوانات استخلاص اخرى لوجبة جديدة من التمور ، تجرى هذه الطريقة لمرة واحدة وبمرحلتين حيث ان الالياف الناتجة بعد الفصل والترشيح تعاد الى اسطوانة الاستخلاص ثانية وثالثة لاستخلاص معظم المواد السكرية منها لذلك تقل نسبة السكر المفقود مع الالياف .

مميزات طريقة الاستخلاص بالتيار المعاكس :

أ . قلة مدة الاستخلاص ب . قلة الايدي العاملة

اما المساوئ فهي مشابهة لطريقة الاستخلاص بالقدور .

هـ . فصل الالياف و النوى :

تمرر التمور بعد الاستخلاص الى مكائن لفصل النوى تسمى Detainer في حين يمرر العصير الالياف على المرشحات تحت الضغط لفصل الالياف وقسم من المواد العالقة في العصير . تغسل الالياف بتيار قوي من الماء لإزالة جميع المواد السكرية منها ثم يضاف ماء الغسيل الى جهاز الاستخلاص . العصير الناتج بعد الاستخلاص يصل تركيزه الى 20 . 25 % .

و . فصل المواد المسببة للعكارة (الترويق) : . اهم المواد التي تسبب العكارة في عصير التمور هي المواد البروتينية والبكتينية ، وهي مواد لا تزال بطرق الترشيح العادية لذلك هناك طريقتين لفصلها :.

أ . طريقة حامض الفسفوريك : . CaO حيث يسخن العصير الى حوالي 70 مْ ثم يضاف CaO و حامض الفسفوريك (تتم العملية في اسطوانات) يتكون عندها فوسفات الكالسيوم التي تقوم بادمصاص المواد الغروية وترسيبها كما يحصل دنترة للبروتينات وتترسب كذلك ثم يرشح العصير وتتم العملية عند pH 6.5 . 7.5 اذ تصل كمية CaO الى 1 % من وزن التمر وعلى ضوء ذلك تحدد كمية H_3PO_4 .

$$CaO + H2O \rightarrow Ca(OH)_2$$
$$Ca(OH)2 + H_3PO_4 \rightarrow Ca(PO_4)_2$$

ب . طريقة Co_2 و CaO : اذ يضاف الى العصير CaO ثم يضخ CO_2 في ابراج خاصة فيتكون راسب من $CaCO_3$ عند pH 8.5 (خفض الـpH عن 8.5 يحول الكربونات غير ذائبة الى بيكربونات ذائبة مما يؤدي الى رفع نسبة ملاح المعدنية في العصير حين ان ارتفاع الpH عن 8.5 يسبب تحلل المواد السكرية وزيادة حصول تفاعلات ميلارد خاصة عند pH 9 حيث يصبح اللون داكنا) و تتم العملية بدرجة الحرارة 70مْ .

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$
$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 \quad pH\ 8.5 \quad \downarrow \quad \} \quad pH\ 8.5$$

$$Ca + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3$ } pH 8.5

$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$

تتميز طريقة استخدام CO_2 عن استخدام H_3PO_4 مع CaO بان CO_2 و CaO ممكن توفيرها بسهولة و رخص ثمنها .

ز . التركيز : . يتم تركيز العصير المروق الى 68 . 70 % و تتم العملية اما تحت الضغط الجوي الاعتيادي وفي هذه الحالة يحصل تحلل للمواد السكرية وخاصة الكلوكوز والفركتوز وهما المكونان الرئيسيان في العصير ويؤدي هذا الى تكوين ذات اللون الغامق وتعطي رائحة السكر المحروق للدبس ويلاحظ هذا في الدبس المنتج بطريقة المسابك او في البيوت . ولمنع حصول هذا العيب تجرى عملية تركيز تحت التفريغ من الهواء اذ يحصل تبخر الماء بدرجات حرارة اقل تتراوح بين 50 . 55 مْ .

ح . التعبئة : . يعبأ الدبس في قناني زجاجية او صفائح ذات احجام كبيرة وهذا يعتمد على الغرض من التعبئة وفي كل الاحوال يجب ان تتم التعبئة تحت ظروف صحية وميكروبية جيدة تلافيا للتلوث بالخمائر والاعفان والتي تعمل المواد السكرية فيه رفع حموضة الدبس وبالشكل الذي يجعله غير مقبول للاستهلاك المباشر . كما ان العبوات الصغيرة قد تعامل حراريا بعد القفل من اجل اطالة مدة حفظها و صلاحيتها .

المشاكل التي تلاحظ على الدبس : .

1 . اللون الداكن في الدبس : . ويرجع السبب الى اجراء عمليات الاستخلاص والتركيز في درجات الحرارية مرتفعة مما يسبب كرملة السكريات اضافة الى حصول تفاعلات ميلارد .

2 . التسكر : . وفيه يحصل تبلور السكروز وبسبب التركيز العالي للمواد الصلبة الذائبة والوصول الى حالة ما فوق الاشباع ويظهر هذا احيانا في دبس الدمعة اذ يرتفع تركيز المواد الصلبة الذائبة الى 80 % او اكثر.

3 . التخمر : . بسبب نمو و نشاط الخمائر و الأعفان خاصة عند انخفاض التركيز .

4 . قلة سيولة الدبس (اللزوجة) بسبب التركيز لأكثر من 70 % اضافة الى وجود البكتين الذي يسبب تكون الهلام .

المحاضرة الثالثة عشر

صناعة السكر السائل من الدبس

سبق و ان ذكرنا موضوع السكر السائل بصورة عامة . و يضاف الى ذلك ان مراحل انتاج السكر السائل من التمور تتلخص في ما يلي: .

استلام التمور و تداولها : . اذ لا تختلف عن عملية استلامها لصناعة الدبس الا ان الفائض منها يخزن بدرجات حرارة لا تزيد عن 30 مْ حتى لا يظهر اللون الداكن . اما التمور التي تدخل التصنيع فتنقل بأحزمة الى احواض الغسيل الى اماكن الغسيل حيث ترش برذاذ الماء .

الاستخلاص : . يستخدم نظام التيار الماء المعاكس في عملية الاستخلاص وكما سبق شرحها في الدبس . ان افضل نسبة اضافة الماء الى التمور اثناء عملية الاستخلاص هي 1:2.5 ماء : تمر و تتم العملية بدرجة حرارة 70 . 75 مْ اذ ان ارتفاع درجات الحرارة عن هذا المعدل يسبب تغير اللون و عند هذه الظروف فان نسبة السكر المستخلص تصل الى اكثر من 95 % من السكر .

تنقية العصير : . يبرد العصير الى 45 مْ و ينقل الى احواض معاملة البكتين حيث يضاف اليه حامض الفسفوريك المخفف لخفض الPH 4 ثم يضاف انزيم Pectinol- Enzyme او انزيم اخر محلل للبكتين بنسبة 0.01 . 0.05 % الى العصير اذ يمرج لمدة ساعة لكي يحصل تحطيم للجزيئات البكتين بعد ذلك يضخ العصير الى احواض المعاملة بحامض الفسفوريك و CaO و يمر العصير في المبادلات الحرارية لرفع درجة الحرارة الى 90 درجة مئوية ثم الى احواض الترسيب لإتمام عملية التفاعل و فصل المواد المترسبة.

ازالة الاملاح المعدنية بالمبادلات الايونية :

ان العصير المستخلص من التمور يحتوي على املاح لمواد معدنية مختلفة مثل الصوديوم و البوتاسيوم و الكالسيوم والمغنيسيوم و الحديد و النحاس و الكبريتات و الفوسفات و الكلوريد لأجل تنقية العصير من هذه الاملاح يعامل بالمبادلات الايونية السالبة (حامضية) (Cation exchange) او الموجبة (القاعدية) (Anion Exchange) والمبادلات هي مركبات عضوية على شكل حبيبات غير قابلة للذوبان في الماء بإمرار عصير التمر الذي يسخن اولا الى حوالي 60 . 65 درجة مئوية على المبادلات الايونية الحامضية فتحل ايونات الذي الصوديوم و البوتاسيوم و الكالسيوم و غيرها من الفلزات الموجودة في العصير محل الهيدروجين في المجموعة الحامضية (COOH) للمبادل الايوني و بهذا سيدخل الهيدروجين الى العصير الذي يعمل على رفع الحموضة و خفض الPH الى ما بين 2 . 3 . بعد ذلك يمرر العصير خلال اعمدة التبادل الأيوني القاعدية فتحل الايونات السالبة الموجودة في العصير مثل الكربونات والكبريتات والكلور محل مجموعة الهيدروكسيل الموجود في المبادل الايوني و في هذه الحالة ستعادل ايون الهيدروجين الذي ارتفع في العصير ليتكون الماء و يعود الPH الى معدل الاولي وهو 6 . 6.5 . بعد عملية تفقد المبادلات الايونية طاقتها لذا يجري تنشيطها بإدخال مجاميع مفعالة جديدة موجبة و سالبة بعد الغسل بالماء للتخلص من المواد العالقة ثم تعامل بحامض الكبريتيك او الهيدروكلوريك المخفف

(بالنسبة للمبادلات الايونية الحامضية) ثم تغسل بهيدروكسيد الصوديوم او البوتاسيوم المخفف (بالنسبة للمبادلات الايونية القاعدية) ثم تغسل بالماء للتخلص من الزائد من الحوامض او القواعد لإدخالها فغي العمليات جديدة .

قصر الالوان:

لإزالة الالوان ترفع درجة حرارة العصير الى 85 درجة مئوية ثم يبرد بسرعة الى 35 درجة مئوية للتعجيل في الترسيب ثم يعامل مع الكاربون المنشط الذي يضاف بنسبة 1.5 % بعد ذلك يرشح و تستخدم مواد مساعدة و تزيد من كفاءة الترشيح منها التراب الدياتومي حيث يتم الحصول على عصير نقي خالي من الاملاح و المواد الملونة .

التركيز تحت الضغط المخلخل : .

يضخ العصير الى مبخرات تخت الضغط المخلخل لرفع تركيه في مرحلة الاولى الى 45 بركس و بدرجة حرارة 55.50 مْ ثن بعامل العصير بالمبادلات الايونية للتخلص من اثار المعادن و الترشيح يحوي الفحم المنشط ويكز ثانية الى 70 بركس تحت الضغط المخلخل. يبرد المحلول السكري و يخزن او يعبا في براميل لغرض التسويق .

3 . انتاج حامض الليمون / سبق وان تم شرحه .

4 . انتاج الخميرة والكحول والخل/ سبق وان تم شرحه.

تصنيع مخلفات معامل تصنيع التمور

هناك كميات كبيرة من التمور تفيض عن حاجة المستهلك الداخلي و التصدير الخارجي وهي متذبذبة بحسب الموسم فهناك الالف الاطنان من الفضلات المكابس و غير ذلك وهي تمور ذات نوعية رديئة او مصابة او غير ناضجة و يستخدم جزء منها للأغراض الصناعية و تباع بأسعار متدنية . انت بقايا المعامل مثل الاقماع و النوى و التي تصل نسبتها الى مابين 13 . 13.5 من وزن التمور اضافة الى الالياف و المواد السكرية العالقة فيها ممكن استخدامها كأعلاف حيوانية ذات قيمة تغذوية جيدة للحيوانات . تحتوي النوى على المكونات التغذوية التالية:

المكونات	نسبتها
رطوبة	% 7.7 . 6.46
زيوت	% 8.8 . 8.49
بروتين	% 5.22
كربوهيدرات	% 62.51
الياف	% 16.2
رماد	% 1.12
احماض دهنية	% 1.3

الاحماض الدهنية و نسبتها كالاتي : .

% 0.7	C10 CAPRIC A
% 0.5	C8 CAPRILIC A
% 24.2	C12 LAURIC A
% 9.3	C14 MYRISTIC A
% 9.9	C16 PALMATIC A
% 52.2	C18 OLEIC & FIOLEIC A
% 3.2	C18 STEARIC A

اما التلف الذي يتخلف نت المعامل بعد استخلاص السكر من التمور فتقدر كميته بآلاف الاطنان كذلك التركيب الكيميائي لها :

رطوبة % 12.05
رماد % 3.3
سكر الكلي % 23.45
الياف الدهن % 18.2
دهن % 0.68
بروتين % 2.24
بكتين % 0.16

ان العراق يحتاج الى الأعلاف الحيوانية حيث ان هناك نقص كبير فيها و تساعد هذه المخلفات في سد جزء كبير من الحاجة لهذه الاعلاف اذ اثبت من الدراسات صلاحيتها كعلف حيواني مركز و حاجز . ومن المعروف ان عملية الانبات و ما يتبعها من نشاط انزيمي يعمل على امداد الجنين بمركبات بسيطة تمده بالطاقة اللازمة للنمو يصاحب هذا التحول السكريات المتعددة الى سكريات احادية اذ يستخدمها الجنين كمصدر للطاقة . ان الكربوهيدرات في النوى التمر تتألف بصورة رئيسية من الهيميسلليوز الذي يتحول خلال التحلل الانزيمي الى دكستروز و بإطالة مدة الانبات تزداد نسبة السكريات البسيطة و الكحول كما ان ارتفاع درجة الحرارة تؤدي الى زيادة تكون هذه المواد و تعد درجة الحرارة 35 مْ و لفترة 45 يوم ملائمة للنبات وحصول التغيرات السابق ذكرها . ان هذا يفيد في تحضير واعداد الاعلاف الحيوانية كما ان رفع المحتوى الرطوبي للنوى من 10 الى 36 % يساعد في عملية الطحن و الخلط عند تجهيز الاعلاف و بصورة عامة فان نوى يحتوي على 6.9 % بروتين مما يزيد من القيمة التغذوية لهذه الاعلاف .

محطة انتاج علف مركز من التمور و مخلفاتها :

تمور – ازالة النوى ← انبات ← سحق ← تجفيف ← مسحوق النوى بروتين سكر الياف

↓

استخلاص ←

↓

ترشيح

↓

تخفيف العصير بالماء

↓

تخمر

↓

فصل الخميرة وغسلها بالماء

↓

(خميرة التوريولا)

↓

التجفيف

↓

خميرة التوريولا الجافة (تحوي 90 %) ← ← ← ← علاف حيواني يحوي برو تين و سكر و الياف و مواد معدنية

تلف

↓

تحفيف

↓

تلف يحوي على بروتين + سكر + الياف

تستخدم خميرة التوريولا للبروتين (بروتينات احادية الخلية) وهي غنية بالبروتين اذ تحوي 53 . 55 % من مكوناتها بروتين اضافة الى 6 % املاح معدنية مهمة مثل الفسفور و البوتاسيوم و المغنيسيوم و الفيتامينات و النياسين و كما تحتوي فيتامينات B وخاصة B1 و B2 و B6 واحماض امينية اساسية مثل الفالين واللايسين ان تدعيم الاعلاف الحيوانية من مخلفات التمور بها مهما لإنتاج اعلاف حيوانية غنية بالإضافة الى عصير التمور الرخيصة يستخدم في انتاج هذه الخمائر بعد تعديل المكونات و ضغط و الPH وفي الظروف الهوائية اذ تتكاثر و تتضاعف هذه الخمائر Candida utilize كل 2- 3 ساعات .

صناعة اخرى تدخل فيها التمور كمادة اولية :

1 . الخلال المطبوخ : . تعد هذه الصناعة من الصناعات القديمة التي يتميز الخلال المطبوخ بانه ذات نكهة جيدة ومن الممكن خزنه و لفترة طويلة دون تغير اضافة الى سهولة طحنه والحصول على مسحوق تطول مدة حفظه او يدخل في صناعات غذائية كثيرة . ان المهم في هذه الصناعة وصول التمور الى مرحلة الخلال و ما يصاحبها من تغيرات في اللون و التركيب الكيميائي و خاصة السكريات .

الخلال المطبوخ هو التمر الناتج من عملية الطبخ بعض انواع التمور بالماء و هي لا تزال في مرحلة الخلال حيث تغمر بعض الاصناف مثل البريم في قدور تحوي على الماء المغلي لمدة 20 . 40 دقيقة و بعد اخراجها من الماء تفرش على ارض نظيفة جافة صلبة و ان تكون التمور بشكل غير متلاصق مع بعضها و تترك في مكان نصف مظلل كما ان الماء المغلي لا يبدل بل يكمل باستمرار . يكون الخلال الخام داخل في صناعة 50 % من وزن الخلال الطري المطبوخ و يعزى هذه الى التشرب بالماء عند عملية الغلي ان من المهم استخدام التمر في مرحلة الخلال فقط لان تعدي هذه المرحلة يسبب فقدان مواد سكرية بدرجة اكبر اضافة الى تلين التمور في مرحلة الرطب بدرجة كبيرة و اكثر من خواص الخلال المطبوخ .

2 . مربى التمر : . عرفت صناعة مربى التمر منذ فترة طويلة في الدول العربية و خاصة في مصر اذا استخدم صنف التمر السامانى في الصناعة حيث تغسل الثمار و تنزع النوى و القشور و تغلى التمور في الماء لمدة ساعتين و يضاف اليها حامض الستريك و البكتين لقلة وجودها في التمور بصورة عامة و قد تضاف مواد محسنة للطعم و النكهة مثل الهيل او القشور اليوسفي كما جرى تصنيعها في بعض مناطق العراق مثل البصرة و تعرف مربيات التمور بانها تلك المنتجات التي تحظر عادة من طبخ الثمار مع السكر الى درجات حرارة او تركيز معين بحيث يصبح القوام سميك و يضاف اليها حامض او البكتين ان الخطوات الصناعة بصورة عامة تتمثل بغسل الثمار السليمة للتخلص من الاوساخ و الاتربة ثم تعرض التمور بعد الغسل للبخار الساخن لمدة 30 دقيقة لتسهيل نزع القشور من الثمار التي تزال مع النوى يدويا او بواسطة فاصلات النوى قد تستخدم ثمار كاملة او بشكل انصاف او يمحق اللب و يعرض اللب بعد اضافة كمية مساوية من الماء للغليان لمدة 10 .15 دقيقة لطبخ الب و ايقاف عمل الانزيمات لعد ذلك يضاف السكر و الحامض و البكتين و يغلى المزيج لدرجة الحرارة بحيث تصل الى 105 مْ قد تضاف مواد مطعمة بحسب النوعية للتغلب على النكهة التمور و تعبأ المربيات الناتجة في اوعية زجاجية نظيفة و معقمة .

المحاضرة 14

صناعة لب التمور

يعد لب التمور مادة اولية جاهزة لإدخالها في صناعات غذائية كثيرة مثل الصاص و المربيات و المعجنات اضافة الى استخدامه في الاستهلاك المباشر . تتلخص خطوات الصناعة باستلام وغسل والنشر على صواني ثم يعامل ببخار الماء لمدة 10 دقائق.

تجري بعد ذلك عملية نزع النوى و يهرس ثم يخلط مع عدة مواد مثل محلول السكر و ذلك لرفع المحتوى السكري . يصل تركيز العصير السكري الى حوالي 20 بركس اما اضافة الحموضة فتكون واطئة في التمور لذا ترفع بإضافة 0.2 % حامض الستريك الذي يحسن النكهة وكمادة حافظة و تضاف الى اللب مواد حافظة مثل Potassium metabisulphite لكي يمنع نمو الأعفان بعد ذلك تجرى عملية التعبئة و التعقيم بالحرارة.

صناعة مكعبات التمر و عجينة التمر:

تحتاج عملية انتاج تمور نظيفة و سليمة ذات محتوى منخفض من الالياف و تتم العملية بإزالة النوى و الاقماع يدويا او بمكننة خاصة بذلك تم تقطع التمور و تكبس وقد تمرر على مسحوق النشا لمنع الالتصاق. تحضر العجينة بطحن لب النمور و تكبس على شكل قوالب. كمية الناتج هذه المنتجات 100 % من اللب و 80 . 90 % من كمية الثمار الكاملة.

تصنيع مسحوق التمر

يستخدم الخلال المطبوخ في تصنيعه و يتم تجفيف التمر تحت التفريغ الى ما بين 3 . 4 % رطوبة بعد ذلك تطحن التمور على صورة مسحوق يتماز المسحوق الناتج بانه سريع الامتصاص للرطوبة و يحفظ في علب محكمة الغلق وهو سريع الذوبان في الماء يدخل هذا المنتج في الصناعات المعجنات و الحلويات و اغذية الافطار و المثلجات و اغذية الاطفال و يمكن خلط مسحوق التمر بنسبة 70 % من القهوة او الكاكاو و السكر وبنسبة 30 % و اضافة بعض العطور لإكساب المنتوج نكهة مميزة .

تعليب التمر الخلال في المحلول سكري

تمتاز تمور الخلال بقلة الحلاوة و انخفاض محتواها من السكريات مقارنة بالثمار بالمراحل النهائية لذلك انفراد الخلال بالنكهة و الطعم المميز المرغوب خاصة لدى المستهلك الاوربي فيه يتم حفظ التمور في مرحلة الخلال بمسحوق سكري بتركيز 20 % بعد اضافة 0.2 % حامض الستريك لرفع الحموضة و تحسين النكهة ثم يعبا المنتوج في علب صفيح ثم يعقبها لمدة 20 . 30 دقيقة باستعمال الماء المغلي.

استخدام التمور في صناعة الايس كريم

نظرا لاحتواء التمور على السكر بنسبة تصل الى مابين 55 . 65 % لذا استخدم كبديل للسكروز في صناعة الايس كريم (يضاف السكروز بنسبة 14 . 15 %) لذا اتجهت الانظار الى استخدام التمور كبديل للسكر جزئيا او كليا و تم الحصول على نتائج جيدة خاصة من ناحية الطعم و الرائحة و تتلخص الطريقة الصناعة بغسل الثمار و ازالة النوى ثم يضاف الماء بنسبة 1:1 مع التمور و تسخين لدرجة حرارة 85 مْ لمدة 30 دقيقة و ذلك لتلين الانسجة و قتل الاحياء المجهرية ثم ازلة القسور و الالياف بالترشيح بعد ذلك يدخل المتبقي من العجينة الى و العصير في صناعة الايس كريم.

انتاج الكراميل من عصير التمر

ينتج الكراميل من حرق السكريات الذي يعطي اللون البني و نكهة مميزة و يمكن بعد ذلك استخدامه في الصناعات الغذائية مثل المشروبات الغازية و المعجنات و منتجات اللحوم و المشروبات الروحية . ينتج لون الكراميل بمعاملة الحرارية ونتيجة لحساسية بعض المواد الكربوهيدراتية مثل السكروز والسكريات المختزلة واللاكتوز و المولات والمولاس والنشا. اذ بالتسخين يحصل البلمرة لوحدة المكونات الكربوهيدراتية السابقة. ان الكراميل لا يتأثر بالأحماض.

وتتلخص خطوات الصناعة بمعاملة الدبس المخفف بالماء بنسبة 3: 1 بحامض الكبريتيك المخفف ببطء والتسخين لدرجة الغليان وبعد ذلك يعامل هيدروكسيد الامونيوم وكبريتات الامونيوم و التسخين ثانية و اضافة كبريتات الصوديوم والامونيوم و الخلط الجيد ثم المعادلة الحموضة بإضافة هيدروكسيد الامونيوم والتسخين لدرجة حرارة 120مْ لمدة 4 ساعات و تضاف مادة هيدروكسيد الامونيوم و التسخين لمدة 2 ساعة مع الخلط المستمر بدرجة حرارة 120مْ بعد ذلك تجرى عمليات التبريد و الترشيح و التخزين.

بسكويت التمر

هو الناتج من عجن و تحميص طحين الحنطة وتتكون الخلطة من الحبوب مضافا اليها الزيوت والدهون والسكروز والكلوكوز وملح الطعام ومن الممكن ان تضاف اليها مواد اخرى ترفع من القيمة الغذائية وتحسن نكهتها وتستخدم التمر في اجرء استبدال جزئي او كلي للسكر مما يخفض من تكاليف الإنتاج ورفع القيمة الغذائية.

ويصنع بسكويت التمر من تحضير عجينة التمر كما سبق شرحها ويحضر الطحين والبيض والحليب واجراء عمليات العجن والتعتيق لإعطاء مطاطية للعجينة بعد ذلك تجرى عمليات التشكيل والتقطيع والشوي في افران لانضاج البسكويت ثم التبريد والتعبئة والتغليف.

رقائق التمر

توجد العديد من المنتجات التي تستخدم بها انواع من الفاكهة بشكل رقائق مثل قمر الدين الذي يصنع من المشمش وقد نجح استبدال المشمش بالتمور كمادة اولية في هذه الصناعة حيث يتم الانتاج باستخلاص العصير التمر بعد اضافة الماء بنسبة 32.065 لتر/كغم من التمر و بعد الاستخلاص تجرى عملية تجنيس العصير الناتج و يضاف so23 بتركيز 32.0جزءبالمليون جزء من العصير كعملية الكبرته لتحسين لون المنتج و كوسيلة حفظ ضد الفطريات و الحشرات بعد ذلك يضاف الى العصير حامض الليمون لإعطاء الطعم الحامض للرقائق وكمادة حفظ و بعدئذ يتم صب العصير في صواني مصنوعة من الحديد و الصلب الذي لا يصدأ و مغطاة بطبقة من ورق السلوفان لعد دهنها لزيت البارافين لمنع الالتصاق.

التمور واغذية الاطفال

ان مشكلة نقص الغذاء في العالم و خاصة البروتينية و انتشار امراض سوء التغذية اخذت تحظى في الوقت الحاضر باهتمام الاوساط العلمية و المنظمات الدولية في الاقطار النامية و من بينها الاقطار العربية. ان انتشار امراض سوء التغذية بين الاطفال و طلاب المدراس يشكل ظاهرة صحية خطيرة في العديد من الاقطار حيث ان هذه الامراض تلعب دورا كبيرا في زيادة نسبة الوفيات و كذلك خفض المستوى الصحي للفئات ذات الدخل المحدود من الناس . وهناك اسباب عديدة تؤدي الى انتشار الامراض و خاصة امراض سوء التغذية بين الاطفال و طلاب المدارس و من اهمها:

1 . اعتماد الفرد خاصة بالدول النامية في التغذية على اغذية فقيرة بالبروتين مثل الحبوب .

2. سوء التوزيع مواد الغنية بالبروتين على الفئات المختلفة من الناس .

3. عدم وجود وعي غذائي صحي كافي.

وان من اهم الحلول التي تقترح للتخلص من امراض سوء التغذية و بالتالي رفع المستوى الصحي للفرد العربي هو تصنيع اغذية غنية البروتين من المواد اولية محلية ومتوفرة.

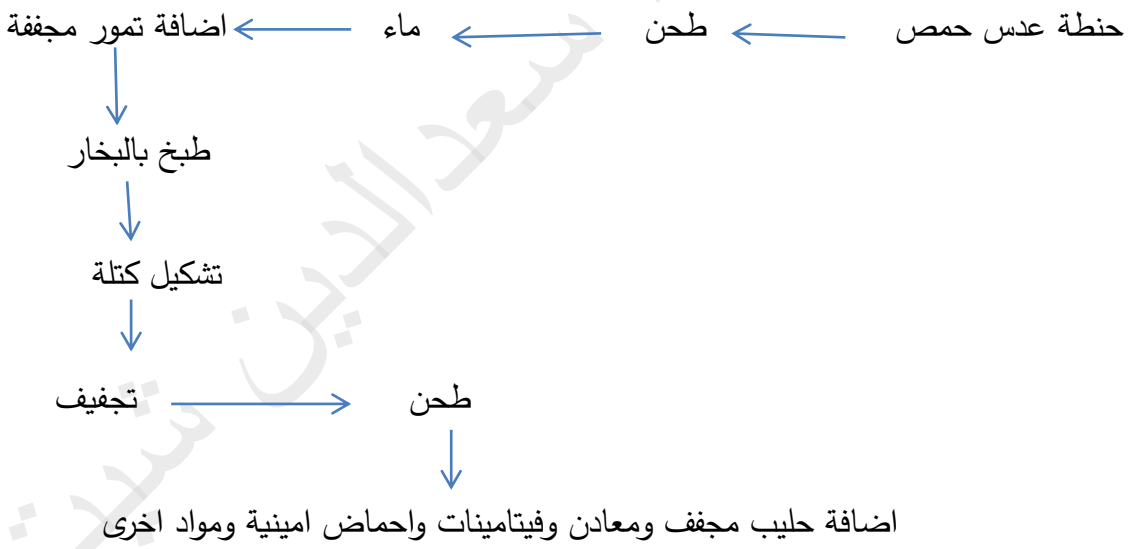
4. طرحها بأسعار رخيصة في المتناول جميع الفئات.

ومن حسن الحظ ان المواد الاولية اللازمة لقيام صناعة وطنية للأغذية الغنية بالبروتين تتوفر في قطرنا والاقطار العربية الاخرى، ومن هذه المواد البقوليات كالحمص والباقلاء والعدس والحبوب كالحنطة والرز اما بالنسبة للمصدر السكري وخاصة السكريات البسيطة السهلة الهضم فيمكن اعتبار التمور مصدر ممتاز وربما افضل المصادر وارخصها اذ تمتاز باحتوائها على العديد من السكريات البسيطة بالإضافة الى املاح المعدنية وخاصة الكالسيوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم وغيرها كما تحتوي على العديد من الفيتامينات المهمة لتغذية الانسان والاطفال بصورة خاصة اضافة الى ما تحتويه التمور من البروتين ودهن وغير ذلك.

خطوات التصنيع وانتاج الاغذية الغنية بالبروتين:

ان طريقة الطبخ بالبثق Extrusion cooking procedure تعتبر من اكثر الطرق استعمالا في صناعة الاغذية الغنية بالبروتين Protein rich foods و في هذه الطريقة يتم خلط مكونات الغني بالبروتين سواء اكانت من الحبوب او البقول او البذور الزيتية و طبخها معا ، باستعمال درجات الحرارة عالية وفي وقت قصير Short time high temperature كما انه من مميزات هذه الطريقة التحكم بمستوى الرطوبة اثناء العمليات التصنيعية يقوم جهاز البثق Food cooking بعمل العجينة من المكونات التي ستدخل في صناعة الغذاء الغني بالبروتين و التي تم ترطيبها باستخدام البخار على درجات الحرارة تتراوح بين 82- 99 مْ و تحت الضغط الجوي الاعتيادي. بعد ذلك يتم تشكيل العجينة الى اشكال مناسبة ومن ثم تقطع الى قطع بأطوال واشكال مختلفة بعد عملية الطبخ بعملية البثق بعدها تتم عمليات تجفيف المنتوج في الفرن بدرجات حرارة معتدلة ثم تبرد للمحافظة على مكونات الغذاء وخاصة الحساسية للحرارة العالية. تصل درجة حرارة التجفيف الى 115- 185 مْ لمدة 10- 20 ثانية بعد ذلك يطحن الناتج ويحول الى مسحوق.

هذا المخطط لخطوات تصنيع غذاء اطفال من التمور ومواد اخرى



التعبئة

تستخدم طريقة الطبخ بالبثق في عدة صناعات اخرى مثل صناعة اغذية الافطار الحبوبية Breakfast cereals والوجبات الخفيفة Snacks و كذلك عمليات الجلتنة Gelatinization لكل ممن فول الصويا و الحبوب و النشويات و التي تم انتاجها باستخدام طريقة البثق و يمكن ان تكون بأشكال مختلفة:

1 . مساحق وهذه يمكن خلطها مع الماء بسهولة و الحصول على مرطب خني بالطاقة و البروتين كما يمكن استخدام هذه المساحيق في عمل الخبز و المعجنات و الفطار و غيرها .

2 . Snacks او الوجبات الخفيفة الغنية بالبروتين والتي تغطى بالمطعمات والسكر والتمور كبديل.

3 . اغذية الافطار الحبوبية .

4 . البسكويت .

5 . المعكرونة السريعة .

و يوجد نوعين من اجهزة الطبخ الاول كفاءته تصل الى 800 كغم / ساعة والثاني 450 كغم / ساعة .

استخدام التمور في انتاج مخاليط غذائية غنية بالبروتين :

جرت دراسات لاستخدام تمور في انتج غذاء غني بالبروتين . اذ ان المصادر البروتينية التي استخدمت في انتاج هذه المخاليط بالإضافة الى تمور الحمص و العدس و الحليب المجفف كما تم تدعيم الخليط ببعض الفيتامينات والحديد والأحماض الامينية مثل الميثيونين وبعد الخلط جرى تقيم القيمة الغذائية من حيث محتواه من البروتين والدهن والرماد والالياف و السكريات والاحماض الامينية و الاملاح المعدنية اذ ظهر هذه الخليط كقيمة غذائية مرتفعة تعادل الكثير من الاغذية المستوردة بالإضافة الى ان هذه المخاليط تمتاز بانخفاض كلف انتاجها و تحتوي على العناصر الغذائية الضرورية التي يحتاجها الاطفال وطلاب المدارس وذات مواصفات تقع ضمن المعايير الدولية كما يمكن ان تحفظ هذه المخاليط في عبوات من البولي اثلين خاصة اذا حضرت بصورة جيدة مع انخفاض محتواها الرطوبي حيث من الممكن ان تخزن لفترة لاتقل عن السنة دون ان يحدث فيها تغيرات غير مرغوبة و فيما يتعلق بالحالة الميكروبية فان انتاجها بطرق صحية من الممكن ان يحفظها من التلوث و الخاصة الميكروبات المرضية ومن ناحية الطعم و الرائحة فن هذه المنتجات يغلب عليها نكهة التمور الا ان الاستبدال الجزئي للمواد السكرية بالتمور يقلل من ظهور هذه العيوب في النكهة.

مشروب التمر المرطب:

صنعت مشروبات ومرطبات من عصائر الفاكهة مثل البرتقال والكريب فروت والرمان والعنب وغيرها وهناك دراسات حول اضافة مواد اخرى بنسبة قليلة مثل اضافة 4 % من عصير التمر. ومن الممكن خلط عصير التمر مع الحليب بنسب 65 % بالحجم حليب 35 % وعصير التمر كما قد يضاف السكر والمثبتات بنسبة قليلة.

وتشمل خطوات التحضير:

1 . تبريد الحليب و عصير التمر الى درجات حرارة منخفضة تتراوح بين صفر و4 °م كل على حدة.

2 . يوزن المثبت و يخلط بعشر امثاله من السكر و يضاف الى الخليط .

3 . تعتيق الخليط بدرجة حرارة صفر الى 4 مْ لمدة 20 دقيقة .

4 . يضاف عصير التمر المبرد الى الخليط و المثبت و يمزج جيدا .

5 . يعدل الpH الى ما بين 6.2- 6.5 .

6 . يبتسر بدرجة حرارة 75 مْ لفترة قصيرة .

د. بسماء سعدالدين شيت

المواصفات القياسية للتمور

تلاقي الاقطار المنتجة الكثير من المشاكل في التجارة الخارجية للتمور بسبب عدم وجود مواصفات ثابتة للتمور بالنظر بكون الدول تحاول تغير المواصفات التمور التي تشتريها بين الآونة والاخرى. والمواصفات القياسية التي الاشتراطات الواجب توفرها في المادة وهي الاسلوب اعلمي الذي يحدد به المتطلبات والخواص الواجب توفرها في المنتوج لكي يتهيأ له من الجودة وانخفاض التكاليف مما يحقق الفائدة لدى المستهلك والمنتج وتشمل المواصفة طرق الفحص والاختبار والتأكد من مطابقة المنتوج للمواصفات المطلوبة وهو امر مهم للتصدير وللاستهلاك الداخلي فمثلا التمور التي تتميز بدرجة الجودة العالية تحظى بإقبال عالي من السوق لذلك فان الدول المنتجة للتمور تحاول تطوير تمورها وتحسين تعبئتها وتصنيعها .

مفهوم المواصفة

يقصد به وضع الاسس و الضوابط لأجل ايجاد متطلبات تستند على عوامل فنية و علمية اضافة الى الخبرة العملية و تعمد هذه على الاسس :

1 . تحديد نوعية التمور .

2 . تحديد الاشتراطات العامة (المتطلبات و الخواص) .

3. تحديد طرق القياس و الفحص و التحليل .

4 . ايجاد احسن الطرق للخزن .

5. ايجاد افضل طرق التعبئة وز التغليف .

كيفية تطبيق المواصفات للتمور:

1. تحديد مواصفات التمور الخام.

2 . طرق التفتيش على التمور المعدة للتصدير وشروط القبول والرفض بالنسبة للعقود.

3 . الشروط الصحية الواجب اتباعها في خزن التمور ومنتجاتها.

4. توفير الاجهزة المختبرية الحديثة للازمة للفحص.

5 . متابعة التطورات الحديثة لغرض تحسين اساليب تعبئة التمور.

كيفية وضع مواصفات التمور:

1 . تحديد المجال: مواصفات التمور منزوعة النوى المعدة للاستهلاك لبشري ولاتشمل التمور المعدة للأغراض الصناعية.

2 . و صف المنتوج: و تشمل كون التمور سليمة ناضجة و متماثلة اللون و الحجم و من صنف واحد.

3 . اصناف التمور من حيث المحتوى السكري وتشمل :

* التمور المحتوية على سكر القصب (السكروز).

* التمور المحتوية على السكريات الاحادية (الكلوكوز والفركتوز).

4 . تحديد الانواع و تشمل هل هي منزوعة النوى او غير منزوعة وانواع اخرى مثل:

1 . تمور مضغوطة ميكانيكيا.

2 . معبئة او مصفوفة.

3 . تمر فل او مع العثوق او السيقان.

5 . تصنيف الحجوم صغيرة أو متوسطة أو كبيرة .

6 . عومل الجودة: محتوياتها من الرطوبة والسكر والنوى وغيرها .

العيوب:

أ . تمور مصابة بلفحة الشمس .

ب . تمور متضررة ميكانيكيا (تمزق ، تكسر ، تشقق).

ت . تمور غير ناضجة.

ث . احتوائها على الشيص (ثمار عذرية) .

ج . وجود الشوائب و الاوساخ .

ح . تمور مصابة بالحشرات .

خ . تمور متخمرة و حامضية .

د . تمور متعفنة .

ذ . تمور تالفة و متفسخة .

8 . المضافات الكيميائية : لا يسمح بوجود مضافات في التمور.

تجرى في اقسام السيطرة النوعية فحوصات منتظمة و تشمل مايأتي:

أ . فحص التمور المستلمة من المنتجين لمطابقتها مع المواصفات و تحديد العيوب .

ب . تحديد درجة جودة التمور و مجالات تصريفها في الاسواق .

ج . القيام بالفحص التجريبي بعد كل عملية صيانة هل التمور مطابقة للمواصفات القياسية.

تحديد نوعية التمور الخام المستلمة :

تستلم التمور الصالحة للاستهلاك البشري من منتجيها و هل التمور مطابقة للمواصفات القياسية .

شروط المواصفات القياسية اذ تصنف التمور كالاتي :

1 . التمور الممتازة : و يشترط فيها الاتي :

A . اذ تحوي ما لايقل عن 50 % من التمور الخام الممتازة .

B . ان تحوي على ما لايقل عن 10 % من وزن التمور الاعتيادية .

C . المتبقي من التمور الجيدة .

2 . التمور الجيدة و يشترط فيها :

A . ان تحوي على ما لايقل عن 50 % من التمور الجيدة .

B . ان تحوي على ما لايقل عن 25 % تمور اعتيادية .

C . المتبقي التمر خام ممتازة .

3 . التمور الاعتيادية : و يشترط فيها الاتي :

أ . ان تحوي على ما لايقل عن 50 % تمور اعتيادية .

ب . ان تحوي على ما لايقل عن 10 % تمور خام ممتازة .

ت . المتبقي تمر جيد .

الشروط الواجب توفرها في التمور المكبوسة : تقسم هذه التمور الى ثلاث درجات من النوعية :

اولاً: التمور الممتازة ويشترط فيها:

أ . خالية من العيوب ومتماثلة اللون و الحجم و الشكل بصورة عامة .

ب . خالية تماما من الاصابات الحشرية .

ت . لا تزيد نسبة الاصابة الحشرية عن 10 % عددا .

ث . يحوي كلغم على ما لايقل عن النسب الواردة في الصنف التمر الممتاز .

ج . لا يقل طول الثمرة لكل صنف عن ارقام معينة ترد في جدول لهذا الغرض .

ح . لا يزيد عدد النوى في الكيلوغرام الواحد من التمور المنزوعة النوى عن 2، فيما يجب عدم زيادة قطع النوى عن 4 .

خ . لا تزيد نسبة الرطوبة عن 20 % .

د . لا يزيد عدد الاقماع في الكيلوغرام الواحد من التمور منزوعة النوى عن 8 .

ذ . خالية تماما من التمور المتضررة بالعفن او الحموضة .

ر . لا يحوي على اكثر من 5 % وزنا و غير المطابقة لهذه الشروط .

ثانيا : التمور الجيدة و يشترط فيها:

1 . ان تكون خالية من العيوب و متماثلة اللون و الحجم و الشكل .

2 . خالية تماما من الاصابات الحشرية .

3 . لاتزيد نسبة الحشرات الميتة عن 10 % عدد .

4 . يحوي الكيلوغرام الواحد على نسب الواردة في التمور الجيدة .

5 . طول الثمرة مطابق لطول الاصناف الواردة في جداول خاصة .

6 . لايزيد عدد النوى في الكيلوغرام الواحد من التمور منزوعة النوى عن 3 اما قطع النوى فلا تزيد عن 6 .

7 . لا يزيد عدد الاقماع في الكيلوغرام من التمور منزوعة النوى عن 10.

8 . خالية من التمور المتضررة بالعفن و الحموضة .

9 . لا تزيد نسبة الرطوبة عن 20 % وزنا .

10 . لا تحوي على اكثر من 8 % وزنا من التمور غير المطابقة للمواصفات السابقة الذكر.

ثالثا : التمور العادية و يشترط فيها :

A . ان تكون خالية من العيوب نوعا و مقبولة الشكل و الحجم و اللون .

B . لاتزيد نسبة الاصابة بالحشرات واثارها عن 25 % عددا .

C . ان تكون غير متعفنة .

D . ان لا تحوي على اكثر من 15 % وزنا من التمور غير المطابقة للمواصفات السابقة.

أ. بسماء سعدالدين شيت