Glucose isomerase فيتحول في هذه الطريقة حوالي ٤٢ % من الكلوكوز الى فركتوز وبذلك ترتفع حلاوة العصير المنتج الذي يكون في هذه الحالة عبارة عن مزيج من الكلوكوز والفركتوز ويسمى High Fructose Corn Syrup (HFCS) وكما ذكرنا فأن السكر السائل المنتج من التمور سيحتوي على ٥٥% كلوكوز ٤٥% فركتوز وعندئذ يمكن رفع درجة حلاوة هذا السكر بتحويل قسم من الكلوكوز الى فركتوز وقد تمت بالفعل اكثر من دراسة في هذا المجال تم خلالها استخدام طريقة جديدة في التحويل وهو بأستخدام الطريقة الكيمياوية كأستخدام مادة الومينات الصوديوم بعد ان تكون على شكل مفاعلات عمودية لتضمن تحول مستمر دون حدوث التحطم القاعدي . وقد تم التوصل الى سكر سائل يحتوي على حوالي ٨٥% فركتوز وبذلك تضاعفت حلاوة السكر السائل الا ان هذه الدراسات لازالت قيد التطوير والبحث.

ان الغاية من انتاج السكر السائل في العراق هو استغلال الانواع الغير جيدة من التمور ولربما المتضررة وتحويلها الى السكر السائل الذي يتمتع بأسواق رائجة في العالم بدل ان يضطر العراق الى تصديرها بأسعار منخفضة .

**يمكن تلخيص مراحل انتاج السكر السائل بما يلي :**

١- استخلاص عصير التمر .

٢- ازالة الشوائب والمواد العالقة من العصير المستخلص .

٣- ازالة المواد الملونة وقصرها بالكاربون الفعال Chacoal Clarification

٤- ازالة الاملاح المعدنية مع المواد الملونة المتبقية بالمبادلات الايونية Ion Exchangers

٥- التبخير تحت الضغط المخلخل.

ان المراحل ٥,٢,١ هي نفس المراحل المتبعة في انتاج الدبس المحسن الا ان السكر السائل يختلف عن الدبس بالخطوتين ٤,٣ وهي الخطوتين اللتان تضمنان تخلصه من اللون والاملاح المعدنية ليكون بشكل رائق .

**ازالة المواد الملونة وقصرها بالكاربون الفعال :**

يسخن عصير التمر الناتج بعد ازالة البروتينات والبكتين منه الى درجة حرارة تتراوح بين ٤٥ – ٥٠م° ثم يضاف اليه مع المزج الجيد محلول الكاربون الفعال في الماء وبكمية تساوي حوالي ٠,٢٥% من وزن التمر المستعمل في الانتاج .

يضاف محلول الكاربون تدريجياً لفترة نصف ساعة يترك بعدها المحلول نصف ساعة اخرى ليمتزج جيداً ويضاف له بعد ذلك ٠,٥% من وزن التمر المستعمل مادة مساعدة على الترشيح مثل الـ *Kieselghur* او الـ *Fuller Earth* يرشح المزيج بعدها خلال مرشحات تحت الضغط Filter Press حيث يكون العصير بعدها اصفر اللون شاحباً خالياً تقريباً من جميع الشوائب العالقة .

الا ان لونه قد يُسمر نتيجة لتأكسد بعض المواد الملونة المتبقية . لذلك يجب التخلص من جميع المواد الغير سكرية اذا اريد الحصول على عصير رائق لكي لا يتغير لونه عند تعرضه للهواء الجوي .

**المعاملة بالمبادلات الايونية : *Ion Exchangers***

هنالك نوعين من المبادلات الايونية

١- المبادلات الايونية الموجبة *Cation exchangers*

٢- المبادلات الايونية السالبة *Anion exchanger*

المبادلات الايونية عبارة عن مركبات عضوية غير قابلة للذوبان في الماء مثل الـ *Amberlite Resin* وهذه المبادلات تحوي مجاميع فعالة حامضية او قاعدية ، حيث تسحب هذه المبادلات الاملاح الذائبة في عصير التمر .

ان المبادلات الايونية الموجبة تمتاز بأحتوائها على مجاميع حامضية قابلة للتبادل مع الايونات الموجبة من الاملاح ومن هذه المجاميع الـ COOH - او السلفونيك $SO_3H$ اما المبادلات الايونية السالبة فتمتاز بوجود مجاميع قاعدية مثل الـ $NH_2$ – والـ $OH$-

عند امرار العصير بعد التسخين الى ٢٠ – ٣٠ م° خلال اعمدة التبادل الايوني الموجبة ستحل ايونات $Na+$ , $k+$ , $Ca+^2$ وغيرها من الفلزات الموجودة في العصير محل الهيدروجين الموجودة في المجموعة الحامضية للمبادلات الايونية . وبهذا سيدخل ايون الهيدروجين الى العصيروبالتالي سيرفع من الحموضة الفعلية (PH-٢-٣) بعد ذلك يمرر العصير خلال اعمدة التبادل الايوني السالبة فتحل الايونات السالبة الموجودة في العصير مثل $CO_3^{-2}$ , $SO_4^{-2}$ , $Cl^-$ محل مجاميع $OH^{-1}$ او الـ $NH_2$ في مادة التبادل الايوني وفي هذه الحالة سيعادل ايون الهيدروجين ايونات الـ OH الناتجة ليكونان الماء ويعود بذلك العصير الى حالة التعادل الاولية من حيث قيمة الحموضة الفعلية – 6.5 . 5.5 PH

بهذه العملية تكون جميع الاملاح الذائبة في العصير قد زالت فيصبح عصير التمر المخفف عبارة عن محلول عديم اللون والرائحة يحوي سكراً فقط ولايتغير لونه عند تعرضه للهواء ويمكن ان يحافظ على صفاته هذه لمدة طويلة اذا خزن في ظروف خزن جيدة . ان المبادلات الايونية تفقد نشاطها بعد فترة من العمل لذا يجب غسلها بمحلول يعيد لها شحنتها ثانيةً . وعادة تغسل المبادلات الايونية الموجبة بحامض الكبريتيك او الهيدروكلوريك بتركيز 2N اما المبادلات السالبة فتعامل بالـ NaOH بتركيز 1N ثم تعامل المبادلات بالماء لازالة اثار الحوامض والقواعد قبل استعمالها .

يضخ العصير الناتج بعد ذلك الى المبخرات التي تعمل تحت ضغط المخلخل لرفع تركيزه في المرحلة الاولى الى ٤٥ بركس وعلى درجة حرارة ٥٠ – ٥٥ م° ثم يركز في المرحلة الثانية الى ٧٠ بركس او اكثر وتحت الضغط المخلخل ايضاً . حيث يعبأ بعدها في براميل مطلية من الداخل لمنع ذوبان بعض الايونات المعدنية مثل الحديد في محلول السكر والتي تكون في الغالب مادة ملونة معقدة التركيب مع السكر وبالتالي تؤثر على نوعية السكر السائل المنتج .

*** الحلويات : Sweetness**

تعد التمور احد اصناف الفواكه اللذيذة الحلوة المذاق ، لذلك اقترنت بتجارة العرب على مر الزمن حيث كانت الغذاء الذي لايستغنى عنه لما تتميز به هذه الثمرة من قيمة غذائية عالية ولكونها تحتوي على احد المكونات الرئيسية للغذاء وهي السكريات . ونتيجة للتقدم التكنلوجي وظهور انماط جديدة من الحلويات زاد الاهتمام بتطوير هذه الصناعة وانتاج انواع جديدة تستخدم فيها التمور كمادة اولية بحيث تلائم رغبات المستهلك وتتماشى مع النمط الغذائي السائد الان ومن هذه المنتجات الحامض حلو ، التوفي ، المصقول ، المربيات ، الحلوى البكتينية ، الحلوى الجلاتينية ، رقائق التمر ، الشيكولاتة ، اصابع التمر ، وغيرها من المنتجات .

*انتاج مربيات التمور : Production of Date Jams

المربى : Jam

هو المنتوج المحضر من الفاكهة بشكلها الكامل او المقطع او لُبها فقط ويمكن ان يضاف العصير المركز للفاكهة كمكونات اضافية ويمكن ان تحفظ الفاكهة في محلول سكري بوجود البكتين والحوامض العضوية الصالحة للاستهلاك .

ان تكون الظاهرة الهلامية Jell في وسط حامضي يحتوي على السكر والبكتين يرجع نتيجة لتكوين روابط عرضية CrossLinkage بين سلاسل جزيئات البكتين ويشترط لتكوين الحالة الهلامية في مثل هذه الاوساط توفر كمية كافية من البكتين ودرجة مناسبة من تركيز ايونات الهيدروجين وكمية كافية من السكر لاتقل عن ٦٠% .

خطوات انتاج مربى التمر :

١- تغسل الثمار السليمة غسلاً جيداً بالماء .

٢- تعرض التمور المغسولة للبخار لمدة ٣٠ دقيقة لتسهيل عملية نزع القشور وتطرية الثمار.

٣- تزال القشور والنوى بأستعمال اليد او الة نزع النوى وقد تقطع الى نصفين او تبقى كما هي

٤- تضاف كمية مساوية بالوزن من الماء الى لب التمر ويترك ليغلي مدة ١٠ – ١٥ دقيقة لغرض طبخ اللب وايقاف عمل الانزيمات .

٥- يضاف بعد ذلك كمية السكر والبكتين وحامض الستريك او التارتاريك .

٦- يغلى المزيج بعدها مدة ٣٠ – ٤٠ دقيقة الى ان يصل تركيز المواد الصلبة الذائبة الى ٦٥ – ٦٧ %.

٧- يطعم المربى المصنع بمطعمات مختلفة حسب الرغبة من خلاصة رائحة المشمش او الورد ... الخ ثم يعبأ ساخناً في اوعية زجاجية نظيفة وجافة

٨- تقفل الاوعية الزجاجية ويعقم المنتوج في ماء مغلي لمدة ٢٠ دقيقة للقضاء على الاحياء المجهرية ثم يترك ليبرد ويخزن في درجة حرارة الغرفة .

انتاج الحلوى البكتينية من سكر التمر السائل :

تحضير الحلوى البكتينية :

تم تحضير الحلوى البكتينية كمرحلة اولى على نطاق مختبري ، تم خلط البكتين مع الماء بواسطة خلاط كهربائي وعلى دفعات منعاً لتكتل البكتين ثم وضع الخليط في وعاء مصنوع من معدن غير قابل للصدأ يحتوي على السكر السائل ، سخن المزيج واضيف اليه حامض الستريك مع التحريك المستمر عند درجة ٨٥م° وبركس ٦٨ اما اللون والنكهة فقد تمت اضافتهما عند درجة حرارة ٦٧م° وبركس ٧٠ ثم تعبئة المنتوج في عبوات زجاجية .

* نسب المكونات الداخلة في صناعة الحلوى البكتينية

74 – 84% سكر سائل

1.46% بكتين

1.12% حامض

9.55% ماء

اما النكهة واللون فتكون حسب الرغبة :

ان من اهم مميزات استعمال السكر السائل المستخلص من التمور في انتاج الحلوى البكتينية مقارنة بالسكروز هو ان السكر السائل يحتوي على نسبة عالية نوعاً ما من سكر الفركتوز وهذا السكر ذو حلاوة عالية اضافة الى فوائده التغذوية والصحية . فالحلوى البكتينة تعتبر مصدر جيد للسكر وبالتالي مصدر للطاقة ليصبح بامكان الجسم القيام بالفعاليات الحيوية اليومية .

جدول يوضح بعض مكونات الحلوى البكتينية مقارنة مع المربى الموجودة في السوق :

| المكونات % | الحلوى البكتينية | المربى |
|---|---|---|
| الرطوبة | 28.61 | 22.42 |
| المواد الصلبة الذائبة | 70.00 | 70.00 |
| السكر الكلي | 97.70 | 96.82 |
| البروتين | 0.97 | 0.84 |
| الرقم الهيدروجينيPH | 4.02 | 4.05 |
| الحموضة الكلية | 0,80 | 0,77 |
| الرماد | 0,535 | 0,411 |

العيوب التي تظهر في انتاج الحلوى البكتينية وطرق معالجتها :

١- تصلب الحلوى البكتينية

٢- تكون قطرات مائية

٣- ظهور حالة التشكر في الحلوى

٤- ظهور اللون الداكن

ان معالجة تصلب الحلوى البكتينية يتم بأستعمال الكمية المناسبة من البكتين لتحقيق التوازن المطلوب مابين السكروز والبكتين والحامض .

يرجع تكون القطرات المائية الى زيادة نسبة الحامض المضاف مما يؤدي الى زيادة تحلل البكتين ونضوح قطرات الماء الى الخارج ويعالج هذا العيب بضبط كمية الحامض المضافة .

يرجع ظهور التشكر الى زيادة كمية السكر المتبلور (السكروز) المضافة في بعض الخلطات ولمنع ذلك يستخدم السكر السائل بدلاً منه .

اما اللون الداكن فيعود الى استخدام الحرارة العالية اثناء طبخ الحلوى مما يؤدي الى كرملة السكريات .

* انتاج الحلوى الجيلاتينية من التمور :

تم انتاج حلوى جيلاتينية بأستخدام التمور ومنتجاتها حيث استخدمت تمور الزهدي في هذه الصناعة وذلك لاستثمار تمور الزهدي لانها تعتبر من ارخص التمور .

* المكونات الاساسية للحلوى الجلاتينية :

١- عجينة التمر ٢- سكر التمر السائل ٣- الجيلاتين ٤- النشأ
٥- حامض الستريك ٦- الصمغ العربي ٧- النكهة

تحضير الحلوى الجيلاتينية من التمور :

حضرت نماذج الحلوى الجيلاتينية وذلك بفرم تمور الزهدي بعد نزع الاقماع والنوى حيث وزنت الكمية المناسبة من عجينة التمر واضيفت الى السكر السائل بعد وزنه بعد ذلك رفعت درجة حرارة الخليط الى درجة حرارة معينة مع التحريك لغرض الحصول على خليط متجانس ومن ثم خفضت درجة الحرارة واضيف النشأ الجلاتين والصمغ مع التحريك المستمر ، ومن ثم تمت اضافة اللوز او مبروش جوز الهند او فستق الحقل ... ثم اضيفت النكهة كالبرتقال او الموز او الليمون او الشكولاتة بعد ذلك صب المزيج في قوالب وضعت في الثلاجة لغرض الاسراع من عملية التجلتن .

* العيوب التي تظهر في الحلوى الجيلاتينية وطرق علاجها :

١- سيولة الحلوى الجيلاتينية اثناء التصنيع .
٢- قلة حلاوة الحلوى الجيلاتينية المصنوعة من عجينة التمر والسكر .
٣- اللون الداكن
٤- ازدياد درجة حموضة الحلوى الجيلاتينية .

تعالج سيولة الحلوى الجيلاتينية بالالتزام بالنسبة الثابتة للمواد الداخلة في صناعتها خصوصاً السكر والحامض والجيلاتين .

ترجع قلة حلاوة الحلوى الجيلاتينية بسبب ارتفاع نسبة الماء في عجينة التمر .

اللون الداكن يعالج بضبط درجة حرارة المعاملة ووقتها .

الالتزام بكمية الحامض تحد من ارتفاع درجة الحموضة في الحلوى الجيلاتينية .

* انتاج رقائق التمر (قمر الدين) :

هنالك الكثير من المنتجات الشائعة والمنتشرة في معظم بلدان العالم ومنذ القدم مثل انتاج المشمش المجفف وهرس المشمش وتجفيفه في اواني خشبية او معدنية تحت الشمس لانتاج رقائق المشمش (قمر الدين) . ان عملية التجفيف الشمسي كانت تقتصر على ثمار الفواكه الغنية بالكاربوهيدرات مثل ثمار التين والعنب ثم توسعت لتشمل ثماراً اخرى ومنها التمور .

لقد نجحت الدراسات بأنتاج رقائق التمور المجفف والتي تتناسب مع تطور النمط الغذائي للمستهلك . وتعتمد العملية على استخلاص عصير التمر بعد اضافة الماء بمعدل ٢٥٠لتر ماء لكل ١٠٠ كغم تمر ثم تجري عملية تجنيس للعصير . ويمكن ان تضاف مواد لقصر اللون مثل $SO_2$ بتركيز 20pmm وقد يضاف ايضاً مقدار من حامض الستريك لاعطاء الطعم الحامض للرقائق . وقد تضاف مواد نشوية او الـ DextrinCarboxyMethylCellulose (CMC ) وملونات لاجل اعطاء قوام ولون افضل للمنتوج (قمر الدين) .

خلطة نموذجية لرقائق التمر (قمر الدين)

عجينة التمر ٤٠% سكروز ٤% حامض ٤% شيرا ١٠%

صمغ ٢% نشأ ٤% ماء ٣٦%

العيوب التي تظهر في انتاج رقائق التمر :

١- ظهور اللون الداكن في الرقائق .٢- ظهور الطعم النشوي في الرقائق .٣- سيولة رقائق التمر .٤- قلة الحلاوة للمنتوج .

ترجع السيولة في الرقائق لعدة اسباب منها زيادة نسبة الماء المستخدمة في الخلطة زيادة نسبة الحامض المستخدم ، عدم استخدام الصمغ العربي بالكمية المطلوبة . اضافة الى المنتوجات المذكورة سابقاً فقد دخل التمر في جوانب اخرى لصناعة الحلويات مثل انتاج اصابع الحلوى من التمر Dates Bar انتاج المصقول كحشوة داخلية ، وفي انتاج التوفي كسكر سائل ، والحامض حلو ايضاً على شكل حشوة داخلية او دخوله كسكر سائل بدلاً من السكر العادي .في انتاج مسحوق التمر وخاصة الخلال المطبوخ حيث يدخل عندهافي صناعة المعجنات والحلويات واغذية الافطار والمثلجات واغذية الاطفال كما انه اي التمر دخل في صناعة الايس كريم بدلاً من السكروز حيث استخدم على شكل عجينة بدلاً من السكروز بنسبة تتراوح بين ٢٥ % الى ١٠٠ % ولكن افضل نسبة كانت بحدود ٧٥% استبدال من حيث الطعم والنكهة والتقبل .