تطوير انتاج مُركز لسُكري الكلوكوز والفركتوز من التمور

محمد مؤيد محمد علي مدلول مرعي علي مؤيد محمد علاء خضير اسماعيل

وزارة العلوم والتكنولوجيا / دائرة البحوث الزراعية

بغداد – العراق

الخلاصة

توصل هذا البحث الى ترويق عصير التمر باستخدام الحوامض وانتاج مُركز لسُكري الكلوكوز والفركتوز نقي ذات لون اصفر فاتح رائق وعديم الرائحة والطعم غير المقبول (عدا طعم السكر) وبكمية تصل الى اكثر من 60% من الوزن الجاف للتمر بتركيز 70 بركس. وقد وجد بأن افضل رقم هيدروجيني تم فيه ترسيب المواد البروتينية وتحلل المواد البكتينية المتواجدة في عصير التمر يتراوح مابين 2–3.5 فضلاً عن ذلك لوحظ حدوث انخفاض في درجة العكارة للعصير المروق بالحامض من 0.719 (عصير تمر غير مروق pH=5.3) الى 0.024 (عصير تمر مروق pH=3.5) مع تحسن واضح في شدة اللون للعصير المروق من 8515 ايكومسا (عصير تمر غير مروق pH=5.3) الى 1450 ايكومسا (عصير تمر مروق pH=3.5)، كما استخدمت مادة اوكسيد الكالسيوم مع حامض الكبريتيك في تجارب اخرى لتعديل الرقم الهيدروجيني للعصير قبل عملية الترشيح وفصل المواد البكتينية والبروتينية، واستخدمت كذلك المبادلات الآيونية الموجبة والسالبة الشحنة بالاضافة الى عمود امتزاز في تنقية عصير التمر وقصر لونه.

الكلمات المفتاحية: مركز سكري الكلوكوز والفركتوز، نخيل التمر وتنقية عصير التمر.

Production Development of Glucose and Fructose Sugar Concentrate from Dates.

Mohammed Moayyad Mohammed Ali Madlool Marie
Ali Moayyad Mohammed Alaa Khudair Ismail
Ministry of Science and Technology / Agricultural Research Directorate
Baghdad – Iraq
E-mail: Mohakim2007@yahoo.com

Abstract

Glucose and fructose sugar concentrate from dates was obtained by using acid technique, The product had a bright yellow clear color, odorless and free from undesired taste (except sugar taste) with a quantity reached more than 60% from date weight (70 brix) on dry basis. It was found that the most suitable pH-number for the precipitation of protein and hydrolysis of pectin was between 2-3.5 and a decrease in turbidity was observed from 0.719 (unclarified date juice pH=5.3) to 0.024 (clarified date juice pH=3.5) with an obviously improvement in juice color intensity from 8515 ICUMSA (unclarified date juice pH=5.3) to 1450 ICUMSA (clarified date juice pH=3.5). Calcium oxide and sulphuric acid were used in other experiments to neutralize the pH-number for the juice before filtration and separation of pectin and protein. Cation and anion exchange resins in addition to an adsorbent resin were used to clarify and bleach date juice.

Key words : Glucose and Fructose Concentrate, Date Palm and Date Juice Clarification.

المقدمة

يعد مُركز سُكري الكلوكوز والفركتوز احد قنوات تصنيع التمور العراقية ورفع قيمتها الاقتصادية، ونتيجة للوجود الطبيعي لخليط سكري الكلوكوز والفركتوز والقليل من السكروز فانه يعد من المركزات المتميزة حيث تشير أغلب البحوث المنشورة عن مُركز سُكري الكلوكوز والفركتوز المنتج من التمور الى إحتواءه على سكريات مختزلة هي الكلوكوز والفركتوز بنسبة وزنيه 60-65% وسكر السكروز بنسبة وزنيه تتراوح بين 0-5% (*بنيامين وجماعته، 1985*). لقد ازداد انتاج التمور في العالم خلال الثلاثون سنة الماضية وبلغ انتاج التمور في العراق سنة 2010 حوالي 566.000 الف طن (*FAO* ، *2010*). كما أزداد أنتاج مثل هذه المركزات بسبب الطلب المتزايد عليها في التصنيع الغذائي و الدوائي، حيث ادخلت في صناعة المشروبات الغازية والعصائر المركزة والمنتجات المجففة وصناعات كثيرة اخرى (*Al-Farsi,et al., 2007*)، إلا ان هذا المنتوج الحيوي ظل يعاني من عدم ثباتية لونه لمدة زمنية مقبولة حيث يتحول اللون تدريجياً من الاصفر الفاتح الى اللون الغامق اثناء الخزن مما يؤثر على المواصفات النوعية للمنتوج (*Al-Farsi, et al.,* 2008). وبهدف تطوير وتحسين المنتوج اجريت دراسات عديدة قام بها العديد من الباحثين تضمنت إتباع خطوات تصنيعية مختلفة للاستخلاص والترويق وإزالة اللون والشوائب، فمثلا اجرى (*بنيامين وجماعته، 1988*) مقارنة تطبيقية بتقنية استخلاص وترويق عصير التمر على نطاق شبه صناعي وصناعي حيث أوصى باستخدام تقنية المعاملة الانزيمية والتي تتضمن خليط من انزيمات البكتين استريز والبولي كالاكترونيز بنسبة 18غم/100غم تمر كبديل للاسلوب المتبع في معمل الهندية آنذاك لانتاج مُركز سُكري الكلوكوز والفركتوز. تعد عملية ترويق عصير التمر من اهم خطوات تصنيع مُركز سُكري الكلوكوز والفركتوز وقد إستخدمت لهذا الغرض مادة اوكسيد الكالسيوم (CaO) للتخلص من الشوائب الموجودة في العصائر. ومن الدراسات التي اجريت حول ترويق عصير التمر باستخدام مادة اوكسيد الكالسيوم الدراسة التي قام بها (*Al-Ogaidi, et al., 1987*) حيث وجدوا بان الظروف المثلى للترويق هي معاملة العصير بمستحلب مادة أوكسيد الكالسيوم للوصول الى الرقم الهيدروجيني 12-11 بدرجة حرارة الغرفة. وقد لاحظ (*Abod و Abbas، 1989*) حدوث عمليات هدم بالظروف القاعدية للسكريات وتكوين حوامض كاربوكسيلية في حالة رفع الرقم الهيدروجيني للعصير الى 10 باضافة مادة أوكسيد الكالسيوم عند درجة حرارة 95 مْ ، حيث وصلت نسبة الفقد في السكريات الى حوالي 60% من الموجود الكلي في التمور. وعلى الرغم من الدراسات التي قام بها العديد من الباحثين والتي تهدف الى الحصول على مُركز لسُكري الكلوكوز والفركتوز وبمواصفات قياسية إلا أن جميعها لم تعطي نتائج مُرضية حيث يكون المنتوج ذو لون أصفر ثم يغمق لونه تدريجيا مع الخزن .

يهدف هذا البحث الى استحداث طرق ترويق جديدة لتحلل المواد البكتينية وترسيب المواد البروتينية المتواجدة في عصير التمر والتي تعد المسبب الاساس للعكارة فقد بدأت في مختبراتنا سلسلة من التجارب في هذا المجال تمخض عنها إمكانية انتاج مُركز لسُكري الكلوكوز والفركتوز ذو لون أصفر فاتح رائق بأستخدام الحوامض في ترسيب المواد البكتينية والبروتينية والتي نتج عنها زيادة في كمية المُركز السُكري الناتج مقارنة بكمية المُركز السُكري المنتج بأستخدام مادة اوكسيد الكالسيوم.

المواد وطرائق العمل

استعملت تمور الزهدي المنتجة محليا لموسم عام 2012. حُضر عصير التمر باضافة الماء الى التمر وبنسبة 1:2.5، تمت عملية الهرس بوساطة خلاط كهربائي سريع (1500 دورة/ دقيقة) ولمدة 40 دقيقة بدرجة حرارة تراوحت ما بين 60–80 مْ (باستخدام حمام مائي مجهز بمنظم حراري)، اضيف حامض الكبريتيك للخليط لغرض خفض الرقم الهيدروجيني الى 3.5 او أدنى ولغرض الحصول على كفاءة عالية بالترشيح تم إضافة محلول اوكسيد الكالسيوم 13% بصورة تدريجية مع الخلط لغاية الوصول الى الرقم الهيدروجيني 9، فصلت المواد البكتينية المتحلله والمواد البروتينية المترسبة بالترشيح باستعمال قطعة قماش خام ثم قمع بخنر مجهز بورقة ترشيح نوع Watman 3 بعدها مرر العصير المروق على المبادلات الايونية وعدل الرقم الهيدروجيني للعصير الرائق الناتج من المبادل الآيوني السالب الى pH=6 باستعمال بضع قطرات من حامض الليمون ورُكز المستخلص السكري الى بركس 70% باستخدام جهاز المبخر الدوار (Rotary Evaporator) للحصول على مركز لسكري الكلوكوز والفركتوز وكما هو مبين في الشكل (3). كما استعملت في تجارب اخرى الحوامض التالية لوحدها وهي حامض الليمون وحامض الكبريتيك وحامض الفوسفوريك الغذائي وحامض الهيدروكلوريك تضاف لغرض خفض الرقم الهيدروجيني للخليط الى 3.5 او ادنى ثم فصلت المواد البكتينية المتحلله والمواد البروتينية المترسبة بالترشيح ومُرر المستخلص السكري الرائق على المبادلات الآيونية يتبعها تعديل الرقم الهيدروجيني للعصير الناتج من المبادل الآيوني السالب الى pH=6 وركز المستخلص باستخدام جهاز المبخر الدوار الى بركس 70% للحصول ايضاً على مركز لسُكري الكلوكوز والفركتوز وكما هو مبين في الشكل (1).

أعمدة التبادل الأيوني

إستعملت ثلاث اعمدة بسعة (40×2سم) لتنقية عصير التمر الناتج من عملية الترويق بالحوامض المشار اليها في اعلاه وتم تعبئة العمود الاول بالراتنج الموجب من نوع (H^+ Amberlite IR–120) بينما العمود الثاني المستخدم فهو عمود امتزاز من نوع (Dowex optipore SD–2) حجم حبيباته (18–50 mesh) والعمود الثالث فقد تم تعبئته بالراتنج السالب من نوع (Amberlite IR– 401 OH^-) ربطت هذه الاعمدة على التوالي واستخدمت لتنقية عصير التمر الناتج من 100 غم تمر (بركس 20) بسرعة جريان 6 مل/دقيقة بدرجة حرارة الغرفة. استعمل حامض الهيدروكلوريك بتركيز (1 عياري) لتنشيط المبادل الايوني الموجب كما استعمل محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز (1 عياري) في تنشيط العمود السالب اما عمود الامتزاز فينشط باستعمال القاعدة اولاً ثم الحامض.

قياس شدة اللون

قيست شدة اللون بوحدات ICUMSA طبقاً لـ (Benjamin, *et al.,* 1987) باستعمال المعادلة التالية:

$$\text{شدة اللون} = \frac{(\text{الامتصاص الضوئي عند 420 نانوميتر}) - (\text{الامتصاص الضوئي عند 720 نانوميتر}) \times 1000}{\text{سمك العينة التي يمر من خلالها الشعاع الضوئي(سم)} \times \text{تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية (Brix\%)}}$$

تقدير المواد الصلبة الذائبة الكلية

قدرت المواد الصلبة الذائبة الكلية (Brix) عند درجة حرارة 20مْ وباستخدام جهاز قياس الانكسار الضوئي (Refractometer).

تقدير السكريات

اتبعت الطريقة الموضحة من قبل (Karkacier, *etal.,* 2003) لتقدير نسب السكريات في العينة، حيث استعمل جهاز الكروموتوغرافي السائل ذو الاداء العالي (HPLC) طراز LC–A2010 من انتاج شركة Shimadzu اليابانية والمجهز بحاسبة شخصية لتسجيل النتائج، حقن النموذج باستعمال جهاز الحقن الآلي Auto (Injector) وكان الحجم المحقون 0.4 مايكروليتر بعد تخفيف النموذج الى بركس 20 وتم الكشف عن السكريات باستخدام كاشف الاشعة فوق البنفسجية (UV Detector) وعلى طول موجي 192 نانوميتر وحُسب زمن الظهور (Retention) Time باستخدام عمود الطور المعكوس C 18 امريكي الصنع والمجهز من قبل شركة Waters الامريكية ذو الابعاد 150×4.6 ملم وبحجم حبيبات 5 مايكرون، تم تهيئة الناقل (mobile phase) باستخدام Acetonitrile وماء مقطر خالي من الآيونات بنسبة 60 : 40 على التوالي ثم شخصت السكريات المفصولة بالاعتماد على سكريات مجهزه من قبل شركة BDH، اجريت عملية الفصل بدرجة حرارة 25م° وسرعة جريان مقدارها 0.5 مل/ دقيقة.

تقدير العناصر المعدنية

قدرت العناصر المعدنية باستعمال جهاز الامتصاص الذري (Atomic Absorption) وذلك بأخذ 5غم من مُركز سُكري الكلوكوز والفركتوز (70 Brix) وخفف باضافة 50 مل من الماء المقطر الخالي من الآيونات (Deionized Distilled Water) ومن ثم نقل الى دورق حجمي سعة 25 مل وبعد ذلك اجرى التحليل باستعمال جهاز الامتصاص الذري .

تقدير اللزوجة النسبية

قيست اللزوجة النسبية لمُركز سُكري الكلوكوز والفركتوز باستعمال الانبوب الشعري Ostwald Viscometer (حجم E رقم 3906 صنع الشركة الانكليزية (Poulten, Selfe and Lee, Ltd. والمثبت في حمام مائي عند درجة حرارة 30مْ لقياس اللزوجة. سجل الزمن المستغرق لنزول المحلول بين علامتي الجهاز وحسبت اللزوجة النسبية وفق المعادلة الآتية:

$$N = \frac{d_1 t_1}{d_2 t_2}$$

إذ ان:

N: اللزوجة النسبية.

d_1: كثافة المحلول السكري (بركس 30).

t_1: الوقت اللازم (ثانية)لانسياب المحلول السكري

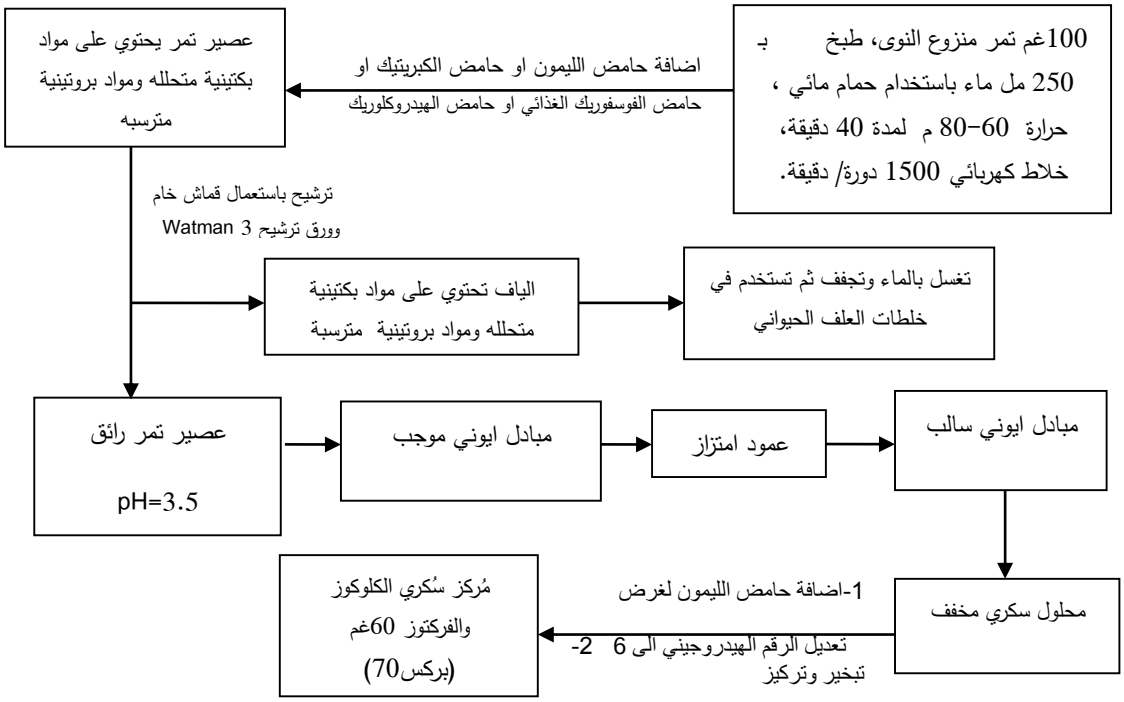
d_2: كثافة الماء المقطر.

t_2: الوقت اللازم (ثانية) لانسياب الماء المقطر.

النتائج والمناقشة

استعملت الحوامض (حامض الليمون، حامض الكبريتيك، حامض الفوسفوريك الغذائي، حامض الهيدروكلوريك) كأحد الوسائل الحديثة في ترويق عصير التمر والتي طبقت بنجاح على مستوى مختبري في تعديل الرقم الهيدروجيني للعصير الى القيم (2.0، 2.5، 3.0، 3.5) والتي نتج عنها ترسيب المواد البروتينية وتحلل المواد البكتينية (مسببات العكارة) والتي تم عزلها بنجاح بالترشيح حيث أن جميعها أعطت عصير فاتح اللون رائق خالي من الشوائب ممكن تبخيره باستخدام جهاز المبخر الدوار (Rotary Evaporator) وانتاج عصائر مركزة لسُكري الكلوكوز والفركتوز بعد إمرارها على

المبادلات الايونية وكما هو مبين في الشكل (1). ان انخفاض الرقم الهيدروجيني للعصير الى القيم المذكورة اعلاه نتج عنه انخفاض في شدة لون العصير من 8515 ايكومسا (عصير غير مروق بالحامض pH=5.3) الى 1450 ايكومسا (عصير مروق بالحامض pH=3.5) فضلاً عن انخفاض درجة العكارة من 0.719 (عصير غير مروق بالحامض pH=5.3) الى 0.024 (عصير مروق بالحامض pH=3.5) عند قياس الامتصاص الضوئي على طول موجي 720 نانوميتر وكما هو مبين في الجدول (1). ويمكن تعليل سبب انخفاض الامتصاص على طول موجي 720 نانوميتر وروقان المحاليل الناتجة من المعاملة بالحامض الى ان المواد البكتينية تكون مستقرة في الوسط القليل الحامضية وان هذه المواد يحصل لها تحلل الى وحدات تركيبية اصغر في الوسط الحامضي مما يسهل فصلها. ان آلية التفاعل تتضمن اولاً إضافة الهيدروجين الى الاوكسجين الكلايكوسيدي يتبعها انفكاك الاصرة الكلايكوسيدية واضافة جزيئة ماء الى ايون الكاربونيوم المستقر، كذلك هو الحال في المواد البروتينية والتي يحصل لها ترسيب في الوسط الحامضي مما يسهل فصلها. كما يبين الشكل (2) صورة للمنتوج النهائي لمُركز سُكري الكلوكوز والفركتوز المنتج بطريقة الترويق بالحامض. ان عملية رفع الرقم الهيدروجيني لعصير التمر الى 11.5 باضافة مادة اوكسيد الكالسيوم بعد عملية طبخ عصير التمر يؤدي الى ترسيب المواد البروتينية وتحلل المواد البكتينية فيه ولكنه يؤدي في الوقت ذاته الى ارتفاع شدة لون العصير المروق وحدوث تكسر في نسبة عالية من السكريات الموجودة فيه (نظام الدين وجماعته،1986). ان الطريقة الجديدة في الترويق لا تعمل على تكسر السكريات المختزلة حيث انها لا تتأثر بالمحيط الحامضي والذي يتأثر فقط هو سكر المائدة (السكروز) والذي تكون نسبته في التمور الناضجة قليلة (Al-Farsi.،2007). وقد وجد بأن نسبة الاستخلاص للسكريات من التمور في مُركز سُكري الكلوكوز والفركتوز والناتجة من عملية الترويق بالحامض تصل الى اكثر من 94% وهي عالية في حال مقارنتها مع طريقة الترويق بمادة اوكسيد الكالسيوم حيث تصل نسبة الفقد في السكريات بهذه الطريقة الى ما يقارب الـ 60% (نظام الدين وجماعته، 1986). وقد لوحظ بانه في حالة معاملة المستخلص السكري بحامض الكبريتيك الى (pH=3.5) ثم رفع رقمه الهيدروجيني الى (pH=9) باستخدام مادة اوكسيد الكالسيوم ثم ترشيح المستخلص بان عملية الترشيح اصبحت سهلة، ويمكن تعليل ذلك الى تكون بلورات كبريتات الكالسيوم غير الذائبة والتي عملت كمادة مساعدة على الترشيح فضلاً عن امكانية خزن المستخلص السكري (pH=9) فترة زمنية اطول قبل امراره على المبادلات الآيونية الثلاثة وعدم حصول التخمر وكما هو مبين في الشكل (3).



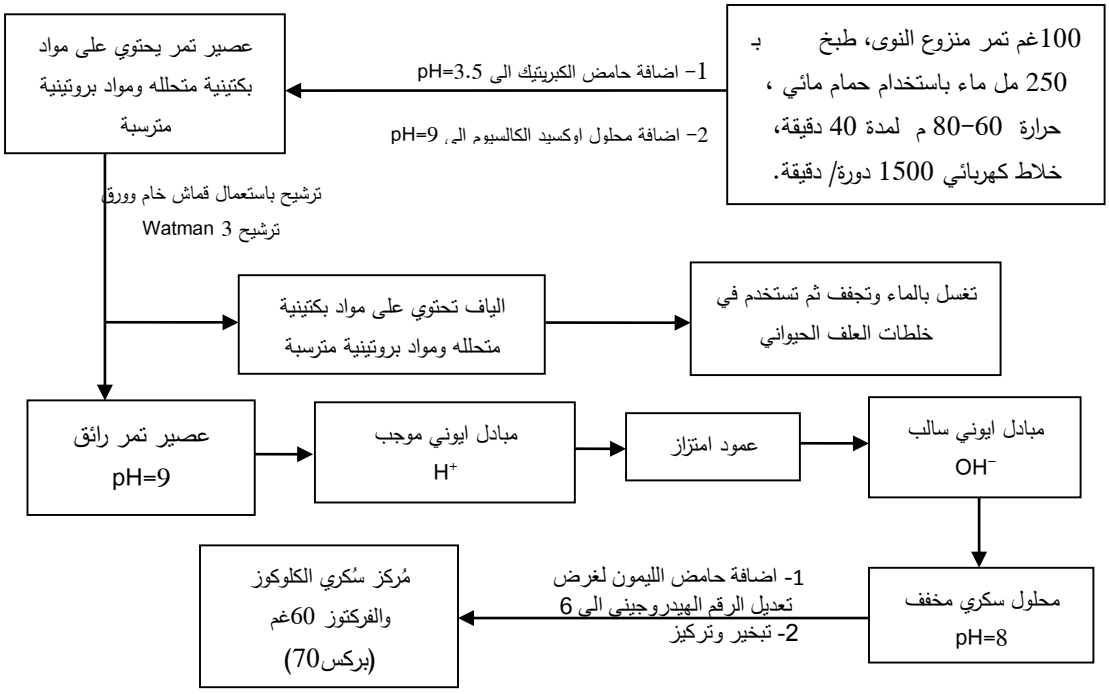
شكل (1) مخطط انتاج مُركز سّكرري الكلوكوز والفركتوز باستخدام الحوامض (حامض الليمون، حامض الكبريتيك، حامض الفوسفوريك الغذائي، حامض الهيدروكلوريك)

جدول (1) شدة لون عصير التمر المروق بالحامض (حامض الليمون).

النموذج	pH	الامتصاص (اللون) 420nm	الامتصاص (العكارة) 720nm	شدة اللون (ICUMSA)
1 (بدون معاملة)	5.3	2.422	0.719	8515
2	2.0	0.322	0.025	1485
3	2.5	0.300	0.020	1400
4	3.0	0.311	0.022	1445
5	3.5	0.314	0.024	1450

شكل (2) مُركز سُكري الكلوكوز والفركتوز المنتج بطريقة الترويق بالحامض.

وتوضح النتائج التي تم الحصول عليها الى امكانية الاستفادة من طريقة الترويق الجديدة (الترويق بالحوامض) في انتاج مُركز سُكري الكلوكوز والفركتوز على نطاق صناعي حيث تتصف هذه الطريقة بسهولة استخدامها فضلاً عن كونها طريقة اقتصادية من حيث التوفير في الطاقة والمواد الاولية واختصار في الزمن اللازم لانتاج مُركز سُكري الكلوكوز والفركتوز وهذه العوامل تعتبر اساسية وتؤخذ بنظر الاعتبار في حالة التطبيق الصناعي. هنالك مصانع متعددة في العالم تنتج مُركز سُكري الكلوكوز والفركتوز من مواد متعددة منها العنب والتفاح وبعضها تستخدم تقنية مشابهة لتقنية انتاج مُركز سُكري الكلوكوز والفركتوز من التمر حيث يتم استخدام انزيمات معينة لتكسير المواد البكتينية والبروتينية الى وحدات أصغر ومن ثم فصلها، اذ ان هذه العملية تتطلب ترك الانزيم في المستخلص السكري لفترة معينة ثم اجراء عملية الترشيح ويتم بذلك احتباس وعزل المواد البكتينية والبروتينية مع الالياف ثم يتبعها عملية البسترة للمستخلص السكري لايقاف فاعلية الانزيم حيث ان وجود الانزيم لفترة طويلة في العصير يعمل على زيادة لونه ويشكل عباً على المبادلات الآيونية (Benjamin, *et al.,* 1987)، كما يستعمل نظام الترشيح الفائق (Ultrafilteration) لغرض التخلص من باقي العكارة المتواجدة في المستخلص السكري قبل امراره على المبادلات الآيونية ويتم استعمال القاعدة وحامض النتريك لغرض غسل وتنظيف مسامات نظام الترشيح المذكور. ان الطريقة المتبعة في هذا البحث وخاصة عند استعمال حامض الكبريتيك وتعديل الرقم الهيدروجيني بمادة اوكسيد الكالسيوم وجعله قاعدياً قبل امراره على المبادلات الآيونية تعد عملية سهلة التطبيق واعطت مستخلص سُكري رائق خالي من المواد البكتينية والبروتينية من دون اللجوء الى استخدام نظام الترشيح الفائق وعملية البسترة ويمكن تطبيقها ايضاً بنجاح. خزن المنتوج لمدة تسعة اشهر ولم يلاحظ اي تغيير حاصل في لونه. ويبين الجدول (2) بعض مكونات ومواصفات مُركز سُكري الكلوكوز والفركتوز الناتج بطريقة الترويق بالحامض، ويبين الجدول (3) محتوى مستخلص التمر من العناصر المعدنية خلال مراحل الانتاج المختبري لمُركز سُكري الكلوكوز والفركتوز بطريقة الترويق بالحامض.



شكل (3) مخطط انتاج مُركز سُكري الكلوكوز والفركتوز باستخدام حامض الكبريتيك ومحلول اوكسيد الكالسيوم.

جدول (2) بعض مكونات ومواصفات مُركز سُكري الكلوكوز والفركتوز المنتج بطريقة الترويق بالحامض.

المكونات	مُركز سُكري الكلوكوز والفركتوز
الرقم الهيدروجيني	5.5
المواد الصلبة الذائبة الكلية %	70
السكريات الكلية %	66.75
الكلوكوز %	37.60
الفركتوز %	28.35
السكروز %	0.8
الرماد الكلي %	0.22
اللون (ICUMSA)	5
اللزوجة *	201.325 Cst
الكثافة	1.19غم / سم^3

*** قيست اللزوجة بدرجة حرارة 25م ° وبتركيز 70 %.**

جدول (3) محتوى مستخلص التمر من العناصر المعدنية خلال مراحل الانتاج المختبري لمُركز سُكري الكلوكوز والفركتوز المنتج بطريقة الترويق بالحامض.

العنصر p.p.m	عصير تمر مروق	مُركز سُكري الكلوكوز والفركتوز
Na	74	35
K	680	83
Mg	465	4
Ca	172	5
Fe	3.8	<1
Sl	< 20	<9
Cl	241	149

الاستنتاجات

نستنتج من هذا البحث الى امكانية استخدام طريقة الترويق بالحوامض في انتاج مركز سكري الكلوكوز والفركتوز وبنسبة استخلاص تصل الى اكثر من 94% مقارنةً بطريقة الترويق بمادة اوكسيد الكالسيوم حيث تعمل على تكسر نسبة عالية من السكريات المتواجدة فيه، اذ تصل نسبة الفقد في السكريات بهذه الطريقة الى ما يقارب الـ 60% (نظام الدين وجماعته، 1986). فضلاً عن كون طريقة الترويق بالحوامض تعطي منتوج اكثر روقاناً واكثر ثباتيةً من ناحية اللون وتطيل من فترة خزن المنتوج، بالاضافة الى كونها طريقة مجدية اقتصادياً من حيث التوفير في الطاقة والمواد الاولية واختصار في الزمن اللازم للانتاج وهذه العوامل تعتبر اساسية وتؤخذ بنظر الاعتبار في حالة التطبيق الصناعي.

المصادر

بنيامين، نمرود داود؛ محمد، نوزاد عبد الله؛ الشاكر، سمير عبد الحميد؛ مروكي، أميل سليم وسعد محمد علي(1988). مقارنة يتطبيقية لتقنية استخلاص و ترويق عصير التمر على نطاق شبه صناعي و صناعي، مجلة نخلة التمر، 6 (11).

بنيامين، نمرود داود وعباس، منال فاضل، (1985). استخدام الطريقة الانزيمية والكيمياوية في عملية ترويق عصير التمر. مجلة البحوث الزراعية والموارد المائية، 4 (3) .

نظام الدين، عبد المحسن محمود وميسرة، محمد سعد، (1986). دراسة التغيرات اللونية خلال مراحل انتاج السكر السائل من تمر الزهدي، مجلة بحوث علوم الحياة، 17 (2).

Abod, D.A.A. and Abbas, M.F. (1989), Effect of Liming and Heating on Date Juice Sugars Used in Liquid Sugar Industry. J. Agric Water Res. 8(1) 251-262.

Al-Ogaidi, H.K.H.; Al-Obaidi, Z.S.; Al-Jarrah, A. and Al-Hakak, T.H.S. (1987). Production of Carbonated Beverages from Date Juice. Clarification Of Date Juice By Calcium Hydroxide, Date Palm J 5 (2), 174-190.

Al-Farisi, M.A.; Al-Asalvar, M.C.; Al-Abid,k.M.; Al-Shoaily ,M.K.; Al-Amry, .M; Al-Rawahy, F. (2007). Compositional and Functional Characteristics of Dates, Syrups, and there By-Products. Food Chemist., 104 (3) 943-947.

Al-Farisi, M.A. and Lee, C.Y. (2008). Nutritional and Functional Properties of Dates. A Review. Crit. Rev. Food Sci., 48: 877-879.

Benjamin,N.D.; Alkhalidi, A. H. E.; Maisara, M. S. and Shakir, S. A. (1987). Technological Improvement in the Application of Ion-exchangers Used in Date juice Purification at Hindi Liquid Sugar Factory, Agric, Water Reso. Res., 6 (1) 53-76.

El-Sharnouby, G.A.; Al-Eid, S.M.; Al-Otibi, M.M. (2009). Utilization of Enzymes in the Production of Liquid Sugar From Dates. African Journal of Biochemistry Research. 3(3) 41-47.

FAO.(2010). Food and Agriculture Organization of the United Nations Production Yearbook, 50, Table. (66) 152.

Karkacier, M.; Erbas, M.; Mustafa, K. U. and Aksu, M. (2003). Comparison of Different Extraction and Detection Methods for Sugars Using Amino – Bonded Phase HPLC. J. of Chromatographic Science, 41, 331-333, July.