مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الصحية المجلد (٧) العدد (٢) ٢٠٢٣
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - Health Sciences Series Vol. (7) No. (2) 2023

تحضير عصائر وظيفية مدعمة بمحافظ البولي فنولات المضادة للأكسدة المستخلصة من ثمار نبات الخرنوب

وسام زم*

(تاريخ الإيداع ٣/٥ / 2023 – تاريخ النشر 9/10/ 2023)

□ ملخّص □

تتواجد البولي فنولات في مختلف أجزاء النبات وفي العديد منها مثل ثمار نبات الخرنوب. وهي تملك دوراً في الدفاع عن النباتات، كما تقوم بدور فعال في كبح الجذور الحرة من جهة، وتعزز مناعة الجسم تجاه الأمراض كتصلب الشرايين وبعض أنواع السرطان من جهة أخرى. على الرغم من وفرة ثمار الخرنوب في حوض البحر الأبيض المتوسط إلاَّ أن الأبحاث حول محتوى هذه الثمار من البولي فنولات وقدرتها المضادة للأكسدة قليلة جداً. لذلك تم خلال هذا البحث إجراء دراسة على ثمار الخرنوب في منطقة الساحل السوري لاستخلاص البولي فنولات ودراسة قدرتها المضادة للأكسدة، ثم تحضير محافظ دقيقة منها ودراسة ثباتها بعد تدعيم عصير البرتقال بها. حيث بلغ المردود الكمي للبولي فنولات المستخلصة باستعمال الإيتانول ١٠% القيمة ٤.٩٦٩±٠.١١٩ (g GAE/100g)، وترافق ذلك مع فعالية مضادة للأكسدة بلغت 57.77±0.109%. أما المحافظ الدقيقة المحضرة باستعمال ألجينات الصوديوم والمستخدمة في تدعيم عصير البرتقال فقد أبدت ثبات جيد طوال فترة الحفظ حيث بقيت كمية ٧٠% من البولي فنولات ثابتة في العصير خلال فترة ١١ يوماً. تعتبر الطريقة التي تم اتباعها طريقة سهلة وسريعة لتمحفظ البولي فنولات واستخدامها في الصناعات الغذائية من أجل تحضير الأغذية الوظيفية التي من شأنها المساهمة في تحسين الوضع الصحي العام.

الكلمات المفتاحية: ثمار نبات الخرنوب، البولي فنولات، مضادات أكسدة، محافظ دقيقة، أغذية وظيفية.

*دكتوراه، عضو هيئة تدريسية، قسم الكيمياء التحليلية والغذائية، كلية الصيدلة، جامعة طرطوس

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الصحية المجلد (٧) العدد (٢) ٢٠٢٣
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - Health Sciences Series Vol. (7) No. (2) 2023

The preparation of functional juices fortified by antioxidant polyphenolic microcapsules extracted from carob pods

Wissam Zam*

(Received 5/3/2023.Accepted 10/9/2023)

□**ABSTRACT** □

Polyphenols are present in various parts of the plant and in many of them, such as the fruits of the carob plant. They play a role in plant defense, and it also plays an effective role in scavenging free radicals, and enhances the body's immunity against diseases such as atherosclerosis and some types of cancer. Despite the abundance of carob fruits in the Mediterranean basin, there is very little research on the polyphenol content of these fruits and their antioxidant capacity. Then polyphenolic microcapsules were prepared and their stability was studied after their use in the fortification of orange juice. Therefore, during this research, a study was conducted on carob fruits in the Syrian coastal region to extract polyphenols and study their antioxidant capacity. The quantitative yield of polyphenols extracted using 10% ethanol was 4.969 ± 0.119 (g GAE/100g), and this was associated with an antioxidant activity of 57.77 ± 0.109 %. As for the microcapsules prepared using sodium alginate and used to fortify orange juice, they showed good stability throughout the preservation period, as the amount of 70% of polyphenols remained stable in the juice during a period of 11 days. The method that was followed is an easy and fast method for preserving polyphenols and could be used in the food industry for the preparation of functional foods that contribute to improving the general health status.

Keywords: Carob Fruit, Polyphenols, Antioxidants, Miccrocapsules, Functional Foods.

*Ph.D, Analytical and Food chemistry department, Faculty of Pharmacy, Tartous University

المقدمة

ينتمي الخرنوب *Ceratonia siliqua* إلى الفصيلة البقمية Caesalpiniaceae وهو من الأشجار المعمرة دائمة الخضرة، تنمو أشجاره في غابات البحر الأبيض المتوسط على ارتفاعات بسيطة من ٢٠٠ – ٣٠٠ متر عن سطح البحر (١). أوراقه سميكة، أزهاره ذات رائحة قوية يغلب عليها اللون الأحمر. عندما تنضج ثماره، تتحول قرونه الخضراء ذات الطعم القابض إلى قرون ذات لون بني مائل إلى الأسود ذات طعم سكري. ينمو في الأراضي الصخرية الجافة القليلة الخصوبة، حيث تقتصر حاجته للمياه على بضع مليمترات يمكنه الحصول عليها من الندى الصباحي أو من الري بالتنقيط (٢). يوجد الخرنوب في سورية في المناطق الساحلية بمواقع لا تتجاوز غالبا في ارتفاعها ٤٠٠ م عن سطح البحر. تمتلك ثمار نبات الخرنوب العديد من الفوائد الصحية منها تخفيف تهيج الكولون. كماتعتبر ثمار الخرنوب مغذية ومليّنة وتساعد في تطهير الأمعاء، وتستخدم لمضمضة الفم واللثة. ولها خواص مدرة للبول، وتستعمل كمضاد إسهال وإقياء آمن لدى الأطفال (٣).

تتواجد البولي فنولات في مختلف أجزاء النبات وفي العديد منها مثل الخضار والفواكه والحبوب والبقوليات والشوكولا والمشروبات مثل الشاي والقهوة والمتة. ولقد ازداد الاهتمام بها في الآونة الأخيرة نظراً لفوائدها الصحية في العضوية الحية والتي تعود بشكل رئيسي لقدرتها الكابحة للجذور الحرة Free radical scavenging capability فهي تلعب دوراً وقائياً في العديد من الأمراض المزمنة مثل الأمراض القلبية الوعائية والإنتانات الجرثومية والسرطان (٤). تستخدم حالياً الخلاصات النباتية الحاوية على المركبات الفنولية كمتممات غذائية وفي الصناعة الصيدلانية التجميلية. على الرغم من انتشار المركبات الفنولية بكثرة في العديد من المصادر الطبيعية مثل الفواكه والحبوب، إلا أن الكمية المستهلكة من هذه المركبات ضمن الوجبات الغذائية اليومية قليلة (٥). لذا تعتبر الأغذية الوظيفية المدعمة أحد أهم الوسائل المتبعة في مجال الصناعة الغذائية من أجل دعم ورفع المستوى الصحي للمجتمع (٦). أضيفت الفيتامينات المنحلة بالماء والفيتامينات المنحلة بالدسم والكالسيوم والحديد إلى العديد من الأغذية، كما تم تدعيم بعض أنواع الأغذية بزيت السمك والفلورا المعوية والخمائر الهضمية (٧).

تم في هذا البحث استخلاص المركبات البولي فنولية من مسحوق ثمار نبات الخرنوب الجافة وحدد المحتوى الكمي للبولي فنولات المستخلصة وقدرتها المضادة للأكسدة، ومن ثم تم تحضير المحافظ الدقيقة للخلاصة الناتجة باستخدام ألجينات الصوديوم وباتباع طريقة التهلم الشاردي من أجل تدعيم عصير البرتقال بالمحافظ المتشكلة.

المواد والطرائق

تحضير العينة النباتية

جففت ثمار نبات الخرنوب في الظل ثم طحنت وتم تحديد رطوبة المسحوق بواسطة مقياس الرطوبة المعتمد على الأشعة تحت الحمراء (من نوع Precisa, Switzerland).

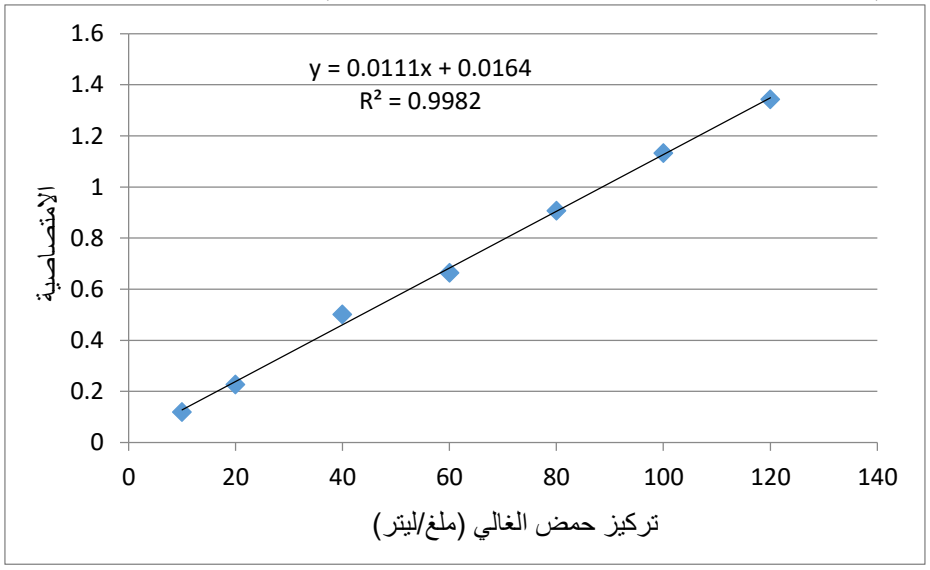
اعتمدت طريقة الاستخلاص السائل من أجل الحصول على المركبات البولي فنولية وذلك من خلال مراعاة العديد من المعايير التي تؤثر على فعالية الاستخلاص مثل درجة حرارة الاستخلاص، وزمن الاستخلاص، ونسبة السائل/صلب، وطبيعة المحل المستخدم. تم اعتماد درجة الحرارة ٥٠° م وزمن ٢٠ دقيقة من أجل اتمام عملية الاستخلاص (٨). أما فيما يخص المحل الأمثل فقد تمت تجربة العديد من المحلات منها الماء المقطر والإيتانول

والأسيتون وخلات الإيتيل من أجل اختيار المحل الأمثل المترافق مع أعلى مردود من البولي فنولات وأفضل قدرة مضادة للأكسدة.

تم الاستخلاص بوزن ١ غرام من العينة الجافة وإضافتها إلى ١٠٠ مل من أحد محلات الاستخلاص ثم وضعها في حمام مائي بدرجة حرارة ٥٠° م لمدة ٢٠ دقيقة. تم فصل السائل عن البقية الصلبة بعد الاستخلاص باستعمال التثفيل بسرعة ٢٠٠٠ دورة/دقيقة لمدة ١٠ دقائق، وجُمع بعدها السائل الطافي (الخلاصة) من أجل تحديد كمية البولي فنولات المستخلصة وتحضير المحافظ الدقيقة (٩).

التحديد الكمي للبولي فنولات

تم تحديد البولي فنولات كمياً بطريقة Folin–Ciocalteu (١٠، ١١)، حيث أخذ ٢٥٠ µl من الخلاصة ومددت بالماء المقطر حتى ١٠ مل. أخذ ١ مل من المحلول الممدد وأضيف له ٥٠ مل من كاشف فولين–سيوكالتو (Sigma–Aldrich,Switzerland). أضيف للمزيج السابق ٤ مل من محلول كربونات الصوديوم ٧.٥% (وزن/حجم، تم تحضيره بحل ٧.٥ غرام من كربونات الصوديوم في ١٠٠ مل من الماء مع التحريك الجيد حتى ضمان تمام الانحلال) وترك المزيج في حمام مائي بدرجة حرارة حرارة ٤٠° م لمدة ٣٠ دقيقة. قيست بعدها الشدة اللونية للمحاليل الناتجة بجهاز السبكتروفوتومتر من النوع (JascoV–530, USA) عند طول موجة ٧٣٤ نم. تم تكرار القراءة ثلاث مرات لكل عينة وحسب متوسط القراءات، كما تم تحديد كمية البولي فنولات بالاعتماد على سلسلة عيارية من حمض الغالي (الشكل ١).



الشكل ١: السلسلة المعيارية لحمض الغالي (١٠–١٢٠ ملغ/ليتر).

تقييم الفعالية المضادة للأكسدة للخلاصة

وضع ٢٠٠ µl من الخلاصة الممددة السابقة والتي تم الحصول عليها باستخدام أحد محلات الاستخلاص في أنبوب اختبار وأضيف لها ٢ مل من المحلول الميتانولي للدي فنيل بكريل هيدرازيل DPPH (الذي تم تحضيره بحل ٠.٠٠٢٠ غرام من كاشف DPPH في ٥٠ مل من الميتانول). وضع أنبوبا الاختبار في الظلام بدرجة حرارة الغرفة لمدة ٦٠ دقيقة. بعدها تمت قراءة الامتصاصية الناتجة عند طول موجة ٥٢٠ نم واستعمل الميتانول كمحلول ناصع، وتم أيضاً تحضير شاهد سلبي (المؤلف من كل ماسبق عدا الخلاصة) (١٢، ١٣).

حسبت النسبة المئوية للقدرة المضادة للأكسدة عن طريق المعادلة التالية:

النسبة المئوية للقدرة المضادة للأكسدة % = $[(A_0-A_1)/A_0]$ * ١٠٠

حيث تعبر A_0 عن امتصاصية الشاهد السلبي بعد مرور ٦٠ دقيقة، وتعبر A_1 عن امتصاصية عينة خلاصة الخرنوب بعد مرور ٦٠ دقيقة.

تحضير المحافظ الدقيقة

تم مزج ١٠ مل من الخلاصة الفنولية الأساسية والتي تم الحصول عليها باستعمال محل الاستخلاص الأمثل (دون تمديد) مع ١٠ مل من محلول مائي لألجينات الصوديوم بتركيز ٣%. بعد تمام التجانس، أضيف ١٠ مل من محلول كلوريد الكالسيوم (0.05 M) وترك المزيج للتماس بدرجة حرارة ٢٥°م لمدة ٢٠ دقيقة تسمح بتشكل الروابط بين ألجينات الصوديوم وشوارد الكالسيوم. وضعت المحافظ المتشكلة خلال هذه العملية في حمام ثلجي لمدة ١٥ دقيقة حتى تتصلب المحافظ الناتجة، ومن ثم ثفلت بسرعة دوران ٤٠٠٠ دورة/دقيقة بدرجة حرارة +٤°م ولمدة ١٥ دقيقة (١٤). تم فصل الراسب الحاوي على المحافظ وطبقت عليه بقية الفحوص.

تقييم فعالية التمحفظ

تم حل الراسب الحاوي على المحافظ في ١٠ مل من سترات الصوديوم الثلاثية ١٠% (وزن/حجم). وضع المزيج في حمام مائي بدرجة حرارة ٣٧°م وبسرعة دوران ١٢٥ دورة/دقيقة لمدة ٢٠ دقيقة. حددت النسبة المئوية للبولي فنولات المتمحفظة من خلال تطبيق اختبار الفولين سيوكالتو على محلول سترات الصوديوم الثلاثية بعد حل الراسب فيه (١٥). استعمل شاهد سلبي من سترات الصوديوم الثلاثية وحسبت فعالية التمحفظ بالاعتماد على المعادلة التالية:

$$\textbf{Loading efficiency (\%)} = (L/L_0)*100$$

حيث أن L هي تركيز المواد الفنولية في محلول سترات الصوديوم الثلاثية بعد حل الراسب فيه، بينما L_0 هي التركيز البدئي للمواد الفنولية في الخلاصة.

تدعيم عصير البرتقال بمحافظ خلاصة ثمار نبات الخرنوب

تم تحضير عصير البرتقال المدعم بمحافظ خلاصة ثمار نبات الخرنوب من خلال إضافة ٢ مل من المعلق المائي للمحافظ المحضرة من خلاصة نبات الخرنوب إلى ٨ مل من العصير. تم خلال فواصل زمنية ثابتة لمدة ١٠ أيام أخذ عينات من العصير وتثفيلها. يحوي السائل الطافي على البولي فنولات المتحررة من المحافظ المتخربة نتيجة التماس مع العصير، بينما يحوي الراسب على المحافظ غير المتخربة. وضع الراسب بتماس مع محلول سترات الصوديوم ١٠% في حمام مائي بدرجة حرارة ٣٧°م لمدة ٢٠ دقيقة من أجل تحطيم المحافظ وخروج البولي فنولات منها. قيست نسبة البولي فنولات في السائل الطافي وفي الراسب بعد تحطيم المحافظ واستعملت عينات العصير غير المدعمة كشاهد لحذف تأثير كمية البولي فنولات الموجودة في عصير البرتقال قبل التدعيم والناتجة عن احتواء البرتقال على كمية البولي فنولات.

النتائج والمناقشة

تعتبر البولي فنولات من أكثر المستقلبات الثانوية انتشاراً ويعرف منها حتى الآن أكثر من ٨٠٠٠ مركب تتراوح بين الجزيئات البسيطة مثل الحموض الفنولية وبين الجزيئات متعددة التماثر مثل المواد العفصية (١٦). تراوح المردود الكمي من البولي فنولات في ثمار الخرنوب الجافة بين ٠.٣٤٩±٠.٠٤٩ و ٤.٩٦٩±٠.٠١١٩ (g GAE/100g)، كما هو موضح في الجدول (١). حيث تبين النتائج أن الإيتانول ١٠% هو المحل الأمثل الذي ترافق مع أعلى مردود

كمي من البولي فنولات، حيث أثبتت العديد من الدراسات السابقة أن المردود الكمي للبولي فنولات يتأثر بشكل كبير بقطبية المحل المستخدم للاستخلاص وطبيعة المركبات الفنولية المستخلصة (١٧، ١٨). أكدت الدراسات أن استعمال الماء أو الإيتانول أو الميتانول لاستخلاص المركبات الفنولية من ثمار الخرنوب يترافق مع مردود كمي أفضل بالمقارنة مع استعمال المحلات العضوية مثل الأسيتون أو خلات الإيتيل (١٩). كما أن المردود الكمي للبولي فنولات الذي تم الحصول عليها خلال هذه الدراسة تقارب بالقيمة مع نتائج العديد من الأبحاث العالمية (١٩، ٢٠).

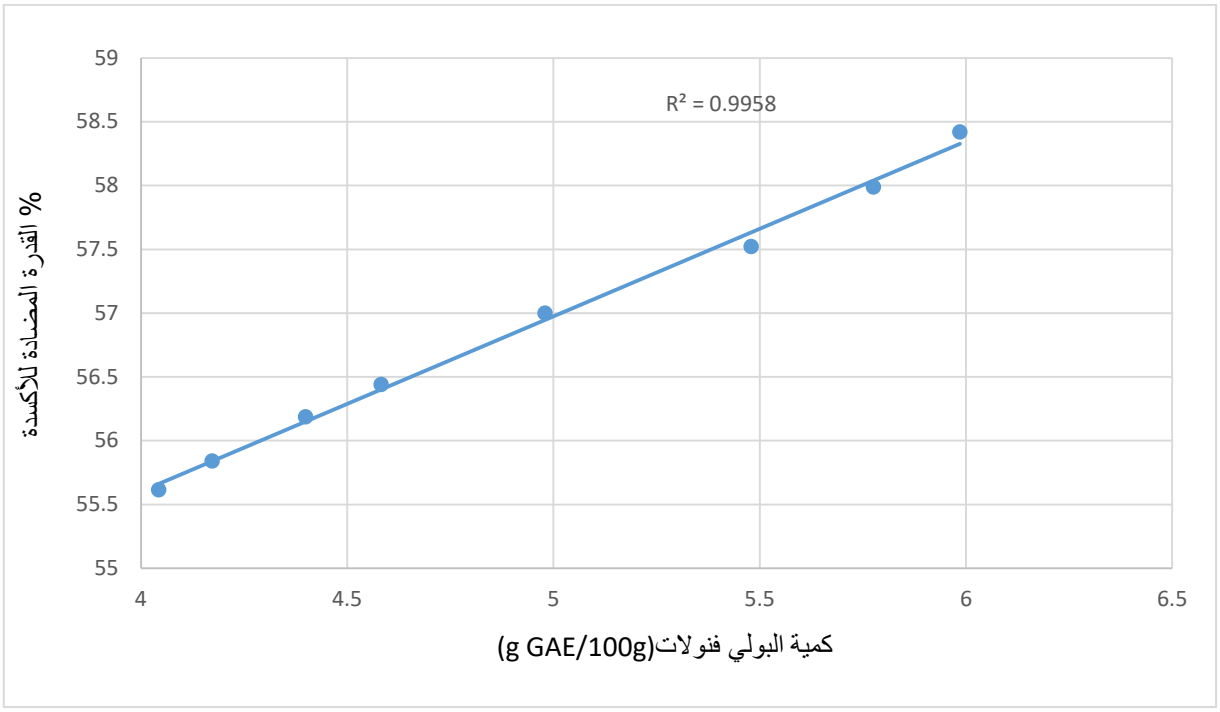
الجدول ١: المردود الكمي للبولي فنولات والقدرة المضادة للأكسدة في الخلاصات المختلفة لثمار نبات الخرنوب.

محل الاستخلاص	المردود الكمي من البولي فنولات (g GAE/100g)	القدرة المضادة للأكسدة (%)
الماء المقطر	0.0٧٠±3.541	0.015±47.69
الأسيتون ٧٠%	0.306±4.293	0.516±50.48
الإيتانول المطلق	0.064±2.729	0.172±31.58
الإيتانول ٧٥%	0.235±3.940	0.116±48.56
الإيتانول ٥٠%	0.140±4.207	0.291±50.68
الإيتانول ٢٥%	0.208±4.434	0.205±53.25
الإيتانول ١٠%	0.119±4.969	0.109±57.77
الإيتانول ٥%	0.047±3.740	0.168±45.43
خلات الإتيل	0.049±0.349	0.035±11.56

النتائج تعبر عن mean ± SD (n=3)

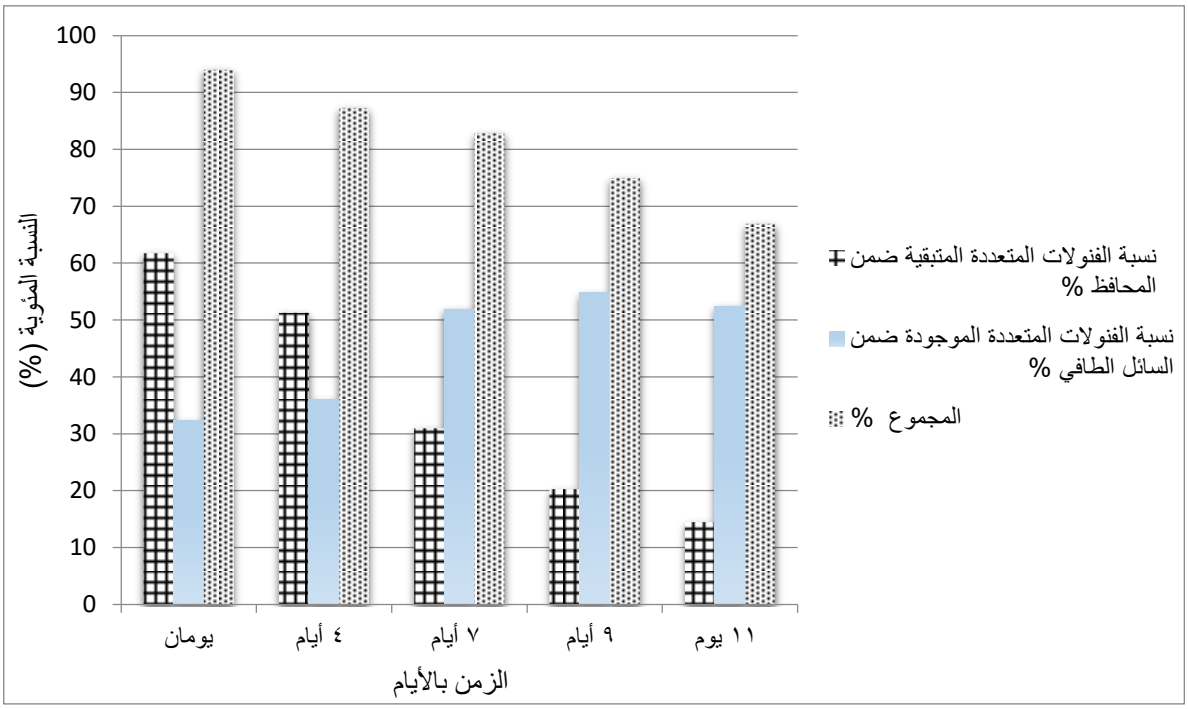
بينت الدراسات أن القدرة المضادة للأكسدة تعود بشكل رئيسي لتركيز المركبات الفنولية وبنيتها الكيميائية، ويؤثر التداخل بين هذه المكونات المختلفة باختلاف بينتها وتركيزها في فعالية الخلاصات النباتية المضادة للأكسدة وقدرتها على كبح الجذور الحرة (٢١، ٢٢). بينت النتائج التي تم الحصول عليها على أن القدرة المضادة للأكسدة لخلاصة البولي فنولات المستخلصة من ثمار نبات الخرنوب باستعمال الإيتانول ١٠% بلغت 0.109±57.77% وهي أعلى قدرة مضادة للأكسدة تم الحصول عليها باستعمال المحلات المختلفة للاستخلاص كما هو موضح في الجدول (١). توافقة قيم DPPH في هذه الدراسة مع بعض الدراسات الأخرى كما اختلفت مع بعضها الآخر، حيث وصلت قيم DPPH في إحدى الدراسات ٨٥% ويمكن تفسير ذلك باختلاف الطريقة المتبعة في الاستخلاص بين مختلف الدراسات (٢٣).

كما تم التأكد من وجود ارتباط خطي بين كمية البولي فنولات والقدرة المضادة للأكسدة كما هو موضح في الشكل ١. وهذا يما يتوافق مع نتائج العديد من الدراسات الأخرى على العديد من خلاصات المركبات البولي فنولية من مصادر نباتية مختلفة (٢٤، ٢٥).



الشكل ١: الارتباط الخطي بين كمية البولي فنولات والقدرة المضادة للأكسدة.

بلغت فعالية التمحفظ وفق الطريقة المتبعة في التحضير قيمة ٧٨.٩٠ ± 2.918 % بالنسبة لمجموع البولي فنولات المستخلصة. تسمح هذه الطريقة بحماية المركبات الفنولية من تأثير العوامل الخارجية التي تُسرع من أكسدتها وتتميز بأنها سهلة وسريعة وذات تكرارية جيدة.



الشكل ٢: ثباتية محافظ ألجينات الصوديوم المحملة بخلاصة ثمار نبات الخرنوب في العصير.

بينت النتائج الممثلة بالشكل ٢ أن المحافظ الدقيقة المغلفة باستعمال ألجينات الصوديوم كانت ثابتة خلال فترة الحفظ. حيث أنه بعد مرور يومين من التخزين في البراد بقيت نسبة ٦٠% من المحافظ ثابتة لم تتفكك. وكذلك فإن البولي فنولات المتحررة إلى العصير تبقى ثابتة ولا تعاني من تخرب كبير، لذلك نلاحظ أن مجموع ما تبقى من كمية البولي فنولات المضافة إلى العصير بعد ١١ يوماً هو حوالي ٧٠% (١٥% ضمن المحافظ + ٥٥% متحرر غير متخرب).

الخلاصة

يعتبر الاستخلاص المرحلة الأولى لاستعمال المركبات النباتية الطبيعية لتحضير المدعمات الغذائية والمستحضرات الصيدلانية والتجميلية. وبما أن البنية الكيميائية للبولي فنولات تختلف من مصدر نباتي إلى آخر، لذلك كان من الضروري تطوير شروط مناسبة لاستخلاص هذه المركبات من كل مصدر طبيعي على حدى. أثبتت العديد من الدراسات السابقة أن المردود الكمي للبولي فنولات يتأثر بشكل كبير بقطبية المحل المستخدم للاستخلاص وطبيعة المركبات الفنولية المستخلصة، وكما توضح النتائج فإن الإيتانول ١٠% ترافق مع أفضل قيم للمردود الكمي من البولي فنولات المستخلصة من ثمار نبات الخرنوب. كذلك بينت النتائج وجود علاقة خطية ما بين كمية البولي فنولات في الخلاصة وقدرة هذه الخلاصات المضادة للأكسدة. كما أن المحافظ الدقيقة المحضرة باستعمال ألجينات الصوديوم أبدت ثباتاً جيداً خلال فترة الحفظ مما يمكننا من استخدامها في الصناعات الغذائية من أجل تدعيم العصائر بالمركبات المضادة للأكسدة.

التوصيات

- تعتبر ثمار الخرنوب مصدراً طبيعياً رخيص الثمن للبولي فنولات، يحتاج إلى دراسات أكثر تعمقاً للاستفادة منه في تحضير مضادات الأكسدة الطبيعية في المجالين الغذائي والصيدلاني. لذا يوصى باستكمال البحث حول المحتوى من البولي فنولات في ثمار الخرنوب من مناطق بيئية مختلفة.
- تحديد طبيعة المركبات الفنولية في الخلاصات المختلفة لثمار نبات الخرنوب.
- يوصى بدراسة العلاقة بين زمن نضج ثمار الخرنوب والمحتوى من البولي فنولات لتحديد الزمن الأمثل لقطف الثمار واستخلاص المواد المضادة للأكسدة منها.
- تطبيق تقنيات أخرى للحصول على محافظ دقيقة للمركبات الفنولية.
- تحديد الخواص الحسية للعصير بعد تدعيمه.
- إيجاد تطبيقات جديدة للخلاصات المضادة للأكسدة لثمار نبات الخرنوب في المجالين الغذائي والصيدلاني.
- دراسة التوافر الحيوي للمركبات الفنولية ضمن المحافظ الدقيقة.

المراجع

1. Campos-Vega R, Luzardo-Ocampo I, Cuellar-Nuñez ML, *Oomah BD. Designer food and feeds from underutilized fruits and vegetables. F*uture Foods, Academic Press, 2022, Pages 165-182.
2. Khatib S, Vaya J. Fig, Carob, Pistachio, and Health. *Bioactive Foods in Promoting Health, Academic Press,* 2010, Pages 245-263.
3. Gioxari A, Amerikanou C, Nestoridi I, Gourgari E, *Pratsinis H, Kalogeropoulos N, Andrikopoulos NK, Kaliora AC*. Carob: A Sustainable Opportunity for Metabolic Health. Foods. 2022;11(14):2154.
4. Al-helo RM, Al-Bakri IM, Al-Sabbagh MM. *Phenols extraction from olive mill wastewater using different solvents and studying the antioxidant activity of the extractants.* Damascus University Journal of Basic Sciences. 2013;29(2):307-327.
5. Fang Z., Bhandari B. *Encapsulation of polyphenols - A review. Trends Food Sci.* Technol. 2010;21:510-523.
6. Zhang Z, Li X, Sang S, McClements DJ, Chen L, Long J, Jiao A, Jin Z, Qiu C. *Polyphenols as Plant-Based Nutraceuticals: Health Effects, Encapsulation, Nano-Delivery,* and Application. Foods. 2022;11(15):2189.
7. Damián MR, Cortes-Perez NG, Quintana ET, Ortiz-Moreno A, Garfias Noguez C, Cruceño-Casarrubias CE*, Sánchez Pardo ME, Bermúdez-Humarán LG. Functional Foods, Nutraceuticals and Probiotics*: A Focus on Human Health. Microorganisms. 2022;10(5):1065.
8. Wissam Z, Bashour G, Wassim A, Warid K. *Effective extraction of polyphenols and proanthocyanidins from pomegranate's pee*l. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 2012;4:675-682.
9. Wissam Z, Bashour G, Wassim A, *Warid K. Simple and fast method for the extraction of polyphenol and the separation of proanthocyanidins from carob pods*. Scholars Academic Journal of Pharmacy. 2013;2(5):375-380.
10. Martins GR, Monteiro AF, do Amaral FRL, da Silva AS. *A validated Folin-Ciocalteu method for total phenolics quantification of condensed tannin-rich açaí (Euterpe oleracea Mart*.) seeds extract. J Food Sci Technol. 2021;58(12):4693-4702.
11. Chouman F, Aljindy M. *Extraction and Determination of Polyphenols in Dry Olive Leaves using Ultrasound Apparatus.* Tishreen University Journal. Bas. Sciences Series. 2018;40(2).
12. Malo A, Mansour G. *Extraction of phenolic compounds from leaves of some Syrian olive varieties and study of their influence on microorganisms*. Damascus University Journal of Basic Sciences. 2013;30(2):29-42.
13. Xiao F, Xu T, Lu B, Liu R. *Guidelines for antioxidant assays for food components. Food Frontiers.* 2020;1:60-69.
14. Machado AR, Silva PMP, Vicente AA, Souza-Soares LA, Pinheiro AC, Cerqueira MA. *Alginate Particles for Encapsulation of Phenolic Extract from Spirulina sp.* LEB-18: Physicochemical Characterization and Assessment of In Vitro Gastrointestinal Behavior. Polymers. 2022;14(21):4759.
15. Majimbi M, Brook E, Galettis P, Eden E, Al-Salami H, Mooranian A, Al-Sallami H, Lam V, Mamo JCL, Takechi R. *Sodium alginate microencapsulation improves the short-term oral bioavailability of cannabidiol when administered with deoxycholic acid. PLoS One*. 2021;16(6):e0243858.
16. Daayf F, Lattanzio V. *Recent Advances in Polyphenol Research*. Blackwell Publishing, 1st ed, Oxford, 2008, 379 pages.

17. Kaczorová D, Karalija E, Dahija S, Bešta-Gajević R, Parić A, Ćavar Zeljković S. *Influence of Extraction Solvent on the Phenolic Profile and Bioactivity of Two Achillea Species*. Molecules. 2021;26(6):1601.

18. Taameh N, Abas S, Hamade A. *Extraction of phenolic compounds from (Hops,grape seeds) and study its antioxidant activity.* Tishreen University Journal. Bas. Sciences Series. 2018;39(5).

19. Galanakis C.M., Goulas V., Tsakona S., Manganaris G.A., Gekas V. *A Knowledge Base for the Recovery of Natural Phenols with Different Solvents*. Int. J. Food Prop. 2013;16:382-396.

20. Papagiannopoulos M, Wollseifen HR, Mellenthin A, Haber B, Galensa R. *Identification and quantification of polyphenols in carob fruits (Ceratonia siliqua L.)* and derived products by HPLC-UV-ESI/MSn. Journal of agricultural and food chemistry. 2004;52(12), 3784-91.

21. Sánchez-Marzo N, Lozano-Sánchez J, Cádiz-Gurrea MdlL, Herranz-López M, Micol V, Segura-Carretero A. *Relationships Between Chemical Structure and Antioxidant Activity of Isolated Phytocompounds from Lemon Verbena. Antioxidants.* 2019;8(8):324.

22. Djeridane A, Yousfi M, Nadjemi B, Boutassouna D, Stocker P, Vidal N. *Antioxidant activity of some algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds Food Chem.* 2006;97:654-660.

23. Roseiro LB, Tavares CS, Roseiro JC, Rauter AP. *Antioxidants from aqueous decoction of carob pods biomass (Ceretonia siliqua L.):* Optimisation using response surface methodology and phenolic profile by capillary electrophoresis. Industrial Crops and Products 2013;44:119-126.

24. Nalda R, Arturo F, Paz R. A *polyphenol extract of tara pods (Caesalpinia spinosa) as a potential antioxidant in oils.* Eur. J. Lipid Sci. Technol. 2012;114:951-957.

25. Farag R, El-Baroty G, Basuny A. *The influence of phenolic extracts obtained from the olive plant (cvs. Picual and Kronakii*), on the stability of sunflower oil. Int. J. Food Sci. Tech. 2003;38:81-87.