

## دراسة تأثير إضافة المستخلصات المائية لقشور الرمان في جودة عصير التفاح خلال التخزين

نسرين البيطار<sup>(3)</sup>رمضان عطرة<sup>(2)</sup>محمد علي<sup>(1)</sup>

### الملخص:

تهدف هذه الدراسة لتقييم جودة عصير التفاح المدعم بالمستخلصات المائية لقشور الرمان بتركيز 0.1% و 0.2% و 0.5% على الترتيب، ودراسة تأثير إضافة هذه المستخلصات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعصير التفاح خلال التخزين لمدة شهرين على درجتي حرارة 4°C و 25°C ، وقد أدت هذه الإضافة إلى تحسن ملحوظ في محتوى العصير من المركبات الفينولية بمعدل 9.21%، لكن بالمقابل ارتفعت عكارة العصير ونفاذيته %T<sub>440</sub>، وأشار التقييم الحسي إلى أن إضافة مستخلص قشور الرمان بتركيز 0.2% قد أظهر أعلى درجات التقييم من حيث اللون والطعم والرائحة والقبول العام مقارنة مع التراكيز الأخرى، وقد أدى ارتفاع درجة حرارة التخزين 25°C وطول فترة التخزين لانخفاض محتوى الفينولات وكمية المواد الصلبة الذائبة و pH العصير وارتفاع في العكارة والنفاذية والحموضة المعاييرة، عموماً كان معدل التغير في الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعصير التفاح المدعم بالمستخلص أقل منه في عصير التفاح العادي.

**الكلمات المفتاحية:** المستخلصات المائية، قشور الرمان، المركبات الفينولية، عصير التفاح، التخزين.

- (1) طالب دكتوراه - قسم الهندسة الغذائية- كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية-جامعة حمص.
- (2) أستاذ - قسم الهندسة الغذائية- كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية-جامعة حمص.
- (3) أستاذ مساعد - قسم الهندسة الغذائية- كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية-جامعة حمص.

## Study of the Effect of Adding Water Extracts of Pomegranate Peels In the Quality of Apple Juice During Storage

Mohamad Ali<sup>(1)</sup> Ramadan Atra<sup>(2)</sup> Nisreen Al-Bitar<sup>(3)</sup>

### Abstract

The objective of this study was to evaluate the quality of apple juice fortified with water extracts of pomegranate peels at concentrations of 0.1%, 0.2%, and 0.5% respectively, and to study the effect of adding these extracts in the physical and chemical properties of the apple juice during storage for two months at 4°C and 25°C. This addition resulted in a significant improvement in the juice's phenolic content at a rate of 9.21%. Conversely, the addition of extracts into juices resulted in elevated turbidity and a reduction in transmittance (T440%). The Sensory evaluation indicated that the addition of a 0.2% pomegranate peel extract exhibited the highest ratings in terms of color, taste, aroma, and overall acceptability compared to other concentrations. The high storage temperature (25°C) and the extended storage period led to a decrease in phenolic content, total soluble solids, and pH, while increasing turbidity, transmittance, and titratable acidity. Overall, the rate of change in the physicochemical properties of the apple juice enriched with the extract was lower than that of regular apple juice.

**Keywords:** Water extracts, pomegranate peel, phenolic compounds, apple juice, storage.

(1) PhD student. at Food Engineering Department, Faculty of Chemical and Petroleum Engineering, Homs University.

(2) Prof. at Food Engineering Department, Faculty of Chemical and Petroleum Engineering, Homs University.

(3) Asst. Prof. at Food Engineering Department, Faculty of Chemical and Petroleum Engineering, Homs University.

## 1. المقدمة:

في السنوات الأخيرة، زاد طلب المستهلكين على المنتجات الغذائية ذات القيمة الغذائية العالية بشكل كبير وقد ركز قطاع صناعة المشروبات والعصائر على تعزيز منتجاته بالمكونات النشطة حيوياً لمواكبة هذا الطلب، ولتحقيق ذلك ركز على استعادة هذه المكونات من المنتجات الثانوية للفاكهة والخضراوات [1] وتعتبر المستخلصات الطبيعية أحد أهم هذه المنتجات الثانوية في مجال حفظ الأغذية ورفع قيمتها الغذائية ومنها مستخلصات قشور الرمان (Pomegranate Peel Extract) وينتج الرمان (*Punica granatum L.*) حوالي 1,500,000 طن من النفايات في جميع أنحاء العالم سنوياً [2] وغالباً ما يتم التخلص منها كنفايات زراعية، وتشكل القشور حوالي 50% من الثمرة الطازجة الكاملة وهي مصدر مهم للمعادن وخاصة البوتاسيوم والكالسيوم والفوسفور والمغنيزيوم والصوديوم بالإضافة إلى السكريات المعقدة ومستويات عالية من مجموعة متنوعة من المركبات النشطة حيوياً (المركبات الفينولية) [3]، وتتكون هذه المركبات النشطة حيوياً من التانينات القابلة للتحلل المائي، الفلافونويدات (flavonoids)، الأنثوسيانينات (anthocyanins)، الحموض الفينولية (phenolic acids)، الفيتوستيرولات (phytosterols) والحموض الدهنية المتعددة غير المشبعة (polyunsaturated fatty acids) [4].

تُعد محاليل الميثانول أو الكحولات المائية مذيبيات فعالة للمركبات الفينولية وهي عادةً المذيبيات المفضلة في المختبرات، لكن بالنسبة للتطبيقات الصناعية واسعة النطاق ينبغي النظر في إمكانية استخدام الماء منزوع الشوارد كبديل أكثر استدامة من الناحية الاقتصادية وصديق للبيئة [5]. حيث بين Wang وآخرون [6] أن الاستخلاص بالماء عند درجة حرارة 40°C لمدة 4 ساعات كان وسطاً فعالاً لاستخلاص مضادات الأكسدة من قشور الرمان نظراً للطبيعة القطبية لهذه المركبات، وخلصوا إلى أن الماء يجب أن يكون المذيب المفضل وخاصة عند النظر في التأثير

الكبير للميثانول من حيث التكلفة والسمية، كما تم اختبار المستخلص المائي لقشور الرمان (PPE) كمادة مضافة لإطالة مدة صلاحية منتجات اللحوم وقد وجد أنه يبطن أكسدة البروتين والدهون ويحفز النشاط المضاد للميكروبات ضد مجموعة من السلالات المسببة للمرض [7]، وفي دراسة أخرى على استخلاص قشور الرمان باستخدام الماء المغلي أظهرت هذه المستخلصات نشاطاً مضاداً للميكروبات ضد مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة مثل: *B. subtilis*, *S. aureus*, *E. Coli*, *Salmonella* بمستويات تُضاهي مستخلصات قشور الرمان باستخدام مذيبات الأسيتون والإيثانول [8]. في العديد من الدراسات استُخدمت المستخلصات الفينولية المشتقة من نباتات عطرية طبية متنوعة مثل الزعتر والميرمية ومن منتجات ثانوية من الفواكه والخضراوات مثل قشور الرمان في تصنيع مشروبات ذات قيمة مضافة مثل (عصائر التفاح، الأناناس، البرتقال، والجزر) [9,10,11] وقد أدى ذلك إلى تحسين الخصائص الوظيفية للعصائر، وفي إحدى الدراسات تمت إضافة مستخلصات قشور الرمان بنسبة 0.5% لعصير البندورة المخلوط مع عصير الفراولة وقد عززت هذه المستخلصات بشكل كبير محتوى مضادات الأكسدة في كلا النوعين ولاققت قبولاً حسياً جيداً [12]، وفي دراسة أخرى تم إضافة مستخلصات قشور الرمان لإطالة مدة حفظ عصير البرتقال وقد أظهر المستخلص نشاطاً قوياً مضاداً للأكسدة والميكروبات وتأثيراً ملحوظاً على الاسمرار والحموضة القابلة للمعايرة وانخفاض نمو الميكروبات أثناء تخزين العصير [13]، كما تم في دراسة أخرى إضافة مستخلصات قشور الرمان إلى عصير الرمان وقد حسنت هذه الإضافة من الخصائص الكيميائية والفيزيائية والحسية للعصير [14]، قام [15] بإضافة مستخلصات قشور الرمان بتركيزات تتراوح من 0.5% إلى 2% لعصير التفاح لرفع قيمته الغذائية، وخلصت الدراسة إلى أن عصير التفاح المدعم بمستخلصات قشور الرمان بتركيز 0.5% كان أفضل من عصير التفاح العادي بالإضافة للحصول على منتج ذو قيمة غذائية مرتفعة دون تغيير في خصائصه الحسية أو سلامته، ويعتمد إجمالي محتوى الفينول في مستخلصات قشور الرمان على عدد من العوامل وهي الصنف، طريقة الحصاد، التخزين، وطريقة إنتاج المستخلص [22]

وأفاد [23] أن إجمالي محتوى الفينول في مستخلصات قشور الرمان باستخدام الطريقة التقليدية (المذيبات) تراوح بين 365.71 و1167.40 mg/L.

## 2. هدف البحث:

تأثير إضافة المستخلصات المائية لقشور الرمان في الخصائص الحسية وفي الخصائص الفيزيائية والكيميائية مثل العكارة واللون و pH والحموضة القابلة للمعايرة ومحتوى المواد الصلبة الذائبة وكمية المركبات الفينولية والمرتبطة بمدّة حفظ عصير التفاح خلال التخزين.

## 3. مواد وطرق البحث Materials and methods:

### المواد Material:

1. عصير التفاح: تم شراء التفاح من صنف جولدن (Golden Delicious variety) في مرحلة النضج المناسبة من قرية برشين في محافظة حمص في شهر أيلول من العام 2025، غُسلت الثمار السليمة وتم تقطيعها وإزالة البذور منها، ثم تم استخراج العصير بواسطة عصارة الفاكهة (RIMEX, SPAIN) بعدها تم تصفية العصير باستخدام مصافي قماشية، ثم استخدام الطرد المركزي 4000 rpm لمدة 5 دقائق، تمت عملية الترويق بإضافة 0.5 mg من الجيلاتين إلى واحد لتر من عصير التفاح الخام الناتج مع التسخين للدرجة 50°C لمدة 2 ساعة في عبوة زجاجية مغلقة باستخدام جهاز التسخين مع التحريك (VELP, ITALY)، ترك العصير بعدها لمدة 4 ساعات لضمان اكتمال عملية الترويق، ثم استخدام الطرد المركزي 4000 rpm لمدة 5 دقائق لترسيب الندف المتشكلة، تم فصل العصير الرائق وتعبئته في عبوات زجاجية محكمة الاغلاق سعة 100ml وبسنترتها (85-90°C لمدة 1 دقيقة) في حمام مائي ثم التبريد السريع والحفظ في الدرجة 4°C لحين إضافة المستخلصات المائية لقشور الرمان.

2. قشور الرمان: تم شراء الرمان من النوع الحامض من السوق المحلية لمدينة حمص، حيث تم فصل القشرة عن اللب يدوياً وقطعت لقطع صغيرة وجففت في الهواء الطلق في درجة حرارة الغرفة مع تجنب أشعة الشمس المباشرة، ثم طُحنت القشور باستخدام مطحنة كهربائية وفصلت عبر منخل قياس 40 mesh (تقريباً  $425 \mu\text{m}$ ) ، أخذت النواتج وقسمت لقسمين: تحت 40 mesh وفوق 40 mesh، أخذ 20 g من كل قسم ونقع في 200 ml من الماء المقطر مع رجها بسرعة 200 rpm عند درجة حرارة 40 درجة مئوية لمدة 6 ساعات، وتم ترشيح السائل باستخدام ورق ترشيح قياس 1 ثم جفف بالتجميد وحفظ المستخلص الجاف في عبوة عاتمة محكمة الإغلاق على  $20^\circ\text{C}$ - لحين إجراء التجارب.

### طرق البحث :Methods of Analysis

الاختبارات على عصير التفاح:

المادة الصلبة المنحلة (TSS): باستخدام جهاز الريفراكتومتر (-DR301, Kruss, Germany) عند درجة حرارة  $20^\circ\text{C}$  وتم التعبير عن النتائج كنسبة مئوية وزنية % Brix وفق [16].

تقدير رقم الحموضة pH: باستخدام جهاز pH-meter من نموذج (Sartorius PB-11) بدرجة حرارة  $20^\circ\text{C}$  وفق [17].

تقدير الحموضة الكلية القابلة للمعايرة: بالمعايرة بمحلول  $0.1\text{N NaOH}$  للوصول لقيمة  $\text{pH}=8.1$  وقدرت على أساس حمض الماليك، وفق [17].

تقدير اللون: تم تقدير لون عصير التفاح بقياس نفاذيته للضوء (Transmittance) عند طول موجة 440nm باستخدام جهاز UV-SPECTROPHOTOMETER نموذج (UV-1800, SHIMADZU, Japan) وفق [18].

تقدير العكارة: باستخدام جهاز Turbidimeter نموذج (HASH, U.S.A) 2100P

تقدير الفينولات الكلية (TFC) : باستخدام طريقة Folin-CioCalteu وفق [19] مع بعض التعديل، حيث خلط 0.5 ml من المستخلص / العصير المخفف بمقدار 10-100 ضعف مع 2.5 ml من كاشف فولين المخفف بمقدار 10 أضعاف، وحُضِن لمدة دقيقة واحدة، قبل إضافة 2 ml من  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  7.5% وترك الخليط لمدة 30 دقيقة، بعدها حددت قيمة الامتصاصية مقارنةً بعينة الشاهد المحضرة عند طول موجة 765 nm (باستخدام جهاز UV-spectrophotometer نموذج (UV-1800,SHIMADZU,Jaban) حيث استُخدمت خمسة تراكيز مختلفة من محاليل حمض الغاليك (20-100 mg/L) للمعايرة وعبر عن النتائج النهائية كمكافئ لحمض الغاليك (GAE) لكل 100 غرام من المادة الجافة.

التقييم الحسي: أجريت التقييمات الحسية للعينات من قبل لجنة مؤلفة من 10 أشخاص وتم تقييم اللون والرائحة والطعم والقبول العام للعينات على مقياس من 9 نقاط (1: غير مقبول ، 5: مقبول، 9: جيد) [15].

التحليل الاحصائي: أجري تحليل التباين أحادي الاتجاه (ANOVA) واختبار Tukey باستخدام برنامج Minitab 22 عند قيمة ( $p < 0.05$ ) حيث تم استخدام ثلاث مكررات لكل عينة.

#### 4. النتائج والمناقشة:

مردود الاستخلاص وكمية المركبات الفينولية (TFC) في مستخلص قشور الرمان (PPE):

يبين الجدول (1) مردود الاستخلاص وكمية المركبات الفينولية (TFC) في المستخلص المائي لقشور الرمان (PPE) ويتضح من الجدول أن هناك فرق معنوي ( $p < 0.05$ ) في مردود الاستخلاص حيث كان المردود من مسحوق قشور الرمان للجزيئات التي أبعادها أصغر من 40

mesh أعلى منه في المرذود للجزيئات التي أبعادها أكبر من 40 mesh، كما يلاحظ من الجدول أن كمية المركبات الفينولية ارتفعت بارتفاع مرذود الاستخلاص، ويمكن تفسير ذلك بزيادة مساحة سطح التلامس بين الماء والمادة الصلبة بالإضافة لتسريع عملية انتشار الماء داخل الجزيئات للوصول إلى المركبات القابلة للاندخال، وقد كشفت الدراسات أن إجمالي محتوى الفينول في مستخلصات قشر الرمان المختلفة يتراوح بين 0.78 و 9.47 mg/ml [20,21].

الجدول (1) مرذود الاستخلاص وكمية المركبات الفينولية (TFC) في المستخلص المائي لقشور الرمان (PPE)

| المؤشر              | تحت 40 mesh              | فوق 40 mesh              |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|
| مرذود الاستخلاص (%) | 7.15                     | 5.30                     |
| TFC (mg GA \100g)   | 693.33±2.08 <sup>A</sup> | 479.66±1.52 <sup>B</sup> |

حسبت النتائج كمتوسط حسابي ± الانحراف المعياري (n=3)، القيم التي لا تتشارك بنفس الحرف في الصف الواحد تدل على وجود فرق معنوي مهم إحصائياً (p<0.05).

#### تأثير تركيز PPE في الخصائص الحسية لعصير التفاح

تمت إضافة PPE لعينات عصير التفاح بتركيز 0.1%، 0.2%، 0.5% على الترتيب، وأجريت اختبارات الخصائص الحسية ( اللون، الرائحة، الطعم والقبول العام) من قبل 10 أعضاء لعصير التفاح المدعم بـ PPE وفق التراكيز المذكورة، يبين الجدول (2) تأثير تركيز PPE في الخصائص الحسية لعصير التفاح، ويتضح من الجدول أن جميع العينات قد حصلت على قبول جيد من حيث اللون فلم يلاحظ فرق معنوي (p<0.05) بين العينات إلا أن أقل درجة قبول من حيث اللون كانت (4.6±2.2) في عصير التفاح AJ3 ذي التركيز 0.5% PPE، بينما كانت أفضل درجة قبول من حيث اللون (6.6±2.0) لعصير التفاح AJ غير المدعم بإضافة PPE، كما نلاحظ من الجدول (2) عدم وجود فرق معنوي (p<0.05) بين نتائج القبول الحسية للعينات من حيث الرائحة

والطعم، أما بالنسبة للقبول العام فنلاحظ عدم وجود فرق معنوي ( $p < 0.05$ ) لجميع العينات باستثناء عينات العصير المدعم بتركيز 0.5% حيث سجلت أقل درجة قبول عام وهي  $3.8 \pm 1.9$ ، في حين كانت أعلى درجة في القبول العام لعصير التفاح  $AJ_2$ .

الجدول (2) تأثير تركيز PPE في الخصائص الحسية لعصير التفاح

| القبول العام       | الطعم           | الرائحة         | اللون           | تركيز PPE               |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|
| $6.2 \pm 1.9^A$    | $7.4 \pm 2.0^A$ | $5.8 \pm 1.6^A$ | $6.6 \pm 2.0^A$ | (AJ) 0%                 |
| $5.8 \pm 1.6^{AB}$ | $7.0 \pm 2.1^A$ | $5.4 \pm 1.2^A$ | $5.8 \pm 1.6^A$ | (AJ <sub>1</sub> ) 0.1% |
| $6.6 \pm 2.0^A$    | $7.0 \pm 2.1^A$ | $6.2 \pm 1.9^A$ | $6.2 \pm 1.9^A$ | (AJ <sub>2</sub> ) 0.2% |
| $3.8 \pm 1.9^B$    | $5.0 \pm 2.6^A$ | $4.6 \pm 1.2^A$ | $4.6 \pm 2.2^A$ | (AJ <sub>3</sub> ) 0.5% |

حسبت النتائج كمتوسط حسابي  $\pm$  الانحراف المعياري ( $n=3$ )، القيم التي لا تتشارك بنفس الحرف في العمود الواحد تدل على وجود فرق معنوي مهم إحصائياً ( $p < 0.05$ ).

### تأثير إضافة PPE في المواد الصلبة الذائبة TSS وقيمة الـ pH في عصير التفاح

بالنظر لمعطيات التقييم الحسي تم اعتماد إضافة PPE بتركيز 0.2% لعصير التفاح، وتم مقارنة المواصفات الفيزيائية والكيميائية لعصير التفاح قبل وبعد الإضافة، يبين الجدول (3) تأثير إضافة PPE على المواصفات الفيزيائية والكيميائية لعصير التفاح، ويلاحظ من الجدول ارتفاع في قيمة المواد الصلبة المنحلة TSS بعد إضافة PPE من القيمة  $11.70 \pm 0.00$  إلى  $11.87 \pm 0.01$  بمعدل زيادة قدره 1.45% تقريباً ( $p < 0.05$ ) وهذا يتوافق مع [10]، كما يتضح أيضاً انخفاض

قيمة pH بعد إضافة المستخلص من القيمة  $3.87 \pm 0.01$  إلى  $3.71 \pm 0.01$  بمعدل انخفاض  $4.13\%$  ( $p < 0.05$ ) وهذا يتوافق مع [15] حيث لاحظوا انخفاض قيمة pH عصير التفاح بعد إضافة PPE بتركيز مختلفة، وعلى عكس نتائجنا لاحظ [10] زيادة في الرقم الهيدروجيني (pH) بعد إضافة مُستخلص PPE ( $5 \text{ mg} \setminus \text{ml}$ ) إلى عصير الجزر.

#### تأثير إضافة PPE في الحموضة القابلة للمعايرة TA في عصير التفاح

وفقاً للجدول (3) فإن إضافة PPE إلى عصير التفاح بتركيز  $0.2\%$  كان له تأثير كبير على الحموضة القابلة للمعايرة ( $P < 0.05$ )، حيث ارتفعت TA من القيمة  $0.37 \pm 0.01$  إلى القيمة  $0.52 \pm 0.00$  بمعدل زيادة قدره  $40.5\%$ ، وقد يعزى ذلك لوجود الحموض العضوية والتانينات والحموض الفينولية فتزداد كمية الأحماض القابلة للمعايرة، وعلى عكس ذلك وفي دراسة على إضافة PPE إلى عصير البرتقال تبين حدوث انخفاض في قيمة الحموضة القابلة للمعايرة [13].

#### تأثير إضافة PPE في العكارة واللون $T_{440\%}$ في عصير التفاح

يلاحظ من الجدول (3) أنه بعد ضافة PPE تأثرت كل من قيمة عكارة العصير ولونه ( $P < 0.05$ )، فارتفعت العكارة من القيمة  $9.68 \pm 0.01$  إلى القيمة  $9.72 \pm 0.02$  بمعدل تقريباً  $0.41\%$ ، بينما انخفضت النفاذية من القيمة  $84.47 \pm 0.02$  إلى القيمة  $70.84 \pm 0.56$  بمعدل تقريباً  $16.1\%$  نتيجة لزيادة العكارة، تمارس المركبات الفينولية تأثيراً كبيراً على تشكيل العكارة حيث تتشكل هياكل عالية الوزن الجزيئي بسبب أكسدة الكاتيكينات والبروسيانيدينات وهما المسؤولان الرئيسيان عن العكارة، وتؤدي بلمرة هذه الهياكل إلى تكوين جزيئات كبيرة مما يساهم في العكارة والترسيب اللاحق بمرور الزمن [24].

#### تأثير إضافة PPE في محتوى المركبات الفينولية TFC في عصير التفاح

يبين الجدول (3) أن كمية TFC في عصير التفاح تأثرت بشكل كبير ( $P < 0.05$ ) بإضافة PPE فارتفعت من القيمة  $193.80 \pm 0.20$  إلى القيمة  $211.65 \pm 0.45$  بمعدل زيادة 9.21% تقريباً، ويتوافق ذلك مع [15]، وقد أظهرت دراسة على عصير الرمان أن إجمالي محتوى المركبات الفينولية ارتفع بنسبة 47% عند إضافة 50g\L من مستخلص القشور الداخلية للرمان [25]، ووجد أن إجمالي محتوى المركبات الفينولية في عصير الجزر ارتفع بمقدار 3.2 مرة عند إضافة مستخلص قشور الرمان بتركيز (5mg/ml) مقارنةً بعصير الجزر غير المدعم بالمستخلص [10].

الجدول (3) تأثير إضافة PPE على المواصفات الفيزيائية والكيميائية لعصير التفاح

| المؤشر          | قبل إضافة PPE 0.2% | بعد إضافة PPE 0.2% |
|-----------------|--------------------|--------------------|
| TSS (Brix°)     | 11.70±0.00 B       | 11.87±0.01A        |
| TA %            | 0.37±0.01B         | 0.52±0.00A         |
| PH              | 3.87±0.01A         | 3.71±0.01B         |
| العكارة (NTU)   | 9.68±0.01A         | 9.72±0.02B         |
| TFC (mg GA \ L) | 193.80±0.20A       | 211.65±0.45B       |
| % T440 النفاذية | 84.47±0.02A        | 70.84±0.01B        |

حسبت النتائج كمتوسط حسابي  $\pm$  الانحراف المعياري ( $n=3$ )، القيم التي لا تتشارك بنفس الحرف في الصف الواحد تدل على وجود فرق معنوي مهم إحصائياً ( $p < 0.05$ ).

### تخزين عصير التفاح

تم تعبئة عصير التفاح في عبوات زجاجية محكمة الإغلاق وتخزينها عند درجتي حرارة  $4^{\circ}\text{C}$  و  $25^{\circ}\text{C}$  على التوالي وتم دراسة المواصفات الفيزيائية والكيميائية على العينات خلال التخزين لمدة

شهرين، وتم التعبير عن عصير التفاح غير المدعم بالمستخلص بالرمز AJ وعصير التفاح المدعم بتركيز 0.2% من PPE بالرمز AJP.

**تأثير إضافة PPE في المواد الصلبة الذائبة TSS في عصير التفاح خلال التخزين** يوضح الجدول (4-1) المواصفات الفيزيائية والكيميائية لعصير التفاح خلال التخزين، ونلاحظ من الجدول أن قيمة TSS لعصير التفاح AJ انخفضت بشكل كبير بين بداية ونهاية التخزين ( $p < 0.05$ )، وحافظت على ثباتها ( $p < 0.05$ ) في نهاية الشهر الأول على الدرجة  $25^{\circ}\text{C}$  ونهاية الشهر الثاني على الدرجة  $4^{\circ}\text{C}$ ، وتشابه هذا الانخفاض في TSS مع عصير التفاح المدعم بالمستخلص AJP لكن بفرق بسيط حيث أنها حافظت على ثباتها في نهاية الشهر الثاني عند الدرجة  $4^{\circ}\text{C}$  و  $25^{\circ}\text{C}$ ، عموماً كانت قيمة TSS في نهاية مدة التخزين لعصير التفاح AJ ( $10.85 \pm 0.02$ ) أقل منها لعصير التفاح AJP ( $11.14 \pm 0.04$ )، ويعزى ذلك لوجود كمية من المواد الصلبة الذائبة في المستخلص المائي لقشور الرمان.

#### تأثير إضافة PPE في pH و TA في عصير التفاح خلال التخزين

من الجدول (4-1) نلاحظ ارتفاع قيمة الحموضة TA وانخفضت قيمة pH في عصير التفاح AJ و AJP خلال التخزين بشكل ملحوظ ( $p < 0.05$ )، حيث ارتفعت TA لعصير التفاح المدعم بالمستخلص AJP في نهاية فترة التخزين عند  $25^{\circ}\text{C}$  بمعدل 53.8% في حين كان معدل الارتفاع في عصير AJP حوالي 50% في نهاية فترة التخزين على الدرجة  $4^{\circ}\text{C}$ ، وكان معدل الارتفاع لعصير AJ في نهاية فترة التخزين على الدرجة  $25^{\circ}\text{C}$  تقريباً 75.6% و 94.5% على التوالي، ويمكن تفسير ارتفاع الحموضة في كلا النوعين من العصير بتحلل السكريات وأكسدة الفينولات إلى حموض عضوية، إن ارتفاع قيمة الحموضة القابلة للمعايرة سيقابله بالضرورة انخفاض في قيمة pH، حيث انخفض لعصير AJ في نهاية فترة التخزين عند الدرجة  $4^{\circ}\text{C}$  و

25°C بمعدل 6.4% و 8.2% على الترتيب، في حين كان انخفاض pH لعصير AJP في نهاية فترة التخزين عند الدرجة 4°C و 25°C بمعدل 3.7% و 4.5% على الترتيب.

الجدول (4-1) المواصفات الفيزيائية والكيميائية لعصير التفاح خلال التخزين

| شهر 2                   |                         | شهر 1                   |                         | شهر 0                   | النوع | المؤشر      |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|-------------|
| 25°C                    | 4°C                     | 25°C                    | 4°C                     | -                       | -     |             |
| 10.85±0.02 <sup>D</sup> | 11.05±0.04 <sup>C</sup> | 11.12±0.02 <sup>C</sup> | 11.42±0.03 <sup>B</sup> | 11.70±0.01 <sup>A</sup> | AJ    | TSS (Brix°) |
| 11.14±0.04 <sup>D</sup> | 11.14±0.01 <sup>D</sup> | 11.33±0.02 <sup>B</sup> | 11.24±0.02 <sup>C</sup> | 11.87±0.01 <sup>A</sup> | AJP   |             |
| 25°C                    | 4°C                     | 25°C                    | 4°C                     |                         |       | Acidity %   |
| 0.72±0.02 <sup>A</sup>  | 0.65±0.02 <sup>B</sup>  | 0.56±0.01 <sup>C</sup>  | 0.43±0.03 <sup>D</sup>  | 0.37±0.01 <sup>E</sup>  | AJ    |             |
| 0.80±0.00 <sup>A</sup>  | 0.78±0.02 <sup>A</sup>  | 0.67±0.01 <sup>B</sup>  | 0.62±0.01 <sup>C</sup>  | 0.52±0.00 <sup>D</sup>  | AJP   |             |
| 25°C                    | 4°C                     | 25°C                    | 4°C                     |                         |       | pH          |
| 3.55±0.02 <sup>D</sup>  | 3.62±0.02 <sup>C</sup>  | 3.69±0.01 <sup>B</sup>  | 3.71±0.03 <sup>B</sup>  | 3.87±0.01 <sup>A</sup>  | AJ    |             |
| 3.54±0.01 <sup>E</sup>  | 3.57±0.00 <sup>D</sup>  | 3.63±0.00 <sup>B</sup>  | 3.60±0.01 <sup>C</sup>  | 3.71±0.01 <sup>A</sup>  | AJP   |             |

حسبت النتائج كمتوسط حسابي ± الانحراف المعياري (n=3)، القيم التي لا تتشارك بنفس الحرف في الصف الواحد تدل على وجود فرق معنوي مهم إحصائياً (p<0.05).

تأثير إضافة PPE على العكارة واللون %T<sub>440</sub> في عصير التفاح خلال التخزين

يبين الجدول (4-2) المواصفات الفيزيائية والكيميائية لعصير التفاح خلال التخزين، ومن الجدول نلاحظ ارتفاع قيمة العكارة بشكل تدريجي لكلا النوعين من عصير التفاح ( $P < 0.05$ )، وكان معدل الارتفاع في عصير التفاح AJ حتى نهاية فترة التخزين عند الدرجة  $4^{\circ}\text{C}$  و  $25^{\circ}\text{C}$  تقريباً  $10.6\%$  و  $22.3\%$  على الترتيب، بينما كان معدل الارتفاع في قيمة العكارة لعصير التفاح AJP عند الدرجة  $4^{\circ}\text{C}$  و  $25^{\circ}\text{C}$  تقريباً  $9.3\%$  و  $17.6\%$  على الترتيب، ونلاحظ ارتفاع قيمة العكارة في عصير AJP في الشهر الأول من التخزين وقد يعزى ذلك لتفاعل الفينولات الموجودة في المستخلص مع البروتينات والسكريات في العصير، عموماً كانت الزيادة في قيمة العكارة عند التخزين على الدرجة  $25^{\circ}\text{C}$  أكبر من تلك الملحوظة لنفس العينة المخزنة عند الدرجة  $4^{\circ}\text{C}$ ، وتعزى زيادة تشكل العكارة عند درجات الحرارة المرتفعة إلى ارتفاع قابلية الحركة الجزيئية و/أو قابلية التفاعل للجزيئات المسؤولة عن العكارة مقارنةً بتلك الملحوظة عند درجات حرارة منخفضة [26].

أما بالنسبة لتغير لون عصير التفاح فنلاحظ من الجدول (4-2) أن قيمة النفاذية عند  $440\text{nm}$  لعصير التفاح AJ انخفضت على طول فترة التخزين ( $P < 0.05$ ) عند الدرجة  $4^{\circ}\text{C}$  والدرجة  $25^{\circ}\text{C}$  تقريباً بمعدل  $29.3\%$  و  $43.7\%$  على الترتيب، بينما حافظت على قيمتها في عصير التفاح AJP حتى نهاية الشهر الأول من التخزين، لكنها انخفضت في نهاية التخزين عند الدرجة  $4^{\circ}\text{C}$  والدرجة  $25^{\circ}\text{C}$  تقريباً بمعدل  $4.4\%$  و  $6.1\%$  على الترتيب، ويعزى تغير اللون نتيجة لزيادة العكارة خلال التخزين.

الجدول (4-2) المواصفات الفيزيائية والكيميائية لعصير التفاح خلال التخزين

| شهر 2                |                     | شهر 1                |                     | شهر 0             | النوع | المؤشر<br>Turbidity<br>(NTU) |
|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------|-------|------------------------------|
| $25^{\circ}\text{C}$ | $4^{\circ}\text{C}$ | $25^{\circ}\text{C}$ | $4^{\circ}\text{C}$ | -                 | -     |                              |
| $11.87 \pm 0.05^A$   | $10.73 \pm 0.03^B$  | $9.87 \pm 0.03^C$    | $9.83 \pm 0.01^C$   | $9.70 \pm 0.01^D$ | AJ    |                              |

|                          |                          |                          |                          |                          |     |                    |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----|--------------------|
| 11.44±0.03 <sup>A</sup>  | 10.63±0.03 <sup>B</sup>  | 9.96±0.04 <sup>E</sup>   | 9.87±0.02 <sup>C</sup>   | 9.72±0.02 <sup>D</sup>   | AJP |                    |
| 25°C                     | 4°C                      | 25°C                     | 4°C                      | -                        | -   | T <sub>440</sub> % |
| 47.48±0.44 <sup>E</sup>  | 59.64±0.09 <sup>D</sup>  | 50.20±0.03 <sup>C</sup>  | 61.59±0.03 <sup>B</sup>  | 84.47±0.02 <sup>A</sup>  | AJ  |                    |
| 66.50±1.02 <sup>B</sup>  | 67.69±1.54 <sup>B</sup>  | 70.30±0.54 <sup>A</sup>  | 70.87±0.03 <sup>A</sup>  | 70.84±0.56 <sup>A</sup>  | AJP |                    |
| 25°C                     | 4°C                      | 25°C                     | 4°C                      | -                        | -   | TFC (mg GA \ L)    |
| 125.00±2.11 <sup>E</sup> | 161.73±1.96 <sup>D</sup> | 183.73±1.02 <sup>C</sup> | 190.83±1.01 <sup>B</sup> | 193.80±0.20 <sup>A</sup> | AJ  |                    |
| 162.54±2.20 <sup>E</sup> | 178.99±1.77 <sup>D</sup> | 189.26±1.71 <sup>C</sup> | 205.74±1.26 <sup>B</sup> | 211.65±0.45 <sup>A</sup> | AJP |                    |

حسبت النتائج كمتوسط حسابي ± الانحراف المعياري (n=3)، القيم التي لا تتشارك بنفس الحرف في الصف الواحد تدل على وجود فرق معنوي مهم إحصائياً (p<0.05).

### تأثير إضافة PPE على محتوى المركبات الفينولية TFC في عصير التفاح خلال التخزين

لوحظ انخفاض إجمالي محتوى المركبات الفينولية في عينات عصير التفاح خلال فترة التخزين (P<0.05) كما وجد أن إجمالي محتوى المركبات الفينولية تأثر سلباً بارتفاع درجة حرارة التخزين، حيث انخفض محتواها لعصير التفاح AJ في نهاية فترة التخزين عند الدرجة 4°C والدرجة 25°C تقريباً بمعدل 16.5% و 35.5% على الترتيب، بينما انخفضت لعصير التفاح AJP في نهاية فترة التخزين عند الدرجة 4°C والدرجة 25°C تقريباً بمعدل 15.4% و 23.2% على الترتيب

(الجدول 5)، ومن المعروف أن المركبات الفينولية تتخفف أثناء التخزين بسبب تفاعلات مثل الأكسدة والبلمرة [27].

## 5. الاستنتاجات والتوصيات

أظهرت إضافة PPE إلى عصير التفاح بتركيز 0.2% قبولاً حسياً جيداً من حيث اللون والرائحة والطعم والقبول العام مقارنةً بالتراكيز الأخرى، كما أظهرت تحسناً في محتوى المركبات الفينولية في العصير المدعم بالمستخلص مقارنةً بالعصير غير المدعم، لكنها أثرت بشكل سلبي على العكارة واللون، كما حسنت هذه الإضافة من جودة عصير التفاح بشكل جيد خلال التخزين مقارنةً مع عصير التفاح بدون إضافة المستخلص، أما بالنسبة لدرجة حرارة التخزين فقد وُجد أن التخزين في الدرجة 4°C أفضل منه عند الدرجة 25°C لأنها تحد بشكل جيد من التغيرات الفيزيائية والكيميائية.

نوصي بدراسة طرق استخلاص جديدة مثل الاستخلاص بالموجات فوق الصوتية أو الاستخلاص بمساعدة الأنزيمات والتي توفر الوقت والجهد وتعطي مردوداً أعلى، كما نوصي باستخدام مواد أخرى غير قشور الرمان مثل بذور العنب وقشور التفاح وقد تكون من مخلفات الصناعات الغذائية بالإضافة لدراسة استخدام هذه المستخلصات كمواد حافظة لتقليل نسبة المواد الحافظة الصناعية المستخدمة وتكون آمنة صحياً.

## المراجع:

1. Aydin, M., Eyiz, V., & Tontul, I. (2024). *Value addition of fruit processing industrial waste*. In M. Selvamuthukumar (Ed.), *Wealth out of food processing waste* (1st ed., p. 290). CRC Press.

2. FAO. (2012). *Statistical database*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Codex Alimentarius Commission.
3. Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2018). Phenolic compounds as beneficial phytochemicals in pomegranate (*Punica granatum* L.) peel: A review. *Food Chemistry*, 261, 75–86.
4. Andrade, M. A., Lima, V., Silva, A. S., et al. (2019). Pomegranate and grape by-products and their active compounds: Are they a valuable source for food applications? *Food Science & Technology*, 86, 68–84.
5. Russo, M., Fanali, C., Tripodo, G., Dugo, P., Muleo, R., Dugo, L., De Gara, L., & Mondello, L. (2018). Analysis of phenolic compounds in different parts of pomegranate (*Punica granatum*) fruit by HPLC-PDA-ESI/MS and evaluation of their antioxidant activity: Application to different Italian varieties. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 410, 3507–3520.
6. Wang, Z. B., Pan, Z. L., Ma, H. L., & Atungulu, G. G. (2011). Extract of phenolics from pomegranate peels. *Food Science*, 5, 17–25.
7. Pirzadeh, M., Caporaso, N., Rauf, A., Shariati, M. A., Yessimbekov, Z., Khan, M. U., Imran, M., & Mubarak, M. S. (2021). Pomegranate as a source of bioactive constituents: A review on their characterization, properties and applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61, 982–999.
8. Nuamsetti, T., Dechayuenyong, P., & Tantipaibulvut, S. (2012). Antibacterial activity of pomegranate fruit peels and arils. *ScienceAsia*, 38, 319.

9. Fernandez, M. V., Bengardino, M., Jagus, R. J., & Agüero, M. V. (2020). Enrichment and preservation of a vegetable smoothie with an antioxidant and antimicrobial extract obtained from beet by-products. *LWT - Food Science and Technology*, *117*, 108622.
10. Trigo, J. P., Alexandre, E. M., Silva, S., Costa, E., Saraiva, J. A., & Pintado, M. (2020). Study of viability of high-pressure extract from pomegranate peel to improve carrot juice characteristics. *Food & Function*, *11*(4), 3410–3419.
11. Maleš, I., Dobrinčić, A., Zorić, Z., et al. (2023). Phenolic, headspace and sensory profile, and antioxidant capacity of fruit juice enriched with *Salvia officinalis* L. and *Thymus serpyllum* L. extract: Potential for a novel herbal-based functional beverage. *Molecules*, *28*(9), 3656.
12. Mastrodi Salgado, J., Baroni Ferreira, T. R., de Oliveira Biazotto, F., & dos Santos Dias, C. T. (2012). Increased antioxidant content in juice enriched with dried extract of pomegranate (*Punica granatum*) peel. *Plant Foods for Human Nutrition*, *67*, 39–43.
13. Benyoucef, N., & Mameri, N. (2023). Valorization of pomegranate peels as a healthy ingredient to preserve orange juice. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, *11*(6), 1038–1045.
14. Aydin, M., Tontul, I., & Turker, S. (2025). Upcycling of pomegranate by-products: Pomegranate juice enrichment with phenolics-rich extracts obtained by green extraction methods. *Food Science & Nutrition*, *13*, e70250.
15. Altunkaya, A., Hedegaard, R. V., Harholt, J., Brimer, L., Gökmen, V., & Skibsted, L. H. (2013). Palatability and chemical safety of apple juice fortified with pomegranate peel extract. *Food & Function*, *4*(10), 1468–1473.

16. AOAC. (2006). *Official method 932.14: Solids in syrups*. In *Official methods of analysis of AOAC International* (18th ed.). AOAC International.
17. AOAC. (2000). *Official method 942.15: Acidity (titrable) of fruit products*, read with AOAC official method 920.149: *Preparation of test sample*. AOAC International.
18. Çoklar, H., & Akbulut, M. (2010). Effect on phenolics, HMF and some physicochemical properties of apple juice concentrate of activated carbon applied at different temperatures. *Journal of Food Process Engineering*, 33, 370–383.
19. Eyiz, V., Tontul, I., & Turker, S. (2020). Optimization of green extraction of phytochemicals from red grape pomace by homogenizer-assisted extraction. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14, 39–47.
20. Gözlekçi, Ş., Saraçoğlu, O., Onursal, E., & Özgen, M. (2011). Total phenolic distribution of juice, peel and seed extracts of four pomegranate cultivars. *Pharmacognosy Magazine*, 7(26), 161–164.
21. Hmid, I., Elothmani, D., Hanine, H., Oukabli, A., & Mehinagic, E. (2017). Comparative study of phenolic compounds and their antioxidant attributes of eighteen pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Morocco. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S2675–S2684.
22. Hegazi, N. M., El-Shamy, S., Fahmy, H., & Farag, M. A. (2021). Pomegranate juice as a super-food: A comprehensive review of its extraction, analysis and quality assessment approaches. *Journal of Food Composition and Analysis*, 97, 103773.

23. Shahkoomahally, S., Shin, D., Habibi, F., Kim, J., & Sarkhosh, A. (2021). Profiling phenolic compounds in juice and peel of fourteen pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties grown in Florida, USA. *Food Chemistry Advances*, 2, 100225.
24. Tetik, N., Turhan, I., & Karhan, M. (2007). Turbidity due to proteins and polyphenols in clear apple juice and concentrates. *World Food*, 2007, 69–73.
25. Vázquez-Araújo, L., Chambers, E. IV., Adhikari, K., & Carbonell-Barrachina, A. A. (2011). Physicochemical and sensory properties of pomegranate juices with pomegranate albedo and carpellar membranes homogenate. *LWT - Food Science and Technology*, 44(10), 2119–2125.
26. Muche, B. M., Speers, R. A., & Rupasinghe, H. V. (2018). Storage temperature impacts on anthocyanins degradation, color changes and haze development in juice of “Merlot” and “Ruby” grapes (*Vitis vinifera*). *Frontiers in Nutrition*, 5, 100.
27. Garcia-Hernandez, C., Salvo-Comino, C., Martin-Pedrosa, F., Garcia-Cabezón, C., & Rodríguez-Mendez, M. L. (2020). Analysis of red wines using an electronic tongue and infrared spectroscopy: Correlations with phenolic content and color parameters. *LWT - Food Science and Technology*, 118, 108785.