مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد ٣٩ العدد ٤ (٢٠٢٣):٧١-٨٤

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vol. 39 No.٤ (2023): 71-84

دراسة التركيب الكيميائي والمحتوى من المركبات الفعالة حيوياً لقشور ثمار الصبار والاستفادة من القشور في تصنيع المربى والخشاف

د. رأفت معين إسماعيل[١]

[١] مدرس في قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة دمشق.
rafat@damascusuniversity.edu.sy

الملخص:

ينتج عن استهلاك وتحضير منتجات مصنعة من ثمار الصبار كميات كبيرة من المخلفات (القشور) التي تحتوي نسبة مرتفعة من المحتوى المائي (الرطوبة) وتراكيز مقبولة من السكريات والمكونات المغذية الأخرى التي تشجع نمو الأحياء الدقيقة مسببة تلوث بيئي نتيجة تعرضها للفساد الميكروبي والكيميائي. في محاولة للحد من التأثير السلبي لهذه المخلفات على البيئة والاستفادة منها كمصدر للمواد الغذائية فقد هدف هذا البحث إلى دراسة إمكانية الاستفادة من قشور ثمار الصبار ذات القيمة الغذائية المرتفعة في تحضير بعض المنتجات الغذائية التقليدية كالمربيات والخشافات. بلغت نسبة القشور إلى كامل الثمرة 43%. لدى دراسة التركيب الكيميائي لقشور الصبار تبين احتوائها على نسبة مرتفعة من الكربوهيدرات الكلية (12.60%) والرماد (0.44%) والألياف (1.43%). أما محتوى القشور من البروتينات والدسم فقد كان منخفضاً حيث بلغت (0.21% و0.12%) على الترتيب. أظهرت نتائج تقدير الفينولات الكلية وفيتامين C في قشور ثمار الصبار وجودها بنسبة166 مغ/100غ و52 مغ/100غ على أساس الوزن الرطب على التوالي، وكان النشاط المضاد للأكسدة لمكونات القشور 47 %. بينت نتائج التقييم الحسي للمنتجات المحضرة من قشور ثمار الصبار تفوق المربى المحضر من المشمش وقشور الصبار على مربى المشمش التقليدي من ناحية الطعم واللون والقوام، وكان المربى المحضر من خليط قشور الصبار والتفاح أكثر قبولاً من مربى التفاح بجميع الخصائص الحسية.

الكلمات المفتاحية: الصبار، القشور، التركيب الكيميائي، المركبات الفعالة حيوياً، المربى، التفاح، المشمش.

تاريخ الايداع: ٢٠٢٢/٣/٢٩
تاريخ القبول: ٢٠٢٢/٥/٨

حقوق النشر: جامعة دمشق –سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

Study of the chemical composition and content of the bioactive compounds of the peels of the fruits of Cactus and the use of the peels in the manufacture of jam and Kompote

Dr. Rafat Esmail[1]

[1]Lecturer at Food Science department – Agriculture faculty – Damascus university
rafat@damascusuniversity.edu.sy

Abstract:

The consumption and preparation of products manufactured from the fruits of cactus results in large quantities of residues (the peels) that contain a high percentage of moisture and acceptable concentrations of sugars and other nutritional components that encourage the growth of microorganisms, causing environmental pollution as a result of their exposure to microbial and chemical corruption. In an attempt to reduce the negative impact of these wastes on the environment and benefit from them as a source of food, this research aimed to study the possibility of benefiting from the peels of cactus fruits of high nutritional value in the preparation of some traditional food products such as jams and compotes. The ratio of peels to the whole fruit was 43%. As studying the chemical composition of cactus peels, it was found that they contain a high percentage of total carbohydrates (12.60%), ash (0.44%) and fibers (1.43%). As for the protein and fat content of the crusts peels, they were low, reaching (0.21% and 0.12%), respectively. The results of the determination of total Phenols and Vitamin C in the peels of cactus fruits showed their presence in the ratio of 166 mg/100g and 52 mg/100g on wet weight basis, respectively, and the antioxidant activity of the peel components was 47%. The results of sensory evaluation of products prepared from the peels of cactus fruits showed the superiority of jam prepared from apricots and cactus peels over traditional apricot jam in terms of taste, color and texture. The jam prepared from a mixture of cactus and apple peels was more acceptable than apple jam with all sensory characteristics.

Key Words: Cactus, Peels, Chemical Composition, Bioactive Compounds, Jam, Apple, Apricot.

Received:29/3/2022
Accepted:8/5/2022

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

المقدمة والدراسة المرجعية:

يشكل الأمن الغذائي مصدر قلق كبير في مختلف دول العالم وخاصة في الدول النامية. مع محدودية المصادر الطبيعية في العالم (الأراضي، الماء، الطاقة، الأسمدة) أصبح من الضروري العمل على زيادة انتاج الأغذية لتغطي الحاجة المتزايدة للغذاء مع تزايد عدد السكان وارتفاع متطلبات المستهلكين للحصول على أغذية ذات جودة عالية، كما يجب تقليل المعوقات بين زيادة صعوبات انتاج الأغذية وارتفاع استهلاكها. إضافة إلى خفض المخلفات الغذائية الناتجة عن مختلف مراحل السلسلة الغذائية بدءاً من الحصاد وحتى الاستهلاك والاستفادة من هذه المخلفات في مجالات مختلفة غذائية أو كيميائية. يمثل فقد الأغذية وعدم الاستفادة من مخلفاتها هدراً للموارد المستخدمة في الإنتاج مثل الطاقة والماء، إضافة إلى أن هذه الأغذية تعمل على زيادة غير مرغوبة من غاز CO_2 في الطبيعة وخسائر مادية لمنتجي الأغذية. ينتج عن تصنيع مختلف أنواع الخضروات والفاكهة كميات كبيرة من النواتج الثانوية أو المخلفات، يمكن من خلال الاستخدام الملائم لهذه النواتج الحصول على مصادر جديدة من البروتينات والدهون والألياف التي يمكن استخدامها في تغذية الانسان والحيوان (Kamel and Kakuda, 2000, 240).

يعد نبات الصبار من النباتات القادرة على الاستمرار في النمو والاحتفاظ بقيمتها الغذائية في ظروف الجفاف، وتتميز ثمار الصبار بمحتواها العالي من الطاقة وقابليتها للهضم. ينتمي الصبار (Opunita ficus-indica sp.) إلى العائلة Cactaceae (Nobel and Zutta, 2008, 634). يوجد حوالي 1500 نوعاً من الصبار ضمن جنس Opunita وتنتشر في إفريقيا ودول البحر الأبيض المتوسط وأوروبا وجنوب غرب الولايات المتحدة وفي مناطق أخرى من العالم (Hegwood, 1990, 1517). تعد المكسيك المصدر الرئيسي لإنتاج الصبار تليها منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط (Mohammad, et al., 2016, 388). ثمار الصبار فاكهة صالحة للأكل وطعمها لذيذ (Enigbokan, et al., 1996, 340). في دول حوض البحر الأبيض المتوسط لا تستخدم أوراق نبات الصبار أو ساق النبات في المجالات الغذائية وإنما تستخدم ثمار الصبار ذات القيمة الغذائية العالية، حيث تدخل هذه الثمار في تصنيع منتجات غذائية عديدة مثل العصائر (Robert, et al., 2015, 1039) والمربيات (Mohammad et al., 2016, 389)، كما أن لثمار الصبار وأوراقها خصائص تكنولوجية مهمة في مجال الصناعات الغذائية. تستخدم أوراق الصبار في المكسيك لأغراض علاجية نظراً لفوائدها الطبية الكبيرة في علاج أمراض تصلب الشرايين وداء السكري والتهاب المعدة وارتفاع سكر الدم (Chang et al., 2008, 573)، أما ثمار الصبار فهي مصدر مهم للفيتامينات بالنسبة لسكان مناطق النمو الطبيعي لهذه النباتات. ذكر Munoz-de-Chavez وآخرون (1995، 111) أنه في بعض المناطق يتم استهلاك ثمار الصبار مطبوخة أو معلبة أو بإضافتها إلى بعض أنواع السلطات والشوربات (Lee et al., 2002, 6491). إضافة لاستخدام ثمار الصبار لأغراض تغذية الانسان فإنها تستخدم لتغذية الحيوانات (Stintzing et al., 2001, 397). يعد وجود كمية كبيرة من البذور في الثمرة من العوامل التي تحد من استهلاك الصبار لدى فئة معينة من الأشخاص هو وجود كمية كبيرة من البذور في الثمرة (Sudzuki et al., 1992, 23). تعد قشور ثمار الصبار من المخلفات الرئيسية الناتجة عن استهلاك ثمار الصبار الطازجة أو منتجات الصبار المصنعة وخاصة العصير، حيث تشكل القشور 38% من وزن الثمار. وجد Moussa-Ayoub وآخرون (2015، 445) أن قشور ثمار الصبار تحتوي 14.3% مادة جافة منها 9.6% سكريات كلية و8.5% سكريات مرجعة و14.6% مواد صلبة ذوابة بالكحول. بينت نتائج Ramadan و Mörsel (2003، 451) أن قشور ثمار الصبار تحتوي على 3% (بالنسبة للوزن الجاف)

من المواد الدسمة تشمل حموض دسمة غير مشبعة وتوكوفيرولات وستيرولات وβ–كاروتين وفيتامين K، كما تعد قشور ثمار الصبار مصدراً غنياً بالمواد البكتينية حيث تحتوي تراكيزاً مرتفعة من حمض الغالاكتيورونيك منخفض الأسترة (10%). تشكل السكريات الأحادية في قشور ثمار الصبار أكثر من نصف السكريات الكلية منها 34.5% رامنوز وغالاكتوز (Forni, and Polesello, 1994, 233). عند دراسة تركيب المواد الدسمة المستخلصة من قشور ثمار الصبار لوحظ أن هذه المواد تشمل الحموض الدسمة والستيرولات والفيتامينات الذوابة في الدهون وβ–كاروتين، وأن محتوى القشور من المواد الدسمة الكلية يصل إلى 3.68 % على أساس الوزن الجاف. أشارت العديد من الأبحاث أيضاً إلى أن حمض اللينولييك هو الحمض الدهني السائد وأن كلاً من الحمضين الدهنيين الأوليييك والباليميتيك يوجدان بكميات متساوية تقريباً، كما أشار العديد من الباحثين إلى أن قشور ثمار الصبار مصدر غني بفيتامين E والستيرولات، حيث شكلت الستيرولات الحرة حوالي 29 % من المواد الدسمة الكلية غير القابلة للتصبن، ووصلت كمية α–توكوفيرول إلى حوالي 80% من الكمية الكلية لفيتامين E (Mohamed, and Jorg-Thomas, 2003, 451). بيّن Feugang وآخرون (2006، 2583) أن محتوى الفينولات في قشور ثمار الصبار كان أعلى بكثير من لب الثمار، إلا أن دراسة المحتوى من هذه المكونات في قشور ثمار الصبار كانت محدودة. قد تسبب اللزوجة المرتفعة في لب بعض أنواع الفاكهة انخفاض مردود العصير فيها وبالتالي فقد للمركبات الفعالة حيوياً مع مخلفات تصنيع الفاكهة (إضافة إلى تلك التي توجد في قشور الفاكهة)، لذا فإن استخدام قشور هذه الفاكهة واستخدامها في تحضير منتجات غذائية أخرى يمكنه تخفيض هذا الفقد ورفع محتوى المنتجات المصنعة المدعمة بها بالمركبات الفعالة حيوياً (Moussa-Ayoub, et al., 2016, 235). لا تقتصر مشكلة رمي مخلفات ثمار الصبار (القشور) على ما تسببه من تلوث للبيئة وإنما بمقدار الفاقد من المكونات الغذائية والوظيفية الضرورية فيها. لذا فقد هدف هذا البحث إلى دراسة التركيب الكيميائي لكل من لب ثمار الصبار وقشوره والاستفادة من قشوره كمخلفات ذات قيمة غذائية مرتفعة وخصائص تكنولوجية مهمة في تدعيم وتحضير أنواع من المنتجات الغذائية كالمربيات والخشافات.

مواد البحث وطرائقه:

تحضير الثمار:

تم الحصول على ثمار الصبار (Opuntia ficus-indica) من السوق المحلي لمدينة دمشق في الشهر الثامن من عام 2021، اختيرت ثمار سليمة وناضجة ذات لون يميل إلى البرتقالي المحمر متجانس يعكس درجة نضج متشابهة وذات حجم متجانس خالية من الإصابات الميكانيكية أو أي مظهر من مظاهر الفساد. غُسلت الثمار تحت تيار من المياه الصالحة للشرب واستخدمت فرشاة خشنة لتنظيفها وتخليصها من الأشواك الموجودة على سطحها الخارجي. بعد تنشيفها للتخلص من ماء الغسيل المتبقي على سطحها وزنت ثم قشرت يدوياً وتم فصل القشرة عن اللب بشكل يحافظ على بقاء اللب سليم دون بقاء أي أجزاء منه ملتصقة أو عالقة على السطح الداخلي للقشرة. فصلت البذور عن لب الثمرة وتم وزن كل من القشرة واللب والبذور، حفظت كل من القشور واللب بدرجة حرارة –20°م إلى حين دراسة تركيبها الكيميائي (Mohammad, et al., 2016, 397).

تصنيع المربيات:

وضعت مكونات الفاكهة (المشمش، قشور الصبار، المشمش مع قشور الصبار، التفاح، التفاح مع قشور الصبار) في وعاء معدني غير قابل للصدأ ثم أضيف لها حجم مماثل من السكر الأبيض وعرضت للتسخين على لهب مباشر خفيف مع استمرار التحريك

حتى الوصول إلى درجة الغليان، أضيف حمض الليمون بنسبة 1%. تركت بدرجة الغليان حتى الوصول إلى تركيز للمواد الصلبة الذوابة 67% (النسب موضحة في الجدول 1). تمت تعبئة الناتج في عبوات زجاجية نظيفة وجافة وأغلقت بإحكام (Trivedi, et al., 2017, 2854).

الجدول(١): مكونات كل من مربى المشمش والتفاح ونسب إضافة قشور ثمار الصبار.

رقم المنتج	الفاكهة %		قشور الصبار %	سكر %
	مشمش	تفاح		
١	50	-	0	50
٢	25	-	25	50
٣	-	-	50	50
٤	-	50	-	50
٥	50	-	25	25

تصنيع خشاف قشور الصبار:

غطست قشور الصبار في محلول مائي يحتوي حمض ليمون بتركيز 2% لمنع اسمرار اللون ثم سلقت بماء درجة حرارته بين 70–80°م لمدة 3 دقائق. وضعت القشور في وعاء زجاجي يمكن اغلاقه بإحكام وصب فوقها محلول سكري تركيزه 40% يحتوي حمض ليمون بتركيز 0.5% بدرجة الغليان مع ترك فراغ رأسي قدره 1 سم. وضعت العبوات بعد اغلاقها في حمام مائي بدرجة الغليان لمدة نصف ساعة بهدف بسترتها. حُضر خشاف ثمار المشمش الذي تم تحضيره بنفس الطريقة كشاهد (Demirova *et al.*, 2018, 63).

تقدير المؤشرات الكيميائية والمواد الفعالية حيوياً:

درست الخصائص الكيميائية لكل من قشور ولب ثمار الصبار، من خلال تقدير المؤشرات التالية:

المحتوى المائي: قدر محتوى قشور الصبار من الماء بطريقة التجفيف على درجة 105° م وفقاً لـ (AOAC, 1980, 211)، رقم 14.004.

المواد الصلبة الذائبة: قدرت المواد الصلبة الذائبة باستخدام جهاز الرفراكتوميتر الضوئي (Carl Roth-DR 201-95) ألماني الصنع.

الجوامد الكلية: قدرت الجوامد الكلية بطرح قيمة المحتوى المائي في قشور الصبار (%) من 100. (AOAC, 2000, 141)

الرماد: قدر تركيز الرماد في قشور الصبار باستخدام مرمدة (Muffle) صينية الصنع على درجة حرارة 550°م وفقاً لـ (AOAC, 1980, 211) رقم 14.006.

نسبة الدهن: استخدم جهاز سوكسيلت (BiobaseSY- 1L4H WATER BATHS) لتقدير المواد الدسمة باستخدام الهكسان كمذيب وفقاً لـ (AOAC, 1980, 132) رقم 7.055.

الكربوهيدرات الكلية: اعتمدت طريقة (Sniffen, *et al.*, 1992, 3566): 100 − (البروتين % + الدهن % + الرماد % + الألياف% + المحتوى المائي%).

السكريات المرجعة: اعتمدت طريقة فهلنغ الواردة في (AOAC, 2005, 17) لتقدير السكريات المرجعة.

البروتينات: قدر محتوى قشور الصبار من المواد الآزوتية بطريقة كلداهل (AOAC, 1984, 988) رقم 47.021 واعتمد معامل التحويل 6.25 لحساب نسبة البروتين (%).

الألياف: اعتمدت الطريقة الموصوفة من قبل (AOAC, 1990, 15) لتقدير الألياف، حيث أضيف 50 مل حمض كبريت (1.25%) إلى 1غ من قشور الصبار المطحونة، وبعد التسخين إلى درجة الغليان وترك العينة لمدة 15 دقيقة على هذه الدرجة أضيف 10 مل من ماءات الصوديوم تركيز 10% ثم تركت العينة بدرجة الغليان لمدة 15 دقيقة.

الحموضة الكلية: قدرت الحموضة الكلية بطريقة المعايرة بالقلوي (NaOH 0.1N) وحسبت الحموضة على أساس حمض السيتريك (AOAC, 2008).

درجة الـ pH: قدر الرقم الهيدروجيني باستخدام جهاز pH meter (Precisa PH-900) سويسري الصنع.

فيتامين C: تم تقدير فيتامين C حسب طريقة (Nweze, 2015, 19) مع بعض التعديلات، حيث وضعت وزنة من العينة في دورق سعة 100 مل وأضيف لها 25 مل ماء مقطر، حركت جيداً باستخدام المحرك المغناطيسي لمدة 10 دقائق. أضيف 10 مل من H_2SO_4 1M وتمت المعايرة بمحلول اليود القياسي باستخدام 2 مل من محلول النشاء كمشعر حتى ظهور اللون الأزرق ثم حسبت كمية حمض الأسكوربيك وفقاً لكمية اليود المستهلكة.

الفينولات الكلية: قدر المحتوى من الفينولات الكلية باستخدام المطياف الضوئي بطريقة Folin-Ciocalteau الموصوفة من قبل (Vernon, et al., 1999, 162). حيث استخدمت المحاليل(ماء – ايتانول 50:50 ح/ح) و(ماء – أسيتون 70:30 ح/ح) كشاهد. وضع 0.5 غ من العينة في أنبوب اختبار وأضيف لها 5 مل من المحلول لاستخلاص المركبات الفينولية، مزجت العينة باستخدام جهاز المزج (Vortex) لمدة ساعة كاملة، ثم ثفلت على سرعة 3000 دورة في الدقيقة لمدة ١٥ دقيقة. جمعت الطبقة الطافية وأكمل الحجم إلى 100 مل بالماء المقطر. أضيف 0.1 مل من المستخلص إلى 0.75 مل من كاشف فولن و0.75 مل من كربونات الصوديوم 6%. حرك المزيج وترك لمدة ساعة ونصف بدرجة حرارة الغرفة، ثم قيست الامتصاصية عند طول موجة 725 نانومتر باستخدام المطياف الضوئي Optizim 3000 plus (فرنسا). تم التعبير عن النتائج كـ مغ مكافئ حمض الغاليك لكل غرام من العينة (على أساس الوزن الرطب) من خلال منحني عياري لحمض الغاليك تم تحضيره باستخدام تراكيز بين 0.2 إلى 3 مغ/مل.

النشاط المضاد للأكسدة:

تم تقدير النشاط المضاد للأكسدة antioxidant activity حسب طريقة (Yen and Chen, 1995, 29) باستخدام الجذر 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)، حيث تعمل المادة المضادة للأكسدة على إرجاع جذر DPPH وإزالة لونه البنفسجي ليصبح لونه أصفر، وبالتالي يمكن تقدير القدرة الإرجاعية لمضاد الأكسدة من خلال قياس انخفاض الامتصاصية بطرق المطيافية الضوئية. تم تحضير 100 ميكرومول من محلول DPPH في الميتانول 80%. وضع 100 ميكروليتر من العينة في أنبوب اختبار مع 3.9 مل من محلول DPPH (100 ميكرومول). ترك المزيج في الظلام وقيست الامتصاصية عند طول موجة515 نانومتر. قيست الامتصاصية لمحلول DPPH قبل إضافة العينة له وكانت القراءة A_0، واستخدم الميتانول 80% كشاهد. قدر النشاط المضاد للأكسدة كنسبة من العلاقة التالية:

النسبة المئوية لكبح الجذور الحرة% = $100 \times A_0 / (A_s - A_0)$ حيث: A_0 امتصاصية الشاهد – A_s امتصاصية العينة

الاختبارات الحسية:

أجري التقييم الحسي لمنتجات المربى (المشمش والصبار والتفاح) ولمنتجات خشاف المشمش والصبار. استخدمت منتجات المربى التي تم الحصول عليها بالطريقة التقليدية دون إضافة قشور الصبار كشاهد. حيث قُيّمت الخصائص الحسية (اللون، الرائحة، القوام، الطعم، القبول العام) من قبل مجموعة أشخاص متخصصين واعتمد مجموع نقاط (5 درجات) حسب مقياس Hedonic لكل نوع وزعت كما هو مبين بالجدول (2) (Lawless and Haymenn, 1999).

الجدول (2) توزيع درجات التقييم الحسي لمنتجات قشور الصبار.

التقييم	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	غير مقبول
الدرجة	5	4	3	2	1

التحليل الاحصائي:

تم حساب المتوسطات الحسابية والانحراف المعياري باستخدام النموذج الخطي العام General Linear Model، كما اعتمد البرنامج الإحصائي Minitab 14 لإيجاد الفروق المعنوية بين المتوسطات باستخدام كل من اختبار T واختبار ANOVA عند مستوى معنوية $p<0.05$ بواقع ثلاثة مكررات لكل تجربة.

النتائج والمناقشة:

١. المؤشرات الفيزيائية لثمار الصبار:

بينت النتائج أن متوسط وزن ثمار الصبار تراوح بين 112 غ إلى 140 غ، وأن محتوى ثمار الصبار من القشور كان حوالي 43% من الوزن الكلي للثمرة، مما يدل على مدى حجم المخلفات الناتجة عن استهلاك ثمار الصبار بشكلها الطازج أو منتجاتها المصنعة، توافقت هذه النتائج مع ما ذكره (Mohamed, and Jorg-Thomas, 2003, 455) الذي أشار إلى أن قشور ثمار الصبار تشكل 40 % من الوزن الكامل للثمرة. بينما ذكر (Mohammad, et al., 2016, 397) أن نسبة القشور إلى كامل ثمرة الصبار كانت 38%. يظهر الجدول (3) نسب توزع أجزاء ثمار الصبار كنسبة مئوية، حيث شكلت البذور حوالي 6.3% من كامل الثمرة وحوالي 11 % من وزن اللب. تتطابق هذه النتائج مع ما توصل (Sawaya, et al., 1983, 191) بأن نسبة البذور إلى لب ثمار الصبار كانت 6.25% وإلى كامل الثمرة كانت 12%.

الجدول (3): توزع أجزاء ثمرة الصبار بالنسبة لكامل الثمرة (%).

مكونات الثمرة	متوسط الوزن (غ)	%
ثمار كاملة	126 ± 2.01	100
قشور	54.18 ± 1.18	43.0
لب (بدون بذور)	63.88 ± 1.11	50.7
بذور	7.94 ± 0.41	6.30

٢. المؤشرات الكيميائية لثمار الصبار:

الجدول (4): الخصائص الكيميائية لكل من لب وقشور ثمار الصبار.

المؤشر	لب الصبار	قشور الصبار
درجة الـ pH	5.90 ± 0.05^{a}	5.75 ± 0.07^{a}
الجوامد الكلية (%)	14.69 ± 1.04^{a}	14.98 ± 0.91^{b}
المواد الصلبة الذائبة (Brix)	13.53 ± 0.86^{a}	13.74 ± 0.47^{a}
المحتوى المائي (%)	85.30 ± 3.01^{a}	84.80 ± 1.69^{b}
الحموضة (%)	0.16 ± 0.04^{a}	0.18 ± 0.05^{b}
البروتين (%)	0.28 ± 0.21^{a}	0.21 ± 0.17^{b}
الدهن (%)	0.14 ± 0.03^{a}	0.12 ± 0.01^{b}
الرماد (%)	0.53 ± 0.27^{a}	0.44 ± 0.11^{b}
الكربوهيدرات الكلية (%)	12.2 ± 0.99^{a}	12.60 ± 0.79^{b}
السكريات المرجعة (%)	11.67 ± 1.07^{a}	11.93 ± 1.31^{b}
الألياف الكلية (%)	1.37 ± 0.23^{a}	1.43 ± 0.18^{b}

* تدل الأحرف المتشابهة في السطر الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى الثقة $P \leq 0.05$.

يظهر الجدول (4) التركيب الكيميائي لكل من قشور ولب ثمار الصبار، حيث بينت النتائج أن درجة الـ pH للب الثمار كانت 5.90، بينما كانت لقشور الثمار 5.75. بلغت الحموضة القابلة للمعايرة في كل من اللب والقشور (محسوبة على أساس حمض الليمون) 0.16% و0.18% على الترتيب. أظهرت النتائج أن محتوى لب ثمار الصبار من الماء هو 85.30%، بينما كانت أقل في القشور (84.80%). كان محتوى المواد الصلبة الذائبة (Brix) في اللب والقشور 13.53% و13.74% على التوالي، أما الجوامد الكلية في القشور كانت أعلى من اللب، حيث بلغت 14.69% في اللب و14.98% في القشور. بينت نتائج دراسة التركيب الكيميائي انخفاض محتوى قشور ثمار الصبار من البروتين والمواد الدسمة مقارنة باللب، حيث كانت في اللب (0.28% و0.14%) على التوالي. احتوى كل من لب الثمار وقشورها على نسبة مقبولة من الرماد 0.53% و0.44% على الترتيب. تميزت أجزاء ثمرة الصبار (اللب والقشرة) بمحتوى مرتفع من الكربوهيدرات الكلية والألياف وصلت إلى 12.20% و1.37% في اللب و12.60% و1.43% في القشور على الترتيب. كانت هذه النتائج قريبة مما توصل إليه (Moussa-Ayoub et al., 2015, 444)، حيث أشاروا إلى أن محتوى قشور الصبار من المادة الجافة هو 14.30%. ذكر El-Kossori وآخرون (1998، 268) أن محتوى لب ثمار الصبار من البروتين والسكريات المنحلة في الإيتانول والألياف أقل مما هو موجود في قشور هذه الثمار وهذا يتفق مع النتائج التي تم التوصل إليها في هذا البحث. في دراسة أجريت على ثمار الصبار (اللب والقشور) تبين أن هذه الثمار غنية بالسكريات المنحلة في الإيتانول (حيث تشكل أكثر من 50% من المادة الجافة في اللب وتقريباً 30% منها في القشور) وأن محتوى اللب من الغلوكوز والفركتوز أعلى منها في القشور (El-Kossori et al., 1998, 268). توافقت نتائج هذه الدراسة أيضاً مع ما وجده (Moussa-Ayoub et al., 2016, 236) الذي بين أن درجة الـ pH لثمار الصبار تتراوح بين 6.0 – 6.2، وأن محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية (Brix) يتراوح بين 11.5 – 13.5%. وجد Diaz Medina وآخرون (2007، 42) أن ثمار الصبار تحتوي على نسبة مرتفعة من الألياف يعزى إليها اللزوجة المرتفعة لنواتج تصنيع الصبار. وبناء على ذلك اقترح

(Matsuhiro *et al.*, 2006, 265) إمكانية استخدام أجزاء هذه الفاكهة كعوامل مثخنة. وجد Mohammad وآخرون (2016، 391) أن محتوى قشور الصبار من البروتين والرماد والدهن هو 5.71% و19.12% و3.30% (على أساس الوزن الجاف) على التوالي.

٣. محتوى قشور الصبار من المركبات الفعالة حيوياً:

يلاحظ من الجدول (5) أن محتوى قشور الصبار من الفينولات الكلية بلغ 166 مغ/100غ (على أساس الوزن الرطب) وهي أقل مما توصل إليه (Mohammad *et al.*, 2016, 396) حيث أشار إلى أن محتوى قشور ثمار الصبار من الفينولات الكلية (410 مغ/100غ) على أساس الوزن الرطب. كان محتوى قشور الصبار من الفينولات الكلية في هذه الدراسة أعلى مما وجده (Chang *et al.*, 2008, 572) الذي بين أن قشور ولب ثمار الصبار تحتوي من الفينولات الكلية على 133 و99 مغ/100غ من وزن الثمار على الترتيب. في دراسة أجراها Castellar وآخرون (2003، 2774) ذكر أن ثمار الصبار تحتوي كميات مرتفعة من المركبات الفينولية تصل إلى 135 مغ/100غ من الوزن الطازج للثمار. أشار Moussa-Ayoub وآخرون (2016، 239) عند دراسة محتوى عصير الصبار من مضادات الأكسدة إلى أنه يحتوي كمية كبيرة من المركبات الفينولية التي تساهم بشكل كبير بالنشاط المضاد للأكسدة في عصير الصبار، كما بين أن قشور الصبار هي الجزء الوحيد من ثمار الصبار الذي يحتوي على مركب isorhamnetin 3-O-rutinoside كفلافونول رئيسي مقارنة مع لب ثمار الصبار الذي لا يحتوي على أي نسبة من هذا المركب. بينت نتائج هذه الدراسة أيضاً أن تركيز فيتامين C في قشور ثمار الصبار كان 52 مغ/100غ، والنشاط المضادة للأكسدة لمكونات هذه القشور بلغت 47%، تقاربت هذه النتيجة مع نتائج (Moussa-Ayoub, *et al.*, 2016, 240) التي أظهرت أن محتوى عصير الصبار من فيتامين C 55.8 مغ/100مل، هذه الكمية من فيتامين C قادرة على تزويد الجسم بـ 93% من حاجته اليومية من هذا الفيتامين حسب (U.S. Food, 2013, 95). كان محتوى قشور ثمار الصبار في نتائج هذا البحث أعلى مما وجده (Ramadan and Mörsel, 2003, 451) اللذين توصلا إلى أن نسبة فيتامين C في قشور ثمار الصبار كانت 43 مغ/100غ (على أساس الوزن الرطب) وأن النشاط المضاد للأكسدة 34.12%. بناء على هذه النتائج تعتبر ثمار الصبار مصدراً غنياً بفيتامين C، وبالإضافة إلى الفوائد الصحية المعروفة لهذا الفيتامين، فإن له دور مهم من الناحية التكنولوجية، حيث يقوم بوظيفة مرجعة تؤمن الحماية لبعض المكونات الحساسة للمادة الغذائية مثل المواد الدسمة والأصبغة خلال عمليات التخزين أو التصنيع (Moussa-Ayoub, *et al.*, 2016, 233). تؤكد نتائج محتوى قشور ثمار الصبار من المركبات الفعالة حيوياً ما استنتجه (Moussa-Ayoub *et al.*, 2011, 2170; Moussa-Ayoub *et al.*, 2015, 442) بأن إدخال قشور الصبار في بعض منتجات الأغذية يرفع محتواها من هذه المركبات مثل الفيتامينات والمركبات الفينولية (مثل الفلافونويدات) والأصبغة والألياف الغذائية.

الجدول(5): محتوى قشور ثمار الصبار من الفينولات الكلية وفيتامين C والنشاط المضاد للأكسدة.

المؤشر	القيمة
الفينولات الكلية (مغ/100غ)	166 ± 4.22
فيتامين C (مغ/100غ)	52 ± 1.27
النشاط المضاد للأكسدة (%)	47 ± 1.05

٤. التقييم الحسي لمنتجات قشور ثمار الصبار:

يظهر الجدول (6) نتائج التقييم الحسي للمربيات المحضرة من (قشور الصبار – قشور الصبار والمشمش – قشور الصبار والتفاح –التفاح) والتي تبين أن منتج المربى المحضر من مزيج من ثمار المشمش وقشور ثمار الصبار كان الأكثر قبولاً من ناحية القبول العام والقوام والطعم مقارنة بمنتجات المربى الباقية، أما من ناحية الطعم لم يلاحظ فرق معنوي بين طعم كل من منتجي مربى المشمش ومربى قشور الصبار. أيضاً يلاحظ تفوق منتج مربى خليط التفاح وقشور ثمار الصبار بجميع الخصائص الحسية على منتج مربى التفاح، حيث نتج عن إضافة قشور ثمار الصبار إلى التفاح تحسن القوام واللون والطعم وكذلك الرائحة.

الجدول(6): التقييم الحسي لمنتجات المربى المحضرة من قشور الصبار والمشمش والتفاح.

منتج المربى	الخصائص الحسية				
	اللون	الرائحة	القوام	الطعم	القبول العام
مشمش	4.65 ± 0.31^{b}	4.90 ± 0.20^{a}	4.60 ± 0.30^{b}	4.75 ± 0.28^{b}	4.85 ± 0.20^{a}
مشمش + قشور الصبار	4.80 ± 0.15^{a}	4.75 ± 0.32^{b}	4.90 ± 0.44^{a}	4.90 ± 0.45^{a}	4.90 ± 0.31^{a}
قشور الصبار	4.70 ± 0.11^{b}	4.80 ± 0.09^{a}	4.60 ± 0.14^{b}	4.80 ± 0.17^{b}	4.75 ± 0.24^{b}
تفاح	3.50 ± 0.28^{d}	4.20 ± 0.53^{d}	3.50 ± 0.45^{d}	3.85 ± 0.52^{d}	3.80 ± 0.30^{d}
تفاح + قشور صبار	4.00 ± 0.18^{c}	4.60 ± 0.42^{c}	4.20 ± 0.37^{c}	4.20 ± 0.33^{c}	4.55 ± 0.27^{c}

* تدل الأحرف المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى الثقة $P \leq 0.05$.

بالنسبة لمنتجات الخشافات المحضرة من قشور الصبار والمشمش فقد كانت الخصائص الحسية لخشاف قشور الصبار مقبولة بشكل عام إلا أنها كانت أقل قبولاً من خشاف المشمش حيث تشير نتائج التقييم الحسي إلى إمكانية استخدام قشور ثمار الصبار في تصنيع الخشافات (الجدول 7).

الجدول(7): التقييم الحسي لمنتجات الخشاف المحضرة من قشور الصبار والمشمش.

منتج الخشاف	الخصائص الحسية				
	اللون	الرائحة	القوام	الطعم	القبول العام
المشمش	4.50 ± 0.22^{a}	4.80 ± 0.19^{a}	4.80 ± 0.34^{a}	4.80 ± 0.29^{a}	4.70 ± 0.10^{a}
قشور صبار	4.60 ± 0.16^{a}	4.60 ± 0.41^{b}	4.10 ± 0.41^{b}	4.10 ± 0.18^{b}	4.40 ± 0.27^{b}

* تدل الأحرف المتشابهة في العمود الواحد على عدم وجود فروقات معنوية على مستوى الثقة $P \leq 0.05$.

الاستنتاجات:

١. تعد قشور ثمار الصبار مصدراً غنياً بكل من الألياف (1.43%) والرماد (0.44%) والكربوهيدرات الكلية (12.6%) والفينولات الكلية (166 مغ/100غ) وفيتامين C(52 مغ/100غ).
٢. يمكن الاستفادة من قشور ثمار الصبار في تصنيع المربيات والخشافات، حيث تفوقت الخصائص الحسية لمنتجات مربى المشمش المضاف إليها قشور ثمار الصبار على منتجات مربى المشمش التقليدية.
٣. تفوقت الخصائص الحسية لمنتج المربى المحضر من التفاح وقشور الصبار على مربى التفاح وخاصة من ناحية القوام.
٤. كانت الخصائص الحسية للخشافات المحضرة من قشور ثمار الصبار قريبة من الخصائص الحسية لخشاف المشمش.

التمويل : هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

المراجع References:

1. AOAC (1980). Official Methods of Analysis, 13th Ed. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists. Methods number: 14.004, 14.006 p. 211; 7.055 p. 132.
2. AOAC (1984). Official Methods of Analysis, 14th Ed. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists. Methods number: 47.021 p. 988.
3. AOAC (1990). Association of Official Analytical Chemists. Fiber (Acid Detergent) and Lignin in Animal Feed. (973.18). 15th Ed. Washington DC.
4. AOAC (2005). Official Methods of Analysis, 17th Ed. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists. Method number: 925.10 p.17.
5. AOAC (2000). Official method of Analysis, 17th Ed. Solids (Total) in Fruits and Fruit Products). Methods number: 920.151.
6. AOAC. (2008). Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis, 16th Ed. International Arligton, Virginia, U.S.A.
7. Castellar R., Obón J.M., Alacid M. and Fernández-López J.A. (2003). Color properties and stability of betacyanins from Opuntia fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 2772–2776.
8. Chang S., Hsieh, C. and Yen G. (2008). The protective effect of Opuntia dillenii Haw fruit against low-density lipoprotein peroxidation and its active compounds. Food Chemistry, 106, 569–575.
9. Demirova A.F., Akhmedov M.E., Alibekova M.M., Daudova T.N., Omarov M.M., Abdulkhalikov S.A. (2018). Improving the production of canned apple compote using secondary resources and intensive sterilization regimes, Russian Agricultural Science, (4), p: 61-64.
10. Díaz Medina E.M., Rodríguez Rodríguez E.M., and Díaz Romero C. (2007). Chemical characterization of Opuntia dillenii and Opuntia ficus-indica fruits. Food Chemistry, 103, 38–45.
11. El-Kossori, R.L., Villaume, C., El-Boustani, E., Sauvaire, Y., and Mejean, L. (1998). Composition of pulp, skin and seeds of prickly pears fruit (Opuntia ficus-indica sp.). Plant Foods for Human Nutrition, 52(3), 263–270.
12. Enigbokan M., Felder TB., Thompson JO., Kuti JO., and Ekpenyong KI. (1996). Hypoglycemic effects of Opuntia ficus indica Mill. Opuntia lindheimeri Engelem and Opuntia robusta Wendel in streptozotocin-induced diabetic rats. Phytotherapy Res 10: 379–382.
13. Feugang M., Patricia K., Daming Z., Florian S. and Changping Z. (2006). Nutritional and medicinal use of Cactus pear (Opuntia spp.) cladodes and fruits. Front Biosci 11, 2574–2589
14. Forni M. and Polesello A. (1994). A preliminary characterization of some pectins from quince fruit (Cydonia oblonga Mill.) and prickly pear (Opuntia ficus indica) peel. Carbohydr. Polym. 23(4), 231– 234
15. Hegwood DA. (1990). Human health discoveries with Opuntia sp. (Prickly Pear). Hort Science 25: 1515–1516.
16. Kamel, B.S., and Kakuda, Y. (2000). Fatty acids in fruits and fruit products. In C. K. Chow (Ed.), Fatty acids in foods and their health implications (2nd ed.) (pp. 239–270). New York: Marcel Dekker.
17. Lawless HT, Heymann H. (1999). Introduction & overview; Sensory evaluation of food-principles and practice. New York: Kluwer academic/ Plenum publishers, pp 1-24
18. Lee, JC., Kim, HR., Kim, J. and Jang, YS. (2002). Antioxidant property of an ethanol extract of the stemm of Opuntia ficus-indica var. Saboten. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 6490–6496.
19. Matsuhiro B., Lillo L.E., Saenz C., Urzua, C.C., and Zarate O. (2006). Chemical characterization of the mucilage from fruits of Opuntia ficus indica. Carbohydrate Polymers, 63, 263–267.

20. Mohamed F.R., and Jorg-Thomas M. (2003). Recovered lipids from prickly pear [Opuntia ficus-indica (L.) Mill] peel: a good source of polyunsaturated fatty acids, natural antioxidant vitamins and sterols. Food Chemistry 83: 447–456.
21. Mohammad N., Khaled E., Mohamed Fawzy R. and Karim A. (2016). Cactus pear peel snacks prepared by instant pressure drop texturing: Effect of process variables on bioactive compounds and functional properties. Food Measurement and characterization. 11, 388-400 DOI 10.1007/s11694-016-9407-z.
22. Moussa-Ayoub T.E., El-Samahy S.K., Rohn, S. andKroh, L.W. (2011). Flavonols, betacyanins content and antioxidant activity of cactus Opuntia macrorhiza fruits. Food Research International, 44, 2169–2174.
23. Moussa-Ayoub TE., Henry J., Khaled Y., Dietrich K., Salah E., Lother W.K. and Sascha R., (2016). Technological characteristics and selected bioactive compounds of Opuntia dillenii cactus fruit juice following the impact of pulsed electric field pre-treatment. Food Chem. 1, 210-249. Doi:10.1016/j.foodchem.2016.04.115.
24. Moussa-Ayoub, T E., Youssef, K., El-Samahy, S.K., Kroh, L.W., and Rohn, S. (2015). Flavonol profile of cactus fruits (Opuntia ficus-indica) enriched cereal-based extrudates: authenticity and impact of extrusion. Food Research International, 78, 442–447.
25. Munoz-de-Chavez M, Chavez A, Valles V, and Roldan JA. (1995). Plants in human nutrition. World Rev Nutr Diet 77: 109–134.
26. Nobel, P.S. and Zutta, B.R. (2008). Temperature tolerances for stems and roots of two cultivated cacti, Nopalea cochenillifera and Opuntia robusta: acclimation, light and drought. Journal of Arid Environments, v.72, p.633-642.
27. Nweze CC., Abdulganiyu MG. and Erhabor OG. (2015). Comparative analysis of vitamin C in fresh fruits juice of Malusdomestica, Citrus sinensi, Ananascomosus and Citrulluslanatus by Iodometric titration. Int. J. Sci. Env. Tech. 4(1): 17-22.
28. Ramadan M. and Mörsel J., (2003). Recovered lipids from prickly pear (Opuntia ficus indica (L.)Mill) peel: a good source of polyunsaturated fatty acids, natural antioxidant vitamins and sterols. Food Chem. 83(3), 447–456.
29. Robert P., Torres V., García P., Vergara C., and Sáenz C. (2015). The encapsulation of purple cactus pear (Opuntia ficus-indica) pulp by using polysaccharide-proteins as encapsulating agents. LWT Food Sci. Technol. 60, 1039–1045.
30. Sawaya W., Khatchodourian H., Safi W. and Almuhammad H. (1983). Chemical characterization of prickly pear pulp, Opuntia ficus indica, and the manufacturing of prickly pear jam. Intern. J. Food Sci. Technol. 18(2):183–193.
31. Sniffen, C.J., O'connor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G. and Russell, J.B. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. Journal of Animal Science, v.70, p.3562-3577, 1992. DOI: 10.2527/1992.70113562x.
32. Southgate D. (1969). Determination of carbohydrates in food. II. Unavailable carbohydrates. J. Sci. Food Agric. 20: 331–335.
33. Stintzing, FC., Schieber, A. and Carle, R. (2001). Phytochemical and nutritional significance of cactus pear. European Food Research and Technology, 212(4), 396–407.
34. Sudzuki H., Munoz S. and Aroas M.R. (1992). Caracterization de frutos de tuna (Opunita ficus-indica) de la zona centro-northe de Chile II Congreso international de Tuna Cochinilla, Santiago, Chile 22-25.

35. Trivedi D., Wadia A., Nina D., Kataria R. (2017). Production of nutritious jam by using an underutilized fruit Averhoa Carambola (Star fruit). International journal of advanced research (IJAR). (5), p: 2852-2856.
36. U.S. Food and Drug Administration. (2013). Guidance for industry: a food labeling guide (14. Appendix F: Calculate the Percent Daily Value for the Appropriate Nutrients). FDA Guidance for Industry: A Food Labeling Guide. 1-130.
37. Vernon S., Rudolf O. and Rosa M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin–ciocalteu reagent. Methods Enzymol. 299, 152–178.
38. Yen G. and Chen H., (1995). Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. J. Agric. Food Chem. 43(1), 27–32.