مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد ٤٢ العدد ١ (٢٠٢٦): ١٧٣-١٩٠

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 41 No.1 (2026): 173-190

تأثير معاملات كيميائية مختلفة في الخصائص الكيميائية والحسية لثمار الزعرور *C. pubescens* أثناء حفظها بالتبريد

صبا عيسى صقر[*1] رأفت معين إسماعيل[2] بسام أحمد العقلة[3]

[*1] طالب ماجستير – قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة دمشق.
seba.sakr@damascusuniversity.edu.sy

[2] مدرس في قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة دمشق.

[3] باحث في قسم علوم الأغذية – الهيئة العامة للتقانة الحيوية – سورية.

تاريخ الايداع: ٢٠٢٣/١١/١١
تاريخ القبول: ٢٠٢٤/١/٢٩

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

الملخص:

نفذ هذا البحث في مخابر قسم علوم الأغذية في كلية الزراعة بجامعة دمشق ومخبر التقانات الحيوية الغذائية في الهيئة العامة للتقانات الحيوية. هدف هذا البحث الى دراسة التغيرات الكيميائية والحسية التي تطرأ على ثمار الزعرور *C. pubescens* النامية في ريف محافظة اللاذقية بعد معاملتها بتراكيز مختلفة من حمض السيتريك ومن مركب ميتا بيسلفيت الصوديوم وتخزينها بدرجة حرارة 4 م لمدة 90 يوماً. انخفض محتوى الثمار المخزنة بالتبريد فقط بدون أي معاملة كيميائية من الفلافونويدات في نهاية فترة التخزين معنوياً إلى 4.70 مغ/100غ بينما كان هذا الانخفاض أقل في العينات المعاملة بحمض سيتريك 3% وميتابيسلفيت 2% بنفس الفترة من التخزين حيث وصلت الى 5.60 مغ/100غ و6.40 مغ/100غ على الترتيب. تفوقت معاملة الثمار بمحلول ميتا بيسلفيت الصوديوم تركيز 4% على جميع المعاملات الأخرى حيث لم يحدث تغير معنوي في محتوى الثمار من كل من السكريات المرجعة وفيتامين C والفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة بعد أسبوعين من التخزين (9.15% و14.76 مغ/100غ و13.19 مغ/100غ و55.86%) على الترتيب. بينما كان التغير معنوياً بعد نفس الفترة من التخزين لمحتوى الثمار من فيتامين C والفينولات الكلية والفلافونويدات والنشاط المضاد للأكسدة عند المعاملة بكل من حمض السيتريك 2% وحمض السيتريك 3% وميتا بيسلفيت 2%. لم يلاحظ حدوث تغير معنوي في محتوى الثمار من السكريات المرجعة بعد أسبوعين من التخزين عند تخزينها بالتبريد فقط بدون أي معاملة وعند معاملتها بحمض سيتريك 3%. انخفض محتوى الثمار من فيتامين C في نهاية فترة التخزين إلى 13.21 مغ/100غ و12.99 مغ/100غ و12.10 مغ/100غ و11.90 مغ/100غ و11.30 مغ/100غ عند معاملتها بميتا بيسلفيت 4% بميتا بيسلفيت 2% وحمض سيتريك 3% وحمض سيتريك 2% والعينة المخزنة بالتبريد فقط بدون أي معاملة على الترتيب. أيضاً انخفض النشاط المضاد للأكسدة في نهاية فترة التخزين للثمار المعاملة بميتا بيسلفيت 4% بميتا بيسلفيت 2% وحمض سيتريك 3% وحمض سيتريك 2% والعينة المخزنة بالتبريد فقط بدون أي معاملة إلى 54.32% و54.14% و53.10% و52.50% و51.26% على الترتيب. بينت نتائج الاختبارات الحسية أن الثمار المعاملة بمحلول ميتا بيسلفيت الصوديوم كانت أكثر قبولاً من ناحية اللون والطعم وأقل قبولاً من ناحية القوام مقارنة بالثمار المعاملة بحمض السيتريك والثمار المخزنة بالتبريد بدون أي معاملة، أما الثمار المعاملة بحمض السيتريك فقد كانت اعلى قبولاً من ناحية القوام وأقل قبولاً من ناحية اللون. في نهاية فترة التخزين كانت الثمار المخزنة بالتبريد بدون أي معاملة كيميائية أقل قبولاً من ناحية الطعم واللون والقوام مقارنة بالعينات المعاملة بمركب ميتا بيسلفيت الصوديوم وحمض السيتريك.

الكلمات المفتاحية: زعرور، *C. pubescens*، معاملات كيميائية، تخزين، ميتا بيسلفيت الصوديوم، حمض السيتريك، خصائص كيميائية وحسية.

ISSN: 2789-7214 (online)
http://journal.damascusuniversity.edu.sy

Effect of different chemical treatments on the chemical and sensory properties of *C. pubescens* hawthorn fruits during cryopreservation

Siba Issa sakr[*1] Rafat Mouin Esmail[2] Bassam Ahmad Al-Oklah[3]

[1*] Master student at food science department – Agriculture faculty – Damascus university. seba.sakr@damascusuniversity.edu.sy

[2] Lecturer at food science department – Agriculture faculty – Damascus university.

[3] Researcher, Food Science Department - National Commission for Biotechnology. Damascus, Syria.

Received: 11/11/2023
Accepted: 29/1/2024

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

Abstract:

This research was carried out in the laboratories of the Department of Food Sciences at the Faculty of Agriculture, Damascus University, and the Laboratory of Food Biotechnology at the General Authority for Biotechnology. The aim of this research is to study the chemical and sensory changes that occur on hawthorn fruits *C. pubescens* growing in the countryside of Lattakia city after being treated with different concentrations of citric acid and sodium metabisulfite and stored at a temperature of 4 °C for a period of 90 days. The content of flavonoids stored only by refrigeration without any chemical treatment at the end of the storage period decreased significantly to 4.70 mg/100g, while this decrease was less in the samples treated with citric acid 3% and metabisulfite 2% in the same storage period, as it reached 5.60 mg/100g and 6. 40 mg/100 g, respectively. The treatment of the fruits with a 4% sodium metabisulfite solution was superior to all other treatments, as there was no significant change in the fruit content of reference sugars, vitamin C, total phenols, and antioxidant activity after two weeks of storage (9.15%, 14.76 mg/100g, and 13.19 mg/100g and 55.86%), respectively. While the change was significant after the same period of storage for the fruit content of vitamin C, total phenols, flavonoids, and antioxidant activity when treated with citric acid 2%, citric acid 3%, and metabisulfite 2%. No significant change was observed in the reducing sugars content of the fruits after two weeks of storage when stored in refrigeration only without any treatment and when treated with 3% citric acid. The vitamin C content of the fruits decreased at the end of the storage period to 13.21 mg/100g, 12.99 mg/100g, 12.10 mg/100g, 11.90 mg/100g, and 11.30 mg/100g when treated with 4% metabisulfite, 2% metabisulfite, and acid. Citric 3%, citric acid 2%, and the refrigerated-stored sample only without any treatment, respectively. Also, the antioxidant activity decreased at the end of the storage period for fruits treated with 4% metabisulfite, 2% metabisulfite, 3% citric acid, 2% citric acid, and the refrigerated-stored sample without any treatment to 54.32%, 54.14%, 53.10%, 52.50%, and 51%. .26%, respectively. The results of the sensory tests showed that the fruits treated with sodium metabisulfite solutions were more acceptable in terms of color and taste and less acceptable in terms of texture compared to the fruits treated with citric acid and the fruits stored in refrigeration without any treatment, while the fruits treated with citric acid were more acceptable in terms of texture and less acceptable than color. At the end of the storage period, the fruits stored in refrigeration without any chemical treatment were less acceptable in terms of taste, color and texture compared to samples treated with sodium metabisulfite and citric acid.

Keywords: Hawthorn, *C. Pubescens*, Chemical Treatments, Storage, Sodium Metabisulfite, Citric Acid, Chemical And Sensory Properties.

الدراسة المرجعية:

ينتمي الزعرور (*Crataegus* spp.) إلى العائلة *Rosaceae* وتحت العائلة Maloideae والتي يُقدّر بأنها تضم حوالي 280 نوعاً. تشمل العائلة *Rosaceae* بعض أنواع الفاكهة ذات الأهمية الاقتصادية مثل الفريز والتوت والتفاح والبرقوق والإجاص (Vasco *et al.*, 2008). الاسم العلمي للزعرور مشتق من الكلمة الاغريقية Krataigos والتي تعني القوة والمتانة نسبة إلى خشبها القوي والمتين. المناطق الملائمة لنمو أشجار الزعرور هي الغابات ذات التربة الكلسية بارتفاع حوالي 1500 متر عن مستوى سطح البحر (Nazhand *et al.*, 2020). نبات الزعرور هو أشجار أو شجيرات شائكة يتراوح طولها بين 2 إلى 5 أمتار وقد تصل الى 10 أمتار، لحاءها متقشر وفيه شقوق طولية لونه أخضر زيتوني، أوراقها خشنة بطول سويقة 5 – 15 مم، قاعدة الورقة عريضة ومخروطية وذات حواف غير متساوية. تظهر الأزهار البيضاء في شهري أيار وحزيران، طولها حتى 15 مم (Eisenreich *et al.*, 2018) (الشكل 3). تنمو أشجار الزعرور على حواف الغابات وتفضل المناطق الدافئة والمنخفضة (Yilmaz *et al.*, 2010; Edwards *et al.*, 2012). ألوان ثمار الزعرور لامعة وهي مصدر غني بالفلافونويدات وفيتامين C والغليكوزيدات والأنثوسيانيدين والسابونين والتانينات ومضادات الأكسدة (Ljubuncic *et al.*, 2005). تُستهلك ثمار الزعرور طازجة غالباً، وتستخدم أوراقه كبديل للشاي (Cao *et al.*, 1995). تنضج ثمار الزعرور في أواخر الصيف وتجذب الطيور كثيراً حيث تتناول الثمار وتنشر البذور. توجد أصناف مختلفة من الزعرور ذات ألوان عديدة، مثلاً للنوع *Crataegus pentagyna* لون أسود أو أرجواني مسود، وللنوع *Crataegus tanacetifolia* لون أصفر وأحياناً يكون ملطخاً بالأحمر، للنوع *Crataegus orientalis* لون برتقالي محمر، للنوع *Crataegus pontica* لون أصفر الى برتقالي، للنوع *Crataegus atrosanguinea* لون أحمر غامق، وللنوع *Crataegus curvisepala* لون أرجواني غامق، وللنوع *Crataegus stevenii* لون أحمر، وللنوع *Crataegus monogyna* لون أحمر أو أحمر بني وللنوع *Crataegus microphylla* لون أحمر (Browicz, 1972). بيّن (Hummer and janick, 2009) في توصيفه لثمار الزعرور أنها بيضوية الشكل، لون اللب فيها أصفر.

أثبتت الدراسات السريرية الحديثة أن مستخلصات الزعرور تُستخدم كمتممات غذائية وأدوية عشبية في علاج مرضى قصور القلب المزمن. كما ساهمت في تحسين العديد من الأعراض مثل التعب والخمول وضيق التنفس بشكل كبير، أفادت هذه الدراسات أن مستخلصات الزعرور كانت فعالة في علاج 40 مريضاً من الذكور والإناث الذين يعانون من قصور القلب الاحتقاني من النوع II وذلك خلال مدة 12 أسبوعاً (Zapfe, 2005). أكد Holubarsch *et al.*, 2008 أن مستخلصات الزعرور هي مستحضرات آمنة ولم تسبب أي آثار جانبية. في دراسة نفذها (Swaminathan *et al.*, 2010) حول تأثير مستخلصات الزعرور في علاج الإصابة بنقص التروية، بينت النتائج أن هذه المستخلصات كانت قادرة على كبح جذور الهيدروكسيل والبيروكسيل وتحسين وظيفة انقباض القلب وتقليل حجم احتشاء عضلة القلب وتقليل نشاط أنزيم الكرياتين كيناز وأنزيم اللاكتات ديهيدروجيناز.

تعد الخصائص الفيزيوكيميائية للثمار مؤشراً مهماً لنوعية هذه الثمار ودرجة نضجها والعوامل الرئيسية لمتطلبات السوق. ذكر (Alirezalu *et al.*, 2020) أن درجة الـ pH لعدة أنواع من الزعرور تراوحت بين 3.03 و4.35، أما أعلى قيمة لمحتواها من الحموض الكلية TA فقد كانت في ثمار الزعرور الصفراء (1.17%) وكانت أقل (0.75%) في أنواع أخرى من الزعرور *C. azarolus* و *C. Pentagyna*. وتراوح محتوى ثمار الزعرور من المواد الصلبة الكلية الذوابة TSS بين (14.99 و23.43 بريكس)، وكان أعلى محتوى من الكربوهيدرات المنحلة الكلية 19.43% وأقل محتوى منها 5.27%، أما أعلى محتوى من الكاروتينويدات فكان (405.79 ميكروغرام/غ وزن طازج). بينت نتائج (Li *et al.*, 2015) على عدة أنواع من الزعرور أن متوسط محتواها من المواد الصلبة الذوابة كان 7%، ومتوسط محتواها من الحموض الكلية 3%. في بعض الدراسات التي أجريت في مناطق مختلفة من تركيا، تراوحت قيم المواد الصلبة الذوابة الكلية ودرجات الـ pH بين 11.66 الى 24.00% و3.12 الى 4.09 على الترتيب

(Balta *et al.*, 2004; Ozcan *et al.*, 2005; Turkoglu *et al.*, 2005)، قد تكون الاختلافات نتيجة تأثير الظروف البيئية لأماكن نمو الزعرور.

وجد (Meng and Wang, 2005) عند دراستهم للتركيب الكيميائي لـ 18 نوعاً من ثمار الزعرور أن محتواها من السكريات الذوابة الكلية والحموض الكلية والبروتينات وفيتامين C كان 90 و20 و6 و0.7 غ/كغ بالنسبة للوزن الجاف على الترتيب، وكان محتوى ثمار الزعرور من فيتامين C أعلى من محتوى ثمار الفاكهة الأخرى منه.

أشار (Liu *et al.*, 2010) إلى أن متوسط محتوى ثمار الزعرور من حمض السيتريك وحمض الماليك هو من 20 – 84 ومن 3 – 11 غ/كغ بالنسبة للوزن الجاف على الترتيب، ومحتواه من الفركتوز والغلوكوز من 55 – 184 ومن 53 – 166 غ/كغ بالنسبة للوزن الجاف على الترتيب، أيضاً وجد أن متوسط محتوى هذه الثمار من السوربيتول 30 – 157 غ/كغ بالنسبة للوزن الجاف.

أظهرت دراسات عديدة أجريت على ثمار الزعرور ارتفاع محتواه من المركبات الفينولية التي تعتبر المجموعات الرئيسية للمركبات الفعالة بيولوجياً. تعد البروأنثوسيانيدينات والمشتقات الغليكوزيدية الأخرى من الفلافونويدات هي المسؤولة عن الفعالية الدوائية لكل من ثمار الزعرور وأوراقه وأزهاره (Edwards *et al.*, 2012).

تحتوي ثمار الزعرور على تراكيز مرتفعة من الفلافونويدات، وتعد الفلافونات أحد أهم المجموعات المندرجة تحت الفلافونويدات في الزعرور. بينت الدراسات أن بعض الفلافونات الموجودة في الزعرور هي سلسلة من المركبات التي تكون فيها الأغليكونات هي أبيجينين Apigenin أو لوتيولين Luteolin (Yang and Liu, 2012). وجد (Ringl *et al.*, 2007) أن الفيتيكسين Vitexin (apigenin-8-C-glucoside) ومشتقاته أكثر الفلافونات الموجودة في الزعرور. سُجّل وجود الفيتيكسين وأحد مشتقاته vitexin-2-O-rhamnoside في عدة أصناف من الزعرور مثل *Crataegus laevigata* و*Crataegus rhipidopylla* و *Crataegus macrocarpa*، بينما وجد المشتق vetexin-2-O-rhamnoside وإيزوفيتيكسين isovitexin في الأجزاء المزهرة لأصناف الزعرور *Crataegus monogyna* و*Crataegus pentogyna* و*Crataegus laevigita* (Yang and Liu, 2012). أيضاً، عزلت أربعة فلافونويدات من أوراق الزعرور *Crataegus pinnafifida* هي ketohexosefuranosides و(Zhang pinnatifinoside A, B, C and Xu, 2001).

أما الفلافونولات وهي أيضاً أحد المجموعات المهمة التي تندرج تحت الفلافونويدات والتي توجد في الزعرور فقد سجلت المركبات Kaempferol و quercetin و8-methoxykaempferol كفلافونولات رئيسية في الزعرور، والمركبات Rutin و hyperoside و quercetin كفلافونولات رئيسية موجودة في أوراق الزعرور من النوع *Crataegus pinnatifida* (Ying *et al.*, 2009).

وجد (Alirezalu *et al.*, 2020) أن محتوى الفينولات الكلية TPC في عدة أنواع من ثمار الزعرور المدروسة تراوح بين 21.19 و69.12 مغ حمض غاليك/غ على أساس الوزن الجاف، حيث تميز النوع *C. pentagyna* بأعلى محتوى من الفينولات الكلية بينما وجد أقل محتوى منها في النوع *C. turkestanica*. وقد أشار (Orhan *et al.*, 2007) إلى أن الاختلافات في محتوى ثمار الزعرور من الفينولات الكلية قد يعود لاختلاف النوع ومكان الزراعة والنمط الجيني، بينما فسّر (Dixon and Paiva, 1995) ذلك بأنه يعود لارتفاع منطقة الزراعة عن مستوى البحر ودرجة الحرارة ومحتوى التربة من العناصر الغذائية ودرجة نضج الثمار. أظهرت نتائج (Zhang *et al.*, 2001) أن محتوى TPC في ثمار الزعرور نوع *C. pinnatifida* كان 2.9 مغ غاليك/غ على أساس الوزن الجاف (Liu *et al.*, 2010).

أظهرت نتائج الدراسة التي أجراها (Alirezalu *et al.*, 2020) على عدة أنواع من ثمار الزعرور أن محتواها من الفلافونويدات الكلية TFC تراوح بين 2.44 و6.08 مغ كويرستين/غ على أساس الوزن الجاف. بينما توصل (Froehlicher *et al.*, 2009) إلى أن محتوى الفلافونويدات الكلية في ثمار الزعرور من النوع *C. monogyna* كان 1.47 مع/غ وزن جاف، وفي النوع *C.*

pentagyna كان 23.68 مغ/غ مادة جافة (Prinz *et al.*, 2007) و 0.81 مغ/غ مادة جافة في النوع *C. azarolus* (Bignami *et al.*, 2003).

تؤثر عمليات الأكسدة في الخصائص الحسية والقيمة الغذائية والقوام وفترة الصلاحية للأغذية حيث تخرب البروتينات والفيتامينات والحموض الدسمة الأساسية غير المشبعة والصبغات مثل الأنثوسيانين والكاروتينويدات والميوغلوبين (Lorenzo *et al.*, 2018). تراوحت الفعالية المضادة للأكسدة في أنواع ثمار الزعرور بين 0.32 و1.84 ميلي مول Fe^{++} /غ على أساس الوزن الجاف، سُجلت أعلى قيمة للفعالية المضادة للأكسدة في النوع *C. pentagyna* وأقل قيمة في النوع *C. persica* (Alirezalu *et al.*, 2020). فسّر (Bahri-Sahloul *et al.*, 2009) ارتفاع الفعالية المضادة للأكسدة في ثمار الزعرور لامتلاكها مركبات فينولية خاصة epicatechin و procyanidin B_2. أكد كل من (Agregan *et al.*, 2019) و (Roselló-Soto *et al.*, 2019) وجود ارتباط معنوي بين المحتوى من الفينولات والفعالية المضادة للأكسدة. أثبتت بعض الدراسات أيضاً أن المكونات النباتية هي مضادات أكسدة طبيعية يمكن أن تخفض بشكل معنوي أكسدة الدهون (Yin and Cheng, 2003).

يتم حفظ الفاكهة لفترات أطول عادة من خلال تصنيعها الى منتجات مختلفة مثل صناعة المربيات والعصائر والهلامات. تهدف تقنيات الحفظ المستخدمة عند تخزين الفاكهة الى تقليل التغيرات التي تحدث نتيجة فساد الأغذية بسبب العدد الكبير من التفاعلات الحيوية والأنزيمية والكيميائية والفيزيائية (Gould, 2000).

تعتبر طرائق الحفظ باستخدام المواد الكيميائية من أكثر الطرائق استخداماً وأوسعها انتشاراً مقارنة بالطرائق الأخرى بسبب سهولة تطبيقها وانخفاض تكاليفها. تستخدم العديد من المواد الحافظة الكيميائية مع طرائق حفظ أخرى مثل التبريد أو التجفيف لمنع حدوث التلوث الميكروبي ولزيادة فترة صلاحية المادة الغذائية. من أهم المواد الحافظة المستخدمة في المنتجات الغذائية بنزوات الصوديوم وسوربات البوتاسيوم وميتابيسلفيت البوتاسيوم وحمض السوربيك وثنائي أكسيد الكبريت ومحاليل السكروز وغيرها (Mishra, 2011).

لا توجد مادة كيميائية واحدة قادرة على القضاء على جميع الأحياء الدقيقة بفعالية عالية (Chiply, 1983). تستخدم عادة مادة ميتابيسلفيت البوتاسيوم لإطالة فترة حفظ لب الفاكهة ومنتجاتها بسبب تأثيرها الفعال المضاد للميكروبات وتثبيطها لتفاعلات الاسمرار الأنزيمية (Lueck, 1990).

يعد الزعرور من الثمار التي تُستهلك طازجة، ولكن بسبب طبيعتها القابلة للفساد فإن نوعيتها تتدهور بعد القطاف ولا يمكن تخزينها لفترة طويلة بالظروف الطبيعية. يؤدي تغير نوعية الثمار خلال التخزين الى انخفاض قبولها بالنسبة للمستهلك (Vieira *et al.*, 2009). لا توجد دراسات سابقة عن تخزين ثمار الزعرور أو عن معاملتها بمواد حافظة، لذا فقد هدف هذا البحث الى دراسة التغيرات الكيميائية والحسية التي تطرأ على ثمار الزعرور المعاملة كيميائياً والمخزنة بالتبريد.

مواد البحث وطرائقه:

جمع العينات: تم الحصول على ثمار زعرور من النوع *Crataeggus pubescens* جمعت من منطقة الحفة في ريف اللاذقية، اختيرت الثمار الناضجة والسليمة والمتجانسة في اللون والحجم والخالية من الإصابات الميكانيكية أو أي مظهر من مظاهر الفساد. غُسلت الثمار تحت تيار مائي نظيف صالح للشرب. قُطعت الثمرة إلى نصفين ونزعت البذور منها وطبقت عليها عدد من المعاملات، دُرست التغيرات الفيزيوكيميائية الحاصلة أثناء فترة تخزين شرائح ثمار الزعرور لمدة 90 يوماً بدرجة حرارة البراد 4 م، حيث قدر محتواها من الرطوبة والمواد الصلبة الذوابة والحموضة الكلية والسكريات المرجعة ودرجة الـ pH، ومحتواها من المركبات الفعالة حيوياً (فيتامين C والفينولات الكلية والفلافونويدات) والنشاط المضاد للأكسدة أثناء فترة التخزين بواقع مرة كل 15 يوماً حتى انتهاء فترة التخزين، أيضاً تم تقييم الخصائص الحسية للثمار المعاملة في نهاية فترة التخزين.

الاختبارات الفيزيوكيميائية:

المحتـــوى المـــائي: قـــدر محتـــوى ثمـــار الزعـــرور مـــن المـــاء بتجفيـــف عينـــة موزونـــة علـــى درجـــة 105° م وفقـــاً لـ (AOAC, 1995).

المـــــواد الصـــــلبة الذائبـــــة: قـــــدرت المـــــواد الصـــــلبة الذائبـــــة باســـــتخدام جهـــــاز الرفراكتـــــوميتر الضـــــوئي (Carl Roth-DR 201-95) ألماني الصنع.

الحموضة الكلية: قُدرت الحموضة الكلية على أساس حمض الماليك بطريقة المعايرة بالقلوي (NaOH 0.1N) (AOAC, 1995).

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

السكريات المرجعة: قدرت السكريات المرجعة وفقاً لطريقة Lane and Eynon حسب الطريقة الموصوفة من قبل (Ranganna, 1991) حيث يعتمد مبدأ هذه الطريقة على قدرة السكريات المرجعة على إرجاع محلول فهلنغ.

تقدير اللون: وفقاً لطريقة (Hutchings، ١٩٩٩)، استخدم جهاز قياس اللون Colorimeter نوع Biobase طراز BCM-200 صيني المنشأ، تم تحديد المؤشر L^* (مؤشر السطوع) وتتراوح قيمه من 0 (الأسود) إلى 100 (الأبيض)، وتتراوح قيمة المؤشر a^* (مؤشر الاحمرار) في المجال بين 100- (الأخضر) و100+ (الأحمر)، أما قيمة المؤشر b^* (مؤشر الاصفرار) فتتراوح بين 100- (الأزرق) إلى 100+ (الأصفر).

تقدير المركبات الفعالية حيوياً:

تقدير حمض الأسكوربيك: تم تقدير المحتوى من حمض الأسكوربيك حسب طريقة (Klein and Perry, 1982, 942).

الفينولات الكلية: تم الحصول على المستخلص الفينولي حسب (Perez-Jimenez *et al.*, 2008, 276) مع إجراء بعض التعديلات، حيث تم مزج 1غ من لب الفاكهة مع 50 مل من مزيج ميثانول – ماء (1:1 ح/ح) لمدة ساعة، تم فصل الطبقة الطافية وحفظها، مزجت الطبقة الصلبة لمدة ساعة مع مزيج أسيتون – ماء (3:7 ح/ح) بدرجة حرارة الغرفة، تم تثفيل المزيج لمدة 15 دقيقة بسرعة 3000 g. بعد التخلص من الجزء الصلب مزجت الطبقة الطافية مع الطبقة الطافية التي تم الحصول عليها في المرحلة السابقة، رُكّز المزيج باستخدام المبخر الدوراني لتجفيف العينة. تم حل المستخلص المجفف في 10 مل ميثانول وحفظ بدرجة حرارة −٢٠ م. قُدرت الفينولات الكلية بطريقة المطيافية اللونية باستخدام كاشف فولن Folin-Ciocalteu's phenol reagent حسب (Singleton *et al.*, 1999, 156). أخذ 50 ميكروليتر من المستخلص الأسيتوني ومزجت مع 0.25 مل من كاشف فولن و1 مل من محلول كربونات الصوديوم (20% و/ح) وأكمل الحجم إلى 10 مل بالماء المقطر. تُرك المزيج بدرجة حرارة الغرفة لمدة ساعتين، وقيست الامتصاصية عند طول موجة 760 نانوميتر باستخدام المطياف الضوئي Optizim 3000 plus (فرنسا). تم التعبير عن النتائج كـ مغ من مكافئ حمض الغاليك لكل غرام من الوزن الطازج للثمار (mg GAE/g fresh weight) من خلال منحني عياري تم تحضيره باستخدام تراكيز متسلسلة من حمض الغاليك.

تقدير الفلافونويدات الكلية: قدرت الفلافونويدات الكلية حسب طريقة (Ordonez *et al.*, 2006, 454).

تقدير النشاط المضاد للأكسدة: تم تقدير النشاط المضاد للأكسدة في مستخلص ثمار الزعرور بطريقة DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 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 كما هو موصوف من قبل (Sanchez-Moreno *et al.*, 1998, 273).

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 اختبار ANOVA عند مستوى معنوية $p<0.05$ بواقع ثلاثة مكررات لكل تجربة.

النتائج والمناقشة:

تأثير المعاملات الكيميائية المختلفة في خصائص ثمار الزعرور أثناء التخزين

بعد تقطيع ثمار الزعرور الى أنصاف ونزع البذور منها تم تغطيسها في محاليل كيميائية بتراكيز مختلفة (حمض سيتريك (2% و3%) وميتا بيسلفيت الصوديوم (2% و4%)) لمدة 10 دقائق ثم تخزينها بالتبريد بدرجة حرارة 4 م لمدة 90 يوماً.

تغير التركيب الكيميائي للثمار غير المعاملة أثناء حفظها بالتبريد (4 م)

يوضح الجدول (1) التغيرات التي طرأت على التركيب الكيميائي لأنصاف ثمار الزعرور المخزنة بالتبريد بدرجة حرارة (4 م) بدون أي معاملة كيميائية، حيث ازدادت الحموضة الكلية للثمار بشكل معنوي من 1.17% في بداية التخزين وحتى 1.27% في نهاية فترة التخزين، ويلاحظ أن نسبة الحموضة الكلية بعد أسبوعين من التخزين لم تتغير معنوياً وكانت 1.19% فقط، بينما ارتفعت بعد ثمانية أسابيع من التخزين الى 1.24%، ترافقت زيادة الحموضة هذه مع انخفاض في درجة الـ pH التي وصلت في نهاية فترة التخزين الى 3.10، وإلى 3.36 بعد أسبوعين من التخزين وإلى 1.24 بعد ثمانية أسابيع من التخزين. ترتبط الحموضة القابلة للمعايرة ودرجة الـ pH ببعضهما، فانخفاض درجة الـ pH يعني ارتفاع الحموضة خلال التخزين. تتأثر نكهة الفاكهة بكل من بدرجة الـ pH وحموضة الثمار، ولكل فاكهة مجال محدد من درجة الـ pH والحموضة يتقبلها المستهلك عندها. وجد (Nisar *et al.*, 2015) زيادة في الحموضة وانخفاض متزامن لدرجة الـ pH عند تخزينه عينات من لب التفاح غير المعاملة كيميائياً لمدة 90 يوماً في الظروف الطبيعية. بينما سُجلّت زيادة غير معنوية في الحموضة القابلة للمعايرة من قبل (Durrani, *et al.*, 2010) عند تخزينه للب التفاح في الظروف الطبيعية، وكذلك توافقت نتائجنا مع نتائج (Akhtar *et al.*, 2010) عند تخزينه لب ثمار المانغا ومع نتائج (Zewter *et al.*, 2012). تعزى زيادة حموضة الفاكهة الى انتاج عدد من الأحماض خلال تفكك السكريات العديدة والمواد البكتينية وحمض اليورونيك (Durrani *et al.*, 2010; Yadav *et al.*, 2013).

تعد المواد الصلبة الذوابة الكلية TSS من العوامل المهمة المؤثرة في طعم الفاكهة وقيمتها الغذائية. يتأثر محتوى الفاكهة من المواد الصلبة الذوابة الكلية أثناء التخزين بالتغيرات التي تحدث للسكريات والمركبات الآزوتية والمواد البكتينية والأملاح المعدنية الموجودة في الفاكهة (Alwan and Hassan, 2020). يبين الجدول (1) أن نسبة المواد الصلبة الذوابة ازدادت معنوياً أثناء التخزين حتى وصلت الى 20.21% بنهاية فترة التخزين، وكانت الزيادة معنوية بعد أسبوعين فقط من التخزين (18.27%)، كما ازدادت نسبة السكريات المرجعة بشكل معنوي بعد أربعة أسابيع من التخزين (9.21%) ووصلت الى 10.50% بنهاية فترة التخزين. توافقت هذه النتائج مع (Hakim *et al.*, 2013) الذي بيّن ازياد محتوى السكريات المرجعة مع تقدم النضج وزمن التخزين نتيجة لتفكك النشويات الى غلوكوز بفعل أنزيمات الأميلاز. أيضاً ذكر (Ewaidah, 1992) أن السكريات المرجعة ازدادت نتيجة حلمهة السكروز الموجود في لب الفاكهة.

الجدول (1): تغير المؤشرات الكيميائية للثمار المبردة بدون أي معاملة خلال فترة التخزين

تبريد فقط	الحموضة (%)	pH	السكريات المرجعة (%)	الرطوبة (%)	المواد الصلبة الذوابة الكلية (%)
الزمن صفر	1.17 ± 0.02^{a}	3.40 ± 0.05^{a}	9.13 ± 0.21^{a}	72.05 ± 2.15^{a}	18.15 ± 0.22^{a}
أسبوعين	$1.19 \pm 0.05^{a,b}$	3.36 ± 0.11^{a}	9.16 ± 0.10^{a}	71.98 ± 4.20^{b}	18.27 ± 0.32^{b}
أربعة أسابيع	$1.20 \pm 0.01^{a,b}$	0.10^{b} 3.31 ±	9.21 ± 0.22^{b}	71.47 ± 1.85^{c}	18.66 ± 0.12^{c}
ستة أسابيع	$1.21 \pm 0.04^{b,c}$	3.23 ± 0.08^{c}	9.37 ± 0.10^{c}	70.84 ± 2.41^{d}	18.95 ± 0.25^{d}
ثمانية أسابيع	$1.24 \pm 0.05^{c,d}$	3.19 ± 0.12^{c}	9.65 ± 0.05^{d}	70.09 ± 1.55^{e}	19.41 ± 0.33^{e}
عشرة أسابيع	1.26 ± 0.01^{d}	3.13 ± 0.02^{d}	10.21 ± 0.16^{e}	69.51 ± 2.10^{f}	19.83 ± 0.10^{f}
اثنا عشرة أسبوعاً	1.27 ± 0.02^{d}	3.10 ± 0.15^{d}	10.50 ± 0.15^{f}	69.30 ± 3.21^{f}	20.21 ± 0.41^{g}

تشير الأحرف المختلفة في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة $p \leq 0.05$

يتبين من الجدول (2) حدوث انخفاض معنوي في محتوى الثمار من فيتامين C أثناء التخزين حيث انخفضت إلى 11.30 مغ/100 غ بنهاية فترة التخزين وإلى 14.56 مغ/100 غ بعد أسبوعين من التخزين. توافقت هذه النتائج مع (Mandal and Nath, 2013). تتأثر ثباتية هذا الفيتامين في المنتجات الغذائية بعدة عوامل مثل نوع الفاكهة ودرجة النضج وظروف التخزين (Ajibola, 2009). وقد يعود هذا الانخفاض الى حدوث أكسدة في حمض الأسكوربيك وتحوله إلى حمض أسكوربيك منزوع الهيدروجين (Karpagavalli and Amutha 2015).

الجدول (2): تغير محتوى الثمار المبردة بدون أي معاملة من المركبات الفعالة حيوياً خلال فترة التخزين

تبريد فقط	فيتامين C (مغ/١٠٠غ)	الفينولات الكلية (مغ/١٠٠غ)	الفلافونويدات (مغ/١٠٠غ)	النشاط المضاد للأكسدة (%)
الزمن صفر	14.81 ± 0.10^{a}	13.23 ± 0.02^{a}	7.35 ± 0.01^{a}	55.88 ± 1.10^{a}
أسبوعين	14.56 ± 0.15^{b}	12.74 ± 0.11^{b}	7.13 ± 0.09^{b}	55.16 ± 4.22^{b}
أربعة أسابيع	13.83 ± 0.05^{c}	12.09 ± 0.10^{c}	6.84 ± 0.05^{c}	54.57 ± 1.55^{c}
ستة أسابيع	13.15 ± 0.23^{d}	11.44 ± 0.05^{d}	6.28 ± 0.01^{d}	54.07 ± 0.88^{d}
ثمانية أسابيع	12.51 ± 0.10^{e}	10.71 ± 0.12^{e}	5.79 ± 0.10^{e}	53.41 ± 1.20^{e}
عشرة أسابيع	11.84 ± 0.08^{f}	9.85 ± 0.15^{f}	5.14 ± 0.12^{f}	52.79 ± 2.05^{f}
اثنا عشرة أسبوعا	11.30 ± 0.12^{g}	9.03 ± 0.01^{g}	4.70 ± 0.05^{g}	51.26 ± 1.41^{g}

تشير الأحرف المختلفة في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة $p \leq 0.05$

انخفض محتوى الثمار من الفينولات الكلية بشكل معنوي من 13.23 مغ/100 غ في بداية التخزين إلى 12.74 مغ/100 غ بعد أسبوعين فقط من التخزين بينما وصلت بنهاية فترة التخزين إلى 9.03 مغ/100 غ. تشابهت هذه النتائج مع ما أشار إليه (Kannan and Thirumaran, 2001) بالنسبة للفينولات الكلية في ثمار بعض أنواع الفاكهة المخزنة بالتبريد. قد يعود الفقد التدريجي للفينولات الكلية إلى تحولهم لصبغات بنية بعملية التكاثف (Karpagavalli and Amutha 2015). لوحظ أيضاً انخفاض معنوي لمحتوى الثمار من الفلافونويدات خلال فترة التخزين حيث كانت في بداية فترة التخزين 7.35 مغ/100 غ ووصلت الى 4.70 مغ/100 غ بعد ثلاثة أشهر من التخزين. وهذا يتوافق مع ما ذكره (Plaza *et al.*, 2011) حيث انخفض محتوى الفلافونويدات لعصير البرتقال بمقدار 50% عند تخزينه لمدة 20 يوماً بدرجة حرارة 4 م. تظهر النتائج المذكورة في الجدول (2) أن انخفاض محتوى الثمار من المركبات الفعالة حيوياً قد أدى إلى انخفاض النشاط المضاد للأكسدة فيها بشكل معنوي حيث وصل

إلى 55.16% بعد أسبوعين من التخزين و51.26% بنهاية فترة التخزين. تشابهت هذه النتائج مع ما توصل إليه (Tomczak, 2007) الذي سجّل انخفاضاً كبيراً في النشاط المضاد للأكسدة خلال تخزين مركّز عصير بعض أنواع التوت، حيث تراوح هذا الانخفاض بين 63 و76% بعد 10 أيام من التخزين المبرد وبين 64 و79% بعد 20 يوم من التخزين المبرد.

تغير التركيب الكيميائي للثمار المعاملة بتراكيز مختلفة من حمض السيتريك أثناء التخزين المبرد:

يُلاحظ من (الجدول 3) أن معاملة ثمار الزعرور بحمض السيتريك بتركيز 2% لم تؤثر معنوياً في محتوى الثمار من الحموض الكلية في الأسابيع الستة الأولى من التخزين (من 1.59% وحتى 1.63%) بينما ازدادت نسبة السكريات المرجعة في هذه الثمار بشكل معنوي بدءاً من الشهر الأول للتخزين (9.29%) ووصلت الى 10.95% بنهاية فترة التخزين. تقاربت هذه النتائج مع نتائج (Barwal and Shrera, 2009) حيث أظهرت المعاملات المطبقة على الفاكهة المعدّة للحفظ (بسترة، معاملة بحمض السيتريك وميتا بيسلفيت، بسترة مع اضافة المواد الحافظة السابقة) ازدياد محتوى السكريات المرجعة أثناء التخزين. وفقاً لـ (Bal *et al.*, 2014) أظهرت ثمار الفاكهة المعاملة بحمض السيتريك زيادة في محتواها من السكريات المرجعة أعلى منها في الثمار المعاملة بالبسترة فقط وهذا قد يكون نتيجة لحلمهة السكريات العديدة في الظروف الحمضية. كما بيّن (Hussain *et al.*, 2010) انخفاض محتوى السكريات غير المرجعة أثناء التخزين بالتبريد في التفاح وعصير المشمش، وعزى هذا الانخفاض الى تحول السكريات غير المرجعة الى سكريات مرجعة خلال عملية تخليق الغلوكوز glucogenesis.

الجدول (3) تغير المؤشرات الكيميائية للثمار المبردة المعاملة بحمض ستريك ٢% خلال فترة التخزين

ستريك ٢%	الحموضة (%)	pH	السكريات المرجعة (%)	الرطوبة (%)	المواد الصلبة الذوابة الكلية (%)
الزمن صفر	1.59 ± 0.06^{a}	3.56 ± 0.12^{a}	9.13 ± 0.10^{a}	72.20 ± 2.20^{a}	18.18 ± 0.32^{a}
أسبوعين	1.60 ± 0.01^{a}	3.55 ± 0.06^{a}	9.16 ± 0.01^{a}	72.13 ± 1.14^{a}	18.19 ± 0.54^{a}
أربعة أسابيع	1.60 ± 0.04^{a}	3.55 ± 0.15^{a}	9.29 ± 0.05^{b}	71.70 ± 2.10^{b}	18.51 ± 0.11^{b}
ستة أسابيع	$1.63 \pm 0.05^{a,b}$	3.42 ± 0.04^{b}	9.42 ± 0.16^{c}	71.16 ± 3.55^{c}	18.94 ± 0.24^{c}
ثمانية أسابيع	1.65 ± 0.01^{b}	3.33 ± 0.10^{c}	9.84 ± 0.11^{d}	70.79 ± 1.05^{d}	19.54 ± 0.41^{d}
عشرة أسابيع	$1.68 \pm 0.02^{b,c}$	$3.29 \pm 0.11^{c,d}$	10.37 ± 0.09^{e}	70.23 ± 0.88^{e}	19.93 ± 0.55^{e}
اثنا عشرة أسبوعاً	1.71 ± 0.04^{c}	3.25 ± 0.02^{d}	10.95 ± 0.20^{f}	69.70 ± 1.10^{f}	20.50 ± 0.12^{f}

تشير الأحرف المختلفة في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة $p \leq 0.05$

أدت معاملة الثمار بحمض السيتريك (2%) الى انخفاض محتواها من فيتامين C والفينولات الكلية والفلافونويدات معنوياً في الأسبوع الثاني من التخزين (14.73% و12.94% و7.19%) على الترتيب وتدهورت بنهاية فترة التخزين (11.90% و9.33% و5.20%) على الترتيب (الجدول 4). وانخفض النشاط المضاد للأكسدة للثمار المعاملة بنفس المعاملة السابقة معنوياً الى 55.20% بعد أسبوعين فقط من التخزين وإلى 52.50% بنهاية فترة التخزين. وضّح (Altunkaya and Gokmen, 2011; He and Luo, 2007) أن حمض السيتريك يخفّض درجة الـ pH مما يجعل أنزيم بولي فينول أوكسيداز غير فعّال. كما يقوم بدور مخلّب للنحاس الذي يعمل كعامل مساعد (Cofactor) لتفاعل الاسمرار الأنزيمي، يعيق ارتباط حمض السيتريك مع النحاس تفكك البولي فينولات في العينات المعاملة به. أيضاً وجد (Saengnil *et al.*, 2006) أن إضافة حمض السيتريك يؤدي الى منع تفكك البولي فينولات من خلال تثبيط أنزيمات البولي فينول أوكسيداز.

الجدول (4): تغير محتوى الثمار المبردة المعاملة بحمض سيتريك 2% من المركبات الفعالة حيوياً خلال فترة التخزين

ستريك ٢%	فيتامين C (مغ/١٠٠غ)	الفينولات الكلية (مغ/١٠٠غ)	الفلافونويدات (مغ/١٠٠غ)	النشاط المضاد للأكسدة (%)
الزمن صفر	14.81 ± 0.08^{a}	13.23 ± 0.15^{a}	7.35 ± 0.06^{a}	55.88 ± 1.25^{a}
أسبوعين	14.73 ± 0.16^{b}	12.94 ± 0.05^{b}	7.19 ± 0.15^{b}	55.20 ± 3.12^{b}
أربعة أسابيع	13.90 ± 0.15^{c}	12.30 ± 0.10^{c}	6.91 ± 0.20^{c}	54.67 ± 0.95^{c}
ستة أسابيع	13.31 ± 0.21^{d}	11.46 ± 0.25^{d}	6.34 ± 0.11^{d}	54.18 ± 0.88^{d}
ثمانية أسابيع	12.81 ± 0.62^{e}	10.79 ± 0.34^{e}	5.92 ± 0.21^{e}	53.52 ± 2.25^{e}
عشرة أسابيع	12.23 ± 0.18^{f}	10.03 ± 0.48^{f}	5.49 ± 0.51^{f}	52.93 ± 3.32^{f}
اثنا عشرة أسبوعاً	11.90 ± 0.11^{g}	9.33 ± 0.14^{g}	5.20 ± 0.04^{g}	52.50 ± 1.54^{g}

تشير الأحرف المختلفة في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة $p \leq 0.05$

عند معاملة الثمار بحمض السيتريك (3%) تم الحصول على نتائج مشابهة لتأثير معاملة الثمار بحمض السيتريك بتركيز (2%)، حسب النتائج الواردة في الجدول (5) لم يُلاحظ حدوث تغير معنوي في محتوى الثمار من الحموض الكلية بعد ستة أسابيع من التخزين (من 1.72% حتى 1.77%)، بينما تغير محتواها من السكريات المرجعة والمواد الصلبة الذائبة بشكل معنوي بعد أربعة أسابيع من التخزين (9.29% و18.54%) على الترتيب.

الجدول (5) تغير المؤشرات الكيميائية للثمار المبردة المعاملة بحمض ستريك ٣% خلال فترة التخزين

ستريك ٣%	الحموضة (%)	pH	السكريات المرجعة (%)	الرطوبة (%)	المواد الصلبة الذوابة الكلية (%)
الزمن صفر	1.72 ± 0.03^{a}	3.62 ± 0.01^{a}	9.13 ± 0.06^{a}	72.12 ± 4.02^{a}	18.18 ± 0.65^{a}
أسبوعين	1.73 ± 0.01^{a}	3.59 ± 0.15^{a}	9.17 ± 0.11^{a}	72.11 ± 1.55^{a}	18.20 ± 0.33^{a}
أربعة أسابيع	1.73 ± 0.04^{a}	3.59 ± 0.09^{a}	9.29 ± 0.02^{b}	71.85 ± 3.15^{b}	18.54 ± 0.21^{b}
ستة أسابيع	1.77 ± 0.08^{a}	3.43 ± 0.10^{b}	9.62 ± 0.10^{c}	71.36 ± 1.10^{c}	18.95 ± 0.11^{c}
ثمانية أسابيع	1.85 ± 0.05^{b}	3.11 ± 0.01^{c}	10.18 ± 0.02^{d}	70.89 ± 3.12^{d}	19.59 ± 0.18^{d}
عشرة أسابيع	1.94 ± 0.01^{c}	2.86 ± 0.05^{d}	10.51 ± 0.03^{e}	70.47 ± 2.25^{e}	20.04 ± 0.53^{e}
اثنا عشرة أسبوعاً	2.20 ± 0.05^{d}	2.55 ± 0.04^{e}	11.30 ± 0.03^{f}	69.80 ± 1.85^{f}	20.70 ± 0.10^{f}

تشير الأحرف المختلفة في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة $p \leq 0.05$

أيضاً أدت معاملة الثمار بحمض السيتريك (3%) إلى عدم حدوث تغير معنوي في محتواها من فيتامين C بعد أسبوعين من التخزين (من 14.81% الى 14.77%) وكان هذا التغير معنوياً بالنسبة لمحتواها من كل من الفينولات الكلية والفلافونويدات لنفس الفترة من التخزين (13.02 و7.21 مغ/100 غ) على الترتيب (الجدول 6). وبالرغم من عدم حدوث تغير معنوي في محتوى الثمار المعاملة بحمض السيتريك (3%) في الأسبوع الثاني من التخزين، فقد انخفض النشاط المضاد للأكسدة معنوياً بنفس الفترة (55.31%) ووصل الى 53.10% بنهاية فترة التخزين. أدت إضافة حمض السيتريك الى منع تفكك البولي فينولات من خلال تثبيط أنزيمات البولي فينول أوكسيداز (Saengnil *et al.*, 2006).

الجدول (6): تغير محتوى الثمار المبردة المعاملة بحمض سيتريك 3% من المركبات الفعالة حيوياً خلال فترة التخزين

ستريك ٣%	فيتامين C (مغ/١٠٠غ)	الفينولات الكلية (مغ/١٠٠غ)	الفلافونويدات (مغ/١٠٠غ)	النشاط المضاد للأكسدة (%)
الزمن صفر	14.81 ± 0.71^{a}	13.23 ± 0.42^{a}	7.35 ± 0.51^{a}	55.88 ± 1.01^{a}
أسبوعين	14.77 ± 0.12^{a}	13.02 ± 0.11^{b}	7.21 ± 0.02^{b}	55.31 ± 4.22^{b}
أربعة أسابيع	14.29 ± 0.36^{b}	12.64 ± 0.22^{c}	6.94 ± 0.05^{c}	54.73 ± 2.15^{c}
ستة أسابيع	13.54 ± 0.55^{c}	11.89 ± 0.04^{d}	6.39 ± 0.21^{d}	54.20 ± 2.55^{d}
ثمانية أسابيع	12.99 ± 0.15^{d}	11.14 ± 0.13^{e}	5.98 ± 0.11^{e}	53.68 ± 4.10^{e}
عشرة أسابيع	12.51 ± 0.41^{e}	10.32 ± 0.06^{f}	5.70 ± 0.01^{f}	53.22 ± 1.25^{f}
اثنا عشرة أسبوعاً	12.10 ± 0.20^{f}	9.71 ± 0.15^{g}	5.60 ± 0.31^{g}	53.10 ± 0.75^{g}

تشير الأحرف المختلفة في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة $p \leq 0.05$

تأثير المعاملة بتراكيز مختلفة من ميتابيسلفيت الصوديوم في تغير التركيب الكيميائي للثمار أثناء التخزين:

ميتا بيسلفيت الصوديوم هو مركب كيميائي يمثل أحد أشكال الكبريت عبارة عن بودرة بيضاء بلورية تنحل في الماء بسبب طول الرابطة بين ذرتي الكبريت (Alwan and Hassan, 2020). تستخدم مركبات ميتا بيسلفيت كمواد مضافة للأغذية حيث تشكل غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2. تعمل مركبات ميتا بيسلفيت كمضادات فطرية ومضادات أكسدة فعالة (Brown, 2005). تدل النتائج المذكورة في الجدول (7) أن معاملة الثمار بمحلول ميتا بيسلفيت بتركيز 2% ساهمت في ارتفاع حموضة الثمار بشكل غير معنوي لمدة ثمانية أسابيع من التخزين (1.20%) بينما أدت الى انخفاض غير معنوي في محتوى الثمار من السكريات المرجعة بعد أسبوعين من التخزين (9.18%) بينما كان الانخفاض معنوياً للمواد الصلبة الذوابة بعد أسبوعين من التخزين (18.26%)، تشير النتائج الواردة في الجدول (9) إلى تفوق المعاملة بمحلول ميتا بيسلفيت تركيز 4% على التركيز ٢% حيث لم يلاحظ تغير معنوي في محتوى الثمار والمواد الصلبة الذوابة بعد أسبوعين من التخزين (18.22%). توافقت نتائج هذا البحث مع ما أشار إليه (Durrant *et al.*, 2010) بأن معاملة ثمار الاجاص والتفاح بتركيز 2% ميتا بيسلفيت الصوديوم أدى الى زيادة من الحموضة القابلة للمعايرة بعد التخزين. أيضاً تشابهت النتائج مع (Kasnazany, 2017) الذي بين أنه عند تغطيس ثمار الاجاص بمحلول 2% من ميتابيسلفيت البوتاسيوم ازداد محتواها معنوياً من المواد الصلبة الذائبة TSS والحموضة، وسببت انخفاضاً معنوياً في محتوى الثمار من الرطوبة أثناء التخزين. وذكر (Kasnaxany, 2017) أن معاملة الرمان بتراكيز مختلفة من ميتا بيسلفيت الصوديوم أبدت فعالية في تقليل نسبة الفساد ولم يكن لها تأثيراً معنوياً في فقد الوزن والحموضة الكلية. وبين (Kasnazany *et al.*, 2017) أن معاملة ثمار الخوخ بميتا بيسلفيت البوتاسيوم أدى الى زيادة معنوية في الحموضة القابلة للمعايرة، وقد عزى (Durrani *et al.*, 2010) هذه الزيادة في الحموضة الى تفكك البكتين الى حموض بكيتينة.

الجدول (7) تغير المؤشرات الكيميائية للثمار المبردة المعاملة بمحلول ميتا بيسلفيت الصوديوم 2% خلال فترة التخزين

ميتا بيسلفيت ٢%	الحموضة (%)	pH	السكريات المرجعة (%)	الرطوبة (%)	المواد الصلبة الذوابة الكلية (%)
الزمن صفر	1.17 ± 0.08^{a}	3.54 ± 0.05^{a}	9.13 ± 0.09^{a}	72.12 ± 0.44^{a}	18.17 ± 0.58^{a}
أسبوعين	1.17 ± 0.05^{a}	$3.51 \pm 0.02^{a,b}$	9.18 ± 0.02^{a}	71.97 ± 1.16^{b}	18.26 ± 0.62^{b}
أربعة أسابيع	1.18 ± 0.02^{a}	$3.48 \pm 0.06^{b,c}$	9.28 ± 0.012^{b}	71.64 ± 3.04^{c}	18.52 ± 0.21^{c}
ستة أسابيع	$1.19 \pm 0.04^{a,b}$	$3.47 \pm 0.04^{b,c}$	9.47 ± 0.01^{c}	71.15 ± 0.99^{d}	18.97 ± 0.17^{d}
ثمانية أسابيع	$1.20 \pm 0.01^{a,b}$	$3.45 \pm 0.01^{c,d}$	9.84 ± 0.05^{d}	70.66 ± 1.08^{e}	19.36 ± 0.08^{e}
عشرة أسابيع	$1.22 \pm 0.03^{b,c}$	$3.43 \pm 0.05^{c,d}$	10.05 ± 0.08^{e}	70.23 ± 0.84^{f}	19.83 ± 0.10^{f}
اثنا عشرة أسبوعاً	1.24 ± 0.02^{c}	3.40 ± 0.03^{d}	10.30 ± 0.01^{f}	69.40 ± 1.24^{g}	20.25 ± 0.52^{g}

تشير الأحرف المختلفة في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة $p \leq 0.05$

الجدول (8): تغير محتوى الثمار المبردة المعاملة بمحلول ميتا بيسلفيت 2% من المركبات الفعالة حيوياً خلال فترة التخزين

ميتا بيسلفيت ٢%	فيتامين C (مغ/١٠٠غ)	الفينولات الكلية (مغ/١٠٠غ)	الفلافونويدات (مغ/١٠٠غ)	النشاط المضاد للأكسدة (%)
الزمن صفر	14.81 ± 0.11^{a}	13.23 ± 0.26^{a}	7.35 ± 0.01^{a}	55.88 ± 1.00^{a}
أسبوعين	14.66 ± 0.44^{b}	13.15 ± 0.10^{b}	7.26 ± 0.21^{b}	55.71 ± 0.22^{b}
أربعة أسابيع	14.19 ± 0.15^{c}	12.98 ± 0.44^{c}	7.18 ± 0.06^{c}	55.54 ± 2.10^{c}
ستة أسابيع	13.91 ± 0.58^{d}	12.67 ± 0.55^{d}	7.08 ± 0.02^{d}	55.28 ± 0.11^{d}
ثمانية أسابيع	13.59 ± 0.37^{e}	12.12 ± 0.14^{e}	6.87 ± 0.06^{e}	54.89 ± 0.88^{e}
عشرة أسابيع	13.27 ± 0.25^{f}	11.57 ± 0.42^{f}	6.63 ± 0.11^{f}	54.58 ± 0.43^{f}
اثنا عشرة أسبوعاً	12.99 ± 0.08^{g}	11.11 ± 0.15^{g}	6.40 ± 0.12^{g}	54.14 ± 1.20^{g}

تشير الأحرف المختلفة في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة $p \leq 0.05$

الجدول (9) تغير المؤشرات الكيميائية للثمار المبردة المعاملة بمحلول ميتا بيسلفيت الصوديوم 4% خلال فترة التخزين

ميتا بيسلفيت ٤%	الحموضة (%)	pH	السكريات المرجعة (%)	الرطوبة (%)	المواد الصلبة الذوابة الكلية (%)
الزمن صفر	1.17 ± 0.06^{a}	3.60 ± 0.01^{a}	9.13 ± 0.07^{a}	72.23 ± 3.30^{a}	18.18 ± 0.10^{a}
أسبوعين	1.17 ± 0.01^{a}	$3.57 \pm 0.08^{a,b}$	$9.15 \pm 0.02^{a,b}$	72.09 ± 1.55^{b}	18.22 ± 0.33^{a}
أربعة أسابيع	$1.18 \pm 0.08^{a,b}$	$3.52 \pm 0.04^{b,c}$	9.21 ± 0.09^{b}	71.83 ± 1.47^{c}	18.48 ± 0.13^{b}
ستة أسابيع	$1.19 \pm 0.02^{a,b}$	$3.50 \pm 0.01^{c,d}$	9.32 ± 0.04^{c}	71.54 ± 0.88^{d}	18.91 ± 0.28^{c}
ثمانية أسابيع	$1.21 \pm 0.05^{b,c,d}$	$3.45 \pm 0.02^{d,e}$	9.56 ± 0.10^{d}	71.25 ± 2.02^{e}	19.36 ± 0.11^{d}
عشرة أسابيع	$1.22 \pm 0.04^{c,d}$	3.43 ± 0.03^{e}	9.81 ± 0.07^{e}	69.97 ± 1.32^{f}	19.82 ± 0.14^{e}
اثنا عشرة أسبوعاً	1.23 ± 0.01^{d}	3.42 ± 0.02^{e}	10.10 ± 0.01^{f}	69.50 ± 1.44^{g}	20.26 ± 0.22^{f}

تشير الأحرف المختلفة في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة $p \leq 0.05$

الجدول (10): تغير محتوى الثمار المبردة المعاملة بمحلول ميتا بيسلفيت 4% من المركبات الفعالة حيوياً خلال فترة التخزين

ميتا بيسلفيت ٤%	فيتامين C (مغ/١٠٠غ)	الفينولات الكلية (مغ/١٠٠غ)	الفلافونويدات (مغ/١٠٠غ)	النشاط المضاد للأكسدة (%)
الزمن صفر	14.81 ± 0.42^{a}	13.23 ± 0.51^{a}	7.35 ± 0.04^{a}	55.88 ± 0.56^{a}
أسبوعين	14.76 ± 0.15^{a}	13.19 ± 0.26^{a}	7.29 ± 0.11^{a}	55.86 ± 0.74^{a}
أربعة أسابيع	14.58 ± 0.10^{b}	13.01 ± 0.11^{b}	7.20 ± 0.05^{b}	55.63 ± 1.02^{b}
ستة أسابيع	14.21 ± 0.12^{c}	12.71 ± 0.44^{c}	7.11 ± 0.02^{c}	55.33 ± 0.93^{c}
ثمانية أسابيع	13.91 ± 0.28^{d}	12.25 ± 0.42^{d}	6.93 ± 0.03^{d}	55.02 ± 0.75^{d}
عشرة أسابيع	13.67 ± 0.11^{e}	11.76 ± 0.15^{e}	6.75 ± 0.11^{e}	54.65 ± 0.82^{e}
اثنا عشرة أسبوعاً	13.21 ± 0.14^{f}	11.30 ± 0.31^{f}	6.51 ± 0.01^{f}	54.32 ± 1.12^{f}

تشير الأحرف المختلفة في العمود الواحد إلى وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة $p \leq 0.05$

يظهر الجدول (10) أن محتوى الثمار المعاملة بمحلول ميتا بيسلفيت الصوديوم 4% من فيتامين C والفينولات الكلية والفلافونويدات والنشاط المضاد للأكسدة لم تتغير معنوياً بعد أسبوعين من التخزين بدرجة حرارة 4 م (14.76 مغ/100 غ، 13.19 مغ/100 غ، 7.29 مغ/100 غ، 55.86%) على الترتيب. بينما كان هذا التغير معنوياً عند معاملة الثمار بمحلول ميتا بيسلفيت الصوديوم 2% لنفس الفترة من التخزين (الجدول 8). وجد (Mathooko and Kiniiya, 2002) أن معدل تخرب فيتامين C يتأثر بنوع المادة الحافظة المضافة، حيث كان لمادة ميتا بيسلفيت الصوديوم تأثير مثبت لفيتامين C أعلى من تأثير بنزوات الصوديوم. أظهرت النتائج التي أجراها (Masamba and Mndalira, 2013) أن مركب ميتا بيسلفيت الصوديوم حافظ على ثباتية المنتجات الغذائية حتى لو استخدمت بتراكيز أقل بمقدار 50% من التراكيز الأعظمية المشار اليها في المواصفات القياسية المعتمدة الخاصة بالمضافات الغذائية. وجد (Kasnazany *et al.*, 2017) و(Mohamed *et al.*, 1988) أن معاملة الثمار بـ 0.5% ميتا بيسلفيت البوتاسيوم أدى الى زيادة محتواها من الأنثوسيانين، حيث أوضح أن هذه الزيادة قد تكون بسبب قيام مركب ميتا بيسلفيت بدور مثبط للاسمرار الأنزيمي وكمادة حافظة. كما أشار (Embs and Markakis, 1965) إلى أن مركب ميتابيسلفيت البوتاسيوم يقلل الفقد من الفينولات الكلية في الثمار المعاملة به، حيث يقوم ميتا بيسلفيت بتثبيط أنزيم بولي فينول أوكسيداز وتحرير شوارد السلفيت التي تمنع تشكل صبغات الميلانين البنية من خلال ارتباطها مع مركبات أورثوكوينون.

تأثير نوع المعاملة في المؤشرات الحسية لثمار الزعرور

أظهرت نتائج الاختبارات الحسية في نهاية فترة التخزين أن القبول العام لثمار الزعرور قد تأثر بنوع المعاملة الكيميائية المتبعة، حيث كانت الثمار المعاملة بمحلول ميتا بيسلفيت الصوديوم 2% و4% الأكثر قبولاً من بين باقي الثمار من حيث اللون والطعم بينما كانت الأقل قبولاً من ناحية القوام، في حين أبدت الثمار المعاملة بمحلول حمض السيتريك 2% أعلى قبولاً من بين الثمار المعاملة من ناحية والقوام لكنها أقل قبولاً من الثمار المعاملة بمحاليل ميتابيسلفيت من ناحية اللون، كما كانت أقل قبولاً من الثمار المعاملة بحمض سيتريك 3% من ناحية الطعم نتيجة ارتفاع الحموضة الناتج عن المعاملة بهذه الحموض، احتفظت جميع الثمار المعاملة برائحة مقبولة بنهاية فترة التخزين. لوحظ أن العينات غير المعاملة بأي مادة والمخزنة بالتبريد فقط كانت الأقل قبولاً من ناحية القوام أو التماسك حيث كان قوامها طرياً في نهاية فترة التخزين مقارنة بباقي المعاملات.

الاستنتاجات:

- تدهور التركيب الكيميائي لثمار الزعرور المخزنة بالتبريد (الشاهد) بعد شهرين من التخزين فقط وتلونها بلون غامق مع ازدياد طراوة الثمرة قليلاً.
- الثمار المعاملة بحمض السيتريك فقد كانت أعلى قبولاً من ناحية القوام وأقل قبولاً من ناحية اللون.
- تفوقت معاملة الثمار بمحلول ميتا بيسلفيت الصوديوم تركيز 4% على جميع المعاملات الأخرى حيث لم يحدث تغير معنوي في محتوى الثمار من كل من السكريات المرجعة وفيتامين C والفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة بعد أسبوعين من التخزين (9.15% و14.76 مغ/100غ و13.19 مغ/100غ و55.86%) على الترتيب.
- احتفظت الثمار المعاملة بمركب ميتا باي سلفيت بالتركيزين 2 % و 4 % بخصائصها الكيميائية والحسية لمدة ثلاثة أشهر.
- في نهاية فترة التخزين كانت الثمار المخزنة بالتبريد بدون أي معاملة كيميائية أقل قبولاً من ناحية الطعم واللون والقوام مقارنة بالعينات المعاملة بمركب ميتا بيسلفيت الصوديوم وحمض السيتريك.

- التمويل:

هذا البحث ممول من قبل جامعة دمشق وفق رقم الممول 501100020595.

References:

1. Agregan, R.; Munekata, P.E.; Franco, D.; Dominguez, R.; Carballo, J.; Muchenje, V.; Barba, F.J.; & Lorenzo, J.M. 2019 Phenolic content and antioxidant activity of extracts from bifurcaria bifurcata alga, obtained by diverse extraction conditions using three di_erent techniques (hydrothermal, ultrasounds and supercritical CO_2). *Environ. Eng. Manag. J.*, 18, 1535–1542.
2. Ajibola VO, Babatunde OA, Suleiman S 2009. The effect of storage method on the vitamin C content in some tropical fruit juices. Trends Appl. Sci. Res. 4:79-84.
3. Akhtar, S., Riaz, M., Ahmad, A., and Nisar, A. 2010. Physicochemical, microbiological and sensory stability of chemically preserved mango pulp. *Pakistan Journal of Botany, 42*, 853‑862.
4. Alirezalu A.; Ahmadi N.; Salehi P.; Sonboli A.; Alirezalu K.; Khaneghah A. M.; Barba F. J.; Munekata P.; Lorenzo J.M. 2020. Physicochemical Characterization, Antioxidant Activity, and Phenolic Compounds of Hawthorn (Crataegus spp.) Fruits Species for Potential Use in Food Applications. Foods j. (9) 436.
5. Alirezalu A.; Ahmadi N.; Salehi P.; Sonboli A.; Alirezalu K.; Khaneghah A. M.; Barba F. J.; Munekata P.; Lorenzo J.M. 2020. Physicochemical Characterization, Antioxidant Activity, and Phenolic Compounds of Hawthorn (Crataegus spp.) Fruits Species for Potential Use in Food Applications. Foods j. (9) 436.
6. Altunkaya, A., and Gokmen, V. 2011. Purification and characterization of polyphenol oxidase, peroxidase and lipoxygenase from freshly cut lettuce. *Food Technology Biotechnology, 49*, 249‑256.
7. Alwan M. I. and Hassan S. A. 2020. Effect of sodium metabisulfite treatment and storage periods on the storability of two persimmon varieties fuyu and hachiya. Plant Archives Vol. 20 (1) pp. 2607-2612.
8. AOAC 1995. Official Methods of Analysis (16th Ed). AOAC International, Arlington, VA, 16–17.
9. Bahri-Sahloul, R.; Ammar, S.; Grec, S.; Harzallah-Skhiri, F. 2009 Chemical characterisation of Crataegus azarolus l. Fruit from 14 genotypes found in Tunisia. J. Hortic. Sci. Biotechnol., 84, 23–28.
10. Bal, L. M., Ahmad, T., Senapati, A. K., and Pandit, P. S. 2014. Evaluation of quality attributes during storage of guava nectar Cv. Lalit from different pulp and TSS ratio. *Journal of Food Processing Technology, 5*, 1‑5.
11. Barwal, V. S., and Shrera, S. K. 2009. Standardization of extraction methods and preservation techniques of hill lemon juice. *Journal of Scientific and Industrial Research, 68*, 608‑610.
12. Bignami, C.; Paolocci, M.; Scossa, A.; Bertazza, G. 2003 Preliminary evaluation of nutritional and medicinal components of Crataegus azarolus fruits. Acta Hortic., 597, 95–100.
13. Browicz PH 1972. *Crataegus*. In: Davis PH (ed), Flora of Turkey and the East Aegean Islands**.** Edinburg Univ. Press, No: 22, Edinburg.
14. Brown A. M. Y., *Understanding Food: Principles and Preparation* (Wadsworth, Thomson Learning Inc., Singapore, 2005).
15. Cao G, Verdon C, Wu AHB, Wang H, Prior RL (1995). Automated oxygen radical absorbance capacity assay using the COBAS FARA II. Clin. Chem. 41: 1738-1744.
16. Chiply, J. R. 1983. Sodium benzoate and benzoic acid. In A. L. Baren & P. M. Davidson (Eds.), *Antimicrobials in foods* (pp. 11‑35). New York, NY: M.Decker.
17. Dixon, R.A. and Paiva, N.L. 1995 Stress-Induced Phenylpropanoid Metabolism. Plant Cell Online, 7, 1085–1097.
18. Durrani, Y., Ayub, M., Muhammad, A., and Ali, A., 2010 Physicochemical response of apple pulp to chemical preservatives and antioxidant during storage. *Internet J. of Food* Safety,. 12: 20-28.
19. Durrant, G.B., R.M. Groves, L. Staetsky and F. Steele 2010. Effects of interviewer attitudes and behaviors on refusal in household surveys. *Publ. Opin. Q.*, 74**:** 1-36.
20. Edwards, J. E., Paula P. N., Brown N., Talent N., Dickinson T. A. and Shipley P. R. 2012. A review of the chemistry of the genus *Crataegus.* Phytochemistry 79:5-26.
21. Edwards, J.E.; Brown, P.N.; Talent, N.; Dickinson, T.A.; Shipley, P.R. 2012 A review of the chemistry of the genus Crataegus. *Phytochemistry, 79*, 5–26.
22. Eisenreich W., Handel A., and Zimmer Ute E. (2018). Determinator de plante şi animale, Ed. Casa, Oradea.

23. Embs, R. and P. Markakis, 1965 The mechanism of sulfite inhibition of browning caused by polyphenol oxidase. J. of Food Sci.,. 30(5): p. 753-758.
24. Ewaidah, E. H. 1992. Studies on commercially canned juices produced locally in Saudi Arabia: Part 3− Physicochemical, organoleptic and microbiological assessment. *Food Chemistry, 44*, 103‑111.
25. Froehlicher, T.; Hennebelle, T.; Martin-Nizard, F.; Cleenewerck, P.; Hilbert, J.L.; Trotin, F.; Grec, S. 2009 Phenolic profiles and antioxidative e_ects of hawthorn cell suspensions, fresh fruits, and medicinal dried parts. Food Chem., 115, 897–903.
26. Gould, G. W. 2000. Preservation: Past, present, future. *British Medical Bulletin, 56*, 84‑96.
27. Hakim, K. A., Sarkar, M. A. R., Khan, M. Z. H., Rahman, S. M., Ibrahim, M., & Islam, M. K. (2013). Effect of post-harvest treatments on physiochemical characters during storage of two bananas (Musa spp.L.) cv. Sabri and Amritsagar. *International Journal of Biosciences, 3*, 168‑179.
28. He, Q., & Luo, Y. (2007). Enzymatic browning and its control in fresh-cut produce. *Stewart Postharvest Review, 3*(6), 1‑7.
29. Holubarsch, C.J.F.; Colucci, W.S.; Meinertz, T.; Gaus, W.; Tendera, M. The efficacy and safety of Crataegus extract WS® 1442 in patients with heart failure: The SPICE trial. *Eur. J. Heart Fail.* **2008**, *10*, 1255–1263.
30. Hummer, K.E., and Janick, J. 2009. Rosaceae: taxonomy, economic importance, genomics. pp. 1-17. In: Genetics and genomics of Rosaceae. Springer, New York, NY.
31. Hussain, I., Zeb, A., and Ayub, M. 2010. Quality attributes of apple and apricot blend juice preserved with potassium sorbate during storage at low temperature. *Internet Journal of Food Safety, 12*, 80‑86.
32. Hutchings J.B. 1999. Food Color and Appearance, 2nd edition, Aspen Publishers, Gaithersburg,
33. Kannan, S. and A. S. Thirumaran (2001). Studies on storage life of jamun products. *Indian Food Packer*, 55 (6) :125-127.
34. Karpagavalli B. and Amutha S. 2015. Influence of storage condition on the antioxidant activity of Pomegranate squash. *Plant Archives* 15 (1), 405-410.
35. Kasnazany, S.A.S., M.H.S. Fakhraddin and M.A.O.A. Ali 2017. Effect of salicylic acld and potassium meta Bisulfite on postharvest Quality of plum cvaadri. Journal of Agriculture Science., 9(3):79- 91.
36. Klein BP, Perry AK. 1982. Ascorbic acid and vitamin A activity in selected vegetables from different geographical areas of the United States. *J Food Sci* 47: 941‑945.
37. Liu, T.; Cao, Y.; Zhao, M. Extraction optimization, purification and antioxidant activity of procyanidins from hawthorn (C. pinnatifida Bge. var. major) fruits. Food Chem. **2010**, 119, 1656–1662.
38. Liu, T.; Cao, Y.; Zhao, M. 2010 Extraction optimization, purification and antioxidant activity of procyanidins from hawthorn (C. pinnatifida Bge. var. major) fruits. Food Chem., 119, 1656–1662.
39. Ljubuncic P, Portnaya I, Cogan U, Azaizeh H, Bomzon A 2005. Antioxidant activity of *Crataegus aronia* aqueous extract used in traditional Arab medicine in Israel. J. Ethnopharmacol., 101: 153-161.
40. Lorenzo, J.M.; Pateiro, M.; Domínguez, R.; Barba, F.J.; Putnik, P.; Kovaˇcevi´c, D.B.; Shpigelman, A.; Granato, D.; 2018 Franco, D. Berries extracts as natural antioxidants in meat products: A review. Food Res. Int., 106, 1095–1104.
41. Lueck, F. 1990. Food applications of sorbic acid and its salts. *Food Additives & Contaminants, 7*, 711‑715.
42. Mandal, P. and A. Nath (2013). Study on processing and storage stability of aonla (*Emblica officinalis)* squash. *Beverage and Food World*, 40 (4) :40-41.
43. Masamba K. G.and Mndalira K. (2013). Vitamin C stability in pineapple, guava and baobab juices under different storage conditions using different levels of sodium benzoate and metabisulphite. African Journal of Biotechnology Vol. 12(2), pp. 186-191
44. Mathooko FM, Kinniya EN (2002). Ascorbic acid retention in canned lime juice preserved with sulfur dioxide and benzoic acid. Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev. 2(1):126-139.
45. Mishra B, Gautam S, Sharma A (2011). Shelf life extension of sugarcane juice using preservatives and gamma radiation processing. J. Food Sci. 76(8):573-578.
46. Mohamed, S., E. Othman, and F. Abdullah, Effect of chemical treatments on the shelf life of rambutans (Nephelium lappaceum)- II. Pertanika, 1988. 11(3): p. 407- 417.

47. Nazhand A, Lucarini M, Durazzo A, Zaccardelli M, Cristarella S, Souto S, Silva A, Severino P, Souto E and Santini A 2020. Hawthorn (Crataegus spp.): An Updated Overview on Its Beneficial Properties. Forests, 11, 564.
48. Nisar R., Baba W. N. and Masoodi F. A. 2015. Effect of chemical and thermal treatments on quality parameters and antioxidant activity of apple (pulp) grown in high Himalayan regions. *Cogent Food & Agriculture* (2015), 1: 1063797.
49. Ordonez AA, Gomez JD, Vattuone MA, and Lsla MI. 2006. Antioxidant activities of Sechium edule (Jacq.) Swartz extracts**.** *Food Chem*; 97:452–8.
50. Orhan, I.; Özçelik, B.; Kartal, M.; Özdeveci, B.; Duman, H. HPLC Quantification of Vitexine-2"-O-rhamnoside and Hyperoside in Three Crataegus Species and Their Antimicrobial and Antiviral Activities. Chromatographia 2007, 66, 153–157.
51. Perez-Jimenez J., Arranz S. and Tabernero M. 2008. Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: extraction, measurement and expression of results, *Food Research International*, 41, (4):, 274–285.
52. Plaza, L., C. Sanchez-Moreno, B. D. Ancos, P. Elez-Martinez, O. Martin-Belloso and M. P. Cano 2011. Carotenoid and flavanone content during refrigerated storage of orange juice processed by high-pressure, pulsed electric fields and low pasteurization. *LWT - Food Science and Technology*, 44 : 834-839.
53. Prinz, S.; Ring, A.; Huefner, A.; Pemp, E.; Kopp, B. 2007 42"-Acetylvitexin-2" -O-rhamnoside, isoorientin, orientin, and 8-methoxykaempferol-3-O-glucoside as markers for the di_erentiation of Crataegus monogyna and Crataegus pentagyna from Crataegus laevigata (Rosaceae). Chem. Biodivers., 4, 2920–2931.
54. Ranganna, S. (1991). *Handbook of analysis and quality control for fruit and vegetable products* (pp. 186‑189). New Delhi: Tata McGraw-Hill.
55. Ringl, A.; Prinz, S.; Huefner, A.; Kurzmann, M.; Kopp, B. 2007 Chemosystematic value of flavonoids from Crataegus x macrocarpa (Rosaceae) with special emphasis on (R)- and (S)-eriodictyol-7-O-glucuronide and luteolin-7-O-glucuronide. *Chem. Biodivers.*, *4*, 154–162.
56. Roselló-Soto, E.; Barba, F.J.; Lorenzo, J.M.; Munekata, P.E.S.; Gómez, B.; Moltó, J.C. 2019 Phenolic profile of oils obtained from "horchata" by-products assisted by supercritical-CO2and its relationship with antioxidant and lipid oxidation parameters: Triple TOF-LC-MS-MS characterization. *Food Chem*., 274, 865–871.
57. Saengnil, K., Lueangprasert, K., & Uthaibutra, J. 2006. Control of enzymatic browning of harvested 'hong huay' litchi fruit with hot water and oxalic acid dips. *Science Asia, 32*, 345‑350.
58. Sanchez-Moreno C., Larrauri J. A., and Saura-Calixto F. 1998. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 270, no. 2, pp. 270–276.
59. Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Oxidants and Antioxidants, *PT A Book Series: Methods in Enzymology*, *299*, 152–178.
60. Swaminathan, J.K.; Khan, M.; Mohan, I.K.; Selvendiran, K.; Devaraj, S.N.; Rivera, B.K.; Kuppusamy, P. 2010 Cardioprotective properties of Crataegus oxycantha extract against ischemia-reperfusion injury. *Phytomedicine*, *17*, 744–752.
61. Tomczak, D. W. 2007. Changes in antioxidant activity of black chokeberry juice concentrate solutions during storage. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 6 (2) :49-55.
62. Vasco, C.; Ruales, J.; and Kamal-Eldin, 2008. A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food Chem.*, *111* (4), 816–823.
63. Vieira, F. G. K., Borges, G. D. C., Copetti, C., Amboni, R. D. M. C., Denardi, F., & Fett, R. (2009). Physico-chemical and antioxidant properties of six apple cultivars (Malus domestica Borkh) grown in southern Brazil. *Scientia Horticulturae, 122*, 421‑425.
64. Yadav, R., Tripathi, A. D., & Jha, A. (2013). Effect of storage time on the physicochemical properties and sensory attributes of Aloe vera ready-to-serve (RTS) beverage. *International Journal of Food, Nutrition and Public Health, 6*, 173‑192.
65. Yang, B.; Liu, P. Composition and health effects of phenolic compounds in hawthorn (Crataegus spp.) of different origins. *J. Sci. Food Agric.* **2012**, *92*, 1578–1590.

66. Yilmaz KU, Yanar M, Ercisli S, Sahiner H, Taksin T, Zengin Y 2010. Genetic relationships among some hawthorn (*Crataegus* spp.) species and genotypes. *Biochem. Gen.*, 48: 873-878.
67. Yin, M.; Cheng, W. 2003 Antioxidant and antimicrobial e_ects of four garlic-derived organosulfur compounds in ground beef. *Meat Sci.*, 63, 23–28.
68. Ying, X.; Wang, R.; Xu, J.; Zhang, W.; Li, H.; Zhang, C.; Li, F. HPLC determination of eight polyphenols in the leaves of Crataegus pinnatifida Bge. var. major. *J. Chromatogr. Sci.* **2009**, *47*, 201–205.
69. Zapfe, G. Clinical efficacy of Crataegus extract WS 1442 in congestive heart failure NYHA class II. *Phytomedicine* **2005**, *8*, 262–266.
70. Zewter, A., Woldetsadik, K., & Workneh, T. S. 2012. Effect of 1-methylcyclopropene, potassium permanganate and packaging on quality of banana. *African Journal of Agricultural Research, 7*, 2425-2437.
71. Zhang, P.C.; Xu, S.X. 2001 Flavonoid ketohexosefuranosides from the leaves of Crataegus pinnatifida Bge. var. major N.E.Br. *Phytochemistry*, *57*, 1249–1253.
72. Zhang, Z.; Chang, Q.; Zhu, M.; Huang, Y.; Ho,W.K.K.; Chen, Z.Y. 2001**.** Characterization of antioxidants present in hawthorn fruits. *J. Nutr. Biochem*., 12, 144–152.