تأثير طرائق التجفيف والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم في بعض مؤشرات الجودة لثمار التين المجففة والتين المجفف المعامل ببخار الماء الساخن (الهبول)

د. روعة حوري طلي*

الملخص

نُفذت الدراسة في مخابر كلية الزراعة في قسم علوم الأغذية في جامعة دمشق خلال الموسم 2017، شملت الدراسة غمر ثمار التين بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيزين مختلفين (0.1 و0.5%) لمدة 15 دقيقة، ثمَ تجفيفها باستخدام طريقتي تجفيف (تجفيف طبيعي في الظل وتجفيف حراري بوساطة الهواء الساخن عند درجة حرارة 60°م) إلى محتوى رطوبي لا يزيد عن 24%، وتصنيع التين الهبول (المعامل ببخار الماء الساخن)، بهدف دراسة تأثير طرائق التجفيف والمعاملات الأولية في بعض المؤشرات الكيميائية (السكريات الكلية، pH، الحموضة، الرماد والرطوبة)، الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة DPPH، كما شمل البحث دراسة الخصائص الحسية للعينات المدروسة.

تميزت عينات التين المجففة حرارياً والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز 0.5% بارتفاع النسبة المئوية للحموضة (0.324% على أساس الوزن الجاف) وانخفاض رقم الحموضة إلى (5.21)، بينما انخفض محتوى عينات التين المجففة حرارياً والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز 0.1% من الرماد إلى (2.75%

* مدرس في قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة دمشق.

على أساس الوزن الجاف). وتراوح المحتوى من السكريات الكلية في عينات التين المجففة بين (48.43–54.59%). أبدت عينات التين الهبول المصنعة من تين مجفف في الظل والمعامل بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز 0.1% انخفاضاً ملحوظاً في محتواها من الرطوبة والذي بلغ (14.64%) وارتفاعاً ملحوظاً في محتواها من الرماد (3.69% على أساس الوزن الجاف). ارتفع المحتوى من السكريات الكلية إلى (55.19% على أساس الوزن الجاف) في عينات التين الهبول المصنعة من التين الشاهد المجفف حرارياً. تفوقت عينات التين الهبول المصنعة من عينات التين المجففة حرارياً باستخدام الهواء الساخن والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت 0.5% حسياً مقارنة مع العينات الأخرى. أظهرت عينة التين الهبول المصنعة من ثمار مجففة في الظل والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم 0.5% ارتفاعاً ملحوظاً في محتواها من الفينولات الكلية والذي بلغ (324.67 مغ/100غ وزن جاف) والنشاط المضاد للأكسدة والذي بلغ (79.63% للعينة المجففة و66.48% للهبول) على التوالي.

الكلمات المفتاحية: التين المجفف، ميتا باي سلفيت البوتاسيوم، التين الهبول، التركيب الكيميائي، الفينولات الكلية، النشاط المضاد للأكسدة، الخصائص الحسية.

Pretreatment Effect of potassium metabisulfite and drying methods on some quality indicators of dried fig and dried fig treated with hot water steam (Habbol)

R. Tlay*

Abstract

This study was carried out in Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Damascus University in 2017 season, which included immerse fig with potassium metabisulfite solution at tow different concentration (0.1% and 0.5%) for 15 min, and drying fig to a moisture content not exceeded 24% by tow drying methods (natural drying in shade and heat drying by hot air at 60˚c), and also processing fig treated with hot water steam (Habbol), in order to study the effect of drying methods on some chemical indicators (total sugars, pH, ash, acidity and moisture), total phenols and antioxidant activity according to DPPH, the study also included the sensory characteristics of the samples studied.

Thermal Dried figs samples treated with potassium metabisulfite at concentration of 0.5% evaluated high percentage of acidity (0.324% dry weight basis) and low pH to (5.21), while ash declined to (2.75% on a dry weight basis). In thermal dried figs samples treated with potassium metabisulfite at concentration of 0.1%. The content of total sugars ranged between 48.43 - 54.59% in dried figs samples. Habbol fig samples manufactured from dried figs in the shade and treated with potassium metabisulfite at concentration 0.1% showed a noticeable decrease in the moisture content (14.64%) and a marked increase in ash content (3.69% dry weight basis). The content of total sugars increase to (55.19% dry

*Lecturer, Dept. Food Science, Agricultural College, Damascus University.

weight basis) in samples of habbol fig samples manufactured from thermal dried control fig. Sensory evaluation of habbol fig samples manufactured from thermal dried figs samples using hot air and treated with 0.5% potassium metabisulfite was the best comparing with all samples. Habbol fig sample manufacturer from dried fruits in shadow and treated with potassium metabisulfite 0.5% showed a rise in total phenol content which (324.67 mg/100 g dry weight) and antioxidant activity which (79.63% in a dried sample and 66.48% in habbol) respectively.

Key Words: Dried Fig, potassium metabisulfite, Habbol Fig, Chemical Compostion, Total Phenols, Antioxidant Activity, Sensory Caracteristeis.

المقدمة

يتبع التين للعائلة التوتية أو التينية Moraceae، والجنس Ficus الذي يتبع له أكثر من 750 نوعاً أغلبها مستديمة الخضرة باستثناء التين العادي .Ficus carica L فهو متساقط الأوراق (Nicotra وزملاؤه، 2010). قُدّست شجرة التين في مختلف الديانات السماوية، وذُكرت في القرآن الكريم كشجرة مقدسة مرادفة لشجرة الزيتون، وتُؤكد غالبية المصادر والدراسات أنَ سورية أو الأناضول هي الموطن الأصلي للتين ومنها انتقلت لمعظم دول العالم (Jaradat وزملاؤه، 1995). وتُؤكل هذه الثمار طازجة مع قشرة الثمرة أو بعد تقشيرها، كما تُؤكل مجففة أو على شكل مربيات أو مرملاد، كما يُصنع منها كحول مميز (Crisosto وزملاؤه، 2011) و(Iowa State Univ، 2011).

يُعد التين المجفف من المنتجات التقليدية التي تشتهر بها سورية، وهي صناعة متوارثة من الآباء إلى الأبناء حيث تعتمد على الخبرة الشخصية والمعرفة الفردية ولذلك بقيت هذه الصناعة ولفترة طويلة من الزمن حكراً على عدد محدود من العائلات، ومع التقدم العلمي في كافة المجالات بدأت هذه الصناعة التقليدية بالخضوع تدريجياً إلى الأسس العلمية الحديثة لتحسين جودة المنتجات المجففة (حلابو وزملاؤه، 1995؛ Asgar وزملاؤه، 2003). وقد تزايد الطلب مؤخراً على ثمار الفاكهة المجففة في جميع أنحاء العالم (Zhang وزملاؤه، 2007)، حيث تؤدي عملية التجفيف إلى التخلص من معظم الماء الموجود في الثمار، وبالتالي تزيد من فترة صلاحية المنتجات النهائية المجففة نتيجة خفض النشاط المائي. إن تجفيف الثمار باستخدام درجات حرارة عالية ولفترة زمنية طويلة يخفض من جودة المنتجات المجففة (Viswanathan وزملاؤه، 2003)، وهذا يعود إلى تعرض الثمار إلى معدل تجفيف منخفض خلال مرحلة التجفيف المتناقص باستخدام طرائق التجفيف التقليدية مثل التجفيف باستخدام الهواء المتدفق، التجفيف تحت التفريغ، التجفيد (Zhang وزملاؤه، a2003) و(Zhang وزملاؤه، 2005) و(Clary وزملاؤه، 2005). ولدى استخدام طريقة تجفيف غير ملائمة تتعرض الأغذية

إلى العديد من التغيرات (الأكسدة، تدهور اللون، تدهور في الخصائص الوظيفية والتغذوية) والبنيوية (الانكماش، تغير القوام) ومثل هذه التغيرات الفيزيائية والكيميائية تجعل المنتج غير مرغوب من قبل المستهلكين (Miranda وزملاؤه، 2009) و(Zhang وزملاؤه، b2003) و(Zhang وزملاؤه، 2005) و(Krokida و Maroulis، 2001).

تُستخدم ثمار التين ذات المحتوى المرتفع من المواد الصلبة الذائبة (محتوى مرتفع من السكر، البكتين، محتوى منخفض من الحموضة) للحصول على منتجات مجففة ذات جودة عالية ولتسريع عملية التجفيف، كما تتأثر جودة ثمار التين المجففة بعوامل عديدة نذكر منها: النوع، الظروف المناخية خلال مراحل نضج الثمار وخلال عملية التجفيف، زمن وطريقة الحصاد، ظروف ومعاملات ما بعد الحصاد، ظروف عمليات التخزين والتصنيع والتعبئة والنقل (Caruso و Basile، 2015).

تُعد ثمار التين المجففة مصدراً غنياً بالفيتامينات والمعادن والمكونات الغذائية الضرورية لبناء الجسم وحيويته، كما تُعد غنية بمحتواها من الكالسيوم والحديد والبوتاسيوم والريبوفلافين والثيامين، تحتوي الثمار على كميات قليلة من فيتامينات (A، D)، إلا أنها فقيرة بمحتواها من فيتامين C، وهي خالية من الدهن والكوليسترول (Lisanju وزملاؤه، 2003) و(Vinson، 1999)، وتحتوي الثمار على 17 نوعاً من الأحماض الأمينية (وبنسبة كبيرة حمضي الأسبارتيك والغلوتامين) ومحتوى عالٍ من الألياف (Solomom وزملاؤه، 2006) و(Vinson وزملاؤه، 2005)، تحتوي ثمار التين المجففة نسبة مرتفعة من السكريات، ويفوق محتواها من المعادن 2–4 مرات أنواع الفاكهة الأخرى (Pawar وزملاؤه، 1992). وسجّل مؤشر التين الغذائي Nutritive index ارتفاعاً ملحوظاً ووصل إلى 11 مقارنة مع 9 للتفاح و8 للزبيب و6 للتمر والأجاص (Condit، 1947)، كما تُعتبر ثمار التين غنية بمحتواها من المركبات الفعالة بيولوجياً والمركبات المضادة للأكسدة (Nicotra وزملاؤه، 2010)، مثل مركبات البولي فينول والفلافونول والفلافونونات (Apigenin، Astragaline، Campherol، Rutin، quercetin-3-

glucoside) و(Catechin و Epicatechin) والأنثوسيانيدين (Cyanidin)، والأحماض الفينولية مثل (حمض الكوماريك p-coumaric acid، حمض الكلوروجينيك Chlorogenic Acid، حمض الغاليك Gallic Acid، حمض السيرينجيك Syringic Acid، حمض الإيلاجيك ellagic acid) (Hatano وزملاؤه، 2008) و(Kamiloglua و Capanoglu، 2015) و(Tsalokostas، 2009).

تُعامل ثمار التين قبل عملية التجفيف بغاز ثاني أوكسيد الكبريت (California Environmental Protection Agency، 2012) أو بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (Pawar وزملاؤه، 1992) لمنع الاسمرار الإنزيمي وغير الإنزيمي الناتج عن تفاعل ميلارد (Roos و Himberg، 1994) و(Karadeniz وزملاؤه، 2000)، ثمَ تُجفف الثمار شمسياً بشكل مباشر أو غير مباشر أو باستخدام الهواء الساخن (Pragathi و Dhawan، 2000). والمحتوى المرغوب من الرطوبة في ثمار التين المجففة حسب (Crisosto وزملاؤه، 2011) هو (17%)، أما المحتوى الأعظمي المسموح به هو (24%) في حال عدم استخدام مواد مثبطة للفطريات و(30%) في حال وجود مواد مثبطة للفطريات مثل سوربات البوتاسيوم (U.S. Dept. Of Agriculture، 2001).

وفي دراسة قام بها (Nagaraja وزملاؤه، 2016) لدراسة التغيرات في جودة ثمار التين (Poona) المجففة باستخدام طرائق تجفيف مختلفة (تجفيف شمسي، مجفف شمسي صندوقي، المايكرويف، المجفف الصندوقي ذو الصواني عند درجات حرارة مختلفة 55، 60، 65°م)، حيث غُمرت الثمار بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم (2%) لمدة نصف ساعة، ثمَ جُففت إلى محتوى رطوبة (15–16%)، إذ بلغ المحتوى من السكريات الكلية (50.96–51.34%)، البروتين (4.38–4.79%)، الحموضة القابلة للمعايرة (0.022–0.029%)، ولاقت العينات المقسمة والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم والمجففة باستخدام المايكرويف قبولاً حسياً جيداً مقارنة مع العينات الأخرى، تلتها العينات المقسمة والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم والمجففة شمسياً

(رطوبة 15.91%، بروتين 4.50%، سكريات كلية 50.96%، حموضة 0.023%). بينما بيَن (Aytekin و Caliskan، 2008) في دراسة أجريت لدراسة خصائص عدة أصناف من تين المائدة أنَ المحتوى من المواد الصلبة الذائبة تراوح بين (22.6–27.2%)، رقم الحموضة (4.8–5.3)، والنسبة المئوية للحموضة (0.24–0.38%).

ورد عن (Hoxha و Kongol، 2016) أن محتوى التين المجفف من المادة الجافة تراوح ما بين (74.4–83.31%)، وتراوح رقم الـ pH ما بين (4.19–4.35)، بينما بلغت النسبة المئوية للحموضة مقدرة كحمض سيتريك (0.64–1.024%) وذلك يعود لاختلاف صنف التين وطريقة التجفيف المستخدمة. أما محتوى التين المجفف من الفينولات الكلية فقد تراوح ما بين (110–220 مغ/100غ وزن جاف)، وتراوح النشاط المضاد للأكسدة مقدراً باستخدام طريقة DPPH ما بين (22–35 مول مكافئ حمض أسكوربيك/100غ مادة جافة)، بينما بيَن (Faleh وزملاؤه، 2015) أنَ المحتوى من الفينولات الكلية (72.8 مغ غاليك/100غ) في الثمار الطازجة وتراوح بين (121.3–277.2 مغ غاليك/100غ) في الثمار المجففة شمسياً، وهذا الاختلاف عائد لاختلاف صنف التين وطريقة التجفيف المستخدمة، وأشار إلى أنَ تركيز الفينولات في الثمار المجففة يتأثر بظروف عملية التجفيف والظروف المناخية السائدة.

وفي دراسة أجرتها (Sowjanya، 2004) لدراسة تأثير طرائق التجفيف المختلفة (مجفف شمسي، مجفف الصواني) والمعاملات المختلفة (ميتا باي سلفيت البوتاسيوم، السلق بالماء المغلي، القلوي) في ثمار التين، توصلت إلى أنَ المحتوى الرطوبي للعينات المجففة باستخدام مجفف الصواني بلغ 19.20% وباستخدام المجفف الشمسي 19.36%، وتوصلت إلى أدنى محتوى من الرطوبة في العينات المجففة باستخدام المجفف الشمسي والمعاملة (بالسلق بالماء المغلي لمدة 4 دقائق ثم بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم 2% لمدة 30 دقيقة)، ولاحظت أن العينات المعاملة بمحلول ميتا باي

سلفيت البوتاسيوم والمجففة باستخدام المجفف الشمسي كانت ذات محتوى منخفض من السكريات المرجعة 46.48%، أما بالنسبة للمحتوى من الرماد فقد بلغ 3.59% في التجفيف باستخدام المجفف الشمسي و3.58% في مجفف الصواني. وحظيت العينات المعاملة بالسلفيت والمجففة باستخدام الصواني على أعلى تقييم حسي وأفضل لون، بينما حظيت العينات المجففة باستخدام المجفف الشمسي والمعاملة بالسلفيت على أدنى قبول حسي.

ذكر (Pawar وزملاؤه، 1992) أنَ محتوى الرطوبة لثمار تين Poona الطازجة (78%)، السكريات الكلية (17.19%)، الرماد (0.88%)، وتراوح المحتوى من الرطوبة في الثمار المجففة بين (15.30–15.97%)، والمحتوى من الرماد بين (2.90–3.13%). وسجّل (Mali، 1997) أنَ محتوى الرطوبة لنفس النوع من ثمار التين المجففة تراوح بين (15–24%)، والمحتوى من الرماد 2% والمحتوى من السكريات المرجعة 46.01%، بينما تراوح المحتوى من الرماد الكلي بين 2.4–2.6% على أساس الوزن الجاف في ثمار التين المجففة (Sayed وزملاؤه، 1979) و(Norman وDesrosier، 1982). وورد عن (Kamiloglua و Capanoglu، 2015) أنَ المحتوى من الرطوبة لثمار التين الطازجة ذات اللون الأصفر بلغ (72.6%)، المحتوى من الفينولات الكلية (211 مغ حمض غاليك/100غ وزن جاف)، النشاط المضاد للأكسدة مقدراً بطريقة DPPH (110مغ TE/100غ وزن جاف)، بينما بلغ محتوى الرطوبة لثمار التين المجففة (17.3%)، المحتوى من الفينولات الكلية (193 مغ حمض غاليك/100غ وزن جاف)، النشاط المضاد للأكسدة مقدراً بطريقة DPPH (47 مغ TE/100غ وزن جاف).

بيَن (Slatnar وزملاؤه، 2011) التركيب الكيميائي لثمار التين الطازجة والمجففة خلال صيف عام 2009م، حيث ارتفع محتوى الثمار من السكريات الكلية من (5.636 غ/100غ) في الثمار الطازجة إلى (22.973 غ/100غ) في الثمار المجففة شمسياً، وإلى (41.885 غ/100غ) في الثمار المجففة في الفرن.

ونظـراً لكـون التـين المجفـف والتـين المجفـف المعامـل ببخـار المـاء السـاخن (التين الهبول) من المنتجات الهامة محلياً في سورية ونظراً لأهميتها كمنتج غذائي تقليدي، وبسبب ارتفاع قيمتها الغذائية وكونها ومرغوبة من قبل شريحة واسعة من المستهلكين، فقد أُجري هذا البحث بهدف:

1. دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لثمار التين الطازجة.
2. دراسة تأثير المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيزين مختلفين (0.1%، 0.5%) في بعض المؤشرات الكيميائية لثمار التين المجففة والتين الهبول.
3. دراسة تأثير طريقتي التجفيف (التجفيف الطبيعي في الظل، التجفيف باستخدام الهواء الساخن) في بعض المؤشرات الكيميائية لثمار التين المجففة والتين الهبول.
4. تحديد كمية المركبات الفعالة بيولوجياً والنشاط المضاد للأكسدة في ثمار التين الطازجة والمجففة والتين الهبول.
5. دراسة الخصائص الحسية لعينات التين الهبول.

مواد البحث وطرائقه:

- **اختيار المادة الأولية:** تُعتبر صناعة التين الهبول من الصناعات التراثية التي كانت وما زالت تستخدم حتى الآن في مناطق محددة من الجمهورية العربية السورية. المادة الأولية في هذه الصناعة هي التين المجفف من مختلف الأصناف المخصصة للتجفيف، ولكن يُفضل استخدام أصناف التين ذات القشرة الخضراء أو الصفراء وذات اللب فاتح اللون وذلك من أجل الحصول على منتج نهائي بلون مقبول يتراوح لونه بين الذهبي إلى البني، في حين يؤدي استخدام الأصناف ذات القشرة الداكنة أو اللب الداكن إلى الحصول على ناتج بلون داكن أقرب إلى اللون الأسود وهذه الصفة قد تكون غير مرغوبة ومرفوضة من قبل المستهلك.

وفي هذا البحث أُستخدمت ثمار التين الطازجة (بواقع 10 كيلو غرام لكافة المعاملات) من الأصناف المخصصة للتجفيف في سورية والتي تزرع بعلاً في جبل

الشيخ وهي من الصنف البياضي، والذي يتمتع بقشرة خضراء فاتحة مائلة إلى الصفرة، اللب ذو لون عسلي فاتح، وتم استخدام هذا الصنف خصيصاً من أجل الحصول على منتج نهائي بصفات لونية مرغوبة بالنسبة للمستهلك، بالإضافة إلى طعمه السكري. أُجري هذا البحث في مخابر قسم علوم الأغذية في كلية الزراعة بجامعة دمشق في الفترة الواقعة ما بين 2016/8/1 و2018/5/1. ونُفّذ البحث على عدة مراحل:

- **المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم:** نُقعت ثمار التين الطازجة بعد شطرها من منتصفها في محلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيزين مختلفين (0.1% و 0.5%) لمدة 15 دقيقة، وبعد انتهاء عملية النقع وُضعت الثمار في مصفاة لإزالة الماء الزائد من الثمار (Sowjanya، 2004).
- **تجفيف ثمار التين:** جُففت الثمار باستخدام طريقتي تجفيف (التجفيف الطبيعي في الظل والتجفيف باستخدام الهواء الساخن). جُففت الثمار في الظل لمدة (10 أيام) في شهر آب بمتوسط درجات حرارة 38°م ومتوسط رطوبة نسبية 45%، بينما جُففت الثمار باستخدام الهواء الساخن لمدة (10 ساعات) على درجة حرارة 60°م.
- **تصنيع التين الهبول:** صُنّعت عينات التين الهبول وفق الطريقة التقليدية المتبعة محلياً في محافظة حماه، حيث جُهزت حلة كبيرة الحجم وعُبأت حتى منتصفها تقريباً بالماء النظيف الصالح للشرب، وأُوقد مصدر حراري أسفل الحلة (يُمكن استخدام الغاز أو الحطب إذا توفر كمصدر للحرارة)، وعندما وصلت درجة حرارة الماء إلى درجة حرارة الغليان وُضع منخل أو مصفاة ثقوبها ذات أقطار دقيقة فوق الحلة (يجب أن يكون قطرها يماثل قطر فوهة الحلة)، ووُضعت فيها كمية مناسبة من التين المجفف وتمت تغطية الحلة بغطاء مناسب يمنع خروج البخار منها، حيث أنَ مبدأ هذه الصناعة يعتمد على بخار الماء الساخن والرطب في تسوية التين المجفف، وبعد مرور فترة من الزمن تتراوح ما بين 10 – 15 دقيقة (حُددت المدة عن طريق لمس ثمار التين، حيث يجب أن يكون ملمسها طرياً

وحرارتها عالية)، وعندها أُزيلت الثمار من على فوهة الحلة وجُهزت للبدء بالمرحلة التالية. طُحنت ثمار التين باستخدام آلة طحن كهربائية ثمَ عُجن الناتج المطحون مع مراعاة السرعة الشديدة في مرحلتي الطحن والعجن من أجل الحفاظ على التين بدرجة حرارة عالية لمنع التلوث خلال هذه المراحل، والانتباه إلى عدم احتراق الأيدي لأن حرارة التين تكون مرتفعة جداً، وفي حال برد الناتج بعد عملية الطحن تتم إعادته إلى حلة البخار قليلاً لمنع تلوثه بالهواء. وبعد انتهاء عملية العجن شُكلت عجينة التين بأشكال وأحجام مختلفة حسب الرغبة، ومن ثم غُطيت بشكل كامل بطبقة من دقيق البرغل الناعم مع قشوره والذي يسمى في القرى المصنعة للهبول (فريفور) أو نخالة القمح. وبعد تغطية كامل الكمية نُشرت العينات لتجف تحت أشعة الشمس من أجل التخلص من الرطوبة الزائدة وبالتالي زيادة فترة الحفظ إلى أطول فترة ممكنة. وأخيراً عُبئت عينات التين الهبول في أكياس من البولي إيتلين لمنع تبادل الرطوبة مع الوسط الخارجي، وبالتالي يمكن حفظها عند درجة الحرارة العادية لمدة عام على الأقل، كما يمكن بالتبريد حفظها لفترات أطول.

الاختبارات الكيميائية:

أُجريت الاختبارات الكيميائية على العينات المدروسة بواقع ثلاثة مكررات لتقدير المؤشرات التالية:

1. قُدّرت النسبة المئوية للرطوبة بالتجفيف على درجة حرارة (105°م±) حتى ثبات الوزن، واستُعمل جهاز قياس انكسار الضوء (الرفراكتومتر نموذج A054) المزود بمقياس بريكس لتحديد محتوى المواد الصلبة الذائبة الكلية وعُبّر عنها بدرجة بريكس في درجة الحرارة 20°م، واستُخدم جهاز كهربائي مخبري pH meter لقياس رقم الحموضة، وقُدّرت الحموضة القابلة للمعايرة كنسبة مئوية كحمض سيتريك بالمعايرة بمحلول ماءات الصوديوم 0.1 نظامي وبوجود مشعر الفينول فتالئين، كما قُدّرت السكريات الكلية وفق

طريقة Lane and Enyon، كما قُدّرت النسبة المئوية للرماد. أُجريت كافة الإختبارات المشار إليها مسبقاً وفق ما ورد في (AOAC، 2004).

2. تقدير المركبات الفينولية: استُخلصت الفينولات الكلية حسب ما ورد في طريقة (Jokić وزملاؤه، 2014) مع بعض التعديلات، حيث مُزج 0.5غ من العينة المهروسة مع 20 مل من الإيتانول الممدد 80% بشكل جيد على درجة حرارة الغرفة باستخدام محرك مغناطيسي على السرعة القصوى، وعلى درجة حرارة الغرفة لمدة ساعة، ثمَ نُقلت إلى أنبوب بولي ايتيلين سعة 50مل ونُقلت العينة بعد ذلك باستخدام جهاز الطرد المركزي ألماني المنشأ من النوع (Tabletop model, IEC 215) على السرعة القصوى (10000 دورة / دقيقة) لمدة 10 دقائق، وأُخذ السائل الرائق للتحليل.

قُدّرت الفينولات الكلية باستخدام طريقة Folin ciocalteau حسب (Xu و Chang، 2007)، حيث أُخذ 50 ميكروليتر من المستخلص الكحولي للعينة الذي سبق تحضيره، وأُضيف لها 3 مل من الماء المقطر، و250 ميكروليتر من كاشف فولين، و750 ميكروليتر من كربونات الصوديوم Na_2CO_3 (7%)، ثم رُج المزيج باستخدام محرك الأنابيب لمدة 30 ثانية عند درجة حرارة الغرفة، ثمَ تُركت لمدة 8 دقائق عند درجة حرارة الغرفة، وبعد ذلك أُضيف 950 ميكروليتر من الماء المقطر، تُركت العينة لمدة ساعتين في الظلام عند درجة حرارة الغرفة. قيست الامتصاصية بجهاز المطياف الضوئي على طول موجة 760 نانومتر. واستُعمل حمض الغاليك كمحلول معياري مرجعي لتحضير المنحني المعياري بتركيز يتراوح من 50 إلى 700 ميكروغرام/مل وعُبّر عن النتائج بـ (مغ مكافئ حمض غاليك / 100غ عينة) على أساس الوزن الجاف.

3. تقدير النشاط المضاد للأكسدة (Antioxidant Activity Assay): استُخدمت طريقة الجذر الحر ثنائي فينيل بيكريل هيدرازيل DPPH (2,2`- diphenyl 1,1-picryl hydrazyl) لقياس النشاط المضاد للأكسدة حسب (Marinova و Batchvarov، 2011).

الاختبارات الحسية:

أُجريت الاختبارات الحسية من قبل مجموعة مؤلفة من 15 شخصاً باستخدام مقياس هيدونيك (Scal Point Hedonic) بتحديد خمسة نقاط (اللون، الطعم، الرائحة، القوام، القبول العام) حسب (Larmond، 1997). وعادة يستعمل مقياس من (1–9) ليعبر عن الرغبة في تفضيل العينة المختبرة (منتهى الرغبة 9، رغبة شديدة جداً 8، رغبة عادية 7، رغبة قليلة 6، لا أرغبها ولا أكرهها 5، أكرهها قليلاً 4، أكرهها باعتدال 3، أكرهها بشدة 2، منتهى الكره 1).

التحليل الاحصائي:

أُجري اختبار تحليل التباين (ANOVA) باستخدام تحليل General Linear Model كتجربة عاملية، وتُبعت باختبار Tuckey لتحديد الفروق المعنوية بين المتوسطات عند مستوى ثقة 5% باستخدام البرنامج الإحصاء Minitab، وبواقع صنف واحد وثلاثة مكررات وسُجلت النتائج كمتوسطات± الانحراف المعياري.

النتائج والمناقشة

1– نتائج دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لثمار التين الطازجة والمجففة:

يبين الجدول رقم (1) نتائج بعض المؤشرات الكيميائية لثمار التين الطازجة المعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيزين مختلفين (0.1، 0.5%) والمجففة باستخدام طريقتي تجفيف (طبيعي في الظل، حراري باستخدام الهواء الساخن)، كما تمت مقارنة النتائج مع نتائج عينة تين مجفف مصنعة محلياً (تين مجفف شمسياً بشكل مباشر غير معامل بأي معاملة تسبق عملية التجفيف).

الجدول (1): نتائج بعض المؤشرات الكيميائية لثمار التين الطازجة والمجففة

العينة	الرطوبة%	الرماد% (وزن جاف)	pH	الحموضة القابلة للمعايرة% (وزن جاف)	السكريات الكلية (غ/100غ وزن جاف)
F0	0.52±74.06^{a}	0.35±3.78^{a}	0.20±6.19^{a}	0.05±0.247^{ab}	0.50±28.29^{a}
F1	0.52±22^{b}	0.42±3.21^{ac}	0.10±5.70^{b}	0.05±0.160^{b}	0.62±51.20^{b}
F2	0.58±24^{c}	0.20±2.96^{b}	0.20±5.66^{b}	0.05±0.143^{b}	0.85±48.43^{c}
F3	0.51±20^{d}	0.35±3.44^{a}	0.30±5.82^{b}	0.01±0.153^{b}	0.42±52.84^{d}
F4	0.50±19^{e}	0.05±2.96^{b}	0.20±5.66^{b}	0.02±0.146^{b}	0.58±54.59^{e}
F5	0.60±24^{c}	0.35±2.96^{bc}	0.10±5.21^{b}	0.03±0.324^{a}	0.50±50.42^{f}
F6	0.45±23.7^{c}	0.35±2.75^{bc}	0.20±5.30^{b}	0.05±0.282^{ad}	0.50±50.93^{bf}
F7	0.35±12.62^{f}	0.50±2.62^{b}	0.20±4.92^{c}	0.04±0.290^{a}	0.50±49.54^{g}

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية (0.05).

F0: تين طازج، F1: تين مجفف شمسي شاهد، F2: تين مجفف شمسي معامل بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم 0.5%، F3: تين مجفف شمسي معامل بمحلول ميتا باي سلفيت 0.1%، F4: تين مجفف حراري شاهد، F5: تين مجفف حراري معامل بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم 0.5%، F6: تين مجفف حراري معامل بمحلول ميتا باي سلفيت 0.1%، F7: تين مجفف شمسي (عينة مصنعة محلياً)

توضح النتائج في الجدول السابق الانخفاض الملحوظ في النسبة المئوية للرطوبة في عينات التين الشاهد (غير المعاملة مسبقاً بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم) والمجففة حرارياً وعينة التين المجففة شمسياً (العينة المصنعة محلياً)، حيث انخفضت نسبة الرطوبة من (74.06%) في عينات التين الطازجة إلى (19%) في عينات التين الشاهد المجففة حرارياً، وإلى (12.62%) في عينة التين المصنَعة محلياً. وتشير النتائج إلى أنَ النسبة المئوية للرطوبة في جميع عينات التين المجففة كانت ضمن الحدود المسموح بها في المواصفة القياسية السورية للتين المجفف، حيث نصت المواصفة القياسية السورية على أنَ المحتوى الرطوبي يجب أن لا يزيد عن 26% في التين المجفف طبيعياً ولا يزيد

عن 30% في التين المجفف المعامل بالمواد الحافظة (المواصفة القياسية السورية للتين المجفف رقم 549، 2015).

وتبين النتائج وجود فروقات معنوية في النسبة المئوية للحموضة لبعض عينات التين المجففة مقارنة مع عينات التين الطازجة، إذ بلغت النسبة المئوية للحموضة القابلة للمعايرة في عينات التين الطازجة (0.247% على أساس الوزن الجاف) وارتفعت إلى (0.324% على أساس الوزن الجاف) في عينات التين المجففة حرارياً والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز 0.5%، بينما انخفضت إلى (0.146% و 0.143% على أساس الوزن الجاف) في عينة التين المجففة في الظل والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز 0.5% وعينة الشاهد المجففة حرارياً. وكانت هذه النتائج قريبة من النتائج التي توصل إليها (Slatnar وزملاؤه، 2011). وتوافقت هذه النتائج مع نتائج (Hoxha و Kongol، 2016).

يلاحظ من النتائج أن عملية التجفيف أدت إلى انخفاض رقم حموضة التين المجفف عنها في التين الطازج، حيث أبدت عينة التين المصنعة محلياً انخفاضاً ملحوظاً في رقم الحموضة، حيث بلغ رقم الحموضة (6.19) في عينة التين الطازجة، وانخفض إلى (5.21) في عينة التين المجففة حرارياً والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز 0.5%، وإلى (4.92) في عينة التين المجففة والمصنعة محلياً. مع الإشارة إلى عدم وجود فروقات في رقم حموضة العينات المجففة سواء كانت معاملة بمحلول ميتا باي سلفيت بتركيز 0.1% أو 0.5% أو مجففة حرارياً أو في الظل.

كما يبين الجدول النسبة المئوية للرماد (مقدرة على أساس الوزن الجاف) في العينات المختلفة الطازجة والمجففة، حيث بلغ محتوى عينات التين الطازجة من الرماد والذي بلغ (3.78% على أساس الوزن الجاف)، وانخفض إلى (2.75% على أساس الوزن الجاف) في عينات التين المجففة حرارياً والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز 0.1%، وإلى (2.62%) في عينات التين المجففة والمصنعة محلياً. وتوافقت هذه النتائج

مع نتائج كل من (Pawar وزملاؤه، 1992) و (Mali، 1997). وكانت هذه النتائج أقل بقليل من النتائج التي توصل إليها (Sowjanya، 2004).

أما بالنسبة للمحتوى من السكريات الكلية، فقد بلغ المحتوى من السكريات الكلية (28.29%) على أساس الوزن الجاف في عينات التين الطازجة، وارتفع إلى (49.54%) في عينات التين المصنعة محلياً وإلى (54.59%) في عينات التين الشاهد المجففة حرارياً. وعموماً تراوح المحتوى من السكريات في عينات التين المجففة بين (48.43–54.59%)، وهذا الاختلاف عائد لاختلاف ظروف عملية التجفيف واختلاف طريقة التجفيف المستخدمة ودرجة حرارة التجفيف. وكانت هذه النتائج أعلى من النتائج التي توصل إليها (Slatnar وزملاؤه، 2011)، وقريبة من النتائج التي توصل إليها (Mali، 1997).

2– نتائج دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لعينات التين الهبول:

يبين الجدول رقم (2) نتائج بعض المؤشرات الكيميائية لعينات التين الهبول المصنعة من عينات التين المجففة، حيث تمت مقارنة النتائج مع نتائج عينة تين هبول مصنعة محلياً (مصنعة من تين مجفف شمسياً بشكل مباشر وغير معامل بأي معاملة تسبق عملية التجفيف).

توضح النتائج المشار إليها في الجدول (2) انخفاض نسبة الرطوبة في عينات التين الهبول مقارنة مع عينات التين المجفف وهذا عائد إلى طريقة التصنيع المتبعة وتجفيف عينات التين مرة أخرى تحت أشعة الشمس المباشرة لمدة ثلاثة أيام، حيث يتم ترك التين بعد عملية التهبيل تحت أشعة الشمس مدة ثلاثة أيام من أجل خفض رطوبته وإطالة فترة حفظه لفترة تصل حتى العام، حيث أبدت عينات التين الهبول (المعاملة ببخار الماء الساخن والمصنعة من تين مجفف في الظل والمعامل بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز 0.1%) وعينات التين الهبول الشاهد (المعاملة ببخار الماء الساخن والمصنعة من تين مجفف في الظل وغير معامل بأي مادة تسبق عملية التجفيف)

انخفاضاً ملحوظاً في محتواها من الرطوبة والذي بلغ (14.64%) و(14.92%) على التوالي.

أما بالنسبة لرقم الحموضة فقد لوحظ وجود انخفاض طفيف غير معنوي في رقم الحموضة في كافة العينات نتيجة معاملة التين المجفف بالبخار وزيادة رطوبته لفترة من الزمن ومن ثم تجفيفه شمسياً مرة أخرى، حيث انخفض رقم الحموضة إلى (5.10) في عينات التين الهبول المجففة حرارياً والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم 0.1%، باستثناء عينات التين الهبول المصنعة محلياً فقد لوحظ ارتفاع رقم الحموضة من (4.92) في عينات التين المجفف المصنعة محلياً إلى (5.30) في عينات الهبول المصنعة محلياً.

الجدول (2): نتائج بعض المؤشرات الكيميائية لعينات التين الهبول

العينة	الرطوبة%	الرماد% (وزن جاف)	pH	موضة القابلة للمعايرة% (وزن جاف)	يات الكلية (غ/100غ وزن جاف)
T1	0.66±14.92[a]	0.24±3.41[ad]	0.20±5.59[a]	0.05±0.143[a]	0.50±52.90[a]
T2	.36±17.40[bc]	0.40±3.21[ad]	0.40±5.37[a]	0.06±0.212[ab]	0.36±49.50[d]
T3	0.66±14.64[a]	0.50±3.69[a]	0.25±5.78[a]	0.02±0.146[a]	0.50±53.77[c]
T4	.56±18.02[be]	0.05±3.42[ad]	0.25±5.52[a]	0.06±0.226[ab]	0.38±55.19[e]
T5	.75±17.18[bd]	0.22±3.20[ad]	0.21±5.10[a]	0.04±0.145[a]	0.50±51.20[af]
T6	.65±17.00[cd]	0.12±3.01[bcd]	0.24±5.18[a]	0.05±0.150[b]	0.46±51.55[f]
T7	0.42±18.41[e]	0.24±3.30[ad]	0.16±5.30[a]	0.05±0.376[c]	0.50±50.14[a]

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية (0.05).

T1: تين هبول معامل ببخار الماء الساخن مصنع من تين مجفف شمسي شاهد، T2: تين هبول معامل ببخار الماء الساخن مصنع من تين مجفف شمسي معامل بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم 0.5%، T3: تين هبول معامل ببخار الماء الساخن مصنع من تين مجفف شمسي معامل بمحلول ميتا باي سلفيت 0.1%، T4: مجفف حراري شاهد، T5: تين هبول معامل ببخار الماء الساخن مصنع من تين مجفف حراري معامل بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم 0.5%، T6: تين هبول معامل ببخار الماء الساخن مصنع من مجفف حراري معامل بمحلول ميتا باي سلفيت 0.1%، T7: تين هبول معامل ببخار الماء الساخن مصنع من تين مجفف شمسي (عينة مصنعة محلياً)

كما لوحظ وجود زيادة في النسبة المئوية للرماد في عينات التين الهبول مقارنة مع عينات التين المجفف، حيث أبدت عينات التين الهبول المصنعة من عينات تين مجففة في الظل والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز 0.1% ارتفاعاً ملحوظاً في محتواها من الرماد والذي بلغ (3.69% على أساس الون الجاف)، وانخفض الرماد إلى (3.01% على أساس الوزن الجاف) في عينات التين الهبول المصنعة من عينات تين مجففة حرارياً والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز 0.1%.

كما تبين النتائج عدم وجود فروقات معنوية في النسبة المئوية للحموضة في معظم العينات المدروسة، إذ ارتفعت النسبة المئوية للحموضة القابلة للمعايرة في عينات التين الهبول المصنعة محلياً إلى (0.376% على أساس الوزن الجاف) وانخفضت إلى (0.146%، 0.145%، 0.143% على أساس الوزن الجاف) في عينات التين المجففة في الظل والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز 0.1% وعينات التين المجففة حرارياً والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز 0.5% وعينات التين الشاهد المجففة في الظل على التوالي.

أما بالنسبة للمحتوى من السكريات الكلية، فقد لوحظ وجود ارتفاع طفيف معنوي في محتوى عينات الهبول من السكريات الكلية مقارنة مع عينات التين المجففة، حيث ارتفع المحتوى من السكريات الكلية من (49.50% على أساس الوزن الجاف) في عينات التين الهبول المصنعة من تين مجفف في الظل ومعامل بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز (0.5%) إلى (55.19% على أساس الوزن الجاف) في عينات التين الهبول المصنعة من التين الشاهد المجفف حرارياً.

3- نتائج دراسة الخصائص الحسية لعينات التين الهبول:

الجدول (3): نتائج الخصائص الحسية لعينات التين الهبول

العينة	الطعم	اللون	الرائحة	القوام	القبول العام
T1	0.5 ±8.26^{b}	0.26 ±8.96^{b}	0.83±7.03^{c}	0.50±7.63^{c}	0.50±7.97^{c}
T2	0.35±8.50^{b}	0.28 ±8.43^{b}	0.54 ±8.90^{b}	0.45 ±9.96^{a}	0.50±8.95^{b}
T3	0.35±7.03^{c}	0.04 ±8.43^{b}	0.28 ±8.50^{b}	0.28±7.40^{c}	0.50±7.84^{c}
T4	0.65±9.70 ^{a}	0.03 ±9.73^{a}	0.50 ±8.60^{b}	0.05±7.20^{c}	0.30 ±8.81^{b}
T5	0.05±9.93 ^{a}	0.20 ±9.96^{a}	0.50±9.86^{a}	0.3 ±9.66^{a}	0.50 ±9.85^{a}
T6	0.5±8.43^{b}	0.5 ±8.33^{b}	0.03 ±8.96^{b}	0.35 ±8.60^{a}	0.85 ±8.58^{b}
T7	0.04±8.36^{b}	0.50 ±8.86^{b}	0.05 ±8.96^{b}	0.42 ±8.03^{b}	0.45 ±8.55^{b}

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية (0.05).

T1: تين هبول معامل ببخار الماء الساخن مصنع من تين مجفف شمسي شاهد، T2: تين هبول معامل ببخار الماء الساخن مصنع من تين مجفف شمسي معامل بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم 0.5%، T3: تين هبول معامل ببخار الماء الساخن مصنع من تين مجفف شمسي معامل بمحلول ميتا باي سلفيت 0.1%، T4: مجفف حراري شاهد، T5: تين هبول معامل ببخار الماء الساخن مصنع من تين مجفف حراري معامل بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم 0.5%، T6: تين هبول معامل ببخار الماء الساخن مصنع من مجفف حراري معامل بمحلول ميتا باي سلفيت 0.1%، T7: تين هبول معامل ببخار الماء الساخن مصنع من تين مجفف شمسي (عينة مصنعة محلياً)

يبين الجدول رقم (3) نتائج الخصائص الحسية (الطعم، اللون، الرائحة، القوام، القبول العام) لعينات التين الهبول المصنعة من عينات التين المجففة، وتمت مقارنة النتائج مع نتائج عينة تين هبول مصنعة محلياً (مصنعة من تين مجفف شمسياً بشكل مباشر وغير معامل بأي معاملة تسبق عملية التجفيف).

أشارت النتائج إلى تفوق عينات التين الهبول المصنعة من عينات التين المجففة حرارياً باستخدام الهواء الساخن والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت بتركيز 0.5% في الطعم واللون والرائحة والقوام والقبول العام، حيث لاقت قبولاً حسياً من كافة المقيمين، تلتها عينات التين الهبول المصنعة من عينات التين المجففة طبيعياً في الظل والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت بتركيز 0.5%.

4– نتائج دراسة المحتوى من الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في عينات التين المجففة والتين الهبول:

يبين الجدول رقم (4) نتائج المحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً (الفينولات الكلية) والنشاط المضاد للأكسدة لعينات التين الطازجة والمجففة وعينات التين الهبول المصنعة من عينات التين المجففة، وتمت مقارنة النتائج مع نتائج عينة تين هبول مصنعة محلياً.

تشير النتائج الموضحة في الجدول رقم (4) إلى المحتوى من الفينولات الكلية لثمار التين الطازجة والذي بلغ (311.32 مغ/100غ وزن جاف)، وانخفض المحتوى من الفينولات الكلية بشكل معنوي في كافة عينات التين المجففة في الظل أو المجففة حرارياً سواء كانت معاملة بمحلول ميتا باي سلفيت أو غير معاملة، حيث انخفض المحتوى من الفينولات الكلية إلى (268.34 مغ/100غ وزن جاف) في عينات التين المجففة في الظل والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز (0.5%) وإلى (197.42 مغ/100غ وزن جاف) في عينة التين الشاهد المجففة في الظل، وإلى (180.45 مغ/100غ وزن جاف) في عينات التين المجففة في الظل والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز (0.1%).

الجدول (4): نتائج المحتوى من الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة في عينات التين المجففة والتين الهبول

العينات	المحتوى من الفينولات الكلية (مغ/100غ وزن جاف)	النشاط المضاد للأكسدة مقدراً%Inhibition
F0	5.00±311.32[a]	0.52±87.52[a]
F1	2.50±197.42[b]	0.99±68[b]
F2	0.87±268.34[c]	0.63±79.63[c]
F3	5.00±180.45[d]	0.50±67.99[b]
F4	5.00±249.53[e]	0.50±76[d]
F5	5.00±244.72[f]	0.19±74.19[e]
F6	0.50±235.5[g]	0.79±72.79[f]
F7	0.72±220.72[h]	0.51±71.51[g]
T1	0.33±95.33[i]	0.62±53.63[h]
T2	0.67±324.67[j]	0.5±66.48[i]
T3	4.00±176.22[d]	0.48±66[i]
T4	0.66±225.66[k]	0.92±66.48[i]
T5	0.25±199.25[b]	0.43±65.92[i]
T6	0.20±122.2[l]	0.28±56.43[j]
T7	0.23±110.4[m]	0.38±50.28[k]

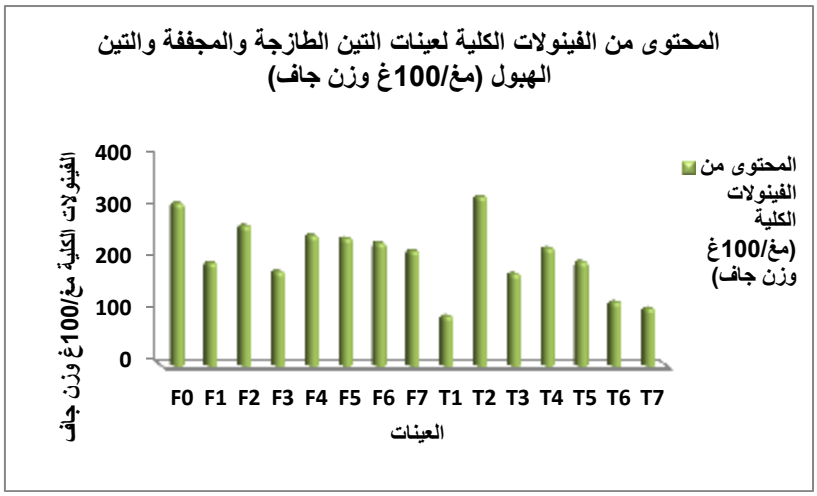
تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى معنوية (0.05).

وتجدر الإشارة إلى انخفاض المحتوى من الفينولات الكلية في عينات التين الهبول المصنعة من التين المجفف في كافة العينات باستثناء عينة التين الهبول المصنعة من ثمار مجففة في الظل والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز 0.5% فقد أبدت ارتفاعاً ملحوظاً في محتواها من الفينولات الكلية والذي بلغ (324.67 مغ/100غ وزن جاف) مقارنة مع عينات التين الطازجة والمجففة وعينات التين الهبول الأخرى، بينما انخفض المحتوى من الفينولات الكلية في عينات التين الهبول المصنعة محلياً إلى (110.4 مغ/100غ وزن جاف)، وانخفض إلى (95.33 مغ/100غ وزن جاف) في عينات التين الهبول المصنعة من عينات الشاهد المجففة في الظل.

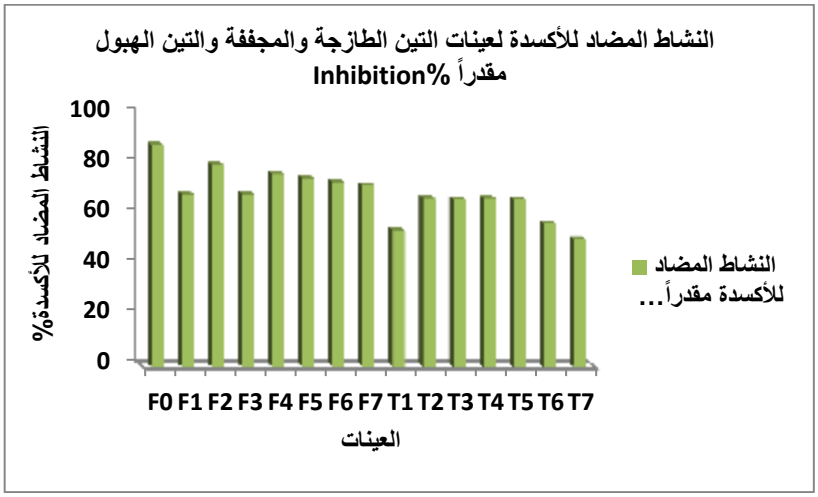
كما توضح النتائج النشاط المضاد للأكسدة لعينات التين الطازجة والتين المجفف والتين الهبول، حيث تشير النتائج إلى انخفاض النشاط المضاد للأكسدة في عينات التين

الهبول مقارنة مع عينات التين الطازجة وعينات التين المجففة، وقد ترافق هذا الانخفاض مع انخفاض محتوى العينات من الفينولات الكلية، حيث بلغ النشاط المضاد للأكسدة في العينات الطازجة (87.52%)، وانخفض إلى (53.63%) في عينة التين الهبول المصنعة من التين الشاهد المجفف في الظل، وإلى (50.28%) في عينة التين الهبول المصنعة محلياً، وهذا عائد إلى العلاقة الطردية بين المحتوى من الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة، حيث تُعتبر الفينولات مضادات أكسدة طبيعية لامتلاكها القدرة على تثبيط الجذور الحرة عن طريق إنتاج إنزيمات مضادة للأكسدة تمنع الضرر الناتج عن عمليات الأكسدة والضرر الحاصل في جزيئات الكائنات الحية (Zvikas وزملاؤه، 2011).

أبدت عينات التين المجففة في الظل وعينات التين الهبول المصنعة من ثمار التين المجففة في الظل والمعاملة مسبقاً في كلتا العينتين بمحلول ميتا باي سلفليت البوتاسيوم (0.5%) ارتفاعاً ملحوظاً بنشاطها المضاد للأكسدة مقارنة مع العينات الأخرى المدروسة، والذي بلغ (79.63% و 66.48%) على التوالي. ويوضح الشكلان رقم (1) و(2) المحتوى من المركبات الفينولية الكلية والنشاط المضاد للأكسدة لعينات التين الطازجة والمجففة والتين الهبول. خالفت هذه النتائج ما توصل إليه Kamiloglua و Capanoglu، 2015) بأنَ محتوى ثمار التين الطازجة ذات اللون الأصفر من الفينولات الكلية بلغ (211 مغ حمض غاليك/100غ وزن جاف)، النشاط المضاد للأكسدة مقدراً بطريقة DPPH (110مغ TE/100غ وزن جاف)، بينما بلغ محتوى ثمار التين المجففة من الفينولات الكلية (193 مغ حمض غاليك/100غ وزن جاف)، النشاط المضاد للأكسدة مقدراً بطريقة DPPH (47 مغ TE/100غ وزن جاف).



الشكل (1): المحتوى من المركبات الفينولية
لعينات التين الطازجة والمجففة والتين الهبول



الشكل (2): النشاط المضاد للأكسدة لعينات التين الطازجة والمجففة والتين الهبول

وتوافقت هذه النتائج مع (Faleh وزملاؤه، 2015) الذي بيَن لأنَ المحتوى من الفينولات الكلية لثمار التين الطازجة والمجففة بلغ (72.8 مغ غاليك/100غ) في الثمار الطازجة وتراوح بين (121.3–277.2 مغ غاليك/100غ) في الثمار المجففة شمسياً وهذا الاختلاف عائد لاختلاف الصنف، وأشار إلى أنَ تركيز الفينولات في الثمار المجففة يتأثر بظروف عملية التجفيف والظروف المناخية السائدة. كما توافقت هذه النتائج مع ما أشار إليه (Hoxha و Kongol، 2016) بأن محتوى التين المجفف من الفينولات الكلية يتراوح بين (110–220 مغ/100غ وزن جاف)، وهذا الاختلاف عائد لاختلاف صنف التين وطريقة التجفيف المستخدمة.

الاستنتاجات:

- أبدت عينات التين المجففة حرارياً والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز 0.5% ارتفاعاً ملحوظاً في النسبة المئوية للحموضة وانخفاضاً في رقم الحموضة، بينما أبدت عينات التين المجففة حرارياً والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز 0.1% انخفاضاً ملحوظاً في المحتوى من الرماد.
- أبدت عينات التين الهبول المصنعة من تين مجفف في الظل والمعامل بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز 0.1% انخفاضاً ملحوظاً في محتواها من الرطوبة وارتفاعاً ملحوظاً في محتواها من الرماد، بينما أبدت عينات التين الهبول المصنعة من التين الشاهد المجفف حرارياً ارتفاعاً في محتواها من السكريات الكلية.
- تفوقت عينات التين الهبول المصنعة من عينات التين المجففة حرارياً باستخدام الهواء الساخن والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت 0.5% حسياً مقارنة مع العينات الأخرى.
- أظهرت عينات التين الهبول المصنعة من ثمار مجففة في الظل والمعاملة بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم 0.5% ارتفاعاً ملحوظاً في محتواها من الفينولات الكلية ونشاطها المضاد للأكسدة.

التوصيات:

- تُعدّ فاكهة التين المجففة من الثمار المستهلكة بشكل كبير في سورية وفي معظم أنحاء العالم، كما تُعدّ مصدراً غنياً بمضادات الأكسدة الطبيعية، لذلك لا بدَ من إيجاد طرائق تضمن تجفيف الفاكهة بصورة تخفف فيها من تهدم المواد الفعالة بيولوجياً، حيث ينصح بمعاملة ثمار التين قبل التجفيف بمحلول ميتا باي سلفيت البوتاسيوم بتركيز 0.5% وتجفيف التين باستخدام الهواء الساخن عند درجة حرارة 60°م عوضاً عن التجفيف في الظل.
- إعداد مواصفة قياسية للتين الهبول تشمل التركيب الكيميائي والحمولة الجرثومية لعينات التين الهبول كونها من المنتجات التقليدية ذات القيمة الغذائية المرتفعة، ودراسة تأثير ظروف التخزين في التركيب الكيميائي والحمولة الميكروبية لعينات التين المجففة والتين الهبول.
- إجراء توعية في مناطق إنتاج التين المجفف لتحسين ظروف التجفيف وتقليل التلوث الناتج قدر الإمكان.

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

المراجع

- المواصفة القياسية السورية للتين المجفف. 2015. رقم 549، وزارة الصناعة، هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية، دمشق، سورية.
- حلابو، سعد؛ أحمد، سعد؛ بديع، عادل؛ زكي، محمد؛ بخيت، محمود؛ علي، أحمد. 1995. تكنولوجيا الصناعات الغذائية وحفظ وتصنيع الأغذية، المكتبة الأكاديمية، مصر، ص388.
- AOAC. 2004. Determination of moisture, ash, protein and fat. Official methods of analysis. 18th Ed. Association Of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Asgar, M., Yamauchi, R. and Kato, K. 2003. Structural features of pectins from fresh and sun dried Japanese persimmon fruit. Food Chemistry, 87: 247-251.
- Aytekin, P. A. and Caliskan, O. 2008. Fruit characteristics of table fig (Ficus carica) cultivars in subtropical climate conditions of the Mediterranean region. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 36: 107-115.
- California Environmental Protection Agency, 2012. Office of Environmental Health Hazard Assessment [Internet]. Consumption of Sulfur Dioxide in Dried Fruits, CA.gov. Available from: http://oehha.ca.gov/prop65/law/pdf_zip/SO2driedfruitIG.pdf.
- Caruso, T. and Basile, B. 2015. V International ISHS (International Society for Horticultural Science) Symposiumon Fig.Viale delle Scienze, Edificio 4 ingresso H 90128 Palermo, Napoli (Italy).
- Clary, D., J. Wang, and E. Petrucci, 2005. Fixed and incremental levels of microwave power application on drying grapes under vacuum. J. Food Science, 70 (5): 344349.
- Condit, 1947. The average composition of edible part of the fresh Indian fig. Health Bulletin, 24: 44.

- Crisosto, C.H., Ferguson, L., Bremer, V., Stover, E., Colleli, G. 2011. Fig (Ficus carica L.). In: Yahia EM, editor. Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Volume 3: Cocona to mango. Oxford: Woodhead Publishing Limited. Cambridge, UK, pp. 134–158.
- Faleh, E., Ghaffari, S., Ferchichi, A. 2015. Polyphenol and soluble Sugars contents of Tunisian Dried Fig. Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology, 24(6), 1126-1129.
- Hatano, K.I., Kubota, K., Tanokura, M. 2008. Investigation of chemical structure of nonprotein proteinase inhibitors from dried figs. Journal of Food Chemistry, 107: 305-311.
- Hoxha, L. and Kongoli, R. 2016. Influence of drying process on phenolic content and antioxidant activity of two different autochthonous Albanian fig varieties. Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LIX. ISSN 2285-5785; ISSN CD-ROM 2285-5793; ISSN Online 2285-5807; ISSN-L 2285-5785.
- Iowa State Univ. 2011. Agricultural Marketing Resource Center [Internet]. Fig Profile, AgMRC. Available from: http://www.agmrc.org/commodities-products/fruits/fig-profile/.
- Jaradat, A.A., Tawill, W., and Barkoudahy, A. 1995. Syrian Genetic Resources. Program preserves and Enhances Ancient Species of World importance. Diversity, 11 (1-2): 73-75.
- Jokić, S., Mujić, I., Bucić-Kojić, A., Velić, D., Bilić, M., Planinić, M., Lukinac, J. 2014. Influence of extraction type on the total phenolics, total flavonoids and total colour change of different varieties of fig extracts. Food in health and disease, scientific-professional journal of nutrition and dietetics, 3 (2): 90-95.
- Kamiloglua, S. and Capanoglu, E., 2015. Polyphenol Content in Figs (Ficus carica L.): Effect of Sun-Drying. International Journal of Food Properties, 18: 521–535.
- Karadeniz, F., Durst, R.W., Wrolstad, R.E. 2000. Polyphenolic composition of raisins. J. Agric Food Chem, 48: 5343–5350.
- Krokida, K., and Maroulis, Z. B. 2001. Structural properties of dehydrated products during rehydration. Inter. J. Food Science and Technology, 36 (5): 529-538.

- Larmond, E. 1997. Laboratory Methods For Sensory Evaluation Of Food. Publication No. 1637 Canada Department of Agriculture Ottawa. Canada Department of Agriculture Ottawa, Pp: 1637-1662.
- Lisanju, W., Weibin, J., Kai, M., Zhifenger, L., Yelin, W. 2003. "The production and research of fig (Ficus carica L.) in China", Acta Horticulturae, 605: 191-196.
- Mali, B. B. 1997. Effect of preparation and storage on quality of dried figs. M.Sc. (Agri.) Thesis Mahatma Phule Krishi Vidyapeeth, Rahuri.
- Marinova, G. and Batchvarov, V. 2011. Evaluation of the methods for determination of the free radical scavenging activity by DPPH. Bulgarian Journal of Agriculture Science, 17 (1): 110-240.
- Miranda, M., Maureira, H., Rodríguez, K., and Vega-Gálvez, A. 2009. Influence of temperature on the drying kinetics, physicochemical properties, and antioxidant capacity of Aloe Vera (Aloe Barbadensis Miller) gel. Journal of Food Engineering, 91 (2): 297-304.
- Nagaraja, K., Sunil, C. K., Chidanand, D. V., Ramachandra, M. 2016. Changes in quality of dried fig (Ficus Carica L) cv. Poona; ambient storage. IJSART, 2 (1). ISSN [ONLINE]: 2395-1052.
- Nicotra, G., Vicentini S., Mazzolari A. 2010. Ficus carica Research and development of a dry extract. Nutra foods, 9 (3): 27-30.
- Norman, W. and Desrosier, J.N. 1982. The technology of food preservation 4th edition. AVI Publication Company, INC West Port, Connecticut. 77 – 83.
- Pawar, S.G., Kulkarni, D.N., Shere, D.M., Kulkarni, K.D. and Patil, V.K. 1992. Effect of pre-treatments on chemical composition and drying rates of solar dried figs. Indian Food Packer, 46 (1): 39 – 44.
- Pragathi, D.S. and Dhawan, S.S. 2000. Effect of different drying methods on the nutritional composition of aonla fruit. Tropenland Wirt, 101 (1): 85 – 89.
- Roos, Y.H., Himberg, M.J. 1994. Nonenzymatic browning behaviour, as related to glass transition, of a food model at chilling temperatures. Food Chemistry, 42 (4): 893–898.
- Sayed, A., Salem, B. and Abdul – Nour, A. 1979. Sugars and Amino acids in dried Iraqi figs. Journal Science Food Agriculture, 30: 620 – 622.

- Slatnar, A., Klancar, U., Stampar, F., and Veberic, R. 2011. Effect of Drying of Figs (Ficus carica L.) on the Contents of Sugars, 2 Organic Acids, and Phenolic Compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59 (21): 11696-11702.
- Solomom, A.; Golubowics, S.; Yablowics, S.; Grosman, S.; Bergman, M.; Gottlieb, H. E.; Altman, A.; Kerem, Z.; Flaishman, M. Z.A. INAC. 2006. Rio de Janeiro, RJ, Brazil. "Antioxidant Activities and Anthocyanin Content of Fresh Fruits of Common Fig (Ficus carica L.)". Journal of Agriculture and Food Chemistry, 54: 7717-7723.
- Sowjanya, P. 2004. "Studies on quality of solar and tray dried figs". B.H.SC (home science), Thesis Submitted To Acharya N.G. Ranga Agricultural University In Partial Fulfilment Of The Requirements For The Award Of The Degree Of Master Of Food Science And Technology. Interfaculty Pg Programme Post Graduate and Research Centre Acharya N.G. Ranga Agricultural University Rajendranagar, Hyderabad – 500 030.
- Tsalokostas, G. 2009. Using tissue culture as an alternative source of polyphenols produced by Ficus carica L. The City University of New York The Faculty of Biology, Ph. D. Thesis, New York, ABD, 116 p.
- U.S. Dept. of Agriculture, 2001. United States Standards for Grades of Dried Figs [Internet]. Processed Products Branch, U.S. Department of Agriculture. Available from: http://www. agmrc.org/media/cms/dried-figs-4389B86E01EC4.pdf.
- Vinson, J. A. 1999. The functional food properties of figs. Cereal Foods World, 4: 82- 87.
- Vinson, J. A., Zubik, L., Bose, P., Samman, N., Proch, J. 2005. "Dried fruits: excellent in Vitro and in ViVo antioxidants". Journal of the American College of Nutrition, 24: 44-50.
- Viswanathan, R., Jayas, D., and Hulasare, R. B. 2003. Sorption isotherms of tomato slices and onion shreds. Biosystems Engineering, 86 (4): 465–472.
- Xu, B.J., Chang, S.K.C. 2007. A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. Journal of Food Science, 72:159-166.

- Zhang, M., C. Li, L. and Ding, X. L. 2005. Effects of heating conditions on the thermal denaturation of white mushroom suitable for dehydration. Drying Technology, 23 (5): 1119-1125.
- Zhang, M., C. Li, L. and Ding, X. L. 2003_a. Optimization for preservation of selenium in sweet pepper under low vacuum dehydration. Drying Technology, 21 (3): 569-579.
- Zhang, M. and Xu, Y. Y. 2003_b. Research developments of combination drying technology for fruits and vegetables at home and abroad. J. Wuxi University of Light Industry, 22(6): 103-106.
- Zhang, J., Zhang, M. Shan, L. and Fang, Z. 2007. Microwave vacuum heating parameters for processing savory crisp big head carp (Hypophthalmichthys nobilis) slices. Journal of Food Engineering, 79 (3): 885-891.
- Zvikas, V., Mindaugas, L. and Jonas, V. 2011. Phenolic Compound Identification, Quantification and Antioxidant Activity in Malus Domestica Borkh. Leaf Ethanolic Extracts. Lithuanian University of Health Sciences, A. Mickevičiaus Str. 9, LT-44307 Kaunas, Lithuania. E-mail address: zvikasvaidotas@gmail.com. This work was supported by a grant from the Research Council of Lithuania, No. SVE-02.