دراسة بعض المؤشرات الكيميائية والمركبات الفعالة بيولوجياً لفاكهة الخوخ الشوكي البري (*Prunus. spinosa*) الطازجة ومنتجاته المصنعة بالطريقة التقليدية

د. روعة طلي*

الملخص

نُفذت الدراسة في مخابر كلية الزراعة –قسم علوم الأغذية –جامعة دمشق خلال عام 2017، شملت الدراسة أربع منتجات مختلفة من الخوخ الشوكي (ثمار الخوخ الطازجة، مربى الخوخ، الخوخ المجفف، مركز عصير الخوخ)، بهدف دراسة بعض المؤشرات الكيميائية (السكريات الكلية، pH، الرطوبة والحموضة مقدرة كحمض ماليك)، والمحتوى من المركبات الفعالة بيولوجياً (الفينولات الكلية وفيتامين C)، والنشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة DPPH في منتجات الخوخ البري المصنعة تقليدياً.

أظهرت النتائج اختلافاً في منتجات الخوخ المصنعة، وذلك في النسبة المئوية للرطوبة والنسبة المئوية للحموضة والمحتوى من السكريات الكلية ورقم الحموضة والمواد الصلبة الذائبة الكلية. تفوقت عينات مربى الخوخ بمحتواها من السكريات الكلية (63.75 غ/100غ وزن جاف) والمواد الصلبة الذائبة (55بريكس)، كما أبدت عينات عصير الخوخ المركز ارتفاعاً ملحوظاً بمحتواها من الفينولات الكلية (2000.95 مغ/100غ وزن جاف) وفيتامين C (17.15مغ/100غ وزن جاف). تفاوتت قيم النشاط المضاد للأكسدة المقدرة بطريقة تثبيط الجذور الحرة (DPPH) واختلفت بين المنتجات المصنعة، إذ تفوقت ثمار الخوخ المجففة بنشاطها المضاد للأكسدة (65.64%)، تلتها عينات مربى الخوخ (56.52%)، وأخيراً عينات عصير الخوخ المركز (50.49%). وبذلك يمثّل الخوخ الشوكي البري غذاءً صحياً لغناه بمضادات الأكسدة.

الكلمات المفتاحية: الخوخ الشوكي، المربى، العصير المركز، الثمار المجففة، المؤشرات الكيميائية، الفينولات الكلية، النشاط المضاد للأكسدة.

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

Studying Some Chemical indicators And Biological Compounds Of Fresh Wild Prunus Fruit (*Prunus. spinosa*) And its Products Made In Traditional Way

Dr. Rawaa Tlay*

Abstract

This study was carried out in Department of Food Science in Agricultural College, Damascus University, in 2017 season, which included four different wild Prunus (*Prunus. spinoa*) products (fresh Prunus, Prunus jam, dried Prunus and concentrated Prunus juice), in order to study the effect of processing on some chemical indicators (total sugars, pH, moisture and acidity as malic acid), content of bioactive compounds (total phenols and vitamin C) and antioxidant activity according as DPPH for wild Prunus products made in traditional way.

Results reveal that there were differences in the percentage of moisture, acidity, total sugar, pH and total soluble solid between processed Prunus products. Also**,** the results showed that wild Prunus jam had more total sugars (63.75 g/100 g dry weight) and TSS (55 Brix), while concentrated Prunus juice samples exhibited a noticeable increase in content of total phenols (2000.95 mg/100 g dry weight), vitamin C (17.15 mg/100 g dry weight). The Antioxidant activity values assessed by the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay varied and differed between processed products, which dried Prunus fruits revealed elevated antioxidation (65.64%), followed by Prunus jam samples (56.52%), and final the concentrated Prunus juice samples (50.49%). Thus, Wild Prunus (*Prunus. spinosa*) is considered a healthy food rich in antioxidants.

Key Words: *Prunus. spinosa*, Jam, Concentrated Juice, Dried Fruit, Chemical Indicators, Total Phenols, Vitamin C, Antioxidant Activity.

* Assist. Prof., Dept. Food Science, Agricultural College, Damascus University .

المقدمة:

تُعد أشجار الخوخ البري من بين أشجار الخوخ القليلة التي بقيت دون أي تغيير منذ آلاف السنين. والخوخ الشوكي البري هو أحد أنواع جنس الخوخ من رتبة الورديات Rosales، الفصيلة الوردية Rosaceae، ويتبع جنس الخوخ *Prunus* والنوع الشوكي، والاسم العلمي *Prunus spinosa*، وهو شجيرة صغيرة ارتفاعها لا يزيد على اثني عشر قدماً (حوالي 360 سم)، أوراقه صغيرة، وتُوجد أشجاره في البراري، وعندما يُوسّع المزارعون أرضهم الزراعية، فإنّهم يقطعون الأشجار الحراجية تاركين أشجار الخوخ البرّي، لذا يسمّى خوخ السّياج، تنضج ثماره في الشهر (7-8) من كلّ عام. يُوجد تشابه شديد بين الخوخ الشوكي البري وأنواع الخوخ الأخرى *Prunus domestica*، لكن علماء النبات يُصنّفون الأول على أنّه نوع مستقل. السّمة الرئيسية لهذه الفاكهة هي نكهتها الغنية المميزة، والثمار كروية الشكل صغيرة الحجم، وهي تُؤكل كفاكهة، كما تُستخدم محلياً في الطهي، ويُصنع منها المربى والخل وعصير الخوخ المركز، ويصنع من نقيعها شراب يشبه نقيع التمر الهندي.

تُستخدم طرائق مختلفة لتصنيع الفاكهة تسمح بتصنيع الثمار مع المحافظة على قيمتها التغذوية مثل (الفاكهة المجففة، الخشافات، المربى، العصائر، المرملاد، الفاكهة المسكرة، وغيرها). ينتج المربى بغلي الثمار الطازجة أو المجمدة أو شبه المصنعة مع إضافة السكر والحمض والبكتين (Figuerola، 2007)، ويحتوي المربى التقليدي على كمية مرتفعة من سكر السكروز و65% مادة جافة، ويتم الطبخ عند الضغط الجوي العادي عند درجة حرارة 100°س أو عند ضغط منخفض ودرجة حرارة منخفضة (60–75°م)، وتختلف طرائق التصنيع حسب التقنيات المستخدمة ودرجة الحرارة المستخدمة وزمن التصنيع، وهذا يؤدي إلى تغيرات في المنتجات المصنعة وجودتها (Levaj، 2013).

إضافةً إلى ذلك تؤكد الدراسات المرجعية المتوفرة أنه إلى الآن لم يتم إنتاج عصير الخوخ من الفاكهة الطازجة، بسبب وجود مشكلة تقنية في إنتاج عصير الخوخ وهي وجود محتوى عالٍ من Pectic Polysaccharides في أنسجة فاكهة الخوخ، مما يجعل عملية التصنيع صعبة، وإنما يتم إنتاج عصير الخوخ من الثمار المجففة، إضافة إلى وجود إنزيم بولي فينول أوكسيداز في المادة الخام الذي يشجع عمليات الاسمرار الإنزيمي ويُسبّب تحطم الأنثوسيانين.

بيَن (Miletić وزملاؤه، 2007) أن محتوى ثمار الخوخ في صربيا من المادة الجافة الكلية تراوح ما بين (15-16.40%)، بينما تراوح ما بين (21.11-24.11%) حسب (Veličković وزملاؤه، 2004). كما ذكر (Stamatovska وزملاؤه، 2017) أنَ محتوى ثمار الخوخ الطازجة من المواد الصلبة الذائبة 18.02%، المادة الجافة الكلية 18.96%، السكريات الكلية 17.05%، رقم الحموضة 3.64، الحموضة الكلية 0.66%، فيتامين C 13.93 مغ/100غ، بينما بلغ محتوى المربى المحضر بإضافة السكروز من المواد الصلبة الذائبة 42.09%، المادة الجافة الكلية 43.78%، المحتوى من السكريات الكلية 40.54%، رقم الحموضة 3.13، الحموضة الكلية 0.99%، فيتامين C 11.73 مغ/100غ.

تبين في دراسة أُجريت من قبل (Ajenifujah-Solebo و Aina، 2011) أنَ نسبة المواد الصلبة الذائبة في ثمار الخوخ الأسود 18.83 بريكس، المحتوى من السكريات المرجعة 2.20%، رقم الحموضة 3.85، الحموضة الكلية 0.60%، فيتامين C 33.35 مغ/100غ، بينما بلغت نسبة المواد الصلبة الذائبة في المربى 68 بريكس، المحتوى من السكريات المرجعة 24.22%، رقم الحموضة 3.42، الحموضة الكلية 0.34%، فيتامين C 27.06 مغ/100غ.

تُجفف ثمار الخوخ بهدف خفض محتواها من الرطوبة، كما يُمكن تصنيع العصائر ومسحوق الخوخ المجفف ودبس الخوخ منها (California Prune Board، 1998)،

ويُمكن استخدام هذه المنتجات في العديد من منتجات المخابز ومنتجات الحبوب المعلبة. تُغسل ثمار الخوخ عادة وتُعامل معاملات أولية تسبق عملية التجفيف، ومن ثمَ تُجفف لخفض محتواها الرطوبي من 75% إلى محتوى رطوبي 21% في مجففات الأنفاق باستخدام الهواء الساخن بدرجة حرارة تتراوح ما بين 60–90°م لمدة 18 ساعة، وذلك لمنع الاسمرار الزائد والطعم المحترق (Stacewicz-Sapuntzakis وزملاؤه، 2001). يُخزن المنتج المجفف عند درجة حرارة ثابتة لمدة سنة واحدة على الأقل (California Prune Board، 1998؛ Stacewicz–Sapuntzakis وزملاؤه، 2001). تُعد ثمار الخوخ المجففة وسطاً غير ملائم لنمو الأحياء الدقيقة إذا كان محتواها من الرطوبة أقل من 25%، بسبب رفع رقم الحموضة من 3.5 إلى 4، ورفع محتواها من الأحماض العضوية والمركبات الفينولية (Stacewicz–Sapuntzakis وزملاؤه، 2001).

أشار Dorota (2008) عند دراسة أصناف مختلفة من الخوخ، أنَ المحتوى من الفينولات تراوح ما بين (220–1630 مغ حمض غاليك/100غ وزن جاف)، السكريات الكلية (6.7-15%) والرطوبة (86-88%). وبيَن Will و Dietrich (2006) عند دراسة أصناف مختلفة من ثمار الخوخ أن المحتوى من الفينولات تراوح ما بين (116–250 مغ حمض غاليك/100غ)، السكريات الكلية (7.5-11.5 غ/100غ)، بينما تراوحت الحموضة الكلية ما بين (0.6-1.1% مقدرة كحمض ماليك). درس (Erturk وزملاؤه، 2009) التركيب الكيميائي لثمار الخوخ البري (*Prunus spinosa* L.)، إذ تراوح المحتوى من الحموضة القابلة للمعايرة ما بين (3.87-4.99%)، pH (3.13-3.70)، نسبة المواد الصلبة الذائبة (11.98-14.98%)، الفينولات الكلية (117–407 مغ/100غ وزن رطب)، فيتامين C (3.8-12.1 مغ/100مل من الفاكهة الطازجة)، النشاط المضاد للأكسدة (71.15-78.99%).

يزداد الاهتمام حالياً بالأغذية المنتجة محلياً نتيجة لعدم ثقة المستهلك بالأغذية الصناعية والطلب المتزايد على المنتجات عالية الجودة. نظراً لاحتواء الخوخ على مواد

ذات قيمة غذائية عالية يجب الاستفادة منها كمكون غذائي صحي بسبب خصائصها المضادة للأكسدة ومحتواها المرتفع من المركبات الفعالة بيولوجياً والأنثوسيانينات، ولوجود فائض من هذه الثمار بشكل غير مصنع لمنتجات ثانوية كالمربى والعصير المركز (أو ما يسمى محلياً دبس الخوخ)، ونظراً لأن الأبحاث المتعلقة بالخوخ البري ومنتجاته المصنعة بالطريقة التقليدية وقيمته الغذائية والصحية كانت قليلة ونادرة من حيث المكونات الكيميائية وكمية الفينولات الكلية وفيتامين C والنشاط المضاد للأكسدة في منتجات الخوخ البري المصنعة محلياً بالطريقة التقليدية، خاصة في سورية، فقد تمَ إجراء هذا البحث بهدف:

1. تصنيع مربى الخوخ ومركز عصير الخوخ وثمار الخوخ المجففة من ثمار الخوخ الشوكي البري بالطريقة التقليدية.
2. دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لثمار الخوخ الشوكي البري الطازجة ومنتجاتها المصنعة بالطريقة التقليدية (الثمار المجففة، المربى ومركز عصير الخوخ البري).
3. دراسة محتوى ثمار الخوخ الشوكي البري الطازجة ومنتجاتها من المركبات الفعالة بيولوجياً (الفينولات الكلية وفيتامين C) ونشاطها المضاد للأكسدة.

مواد البحث وطرائقه:

جمع العينات: تمَ الحصول على ثمار الخوخ الشوكي البري (*Prunus spinosa*) في مرحلة النضج الكامل في الشهر 8 لعام 2017م من محافظة ريف دمشق بواقع (10) كيلو غرام لكافة المعاملات. تمَ إجراء البحث في مخابر قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة دمشق.

طرائق البحث:

المعاملـة الأوليـة لثمـار الخـوخ: بعد إجراء عملية الفرز باستبعاد الحبات التالفة والمصابة وإزالة الشوائب الغريبة تمَ تقسيم المادة إلى أربع مجموعات:

المجموعة الأولى: استُخدمت هذه المجموعة لتصنيع الخوخ الشوكي البري المجفف بالطريقة التقليدية. بعد الحصول على الثمار الطازجة غُسلت الثمار بالماء لإزالة الأتربة والأوساخ والأوراق العالقة بالثمار، ثم ثُقبت الثمار بواسطة الإبرة للتسريع من عملية التجفيف. أُضيف الملح الجاف للثمار بمقدار 30 غ ملح لكل 1 كيلو غرام من الثمار الطازجة، وبعد الانتهاء نُشرت الثمار على قماش نظيف وجُففت طبيعياً في الظل، قُلبت الثمار خلال فترة التجفيف. جُففت الثمار خلال شهر آب بمتوسط درجات حرارة (38°س) وبمتوسط رطوبة نسبية للهواء (45%)، استغرقت عملية التجفيف (15 يوماً) للوصول إلى محتوى رطوبي لا يزيد عن 10%. وُضعت الثمار المجففة بعد انتهاء عملية التجفيف في أكياس من البولي ايتيلين وخُزنت عند درجة حرارة 25°س.

المجموعة الثانية: استُخدمت هذه المجموعة لتصنيع مربى الخوخ الشوكي البري بالطريقة التقليدية. غُسلت الثمار بالماء بعد الحصول على الثمار الطازجة لإزالة الأتربة والأوساخ والأوراق العالقة بالثمار، ثمَ غُليت الثمار لمدة عشر دقائق للمساعدة على هرس الثمار وفصل البذور، تُركت الثمار لتبرد ثم هُرست يدوياً باستخدام مصفاة من الستانلس ستيل، بهدف الحصول على هريس ناعم خالٍ من القشور والبذور. غُلي الهريس الناتج مع إضافة 1 كيلو غرام من السكر لكل 1 كيلو غرام من الثمار، استمرت عملية الطبخ حتى الوصول إلى نسبة مواد صلبة ذائبة 55 درجة بريكس. وقبل الانتهاء من عملية الطبخ بقليل أُضيف حمض الليمون، ثمَ غُلي المزيج لمدة 10 دقائق، وبعد الانتهاء من عملية الطبخ تُرك المربى ليبرد قليلاً، ثمَ تمت تعبئته وهو ساخن بدرجة حرارة 90°س في مرطبانات زجاجية معقمة بهدف ضمان تعقيم العبوات المستخدمة في التعبئة بما فيها الغطاء، وبالتالي القضاء على الأحياء الدقيقة المسببة للفساد.

المجموعة الثالثة: استُخدمت هذه المجموعة لتصنيع مركز عصير الخوخ الشوكي البري بالطريقة التقليدية. بعد الحصول على الثمار الطازجة غُسلت الثمار بالماء لإزالة الأتربة والأوساخ والشوائب العالقة بالثمار، ثمَ غُليت الثمار لمدة عشر دقائق للمساعدة على هرس الثمار وفصل البذور، تُركت الثمار لتبرد ثم هُرست الثمار يدوياً باستخدام مصفاة من الستانلس ستيل، بهدف الحصول على هريس ناعم خالٍ من القشور والبذور، بعد ذلك غُلي الهريس الناتج مع إضافة 20 غرام من الملح لكل 1 كيلو غرام من الهريس (حيث تمَ اتباع الطريقة التقليدية المتبعة محلياً في عملية التصنيع، حيث يُضاف الملح بهدف إطالة فترة الحفظ وتحسين المذاق والنكهة، ويسمى المنتج محلياً بدبس الخوخ ويستخدم محلياً لإعطاء الأغذية الطعم الحامضي عوضاً عن دبس الرمان ودبس الحصرم)، استمرت عملية الطبخ حتى الوصول إلى نسبة مواد صلبة ذائبة 43 درجة بريكس. وبعد الانتهاء من عملية الطبخ تُرك العصير المركز ليبرد قليلاً، ثم تمت تعبئته وهو ساخن بدرجة حرارة 90°س في مرطبانات زجاجية معقمة.

المجموعة الرابعة: الشاهد (الثمار الطازجة).

الاختبارات الكيميائية:

أُجريت الاختبارات الكيميائية بواقع ثلاثة مكررات لتقدير المؤشرات التالية:

أ- تقدير الرطوبة بالتجفيف على درجة حرارة 105°س حتى ثبات الوزن حسب (AOAC، 2004).

ب- تعيين المحتوى من المواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS): باستعمال جهاز الرفراكتومتر نموذج A054 مزود بمقياس بريكس وعبر عنها بدرجة بريكس بالدرجة 20°س، حسب (AOAC، 2004).

ت- قياس درجة الحموضة حسب (AOAC، 2004) بالمعايرة باستخدام ماءات الصوديوم N 0.1 بوجود مشعر الفينول فتالئين.

ث- قياس رقم pH باستعمال جهاز كهربائي مخبري pH meter.

ج– تقدير السكريات الكلية باستخدام طريقة Lane and Enyon حسب (AOAC، 2004).

ح– تقدير النشاط المضاد للأكسدة: تمَ قياس النشاط المضاد للأكسدة بتقدير النشاط الكابح للجذور الحرة باستخدام طريقة الجذر الحر ثنائي فينيل بيكريل هيدرازيل DPPH (2,2`-diphenyl 1,1-picryl hydrazyl) حسب (Singh وزملاؤه، 2002).

خ– تقدير المركبات الفينولية: اتبع في استخلاص الفينولات الكلية ما ورد في طريقة (Wada و Ou، 2002)، حيث أُخذ 10غ من العينة المهروسة ووُضعت في أنبوب من البولي ايتيلين سعة 50 مل، وأُضيف إليها 30 مل إيتانول مطلق، ثم مُزجت بشكل جيد بدرجة حرارة الغرفة باستخدام محرك مغناطيسي على السرعة القصوى، وبدرجة حرارة الغرفة لمدة ساعة، ثُفلت بعدها العينة بجهاز الطرد المركزي ألماني المنشأ من النوع (Tabletop model, IEC 215) على السرعة القصوى (Max RPM3200)، وأُخذ السائل الرائق للتحليل.

قُدّرت الفينولات الكلية باستخدام طريقة Folin Ciocalteu حسب (Asami وزملاؤه، 2003). حيث أُخذ 2 مل من المستخلص الكحولي للعينة الذي سبق تحضيره، وأُضيف لها 3 مل من الماء المقطر، و0.2 مل من كاشف فولين، ووُضعت في دورق معياري سعة 10مل، ثم رُج المزيج باستخدام محرك الأنابيب لنحو دقيقتين في حرارة الغرفة، ثم أُضيف بعدها 4 مل من كربونات الصوديوم Na_2CO_3 تركيز 7% وأُكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة. خُلط المزيج السابق، وتُرك لمدة ساعتين على درجة حرارة الغرفة بعدها ثُفل ورُشح وقيس امتصاصه بجهاز المطياف الضوئي على طول موجة 750 نانومتر. استُعمل حمض الغاليك كمحلول معياري مرجعي لتحضير المنحني المعياري بتركيز يتراوح من (0-375 PPM) وعُبر عن النتائج بـ (مغ مكافئ حمض غاليك / 100غ عينة).

- التحليل الإحصائي:

استُخدم النموذج الخطي العام General Linear Model في حساب المتوسطات الحسابية والانحراف المعياري، كما استُخدم برنامج الإحصاء Minitab عند مستوى معنوية $p<0.05$ لإيجاد الفروق المعنوية بين المتوسطات بواقع ثلاثة مكررات لكل تجربة.

النتائج والمناقشة:

1- نتائج دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لثمار الخوخ الشوكي البري الطازجة ومنتجاته المصنعة بالطريقة التقليدية:

يبين الجدول (1) نتائج دراسة بعض المؤشرات الكيميائية لثمار الخوخ الشوكي البري الطازجة ومنتجاته المصنعة بالطريقة التقليدية (مربى الخوخ البري، الخوخ البري المجفف، مركز عصير الخوخ البري).

الجدول (1): المؤشرات الكيميائية لثمار الخوخ الشوكي البري الطازجة ومنتجاته المصنعة بالطريقة التقليدية

العينة	الرطوبة %	الحموضة %	pH	المواد الصلبة الذائبة (بريكس)	السكريات الكلية (غ/100غ وزن جاف)
ثمار الخوخ البري الطازجة	0.14 ± 77.14^{d}	0.2 ± 1.675^{b}	0.02 ± 3.18^{c}	0.50 ± 21^{a}	0.66 ± 32.28^{c}
ثمار الخوخ البري المجففة	0.01 ± 9.45^{a}	0.5 ± 2.233^{c}	0.01 ± 3.1^{b}	-	0.9 ± 9.92^{a}
مربى الخوخ البري	0.18 ± 39.30^{b}	0.1 ± 1.396^{a}	0.02 ± 3.22^{d}	0.50 ± 55^{c}	0.5 ± 63.75^{d}
عصير الخوخ البري المركز	0.02 ± 55.02^{c}	0.3 ± 1.675^{b}	0.01 ± 2.94^{a}	0.50 ± 43^{b}	0.6 ± 16.78^{b}

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

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي (الجدول 1) وجود فروق معنوية في معظم المؤشرات الكيميائية المدروسة، حيث بلغ محتوى عينات الخوخ الطازجة من الرطوبة (77.14%)، بينما انخفض المحتوى من الرطوبة في عينات الخوخ المصنعة، وتجلى الأثر الأكبر في عينات الخوخ البري المجفف، حيث بلغ المحتوى من الرطوبة (9.45%). والهدف من مقارنة محتوى الثمار الطازجة مع الثمار المجففة من الرطوبة هو معرفة الانخفاض الحاصل في المحتوى من الرطوبة بعد عملية التجفيف وبالتالي إمكانية حفظ الثمار المجففة لفترات زمنية طويلة مقارنة مع المنتجات الأخرى المصنعة (المربى، العصير)، ومن المعلوم أن المحتوى من الرطوبة يلعب دوراً هاماً في إطالة فترة حفظ منتجات الفاكهة المجففة لارتفاع محتواها من السكريات والعناصر المغذية الأخرى وبالتالي تعد وسطاً ملائماً لنمو الأحياء الدقيقة المسببة للفساد، لذا وجب خفض المحتوى الرطوبي إلى الحد الذي لا يسمح بنمو مسببات الفساد.

وتجدر الإشارة إلى وجود تأثير معنوي لطريقة تصنيع الخوخ البري إلى مركز عصير الخوخ في خفض رقم الحموضة إلى (2.94) مقارنة مع الثمار الطازجة، وقد يُعزى هذا الانخفاض بدرجة الحموضة مع زيادة زمن التعرُّض لدرجة الحرارة العالية والتكاثف الحاصل بين المجموعات الأمينية الحرة للأحماض الأمينية ومجموعات الكربونيل للغلوكوز الذي يُسبّب انخفاضاً في قيم الـ pH (Carabasa-Giribet و Ibarz–Ribas، 2000)، حيث يُسبّب دخول السكريات المرجعة والكلية في تفاعل ميلارد انخفاضاً معنوياً في درجة الحموضة الـ pH (Vandresen وزملاؤه، 2009)، كما يقود تحلّل هيدروكسي ميتيل فورفورال تحت شروط حامضية إلى تشكل حمضي الفورميك والليفولينيك (Amarasekara وزملاؤه، 2008)، وهذا يؤدِّي إلى انخفاض قيم الـ pH، بينما يلاحظ الأثر المعنوي الأكبر لعينة الخوخ المجفف في رفع النسبة المئوية للحموضة مقدرة كحمض ماليك إلى (2.233%) وذلك عند مستوى معنوية (P<0.05). وتتفق مع ما توصل إليه (Nisar وزملاؤه، 2015) الذي بيَن التركيب الكيميائي لثمار الخوخ الطازجة،

إذ تراوحت الرطوبة بين (70.40-89.17%)، المادة الجافة (10.83–29.60%)، الحموضة (1.49-2.34%)، رقم الـ pH (2.76-3.20)، السكريات الكلية (67.17-105.07غ/ كغ)، المواد الصلبة الذائبة (8.17-14.33%)، وتعود هذه الاختلافات لاختلاف أصناف الخوخ المدروسة.

كما توضّح النتائج ارتفاع المحتوى من المواد الصلبة الذائبة من 21 درجة بريكس إلى 43 درجة بريكس في عصير الخوخ المركز وإلى 55 درجة بريكس في مربى الخوخ الشوكي البري. لم نتمكن من قياس المحتوى من المواد الصلبة الذائبة في الثمار المجففة لانخفاض محتواها من الرطوبة بشكل كبير (إذ يتم عادة قياس نسبة المواد الصلبة الذائبة باستخدام جهاز Refractometer وهو يعطي قياساً لمدى الانحراف أو الانكسار في الشعاع الضوئي الناتج عن المواد الصلبة الذائبة الكلية في السوائل والتي تمثل السكريات المختلفة مع بعض الأحماض العضوية والأملاح الذائبة والغرويات وغيرها من المواد الموجودة في العصير الخلوي).

بيَن (Milošević و Milošević، 2012) اختلاف التركيب الكيميائي (المحتوى من السكريات الكلية، الحموضة، pH، المواد الصلبة الذائبة) لثمار الخوخ باختلاف العوامل الجغرافية واختلاف الأنواع المدروسة.

ومن خلال مقارنة نتائج التحليل الإحصائي الجدول (1) تبيَن ارتفاع محتوى عينات مربى الخوخ الشوكي البري من السكريات الكلية، بينما انخفض محتوى عينات الخوخ المجففة من السكريات الكلية بشكل ملحوظ، حيث انخفض المحتوى من السكريات الكلية من (63.75 غ/100غ وزن جاف) في عينات مربى الخوخ إلى (32.28 غ/100غ وزن جاف) في ثمار الخوخ الطازجة وإلى (16.78 غ/100غ وزن جاف) في عينات عصير الخوخ المركز، وانخفضت إلى (9.92 غ/100غ وزن جاف) في عينات الخوخ المجففة. وأشار (Femenia (2007) و Di Scala و Crapiste (2008) إلى أنَ التغيرات الأساسية تحدث لدى تجفيف الفاكهة عند درجات حرارة منخفضة أو عالية لفترة زمنية

طويلة، حيث تتعرض الفاكهة إلى العديد من التغيرات في السكريات المتعددة الداخلة في تركيب جدران خلايا الفاكهة والتي تؤثر على جودة لون وقوام الفاكهة. كما تؤدي عمليات التصنيع إلى تغيرات معنوية فيزيولوجياً في الفاكهة الطازجة، إذ تحدث تغيرات كميّة في نسب السكريات الأحادية في الفاكهة المجففة (Wilford وزملاؤه، 1997). وبيَن Dailami (2009) تأثر محتوى ثمار الفاكهة من السكريات والأحماض نتيجة عملية التجفيف وهذه العملية معقدة جداً، وهذا يرتبط بالتغيرات الفيزياكيميائية خلال عملية تجفيف الثمار. وأشار شعشع (2003) إلى أنَ التغيرات في نوعية الأغذية المجففة وانخفاض نسبة السكريات فيها قد يرجع أساساً إلى النشاط الأنزيمي أو التفاعلات التي تتم بين الأحماض الأمينية والسكريات المختزلة (تفاعل ميلارد) أو تحطم حمض الأسكوربيك إلى فورفورال وثاني أكسيد الكربون مما يُسبّب حدوث تفاعلات الاسمرار، حيث يُعد مركب هيدروكسي ميثيل فورفورال مركباً وسطياً في التفاعلات الخاصة بتفاعل ميلارد، كما تُسبّب درجات الحرارة العالية للتجفيف تهدم التركيب البنيوي للخلايا وتحرير الأحماض ويحفز إنزيم الإنفرتاز التحولات خلال الساعات القليلة الأولى للتجفيف (Dowling، 2014).

يُعزى الارتفاع الحاصل في السكريات الكلية في عينة المربى مقارنة مع العينات المدروسة إلى تحوُّل السكريات غير المختزلة (الثنائية) إلى سكريات مختزلة (الأحادية) بفعل الحموضة المرتفعة والتعرُّض لدرجة الحرارة العالية لمدة زمنية أطول، وهذا يتوافق مع ما توصَّل إليه (İncedayi وزملاؤه، 2010).

2– نتائج دراسة تأثير التصنيع في المحتوى من الفينولات الكلية وفيتامين C والنشاط المضاد للأكسدة لثمار الخوخ الشوكي البري الطازجة ومنتجاته المصنعة بالطريقة التقليدية:

يبين الجدول (2) المحتوى من الفينولات الكلية وفيتامين C والنشاط المضاد للأكسدة لثمار الخوخ الشوكي البري الطازجة ومنتجاته المصنعة بالطريقة التقليدية.

الجدول (2): المحتوى من الفينولات الكلية وفيتامين C والنشاط المضاد للأكسدة لثمار الخوخ الشوكي البري الطازجة ومنتجاته المصنعة بالطريقة التقليدية

العينة	الفينولات الكلية (مغ/100غ وزن جاف)	فيتامين C (مغ/100غ وزن جاف)	النشاط المضاد للأكسدة مقدراً Inhibition%
ثمار الخوخ البري الطازجة	0.78±2806.13^{c}	0.66±47.71^{d}	0.64±78.17^{d}
ثمار الخوخ البري المجففة	0.64±445.20^{a}	0.26±2.35^{a}	0.89±65.64^{c}
مربى الخوخ البري	0.35±1448.67^{b}	0.32±10.74^{b}	0.50±56.52^{b}
عصير الخوخ البري المركز	0.66±2000.95^{d}	0.38±17.15^{c}	0.66±50.49^{a}

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

يُلاحظ من الجدول (2) وجود فروقات معنوية في محتوى العينات من فيتامين C، حيث انخفضت كمية فيتامين C من 47.71 مغ/100غ وزن جاف في الثمار الطازجة إلى 17.15 مغ/100غ وزن جاف لعينة عصير الخوخ المركز، وإلى 10.74 مغ/100غ وزن جاف لعينة مربى الخوخ وإلى 2.35 مغ/100غ وزن جاف لعينة الخوخ المجفف.

تُشير النتائج أيضاً إلى وجود فروق معنوية في محتوى العينات من الفينولات الكلية، حيث تشير النتائج في الجدول (2) إلى وجود تباين في كمية الفينولات الكلية بين عينات الخوخ الأربعة مقدرة على أساس الوزن الجاف، وقد أبدت عينات عصير الخوخ المركز تزايداً ملحوظاً في محتواها من الفينولات الكلية مقارنة مع العينات الأخرى المصنعة (المربى والثمار المجففة)، حيث بلغ محتواها من الفينولات الكلية (2000.95 مغ/100غ) مقدرة على أساس الوزن الجاف، وتجدر الإشارة إلى انخفاض محتوى العينات المجففة من الفينولات الكلية بمقدار 6 أضعاف تقريباً مقارنة مع الثمار الطازجة. وتتوافق هذه النتائج مع (Erturk وزملاؤه، 2009) ومع نتائج (Donovan وزملاؤه، 1998) الذي بيَن

أنَ ثمار الخوخ الطازجة تحتوي على كميات مرتفعة من المركبات الفينولية مقارنة مع المنتجات المصنعة لأن التجفيف يرفع تركيز المكونات على الرغم من التحلل الجزئي المتزامن لهذه المركبات، كما تسبب المعاملة الحرارية تهدم مركبات الأنثوسيانين خلال التصنيع وفقد المركبات الفينولية الأخرى بسبب تهدم الجدر الخلوية لثمار الخوخ بسبب نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز وإنزيم البيروكسيداز. كما تسبب تفاعلات الأكسدة والتفاعلات الإنزيمية تهدم المركبات الفينولية وتؤثر إلى حد كبير في نوعية الغذاء، وتؤدي إلى إنتاج بوليمرات الاسمرار (Tomás-Barberán و Espin، 2001)، وتشكل مركب الميلانين ومركب بنزوكوينون من الفينولات الطبيعية (Pilizota و Subaric، 1998)، كما يحدث خلال عملية التجفيف عملية بلمرة مما يؤدي إلى انخفاض مستوى الأنثوسيانيدين وما يدل على هذا تحول اللون الأحمر الداكن إلى اللون البني المسمر، حيث لوحظ تناقص مشابه في النشاط المضاد للأكسدة وهذا يشير إلى أن الأنثوسيانينات هي عوامل هامة تساهم في النشاط المضاد للأكسدة في الأغذية (Gennaro وزملاؤ، 2002). وأشار Oancea و Călin (2016) إلى انخفاض محتوى الفينولات الكلية في المربى raspberry بمقدار 60% مقارنة مع الثمار الطازجة، كما سجَل Rababah وزملاؤه (2011) انخفاضاً معنوياً في المحتوى من الفينولات الكلية بنسبة 88% في المربى مرتفع المحتوى من السكر. وسجَل Levaj وزملاؤه (2012) تناقص محتوى المربى من الفينولات الكلية بنسبة (37–70%)، وسجَل Amakura وزملاؤه (2000) و Häkkinen وزملاؤه (2000) انخفاضاً في محتوى مربى الفريز من الفينولات بنسبة 20% أو أكثر.

من جهة أخرى تُظهر النتائج المدونة في الجدول (2) وجود فروق معنوية في النشاط المضاد للأكسدة لعينات الخوخ الشوكي البري الطازجة والمصنعة، حيث انخفض النشاط المضاد للأكسدة من 78.17% في عينات الخوخ الطازجة إلى 65.64% في عينات الخوخ المجففة، وإلى 56.52% في عينات المربى، كما أبدت عينات عصير الخوخ

المركز انخفاضاً ملحوظاً بنشاطها المضاد للأكسدة، حيث انخفض النشاط المضاد للأكسدة إلى 50.49%، وخالفت هذه النتائج ما توصل إليه (Nisar وزملاؤه، 2015) الذي بيَن أنَ محتوى ثمار الخوخ الطازجة من الفينولات الكلية تراوح بين (2.63–9.92مغ/غ)، فيتامين C (52.51-137.60مغ/كغ)، الأنثوسيانينات (20.31–212.38مغ/100غ)، وتعود هذه الاختلافات لاختلاف أصناف الخوخ المدروسة وموقعها الجغرافي والظروف البيئية والمناخية المحيطة (Jaiswal وزملاؤه، 2013)، وبلغ النشاط المضاد للأكسدة مقدراً باستخدام طريقة DPPH (43.7-73%)، وهذا يعتمد على المحتوى المرتفع من فيتامين C والفينولات والأنثوسيانينات.

الاستنتاجات:

1. تميزت عينات الخوخ الشوكي البري المجففة في الظل بالطريقة التقليدية بانخفاض محتواها من الرطوبة والسكريات الكلية وانخفاض محتواها من الفينولات الكلية وفيتامين C وارتفاع النسبة المئوية للحموضة مقدرة كحمض ماليك مع العينات الأخرى المدروسة.
2. أبدت عينات مربى الخوخ المصنعة بالطريقة التقليدية ارتفاعاً ملحوظاً بمحتواها من السكريات الكلية وانخفاضاً في النسبة المئوية للحموضة مقدرة كحمض ماليك وانخفاضاً في محتواها من الفينولات الكلية والنشاط المضاد للأكسدة مقارنة مع العينات الطازجة.
3. أبدت عينات عصير الخوخ المركز المصنعة بالطريقة التقليدية ارتفاعاً ملحوظاً بمحتواها من الفينولات الكلية وفيتامين C مقارنة مع العينات المجففة وعينات المربى، بينما أبدت انخفاضاً في النشاط المضاد للأكسدة مقارنة مع كافة العينات المدروسة.
4. تميزت عينات الخوخ الشوكي البري الطازجة بارتفاع محتواها من الفينولات الكلية وفيتامين C وارتفاع نشاطها المضاد للأكسدة مقارنة مع العينات الأخرى المدروسة.

التوصيات:

– نظراً للقيمة الغذائية العالية لثمار الخوخ الشوكي البري ومنتجاتها المصنعة بالطريقة التقليدية وارتفاع محتواها من المركبات الفينولية ومضادات الأكسدة، فهي تعد من الأغذية الوظيفية، لذا نوصي بدراسة مدى إمكانية تصنيع هذه المنتجات محلياً وتسويقها في السوق السورية باستخدام طرائق التصنيع الحديثة نظراً لأهميتها الغذائية والصحية.

– لم نتمكن من مقارنة نتائج الاختبارات الكيميائية مع المواصفة القياسية السورية، لذا نوصي بوضع مواصفة قياسية للخوخ الشوكي البري ومنتجاته المصنعة (المربى، الخوخ المجفف، مركز عصير الخوخ) لتشمل كافة الاختبارات الكيميائية والميكروبية.

– تصنيع مربى الخوخ الشوكي البري تحت التفريغ وباستخدام محليات (الاسبارتام، الفركتوز) بدلاً من سكر السكروز.

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

المراجع References:

- **شعشع، عماد الدين. 2003.** تجفيف الفاكهة. وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، معهد بحوث تكنولوجيا الأغذية، مركز البحوث الزراعية، الإدارة المركزية للإرشاد الزراعي، نشرة 687.
- **Ajenifujah-Solebo, S.O and Aina, J.O. 2011**. Physico-chemical properties and sensory evaluation of jam made from black-plum fruit (*vitex doniana*). African Journal Of Food, Agriculture, Nutrition and Development. Scholarly, Peer Reviewed, Online, ISSN 1684 5374. published by ASSCAT, Vol (11), No (3).
- **Amakura, Y., Umino, Y., Tsuji, S., Tonogai, Y. 2000**. Influence of jam processing on radical scavenging capacity and phenolic content in berries. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 48: 6292-6297.
- **Amarasekara, A. S., Williams, L. D., Ebede, C. C., 2008**. Mechanism of the dehydration of D-fructose to 5-hydroxymethylfurfural in dimethyl sulfoxide at 150 (C: an NMR study). Carbohydr. Res. 343: 3021-3024.
- **AOAC. 2004**. Determination of moisture, ash, protein and fat. Official methods of analysis. 18th Ed. Association Of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- **Asami, D. K.; Hong, Y. J.; Barrett, D. M. And Mitchell, A.E. 2003**. Comparison of the total phenol and ascorbic acid content of freeze dried and air dried marino berry, strawberry and corn grown using conventional, organic and sustainable agricultural practices. Journal Of Agricultural and Food Chemistry, 51 (5): 1237-1241.
- **California Prune Board 1998**. Technical Bulletin#10. Pleasanton, California, USA.
- **Carabasa-Giribet, M., Ibarz-Ribas, A., 2000.** Kinetics of colour development in aqeous glucose systems at high temperatures. J. Food Eng. 44: 181-189.
- **Dailami, M.T. 2009**. Production of dragon fruit powder using spray drying method. A report submitted in partial fulfillment of the requirements for the award of the degree of Bachelor of Chemical Engineering. Faculty of Chemical Engineering and Natural, Undergraduates Project Report (PSM) Thesis, Resources University Malaysia Pahang.
- **Di Scala, K.C. and Crapiste, G.H. 2008**. Drying kinetics and quality changes during drying of red pepper. LWT Food Science and Technology, 41: 789-795.

- **Donovan, J. L., Meyer, A. S., and Waterhouse, A. L. 1998**. Phenolic composition and antioxidant activity of prunes and prune juice (*Prunus domestica*). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46: 1247-1252.
- **Dorota, W. T. 2008**. Characteristics of Plums as a Raw Material with Valuable Nutritive and Dietary Properties. A Review. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 58 (4): 401-405.
- **Dowling, C. 2014**. The Polyphenolic Composition and Antioxidant Capacity of Yellow European Plums (Prunus domestica L.) and Novel Golden Prunes. A Thesis presented to The University of Guelph In partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science (MSc.) in Plant Agriculture University of Guelph Guelph, Ontario, Canada.
- **Erturk, Y., Ercisli, S. and Tosun, M. 2009**. Physico-chemical characteristics of wild plum fruits (*Prunus spinosa* L.). International Journal of Plant Production, 3 (3): 89-92.
- **Fastyn M., Markowski J., Mieszczakowska-Frąc M., Płocharski W. 2010**. Możliwości zwiększenia konsumpcji soków owocowych poprzez wprowadzenie nowych asortymentów–mętne soki śliwkowe. Scientific-Technical Magazine for Fermentation- and Fruit- and Vegetable Industry, 4: 10-12 (in Polish with English abstract).
- **Femenia, A. 2007**. High-value co-products from plants: cosmetics and pharmaceuticals. In K. W. Waldron (Ed.), Waste management and co-product recovery in food processing. Cambridge: Wood head Publishing Limited.
- **Figuerola E. F. 2007**. Berry jams and jellies. Chapter 13, Part III, Processing technologies for developing value-added berry fruit products. In: Zhao Y. (Ed.), Berry Fruit: Value - Added Products for Health Promotion, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 367-387.
- **Gennaro, L.; Leonardi, C.; Esposito, F.; Salucci, M.; Maiani, G., Quaglia, G. And Fogliano, V. 2002**. Flavonoid And Carbohydrate Contents In Tropea Red Onions: Effect Of Homelike Peeling And Storage. Journal Of Agricultural And Food Chemistry, 50, 1904-1910.
- **Häkkinen, S. H., Kärenlampi, S. O., Mykkänen, H. M. and Törrönen, A. R. 2000.** Influence of domestic processing and storage on fl avonol contents in berries. Journal of the Science of Food and Agriculture, 48: 2960-2965.
- **İncedayi, B., Tamer, C. E., Çopur, Ö. U., 2010**. A Research on the Composition of Pomegranate Molasses. U. Ü. ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ, 2010, (Journal of Agricultural Faculty of Uludag University), Cilt 24, Sayı 2, 37-47.

- **Jaiswal, R., Karaköse, H., Rühmann, S., Goldner, K., Neumüller, M., Treutter, D., Kuhnert, N. 2013**. Identification of phenolic compounds in plum fruits (Prunus salicina L. and Prunus domestica L.) by high-performance liquid chromatography/tandem mass spectrometry and characterization of varieties by quantitative phenolic fingerprints. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61, 12020-12031.
- **Levaj, B. 2013**. Fruit and vegetables technology, part II, (in Croatian). Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb, Croatia.
- **Levaj, B., Bursać K. D., Bituh M. and Dragović-Uzelac V. 2012.** Influence of Jam Processing Upon the Contents of Phenolics and Antioxidant Capacity in Strawberry fruit (Fragaria ananassa-Duch.). Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition, 7 (Special Issue), 18-22.
- **Miletić, R., Nikolić, R., Mitić, N., Rakićević, M., and Blagojević, M. 2007**. Impact of rainfall and irrigation on pomological technological fruit properties and yield varieties of plums (in Serbian). Voćarstvo, 41 (159): 113-119.
- **Milošević, T. and Milošević, N. 2012**. Main physical and chemical traits of fresh fruits of promising plum hybrids (Prunus domestica L.) from Cacak (Western Serbia). Romanian Biotechnological Letters, 17 (3), 7358-7365.
- **Nisar, H., Ahmed, M., Akbar Anjum, M. and Hussain, S. 2015**. Genetic diversity in fruit nutritional composition, anthocyanins, phenolics and antioxidant capacity of plum (Prunus Domestica) genotypes. Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus, 14(1): 45-61.
- **Oancea, S., and Călin, F. 2016**. Changes In Total Phenolics and Anthocyanins during Blackberry, Raspberry and Cherry Jam Processing and Storage. Romanian Biotechnological Letters, 21 (1): 11232-11237. University of Bucharest.
- **Pilizota, V. and Subaric, D. 1998**. Control of enzymatic browning of foods. Food Technology and Biotechnology, 36: 219-227.
- **Rababah, T. M., Al-Mahasneh, M. A., Kilani, I., Yang, W., Alhamad, M. N., Ereifej, K., Al-U'datt, M. 2011**. Effect Of jam processing and storage on total phenolics, antioxidant activity, and anthocyanins of different fruits. Journal of Science Food and Agricultural, 91: 1096–1102.
- **Singh, R. P., Chidambara, K. N. and Jayaprakasha, G. K. 2002**. Studies on the antioxidant activity of pomegranate (punica granatum) peel and seed extracts using in vitro models. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50: 81-86.
- **Stacewicz-Sapuntzakis, M., Bowen, P.E., Hussain, E.A., Damayanti-Wood, B.I., and Farnsworth, N.R. 2001.** Chemical composition and

potential health effects of prunes- a functional food. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 41:251-287.

- **Stamatovska, V., Karakasova, L., Babanovska-Milenkovska, F., Nakov, G., Blazevska, T. and Durmishi, N. 2017**. Production and characterization of plum jams with different sweeteners. Journal of Hygienic Engineering and Design. Original scientific paper UDC 664.858:634.22. E-mail: vikistam2@gmail.com.
- **Tomás-Barberán, F. A. and Espin, J. C. 2001**. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. Journal of the Science of Food and Agriculture, 81: 853-876.
- **Vandresen, S., Quadri, M.G.N., De Souza, J.A.R. and Hotza, D. 2009**. Temperature effect on the rheological behavior of carrot juices. Journal of Food Engineering, 92(3): 269-274.
- **Veličković, M., Vulić, T., Oparnica, Č. and Radivojević, D. 2004.** Pomological and technological features of plum varieties from different regions of Serbia (in Serbian). Journal of Scientific Agricultural Research, 65 (3-4): 117-123.
- **Wada, L. and Ou, B. 2002**. Antioxidant activity and phenolic content of oregon caneberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50: 3495-3500.
- **Wilford, L. G., Sabarez, H., and Price, W.E. 1997**. Kinetics of carbohydrate change during dehydration of d'Agen prunes. Food Chemistry, 59: 149-155.
- **Will, F. and Dietrich, H. 2006**. Optimised processing technique for colour- and cloud-stable plum juices and stability of bioactive substances. European Food Research and Technology, 223 (3): 419–425.