تأثير المعاملة بثاني أوكسيد الكبريت (SO_2) وطرائق التجفيف في المؤشرات الكيميائية والحيوية والنشاط المضاد للأكسدة لثمار العنب البلدي المصفر

روعة حوري طلي[1] و محمد خير طحلة[2] و محمد محمد[2]

الملخّص

نُفّذت الدراسة في مخابر كلية الزراعة بجامعة دمشق خلال الموسم 2012. عُرضت عناقيد العنب صنف بلدي مصفر لغاز ثاني أوكسيد الكبريت SO_2 بتركيز (2000 Ppm) مدة ثلاث ساعات، ثمّ جُففت بطرائق تجفيف مختلفة (شمسياً وحرارياً وبواسطة الطاقة الشمسية- البيت الزجاجي) إلى محتوى رطوبي لا يزيد على 18%، لدراسة تأثيرها في بعض المؤشرات الكيميائية (السكريات الكلية، pH، الحموضة، المواد الصلبة الذائبة، الاسمرار اللاإنزيمي)، وبعض مضادات الأكسدة (حمض الأسكوربيك، الفينولات الكلية)، والنشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة تثبيط الجذور الحرة DPPH للعنب الطازج المعامل بغاز الكبريت والعنب المجفف. أظهرت النتائج تفوق ($p < 0.05$) طريقة التجفيف بالطاقة الشمسية لثمار العنب المعاملة بغاز SO_2 بتركيز (2000 Ppm) في المحافظة على فيتامين C (7.17 ملغ/100غ وزن جاف)، بينما تفوقت ($p < 0.05$) ثمار العنب المجففة حرارياً والمعاملة بغاز SO_2 في المحتوى من الفينولات الكلية (7.24 ملغ حمض جاليك/100غ وزن جاف). كما أبدت عينات العنب المجففة شمسياً وغير المعاملة بغاز SO_2 تزايداً ملحوظاً بنشاطها المضاد للأكسدة الذي بلغ 82.42 %. كما تشير النتائج أيضاً إلى أهمية المعاملة بغاز SO_2 المسبقة لثمار العنب في خفض الزمن اللازم لإتمام عملية التجفيف ($p < 0.05$) ولاسيّما طريقة التجفيف الحراري إلى (137 ساعة) مقارنة بالمعاملات الأخرى.

كلمات مفتاحية: عنب، SO_2، تجفيف، فيتامين C، الفينولات الكلية، النشاط المضاد للأكسدة.

[1] طالبة دكتوراة، [2] أستاذ في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

The effect of sulphur dioxide (SO_2) and drying methods in chemical and bioactive indicators and antioxidant activity in local yellowish Baladi grape

Tlay, R.[(1)], M. Kh. Tohleh[(2)] and M. Mohammad [(2)]

Abstract

This study was carried out in the laboratories of the Faculty of Agriculture, Damascus University in 2012 season. Clusters of local yellowish baladi grape exposed to the concentration (2000 Ppm) of gas SO_2 for 3 hours were dried to moisture content not exceeded 18% by different drying methods (sun drying, heat drying, solar energy-green house) in the aim of determining their effect on some chemical indices (total sugar, pH, acidity, solid soluble, non enzymatic browning), some antioxidants (vitamin C, total phenols) and antioxidant activity according to 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay. The results showed superiority ($p<0.05$) of the way solar drying of the fruits of the grape-treatment with gas SO2 to maintain vitamin C (7.17 mg/ 100 g dry weight) while outperformed the fruits of grapes dried with heat treatment and gas SO2 in content of phenols (7.24 mg acid Gaelic/ 100 g dry weight). Results also showed that samples of grapes dried solar and non-treated with gas SO2 noticeable increase in its activity in the antioxidant, which amounted to 82.42%. The results confirmed that the importance of treatment with gas SO2 prior to the fruits of grapes in reducing ($p<0.05$) the time required to complete the drying process, especially in the way of thermal drying to (137 hours) compared with other transactions

Key Words: Grape, SO2, Drying, Vitamin C, Total phenols, Antioxidant activity.

[(1)]PhD student, , (2) Professor, Dep. Food Sci., Agric. Fac., Damascus Univ., Syria.

المقدمة

تُعدّ ثمار العنب أحد أنواع الفاكهة الأكثر انتشاراً واستهلاكاً في العالم، كما يعدُّ العنب في سورية من أهم المنتجات الزراعية الاقتصادية ويحتل مكاناً ممتازاً بين أنواع الفاكهة المنتجة محلياً والمرغوب فيها والمطلوبة بشكل كبير من السكان (الشيخ حسن، 1997). تمتاز ثمار العنب بقيمة غذائية عالية، وذلك لغناها ببعض المكونات الأساسية اللازمة لجسم الإنسان كالسكريات البسيطة، والأحماض العضوية المختلفة، والفيتامينات المتنوعة (Cho وزملاؤه، 2004)، كما يُعدّ العنب من الفاكهة الغنية بالمركبات الفينولية، مثل حمض الجاليك Gallic Acid، والكاتيشين Catechin، والبروسيانيدين (Yilmaz وToledo، 2006؛ Changmou وزملاؤه، 2010). تمتلك الفاكهة الطازجة نسبةً عاليةً من الرطوبة، وهي حساسة جداً للفساد الميكروبي خلال التخزين حتى ضمن ظروف التخزين المبرد، ويجب أن تُستهلك أو تُصنع بعد القطاف مباشرة (Xiao وزملاؤه، 2010[a]). ولهذا السبب يُعدّ التجفيف ما بعد الحصاد خطوة هامة في تصنيع العديد من ثمار الفاكهة وفي مقدمها ثمار العنب بأنواعه المختلفة (Doymaz، 2006)، مما يسمح بتخزين آمن للمنتجات المجففة مدة زمنية طويلة (Jairaj وزملاؤه، 2009؛ Ramaswamy وMarcotte، 2006). ويُعدّ التجفيف الشمسي التقليدي لثمار العنب، هو المفضل من قبل المزارعين للحصول على الزبيب، نظراً إلى توافر الطاقة الشمسية بشكل مجاني، ولكن من عيوب هذه الطريقة حدوث زيادة في شدة اللون نتيجة تفاعلات الاسمرار الإنزيمي واللاإنزيمي وتدهور كبير في صفات جودة الزبيب الناتج (Jairaj وزملاؤه، 2009؛ Dincer، 1996). وفضلاً عمَّا تقدم فإن التجفيف الشمسي لثمار العنب يتطلب زمناً طويلاً يراوح بين (15-20) يوماً مما ينعكس سلبياً على جودة الزبيب والعائد الاقتصادي (Doymaz، 2006). ولتحسين جودة الزبيب الناتج يُمكن استبدال تقنيات التجفيف الشمسي التقليدي بطرائق أكثر حداثة، مثل طريقة التجفيف الشمسي في المجففات الزجاجية (تجفيف بالطاقة الشمسية) والتجفيف بالهواء الساخن.

ويُعدّ غاز ثاني أوكسيد الكبريت من أكثر المركبات المنتشر استخدامها لمنع الاسمرار في ثمار العنب، إذ يتميّز هذا الغاز بخاصية فريدة في تأخير كل من الاسمرار الإنزيمي والاسمرار اللاإنزيمي وإعاقتهما (Papadopoulou-Mourkidou، 1991)، والحماية من نشاط الأحياء الدقيقة (Krokida وMarinos، 2003). كما يُستعمل غاز ثاني أوكسيد الكبريت بوصفه عاملاً مضاداً للأحياء الدقيقة في الفاكهة المجففة، الأعناب والمولاس؛ وذلك بتركيز 200-300 ppm (Kenneth ، 2008).

الأهداف

- دراسة تأثير طرائق التجفيف المختلفة (تجفيف شمسي، وتجفيف حراري، وتجفيف بالطاقة الشمسية ضمن البيت الزجاجي) والمعاملة المسبقة بغاز SO_2 لثمار العنب في بعض المؤشرات الكيميائية للزبيب المنتج.
- دراسة تأثير كل من طرائق التجفيف المختلفة والمعاملة بغاز SO_2 في كمية المركبات الفعالة بيولوجياً والموجودة طبيعياً في ثمار العنب وفي النشاط المضاد للأكسدة.

مواد البحث وطرائقه

اختير العنب صنف بلدي مصفر من السوق المحلية لمدينة جيرود في محافظة ريف دمشق. أُجري البحث في مخابر قسم علوم الأغذية في كلية الزراعة بجامعة دمشق في المدة الواقعة بين 2012/9/1 و2012/12/31 وذلك لموسم واحد، على الصنف المذكور وبواقع 6 كغ لكل معاملة كمادة أولية للبحث أي بواقع 12 كغ للمعاملات جميعها.

المعاملة الأولية لثمار العنب: أجريت عملية الفرز لاستبعاد حبات العنب التالفة والمصابة وإزالة الشوائب الغريبة، ثمَ قُسمت المادة بعد ذلك إلى مجموعتين:

المجموعة الأولى: غُسلت العناقيد بالماء العادي عدة مرات، ثمَ غُطست مدة دقيقة واحدة في ماء ساخن حاوٍ على كمية قليلة من زيت الزيتون ورماد نبتة الشنان (رماد قلوي) بتركيز 2% لإزالةً الطبقة الشمعية، ثمَ عرضت لغاز ثاني أوكسيد الكبريت بتركيز (Ppm 2000) مدة ثلاث ساعات.

المجموعة الثانية: عينة الشاهد.

قُسمت بعد ذلك كل مجموعة إلى ثلاث تحت مجموعات حسب طرائق التجفيف المعتمدة الآتية:

1) طريقة التجفيف الشمسي العادية.
2) طريقة التجفيف بالطاقة الشمسية (ضمن البيت الزجاجي).
3) التجفيف الحراري بالهواء الساخن (صناعية).

التجفيف الشمسي:

أُخذت عناقيد العنب من الأصناف المستخدمة في صناعة الزبيب (بلدي مصفر) وبعد استبعاد الشوائب وُضعت على أطباق التجفيف وتُركت لتجف تحت أشعة الشمس مع تقليب العناقيد في منتصف مدة التجفيف. جرت عملية التجفيف خلال شهري آب وأيلول بمتوسط درجات حرارة حوالي 38°م، وبمتوسط الرطوبة النسبية للهواء نحو 45%، إذ استغرقت عملية التجفيف (20 يوماً) لخفض نسبة الرطوبة إلى 18%، وبعد ذلك وُضعت الثمار في مكان ظليل مدة يومين حتى تتجانس حلاوتها ورطوبتها ولونها. ثم فُرطت الثمار وعُوملت

بزيت الزيتون بهدف إعطاء الزبيب الناتج لمعاناً جميلاً ونكهة خاصة فضلاً عن الحد من لزوجة الزبيب، ومن ثم التقليل من إمكانية التصاق الحبات بعضها مع بعض. وبعد تنقيتها من الشوائب وُضعت في أكياس خاصة وخُزنت في درجة الحرارة 25°م (عينة الشاهد).

أُخذت عناقيد الثمار الناضجة، وبعد تنقيتها من الشوائب عُوملت بغاز ثاني أوكسيد الكبريت (عملية الكبرتة) الناتج من حرق زهر الكبريت بمعدل 2 غ/كغ عنباً مدة ثلاث ساعات (في جهاز خاص لإجراء عملية الكبرتة Athanasopoulos وThanos (1998)، إذ غُسلت الثمار بالماء وعوملت مدة دقيقة واحدة في ماء ساخن حاوٍ على كمية قليلة من زيت الزيتون ورماد نبتة الشنان بتركيز 2%، وبعد ذلك وُضعت في صوان مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ، ثم رُتبت بعدها الصواني على الرفوف في غرفة الكبرتة، ثم وُضعت مادة زهر الكبريت بتركيز (2غ لكل 1كغ ثمار عنب) في طبق معدني، وأُضرمت النار حتى بدأت أدخنة SO_2 في التصاعد، ثمَ أُغلقت غرفة الكبرتة) وذلك لتحسين لونها وقتل الأحياء الدقيقة الضارة العالقة بها. وبعد الكبرتة أُخذت الثمار وجُففت بالطريقة المشار إليها أعلاه.

التجفيف بالهواء الساخن في درجة الحرارة 60°م:

أُخذت عناقيد العنب (بلدي مصفر) ونُقيت من الشوائب، ثم وُضعت على صواني التجفيف بشكل متجاور داخل مجفف بالهواء الساخن نموذج (KOTTERMANN, TYP 2718) في درجة الحرارة 60°م. وتُركت لتجف إلى نسبة رطوبة 18%، ثم عُوملت باتباع الطريقة المذكورة أعلاه.

أخذ قسم من عناقيد الثمار الناضجة المعاملة بغاز SO_2، وغُسلت العناقيد بالماء وعُوملت مدة دقيقة واحدة في ماء ساخن حاوٍ على كمية قليلة من زيت الزيتون ورماد نبتة الشنان بتركيز 2%، ثم فُرشت على صوانٍ خاصة بالتجفيف داخل مجفف بالهواء الساخن في درجة الحرارة 60°م. وبعد الانتهاء من التجفيف أُخذت الأطباق ووُضعت في أماكن ظليلة لاستكمال تجانسها. ثم فُرطت الثمار وعُوملت بالطريقة نفسها المذكورة أعلاه.

التجفيف بالطاقة الشمسية (ضمن البيت الزجاجي):

أُخذت عناقيد العنب (بلدي مصفر) ونُقيت من الشوائب، ثم وُضعت على صواني التجفيف بشكل متجاور داخل مجفف الطاقة الشمسية (في البيت الزجاجي) بمتوسط درجات حرارة 45°م، وبمتوسط رطوبة الهواء النسبية نحو 30.4%. وتُركت لتجف إلى نسبة رطوبة 18% ثم عُوملت بالطريقة نفسها المذكورة أعلاه.

أخذ قسم من عناقيد الثمار الناضجة المعاملة بغاز SO_2، وغُسلت العناقيد بالماء وعُوملت مدة دقيقة واحدة في ماء ساخن حاوٍ على كمية قليلة من زيت الزيتون ورماد نبتة الشنان بتركيز 2%، ثم فُرشت على صوانٍ خاصة بالتجفيف داخل مجفف الطاقة

الشمسية بمتوسط درجات حرارة 45°م، وبمتوسط رطوبة الهواء النسبية 30.4%. وبعد الانتهاء من التجفيف أُخذت الأطباق ووُضعت في أماكن ظليلة لاستكمال تجانسها. ثم فُرطت الثمار وعُوملت بالطريقة نفسها المذكورة أعلاه.

الاختبارات الكيميائية:

قُدرت الرطوبة بالتجفيف على درجة حرارة (105°س) 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 pH meter لقياس رقم الحموضة (AOAC، 2005). كما قُدرت السكريات الكلية بطريقة Lane and Enyon، واستُخدمت طريقة المعايرة بصبغة 6,2 ثنائي كلوروفينول إندوفينول لتحديد المحتوى من فيتامين C التي تعتمد على تغيّر لون الصبغة نتيجة اختزال الفيتامين لهذه الصبغة (AOAC، 2000).

اتُبع في استخلاص الفينولات الكلية ما ورد في طريقة Wada و Ou (2002)، إذْ أُخذ 10غ من العينة المهروسة ووُضعت في أنبوب من البولي ايتيلين سعة 50 مل، وأُضيف إليها 30 مل ايتانول مطلق، ثم مُزجت مزجاً جيداً في درجة حرارة الغرفة باستخدام محرك مغناطيسي على السرعة القصوى، وبدرجة حرارة الغرفة مدة ساعة، ثُفلت بعدها العينة بجهاز الطرد المركزي ألماني المنشأ من النوع (Tabletop model, IEC 215) على السرعة القصوى (Max RPM3200)، وأخذ السائل المستخلص الرائق لإجراء التحاليل. بعد ذلك قُدرت الفينولات الكلية باستخدام طريقة Folin ciocalteu بحسب Asami وزملائه (2003). إذ أُخذ (2 مل) من المستخلص الكحولي للعينة الذي سبق تحضيره، وأُضيف إليها (3 مل) من الماء المقطر، و(0.2 مل) من كاشف فولين، ووُضعت في دورق معياري سعة (10مل)، ثم رُج المزيج باستخدام محرك الأنابيب نحو دقيقتين في حرارة الغرفة، ثم أُضيف بعدها (4 مل) من محلول كربونات الصوديوم Na_2CO_3 تركيز(7%)، وأُكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة. ثمَ خُلط المزيج السابق، وتُرك مدة ساعتين على حرارة الغرفة، بعدها ثُفل ورُشح وقيس امتصاصه بجهاز المطياف الضوئي على طول موجة 750 نانومتراً. واستُعمل حمض الجاليك بوصفه محلولاً معيارياً مرجعياً لتحضير المنحنى المعياري بتركيز يراوح من (0-50) ميكروغرام/ مل، وعُبر عن النتائج (ملغ مكافئ حمض جاليك/ 100غ عينة).

استُخدمت طريقة الجذر الحر ثنائي فينيل بيكريل هيدرازيل DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) لقياس النشاط المضاد للأكسدة بتقدير النشاط الكابح للجذور الحرة بحسب Singh وزملائه (2002). كما قُدّر الاسمرار اللاإنزيمي للمستخلصات الكحولية للعينات المختلفة باستخدام جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) عند طول موجة 420 نانومتراً بحسب Garza وزملائه (1999). واستُخدمت طريقة المعايرة بمحلول

اليود بوجود مشعر النشاء لتقدير تركيز ثاني أوكسيد الكبريت بحسب AOAC (2000)، وقد جرى الاختبار بعد المعاملة الأولية للثمار وبعد الحصول على المنتج النهائي.

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

تأثير طرائق التجفيف والمعاملة بغاز ثاني أوكسيد الكبريت في المؤشرات الكيميائية للعنب: يلاحظ من الجدول (1) عدم وجود تأثير معنوي لطرائق التجفيف والمعاملة بغاز ثاني أوكسيد الكبريت في كل من الرطوبة والمواد الصلبة الذائبة والجوامد الكلية ورقم الـ pH.

الجدول (1) تأثير طرائق التجفيف والمعاملة بغاز ثاني أوكسيد الكبريت في بعض المؤشرات الكيميائية للعنب البلدي المصفر.

تركيز غاز SO_2	طريقة التجفيف	الرطوبة %	المواد الصلبة الذائبة% (بريكس)	الباءهاء (pH)	الحموضة (حمض طرطريك)%	السكريات الكلية (غ/100غ وزن جاف)
0.00 P.P.m	غير مجفف (شاهد)	0.50^{b} ±81.50	0.50^{a} ±17.63	0.39^{a} ±4.06	0.37^{c} ±0.47	0.29^{f} ±85.63
	الشمسي	0.50^{a} ±17.65	0.76^{d} ±75.50	0.26^{d} ±4.66	0.01^{a} ±0.29	0.35^{d} ±75.65
	الحراري	0.50^{a} ±17.62	0.29^{d} ±75.60	0.01^{abc} ±4.32	0.09^{c} ±0.45	0.50^{e} ±78.22
	بالطاقة شمسية	0.20^{a} ±17.80	0.29^{b} ±74.77	0.014^{bcd} ±4.38	0.02^{e} ±0.78	0.037^{b} ±54.73
2000 P.P.m	غير مجفف	0.23^{b} ±81.00	0.19^{a} ±17.42	0.02^{ab} ±4.15	0.19^{c} ±0.45	0.19^{f} ±83.58
	الشمسي	0.31^{a} ±17.50	0.38^{bcd} ±75.25	0.14^{cd} ±4.58	0.02^{b} ±0.35	0.28^{c} ±70.41
	الحراري	0.35^{a} ±17.50	0.29^{cd} ±75.30	0.02^{bcd} ±4.39	0.04^{d} ±0.49	0.18^{cd} ±72.01
	بالطاقة شمسية	0.24^{a} ±17.53	0.14^{bc} ±74.88	0.01^{ab} ±4.29	0.02^{f} ±0.83	0.12^{a} ±49.41

تشير الأحرف المتشابهة إلى عدم وجود فروق معنوية ($p<0.05$) بين المتوسطات في العمود الواحد

وفي المقابل أظهرت النتائج بوضوح وجود تأثير معنوي ($p<0.05$) لطريقة التجفيف والمعاملة بغاز ثاني أوكسيد الكبريت في محتوى ثمار العنب من السكريات الكلية. وقد ظهر أكبر أثر معنوي لطريقة التجفيف بالطاقة الشمسية للثمار المعاملة بغاز ثاني أوكسيد الكبريت بتركيز (2000 ppm) في خفض محتوى ثمار العنب من السكريات الكلية، إذْ بلغت (49.41 غ/100غ مادة جافة). مع الإشارة إلى عدم وجود أية فروقات معنوية في كمية السكريات الكلية للثمار الطازجة سواء كانت معاملة بغاز SO_2 أم غير معاملة. وجاءت هذه النتائج متوافقة مع Carughi (2008) الذي بيّن أن محتوى الزبيب من سكريات الغلوكوز والفركتوز يراوح بين (75-85%)، كما يزداد تركيز السكر بزيادة نضج الزبيب، ويعود تركيز السكر في الزبيب إلى تأثير الخصائص الديناميكية والفيزيائية للزبيب، كما أن الإنزيمات مثل البكتيناز تتفاعل مع البكتينات الموجودة في جدران الخلايا فتنتج سكريات إضافية تعزز من فعل الاسمرار، ومن ثمَ حدوث عمليات غير مسيطر عليها، كما تؤدي عملية التسخين أيضاً إلى حدوث تفاعل ميلارد وتحسين النكهة بشرط ألا يؤدي التسخين إلى تغيرات غير مرغوب فيها في المنتج. كما تعمل البروتينات الموجودة في الزبيب على خفض السكريات الموجودة داخل الفاكهة ضمن ظروف مناسبة، لأنها تسبّب الاسمرار وتحسين النكهة، وإنَ ما يحصل هنا هو تفاعل ميلارد بشكل مثالي في شروط مثالية. كما يتضح من الجدول (1) أن طرائق التجفيف المتبعة والمعاملة بغاز ثاني أوكسيد الكبريت قد أثرت وبشكل معنوي ($p<0.05$) في الحموضة الحرة. وهذا يتوافق مع Canellas وزملائه (2006) في دراسته عن طرائق التجفيف المختلفة.

تأثير طرائق التجفيف والمعاملة بغاز ثاني أوكسيد الكبريت في محتوى ثمار العنب البلدي المصفر من المركبات الفعالة بيولوجياً وفي النشاط المضاد للأكسدة (DPPH):

يلاحظ من الجدول (2) وجود تأثير معنوي لطرائق التجفيف والمعاملة بغاز ثاني أوكسيد الكبريت في محتوى ثمار العنب من فيتامين C والفينولات الكلية. وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع Xiao وزملاؤه [b](2010) و Carughi (2008). وقد أشار Lachman وزملاؤه (2009) إلى تأثير عملية التجفيف في تخريب فيتامين C وفقدانه، كما بيَن Kim وزملاؤه (2006) إلى أن الفقد في فيتامين C يصل إلى 81% في الخضار والفواكه المجففة. كما تجدر الإشارة إلى وجود أثر معنوي لطريقة التجفيف الشمسي في خفض محتوى الثمار من الفينولات الكلية، إذ انخفضت كميتها إلى أقل من النصف، وبلغ محتوى الثمار من الفينولات الكلية (2.16 مغ/100غ مادة جافة) لثمار العنب غير المعاملة بغاز ثاني أوكسيد الكبريت والمجففة شمسياً.

الجدول (2) تأثير طرائق التجفيف والمعاملة بغاز ثاني أوكسيد الكبريت في محتوى ثمار العنب البلدي المصفر من المركبات الفعالة بيولوجياً وفي النشاط المضاد للأكسدة.

تركيز غاز SO2	طريقة التجفيف	فيتامين c (مغ/100غ وزن جاف)	الفينولات الكلية (مغ/100غ وزن جاف)	النشاط المضاد للأكسدة (DPPH) مقدراً %Inhibition
P.P.m 0.00	غير مجفف (شاهد)	10.50^{d} ±26.78	6.41^{d} ±26.86	0.21^{c} ±58.58
	الشمسي	0.03^{a} ±1.75	0.38^{a} ±2.16	0.64^{h} ±82.42
	الحراري	0.07^{c} ±6.39	0.03^{b} ±6.64	0.50^{d} ±63.94
	بالطاقة شمسية	0.56^{c} ±6.96	0.04^{b} ±6.33	0.35^{a} ±31.67
P.P.m 2000	غير مجفف	5.37^{e} ±32.26	2.01^{c} ±23.76	0.44^{e} ±69.98
	الشمسي	0.15^{b} ±3.47	0.06^{b} ±5.07	0.76^{g} ±77.48
	الحراري	0.16^{c} ±6.87	0.02^{b} ±7.24	0.19^{f} ±73.48
	بالطاقة شمسية	0.30^{c} ±7.17	0.06^{b} ±5.62	0.32^{b} ±50.42

تشير الأحرف المتشابهة في العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($p<0.05$) بين المتوسطات

وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع نتائج Carughi (2008). وقد أشار Parker وزملائه (2007) وEhlenfeldt وPrior (2001) إلى أنَ التركيز العالي من البروسيانيدين Procyanidins يدلّ على حدوث عمليات بلمرة خلال التجفيف. كما تفسر النتائج بأنّ عملية تصنيع العنب لإنتاج الزبيب، تؤدي إلى فقد نسبة من الفينولات ومضادات الأكسدة، نتيجة عمليات الأكسدة بالهواء وعمليات الأكسدة الإنزيمية، وهذا ما يحدث خلال عمليات التجفيف (Breksa وزملاؤه، 2010).

وتشير النتائج في الجدول (2) بوضوح إلى وجود تأثير معنوي ($p<0.05$) لطريقة التجفيف والمعاملة بغاز SO_2 في النشاط المضاد للأكسدة في العينات كلّها، إذْ انخفض النشاط المضاد للأكسدة من (58.58%) لثمار العنب الطازجة وغير المعاملة بغاز SO_2 إلى (31.67%) لثمار العنب المجففة بالطاقة الشمسية، وإلى (50.42%) لثمار العنب المعاملة بغاز SO_2، والمجففة بالطاقة الشمسية. وتجدر الإشارة إلى أن عينات العنب غير المعاملة بغاز ثاني أوكسيد الكبريت والمجففة شمسياً قد أبدت تزايداً ملحوظاً بنشاطها المضاد للأكسدة مقارنة بطرائق التجفيف الأخرى الذي بلغ نحو (82.42%). وقد أشار Moreno وزملاؤه (2007) و Peinado وزملاؤه (2009) إلى أن النشاط المضاد للأكسدة هنا يعود إما إلى تركيز الفينولات في الأعناب أو إلى تشكيل نواتج تفاعل ميلارد مثل Melanoidins (المترافقة مع تركيز عالٍ من السكريات) التي توجد بوصفها مركبات مترافقة مع النشاط المضاد للأكسدة.

تأثير طرائق التجفيف والمعاملة بغاز ثاني أوكسيد الكبريت في درجة الاسمرار اللاإنزيمي لثمار العنب البلدي المصفر:

وجد أن لطريقة التجفيف بالطاقة الشمسية الأثر الأكبر ($p < 0.05$) في التقليل من درجة الاسمرار سواء كانت الثمار معاملة بغاز ثاني أوكسيد الكبريت أم غير معاملة (الجدول 3).

كما أظهرت النتائج وجود تأثير معنوي للمعاملة بغاز SO_2، إذ انخفضت درجة الاسمرار من (0.129) إلى (0.073). وتتفق هذه النتائج مع Breksa وزملائه (2010)، إذ إنّ المعاملة بغاز SO_2 تقلل من تفاعلات الاسمرار الإنزيمية واللاإنزيمية عن طريق حجز المركبات السكرية التي تحوي على مجموعة كربونيل نشطة (تفاعل ميلارد- الاسمرار غير الإنزيمي) وتثبيط بأنزيمات فينول أوكسيداز التي تؤكسد المركبات الفينولية وتسبب الاسمرار الإنزيمي (Belitz وGrosch، 1999). وقد أشار Carughi (2008) إلى أن الزبيب يكتسب اللون البني الداكن، بسبب تراكم صبغات الميلانين ذات اللون البني المسود المتكونة نتيجة نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز وتفاعلات الاسمرار اللاإنزيمية.

الجدول (3) تأثير طرائق التجفيف والمعاملة بغاز ثاني أوكسيد الكبريت في درجة الاسمرار اللاإنزيمي لثمار العنب البلدي المصفر.

تركيز غاز SO2	طريقة التجفيف	درجة الاسمرار اللاإنزيمي (الامتصاصية عند 420 نانومتر)
Ppm 0.00	مجفف شمسي	$0.018^{d} \pm 0.135$
	مجفف حراري	$0.02^{e} \pm 0.142$
	مجفف طاقة شمسية	$0.001^{c} \pm 0.129$
Ppm 2000	مجفف شمسي	$0.02^{b} \pm 0.105$
	مجفف حراري	$0.09^{c} \pm 0.120$
	مجفف طاقة شمسية	$0.01^{a} \pm 0.073$

تشير الأحرف المتشابهة في العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية ($p<0.05$) بين المتوسطات

تأثير طرائق التجفيف والمعاملة بغاز ثاني أوكسيد الكبريت في مدة تجفيف ثمار العنب البلدي المصفر:

أظهرت النتائج في الجدول (4) أن لطريقتي التجفيف الحراري والطاقة الشمسية تأثيراً معنوياً في خفض الزمن اللازم لإتمام عملية التجفيف. كما تبيّن النتائج في الجدول السابق أن للمعاملة بغاز SO_2 تأثيراً معنوياً في خفض الزمن اللازم لإتمام عملية التجفيف، ولاسيّما طريقة التجفيف الحراري، إذ كان للعينات المعاملة بغاز SO_2 والمجففة حرارياً أكبر أثر معنوي في خفض الزمن اللازم لإتمام عملية التجفيف، فقد انخفض الزمن اللازم للتجفيف من (476 ساعة) للعينات غير المعاملة بغاز SO_2 والمجففة شمسياً، إلى (176 ساعة) لثمار العنب غير المعاملة بغاز SO_2 والمجففة حرارياً، وإلى (166 ساعة) لثمار

العنب المعاملة بغاز SO_2 والمجففة بالطاقة الشمسية، وإلى (137 ساعة) للثمار المعاملة بغاز SO_2 والمجففة حرارياً.

الجدول (4) تأثير طرائق التجفيف والمعاملة بغاز ثاني أوكسيد الكبريت في الزمن اللازم لتجفيف ثمار العنب البلدي المصفر.

المؤشرات المدروسة	تركيز ثاني أوكسيد الكبريت في ثمار العنب البلدي الأبيض المصفر					
	P.P.m 0.00			P.P.m 2000		
	شمسي	حراري	طاقة شمسية	شمسي	حراري	طاقة شمسية
زمن التجفيف /ساعة/	4.00^{e} ±476	8.00^{bc} ±176	12.00^{c} ±180	5.29^{d} ±458	6.11^{a} ±137	3.71^{b} ±166

تشير الأحرف المتشابهة في العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية (p<0.05) بين المتوسطات

ومن خلال مقارنة النتائج (الجدول 4)، تتبيّن أهمية المعاملة بغاز SO_2 في خفض الزمن اللازم لإتمام عملية التجفيف ولاسيما طريقة التجفيف الحراري، وهذا يتوافق مع Femenia وزملائه (1998)، Mahmutoglu وزملائه (1996).

تأثير طرائق التجفيف في كمية غاز ثاني أوكسيد الكبريت المتبقية في ثمار العنب البلدي المصفر:

أظهرت النتائج في الجدول (5) عدم وجود تأثير معنوي لطريقة التجفيف الحراري في كمية غاز ثاني أوكسيد الكبريت المتبقية. وفي المقابل فإن لطريقة التجفيف الشمسي وطريقة التجفيف بالطاقة الشمسية أكبر أثر معنوي في خفض كمية غاز ثاني أوكسيد الكبريت المتبقية بعد التجفيف إلى (PPM 753)، وهذا يتفق مع Canellas وزملائه (2006) الذي أشار إلى أن المستوى المقبول من ثاني أوكسيد الكبريت في ثمار العنب هو (Ppm 2000) كحد أعظمي. بينما أشار Fazio و Warner (1990) إلى أن الكمية المسموح بها من ثاني أوكسيد الكبريت في ثمار العنب المجففة يجب ألا تتجاوز (3000 مغ/كغ) كحد أقصى.

الجدول (5) تأثير طرائق التجفيف في كمية غاز ثاني أوكسيد الكبريت المتبقية في ثمار العنب البلدي المصفر.

المؤشرات المدروسة	تركيز ثاني أوكسيد الكبريت في ثمار العنب البلدي الأبيض المصفر			
	P.P.m 2000			
	غير مجفف	شمسي	حراري	طاقة شمسية
المحتوى من غاز SO_2 (P.P.m)	1.20^{b} ±1154	1.21^{a} ±753	1.04^{b} ±1076	1.01^{a} ±753

تشير الأحرف المتشابهة في العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية (p<0.05) بين المتوسطات

واستنتج أنً لطريقتي التجفيف الحراري والطاقة الشمسية وللمعاملة بغاز SO2 تـــأثير معنوي في الزمن اللازم لإتمام عملية التجفيف وفي النشاط المضاد للأكسدة لثمار العنـــب الطازجة والمجففة، وأن عينات العنب المجففة (الشمسي والحراري) والمعاملة بغاز ثاني أوكسيد الكبريت تبدي تزايداً ملحوظاً بنشاطها المضاد للأكسدة

ويوصى بإيجاد طرائق تضمن تجفيف العنب بصورة يخفف فيها مـــن تهـــدم المـــواد الفعالة بيولوجياً.

References المراجع

الشيخ حسن، طه .1997. موسوعة كرمة العنب، دمشق، 543 صفحة.

AOAC. 2000. Association of official analytical chemists, official methods of analysis, 17th Ed, Washington DC, 1-43.

AOAC. 2005. Determination of moisture, ash, protein and fat. Official methods of analysis. 18th Ed. Association of official analytical chemists, washington, DC.

Asami, D. K., Y. J. Hong, D. M. Barrett and A.E. Mitchell. 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.

Athanasopoulos, P. and A. Thanos. 1998. Quality characteristics of sultanina table grapes store in pilot plant scale. Fruits, 53: 199–206.

Belitz, H. D. and W. Grosch. 1999. Phenolic compounds. Food Chemistry, 2nd Edn. Berlin: Springer-Verlag, 764-775.

Breksa, A.P., Gary R. Takeoka, Marlene B. Hidalgo, Ana Vilches, Justine Vasse and David W. Ramming. 2010. Antioxidant activity and phenolic content of 16 raisin grape (Vitis Vinifera L.) cultivars and selections. Food Chemistry, 121: 740–745.

Canellas, J., C. Rossello, S. Simal, L. Soler and A. Mulet. 2006. Storage conditions affect quality of raisins. Journal of Food Science, 58(4): 805 – 809.

Carughi. A. 2008. Health benefits of sun-dried raisins. Health research and studies center. A Review prepared for Sun-Maid Growers of California, 13525 South Bethel Avenue Kingsburg, California 93631, 1-63.

Changmou, X., Y. Zhang, L. Cao and J. Lu. 2010. Phenolic compounds and antioxidant properties of different grape cultivars grown in china. Food Chemistry, 119(4): 1557-1565.

Cho, E., J.M. Seddon, B. Rosner, W.C. Willett and S.E. Hankinson. 2004. Prospective study of intake of fruits, vegetables, vitamins, and carotenoids and risk of age-related maculopathy. Arch Ophthalmol, 122(6): 883-92.

Dincer, I. 1996. Sun drying of sultana grapes. Drying Technology, 14 (7-8):1827 – 1838.

Doymaz., I. 2006. Drying kinetics of black grapes treated with different solutions. Journal of Food Engineering, 76 (2): 212-217.

Ehlenfeldt, M.K. and R.L. Prior. 2001. Oxygen radical absorbance capacity (orac) and phenolic and anthocyanin concentrations in fruit and leaf tissues of highbush blueberry. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49: 2222-2227.

Fazio, T. and C.R. Warner. 1990. A review of sulphites in foods. Food Additives and Contaminants, 7(4): 433-454.

Femenia, A., E. S. Sánchez, S. Simal and C. Rosselló. 1998. Effects of drying pretreatments on the cell wall composition of grape tissues. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46 (1): 271-276.

Garza, S., A. Ibarz, J. Pagan and J. Giner. 1999. Non-enzymatic browning in peach puree during heating. Food Research International, 32: 335-343.

Jairaj, K.S., S.P. Singh and K. Srikant. 2009. Solar drying. Solar Energy, 83(9): 1698-1712.

Kim, S. K., W. Lee, J. Park and J. H. Lee. 2006. Effect of drying in antioxidant activity and changes of ascorbic acid and colour by different drying and storage in Korean red pepper (Capsicum annuum, L.). Journal of Food Science and Technology, 41: 90–95.

Krokida, M.K., and D. Marinos-Kouris. 2003. Rehydration kinetics of dehydrated products. Journal of Food Engineering, 57(1-7): 135.

Lachman, J., M. Sulc, K. Faitova and F. Pivec. 2009. Major factors influencing antioxidant contents and antioxidant activity in grapes and wines. International journal of wine research, 2: 101-121.

Mahmutoglu, T., F. Emir and Y.B. Saygi. 1996. Sun/Solar drying of differently treated grapes and storage stability of dried grapes. Journal of Food Engineering 29 (3–4): 289–300.

Moreno, J., J. Peinado and R.A. Peinado. 2007. Antioxidant activity of musts from pedro ximenenz grapes subjected to off-vine drying process. Food Chemistry, 107: 224-228.

Papadopoulou-Mourkidou, E. 1991. Postharvest-applied agrochemicals and their residues in fresh fruits and vegetables. Journal of Association of Official Analytical Chemists, 74(5): 745-765.

Parker, T. L., W. Xiao-Hong, J. Pazmiño and J. N. Engeseth. 2007. Antioxidant capacity and phenolic content of grapes, sun-dried raisins, and golden raisins and their effect on ex vivo serum antioxidant capacity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55 (21): 8472–8477.

Peinado, J., N. Lopez De Lerma, J. Moreno and R.A. Peinado. 2009. Antioxidant activity of different phenolics fractions isolated in must from Pedro Ximenez grapes at different stages of the off-vine drying process. Food Chemistry, 114(3-1): 1050-1055.

Ramaswamy, H., M. Marcotte. 2006. Food processing principles and application. London: Taylor and Francis Group.

Singh, R.P., K.N. Chidambara and G.K. Jayaprakasha. 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.

Wada, L. and B. Ou, 2002. Antioxidant activity and phenolic content of oregon caneberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50: 3495-3500.

Xiao, Hong-Wei., Chang-Le Pang, Li-Hong Wang, Jun-Wen Bai, Wen-Xia Yang and Zhen-Jiang Gao. 2010[a]. Drying kinetics and quality of Monukka seedless grapes dried in an air-impingement jet dryer. Biosystems Engineering, 105(2): 233-240.

Xiao, H.W., Z.J. Gao, H. Lin and W.X. Yang. 2010[b]. Air impingement drying characteristics and quality of carrot cubes. Journal of Food Process Engineering, 33(5): 899-918.

Yilmaz-Yusuf and R.T. Toledo. 2006. Oxygen radical absorbance capacities of grape/wine industry byproducts and effect of solvent type on extraction of grape seed polyphenols. Journal of Food Composition and Analysis, 19(1): 41-48.

Received	**2013/04/29**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2013/11/11**	**قبول البحث للنشر**