مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ــ (2010) ــ المجلد (26) ــ العدد 1 ــ الصفحات: 293-304

تأثير تجفيف شرائح البندورة وتخزينها في محتواها من حمض الأسكوربيك والليكوبين

أنور الحاج علي و صباح اليازجي و بسام العقلة

الملخص

أجريت عملية التجفيف لشرائح البندورة من الصنف لوريت باستخدام التجفيف بالفرن على درجتي حرارة 40 مْ و60 مْ بعد أن عُومل قسم من العينات بميتا باي سلفيت الصوديوم. وذلك لتقييم تغيرات حمض الأسكوربيك والليكوبين بعد التجفيف والتخزين مدة ستة أشهر على شرائح البندورة بطريقة التعبئة تحت تفريغ ودون تفريغ.وقد أثبتت هذه الدراسة أن شرائح البندورة المجففة على درجة حرارة 40 مْ والمعاملة بميتا باي سلفيت الصوديوم مع التخزين في أكياس مفرغة من الهواء كانت الفضلى في المحافظة على مضادات الأكسدة مدة ستة أشهر.

الكلمات المفتاحية: البندورة، التجفيف، مضادات الأكسدة، حمض الأسكوربيك، ليكوبين.

قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، ص.ب 30621، جامعة دمشق، سورية.

Effects of Dehydration and Storage of Tomato Slices on their Content of Ascorbic Acid and Lycopene

A. Alhajali; S. Yazagi and B. Oklah

ABSTRACT

Dehydration process was carried out for tomato slices (Variety Loriet) using oven drying at 40 C^o and 60 C^o after adding Sodium metabisulphite for the two treatments. Study was carried out on the changes of Ascorbic acid and Lycopenes after dehydration and storage periods for six months for dried tomato slices packed in under vacuum bags and ordinary plastic bags. Results showed that dried tomato slices at 40 C^o with metabisulphite using under vacuum bags was significantly the best treatment to preserve both ascorbic acid and lycopene for six months storage .

Key words: Tomato, Dehydration, Antioxidant, Ascorbic acid, Lycopene.

Food Sci. Dep. Fac.Agr. P.O.Box 30621, Damascus University, Syria.

المقدمة

تُعــدُّ البنــدورة *Lycopersicon esculentum* التــي تنتمــي للعــائلــة البــاذنجــانــيــة *Solanaceae* إحدى الخضار المهمة في وجباتنا الغذائية، لأنها غنيــة بمضادات الأكسدة كالليكوبين وحمض الأسكوربيك والفينولات والفلافونيدات التي تــسهم في تثبيط الجذور الحرة في جــسم الإنــسان (Beutner, *et al*., 2001؛ Giovanelli, Paradiso and 2002)، ولذلك يساعد استهلاك البندورة ومنتجاتها المختلفة فــي منــع أمراض السرطان وأمراض القلــب (George, *et al*., 2001؛ Lister, 2003)، وقــد ازداد الإنتاج العالمي من البندورة الطازجة والمصنعة 300% في العقود الثلاثة الأخيرة، فقد بلغ 125 مليون طن (Perumal, 2007).

تتميز البندورة بقابليتها العالية للتلف في الحالة الطازجة، لذا يُعــدُّ التجفيــف إحــدى الطرق الرئيسية لحفظها (Lewicki,2005)، حيث يمكن أن تجفف على شكل أنصاف أو شرائح أو مساحيق مطحونة ناعمة، لأجل استعمالها كمكون للبيتــزا والأطبــاق النباتيــة المختلفة (Giovanelli, *et al*., 2002). إلا أن التجفيف يؤدي إلى تضرر في مضادات الأكسدة، حيث تؤثر الحرارة سلباً في حمض الأسكوربيك بشكل أكبر من الليكوبين الــذي يُعدُّ مقاوماً نسبياً للحــرارة (Abushita, *et al*., Sanchez-Moreno, *et al*., 2003; 2000) فتسبب درجات الحرارة المرتفعــة فقــداً كبيــراً فــي حمــض الاســكوربيك (Giovanelli, *et al*., 2002) كما يزداد فقــد الليكــوبين بزيــادة حــرارة التجفيــف (Kross, *et al*., 2004)، في حين تنخفض نسبة الفقد عند استخدام درجــات الحــرارة المنخفضة، وقد بيّن (Toor and Savage, 2006) أن التجفيف على درجة حرارة 42 مْ أدى إلى انخفاض في محتوى حمض الأسكوربيك من 284 ملغ/100غ وزناً جافــاً فــي البندورة الطازجة إلى 223 ملغ/100غ وزناً جافاً في البندورة المجففة.

تتأثر مضادات الأكسدة بظروف التخزين التي تــشمل الحــرارة والــضوء والهــواء (Sahlin, *et al*., 2004) حيث يتفكك الليكوبين وحمض الأســكوربيك بوجــود الهــواء (Anguelova and Warthesen, 2000)، فقد لوحظ أن البندورة المجففة تمتلك ثباتــاً ضعيفاً لليكوبين مالم توضع في وسط مغلق غير نفوذ عند التخزين (Shi and Maguer، 2000)، كما أشار (Tolba,1985) في دراسته على تخزين عصير البنــدورة المجفــف المعبأ بوجود الهواء مدة ستة أشهر إلى انخفاض حمض الأسكوربيك والليكوبين من 65.7 و289.9 ملغ/100غ وزناً جافاً إلى 57.6 و192.4 ملغ/100غ وزناً جافاً على التوالي.

يمكن التقليل من تفكك الليكوبين وحمض الأسكوربيك في أثناء التجفيف والتخزين بإضــافة ثنائي أكسيد الكبريت إلى البندورة الذي يقوم بــدور حمايــة لمــضادات الأكــسدة (Zanoni, 1999 ؛ *et al*., 2004 Camargo,) فقد لاحظ (Latapi and Barrett, 2006) أن

محتوى الليكوبين في العينات المكبرتة 147 ملغ/100غ وزناً جافاً كانت أعلى من العينات غير المكبرتة 93 ملغ/100غ وزناً جافاً، وذلك بعد ثلاثة أشهر من التخزين.

ونظراً إلى اعتماد الريف السوري على تجفيف الخضار ولاسيما البندورة ليتم استهلاكها لاحقاً بعد تخزينها لمدد مختلفة، هدفت هذه الدراسة إلى تحديد كمية حمض الأسكوربيك والليكوبين المتبقية في شرائح البندورة المجففة من خلال دراسة المعاملات الآتية:

1- تأثير حرارة التجفيف بإضافة ميتا باي سلفيت الصوديوم في محتوى حمض الأسكوربيك والليكوبين.

2- تأثير التخزين مدة ستة أشهر بوجود الهواء أو التفريغ خلال التعبئة بإضافة ميتا باي سلفيت الصوديوم إلى محتوى حمض الأسكوربيك والليكوبين.

مواد البحث وطرائقه

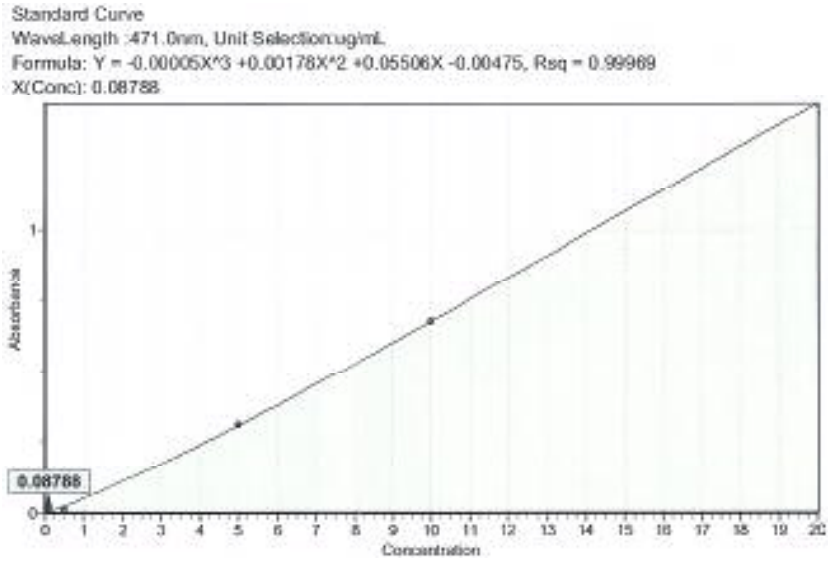
نفذ هذا البحث في مخابر قسم علوم الأغذية بكلية الزراعة في موسم 2006-2007 واستخدمت في هذه الدراسة البندورة (صنف لوريت) من السوق المحلية، وقد أجريت عليها عمليات الفرز والغسيل والتقطيع إلى شرائح بسماكة 5 ملم.

قسمت شرائح البندورة المقطعة إلى قسمين، أضيف إلى القسم الأول ميتا باي سلفيت الصوديوم بنسبة 2 غ/ 1000 غ في حين ترك القسم الآخر شاهداً.

جففت مجموعة من شرائح البندورة المكبرتة وعينة المقارنة باستخدام فرن تجفيف Kotterman ألماني الصنع على درجة حرارة 40 م^{o} مدة 22 ساعة، كما جففت مجموعة أخرى على درجة حرارة 60 م^{o}مدة 16 ساعة.

خزنت شرائح البندورة المجففة مدة 6 أشهر ضمن أكياس من البولي إتيلين باتباع نظام التعبئة تحت تفريغ، ونظام التعبئة دون تفريغ للمعاملات المدروسة.

أجريت التحاليل الكيميائية للرطوبة حسب الطريقة الموصوفة في (A.O.A.C، 2000)، وحمض الأسكوربيك باستخدام طريقة المعايرة بصبغة 2، 6 ثنائي كلوروفينول إندوفينول (A.O.A.C، 2000) والليكوبين وفقاً لطريقة (Markovic *et al.,* 2006) باستخلاص الليكوبين من العينات المدروسة بمذيب الهكسان بمساعدة محرك مغناطيسي و ترشح المزيج بورق ترشيح (Watman.42)، وقيست امتصاصية الليكوبين باستخدام جهاز المطياف الضوئي GPC نموذج 911 (صنع استرالي) عند طول موجة 471 nm، وحدد الليكوبين باستخدام منحنى خطي قياسي (R^2 = 0.9996) بإذابة الليكوبين القياسي بالهكسان بتركيز 0.25 إلى 1.25 ميكروغرام/ مل، وعبر عن محتويات الليكوبين بالمليغرام في 100 غ وزناً جافاً كما هو موضح في المخطط البياني (1).



مخطط (1) منحني بياني قياسي يبين العلاقة بين التركيز(ppm) والامتصاصية لليكوبين.

أُجري التحليل الإحصائي للعينات المختبرة لحساب المتوسطات، والخطأ القياسي، وتحليل التباين باستخدام التحليل الإحصائي ANOVA 1 وفق التصميم (2x2x3)، وحللت البيانات لمقارنة المعاملات المختلفة على مستوى ثقة 5 % باستخدام الحاسب والبرنامج الإحصائي SPSS15.

النتائج والمناقشة

تأثير التجفيف في محتوى الرطوبة وحمض الأسكوربيك والليكوبين في البندورة المجففة

يبين الجدول (1) تأثير التجفيف في متوسطات محتوى الرطوبة وحمض الأسكوربيك والليكوبين في البندورة المجففة، يلاحظ من الجدول وجود فروق معنوية من حيث محتوى متوسطات الرطوبة للعينات المدروسة في نوعية التجفيف على مستوى ثقة 5%، وقد بلغ متوسط رطوبة العينات المجففة على درجة حرارة 40 مْ 0.04 ±12.83% للشاهد و0.04 ±12.85% للمكبرت، وهي أعلى من متوسط رطوبة العينات المجففة على درجة حرارة 60 مْ 0.06±12.05% للشاهد و0.08±12.01 % للمكبرت؛ وهذا يعود إلى ارتفاع درجة حرارة التجفيف. في حين لا توجد فروق معنوية على مستوى (P<0.05) بين العينات المكبرتة وعينة الشاهد ضمن كل نوع من نوعي التجفيف.

الجدول (1) تأثير التجفيف في متوسطات محتوى الرطوبة وحمض الأسكوربيك والليكوبين في البندورة المجففة

نوع التجفيف	إضافة الكبريت	الرطوبة %	حمض الأسكوربيك*	الليكوبين*
40 م°	شاهد	^{b}12.83± 0.04	0.08 ^{c}±108.33	0.03^{b}±321.18
	مكبرت	^{b}12.85±0.04	0.13 ^{d}±119.42	0.04^{d}±331.79
60 م°	شاهد	^{a}12.05± 0.06	0.02 ^{a}±93.59	0.12^{d}±315.31
	مكبرت	^{a}12.01±0.08	0.08 ^{b}±102.39	0.04^{c}±326.11

الأحرف المختلفة تدل على وجود فروق معنوية (P < 0.05) ضمن العمود الواحد.
*القيمة مقدرة ملغ /100 غ مادة جافة

أما من حيث حمض الأسكوربيك فالجدول (1) يبيّن تفوق العينات المجففة في درجة حرارة 40 م° بشكل معنوي على مستوى ثقة (P < 0.05) للعينات المكبرتة بمتوسط قيمته 0.13 ±119.42 ملغ مقارنة بعينة الشاهد 0.08 ±108.33، وبنسبة فقد 38.58 % للمكبرت و44.28 % للشاهد عند مقارنتهما مع الطازج في الجدول (2). بلغت قيم العينات المجففة على درجة حرارة 60 م° بمتوسط قدره 0.08± 102.39 ملغ للعينات المكبرتة و0.20± 93.59 ملغ لعينات الشاهد وبنسبة فقد 47.34 % للمكبرتة و51.86% للشاهد عند مقارنتهما بالطازج في الجدول (2).

الجدول (2) محتوى الرطوبة وحمض الأسكوربيك والليكوبين للبندورة الطازجة

الرطوبة	% 94.21±0.02
حمض الأسكوربيك	194.42±0.03 (ملغ/100غ وزن جاف)
الليكوبين	336.72±0.05 (ملغ/100غ وزن جاف)

وهذه النتائج تتوافق مع كل من (Chang, *et al*., 2006) و(Toor and Savage.2005) في دراستيهما لتأثير التجفيف في محتوى حمض الأسكوربيك في البندورة المجففة، كما توافقت مع ما ذكره (Sahlin, *et al*., 2004) عن إمكانية الاحتفاظ بحمض الأسكوربيك كلما انخفضت درجة حرارة التجفيف ومع ما وجده (Camargo, *et al*., 2004) من أن استخدام ميتا باي سلفيت الصوديوم يؤدي إلى المحافظة على حمض الأسكوربيك في البندورة المجففة.

أما من حيث الليكوبين فقد تفوقت العينات المجففة على درجة حرارة 40 م° بشكل معنوي (P < 0.05) للعينات المكبرتة بمتوسط بلغ 0.04± 331.79 ملغ مقارنة بالشاهد بمتوسط بلغ 0.03±321.18، وبنسبة فقد 1.46% للمكبرتة و4.62% لعينة الشاهد لدى مقارنتهما بالطازج في الجدول (2)، وبلغت قيم العينات المجففة على درجة حرارة 60 مْ بمتوسط قدره 0.04± 326.11 و0.12±315.31 للعينات المكبرتة وعينة الشاهد على التوالي، وبنسبة فقد 3.15% للمكبرتة و6.36 % لعينة الشاهد عند مقارنتهما بالطازج في الجدول (2).

مما سبق نجد أن نسبة الفقد في الليكوبين كانت قليلة لدى مقارنتها بحمض

الأسكوربيك، لأن الليكوبين يُعدُّ من أكثر مضادات الأكسدة ثباتاً بالنسبة إلى الحرارة، وهذا يتوافق مع ما ذكره (Abushita, *et al*., 2000) في بحثهم عن تأثير الحرارة في الليكوبين، كما أثبتت هذه الدراسة تفوق العينات المكبرتة بشكل معنوي ($P < 0.05$) مقارنة بعينات الشاهد؛ لأن ميتا باي سلفيت الصوديوم حافظ على الليكوبين ضد التضرر الحراري، وهذا يتوافق مع ما ذكره (Suguna, *et al*., 1995).

تأثير التخزين في محتوى حمض الأسكوربيك للبندورة المجففة

تبيّن نتائج الجدولين (3) و(4) متوسطات حمض الأسكوربيك للبندورة المجففة على درجة حرارة 40 مْ و60 مْ خلال مدة التخزين لمدة 6 أشهر (ملغ/100غ مادة جافة)، حيث يلاحظ انخفاض حمض الأسكوربيك للبندورة المجففة على درجة حرارة 40مْ و60مْ خلال مدة التخزين في الزمن (0) و(3) و(6) أشهر للمعاملات جميعها. وهذا يتوافق مع ما وجده (Pereira, *et al*., 2006) في دراستهما على مسحوق البندورة المخزنة من حيث محتوى حمض الأسكوربيك، كما أن النتائج توافقت مع ما ذكره (Idah and Aderibigbe, 2007) فيما يتعلق بانخفاض حمض الأسكوربيك خلال تخزين البندورة المجففة مدة 3 أشهر.

الجدول (3) متوسطات حمض الأسكوربيك للبندورة المجففة على درجة حرارة 40 مْ خلال مدة التخزين مدة 6 أشهر (ملغ/100غ مادة جافة)

المعاملة	نوع التعبئة	مدة التخزين بالأشهر		
		0	3	6
شاهد	دون تفريغ	108.33 ^{a}±0.08	92.43 ^{a}±0.08	81.85 ^{a}±0.09
	تحت تفريغ	108.33 ^{a}±0.08	101.41 ^{b}±0.11	95.49 ^{b}±0.13
مكبرت	دون تفريغ	119.42 ^{b}± 0.13	108.53 ^{c}±0.12	98.77 ^{c}±0.10
	تحت تفريغ	119.42 ^{b}± 0.13	113.18 ^{d}±0.10	109.73 ^{d} ±0.15

الأحرف المختلفة تدل على وجود فروق معنوية ($P < 0.05$) ضمن العمود الواحد

الجدول (4) متوسطات حمض الأسكوربيك للبندورة المجففة على درجة حرارة 60 م^{o} خلال مدة التخزين مدة 6 أشهر (ملغ/100غ مادة جافة).

المعاملة	نوع التعبئة	مدة التخزين بالأشهر		
		0	3	6
شاهد	دون تفريغ	93.59^{a}±.020	76.35 ^{a}±0.12	61.07 ^{a}±0.06
	تحت تفريغ	93.59^{a}±.020	85.28 ^{b}±0.19	79.64 ^{b}±0.17
مكبرت	دون تفريغ	102.39 ^{b}±0.08	90.19 ^{c}±0.13	81.56 ^{c}±0.10
	تحت تفريغ	102.39 ^{b}±0.08	96.97 ^{d}±0.04	90.34 ^{e}±0.11

الأحرف المختلفة تدل على وجود فروق معنوية ($P < 0.05$) ضمن العمود الواحد.

بيّن التحليل الإحصائي في الجدولين (3) و(4) تفوق العينات المكبرتة بشكل معنوي

($P < 0.05$) بمحتوى حمض الأسكوربيك مقارنة بعينات الشاهد، وهذا يتوافق مع ما وجده (Barrett and Latapi, 2006) في دراستهما من أن استخدام النسب المختلفة لميتا باي سلفيت الصوديوم تؤدي إلى زيادة حمض الأسكوربيك لأنصاف البندورة المجففة.

كما دل التحليل الإحصائي أن للتعبئة تحت التفريغ تأثيراً إيجابياً بشكل معنوي ($P < 0.05$). وتفوقت العينات المعبأة تحت تفريغ بمحتوى حمض الأسكوربيك، حيث بلغ متوسط حمض الأسكوربيك للعينات المجففة على درجة حرارة 40مْ والمعبأة تحت التفريغ والمخزنة مدة 6 أشهر 0.13±95.49 ملغ مقارنة بالعينات المعبأة بدون تفريغ حيث بلغ متوسطها 0.09±81.85 ملغ وذلك لعينة الشاهد، وكذلك بلغ متوسط حمض الأسكوربيك للعينات المجففة على درجة حرارة 60مْ والمعبأة تحت التفريغ والمخزنة مدة 6 أشهر 0.17± 79.64 ملغ مقارنة بالعينات المعبأة دون تفريغ 0.06± 61.07 ملغ لعينة الشاهد في الجدول (4)، بسبب تأكسد حمض الأسكوربيك بوجود الأكسجين (Gregory, 1996). كما تبيّن المعطيات الواردة في الجدولين (3) و(4) أن أعلى متوسط لحمض الأسكوربيك بعد 6 أشهر من التخزين كان في العينات المجففة على درجة حرارة 40مْ والمكبرتة والمعبأة تحت التفريغ إذ بلغت 0.15± 109.73ملغ، في حين كان أدنى متوسط من حمض الأسكوربيك في العينات المجففة على درجة حرارة 60 مْ والشاهد والمعبأة دون تفريغ 0.06± 61.07 ملغ.

تأثير التخزين في محتوى الليكوبين للبندورة المجففة

تبين نتائج الجدولين (5) و(6) متوسط تركيز الليكوبين للبندورة المجففة على درجة حرارة 40 مْ و60 مْ خلال مدة التخزين مدة 6 أشهر(ملغ/100غ مادة جافة). نلاحظ من الجدولين انخفاض الليكوبين للبندورة المجففة على درجة حرارة 40 مْ و60 مْ خلال مدة التخزين في الزمن (0) و(3) و(6) أشهر للمعاملات جميعها، وهذا يتوافق ما ذكره (Davoodi, *et al*., 2007) خلال دراستهم عن انخفاض الليكوبين لمسحوق البندورة المجفف مدة تخزين 6 أشهر.

الجدول (5) متوسط الليكوبين للبندورة المجففة على درجة حرارة 40 م^{o} خلال مدة التخزين مدة 6 أشهر(ملغ/100غ مادة جافة)

المعاملة	نوع التعبئة	مدة التخزين بالأشهر		
		0	3	6
شاهد	دون تفريغ	321.18 ^{a}±0.03	294.17^{b} ±0.05	280.22 ^{b}±0.04
	تحت تفريغ	321.18 ^{a}±0.03	302.10 ^{d}±0.10	292.15 ^{d}±0.04
مكبرت	دون تفريغ	331.79 ^{b} ±0.04	318.74 ^{g}±0.08	308.65 ^{g}±0.08
	تحت تفريغ	331.79 ^{b} ±0.04	324.29 ^{h}±0.08	317.45 ^{h}±0.11

الأحرف المختلفة تدل على وجود فروق معنوية ($P < 0.05$) ضمن العمود الواحد.

الجدول (6) متوسط الليكوبين للبندورة المجففة على درجة حرارة 60 م° خلال مدة التخزين مدة 6 أشهر(ملغ/100غ مادة جافة).

المعاملة	نوع التعبئة	مدة التخزين بالأشهر		
		0	3	6
شاهد	دون تفريغ	315.31 [a] ± 0.12	288.62 [a] ±0.07	273.49 [a]±0.11
	تحت تفريغ	315.31 [a] ± 0.12	297.19 [c]±0.06	286.48 [c]±0.24
مكبرت	دون تفريغ	326.11 [b]±0.04	308.30 [e]±0.10	289.34 [e]±0.13
	تحت تفريغ	326.11 [b]±0.04	313.51 [f]±0.02	305.87 [f]±0.05

الأحرف المختلفة تدل على وجود فروق معنوية (P < 0.05) ضمن العمود الواحد.

يبيّن التحليل الإحصائي في الجدولين (5) و(6) تفوق العينات المكبرتة بشكل معنوي (P<0.05) على عينة الشاهد، وهذا يتوافق مع ما توصل إليه (Barrett and Latapi,2006)، كما دل التحليل الإحصائي أيضاً أن التعبئة تحت التفريغ لها تأثير إيجابي في حفظ محتوى الليكوبين على مستوى ثقة (P<0.05) حيث بلغ متوسط الليكوبين للعينات المجففة على درجة حرارة 40 مْ والمعبأة تحت التفريغ والمخزنة مدة 6 أشهر 292.15±0.04 ملغ مقارنة بالعينات المعبأة بدون تفريغ بالنسبة لعينة الشاهد، حيث بلغ متوسطها 280.22±0.04 ملغ. وكذلك بلغ متوسط حمض الأسكوربيك للعينات المجففة على درجة حرارة 60 مْ والمعبأة تحت التفريغ والمخزنة مدة 6 أشهر 286.48 ±0.24 ملغ مقارنة بالعينات المعبأة دون تفريغ 273.49±0.11 ملغ لعينة الشاهد، ويعود السبب في ذلك إلى أن وجود الهواء أدى إلى تفكك الليكوبين خلال مدة التخزين (Goula, *et al*., 2005)، كما تبيّن معطيات الجدولين (5) و(6) أن أعلى متوسط لليكوبين بعد 6 أشهر من التخزين كان في العينات المجففة على درجة حرارة 40 مْ والمكبرتة والمعبأة تحت التفريغ حيث بلغت 317.45±0.11 ملغ، في حين كان أدنى متوسط لليكوبين في العينات المجففة على درجة حرارة 60 مْ والشاهد والمعبأة دون تفريغ إذ بلغت 273.49 ±0.04 ملغ.

الاستنتاجات والتوصيات

أثبتت نتائج البحث أن:

1- العينات المجففة على درجة حرارة 40مْ كانت أفضل نوعية فيما يتعلق بالمحافظة على حمض الأسكوربيك والليكوبين.

2- فعالية الكبرتة في المحافظة على حمض الأسكوربيك و الليكوبين.

3- حافظت التعبئة تحت التفريغ على نوعية البندورة المجففة في أثناء التخزين، وعلى حمض الأسكوربيك والليكوبين من التدهور.

4- ضرورة المتابعة لدراسة بقية مضادات الأكسدة الموجودة في البندورة المجففة، وتأثير الضوء فيها.

REFERENCES

1. **Abushita, A. A., Daood, H. G., & Biacs, P. A. (2000). Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 2075–2081.**
2. **Anguelova, T., & Warthesen, J. (2000). Lycopene stability in tomato powders. *Journal of Food Science*: Food *Chemistry and Toxicology*, 65(1), 67–70.**
3. **AOAC, (2000). Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th Edition. USA.**
4. **Beutner, S., Bloedorn, B., Frixel, S., Blanco, I. H., Hoffmann, T., Martin, H., (2001). Quantitative assessment of antioxidant properties of natural colorants and phytochemicals: carotenoids, flavonoids, phenols and indigoids. The role of b-carotene in antioxidant functions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*,81, 559–568.**
5. **Camargo,G.A., Roberto H. Moretti and Carlos A. S. Ledo (2004) Quality of dried tomato pre-treated by osmotic dehydration, antioxidant application and addition of tomato concentrate. *Proceedings of the 14th International Drying Symposium*. vol. C, pp. 2207-2215 São Paulo, Brazil,**
6. **Chang, C.-H., Lin, H.-Y., Chang, C.-Y. and Liu, Y.-C. (2006).Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes. *Journal of Food Engineering*. 77(3): 478-485.**
7. **Davoodi, M. G, P. Vijayanand, S.G. Kulkarni, K.V.R. Ramana (2007). Effect of different pre-treatments and dehydration methods on quality characteristics and storage stability of tomato powder. *Swiss Society of Food Science and Technology*.Vol40,P1832–1840.**
8. **George, J., S. L. Nuttall and M.J. Kendall, (2001). Prostate cancer and antioxidants, *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics* 26, pp. 231–233.**
9. **Giovanelli, G., B. Zanoni, V. Lavelli and R. Nani (2002) Water sorption, drying and antioxidant properties of dried tomato products. *Journal of food engineering*. vol 52,Issue2 , pp.135-141.**
10. **Giovanelli,G.,Paradiso,A.,(2002).Stability of dried and intermediate moisture tomato pulp during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* ,50,7277-7281**
11. **Goula, Athanasia M., Konstantinos G. Adamopoulos (2005). Stability of lycopene during spray drying of tomato pulp. Swiss Society of Food Science and Technology.Vol 38 P479–487.**
12. **Gregory, J. F. (1996). Vitamins. In O. R. Fennema (Ed.), Food Chemistry 3rd ed.(pp. 531–616). New York: Marcel Dekker, Inc.**

13. **Idah,P.A., Aderibigbe,B.A (2007) Quality Changes in Dried Tomatoes Stored in Sealed Polythene and Open Storage Systems.** ***Journal of Practices and Technologies*****. Issue 10, p. 123-136. Nigeria**
14. **Kross, R. K, Mata, M. E. R. M. C, Duarte, M. E. M, Junior, V. S. (2004). Drying kinetics of tomatoes submitted to a previous osmotic treatment,** ***proceedings of the 14th international drying symposium*** **são paulo, brazil, 22-25, vol. c, pp. 2133-2140.**
15. **Latapi,G. And Barrett,D.M.,(2006). Influence of Pre-drying treatments on Quality and Safety of Sun-dried Tomatoes. Part II.Effects of Storage on Nutritional and Sensory Quality of Sun-dried Tomatoes Pretreated with Sulfur, Sodium Metbisulfite, or Salt ,** ***Journal of food science*** **, Vol. 71, Nr. 1**
16. **Lewicki, P.P. (2005) Design of hot air drying for better foods, Trends Food Sci. Technol., pp. 1–11.**
17. **Lister, C.E. (2003). Antioxidants: a health revolution, New Zealand Institute for Crop &** ***Food Research*****.**
18. **Markovic,K.,Hrus˘kar,M., Vahc˘ic,N., (2006)Lycopene content of tomato products and their contribution to the lycopene intake of Croatians Nutrition Research Vol 26 P556– 560 .**
19. **Pereira,E., Alexandre José de Melo Queiroz3, Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo3 (2006). Características físico-químicas do tomate em pó durante o armazenamento1.** ***revista de biologiae ciências da terra*** **Vol 6- Número 1 Issn 1519-5228.**
20. **Perumal, R. (2007). Comparative performance of solar cabinet, vacuum assisted solar and open sun drying methods, Mcgill university, montreal, Canada,Page 2.**
21. **Sahlin, E., G. P. Savage, and C. E. Lister. (2004). Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing.** ***Journal of food composition and analysis.*** **Vol 17, Issue 5, Pages 635-647.**
22. **Sa´ nchez-Moreno, C., Plaza, L., de Ancos, B., & Cano, M. P. (2006a). Impact of high-pressure and traditional thermal processing of tomato pure´ e on carotenoids, vitamin C and antioxidant activity.** ***Journal of the Science of Food and Agriculture*****, 86(2), 171–179.**
23. **Shi,J., Maguer, M. L. (2000) Lycopene in Tomatoes,Chemical and Physical Properties Affected by Food Processing ,***Critical reviews in food science and nutrition***,Vol 40, Pages 1-42.**
24. **Suguna, S., Usha, M., Screenarayanan, V. V., Raghupathy, R., &Gotthandapani, L. (1995). Dehydration of mushroom by sundrying,thin layer drying, fluidized bed drying and solar cabinet drying. Journal of Food Science and Technology, 32(4), 384–388.**
25. **Tolba,K.H,(1985) Physical,chemical and microbiological changes during concentration and dehydration of tomato juice, Cairo university, Egypt, Pages 66-72.**
26. **Toor, R. K. and Savage, G. P. (2005). Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. Food research International. Vol 38. Issue5, Pages 487-494.**

27. **Toor, R. K. and Savage, G. P. (2006). Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomatoes. Food Chemistry.94(1): 90-97.**
28. **Zanoni, B., Peri, C., Nani R. and Lavelli V. (1999). Oxidative heat damage of tomato halves as affected by drying. *Food Research International* 31 5, pp. 395–401.**

Received	**2008/06/12**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2008/10/19**	**قبول البحث للنشر**