تأثير الكالسيوم والمركب 1- ميثيل سايكلوبروبان (1-MCP) في نوعية ثمار تفاح الصنف Cox's Orange Pippin وسلوكها التخزيني

عبد الرحمن الشيخ[1]

الملخص

دُرس تأثير كل من المركب 1-MCP و$CaCl_2$ وكذلك 1-MCP + $CaCl_2$ في صفات النضج (لون القشرة، صلابة الثمرة، اختبار النشاء، T.S.S. ونسبة الحموضة فضلاً عن ظهور النقرة المرة) في ثمار صنف التفاح 'Cox's Orange Pippin' وقد عوملت ثمار التفاح مباشرة بعد قطافها بمحلول $CaCl_2$ بنسبة تركيز 3% مدة دقيقتين أو بالمركب 1-MCP بنسبة تركيز 625 ppb مدة 24 ساعة أو بالمركب 1-MCP+ $CaCl_2$. ثم خزنت الثمار في ظروف الهواء العادي في درجة حرارة 3 مْ أو 10 مْ لمدة عشرة أسابيع، وقد أُجريت الاختبارات النوعية على الثمار بعد قطافها أثناء تخزينها بفاصل زمني قدره أسبوعان مدة عشرة أسابيع، وكذلك بعد تخزينها سبعة أيام في 20 مْ. وقد أظهرت النتائج عدم وجود أي تأثير معنوي لمعاملة الثمار بالمركب 1-MCP أو $CaCl_2$ أو 1-MCP+ $CaCl_2$ في لونها أو في نسبة الـ T.S.S. فيها مقارنة بالثمار غير المعاملة، ولكنها أثرت بشكل إيجابي معنوي في صلابة الثمرة ودليل النشاء ونسبة الحموضة القابلة للمعايرة، كما أثرت معاملة الثمار بمحلول $CaCl_2$ والمركب 1-MCP بشكل إيجابي فعال في تقليل ظهور النقرة المرة مقارنة بثمار غير المعاملة. كما أن تخزين الثمار في درجة حرارة 3 مْ أثر معنوياً في الحفاظ على جودة الثمار سواءً في أثناء التخزين أو في المرحلة التسويقية بعد أسبوع في درجة حرارة 20 مْ.

الكلمات المفتاحية: إيثيلين، 1- ميثيل سايكلوبروبان، كلوريد الكالسيوم لون القشرة، صلابة الثمرة، اختبار النشاء، نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية، الحموضة القابلة للمعايرة، النقرة المرة.

[1] قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة الفرات، دير الزور، سورية.

Effect of Calcium, 1-Methycyclopropene and Temperature on the Quality of Cox's Orange Pippin Apples and Their Storage Behaviour

A. Alchikh[(1)]

ABSTRACT

The effects of 1-MCP, $CaCl_2$ or $CaCl_2$ + 1-MCP treatments on the ripening behaviour (peel colour, fruit firmness, starch-test, soluble solids, acidity and bitter pit incidence) of 'Cox's Orange pippin' apples was investigated. Apples were treated with a 3% $CaCl_2$ solution for 2 mins or 1-MCP (625 ppb for 24h) or $CaCl_2$ + 1-MCP and then stored under regular air at 3°C or 10°C for 10 weeks. Quality measurements were made at 0, 2, 4, 6, 8 and 10 wks storage and after 7d at 20°C. The 1-MCP, $CaCl_2$ or $CaCl_2$ + 1-MCP treatments had no significant effect on fruit peel colour and T.S.S when compared to the untreated fruit. But these treatments had a positive significant effect on fruit firmness, changes in starch pattern index and titratable acidity. Both $CaCl_2$ and 1-MCP treatments had a strong positive effect in reducing bitter pit when compared to the untreated fruit besides the storage at 3°C had positive effect on maintain fruit quality whether during the storage or in the shelf-life period at 20°C.

Keywords: Ethylene, 1-MCP, $CaCl_2$, Peel color, Fruit Firmness, Starch-Test, T.S.S.; titratable acidity, Bitter pit.

[(1)] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Alfurat University, Deer Alzoor, Syria.

المقدمة

يحتل التفاح (*Malus domestica* Borkh.) المرتبة الرابعة في العالم من حيث الإنتاج وذلك بعد الموز والبرتقال والعنب، إذ يبلغ إنتاجه الحالي 60 مليون طن متري، وتعدُّ الصين الأولى في العالم في إنتاج التفاح، حيث تنتج نحو 40% من الإنتاج العالمي، تليها الولايات المتحدة الأمريكية (Belrose,2008).

لثمرة التفاح قيمة غذائية عالية، حيث يحتوي كل 100 غ من لبها على طاقة قدرها 52 Kcal (Leukert,2009)، 0.2غ بروتين، 0.6غ دهون، 13.9غ كربوهيدرات، وكميات متفاوتة من العناصر المعدنية الآتية: 125ملغ K، 7ملغ Ca، 10 مغ P، 9 ملغ Mg، 0.6 مغ Fe، فضلاً عن نسب جيدة من الفيتامينات الآتية: 90 مكغ Vit.A، 0.5 ملغ Vit.E، 0.3 ملغ Vit.B1، 0.2 ملغ Vit.B2، 0.3 ملغ Niacin، 0.3 ملغ Vit.B6، 12 ملغ Vit.C و0.7 غ حموض عضوية (Elmafa *el al.*, 2009).

ونتيجة للإنتاج السنوي الكبير من ثمار التفاح وبسب موسميته يعمد إلى تخزينه، إذ يهدف ذلك إلى تحسين إمكانية بقاء الثمرة مدة طويلة بشكل جيد من خلال تأخير نضجها، وإن تخزين الثمار في حرارة منخفضة يبطئ عمليات الاستقلاب في الثمرة، الأمر الذي يعمل على تغير مكوناتها ونضجها بشكل بطيء، وقد يرافق ذلك فقد في الكمية وظهور بعض الأمراض الفيزولوجية إذا كانت ظروف التخزين غير صحيحة، حيث تعاني ثمار التفاح ولاسيما ثمار الصنف Cox's Orange من بعض الأمراض في أثناء التخزين مثل مرض النقرة المرة bitter pit وكذلك التلون البني للحم الثمرة inner flesh browning، والحساسية لارتفاع تركيز CO_2 في جو المخزن (Streif,1991).

ويشارك الكالسيوم في حدوث عدد كبير من عمليات الاستقلاب في النبات ولاسيما الثمرة (Luan *et al.*, 2002)، إذ يؤثر في عمليتي إنتاج الإيثيلين والنضج، ويستطيع أن يحد في بعض الحالات من إنتاج CO_2، كما تستطيع معاملة الثمار بالكالسيوم أن تحد من بعض الأمراض الفيزيولوجية physiological diseases مثل الانهيار الداخلي internal breakdown والنقرة المرة bitter pit (Cooper and Bangerth, 1976)، وطراوة الثمرة الناجمة عن تفكك جدر الخلايا، إذ يقوم الكالسيوم بربط البكتينات أو الهيميسللوز بالسيللوز (Siddiqui and Bangerth, 1995). ويمكن من خلال غمر الثمار بمحلول مخفف من كلوريد الكالسيوم تدعيم جدر الخلايا، إذ يقود هذا الإجراء إلى حدوث بطء في عمليات الاستقلاب في الخلية، الأمر الذي يسهم في تأخير نضج الثمرة، وكما أن التخزين في الجو المعدل من خلال استخدام تراكيز منخفضة من الأوكسيجين وتراكيز مرتفعة من CO_2 في جو المخزن يقود إلى عرقلة تمثيل الإيثيلين وعمله (Siddiqui and Bangerth, 1995).

فضلاً عن ذلك توجد منذ عدة سنوات إمكانية عرقلة نشاط الإيثيلين من خلال استخدام المركب 1- ميثيل سايكلوبروبان المسمى تجارياً SmartFresh، الذي يوجد على شكل بودرة بيضاء اللون يمكن حلها بالماء فتتحرر منها المادة الفعالة 1-methylcyclopropene على شكل غاز، حيث تقوم بمنع اتصال الإيثيلين بمستقبلاته الموجودة في أغلفة الخلايا مما يؤدي إلى إعاقة تشكيل الإيثيلين، وهذا بدوره يثبط عمليات النضج الطبيعية في الثمرة مما يبقيها طازجة وبنوعية جيدة مدة أطول من الزمن (Blankenship and Dole,2003) ويؤخر شيخوختها (Lippert, 2006).

وإن معاملة ثمار التفاح بالمركب (1-MCP) تحد من معدل إنتاج الإيثيلين فيها (Watkins,2006)، وتخفض معدل تنفسها وتؤخر دخولها في مرحلة النضج الكامل (Moran und McManus, 2005)، وتبقي نسيجها متماسكاً وبنيتها صلبة مقارنة بالثمار غير المعاملة (Pre-Aymard,2005)، كما يتأخر اختفاء اللون الأخضر في قشرتها (Jiang and Joyce, 2002)؛ وينخفض فقد الحموضة فيها، إلا أنها لم تؤثر في محتوى الثمرة من المواد الصلبة الذائبة الكلية (Toivonen and Lu, 2005).

وهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير الكالسيوم والمركب (1-MCP) في نوعية ثمار التفاح الصنف 'Cox's Orange Pippin' وسلوكها في أثناء التخزين البارد في درجة حرارة 3 مْ و10 مْ.

مواد البحث وطرائقه

المادة النباتية: ثمار صنف التفاح 'Cox's Orange Pippin'.

مكان تنفيذ البحث: نفذت التجربة في المركز المتخصص بزراعة الفاكهة Kompetenzzentrum-Obstbau-Bodensee في جامعة Hohenheim بألمانيا، ويقع هذا المركز في أطراف مدينة Ravensburg ذات الموقع الجغرافي (47 ْ 44 ' N، 09 ْ 31 ' O)، حيث تمتد هذه المنطقة على ارتفاع 500 م فوق سطح البحر، ويبلغ متوسط حرارتها السنوي 8.2 مْ، ومعدل هطولها السنوي 951 مم؛ وتنمو الأشجار فوق تربة طينية لومية مزودة جيداً بالعناصر المعدنية. وقد جمعت ثمار التفاح من البستان التابع لهذا المركز، وخزنت في مخازنه، ونفذت الاختبارات والتحاليل جميعها في مخابره أيضاً. وقد تم جني ثمار التفاح في الصباح الباكر بتاريخ 30/ 2009/8 ضمن صناديق خشبية، وقد روعي بذلك موعد الجني المنصوح به للصنف 'Cox's Orange Pippin' حسب (Streif,1991)، ثم نُقلت الثمار إلى مركز التخزين، واختيرت الثمار المتماثلة في الحجم والشكل، والخالية من الإصابات الميكانيكية والأمراض.

معاملات البحث:

المعاملة الأولى (ثمار الشاهد): وقد تم تمثيلها من خلال اختيار 200 ثمرة دون أية معاملة.

المعاملة الثانية (المعاملة بالمركب 1-MCP): وقد تم فيها معاملة 200 ثمرة بالمركب SmartFresh بنسبة تركيز 1 ملغ/ليتر (أي مايعادل 0.625 ميكروليتر 1-MCP /ليترهواء) مدة 24 ساعة في حرارة قدرها 6مْ في حجرة تخزين محكمة الإغلاق.

المعاملة الثالثة (المعاملة بمحلول $CaCl_2$): وقد تم فيها غمر 200 ثمرة بمحلول $CaCl_2$ بنسبة تركيز 3% مدة دقيقتين فقط.

المعاملة الرابعة (المعاملة بمحلول 1-MCP+$CaCl_2$): وقد تم فيها غمر 200 ثمرة في محلول $CaCl_2$ بنسبة تركيز 3% مدة دقيقتين ثم معاملتها بالمركب 1-MCP بالطريقة السابقة.

وبعد الانتهاء من هذه المعاملات خزن نصف عدد الثمار في حرارة قدرها 3مْ والنصف الآخر في حرارة قدرها 10مْ في رطوبة نسبية relative humidity بحدود 91%.

أما **المعاملات (الخامسة والسادسة والسابعة والثامنة)** فتشبه تماماً من حيث المبدأ المعاملات **(الأولى والثانية والثالثة والرابعة)** على الترتيب إلا أنه قد تم فيها الاستمرار في حفظ الثمار بعد التخزين المبرد مدة إضافية في حرارة قدرها 20 مْ مدة أسبوع.

وقد اختُبرت 18 ثمرة من كل معاملة مرة كل أسبوعين بشكل دوري على مدار عشرة أسابيع، حيث وُزّعت الثمار الممثلة لكل معاملة بعد انتهاء المرحلة التخزينية في ثلاثة مكررات؛ وقد بلغ عدد ثمار المكرر الواحد ست ثمار. وبعد كل مرحلة من مراحل التخزين الخمس اختبرت في كل ثمرة المعايير الآتية: لون القشرة، معدل الصلابة، دليل النشاء، نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية والحموضة، كما تم التحري عن وجود مرض النقرة المرة في المرحلة الأخيرة.

- **اختبار لون القشرة Peel color:** اختبر لون الثمرة في الوجه المظلل، أي في الطرف غير المعرض للشمس مباشرة، من خلال وضعها تحت مجس جهاز قياس اللون المسمى Minolta CR-300، وهو جهاز إلكتروني ياباني الصنع.

- **اختبار صلابة الثمرة Fruit Firmness:** حُددّت الصلابة بوساطة مقياس الصلابة Fruit Texture Analyser Guess، وهو جهاز إلكتروني ألماني الصنع، ويتم القياس بعد إزالة قطعة من قشرة الثمرة بمساحة 1 سم^2 في الموضع الفاصل بين اللون الأساسي (الأخضر) المغطي (الملون).

- **اختبار النشاء Starch-Test:** بتغطيس شرائح الثمار مدة عشر ثوان في محلول

اليود في يوديد البوتاسيوم، حيث يتحول لون الشريحة إلى أزرق في حال احتوائها على النشاء، وتبقى بلون أصفر في حال خلوها منه، وحسب نسبة النشاء في الثمرة يتم ذلك التحول حسب (Streif, 2002).

- **اختبار نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية total soluble solids (T.S.S.):** وذلك باستخدام الجهاز الإلكتروني ATAGO Digital Refractometer PR-1

- **اختبار الحموضة القابلة للمعايرةtitratable acidity:** تمت معايرة حموضة عينات العصير بمحلول 0.1n NaOH بوساطة الجهاز الالكتروني 815 Robotic USB Sample Processor XL الموصول بجهاز 707 SM Titrino وجهاز حاسوب، وهو من إنتاج الشركة السويسرية Metrohm.

- **درجة الإصابة بالنقرة المرة bitter pit:** تمت مراعاة عدد حالات الإصابة في كل ثمرة، إذ عُدّت الإصابة ضعيفة عند ملاحظة بقعة واحدة ومتوسطة عند ملاحظة بقعتين وشديدة عند ملاحظة أكثر من ذلك، ثم حسب دليل الإصابة Index of incidence وفق الصيغة:

دليل الإصابة = [(1× n_1)+(2× n_2)+(3× n_3)]×100/ (مجموع الثمار المختبرة×3)

حيث إن: n_1 عدد حالات الإصابة الضعيفة، n_2 عدد حالات الإصابة المتوسطة، n_3 عدد حالات الإصابة الشديدة حسب (Streif, 2002).

- **التحليل الإحصائي Statistical Analysis:** تمت إدارة التجربة من خلال تصميم عشوائي كامل completely randomized design، إذ تحتوي التجربة ثماني معاملات وخمس مدد تخزين في حرارة 3مْ و10مْ، وقد حُلّلت نتائج التجارب باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS Statistics 17.0، وللتحقق هل هناك تأثير معنوي للعوامل السابقة في صفات الثمرة تم الاختبار باستخدام تحليل التباين ثلاثي العوامل، كما حُدّد حساب أقل فرق معنوي LSD عند مستوى (α=0.05) للمقارنة بين متوسطات القيم استناداً إلى اختبار Games-Howell.

النتائج

يتبين من الجدول (1) عدم وجود فروق معنوية في قيمة L* (درجة شدة إنارة اللون Metric Lightness) بين المعاملات، إلا أن هذه القيمة تزداد بشكل معنوي مع الاستمرار في تخزين الثمار وارتفاع درجة الحرارة.

كما يتبين عدم وجود فروق معنوية في قيمة زاوية اللون (H°) بين المعاملات مباشرة بعد انتهاء مراحل التخزين، إلا أن هذه القيمة انخفضت بشكل معنوي في حال التخزين اللاحق في الثمار غير المعاملة وكذلك في الثمار المعاملة بمحلول $CaCl_2$، فيما لم تلاحظ

فروق معنوية بين الثمار المعاملة بالمركب 1-MCP أو المعاملة بالمركب 1-MCP + $CaCl_2$ حتى في مرحلة التخزين الإضافي؛ ويلاحظ تراجع مستمر في قيمة $\dot{H}$ مع الاستمرار في التخزين، كما يلاحظ تفوق هذه القيمة بشكل معنوي في الثمار المخزنة في حرارة 3 مْ على قيمتها في الثمار المخزنة في حرارة 10 مْ.

الجدول (1) تأثير معاملة ثمار صنف التفاح 'Cox's Orange Pippin' بمحلول $CaCl_2$ والمركب 1-MCP في لون القشرة في أثناء التخزين، وكذلك بعد أسبوع من انتهاء التخزين في حرارة 20 مْ .

تأثير المعاملات وحرارة المخزن ومدد التخزين	L*	قيمة F	LSD L*	$\dot{H}$	قيمة F	LSD H*
تأثير المعاملات						
شاهد	71.4			100.1		
شاهد+ تخزين لاحق	71.4			95.6		
1-MCP	70.4			98.2		
1-MCP + تخزين لاحق	70.8	n.s.	1.63	98.0	***	1.95
$CaCl_2$	71.2			99.0		
$CaCl_2$ + تخزين لاحق	71.3			95.4		
$CaCl_2$+1-MCP	71.1			99.2		
$CaCl_2$+1-MCP + تخزين لاحق	71.1			97.9		
تأثير حرارة المخزن		**			***	
تخزين في 3 مْ	70.7		0.51	99.7		0.61
تخزين في 10 مْ	71.5			96.1		
تأثير مدد التخزين						
قبل التخزين	70.9			110.9		
أسبوعان	69.5	***		103.3	***	
أربعة أسابيع	70.8		1.16	100.9		1.38
ستة أسابيع	71.4			97.5		
ثمانية أسابيع	71.2			95.0		
عشرة أسابيع	72.5			93.2		

Significance for F Value ns not significant P> 0.05; *= P< 0.05; **= P< 0.01; *** = P< 0.001

ويتبين من الجدول (2) انخفاض قيمة صلابة الثمرة في أثناء التخزين، إذ بلغ متوسط صلابتها 8.6 كغ/سم^2 في ثمار الشاهد قبل التخزين وتراجع إلى 4.6 و4.7 كغ/سم^2 بعد عشرة أسابيع من التخزين في حرارة 3مْ و10مْ على الترتيب، في حين بلغ متوسط صلابة الثمار المعاملة بالمركب 1-MCP و1-MCP+$CaCl_2$ بعد تخزينها عشرة أسابيع في 3مْ 7.4 و7.8 كغ/سم^2 على الترتيب، وانخفضت هذه القيم إلى 5.1 و5.4 كغ/سم^2 على الترتيب بعد تخزينها عشرة أسابيع في 10 مْ.

كما يلاحظ أن التخزين الإضافي مدة أسبوع يتسبب في انخفاض كبير في صلابة

الثمار ولاسيما تلك التي خزنت في حرارة 10 مْ، في حين كان هذا الانخفاض محدوداً في الثمار التي خزنت في حرارة 3 مْ. وقد تفوقت بشكل معنوي جداً الثمار التي خزنت في 3مْ في صلابتها على تلك التي خزنت في 10 مْ، حيث بلغت قيمة متوسط صلابتها 6.8 و5.9 كغ/سم^2 على الترتيب.

الجدول (2) تأثير معاملة ثمار صنف التفاح 'Cox's Orange Pippin' بمحلول $CaCl_2$ والمركب1-MCP في صلابة الثمرة (كغ/سم^2) في أثناء التخزين، وكذلك بعد أسبوع من انتهاء التخزين.

مدة التخزين	المعاملة	صلابة الثمرة في أثناء التخزين		صلابة الثمرة بعد أسبوع من التخزين في 20 م		X
		تخزين في 3 م	تخزين في 10 مْ	تخزين في 3 م	تخزين في 10 مْ	
قبل التخزين	شاهد	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
أسبوعان	شاهد	7.9	7.6	5.7	6.0	7.6
	$CaCl_2$	8.9	8.3	5.7	6.0	
	1-MCP	8.3	8.3	8.0	7.9	
	$CaCl_2$+	7.9	8.4	7.8	8.1	
أربعة أسابيع	شاهد	7.4	5.8	5.0	5.3	6.9
	$CaCl_2$	7.1	6.0	5.4	5.0	
	1-MCP	8.3	8.3	8.0	7.8	
	$CaCl_2$+MCP	8.3	8.5	7.7	7.8	
ستة أسابيع	شاهد	6.0	4.6	4.6	4.4	6.2
	$CaCl_2$	6.6	4.5	4.8	4.6	
	1-MCP	7.4	7.6	7.8	7.2	
	$CaCl_2$+MCP	7.6	8.5	7.3	7.1	
ثمانية أسابيع	شاهد	5.8	4.2	4.6	4.3	5.7
	$CaCl_2$	5.0	4.3	4.8	4.8	
	1-MCP	7.8	5.5	8.1	4.5	
	$CaCl_2$+MCP	7.9	6.1	8.4	4.8	
عشرة أسابيع	شاهد	4.6	4.7	4.3	4.0	5.4
	$CaCl_2$	5.2	4.8	4.8	4.0	
	1-MCP	7.4	5.1	7.8	4.5	
	$CaCl_2$+MCP	7.8	5.4	7.7	4.8	

المتوسط الحسابي العام للمعاملات جميعها في التجربة				
المعاملات	شاهد	$CaCl_2$	1-MCP	$CaCl_2$+1-MCP
في أثناء التخزين	5.8	6.1	7.4	7.6
بعد أسبوع من انتهاء التخزين	4.7	4.9	7.0	7.1

إن أقل فرق معنوي هو LSD(α=0.05) بين المعاملات 0.32، وبين مدد التخزين0.23وبين ظروف التخزين الحرارية 0.10.

ويلاحظ في الجدول (3) تزايد قيم اختبار النشاء كلما طالت مدد التخزين ،حيث كانت قيمة اختبار النشاء 2.2 في الثمار قبل التخزين وبلغت 8.5 و9.8 في ثمار الشاهد بعد

تخزينها عشرة أسابيع في حرارة 3مْ و10مْ على الترتيب؛ ويلاحظ أثر معاملة الثمار بالمركب 1-MCP وحده أو مشتركاً مع كلوريد الكالسيوم في عرقلة هذه الزيادة، حيث بلغت قيمة اختبار النشاء في هذه الثمار 7.5 و7.9 على الترتيب، كما يلاحظ تلاشي هذا الأثر تقريباً بعد ثمانية أسابيع من التخزين في حرارة 10 مْ، وإن التخزين الإضافي مدة أسبوع في حرارة 20 مْ يزيد قيمة اختبار النشاء؛ وتؤثر درجة حرارة التخزين بشكل معنوي جداً في قيمة اختبار النشاء،حيث بلغت هذه القيمة 8.1 في الثمار التي خزنت في 10 مْ و6.8 في الثمار التي خزنت في 3 مْ.

الجدول (3) تأثير معاملة ثمار صنف التفاح 'Cox's Orange Pippin' بمحلول $CaCl_2$ والمركب (1-MCP) في قيم دليل النشاء في أثناء التخزين (آ)، وبعد أسبوع من انتهاء التخزين (ب).

مدة التخزين	المعاملة	(آ) تخزين في 3 م	(آ) تخزين في 10 مْ	(ب) تخزين في 3 م	(ب) تخزين في 10 مْ	X
قبل التخزين	شاهد	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
أسبوعان	شاهد	4.1	4.8	6.2	6.2	5.0
	$CaCl_2$	3.9	4.4	6.1	6.1	
	1-MCP	3.6	4.6	5.3	5.3	
	$CaCl_2$+MCP	4.1	4.1	4.8	4.8	
أربعة أسابيع	شاهد	5.2	6.4	7.4	7.4	6.5
	$CaCl_2$	4.9	6.4	8.1	8.1	
	1-MCP	4.5	5.6	6.6	6.6	
	$CaCl_2$+MCP	4.5	5.2	6.1	6.1	
ستة أسابيع	شاهد	6.1	8.8	8.9	8.9	7.9
	$CaCl_2$	6.2	7.9	8.6	8.6	
	1-MCP	6.7	7.9	7.3	7.3	
	$CaCl_2$+MCP	6.7	7.2	8.2	8.2	
ثمانية أسابيع	شاهد	7.3	9.9	9.3	10	8.8
	$CaCl_2$	8.1	9.7	9.4	10	
	1-MCP	6.7	9.6	7.8	9.9	
	$CaCl_2$+MCP	6.7	8.4	8.2	9.9	
عشرة أسابيع	شاهد	8.5	10	10	10	9.3
	$CaCl_2$	8.2	9.8	9.7	10	
	1-MCP	7.5	9.7	9.1	10	
	$CaCl_2$+MCP	7.9	9.7	9.3	10	

المتوسط الحسابي العام للمعاملات جميعها في التجربة				
المعاملات	شاهد	$CaCl_2$	1-MCP	$CaCl_2$+MCP
مباشرة بعد التخزين	7.1	7.0	6.6	6.4
بعد أسبوع من انتهاء التخزين	8.6	7.8	7.8	7.7

إن أقل فرق معنوي هو LSD(α=0.05) بين المعاملات 0.32، وبين مدد التخزين0.23وبين ظروف التخزين الحرارية 0.10.

ويلاحظ من الجدول (4) عدم وجود فروق معنوية في نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية بين المعاملات، إلا أن الفروق كانت معنوية جداً بين مدد التخزين.

الجدول (4) تأثير معاملة ثمار صنف التفاح 'Cox's Orange Pippin' بمحلول $CaCl_2$ والمركب (1-MCP) في نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية% في أثناء التخزين(آ)، وبعد أسبوع من انتهاء التخزين (ب).

مدة التخزين	المعاملة	(آ)		(ب)		X
		تخزين في 3 م	تخزين في 10 مْ	تخزين في 3 م	تخزين في 10 مْ	
قبل التخزين	شاهد	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7
أسبوعان	شاهد	11.9	12.2	13.3	13.50	12.7
	$CaCl_2$	12.1	12.8	13.6	13.60	
	1-MCP	12.2	12.2	12.9	12.90	
	$CaCl_2$+MCP	11.7	11.9	12.9	13.10	
أربعة أسابيع	شاهد	13.2	13.3	13.3	13.50	13.5
	$CaCl_2$	12.9	13.5	13.5	14.20	
	1-MCP	.013	13.4	13.7	13.50	
	$CaCl_2$+MCP	12.9	13.5	13.9	14.10	
ستة أسابيع	شاهد	13.5	13.4	13.7	13.95	13.8
	$CaCl_2$	13.5	14.0	14.0	14.10	
	1-MCP	13.3	13.2	14.4	14.40	
	$CaCl_2$+MCP	13.0	13.8	13.6	13.90	
ثمانية أسابيع	شاهد	14.0	13.7	14.5	13.8	13.9
	$CaCl_2$	13.2	13.8	13.8	13.8	
	1-MCP	13.6	13.8	14.6	14.1	
	$CaCl_2$+MCP	13.7	14.1	14.4	14.0	
عشرة أسابيع	شاهد	14.2	14.5	13.8	14.2	14.0
	$CaCl_2$	14.4	13.8	14.0	12.8	
	1-MCP	14.6	13.6	14.5	13.9	
	$CaCl_2$+MCP	13.9	14.4	14.5	13.5	

المتوسط الحسابي العام للمعاملات جميعها في التجربة				
المعاملات	شاهد	$CaCl_2$	1-MCP	$CaCl_2$+1-MCP
في أثناء التخزين	13.4	13.4	13.3	13.3
بعد أسبوع من انتهاء التخزين	13.8	13.7	13.9	13.9

إن أقل فرق معنوي هو LSD(α=0.05) بين المعاملات 0.26، وبين مدد التخزين0.19وبين ظروف التخزين الحرارية 0.08.

إذ تلاحظ زيادة نسبة هذه المواد بزيادة مُدد التخزين لتصل ذروتها بعد عشرة أسابيع من التخزين بنسبة قدرها 14% مقارنة مع 10.7% في بداية التخزين. كما يلاحظ تفوق هذه النسبة في الثمار المخزنة في حرارة 10مْ 13.6% على تلك النسبة في الثمار المخزنة في حرارة 3مْ 13.5%.

ويتضح من الجدول (5) أن هناك فروقاً معنوية في كمية الحموضة القابلة للمعايرة بين المعاملات، حيث تفوقت في الثمار المعاملة بالمركب 1-MCP بقيمة قدرها 9.1 غ/ليتر أو بالمركب $CaCl_2$+1-MCP بقيمة قدرها 9.2 غ/ليتر على باقي المعاملات، في حين لم تتفوق الثمار المعاملة بالمركب $CaCl_2$ على الثمار غير المعاملة.

الجدول (5) تأثير معاملة ثمار صنف التفاح 'Cox's Orange Pippin' بمحلول $CaCl_2$ والمركب (1-MCP) في كمية الحموضة القابلة للمعايرة (غ/ليتر) في أثناء التخزين (آ)، وبعد أسبوع من انتهاء التخزين(ب).

مدة التخزين	المعاملة	(آ)		(ب)		X
		تخزين في 3 م	تخزين في 10 مْ	تخزين في 3 م	تخزين في 10 مْ	
قبل التخزين	شاهد	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3
أسبوعان	شاهد	8.6	9.8	7.9	8.6	9.2
	$CaCl_2$	9.2	9.4	8.7	8.4	
	1-MCP	10.0	9.0	9.9	9.3	
	$CaCl_2$+MCP	9.3	9.5	10.0	9.9	
أربعة أسابيع	شاهد	9.3	9.3	7.6	7.6	9.1
	$CaCl_2$	9.3	9.5	8.0	7.2	
	1-MCP	10.2	9.5	10.0	9.1	
	$CaCl_2$+MCP	10.0	9.9	10.0	9.6	
ستة أسابيع	شاهد	8.9	7.4	7.1	6.8	8.3
	$CaCl_2$	9.0	8.1	7.9	6.7	
	1-MCP	9.6	8.4	9.7	8.4	
	$CaCl_2$+MCP	9.2	8.5	8.7	8.1	
ثمانية أسابيع	شاهد	8.7	7.2	6.8	6.6	7.7
	$CaCl_2$	8.0	7.3	7.0	6.5	
	1-MCP	9.4	7.7	8.8	5.7	
	$CaCl_2$+MCP	10.0	8.4	9.2	6.3	
عشرة أسابيع	شاهد	8.2	6.4	6.0	5.5	7.1
	$CaCl_2$	8.3	6.4	6.2	4.7	
	1-MCP	9.5	7.1	8.2	5.7	
	$CaCl_2$+MCP	9.8	7.4	8.5	5.5	
المتوسط الحسابي العام للمعاملات جميعها في التجربة						

المعاملات	شاهد	$CaCl_2$	1-MCP	$CaCl_2$+1-MCP
في أثناء التخزين	b 8.4	b 8.5	a 9.1	a 9.2
بعد أسبوع من انتهاء التخزين	c 7.1	c 7.1	b 8.5	b 8.6

إن أقل فرق معنوي هو LSD(α=0.05) بين المعاملات0.29، وبين مدد التخزين0.21 وبين ظروف التخزين الحرارية 0.09.

ويلاحظ انخفاض معنوي واضح في كمية الحموضة القابلة للمعايرة مع زيادة مدة التخزين، حيث كانت هذه النسبة 9.3 غ/ليتر في الثمرة بعد القطاف (بداية التخزين)

وانخفضت بشكل تدريجي إلى 7.1غ/ليتر بعد انقضاء عشرة أسابيع من التخزين. كما انخفضت هذه النسبة بشكل معنوي مع ارتفاع حرارة المخزن، إذ كانت هذه النسبة بالمتوسط 8.8 غ/ليتر في الثمار المخزنة في 3مْ وانخفضت إلى 7.8 غ/ليتر في الثمار المخزنة في 10مْ. ويتضح من الجدول (6) خلو الثمار من النقرة المرة بعد معاملتها بالمركب 1-MCP أو بالمركب 1-MCP +$CaCl_2$ وتخزينها عشرة أسابيع في حرارة 3مْ، في حين بلغ دليل الإصابة 3.7 في ثمار الشاهد، إلا أن الإصابة بالنقرة المرة ظهرت على هذه الثمار بنسبة كبيرة ولاسيما ثمار الشاهد في أثناء تخزينها مدة إضافية مدة أسبوع في 20مْ، كما تتضح زيادة نسبة دليل الإصابة بالنقرة المرة في حال تخزين الثمار في حرارة قدرها 10مْ بالمقارنة بتخزينها في حرارة قدرها 3 مْ، وتتفاقم هذه الإصابة ولاسيما ثمار الشاهد في حال التخزين الإضافي في حرارة 20مْ، حيث بلغ دليل الإصابة في ثمار الشاهد 27.8، في حين بلغ 3.8 في الثمار المعاملة بالمركب 1-MCP+$CaCl_2$.

الجدول (6) تأثير معاملة ثمار صنف التفاح 'Cox's Orange Pippin' بمحلول $CaCl_2$ والمركب (1-MCP) في ظهور مرض النقرة المرة بعد عشرة أسابيع من التخزين (آ) ثم بعد إعادة تخزين الثمار مدة أسبوع في 20 م ْ (ب).

زمان الاختبار	المعاملة	دليل الإصابة (1–100) في حال تخزين الثمار في 3 مْ	دليل الإصابة (1–100)في حال تخزين الثمار في 10 مْ
آ	شاهد	3.7	9.3
	$CaCl_2$	1.9	5.6
	1-MCP	0.0	1.9
	$CaCl_2$+1-MCP	0.0	3.7
ب	شاهد	9.3	27.8
	$CaCl_2$	3.7	3.7
	1-MCP	1.9	9.3
	$CaCl_2$+1-MCP	1.9	3.7

المناقشـــة

طُوّرت مركبات إعاقة مستقبلات الإيثيلين بهدف حماية النباتات من أثار الإيثيلين وإطالة حياة بعض أجزائها، ومنها المركب 1-MCP، الذي يوجد تحت أسماء تجارية مثل EthylBloc® and SmartFresh™، ويستخدم في نباتات الزينة والفاكهة والخضار، حيث يقوم بالحد من شيخوختها وتساقط أعضائها (Sisler and Serek, 2003)؛ وانطلاقاً من ذلك قمنا في هذا البحث بدراسة تأثير محلول كلوريد الكالسيوم والمركب 1-MCP في صفات ثمار التفاح التالية:

– **لون قشرة الثمرة:** يعدُّ أحد المعايير الأساسية في تحديد نوعية الثمار، حيث يميز في اللون الأساسي اللون الأخضر والأصفر، فيما يميز في اللون المغطي اللون الأحمر. ويشير اللون الأصفر داخل الصنف إلى اكتمال تطور الثمرة وزيادة نسبة السكر والمواد المسؤولة عن النكهة فيها بالمقارنة باللون الأخضر، الذي يلاحظ في الثمار غير مكتملة التطور (Streif, 2002).

ويتضح من نتائج هذه التجربة عدم وجود فروق معنوية في قيمة درجة إنارة اللون Lightness بين المعاملات، إلا أن هذه القيمة تزداد مع الاستمرار في تخزين الثمار وارتفاع درجة الحرارة نتيجة تحول اللون مع تقدم الثمرة بالنضج إلى اللون الأصفر.

وكما يتبين عدم وجود فروق معنوية في قيمة $\dot{H}$ (اللون) بين المعاملات مباشرة بعد انتهاء مراحل التخزين، إلا أن قيمة $\dot{H}$ انخفضت بشكل معنوي في الثمار غير المعاملة وكذلك في الثمار المعاملة بمحلول $CaCl_2$ بعد تخزينها لاحقاً في حرارة 20 مْ مدة أسبوع، وهذا يعني تحول لون القشرة باتجاه اللون الأصفر، ويبدو أن معاملة الثمار بمحلول $CaCl_2$ تؤثر في جزيئات الكلوروفيل وقد تنشط تحللها، ويتضح أن التخزين اللاحق يؤثر بشكل سلبي في قيمة لون الثمرة بشكل معنوي، ويعود ذلك إلى تفكك جزيئات اليخضور في الثمار، ويتأثر لون الثمرة ودرجة إنارته بحرارة المخزن، إذ تنخفض قيمة درجة اللون بارتفاع درجة حرارة المخزن ،أي تحول اللون إلى الأصفر، ويعود ذلك إلى سرعة تفكك جزيئات اليخضور بارتفاع الحرارة، وقد توصل Jiang and Joyce (2002) سابقاً إلى نتائج مماثلة، فيما لم تلاحظ فروق معنوية في قيمة $\dot{H}$ بين الثمار المعاملة بالمركب 1-MCP أو المعاملة بالمركب 1-MCP + $CaCl_2$ حتى في مرحلة التخزين الإضافي؛ ويلاحظ تراجع مستمر في قيمة $\dot{H}$ مع الاستمرار في التخزين، كما يلاحظ تفوق قيمة $\dot{H}$ بشكل معنوي في الثمار المخزنة في حرارة 3 مْ على قيمة $\dot{H}$ في الثمار المخزنة في حرارة 10 مْ، وهذا يعني انخفاض تفكك جزيئات الكلوروفيل مع انخفاض درجة حرارة المخزن، الأمر الذي يؤدي إلى بقاء الثمار خضراء اللون مدة أطول في حرارة 3مْ.

– **صلابة الثمرة:** تعدُّ صلابة الثمرة أحد المعايير الداخلية المهمة في تحديد نوعيتها، ولتخزين ثمار التفاح مدة طويلة الأمد يشترط ألا تقل صلابتها عن 6.8 كغ/سم^2، ويجب أن تكون على الأقل 5 كغ/سم^2 بعد التخزين (Streif, 2002) وتعدُّ الصلابة أحد المعايير المهمة لتحديد موعد الجني المثالي للتفاح في حال حساب دليل النضج Streifindex (Stoll,1997)؛ وتختلف الثمار في صلابتها من صنف إلى آخر، وحسب Friedrich and Fischer (2000) توجد علاقة بين عدد الخلايا في الثمرة وصلابتها، حيث تزداد الصلابة بزيادة عدد الخلايا، وتتأثر صلابة الثمرة بموعد الجني ولاسيما حال تخزينها مدة طويلة، حيث ينجم عن الجني المتأخر انخفاض الصلابة. وتؤثر كثيراً ظروف المخزن في

صلابة الثمرة، ففي ظروف التخزين في الجو المعدل تحافظ الثمرة مدة طويلة على صلابتها، وتبيّن من نتائج هذا البحث أن معاملة الثمار بالمركب 1-MCP أو 1-MCP + $CaCl_2$ تساعد في الحفاظ على صلابة الثمرة، في حين لوحظ انخفاض حاد في قيمة صلابة الثمار غير المعاملة في أثناء مراحل التخزين نتيجة تفكك المواد البكتينية الموجودة في الصفائح الوسطى والجدر الخلوية، وإن تفكك هذه المواد يشكل البداية لحدوث تغيرات كثيرة تحدث في أثناء عمليات النضج، وحسبStrand ورفاقه (1976) يقوم الأنزيمان Pectinesterase وPolygalacturonase بتحطيم المواد البكتينية في الثمرة، وقد لوحظ تراجع بسيط في قيمة صلابة الثمار المعاملة بالمركب 1-MCP و1-MCP + $CaCl_2$ بعد تخزينها عشرة أسابيع في 3 مْ، في حين كان هذا التراجع كبيراً في ظروف تخزين 10 مْ، الأمر الذي يؤكد فعالية استخدام المركب 1-MCP منفرداً أو مشتركاً مع كلوريد الكالسيوم في ظروف تخزين 3 مْ في الحفاظ على صلابة الثمار؛ وتتوافق هذه النتائج مع نتائج DeEll ورفاقه (2002)، التي أكدت أن معاملة ثمار التفاح بعد جنيها بالمركب 1-MCP تساعد في الحفاظ على صلابتها؛ ومن ناحية أخرى يؤكد Link (2002) أن معاملة الثمار بمحلول $CaCl_2$ تحسن صلابة الثمرة، ويشير Wills ورفاقه (1977) إلى أن معاملة الثمار بالكالسيوم تمنع نشاط الأنزيمين Pectinesterase وPolygalacturonase، الأمر الذي يحد من تدهور جدر الخلايا.

- **اختبار النشاء:** يمثل محتوى الثمرة من النشاء أحد المعايير المهمة في تحديد نوعيتها، وتصل نسبته في ثمار التفاح غير الناضجة إلى 3% ونحو 0.1% في الثمار في أثناء موعد الجني، وتنعدم هذه النسبة تقريباً في الثمرة في مرحلة النضج الاستهلاكي؛ ويتم بناء النشاء في أثناء مرحلة النمو الخضري كاحتياط للمواد الكربوهيدراتية بدءاً من النسغ الكامل، ويمكن ملاحظة نسبة قليلة منه في الثمرة بعد أسابيع قليلة من عملية العقد مباشرة، وبعد نحو شهرين من انتهاء الإزهار يبدأ تراكمه بشكل كبير،حيث يصل ذروته قبل موعد الجني بنحو أربعة أسابيع، وينشط هدمه في أثناء تخزين الثمرة بفعل الإيثيلين. وتلاحظ من نتائج هذا البحث زيادة قيمة اختبار النشاء بشكل مترافق مع طول مدد التخزين نتيجة هدمه المستمر وتحوله إلى سكر، كما يلاحظ أثر معاملة الثمار بالمركب 1-MCP وحده أو مشتركاً مع كلوريد الكالسيوم في عرقلة هذه الزيادة، حيث يثبط المركب 1-MCP إنتاج الإيثيلين في الثمرة، الأمر الذي يتسبب في تباطؤ عمليات نضجها (Johnson,2008)، ومعروف أن الإيثيلين يسرع عملية النضج، وإن منع تمثيله أو إعاقة عمله تؤخر عملية النضج وتساعد في إطالة مدة حفظ الثمرة بشكل جيد في المخزن، ويقوم المركب 1-MCP في تثبيط عمل مستقبلات الإيثيلين ethylene receptors ويمنع تأثير الإيثيلين في النسيج النباتي (Jeong *et al.,* 2003). كما تتأثر قيمة اختبار النشاء بدرجة حرارة المخزن، حيث ترتفع هذه القيمة بزيادة درجة الحرارة بسبب زيادة نسبة تفكك جزيئات النشاء.

– **المواد الصلبة الذائبة الكلية:** ويعدُّ محتواها في الثمرة أحد المعايير الداخلية المهمة في تحديد نوعيتها، حيث يتم تمثيلها في الأوراق وتنتقل إلى الثمرة فتسهم في بنائها وتحديد طعمها، ويتم بدءاً منها بناء الأحماض والأصبغة والمواد المسؤولة عن النكهة. وتبلغ نسبة الكربوهيدرات في التفاح 8–14%، حيث تتركب بشكل أساسي من سكر الفواكه fructose بنسبة 54% وسكر العنب glucose بنسبة 15.8% وسكر القصب saccharose بنسبة 15.7% فضلاً عن نسبة قليلة من سكر الكحول sorbitol؛ وتتراكم السكريات في الثمرة خلال مراحل نموها وتطورها حتى موعد جنيها، إذ تصل ذروتها في المراحل الأولى من التخزين، ثم تتراجع نسبتها نتيجة هدمها في عملية التنفس، ويتم هدم سكر القصب في المرحلة الأولى في حين يتم هدم سكر العنب ببطء، أما سكر الفواكه فيحافظ على نسبته في أثناء تخزين الثمرة، وقد تصل نسبة فقد السكريات إلى 10%، ويمكن الحد من ذلك من خلال تخزين الثمار في حرارة منخفضة 2 مْ وجو متحكم به (Stoll,1997). ويلاحظ من نتائج هذا البحث عدم وجود فروق معنوية في نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية بين المعاملات، إلا أن الفروق كانت معنوية جداً بين مدد التخزين، إذ تلاحظ زيادة نسبة هذه المواد بزيادة مدد التخزين لتصل ذروتها بعد عشرة أسابيع من التخزين نتيجة تحول النشاء إلى سكر؛ كما يلاحظ تفوق هذه النسبة في الثمار المخزنة في حرارة 10 مْ على تلك النسبة في الثمار المخزنة في حرارة 3 مْ، حيث ينشط ارتفاع الحرارة في المخزن تحول النشاء والمواد البكتينية إلى سكر.

– **كمية الحموضة القابلة للمعايرة:** تضفي الحموض العضوية طعماً مميزاً في الثمرة، وتبلغ كمية الحموضة القابلة للمعايرة في عصير التفاح 3–15غ/ليتر، إذ تشكل 65–81% من المجموع العام للحموض في الثمرة، ويشكل حمض التفاح نحو 80% منها، وتزداد نسبتها مع مراحل نمو الثمرة وتطورها مرافقة بذلك لزيادة نسبة المواد الكربوهيدراتية، ويبدأ تراجعها في الثمرة في أثناء التخزين، ويمكن الحد من ذلك من خلال تخزين الثمار في حرارة منخفضة 2 مْ وجو متحكم به (Stoll,1997). ويلاحظ من نتائج هذه التجربة تراجع معنوي جداً في كمية الحموضة القابلة للمعايرة في الثمرة مع استمرار مدد التخزين نتيجة استهلاكها في عملية التنفس؛ وقد بلغت هذه النسبة ذروتها في الثمار المعاملة بـ 1-MCP+$CaCl_2$ وانخفضت تدريجياً في الثمار المعاملة بالمركب 1-MCP فالمعاملة بكلوريد الكالسيوم فالشاهد، ويمكن أن يعزى ذلك الانخفاض إلى سير عمليات هدم الحموض العضوية بشكل بطيء جداً في الثمار المعاملة بالمركب 1-MCP أو بالمركب بالمركب $CaCl_2$+1-MCP، الأمر الذي يساعد في بقاء نسبة الحموض بحالة جيدة في الثمرة، وتنسجم نتائجنا مع نتائج Bai ورفاقه (2005) وكذلك Moran and McManus (2005)، الذين أكدوا أن معاملة ثمار التفاح بالمركب 1-MCP تؤخر تفكك الحموض فيها، كما يلاحظ تراجع معنوي جداً في نسبة هذه الحموض بعد تخزين الثمار

أسبوعاً إضافياً في حرارة 20 مْ. وتؤثر حرارة المخزن بشكل معنوي جداً في نسبة هذه الحموضة في الثمرة، حيث تنخفض هذه النسبة مع ارتفاع درجة حرارة المخزن نتيجة زيادة استهلاكها في عملية التنفس.

- **ظهور النقرة المرة في الثمرة:** مع زيادة تركيز زراعة التفاح أصبح مرض النقرة المرة مشكلة اقتصادية في بعض الأصناف مثل Cox's orange, Boskoop, Gravensteiner، حيث يظهر هذا المرض أحياناً قبل التخزين أو بعده بعدة أسابيع، ويعرف من خلال ظهور بقع غائرة نوعاً ما بأقطار 3-10مم في القشرة بلون أخضر عتم إلى بني نتيجة جفاف مجموعة من الخلايا في لحم الثمرة ثم موتها، ويعزى ذلك إلى تجمع البوتاسيوم والمغنيزيوم ونقص الكالسيوم في المواضع المصابة، أي إن مرض النقرة المرة ينشط من خلال انخفاض تدفق الكالسيوم إلى الثمرة مقارنة بانتقاله إلى الأوراق، وإن النقص النسبي للكالسيوم في الثمار يضعف ثبات جدر الخلايا (Sestari *et al.,* 2009). وقد تبيّن من نتائج هذه الدراسة مدى فعالية استخدام المركب 1-MCP وحده أو مقترناً بكلوريد الكالسيوم في الحد من ظهور مرض النقرة المرة ولاسيما إذا ما خزنت الثمار في حرارة قدرها 3مْ، كما تبين ارتفاع نسبة دليل الإصابة في حال تخزين الثمار في حرارة قدرها 10مْ، ويمكن تفسير ذلك استناداً إلى انخفاض حدة عمليات الاستقلاب في الثمار المعاملة بالمركب 1-MCP ولاسيما في أثناء تخزينها في حرارة منخفضة (Streif *et al.*, 2009)، كما أن غمر ثمار التفاح بمحلول $CaCl_2$ يعزز نسبة أيونات الكالسيوم في جدر خلايا الثمرة، حيث ترتبط هذه الأيونات بمجموعات الكربوكسيل المتحررة من المركبات البوليميرية لحمض galacturonic acid، الأمر الذي يساعد في الحفاظ بشكل أفضل على جدر الخلايا (Rees, 1975)، وتنسجم نتائجنا مع نتائج Hewett and Watkins(1991)، وSestari ورفاقه (2009) الذين استطاعوا الحد من ظهور النقرة المرة في ثمار التفاح من خلال رش الأشجار بمحلول مخفف من كلوريد الكالسيوم خلال مراحل نمو الثمرة أو ترشيح الكالسيوم إلى داخل الثمرة في ظروف الفراغ vacuum infiltration of calcium in apples قبل تخزينها.

REFERENCES

Bai, J. H. Baldwin, E. A. Goodner, K. L. Mattheis, J. P. and Brecht, J. K. 2005. Response of four apple cultivars to 1-methylcyclopropene treatment and controlled atmosphere storage. Hort. Science 40:1534-1538.

Belrose,Inc. 2008. The World Apple Report Celebrates its Fifteenth Anniversary in 2009! 1045 NE Creston Lane, Pullman, WA 99163, USA, Email: belrose@pullman.com

Blankenship, S. M and Dole, J. M. 2003. 1-methylcyclopropene: a review. Postharvest Biol. Technol.28:1-25.

Copper, T. and BangerthmF. 1976. The effect of Ca and Mg treatments on the physiology, chemical composition and bitter pit development of, Cox Orange, apple. Hort. Sci. 5:49-57.

DeEll, J. R., Murr, D. P., Porteous, M. D. and Rupasinghe, H. P. 2002. Inflence of temperature and duration of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality. Postharvest Biol. Technol.24:349-453.

Elmafa, I.; Aign, W.; Muskat, E. and Fritzsche, D. 2009. Die große GU Nährwert Kalorien-Tabelle. Verlag: Graefe & Unser, Amazon.de Verkaufsräng Nr.4, 390 in Bücher.

Fischer, M.1995.Farbatlas Obstsorten, Eugen Ulmer GmbH& Co. Wollgrasweg 41,70599 Stuttgart (Hohenheim).

Friedrich, G. und M. Fischer. 2000. Physiologische Grundlagen des Obstbaus. Eugen Ulmer Verlag ,Stuttgart,3.Auflage.

Heß, D. 1970. Pflanzenphysiologie Eugen Ulmer Verlag ,Stuttgart.

Jeong, J., Donald, J., Steven, A. 2003. Delay of avocado (Persea Americana) fruit by 1-methylcyclopropene and wax treatments. Postharvest Biol. Technol. 28:247-257.

Jiang, Y. and Joyce, D. G. 2002. 1-methylcyclopropene treatment effects on intact and fresh apple. J. Hort. Sci.Biotech.77:19-21.

Johnson, D. S. 2008. Factors affecting the efficacy of 1-MCP applied to retard apple ripening .Proceeding of the international conference on ripening regulation and postharvest fruit quality .convener J. Streif Weingarten, Germany.

Hewett, E. and Watkins, C. 1991. Bitter pit by spray and vacuum infiltration of calcium in Cox Orange Pippin apples. Hort. Science 26: 284-286.

Leukert, M. 2009. Kalorien in Früchten und Beeren - Kalorien-Tabelle. Verlag & Versand, Hüttenweg 26, D - 56566 Neuwied.

Link, H. 2002. Lucas, Anleitung zum Obstbau. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 32. Auflage.

Lippert. 2006. 1-MCP verlängert die Lagerfähigkeit und vermindert Schalenbräune. Erwerbs-Obstbau, Springer Berlin/Heidelberg Verlag: Volumen 48, Number3, Seiten 69-77 .

Luan, S., Kudla, J. and Rodrigues, M. 2002. Calcium sensors for specific signal response coupling in plants .The Plant Cell.14 (Supplement) :S389-S400

Moran, R. E. and McManus, P. 2005. Firmness retention and prevention of core line browning and senescence in, Macoun, apples with 1-methylcyclopropene .Hort. Science 40:161-163.

Pre-Aymard, C., Fallik, E., Wesler and Lurie, S. 2005. Sensory analysis and instrumental measurements of, Anna, apple treated with 1-methylcyclopropene.Postharvest Biol.Technol.36:135-142.

Rees, D. A. 1975. Stereochemistry and binding behavior of carbohydrate chains. Pages 1-42 in Biochemistry of carbohydrates. M. T. P. Int. Rev. Sci. Biochem., Ser. I, Vol. 5.W. J. Whelan, ed. Butterworth's London; Univ. Park Press, Baltimore.

Sestari, I., Neuwald, D., Weber, A. and Brackmann, A. 2009. Prediction of bitter pit in apples through Mg^{2+} infiltration and ethephon application on fruits. Ciencia Rurral, Santa Maria, v. 39, n.7, p.2203-2206.

Siddiqui, S., and Bangerth, F. 1995.Effect of pre-harvest application of calcium on flesh firmness and cell-wall composition of apple – influence of fruit size. J. Hort. Sci. 70:263-269.

Sisler, E.C. and Serek, M., 2003 Compounds Interacting with the Ethylene Receptor in Plants. Plant biol (Stuttg) 2003; 5: 473-480.

Stoll , K., 1997. Der Apfel, Enrico Negri AG, Zürich.

Strand, L., Rechtoris, C. and Mussell, H. 1976.Polygalacturonases release cell-wall bound proteins. Plant Physiology. 58:722-725.

Streif, J. 1991. Hinweise zur Lagerung von Äpfeln. Obst und Garten 11,Verlag Eugen Ulmer Postfach 700561 7000 Stuttgart70 ,Seite 541-542.

Streif, J. 2002.Ernte, Lagerung, Sortierung und Verpackung. In (Link, H.) Lucas, Anleitung zum Obstbau. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 32. Auflage.

Streif, J. McCornick, R. und Neuwald, D. 2009. Energieeinsparung durch den Einsatz von SmartFresh bei der Apfellagerung. Obstbau 34. Jahrgang ,9,Seite 489-501.

Toivonen, P. M. and Lu, C. W. 2005. Studies on elevated temperature, short-term storage of, Sunrise, summer apple using 1-MCP to maintain quality. Hort. Sci. Biotech. 80:43-446.

Watkins, C. B. 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. Biotech. Adv. 24:389-409.

Wills, R.; Tirmazi, S. and Scott, K. 1977. Use of calcium to delay ripening of tomatoes. Hort. Science 12:551-552.

Wills, R., 1998. Postharvest, an Introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. Hyde Park Press, South Australia.

Received	2009/12/28	إيداع البحث
Accepted for Publ.	2010/03/29	قبول البحث للنشر