مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ــ (2005) ــ المجلد (21) ــ العدد 1 ــ الصفحات: 109-126

تأثير المعاملة ببعض المركبات الكيميائية في القدرة التخزينية لثمار الصنفين Golden Delicious و Starking Delicious من التفــاح

حسان عبيد[1]

الملخص

أجريت هذه الدراسة في قسم البساتين، كلية الزراعة بجامعة دمشق خلال عامي 2002 - 2003 على ثمار صنفي التفاح Golden Delicious و Starking Delicious . حيث هدفت هذه الدراسة إلى دراسة تأثير تغطيس ثمار تفاح هذين الصنفين لمدة خمس دقائق قبل تخزينها ببعض المركبات الكيميائية من α-توكوفيرول بتركيز 0.25%، ومادة حاوية على عنصر الكالسيوم (بروكالسيوم بتركيز 1%) في القدرة التخزينية لهذين الصنفين.

حيث تم تخزين الثمار في وحدة تبريد المزة في الظروف العادية بدرجة حرارة 0-1 درجة مئوية وضمن رطوبة جوية 92%. وقد تمت دراسة تأثير المعاملات المختلفة مقارنة مع الشاهد غير المعامل في نسبة الفقد في وزن الثمار، ودرجة الصلابة، ونسبة النشا والسكريات وذلك قبل مراحل التخزين المختلفة وخلالها، إضافة إلى دراسة درجة تحمل الثمار للتخزين من خلال ظهور الاضطرابات الفيزيولوجية (التلونات والتعفنات الفيزيولوجية) في المخزن.

أظهرت نتائج تحليل التباين أن هناك اختلافاً معنوياً في زيادة القدرة التخزينية لثمار تفاح كلا الصنفين وخاصة لدى الثمار التي تم تغطيسها بمركب الكالسيوم (بروكالسيوم 1%)، مقارنة مع الشاهد. كما أظهرت الثمار التي تم تغطيسها قبل التخزين بمركب α-توكوفيرول 0.25% أحياناً فرقاً معنوياً وأحياناً ظاهرياً مع الشاهد غير المعامل. وقد لوحظ ذلك في الثمار المعاملة من خلال انخفاض نسبة الفقد في وزن الثمار خلال التخزين وزيادة صلابتها ومن ثم عدم ظهور اضطرابات وتعفنات فيزيولوجية كبيرة مقارنة مع الشاهد.

الكلمات المفتاحية: α-توكوفيرول، كالسيوم، القدرة التخزينية، ثمار التفاح، الاضطرابات الفيزيولوجية.

[1] أستاذ مساعد في قسم البساتين – كلية الزراعة، ص. ب. 30621 – جامعة دمشق – سورية.

Effect of some chemical treatments on the storage capacity of two fruit apple samples: Golden Delicious and Starking Delicious c. v.

Hassan Obaid[(1)]

ABSTRACT

The study was conducted at the Horticulture Department, Faculty of Agriculture, University of Damascus, during the season of 2002 and 2003, in order to study the effect of dipping apple fruits for the tow apple sorts for 5 minutes with some chemical substances, α-Tocopherol (0.25%) and Prohexadion-Calcium (1%).

The fruits were stored at Al Maze cold storage unit under the normal storage condition (0-1ºC, 93% R.H.), to find out some effects of these treatments on some physical, chemical, and physiological changes of treated and untreated apple fruits, especially: fruit weight, firmness, starch, and soluble solids content.

Analysis of variance indicated a significant difference in storage ability of both fruit apple samples in case of dipped fruits in Procalcium solution 1% compared with control fruits. The tocopherol treated fruits were sometimes significant.

The results showed a reduction in fruit weight in case of treated sample during cold storage time. Fruit firmness was significantly better in both treatments of procalcium 1% and tocopherol 0.25% compared with control, and reducing physiological disorders during cold storage period.

Key words: α- tocopherol, Calcium, Storability, apple fruits, physiological disorders.

[(1)]Associate Prof., Dep. Horticulture Sciences, Faculty of Agriculture, P.O.Box 30621, Damascus University, Syria.

المقـــدمـــة

يُعدُّ التفاح من الأشجار المثمرة المهمة والتي تنتشر انتشاراً كبيـــراً محليـــاً وعالميـــاً، تتركز زراعة التفاح في سورية في المرتفعات الجبلية التي يزيد ارتفاعهـــا علـــى 900 م عن سطح البحر حيث تفضل هذه الشجرة الإقليم المعتدل الذي لا ترتفع فيه درجة الحرارة عن 26° م خلال فصل النمو وتتركز زراعة الأشجار في المناطق الآتية:

المنطقة الساحلية: طرطوس- اللاذقية.

المنطقة الداخلية: إدلب- حمص- حماه، على ارتفاع 600-1500 م.

المنطقة الجنوبية: محافظة ريف دمشق (سرغايا– بلودان – الزبداني)، القنيطرة (عرنة – بيت جن)، السويداء وتعدُّ أكبر منطقة لزراعة التفاحيات فـــي ســـورية علـــى ارتفـــاع 1000-1600 م فوق سطح البحر.

وصلت المساحة المزروعة في سورية إلى 47378 هكتار (المجموعـــة الإحـــصائية الزراعية السنوية عام 1998) وبلغ إنتاجها أكثر من 356 ألف طن ووصل إجمالي عـــدد الأشجار زهاء 15 مليون شجرة منها 9 ملايين مثمرة. يعتمد 63% من إجمالي المـــساحة المزروعة على الزراعة البعلية التي تتركز في محافظات السويداء وحمـــص واللاذقيـــة وطرطوس، أما المساحة المروية فيتركز معظمها في محافظتي ريف دمشق وحمص.

ونظراً لهذه الأهمية الكبيرة لثمار التفاح فقد تم العديد من الدراســـات المختلفـــة التـــي حاولت المحافظة على إنتاج محصول من نوعية جيدة من الثمار سواء قبـــل القطـــاف أو بعده أو حتى في أثناء التخزين وذلك بهدف إطالة مدة تخزينه واستمرارية بقائه على مدار السنة وهذا ما يتحقق من خلال تقليل الأضرار التي قد تنتج في أثناء التخزين من الإصابة بالأمراض التخزينية المختلفة أو التي قد تنتج عن تراجع في الـــصفات النوعيـــة (فقـــدان الصلابة – الفقد بالوزن – اللون – نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية – الحموضة الكلية – فيتامين C) والتي تؤدي إلى انخفاض القيمة التسويقية لهذا المنتج.

ويوجد العديد من الإجراءات التي يمكن اتباعها بهدف إطالة فترة التخـــزين والحفـــاظ على نوعية الثمار وتقليل الإصابة بالأمراض الفيزيولوجية التي قـــد تظهـــر فـــي أثنـــاء التخزين، ومن هذه الإجراءات تخزين ثمـــار التفـــاح فـــي ظـــروف مـــتحكم بهـــا CA (Controlled atmosphere)، أو التخزين في تراكيز منخفضة مـــن الأوكـــسجين 1-3% O_2 (Ultra Low Oxygene) التي يمكن من خلالها إبطاء تنفس الثمـــار والحفـــاظ علـــى صلابتها ونوعيتها وإطالة فترة تخزينها (Lau 1990, Sharples 1982, Smith 1984).

كما أثبتت الدراسات المختلفة عن استخدام مركبات الكالسيوم سواء رشاً على الأشجار أو بتغطيس الثمار قبل التخزين وتأثيرها في الحفاظ على نوعيـــة الثمـــار وإطالـــة فتـــرة

تخزينها من خلال الحد من انتشار الأمراض الفيزيولوجيـــة (Fochessati at al., 1977 Conway et al., 1979 Sharples et al., 1994). وقد بين العالم Mallet وزملاؤه عـــام 1994 في بعض التجارب الدور المهم الذي يؤديه فيتامين E (α-توكوفيرول) وكذلك بيتا كاروتين بوصفها مواد منحلة بالدسم كمضادات أكسدة ذات فاعلية عالية في الحفاظ علـــى نوعية الثمار خلال التخزين وخفض الأمراض الفيزيولوجية وذلك بعـــد تغطـــيس ثمـــار الصنف Granny Smith.

الهدف من هذا البحث هو دراسة تأثير بعض المركبات الكيميائية مثل فيتـــامينE (α-توكوفيرول) وبروكالسيوم بتغطيس الثمار قبل التخزين فـــي القـــدرة التخزينيـــة للثمـــار، والحفاظ على مواصفاتها النوعية خلال التخزين، ومـــدى مقاومتهـــا لـــبعض الأمـــراض الفيزيولوجية.

مـــواد البحـــث وطرائقـــه

تم تنفيذ هذه الدراسة في عامي2002-2003 على صنفي التفـــاح Golden Delicious وStarking Delicious، حيث تم تغطيس الثمـــار لمـــدة خمـــس دقـــائق قبـــل تخزينهـــا بالمركبات الكيميائية المدروسة ويظهر الجدول الآتي المعاملات والتراكيز المختلفة التـــي استخدمت في التجربة وذلك لكلا الصنفين المدروسين في التجربة:

الجدول (1) يبين الكميات والمعاملات والتراكيز المختلفة المستخدمة في التجربـــة لكـــل مـــن الصنفين المدروسين:

الصنف	الكمية	المعاملة	التركيز
Golden Delicious	20 كغ ثماراً	شاهد	غير معامل
Golden Delicious	20 كغ ثماراً	α - توكوفيرول	% 0.25
Golden Delicious	20 كغ ثماراً	بروكالسيوم	% 1
Starking Delicious	20 كغ ثماراً	شاهد	غير معامل
Starking Delicious	20 كغ ثماراً	α - توكوفيرول	% 0.25
Starking Delicious	20 كغ ثماراً	بروكالسيوم	% 1

يتألف فيتامين E الموجود في الطبيعة من مجموعة من الارتباطات والتي يطلق عليها التوكوفيرول والتي تنتمي إلى مجموعة الأنزيمات المنحلة بالدسم وقد تـــم اكتـــشافها فـــي الولايات المتحدة الأمريكية عام 1922 مـــن قبـــل العـــالمين Bishop و Evans. ومـــن المعروف ثماني مجموعات طبيعية من فيتامين E (Machelin 1991) والتي تضم أربعـــة

توكوفيرولات هي (α, β, γ, δ-Tocopherol) وأربعة توكوترينولات هي (α, β, γ, δ-Tocotrinol) (Kasparek 1980).

من أهم فيتامينات E هي مجموعة α- توكوفيرول والذي يعدُّ مضاد أكسدة قوياً ضد العناصر الحرة المتطرفة لجعلها غير ضارة بالنبات (Diplock 1983). هذه العناصر الحرة المتطرفة وغيرها تهاجم أغشية الخلايا وتحدث تغيرات في تركيب DNA ، ومن أهم هذه العناصر المتطرفة (الجذور الأوكسجينية) H_2O_2, OH^-, O_2^-. إن التأثير الفعال للتوكوفيرول يتعلق بعدد مجموعات الميتيل (Fryer 1992) على حلقة البنزول، وأي تغيير بسيط في هذا التركيب يؤدي إلى خفض الفعالية البيولوجية له.

يعدُّ α- توكوفيرول ذا أهمية كبيرة عند الفطريات والنباتات الراقية ويوجد بشكل رئيسي في الكلوروبلاست (Machelin, 1992 Fryer 1991) حيث يوجد 3/1 من α-توكوفيرول في أغشية الكلوروبلاست الخارجية (Chloroplast membrane)، و3/2 منه في أغشية التيلاكوئيد (Thylakoid membrane) (Daub 1982, Draper, 1980).

فيزيولوجياً يملك فيتامين E وظيفتين أساسيتين مهمتين هما:

الأولى: كمضاد أكسدة طبيعي

الثانية: كمنظم لنفاذية الأغشية الخلوية (Fryer 1992, Lichtenthaler et al., 1981)

أما مركب بروكالسيوم (Prohexadione-Calcium) والذي تم اكتشافه في اليابان (BASF, 2001) واستخدامه في العديد من دول العالم على أشجار التفاح كمنظم للنمو وتحسين نوعية الثمار ، وما تزال تجرى حوله العديد من البحوث لمعرفة أهميته وتأثيره في العديد من الظواهر الفيزيولوجية والمرضية مثل (اللفحة النارية على التفاح)(Römmelt et al. 1999)، أما تركيبه الكيميائي فهو:

Calcium 3-Oxido-4-propionel-5-oxo-3-cyclohexan-carbon acid

حيث يؤدي هذا المركب دوراً مهماً في زيادة نسبة الكالسيوم في الثمار مما يزيد من صلابة الأغشية الخلوية وتحسين نوعية الثمار، باعتبار أن الكالسيوم يدخل في تركيب البكتين والبروتوبكتين في الصفائح الوسطى للجدر الخلوية كما تؤدي زيادة محتوى الثمار من الكالسيوم إلى العديد من التأثيرات الفيزيولوجية والبيوكيميائية التي تحدث في الثمار مثل تأثيرها في محتواها من الجبريلين والفينولات (Evans et. al. and 1999, Rademacher 1999 Owens and stover, 1999 Greene).

من خلال ما سبق ولما لهذين المركبين من أهمية في أشجار التفاح وتحسين نوعية الثمار تم في هذا البحث استخدام هذين المركبين لتغطيس ثمار تفاح الصنفين Golden Delicious و Starking Delicious بتركيز واحد لكل معاملة (جدول 1) لمدة خمس

دقائق، ثم تخزين الثمار في وحدة تبريد المزة ضمن ظروف التبريد العادي وبدرجة حرارة 0-1° م، ونسبة رطوبة 92% في جو المخزن.

تم تخزين الثمار تقريباً لمدة 5 أشهر بدأت من 9 تشرين أول 2002 وحتى 20 شباط 2003، وتم إجراء التحاليل الآتية: قبل التخزين وخلال المراحل المختلفة لتخزين الثمار:

1-دراسة نسبة الفقد في وزن الثمار خلال التخزين: حيث تم ترقيم عشر ثمار (عدد المكررات =10) لكل صنف وكل معاملة ووزنها قبل التخزين وبمراحل التخزين المختلفة؛ لمعرفة تأثير المعاملات في نسبة الفقد في وزن الثمار.

2- دراسة تأثير المعاملات المختلفة في درجة تغير صلابة الثمار في بداية التخزين وفي مراحله المختلفة وحتى نهاية التخزين، وقد تم ذلك بواسطة جهاز البنتروميتر Penetrometer نموذج ft, 327، وقد تم ذلك على 20 ثمرة (عدد المكررات=20) بعد إزالة قشرة الثمرة بمساحة قرابة 1 سم^2 من جانبين متقابلين من الثمرة.

3- دراسة تغيرات مقياس (شترايف) خلال مراحل التخزين المختلفة حسب الأصناف والمعاملات، ويتم تحديده بعد قياس درجة الصلابة ونسبة النشا باليود اليودي ونسبة المواد الصلبة الذائبة (السكريات) وذلك بواسطة جهاز قياس نسبة السكريات Refrectometer (الرفركتومتر) ومن ثم حساب مقياس شترايف وفق المعادلة الآتية:

$$\text{مقياس شترايف} = \frac{\text{درجة صلابة الثمار}}{\text{نسبة النشا X المواد الصلبة الذائبة}}$$

4- دراسة تأثير المعاملات في درجة ظهور الأمراض الفيزيولوجية المختلفة على الثمار (الاضطرابات الفيزيولوجية-التلونات البنية أو التعفنات).

التحليل الإحصائي

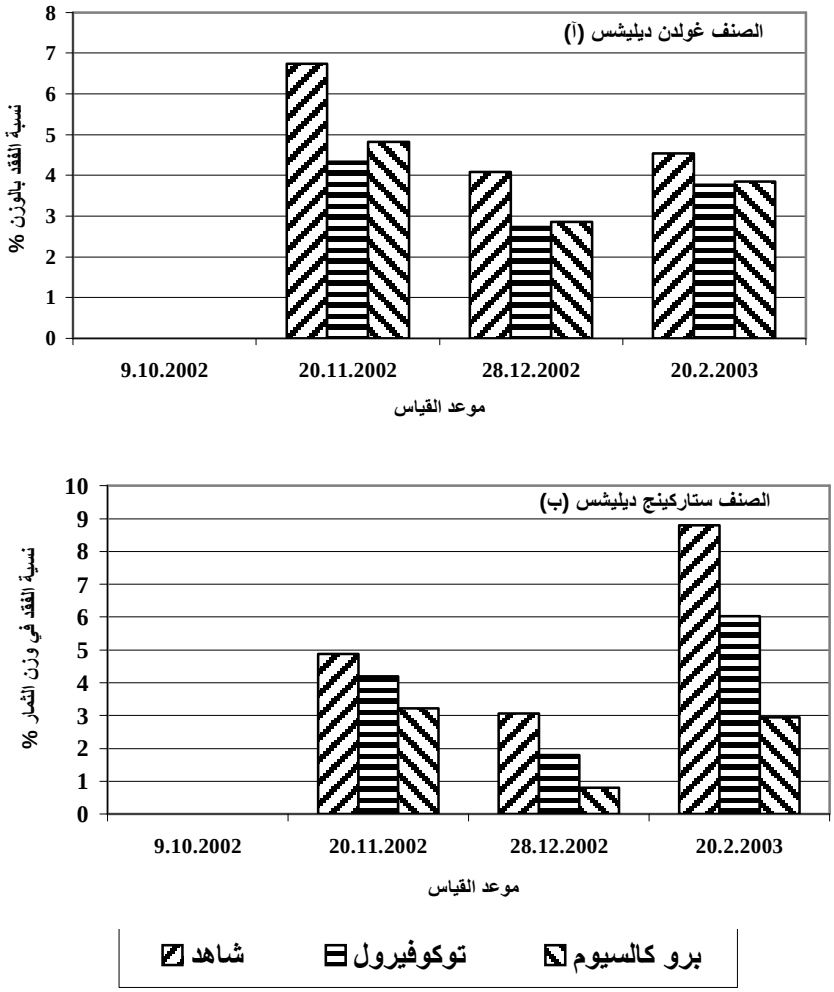
أجري هذا البحث في عامي 2002 - 2003، حيث تم أخذ 20 كغ من ثمار التفاح لكل صنف وكل معاملة، وذلك لدراسة تأثير المعاملة بتغطيس الثمار بمركبات التوكوفيرول تركيز 0.25% والبروكالسيوم تركيز 1% مقارنة مع الشاهد في القدرة التخزينية للثمار من خلال دراسة عدد من المعطيات والتغيرات الفيزيولوجية والبيوكيميائية. وتم بعد إجراء التحاليل المختلفة، إدخال النتائج إلى برنامج Excel وذلك

حسب المعاملات والمكررات (أي عدد الثمار المستخدمة لكل عملية قياس)، ومن ثم أخضعت المعطيات في كل التجارب إلى تحليل التباين على مستوى 5%، وتم تحليل النتائج بواسطة الكومبيوتر باستخدام برنامج التحاليل الإحصائية (SPSS) شيكاغو 1993، وذلك حسب اختبار (Tukey-HSD) كما تم أخذ المتوسط الحسابي للعينات المختلفة وتصميم الخطوط البيانية وإظهار الخطأ المعياري على الأعمدة البيانية والتي يمكن من خلالها دراسة الفروق الظاهرية والمعنوية المختلفة عند مستوى 5%.

النتـــائـــــج

1- تأثير المعاملة بالمركبات الكيميائية في نسبة الفقد في الوزن خلال التخزين

يبين الشكل (1) تأثير تغطيس ثمار التفاح بكل من α- توكوفيرول 0.25% وبروكالسيوم 1% في تغيرات نسبة الفقد في الوزن خلال التخزين لكل من الصنفين غولدن ديليشس وستاركينج ديليشس. حيث أظهرت نتائج تحليل التباين وجود فروق معنوية بين المعاملات، فقد أدت معاملة الصنف غولدن ديليشس بكل من α- توكوفيرول وبروكالسيوم إلى انخفاض في نسبة الفقد في وزن الثمار خلال التخزين وذلك مقارنة مع الشاهد. إذ بلغت نسبة الفقد في وزن ثمار الشاهد 6.8% بعد قرابة 40 يوماً من التخزين في حين تراوحت بين 4.3% و4.8% في كل من α- توكوفيرول وبروكالسيوم على التوالي، وقد استمر هذا الفرق في نسبة الفقد في الوزن في مراحل التخزين المختلفة وحتى نهايته في أواخر شهر شباط (الشكل 1، آ)، مما يدل على تأثير كل من α - توكوفيرول والبروكالسيوم في خفض نسبة الفقد في وزن الثمار خلال التخزين.



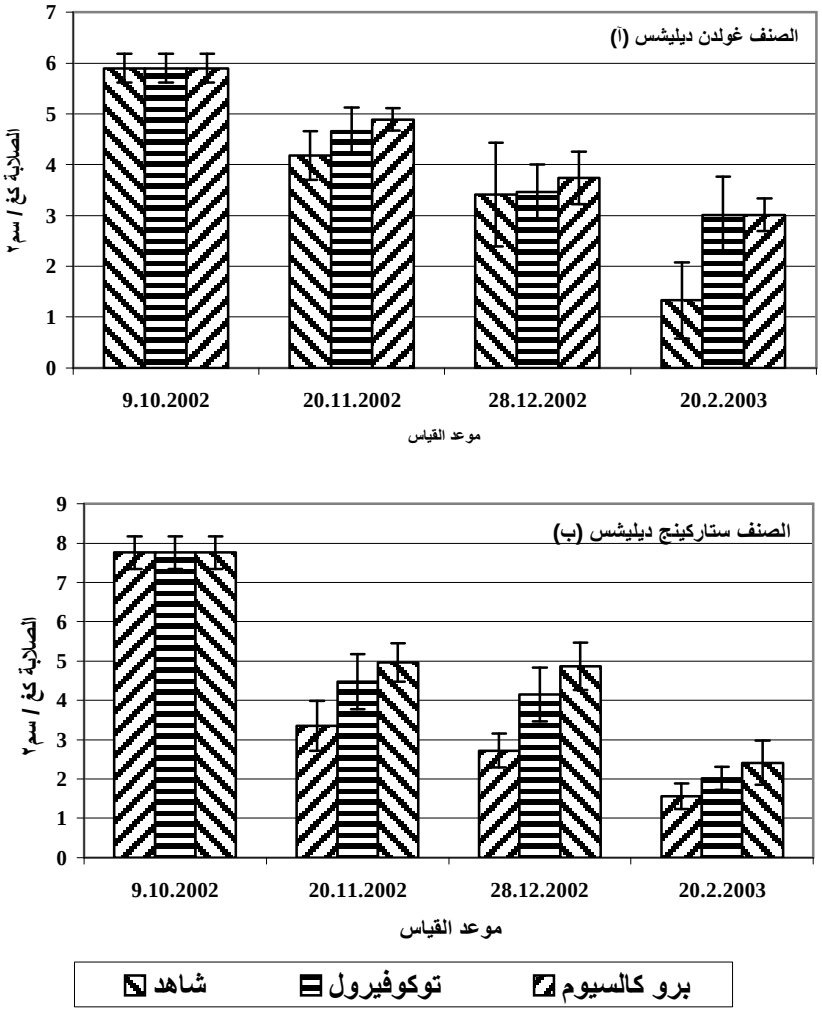
الشكل (1) يبين تأثير تغطيس ثمار التفاح بكل من α- توكوفيرول 0.25% وبروكالسيوم 1% في تغيرات نسبة الفقد في الوزن خلال فترة التخزين لكل من الصنفين غولدن ديليشس (أ) وستاركينج ديليشس (ب).

كما أظهر الصنف ستاركينج ديليشس أيضاً انخفاضاً في نسبة الفقد في وزن الثمار التي تم تغطيسها قبل التخزين بكل من α- توكوفيرول والبروكالسيوم لمدة خمس دقائق، وعلى عكس ما كان عليه لدى الصنف غولدن ديليشس فقد كانت نسبة الفقد أقل في بداية التخزين وازدادت ازدياداً كبيراً مع نهايته وخاصة بالنسبة لثمار الشاهد (مقارنة الشكل1، آ وب). حيث ازدادت من 4.9% بتاريخ 11/20 إلى 8.9% في نهاية شهر شباط، بينما لم تتجاوز هذه النسبة 3% لدى الثمار التي تم تغطيسها بمركب البروكالسيوم 1% حتى نهاية فترة التخزين أي قرابة 30% من نسبة الفقد معنوياً مقارنة مع الشاهد، أما المعاملة بمركب α- توكوفيرول 0.25% فقد كانت نسبة الفقد أعلى منها مقارنة مع الثمار المعاملة بالبروكالسيوم ولكن أقل منها ظاهرياً مع ثمار الشاهد (الشكل 1، ب).

2- تأثير المعاملة بالمركبات الكيميائية في تغير درجة صلابة الثمار خلال فترة التخزين

أظهرت نتائج تغطيس الثمار بمركبات α- توكوفيرول وبروكالسيوم تغيرات في درجة صلابة الثمار خلال فترة التخزين، إذ أدت هذه المعاملة لدى الصنف غولدن ديليشس إلى ظهور فروق ظاهرية في درجة الصلابة ما بين الثمار المعاملة وثمار الشاهد، لكن أصبحت هذه الفروق معنوية حتى نهاية فترة التخزين حيث بلغت درجة صلابة ثمار الشاهد 1.3 كغ/سم^2، في حين بلغت قرابة 3 كغ/سم^2 لدى الثمار التي تم تغطيسها قبل التخزين بكل من α- توكوفيرول 0.25% وبروكالسيوم 1% (الشكل 2، آ).

كما أظهرت معاملة ثمار الصنف ستاركينج ديليشس وجود فروق معنوية في درجة صلابة الثمار بين الثمار المعاملة وثمار الشاهد وذلك خلال مراحل التخزين المختلفة وحتى نهايته علماً أن صلابة ثمار الصنف ستاركينج كانت ظاهرياً أقل منها مما هو عليه لدى الصنف غولدن ديليشس وخاصة في نهاية فترة التخزين، حيث بلغت 2 كغ/سم^2 لدى الثمار المعاملة بمركب α- توكوفيرول، و2.5 كغ/سم^2 لدى الثمار التي تم تغطيسها قبل التخزين بمركب البروكالسيوم، مع العلم أن صلابة ثمار الصنف ستاركينج (7.8 كغ/سم^2) كانت في بداية التخزين أعلى مما هو عليه لدى الصنف غولدن ديليشس (6.9 كغ/سم^2) (مقارنة الشكل 2، آ و ب).



الشكل (2) يبين تأثير تغطيس ثمار التفاح بكل من α - توكوفيرول 0.25% وبروكالسيوم 1% في تغير صلابة الثمار خلال فترة التخزين لكل من الصنفين غولدن ديليشس (أ) وستاركينج ديليشس (ب).

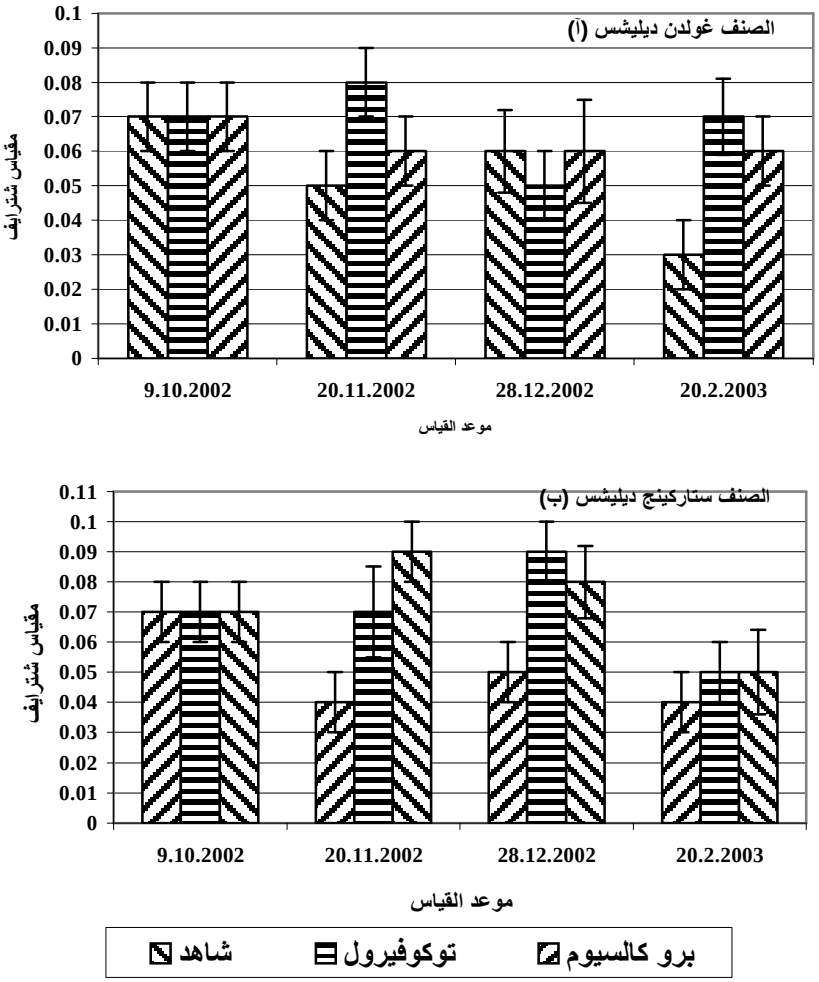
3- تأثير المعاملة بالمركبات الكيميائية في تغير مقياس شترايف خلال فترة التخزين

تبين نتائج مقياس شترايف العلاقة ما بين درجة صلابة الثمار من جهة ونسبة النشا والمواد الصلبة الذائبة في الثمار من جهة أخرى، إذ لوحظ اختلافٌ كبيرٌ في هذه العلاقة خلال مراحل تخزين الصنف غولدن ديليشس وخاصة في الثمار التي تم تغطيسها بمحلول α- توكوفيرول 0.25% قبل التخزين (الشكل 3، آ). أما معاملة الثمار بمركب البروكالسيوم 1% فقد أظهر فرقاً ظاهرياً في المراحل الأولى من التخزين ولكنه أصبح معنوياً في نهاية فترة التخزين مما يدل على تأثير الكالسيوم في زيادة درجة صلابة الثمار والحد من زيادة التغيرات في ليونة أنسجة الثمار المعاملة مقارنة مع ثمار الشاهد (الشكل 3، آ).

بينما لوحظ لدى الصنف ستاركينج ديليشس فرق معنوي في مقياس شترايف ما بين الثمار المعاملة بكل من α- توكوفيرول والبروكالسيوم مقارنة مع ثمار الشاهد وذلك منذ بداية التخزين وحتى نهايته، وقد أظهرت المعاملة بهذه المركبات الكيميائية مقارنة مع الشاهد على زديادة أعلى في مقياس شترايف وذلك بعد 40 يوماً (11/20) وبعد 80 يوماً (12/28) من التخزين (الشكل 3، ب).

4- تأثير المعاملة بالمركبات الكيميائية في نسبة ظهور التعفنات على الثمار خلال فترة التخزين

يبين الجدول 2 تأثير تغطيس ثمار التفاح بكل من α - توكوفيرول 0.25% وبروكالسيوم 1% في نسبة التعفنات المختلفة التي ظهرت على الثمار خلال فترة التخزين. إذ لوحظ بشكل عام انخفاض القدرة التخزينية للثمار لدى كلا الصنفين غولدن ديليشس وستاركينج ديليشس مع نهاية فترة التخزين، والسبب هو انخفاض صلابة الثمار وازدياد نضجها إضافة إلى نوع التخزين، حيث تم تخزين الثمار ضمن ظروف التخزين المبرد العادي وليس ضمن ظروف متحكم بها من غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز الأوكسجين والذي يؤخر من نضج الثمار ويطيل قدرتها التخزينية ومن ثم انخفاض إصابتها بالأمراض الفيزيولوجية المختلفة خلال التخزين.



الشكل (3) يبين تأثير تغطيس ثمار التفاح بكل من α- توكوفيرول 0.25% وبروكالسيوم 1% في تغير مقياس شترايف خلال فترة التخزين لكل من الصنفين غولدن ديليشس (آ) وستاركينج ديليشس (ب).

أظهرت نتائج المعاملة لدى الصنف غولدن ديليشس انخفاضاً ملحوظاً ومعنوياً في نسبة التعفنات خلال التخزين مقارنة مع الشاهد، إذ كان أفضلها في الثمار التي تم تغطيسها بمحلول البروكالسيوم 1%، فقد بلغت إجمالي نسبة التعفنات حتى نهاية فترة التخزين 2% فقط مقارنة مع الثمار التي تم تغطيسها بمحلولα - توكوفيرول 0.25% حيث بلغت هذه النسبة 6%، في حين أظهرت ثمار الشاهد أعلى نسبة تعفن للثمار خلال التخزين حيث بلغ إجمالي هذه النسبة 17.9% (الجدول 2).

كما أظهرت النتائج انخفاضاً في نسبة الإصابة بالتعفنات لدى الصنف ستاركينج ديليشس مقارنة مع الصنف غولدن ديليشس إذ بلغت لدى الشاهد فقط 10.9% حتى نهاية التخزين في حين كانت عند شاهد غولدن ديليشس 17.9%. كما أظهرت معاملة الصنف ستاركينج بالمركبات المدروسة انخفاضاً واضحاً في نسبة الإصابة بعفن الثمار مقارنة مع ثمار الشاهد غير المعاملة، حيث بلغت 2.6% في نهاية فترة التخزين بعد تغطيس الثمار بكل من α- توكوفيرول 0.25%، بلغت 1% بتغطيس الثمار بمركب البروكالسيوم 1% (الجدول 2).

الجدول (2) يبين تأثير تغطيس ثمار التفاح بكل من α- توكوفيرول 0.25% وبروكالسيوم 1% في نسبة التعفنات المختلفة التي ظهرت على الثمار خلال فترة التخزين لكل من الصنفين غولدن ديليشس وستاركينج ديليشس.

نسبة تعفن الثمار %					
الصنف	المعاملة	2002/11/20	2002/12/28	2003/2/20	الإجمالي
Golden Delicious	شاهد	3.5	4.9	9.5	%17.9
Golden Delicious	α- توكوفيرول 0.25%	0.5	1.9	3.6	%6
Golden Delicious	بروكالسيوم 1%	0	0.6	1.4	%2
Starking Delicious	شاهد	2.5	2.8	5.6	%10.9
Starking Delicious	α- توكوفيرول 0.25%	0	0.5	2.1	%2.6
Starking Delicious	بروكالسيوم 1%	0	0.5	0.5	%1

المناقشة

من الأهداف الأساسية في تخزين ثمار التفاح هي إطالة فترة تخزين الثمار من خلال الحفاظ على خواصها الفيزيائية والكيميائية لأطول فترة ممكنة، ويحدث ذلك عند خفض نسبة الفقد في وزن الثمار والحفاظ على صلابتها خلال التخزين مما يقلل من انخفاض فقدان كمية الثمار ونوعيتها. ومن الإجراءات المختلفة المتبعة والتي تؤدي إلى الحفاظ على نوعية ثمار التفاح بشكل جيد هو تخزين الثمار في ظروف متحكم بها (Controll

atmosphere) وهذا ما يحافظ على نوعية ثمار جيدة ولفترة أطول من خلال تأخير نضج الثمار وخفض نسبة فقدها للماء إذ إن التحكم في درجة الحرارة وخفض نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز الأوكسجين في جو المخزن يعمل على إبطاء تنفس الثمار وتأخير نضجها (Backmann et al. 1994). تحتوي ثمرة التفاح على محتوى مرتفع من الماء يتراوح من 67-89%، وتفقد الثمار في أثناء تخزينها كمية من الماء لا يستهان بها والتي تختلف باختلاف ظروف النمو والعوامل البيئية قبل القطف وكذلك ظروف التخزين، وكلما ازداد هذا الفقد أدى إلى ظهور أضرار مختلفة على النبات ومنها الذبول وزيادة إصابتها بالأمراض الفطرية والفيزيولوجية. ويعود السبب الرئيسي في فقد وزن الثمار في أثناء التخزين إلى أكسدة المواد الكربوهيدراتية من خلال عملية التنفس والذي يشكل قرابة 20% من الفقد، وفقد الماء عن طريق التبخر نتيجة عجز ضغط بخار الماء Vapor Presseure Deficiet والذي يشكل 80% من الفقد بالوزن (Osterloh 1996). كما أشار Streif 1992 إلى أن متوسط فقد الماء من ثمار التفاح خلال التخزين يجب أن يبلغ قرابة (0.4-0.6% شهرياً، أي (5-8 غ/طن/سا). إذ إن مثل هذا الفقد يعدُّ ضرورياً من أجل طرد منتجات الاستقلاب الضارة ومن ثم خفض إمكانية حدوث الأمراض الفيزيولوجية.

مما سبق يتضح أن لطريق التخزين أيضاً دوراً مهماً في القدرة التخزينية للثمار، وتعدُّ وحدة تبريد المزة كغيرها من وحدات التبريد في سورية عبارة عن غرف تخزين للتفاح تحت درجة حرارة 1-3 درجة مئوية ورطوبة جوية 90%، ولايوجد أبداً التحكم في كل من نسبة O_2 و CO_2 أو كليهما، وكل ماهو ممكن من أجل التحكم في هواء الشفاطات والتي تخلص جو الغرف من الغازات الناتجة عن تنفس الثمار.

كما تبين الدراسات والبحوث المختلفة أن معدل الفقد في وزن الثمار في أثناء التخزين يتعلق تعلقاً كبيراً في درجة نضج هذه الثمار ومحتواها من الكالسيوم الذي يؤدي دوراً مهماً في زيادة الصلابة ويخفض من نسبة فقد الماء من الثمار خلال مراحل التخزين (Stow 1991). فالكالسيوم يدخل في تركيب وبناء البروتوبكتين الذي يعدُّ مادة لاصقة منيعة بين الخلايا، فالمعاملة بالكالسيوم تؤدي إلى بناء خلوي قوي وثابت. كما أن الكالسيوم يسهم بدور مهم في ثبات بناء الجدر الخلوية. وتبين أيضاً أن الكالسيوم يسهم بدور في زيادة صلابة الثمار وكذلك في خفض نسبة الفقد ومعدل التنفس في الثمار قبل فترة التخزين وخلالها (Jankovic and Drobnjak, 1993 Raese and Drake, 1990 Gleen and Poovaiah 1994).

كما وجد أن هناك علاقة ما بين محتوى الثمار من الكالسيوم وبين إفرازها لهرمون الأيتيلين، الذي يُعدُّ عاملاً مهماً ومحدداً لدرجة نضج الثمار حيث يؤدي انخفاض محتوى الثمار من الكالسيوم إلى زيادة نضج الثمار وازدياد إفرازها لهرمون الأيتيلين ومن ثم إلى زيادة نضج الثمار مما ينتج عنه سرعة في تحلل النشا وتحوله إلى سكريات أو مواد صلبة ذائبة مما يخفض من قيم مقياس شترايف خلال تخزين الثمار ثم خفض القدرة التخزينية

لها وفي النهاية ظهور العديد من التعفنات والأمراض الفيزيولوجية المختلفة نتيجة نقص الكالسيوم وانخفاض درجة صلابة الثمار (Sams and William 1984).

في تجارب حديثة أجراها Lafer 2003 برش أشجار التفاح بمنظمات نمو مختلفة ومن بينها Prohexadione Calcium (بروكالسيوم)، حيث تم رش صنفين من أصناف التفاح Gala و Elster بهذه المركبات وتمت دراسة تأثيرها في الحد من نمو الأشجار وأيضاً في الإنتاج ونوعية الثمار (درجة الصلابة، نسبة النشا والمواد الصلبة الذائبة ونسبة تلون الثمار.....). إذ لاحظ أن استخدام هذه المركبات ومن بينها بروكالسيوم لم يكن له أي تأثير سلبي في نوعية الثمار ودرجة نضجها بل لوحظ زيادة الإنتاج وحجم الثمار وكذلك نسبة تلونها، كما وجد أن المعاملة بالبروكالسيوم أدت إلى تحسين نوعية الثمار وزيادة قدرتها التخزينية من خلال زيادة صلابة الثمار مقارنة مع ثمار الشاهد، كما أدت إلى زيادة تحمل الثمار للتخزين من خلال تأخير النضج السريع وتحلل النشا إلى المواد الصلبة الذائبة (التأثير الإيجابي للمعاملة في ارتفاع مقياس شترايف خلال التخزين).

كما أثبتت دراسات عديدة أن رش أشجار التفاح بمنظمات النمو مثل باكلوبوترازول (Paclobutratzol) وNAA و بروكالسيوم (Prohexadione-Calcium) قد تؤدي دوراً في تأخير نضج الثمار من خلال الحد من تكوين الأيتيلين أو الحد من نشاط أنزيم ACC, 1-aminocyclopropane-1-carboxyle oxidase (1-أمينوسيكلوبروبان-1-كاربوكسيل أوكسيداز) (Bufler 1986، Iturriagagoitia et al. 1996).

وتبين العديد من البحوث والتجارب تأثير المعاملة بمحلول α- توكوفيرول في زيادة القدرة التخزينية للثمار وخفض نسبة فقدها للماء من خلال تأخير نضج هذه الثمار في أثناء التخزين، إذ يؤدي هذا الفيتامين المنحل بالدهون دوراً مهماً كمضاد أكسدة تحد من عمليات الأكسدة المختلفة التي تحدث خلال التخزين وتؤدي إلى هرم الثمار وزيادة نضجها وفقدها للماء إضافة إلى دور هذا الفيتامين في خفض نفاذية الأغشية الخلوية والحفاظ على صلابة ونوعية جيدة للثمار (Fyer 1992).

وأظهرت معاملة أشجار التفاح بمركب فيتامين E (α- توكوفيرول) ارتفاعاً في معدل الإنتاج وتحسين نوعية الثمار من خلال زيادة وزن الثمار وتلونها وصلابتها (Wölfel 1998 and Noga، 1998 Schmitz and Noga، 1998 Bertschinger et al.). كما أظهرت دراسات أخرى أن المعاملة بمحلول α- توكوفيرول كمضاد أكسدة أدى إلى منع ظهور أضرار الأكسدة المختلفة التي تحدث في الثمار نتيجة إجهادات بيئية أو نخزينية مختلفة مما يؤدي إلى سوء نوعية الثمار وتلونها وصلابتها، ومن ثم انخفاض قدرتها التخزينية وإصابتها بالعديد من التعفنات والأمراض الفيزيولوجية خلال التخزين (Scandalios 1993، Biacs et al. 1992، Elstner 1990، Krieg et al. 1998).

REFERENCES

Backmann, A., Steif, J. and F. Bangerth 1994: Einfluss von CA- bzw. ULO-Lagerbedingungen auf Merkmale der Fruchqualität und Reife bei präklimakterisch und klimakterisch geernteten Äpfeln. I. Auswirkung auf Farbe, Fruchtfleischfestigkeit, Säure und löslische Trockensubstanz. Gartenbauwissenschaft 59, 252-257.

Bertschinger, L., Stadler, W. and L. Lemmenmeier 1998: First results from testing new Vitamin E formulations for improving Red Color formation and Scab regulation in Swiss Apple orchards. In: Nga, G. and Scmitz, M. (eds.): Antioxidants in higher plants. Shaker Verlag Aachen, 220-231.

Biacs, P. A., Czinkotai, B. and A. Hoschke 1992: Factors affecting stability of colored substances in paprika powders. American Chemical Socity 40, 363-367.

Bufler, G. 1986: Ethylene promoted conversion of 1-aminocyclopropane-1-carboxyle acid to ethylene on peel of apple at various stages of fruit development. Plant Physiol. 80, 539- 543.

Conway, W. S., Sams, K. E., Wang, C. YI. and J. A. Abbott, 1994: Additive effects of postharvest calcium and heat treatment on reducing decay and maintaining quality in apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119, 49-53.

Daub, M. E., 1982: Peroxidation of tobacco membrane lipids by the photosensitizing toxin cercosporin. Plant Physiol. 69, 1361-1364.

Diplock, A.T., 1983: The role of Vitamin E in biological membranes. I: Biology of Vitamin E. Pitman Book, London (CIBA Foundation symposium 101), 45-55.

Draper, H. H., 1980: Biogenesis. In: Machlin L.J. Vitamin E. A comprehensive treatise. Marcel Dekker, New York, Basel, 268-271.

Elstner, E. F. 1990: Der Sauerstoff. Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, Mannheim.

Evans, J.R., Evans, R.R., Regusci, C. L. and W. Rademacher. 1999: Mode of action, metabolism, and uptake of BAS 125W, Prohexadione-Calcium. Hort Science, Vol. 34(7), 1200-1201.

Fochessati, A., Perring, M. A. and D. S. Jonhnson, 1977: Calcium sprays for bitter bit control. Reprinted from the decidous fruit grower, Part 9, 27, 308-315.

Fryer, M. J., 1992: The antioxidant effects of Thylakoid vitamin E (α-tocopherlo). Plant, Cell and Environment 15, 381-392.

Greene, D. W., 1999: Tree growth management and fruit quality of apple trees treated with Prohexadione-Calcium (ABS 125). Hort. Science, Vol. 34 (7), 1209-1212.

Gleen, G. M. and B. W., Poovaiah, 1990: Calcium mediated postharvest changes in texture and cell wall structure and composition in Golden Delicious apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. (USA). V. 115(6). p. 962-968.

Iturriagagoitia-Buero, T., Gibson, E. J., Schofield, C. J. and P. John 1996: Inhibation of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate oxidase by 2-oxoacids. Phytochem. 43, 343-349.

Jankovic, M., and S., Drobnjank, 1994: The influence of cold room atmosphere composition on apple quality changes. Rev. Res. Work. Fac. Argi. 39(1): 73-78.

Kasparek, S., 1980: Chemistry of Tocopherols and Tocotrinols. In: Machlin L.J. (ed.): Vitamin E. A comprehensive tratise. Marcel Dekker, New York, Basel, 66-76.

Krieg, M., Mayer, W., Schirmer, H. and B. Tauscher 1998: Change in quality parameters of Vitamin E treated Jonagold and Elster apples after Storage. In: Nga, G. and Scmitz, M. (eds.): Antioxidants in higher plants. Shaker Verlag Aachen, 38-52.

Lafer, G. 2003: Auswirkungen der Applikation verschiedener Bioregulatoren auf die Ertragsleistung, Fruchtqualität, Lagerfähigkeit und vegetative Entwicklung der Apfelsorten Elster und Gala. Erwerbsobstbau, 45, 69-96-

Lau, O. L., 1990: Efficacy of diphenylamine, ultra low oxygen, and ethylene scrubbing on scald control in Delicious apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115, 959-961.

Lichtenthaler, H. K., Prezel, K. U., Douce, R. and J. Joyard, 1981: Localization of prenylquinones in the envelope of spinach chloroplasts. Biochemica et Biophysica Acta, 641, 99-105.

Machelin, L. J., 1991: Vitamin E. In: Machelin, L. J. (ed.): Handbook of Vitamins. Marcel Dekker, New York, Basel, 99-145.

Mallet, J. F., Cerrati, C., Uccini, E., Gamisans, J. and M. Gruber, 1994: Antioxidant activity of plant leaves in relation to their alpha-tocopherol content. Food Chemistry 49, 61-65.

Osterloh, A. 1996: Lagerung der obstarten. In: Osterloh, A., Edert, G., Held, W., Schulz, H., Urban, E. Lagerung von Obst und südfrüchten. Eugen Ulmer. Stuttgart. 147-176.

Owens, C. L., and E.D. Stover, 1999: Vegetative growth and flowering of young apple trees in response to Prohexadione-Calcium. Hort Science, Vol. 34 (7), 1194-1196.

Raese, J. T. and S. R., Drake, 1993: Effect of preharvest calcium spray an apple and pear quality. J. Plant. Nut. V. 16 (9). P. 1807-1819.

Römmelt, S., Treuter, D., Speakman, B. and W. Rademacher 1999: Einfluss von Prohexadione - Calcium auf den Phenolstoffwechsel des Apels im Himblick auf Resistenzinduktion gegen Feuerbrand. BDGL-Tagungsband 17 / 1999, S. 54-.

Sams, C. E. and S. C. Willim 1984: Effect of calcium infiltration on ethylene production., respiration rate, soluble polyuronide content, and quality of Golden Delicious apple fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109, 53-57.

Scandalios, J. G. 1993: Oxygen Stress and Superoxide Dismustases. Plant Physiol. 101, 7-12.

Schmitz, M. and G. Noga 1998: Tocopherol and its Potential for Improving Fruit Quality in Apple. In: Nga, G. and Scmitz, M. (eds.): Antioxidants in higher plants. Shaker Verlag Aachen, 139-148.

Sharples, R. O., Reid, M. S. and N. A. Turner, 1979: The effects of postharvest mineral element and lecithin treatments on the storage disorders of apples. J. Hort. Sci. 54, 299-304.

Sharples, R. O., 1982: Effects of ultra low oxygen conditions on the storage quality of English Cox, s Orange pippin apples. In: controlled atmosphere s for storage and transport of perishable agriculture commodities, third Nat. CA Res. Conf., Oregon State University, Oregon, 1982, 131-138.

Smith, S. M., 1984: Improvement of aroma of Cox, s Orange pippin apples storage in Low oxygen atmospheres. J. Hort. Sci. 59, 515-522.

Stow, J., 1991: Effect of calcium ions on apple fruit softening during storage and ripening. Postharvest. Bio. Technol. Amsterdam, New York, Elsevier, v. 3 (1), p. 1-9.

Streif, J. 1992: Ernte, Lagerung und Aufbereitung, in Winter, F. , Jansen, H., Kennel, W., Link, H., Scerr. F., Silbereisen, R., Streif, J.: Lucas Anleitung, zum Obstbau, Verlag Stuttgart 304-337.

Wölfel, D. and G. Noga 1998: Minderung frostbedingter Blütenschäden an Apfeltrieben durch Vitamin E (α-Tocopherol) in Kompination mit Glycerol oder Ethylenglycol. Erwerbsobstbau, 40, 34-38.

Received	**2003/12/02**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2004/05/24**	**قبول البحث للنشر**