مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ــ (2008) ــ المجلد (24) ــ العدد 1 ــ الصفحات: 41 -54

تأثير الرش الورقي بمركب بروهكساديون كالسيوم Prohexadione- calcium في النمو الخضري والثمري لصنفي التفاح غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس

حسان عبيد[1] وسهيل حداد[1]

الملخص

هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير الرش الورقي بمركب بروهكساديون كالسيوم Prohexadione-calcium في النمو الخضري والثمري لصنفي التفاح غولدن ديليشس Golden Delicious وستاركينغ ديليشس Starking Delicious. حيث رُشت الأشجار خلال مرحلة النمو الخضري بتركيزين من بروهكساديون كالسيوم 125 مغ/ل و 250 مغ/ل إضافةً إلى الشاهد غير المعامل.

أظهرت نتائج تحليل التباين اختلافاً معنوياً في معدل النمو الخضري ما بين الأشجار المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم بكلا التركيزين المستخدمسن وفي كلا الصنفين المدروسين وذلك مقارنةً بالشاهد، لوحظ ذلك من خلال خفض طول الطرود ومساحة المسطح الورقي.

أما تأثير المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم في الثمار فقد كان إيجابياً ولكن بشكل طفيف، ولوحظ ذلك من خلال الزيادة الظاهرية في متوسط وزن الثمرة ومقياس شترايف وكذلك درجة صلابة الثمار التي كانت أعلى معنوياً بشكل خاص لدى الصنف ستاركينغ ديليشس، ما بين الثمار المعاملة وثمار الشاهد.

الكلمات المفتاحية: بروهكساديون كالسيوم، النمو الخضري، غولدن ديليشس، ستاركينغ ديليشس.

[1] أستاذ مساعد في قسم علوم البستنة، كلية الزراعة، جامعة دمشق، ص. ب30621، سورية.

Effect of Foliage Application with Prohexadione-Calcium on Vegetative and Fruit growth of Golden Delicious and Starking Delicious Apple

H. Obaid[(1)] and S. Haddad[(1)]

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effect of foliage application of Prohexadione-calcium on vegetative and fruits growth of Golden Delicious and Starking Delicious apples. Application was done during the vegetative growth with two concentrations 125 mg/l and 250 mg/l in addition to the control.

Analysis of variance indicated that there was a significant difference in vegetative growth of treated apple trees with Prohexadione-calcium application for both concentrations and varieties compared to control. That was clear from the reduction of shoot length and leaf area.

The effect of treatment with Prohexadione-calcium on apple fruits was a pit positive but not significant on the average of fruit weight and Streif index. Fruit firmness was significantly better especially for the starking delicious.

Key words: Prohexadione-calcium, Vegetative growth, Golden delicious, Starking delicious.

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

المقدمة

يُعدُّ تنظيم النمو الخضري الجيد من الأمور الواجب أخذها بالحسبان للحصول على إنتاج جيد ونوعية ثمار عالية الجودة، وذلك من خلال الحد -قدر الإمكان- من ظاهرة المعاومة. وتتعرض الأشجار بشكل عام وشجرة التفاح بشكل خاص إلى عدد من الإجهادات البيئية التي يمكن أن تؤثر سلباً في النمو حيث تنخفض كفاية عملية التمثيل الضوئي وضعف في الاستقلاب والتمثيل الغذائي (Long & Baker, 1986 و Masojidek *et al.*, 1991). فقد أثبتت الدراسات المرجعية العديدة أهمية استخدام مركب بروهكساديون كالسيوم Prohexadione-Ca كمضاد جبريللين في الحد من النمو الخضري على بعض الأصناف ومنها الصنف غولدن ديليشس (Owens and Stover, 1999).

يعدُّ مركب بروهكساديون كالسيوم (Prohexadione-Calcium) الذي يحمل التركيب الكيميائي Calcium 3-Oxido-4-propionel-5-oxo-3-cyclohexan carbon acid من المركبات الحديثة التي يتم حالياً استخدامها في العديد من دول العالم على أشجار التفاح لتنظيم النمو الخضري وتوازنه مع النمو الثمري للتخفيف من ظاهرة المعاومة (Rademacher and Kober, 2003). فضلاً عن دوره في تحسين نوعية الثمار، إذ يؤدي هذا المركب دوراً مهماً في زيادة نسبة الكالسيوم في الثمار مما يزيد من صلابتها، باعتبار أن عنصر 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.*,1999; Owens and Stover, 1999; Greene, 1999). وما تزال تجرى حوله العديد من البحوث والتجارب لمعرفة أهميته وتأثيره في بعض الظواهر الفيزيولوجية والمرضية مثل اللفحة النارية على التفاح (R mmelt *et al.*,1999 and Yoder *et al.*,1999).

هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير الرش الورقي بمركب بروهكساديون كالسيوم في النمو الخضري والثمري لصنفي التفاح غولدن ديليشس Golden Delicious وستاركينج ديليشس Starking Delicious. بهدف التخفيف من زيادة النمو الخضري وللحصول على إنتاجية جيدة من الثمار كماً ونوعاً.

مواد البحث وطرائقه

نُفذت هذه التجارب في مزرعة في منطقة سرغايا والمشهورة بزراعة التفاح على أشجار بعمر 15 سنة لصنفي التفاح المذكورين حيث رُشت الأشجار ورقياً بمركب

بروهكساديون كالسيوم خلال المراحل الأولى من النمو الخضري واستخدم لهذا الغرض برهكساديون كالسيوم بصورة تجارية وبتركيز 10% والذي تم حله في الماء دون استخدام أي مادة عضوية أو ناشرة. ويظهر الجدول (1) المعاملات والتراكيز التي استخدمت في التجربة وذلك لكلا الصنفين المدروسين في التجربة:

الجدول (1) المعاملات وتراكيز مركب بروهكساديون كالسيوم المستخدمة في التجربة لكل من الصنفين المدروسين غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس.

الصنف	المعاملة	التركيز
Golden delicious	شاهد	غير معامل
Golden delicious	بروهكساديون كالسيوم	125 مغ/
Golden delicious	بروهكساديون كالسيوم	250 مغ/
Starking delicious	شاهد	غير معامل
Starking delicious	بروهكساديون كالسيوم	125 مغ/
Starking delicious	بروهكساديون كالسيوم	250 مغ/

أما مواعيد الرش فقد كانت على النحو الآتي (Unrath, 1999):

تم بدء الرش بعد تساقط البتلات، 4 مرات بفارق أسبوعين بين الرشة والتي تليها:

الموعد الأول: 2006/4/30.

الموعد الثاني: 2006/5/15.

الموعد الثالث: 2006/5/30.

الموعد الرابع: 2006/6/15.

القراءات والتحاليل

1 - قياس طول الطرود (النموات الخضرية الحديثة): حيث تم بشكل دوري قياس طول الطرود التي اختيرت على كل شجرة بمعدل 30 طرداً لكل معاملة وصنف (ن=30) ومن ثم أخذ المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لأطوال الطرود وصُمّمت الأشكال البيانية لكل صنف على حدة.

2 - قياس المسطح الورقي: أُخذت عينات عشوائية من الأوراق بمعدل 40 ورقة (ن=40) لكل معاملة وكل صنف، وقيس طول وعرض الورقة لحساب المساحة النظرية ومن ثم حساب المساحة الفعلية على ورق ميليمتري، وأخيراً حُسبت مساحة المسطح الورقي بعد حساب معامل التصحيح، كما يأتي:

المساحة النظرية = طول الورقة × عرض الورقة.

المساحة الفعلية= مساحة الورقة الدقيق على الورق الميليمتري.

معامل التصحيح = المساحة الفعلية / المساحة النظرية.

مساحة المسطح الورقي (سم^2) = المساحة النظرية (طول الورقة × عرض الورقة) × معامل التصحيح

حُسب معامل التصحيح بشكل دقيق على ورق ميليمتري لعشر أوراق من التفاح بشكل عشوائي وقد بلغ المتوسط لمعامل التصحيح 0.68.

3 - تحديد نوعية الثمار من خلال بعض المعايير الشكلية والبيوكيميائية عند القطف مثل:

- حساب متوسط وزن الثمرة (غ) حيث أخذت عينة عشوائية من 30 ثمرة (ن= 30) وُزنت كل على حدة ومن ثم حُسب متوسط وزن الثمرة لكل معاملة وكل صنف.
- حساب درجة صلابة الثمار وقد تم ذلك بواسطة جهاز الاختراقية Penetrometer موديل 327 ,ft على 20 ثمرة (عدد المكررات، ن=20) بعد إزالة قشرة الثمرة بمساحة تقارب 1 سم^2 من جانبين متقابلين من الثمرة وحساب متوسط صلابة الثمار بالكغ/سم^2.
- حساب مقياس (شترايف) (Streif, 1992) في أثناء قطف الثمار حسب الأصناف والمعاملات، ويتم تحديده بعد قياس درجة الصلابة ونسبة النشا باليود اليودي ونسبة المواد الصلبة الذائبة وذلك بواسطة جهاز Refrectometer (الرفركتومتر) ومن ثم حساب مقياس شترايف وفق المعادلة الآتية:

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

التحليل الإحصائي

صُممت التجربة وفق القطاعات العشوائية المنشقة، حيث تم أخذ ثلاثة مكررات لكل معاملة وكل صنف، ويحتوي كل مكرر عل عشر أشجار. بعد إجراء الرش بمختلف المعاملات لكلا الصنفين المدروسين أُخذت العينات بشكل عشوائي من الأشجار لكل مكرر وكل معاملة وصنف ثم أُدخلت النتائج إلى برنامج Excel وذلك حسب المعاملات والمكررات (ن) وأخضعت المعطيات في كل التجارب إلى تحليل التباين على مستوى 5%، وحُلّلت النتائج بواسطة الكومبيوتر باستخدام برنامج التحاليل الإحصائية (SPSS) شيكاغو 1993، وذلك حسب اختبار (Tukey-HSD) كما أُخذ المتوسط الحسابي

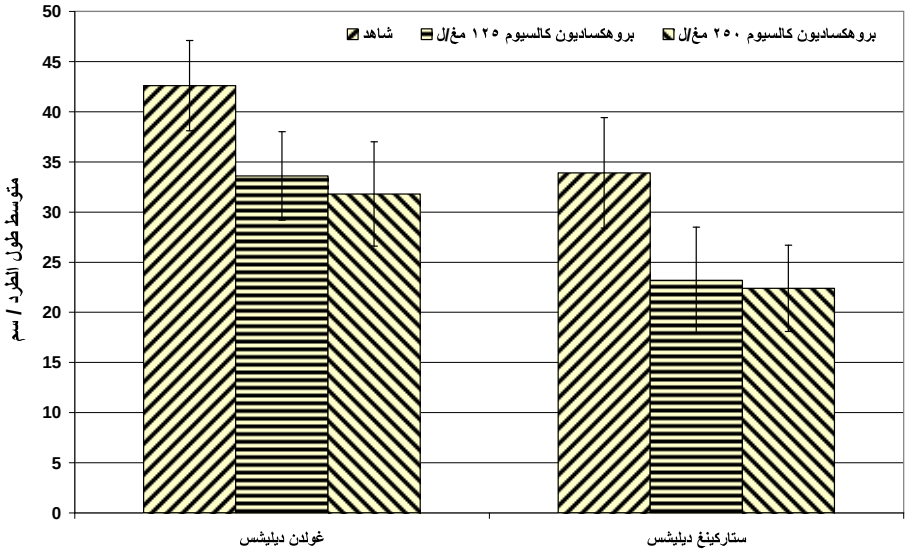
للعينات المختلفة وتصميم الخطوط البيانية وأُظهر الخطأ المعياري على الأعمدة البيانية والتي يمكن من خلالها دراسة الفروق الظاهرية والمعنوية المختلفة عند مستوى 5%.

النتائج

1 - تأثير المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم في متوسط طول الطرد:

أظهرت النتائج انخفاضاً معنوياً في طول الطرود نتيجة المعاملة بهذا المركب مقارنةً بأشجار الشاهد، حيث بلغ متوسط طول الطرد في أشجار المعاملة 125 مغ/ل (33.6 سم) وفي أشجار المعاملة 250 مغ/ ل (31.8 سم)، في حين كان متوسط طول الطرد في أشجار الشاهد (42.6 سم) (الشكل 1). ولم يلاحظ فرق معنوي بين المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم 125 و250 مغ/ .

كما أظهر الصنف ستاركينغ ديليشس أيضاً انخفاضاً معنوياً في متوسط طول الطرود لدى أشجار التفاح المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم بكلا التركيزين 125 و 250 مغ/ل حيث بلغ متوسط طول الطرد 23.2 سم و22.4 سم على التوالي، مقارنة بأشجار الشاهد والتي بلغ عندها متوسط طول الطرد 33.9 سم (الشكل 1).

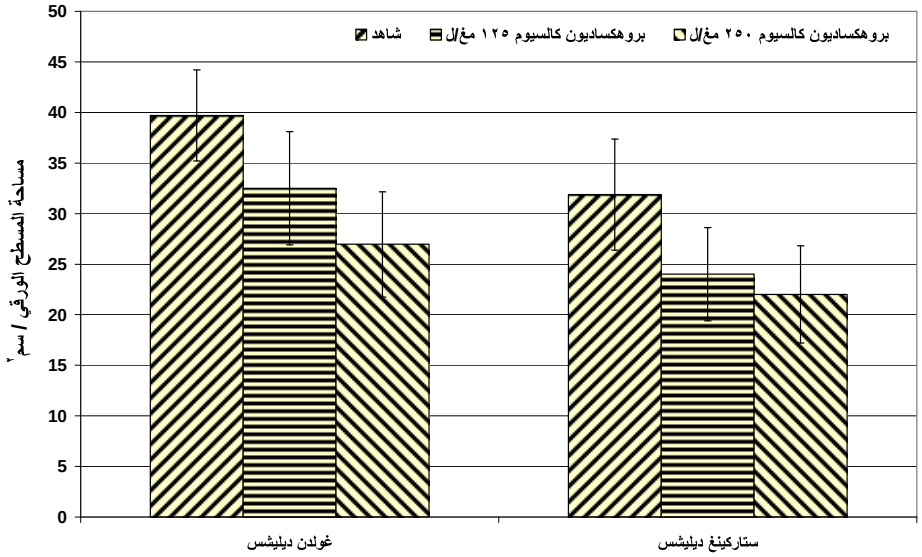


الشكل (1) تأثير المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم في متوسط طول الطرود لأشجار الصنفين غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس (المتوسط ± SE)

2 - تأثير المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم في مساحة المسطح الورقي:

كما هو بالنسبة إلى طول الطرد أدت المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم إلى صغر مساحة المسطح الورقي مقارنة بأوراق الشاهد غير المعامل لدى الصنف غولدن ديليشس. فقد كانت مساحة المسطح الورقي لدى الأشجار المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم 125 مغ/ل (32.5 سم^2) وفي أوراق المعاملة 250 مغ/ل (27 سم^2)، في حين بلغت مساحة المسطح الورقي في أوراق الشاهد (39.7 سم^2) (الشكل 2).

كما أظهرت المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم انخفاضاً معنوياً في مساحة المسطح الورقي مقارنة بالشاهد لدى الصنف ستاركينج ديليشس، فقد بلغت مساحة المسطح الورقي في كلتا المعاملتين 125 و250 مغ/ل (24 سم^2 و22 سم^2) على التوالي، في حين كانت في أوراق الشاهد 31.9 سم^2 (الشكل 2). وكان تأثير المعاملة قي مساحة المسطح الورقي لدى الصنف غولدن ديليشس أكبر مما هو لدى الصنف ستاركينغ ديليشس (الشكل 2).



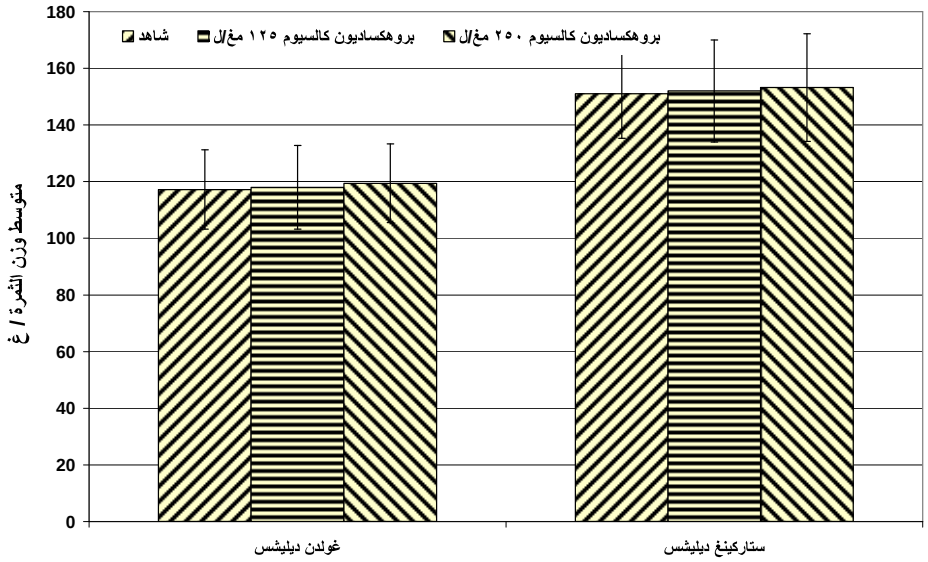
الشكل (3) تأثير المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم في مساحة المسطح الورقي لأشجار الصنفين غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس (المتوسط ± SE)

3 - تأثير المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم في متوسط وزن الثمرة:

كما هو موضح في (الشكل 3) لم تظهر المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم أي تأثير معنوي في متوسط وزن الثمرة لكلا الصنفين. حيث لم تظهر النتائج أي فروق في متوسط وزن الثمرة بعد المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم مقارنة بالشاهد.

فقد بلغ متوسط وزن الثمرة في الصنف غولدن ديليشس نتيجة المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم 125 و 250 مغ/ل (118 و119.4غ) على التوالي، أما في ثمار الشاهد فقد بلغ متوسط وزن الثمرة 117.2غ (الشكل 3).

كذلك في الصنف ستاركينغ ديليشس أعطت المعاملة بهذا المركب نتائج مماثلة لما هو عليه في الصنف غولدن ديليشس، حيث بلغ متوسط وزن الثمرة في الثمار المعاملة (152 و153.2غ) (معاملة 125 و250 مغ/ على التوالي)، وذلك بشكل أكبر وغير معنوي مما هو عليه في ثمار الشاهد الذي بلغ متوسط وزنها (151 غ) (الشكل 3).



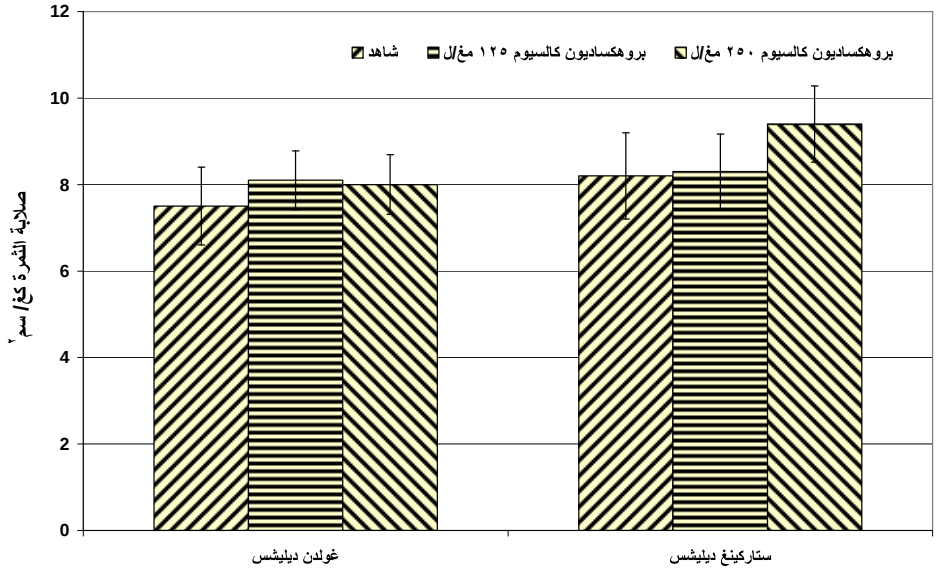
الشكل (3) تأثير المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم في متوسط وزن الثمرة لصنفي غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس (المتوسط ± SE)

4 - تأثير المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم في درجة صلابة الثمار:

أظهرت نتائج المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم بكلا التركيزين تأثيراً في درجة صلابة الثمار مقارنةً مع ثمار الشاهد، وقد كان هذا التأثير أكبر وأوضح في الصنف ستاركينغ ديليشس عما هو عليه في الصنف غولدن ديليشس (الشكل 4). وقد تعود هذه الزيادة في درجة الصلابة في الثمار المعاملة إلى امتصاص الكالسيوم ومن ثم زيادة نسبته في الثمار.

فقد أدت هذه المعاملة لدى الصنف غولدن ديليشس إلى عدم وجود فروق معنوية في درجة الصلابة ما بين الثمار المعاملة وثمار الشاهد، حيث بلغت درجة صلابة ثمار الشاهد 7.5 كغ/سم^2، في حين بلغت قرابة 8.1 كغ/سم^2 و8 كغ/سم^2 لدى الثمار المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم 125 و 250 مغ/ (الشكل 4).

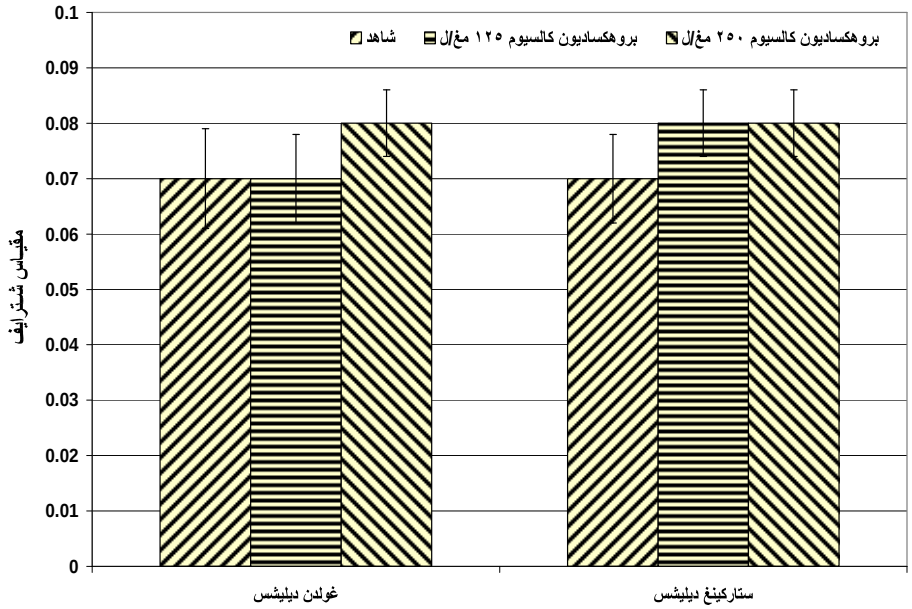
أما لدى ثمار الصنف ستاركينغ ديليشس فقد لوحظ وجود فروق معنوية في درجة صلابة الثمار بين الثمار المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم وثمار الشاهد. فقد بلغت 9.4 كغ/سم^2 لدى الثمار المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم تركيز 250 مغ/ و8.3 كغ/سم^2 لدى ثمار المعاملة بتركيز 125 مغ/ في حين كانت هذه الصلابة أقل في ثمار الشاهد حيث بلغت فقط 8.2 كغ/سم^2 (الشكل 4).



الشكل (4) تأثير المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم في درجة صلابة الثمار لصنفي غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس (المتوسط ± SE)

5 - تأثير المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم في مقياس شترايف

تبين نتائج مقياس شترايف العلاقة ما بين درجة صلابة الثمار من جهة ونسبة النشا والمواد الصلبة الذائبة في الثمار من جهة أخرى، حيث كانت النتائج مشابهة إلى نتائج درجة صلابة الثمار، حيث لوحظت نسبة مواد صلبة ذائبة عالية في الصنف غولدن ديليشس ومن ثم نسبة نشاء منخفضة، مقارنة مع الصنف ستاركينغ ديليشس (الشكل 5). فقد كان الفرق في مقياس شترايف في الصنف غولدن ديليشس ظاهرياً أعلى في ثمار المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم مقارنةً مع الشاهد وخاصةً ثمار المعاملة بتركيز 250 مغ/ (الشكل 5). في حين كان هذا الفرق أعلى منه في ثمار الصنف ستاركينغ ديليشس بين الثمار المعاملة بكلا التركيزين من مركب بروهكساديون كالسيوم وثمار الشاهد (الشكل 5).



الشكل (5) تأثير المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم في مقياس شترايف لثمار لصنفي غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس (المتوسط ± SE)

المناقشة

أثبتت النتائج في هذا البحث تأثير المعاملة بمركب بروهكساديون كالسيوم في الحد من النمو الخضري لأشجار التفاح لكلا الصنفين غولدن ديليشس وستاركينغ ديليشس وذلك من خلال خفض متوسط طول الطرد ومساحة المسطح الورقي مقارنة بالشاهد، مع الحفاظ على نوعية ثمار جيدة من حيث متوسط الوزن، والصلابة ونسبة المواد الصلبة الذائبة.

هذه النتائج تتفق مع تجارب حديثة أجراها Lafer عام 2003 برش أشجار التفاح بمنظمات نمو مختلفة ومن بينها Prohexadione Calcium، 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.....). حيث لاحظ أن استخدام هذه المركبات ومن بينها بروهكساديون كالسيوم لم يكن له أي تأثير سلبي في نوعية الثمار ودرجة نضجها بل لوحظت زيادة الإنتاج وحجم الثمار وكذلك نسبة تلونها، كما وجد أن المعاملة بهذا المركب أدت إلى تحسين نوعية الثمار وزيادة قدرتها التخزينية من خلال زيادة صلابة الثمار مقارنة بالشاهد، كما أدت إلى زيادة تحمل الثمار للتخزين من خلال تأخير النضج السريع وتحلل النشا إلى سكريات (التأثير الإيجابي للمعاملة في ارتفاع مقياس شترايف خلال التخزين).

كما تبين الدراسات والبحوث المختلفة أن نوعية الثمار من حيث الصلابة ومحتواها من النشا والسكريات يتعلق بشكل كبير بمحتواها 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 مهم في زيادة صلابة الثمار وكذلك في خفض نسبة الفقد ومعدل التنفس في الثمار قبل فترة التخزين وخلالها (Jankovic and Drobnjak, 1994; Raese and Drake, 1993; Gleen and Poovaiah, 1990).

كما وجد أنه هناك علاقة بين محتوى الثمار من الكالسيوم وإفرازها لهرمون الإثيلين، الذي يعدُّ عاملاً مهماً ومحدداً لدرجة نضج الثمار حيث يؤدي انخفاض محتوى الثمار من الكالسيوم إلى زيادة نضج الثمار وازدياد إفرازها لهرمون الإثيلين ومن ثم إلى زيادة

نضج الثمار مما ينتج عنه سرعة في تحلل النشا وتحوله إلى سكريات مما يخفض من قيم مقياس شترايف (Sams and William, 1984).

كما أثبتت دراسات عديدة أن رش أشجار التفاح بمنظمات النمو مثل بـــاكلوبوترازول (Paclobutratzol) وNAA و(Prohexadione-Calcium) قد تؤدي دوراً في تأخير نضج الثمار من خلال الحد من تكوين الإيثلين أو الحـــد مـــن نـــشاط أنـــزيم ACC, 1-aminocyclopropane-1-carboxyle oxidase (1 -أمينوسيكلوبروبان -1كاربوكسيل أوكسيداز) (Bufler, 1986; Iturriagagoitia *et al.*, 1996).

ويعود تأثير مركب بروهكساديون كالسيوم في العديد من الظواهر الفيزيولوجية فـــي أشجار التفاح ومن بينها زيادة مقاومة الأشجار للإجهادات البيئية، إلى تأثيرها في تغيرات محتوى الأشجار من المركبـــات الفينوليـــة والفلافونـــات (R emmelt *et al.*, 2002) والتأثير الأساسي لهذا المركب في خفض النمو الخضري يمكن شرحه في خفض تكـــوين مشجع النمو الجبريلين وكذلك الإثيلين من خلال تأثيره في الأنزيمات التي تعمـــل علـــى تحويل حمض الميفالونيك إلى أيزوبنتيل فوسفات وإلى جيرانيل جيرانيول (بيروفوسفات) (Evans *et al.*, 1999 R demacher, 2000 R emmelt *et al.*, 2003).

REFERENCES المراجـــع

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.

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

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

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

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

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

Lafer, G. (2003). Auswirkungen der Applikation verschiedener Bioregulatoren auf die Ertragsleistung, Fruchtqualit t, Lagerf higkeit und vegetative Entwicklung der Apfelsorten Elster und Gala. Erwerbsobstbau. 45, 69-96.

Long, S. and Baker, N. (1986). Saline terrestrial environments. *In* N. baker, S. Long, eds. Photosynthesis in Constricting Environments. Elsevies, New York, pp 63-102.

Masojidek, J.; Trivedi, S.; Halshaw, L.; Alexiou, A. and Hall, D. O. (1991). The synergistic effect of drought and light stresses in sorghum and pearl millet. Plant Physiol. 96: 198-207.

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

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

Rademacher, W. (2000). Growth retardant Effects on gibberellin Biosynthesis and other metabolic pathway. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 51: 501-531.

Rademacher, W. and Kober, R. (2003). Efficient use of Prohexadione-Ca in Pome fruits. Europ. J. Hort. Sci., 68(3):101-107.

R mmelt, S.; Treutter, D.; Speakman, J. B. and Rademacher, W. (1999). Effects of Prohexadione-Ca on the flavonoid metabolism of apple with respect to plant resistance against fire blight. Acta Hort. 489:359-363.

R mmelt, S.; Peterek, S.; Treutter, G.; Rademacher, W.; Speakman, J.B.; Andreotti, C.; Costa, G.; Sponza, G.; Tortoreto, L.; Bazzi, C.; Halbwirth, H.; Zimmermann, N.; Stich, K. and Forkmann, G. (2002): Alternation of phenylpropanoid biosynthesis of fruit trees as a tool for enhancement of fire blight resistance. Acta Hort. 590:477-484.

R mmelt, S.; Zimmermann, N. Rademacher, W. and Treutter, D. (2003). Formation of novel falvonoids in appl (Malus x domestica) treated with the 2-oxoglutarate dependent dioxygenases inhibitor prohexadion-Ca. Phytochemistry, in press.

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

Sams, C. E. and Willim, S. C. (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.

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.

Unrath, C. R. (1999). Prohexadione-ca: A Promising Chemical for Controlling Vegetative Growth Apples. Hort. Science, 34(7): 1197- 1200.

Yoder, K. S.; Miller, S. S. and Byers, R. E. (1999). Suppression of Fireblight in Apple Shoots by Prohexadione-calcium following experimental and natural inoculation. Hort. Science, 34 (7):1202-1204.

Received	**2007/04/05**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2007/12/11**	**قبول البحث للنشر**