

تقييم القدرة الإراضية لعزلات مختلفة من بكتيريا الجنس *Erwinia* المسببة لمرض العفن الطري والساق السوداء وتقدير حساسية بعض أصناف البطاطا/البطاطس تحت الظروف المختبريةشذا نبهان<sup>1</sup>، صلاح الشعبي<sup>1</sup> ومحمود أبو غرة<sup>2</sup>

(1) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دوما، ص.ب. 113، دمشق، سورية (2) كلية الزراعة، جامعة دمشق، دمشق، سورية.

## الملخص

نبهان، شذا، صلاح الشعبي ومحمود أبو غرة. 2006. تقييم القدرة الإراضية لعزلات مختلفة من بكتيريا الجنس *Erwinia* المسببة لمرض العفن الطري والساق السوداء وتقدير حساسية بعض أصناف البطاطا/البطاطس تحت الظروف المختبرية. مجلة وقاية النبات العربية، 24: 20-27.

تم تقييم القدرة الإراضية لثلاثين عزلة محلية تنتمي لبكتيريا *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica*، *Erwinia carotovora* ssp. *carotovora* و *E. chrysanthemi* بمعدل عشر عزلات لكل منها تحت ظروف المختبر عام 2004 باستخدام عشر شرائح من درنات البطاطا/البطاطس من كل صنف لاختبار كل عزلة على حدة، ومن عشرة أصناف مزروعة محلياً. أظهرت النتائج تبايناً كبيراً في الأعراض وقطر الأنسجة المتحللة الناتجة عن البكتيريا الثلاثة المختبرة. وكانت البكتيريا *E. chrysanthemi* أكثرها عدوانية، وتمايزت بصورة معنوية عن تحت الأنواع الأخرى. تلاها في الأهمية البكتيريا *E. carotovora* ssp. *carotovora* التي لم تتفوق معنوياً على *E. carotovora* ssp. *atroseptica*. أظهرت ست عزلات من بكتيريا *E. chrysanthemi* من أصل عشرة مختبرة قدرة إراضية عالية وعالية جداً إزاء شرائح درنات بطاطا/بطاطس الأصناف المدروسة، وبلغ عددها خمس وثلاث عزلات من العدد الأصلي ذاته في البكتيريا *E. carotovora* ssp. *carotovora* و *E. carotovora* ssp. *atroseptica*، على التوالي. تباينت حساسية شرائح درنات أصناف البطاطا/البطاطس إزاء مرض العفن الطري المتسبب عن العزلات المختلفة للبكتيريا المختبرة، وكانت الأصناف دراجا وديامونت وأنا من أكثرها مقاومة للمرض بالمقارنة مع الأصناف أريندا وليزيئا ونيكولا. وكان الصنف مارفونا مقاوماً لعزلات البكتيريا *E. carotovora* ssp. *atroseptica* فقط، بينما كانت الأصناف ديامونت وأجريا ودراجا متوسطة الحساسية إزاء البكتيريا *E. chrysanthemi*، ولم تسجل أصناف ضعيفة الحساسية أو مقاومة لها.

الكلمات المفتاحية: الساق السوداء، العفن الطري، بطاطا/بطاطس، *Erwinia*، سورية.

## المقدمة

ودرناتها (3). وتخرب تلك البكتيريا في الوقت نفسه البروتينات الدفاعية عند العائل لتحصل على الحموض الأمينية اللازمة لتصنيع البروتينات الخاصة بها (10)، كما تحرض هذه البكتيريا عند وصولها إلى تركيز معين أنسجة النبات نفسه على إنتاج مركب N-(3-oxohexanoyl)-l-homoserine lactone (OHHL) اللازم لتحفيز دفاعاته المناعية (15)، ويتغير هذا التركيز وفقاً لدرجة حموضة الوسط والسلالة البكتيرية، وهذا يفسر حدوث الإصابة أو زوالها والنثام الجروح رغم وجود البكتيريا (4). تختلف مقاومة أصناف البطاطا/البطاطس تجاه مرض العفن الطري (9، 20). كما يزيد ارتفاع محتوى جدار الخلايا من مادة Pectin methylation من مقاومتها لتأثير التحليل الأنزيمي (28). ويزيد ارتفاع محتوى الدرنات من المادة الجافة وقلة محتواها المائي من درجة مقاومتها للمرض أيضاً (24). ولا توجد طرائق مكافحة كيميائية يمكن الاعتماد عليها للحد من أضرار هذا المرض على الرغم من أهميته الاقتصادية الكبيرة على المستوى العالمي (7). وقد أجريت دراسة أولية لتحديد مسببات مرض العفن الطري والساق السوداء على البطاطا/البطاطس في سورية، وتم تعريف بعضها، مثل *E. carotovora* ssp. *carotovora* و *E. chrysanthemi* biovar 1 (1). هدف هذا البحث إلى تقييم القدرة الإراضية لعزلات محلية من البكتيريا المسببة لمرض العفن الطري والساق السوداء تنتمي إلى ثلاثة أنواع/تحت أنواع مختلفة تصنيفياً، وتحديد درجة حساسية بعض أصناف البطاطا/البطاطس تجاهها تحت الظروف المختبرية.

يسبب مرضي الساق السوداء والعفن الطري على البطاطا/البطاطس ثلاثة أنواع/تحت أنواع من البكتيريا التي تتبع فصيلة Enterobacteriaceae، وهي: *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica* (van Hall) Dye و *E. chrysanthemi* Burkholde و *E. carotovora* ssp. *carotovora* (Jones) Dye و *E. carotovora* ssp. *carotovora* (32)، وتعدّ البكتيريا *E. carotovora* ssp. *carotovora* أكثرها أهمية في إصابة درنات البطاطا/البطاطس في المخازن، وهي تسبب أيضاً مرض الساق السوداء على الأجزاء الهوائية للنبات (6). وازدادت أهمية هذا المرض في منطقة الشرق الأوسط ولا سيما في فصلي الربيع والصيف، وتراوح الفاقد في الغلة ما بين 1-2% تحت الظروف العادية، بينما تراوح مقدار الفاقد مع انتشار المرض بصورة وبائية ما بين 50 و 70% (29).

وتختلف أنواع الجنس *Erwinia* في قدرتها على إفراز الأنزيمات المحللة للمواد البكتينية، المكون الرئيس لجدار الخلايا النباتية وصفاتها الوسطى (2، 19)، وترتبط القدرة الإراضية لأنواع بكتيريا هذا الجنس بكمية ونوعية الأنزيمات التي تنتجها (21، 27)، كما يرتبط إنتاج هذه الأنزيمات بقدرة مزارع هذه البكتيريا على التكاثر (18). وتؤثر سرعة إنتاج الأنزيمات، وكمية الأحماض المنتجة في الوسط الغذائي، وردة فعل نسج العائل النباتي تجاه الإصابة، ودرجة الحرارة السائدة في كفاءة هذه البكتيريا عند إصابة نباتات البطاطا/البطاطس

استخدمت في هذه الدراسة شرائح طازجة من البطاطا/البطاطس (14)، تراوح قطرها ما بين 5-6 سم وثخانتها 2.5 سم، تنتمي إلى عشرة أصناف (أجريا، عايدا، دراجا، ديامونت، ليزيتا، بورين، أريندا، أنا، مارفونا ونيكولا) مصدرها المؤسسة العامة لإكثار البذار، ناتج العروة الخريفية، 2003، ومخزنة في مستودعات مبردة لتوزع على المزارعين كبذار يستخدم في العروة الربيعية عام 2004.

### عزلات بكتيريا الجنس *Erwinia* المختبرة

اخترت ثلاثون عزلة بكتيرية تتبع الجنس *Erwinia* جمعت من البيئة السورية خلال مدة سنتين من عروات وأصناف ومناطق مختلفة، ومعرفة وفقاً لمراجع سابقة (12). يتبع عشر عزلات منها تحت النوع *Erwinia carotovora ssp. carotovora*، وعشر أخرى تحت النوع *E. carotovora ssp. atroseptica*، بينما تتبع عشر عزلات النوع *E. chrysanthemi* وفقاً لنتائج الاختبارات الكيميائية الحيوية [اختزال السكرز S. R. S.، النمو عند حرارة 37 س، تحمل الملوحة (%5 NaCl، Lecithinase، استخدام السكريات البسيطة (مالتوز، تريهالوز، أرابينوز، ميلبيوز، رافينوز، أرابينوز)، استخدام الأحماض العضوية (مالونات)]. وتم استخدام المصل الخاص بالكشف عن البكتيريا *E. carotovora ssp. atroseptica* وفقاً لنقانة إيزا بالاحتواء المزدوج للبكتيريا بالأجسام المضادة DAS-ELISA (مصدر المصل المضاد شركة LOEWE) لتأكيد دقة الاختبارات الكيميائية الحيوية التشخيصية.

### تقييم القدرة الإمراضية للعزلات المختبرة

استخدمت أحواض مصنوعة من النيكل أبعادها 50×30×20 سم، يضم كل منها مستودعاً للماء المقطر الذي يوفر الرطوبة المناسبة للشرائح الموضوعه على شبك قطر فتحاته 0.5 سم ويرتفع حوالي 10 سم فوق حوض الماء. عوملت السطوح الداخلية للأحواض بالكحول تركيز 95% قبل بدء التجربة مباشرة لمنع التلوث، ثم حضنت شرائح الدرناات (16). استخدمت أداة مصنعة محلياً لإحداث حفر نظامية متماثلة (أبعادها: القطر 5 مم والارتفاع 4 مم) في وسط شرائح الدرناات، بمعدل حفرة واحدة في كل شريحة قبل إضافة مادة اللقاح مباشرة. ثم غطيت الأحواض بشرائح شفافة من البولي إيثيلين وثبتت باستخدام اللاصق لضمان توفر رطوبة هوائية عالية نسبياً ضمن الأحواض (16).

استخدم مستنبت King B (غليسيرول، بيتون، أغار، كبريتات المغنيزيوم) لتجديد عزلات البكتيريا وإكثارها في طبق بتري. ثم أضيف 0.1 مغ من راسب (عند سرعة تثقيف 12000 دورة/دقيقة) كل عزلة بكتيرية بعمر 24 ساعة، على حدة، إلى 12 مل من الماء المقطر المعقم للحصول على معلق بكتيري تركيزه  $10^8$

خلية بكتيرية/مل، بناء على عدد الوحدات المشكلة للمزارع Colony-forming Units (cfu) على مستنبت King B من تخفيفات المعلق المركز بعد يومين من التحضين عند درجة حرارة 24 °س، وهو التركيز المثالي لإحداث الإصابة وفقاً لبعض الدراسات المرجعية (16، 17). ثم أضيف 100 ميكروليتر من المعلق البكتيري المتجانس لكل عزلة على حدة ولكل حفرة على حدة بعد تشكيلها مباشرة على شريحة الدرنة. بلغ عدد المكررات في كل معاملة ولكل عزلة على حدة 10 شرائح تمثل صنفاً من البطاطا/البطاطس، مضافاً إليها معاملة الشاهد (لكل عزلة/صنف) الذي استخدم فيها الماء المقطر المعقم لملء الحفر بدلاً من مادة اللقاح. حضنت الأحواض في ظروف الغرفة العادية المدفأة بواسطة المكيف (عند درجة حرارة 24-26 °س) لمدة خمسة أيام، وسجلت أبعاد حلقة التحلل ولونها في شرائح معاملات التجربة ومكرراتها بعد 24، 48، 72، 96 ساعة. تم تحديد القدرة الإمراضية للعزلات المختلفة من النوع/تحت الأنواع المختبرة اعتماداً على قطر دائرة تحلل الأنسجة على شرائح الدرناات بعد أربعة أيام من إحداث العدوى والتحضين باستخدام المقياس التالي:  $\geq 5$  مم — عزلة غير مرضية؛  $< 5$  و  $> 20.0$  مم — عزلة ذات قدرة إمراضية ضعيفة؛  $20.0 \leq$  و  $> 30.0$  مم — عزلة ذات قدرة إمراضية متوسطة؛  $\leq 30.0$  و  $> 40.0$  مم — عزلة ذات قدرة إمراضية عالية جداً.

وتم تقدير درجة حساسية الأصناف المختلفة اعتماداً على قطر دائرة تحلل الأنسجة بعد أربعة أيام من إحداث العدوى والتحضين باستخدام المقياس التالي:  $> 10.0$  مم — صنف مقاوم،  $\leq 10.0$  و  $> 20.0$  مم — صنف ضعيف الحساسية؛  $\leq 20.0$  و  $> 30.0$  مم — صنف متوسط الحساسية/المقاومة؛  $\leq 30.0$  و  $> 34.0$  مم — صنف حساس؛  $\leq 34.0$  مم — صنف شديد الحساسية. واستخدم في التجربة تصميم القطع المنشقة (Split Plot). نفذت التجربة في مختبر الأمراض البكتيرية في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية عام 2004.

### النتائج والمناقشة

#### تقدير القدرة الإمراضية للعزلات المختبرة

بينت نتائج التجربة وجود اختلافات مهمة بين بكتيريا النوع/تحت الأنواع المختبرة تمحورت في اتجاهين: الأول في صفات أعراض التحلل، والثاني في مساحة التحلل. ولم تكن أعراض التحلل مكتملة الوضوح بعد 24 ساعة من إحداث العدوى باستثناء بعض التلونات البنية التي تزيد أو تنقص درجتها في حالة عزلات البكتيريا *E. carotovora ssp. carotovora* و *E. carotovora ssp. atroseptica*. وأمكن تمييز ثلاثة أنماط مختلفة من أعراض التحلل على شرائح الدرناات المعدة من الأصناف المختلفة بدءاً من اليوم الثاني للتحضين. وأحدثت عزلات البكتيريا *E. carotovora ssp. atroseptica* نمطاً مميزاً من التحلل الرطب اتسم بلونه البني الغامق،

وقد أحاطت به حلقة سوداء اللون رقيقة فصلت الأنسجة المتحللة عن السليمة، أطلق عليه النمط A. وأحدثت عزلات البكتيريا *E. carotovora ssp. carotovora* تحللاً مائياً لأنسجة درنات الأصناف المختلفة مع المحافظة على وجود التلون البني للتحلل، وكانت غير محاطة بحلقة سوداء، وأطلق عليه النمط B. بينما تميزت عزلات البكتيريا *E. chrysanthemi* بقدرتها على إحداث التحلل المائي للأنسجة الذي لم يرافقه تلون على الإطلاق، وأطلق عليه النمط C. تحرر عزلات بكتيريا *E. carotovora ssp. atroseptica* حمض Chlorogenic ومركبات فينولية وأنزيم البولي فينول أوكسيداز الذي يؤكسد الفينولات بوجود الهواء، فتتلون أنسجة الدرنات في المنطقة المحيطة بمكان التحلل باللون الأسود وفقاً لبعض الدراسات المرجعية (23). وبعد نشاط أنزيم deshydrogenase الذي يحافظ على الفينولات بطور الإرجاع ويمنع أكسدتها مسؤولاً عن عدم ظهور الحلقة السوداء حول منطقة التحلل في حالة عزلات البكتيريا *E. carotovora ssp. carotovora* و *E. Chrysanthemi* (13). ويمكن عدّ أعراض التحلل هذه اختباراً يؤكد نتائج الاختبارات الكيميائية الحيوية التي هدفت إلى تشخيص نوع أو تحت الأنواع البكتيرية المختبرة.

تفاعلت عزلات بكتيريا النوع/تحت الأنواع المختبرة بصورة متباينة تجاه شرائح درنات البطاطا/البطاطس من الأصناف المختلفة تحت ظروف العدوى الاصطناعية، وبلغت متوسطات أقطار دوائر تحلل الأنسجة على شرائح الدرنات في حالة كل من البكتيريا *E. carotovora ssp. atroseptica*، *E. carotovora ssp. carotovora* و *E. Chrysanthemi* 27.16، 28.76، و 30.80 مم، على التوالي بعد أربعة أيام من التحضين. وكانت البكتيريا *E. chrysanthemi* من أشدها قدرة إمرافية وامتازت بصورة معنوية عن البكتيريا الأخرى المختبرة، تلاها في الأهمية البكتيريا *E. carotovora ssp. carotovora*، واحتلت بكتيريا *E. carotovora ssp. atroseptica* المرتبة الأخيرة. ولم تكن الفروقات في القدرة الإمرافية معنوية ما بين بكتيريا تحت النوع المذكورين أنفاً. ويعزى تفوق القدرة الإمرافية لبكتيريا النوع *E. chrysanthemi* على بكتيريا تحت الأنواع الأخرى المختبرة إلى حرارة التحضين التي نفذت فيها التجربة (24-26 °س) والتي كانت الأنسب لنمو وتكاثر هذه البكتيريا وفقاً لبعض الدراسات المرجعية (26)، وتعدّ الحرارة المعتدلة (18 °س) أكثر ملاءمة لنمو وتكاثر البكتيريا *E. carotovora ssp. atroseptica* (25)، بينما تسود البكتيريا *E. carotovora ssp. carotovora* في مجال حراري واسع (31). وقد نصح Bourne وآخرون (3) اعتماد درجة الحرارة 25 °س لدى دراسة القدرة الإمرافية لمسببات العفن الطري على البطاطا/البطاطس، في حين عدّ باحثون آخرون درجة الحرارة 15 °س أكثر ملاءمة كونها قريبة من درجة حرارة تخزين درنات البطاطا/البطاطس، وهي تحدّ من نمو الكائنات الحية الدقيقة الأخرى الملوثة (16). وكانت البكتيريا *E. carotovora ssp.*

*atroseptica* قد أحدثت عنفاً أكبر في درنات الأصناف المعداة وشرائحها عندما حضنت عند درجة حرارة 15 °س لمدة 3-6 أيام بالمقارنة مع البكتيريا *E. carotovora ssp. carotovora* وفقاً لبعض الدراسات المرجعية (16)، بينما كانت قيم القدرة الإمرافية لبكتيريا تحت النوع المذكورين أنفاً معكوسة عند تحضين شرائح درنات البطاطا/البطاطس عند درجة حرارة 27 °س (18). وهذا يتوافق ونتائج هذه الدراسة، فقد تفوقت بكتيريا تحت النوع *E. carotovora ssp. carotovora* في قدرتها الإمرافية إزاء أصناف البطاطا/البطاطس المختبرة بصورة ظاهرية غير معنوية مقارنة ببكتيريا تحت النوع *E. carotovora ssp. atroseptica*.

اتسمت خمس عزلات من بكتيريا النوع *E. chrysanthemi* (C389.2، C140، C89، D1 و D2) بقدرة إمرافية عالية تجاه شرائح درنات بطاطا/بطاطس الأصناف المختبرة، وامتازت العزلة C402 بقدرتها الإمرافية العالية جداً، وتفاعلت ثلاث عزلات من البكتيريا نفسها بصورة متوسطة، وكانت العزلة C288 ضعيفة القدرة الإمرافية. كما امتازت خمس عزلات من بكتيريا تحت النوع *E. carotovora ssp. carotovora* (A13، C412.7، C6.2، C337.1 و C380) بقدرة إمرافية عالية إزاء شرائح درنات بطاطا/بطاطس الأصناف المختبرة، بينما تفاعلات ثلاث عزلات أخرى من بكتيريا تحت النوع نفسه بدرجات متوسطة، وكانت العزلتان C398.4 و A17 ضعيفتا القدرة الإمرافية. وامتازت ثلاث عزلات من بكتيريا تحت النوع *E. carotovora ssp. atroseptica* (C331، C364.2 و A40) بقدرتها الإمرافية العالية إزاء شرائح درنات بطاطا/بطاطس الأصناف المختبرة، بينما تفاعلات العزلات السبع المتبقية من بكتيريا تحت هذا النوع بصورة متوسطة، وكانت العزلة C391 أقلها قدرة إمرافية، ولم تسجل عزلات ضعيفة التفاعل (جدول 1).

كانت القدرة الإمرافية للبكتيريا *E. carotovora ssp. atroseptica* و *E. carotovora ssp. Carotovora* في إحداث المرض على درنات بطاطا/بطاطس الأصناف المختبرة أكبر تحت ظروف التحضين اللاهوائية مقارنة مع الظروف الهوائية وفقاً لبعض الدراسات المرجعية (16)، وهي ظروف استثنائية لا تنطبق على واقع هذه التجربة أو على الظروف النظامية لتخزين درنات البطاطا/البطاطس أو على ظروف المزارع، كما تعيق ظروف التخزين اللاهوائية حدوث التفاعل الجرحي وتزيد من نشاط الكائنات الحية الدقيقة الأخرى ولا سيما اللاهوائية (11، 16). وقد أسهم استخدام البكتيريا المختبرة، كل على حدة، بالتركيز 10<sup>8</sup> وحدة مشكلة للمزارع/مل بعد إحداث الجرح مباشرة ودون فترة شفاء في نجاح إصابة شرائح درنات بطاطا/بطاطس الأصناف المستخدمة في هذه التجربة، وهذا يؤكد نتائج دراسات مرجعية سابقة كانت قد أشارت إلى فشل إصابة الدرنات أو شرائحها بعد فترة استشفاء جزئي (16).

تباينت القدرة الإمراضية للعزلات المختلفة التي تتبع النوع أو تحت النوع نفسه إزاء صنف البطاطا/البطاطس، واتسمت العزلة C331 (*E. carotovora ssp. atroseptica*) على سبيل المثال بقدرة إمراضية عالية جداً إزاء شرائح درنات صنف البطاطا/البطاطس أجريا وتمايزت معنوياً عن غيرها من العزلات، كما امتازت أربع عزلات أخرى من البكتيريا نفسها بقدرة إمراضية عالية، وكانت ثلاث عزلات متوسطة القدرة الإمراضية، بينما كانت العزلة C391 ضعيفة القدرة الإمراضية، ولم تتفاعل العزلة C356.1 مع شرائح درنات الصنف نفسه. وتؤكد بعض الدراسات المرجعية وجود اختلافات في فوعة العزلات المختلفة التابعة لبكتيريا تحت هذا النوع (8، 18)، وقد امتلكت العزلات الأكثر فوعة نشاطاً أنزيمياً أكبر (30)، وسرعة تكاثر أعلى على المستنبات الغذائية بالمقارنة مع العزلات الأقل فوعة (18).

بلغ عدد التفاعلات التي اتسمت بقدرة إمراضية عالية وعالية جداً تجاه شرائح درنات بطاطا/بطاطس الأصناف المختبرة عند عزلات البكتيريا *E. carotovora ssp. carotovora*، و *E. chrysanthemi* و *E. carotovora ssp. atroseptica* 37 و 18، 32 و 14، 32 و 5 تفاعلات، على التوالي، وبلغ عدد التفاعلات التي اتسمت بقدرة إمراضية متوسطة 35، 36، 45 تفاعلاً، واتسم 4، 18، 16 تفاعلاً، على التوالي بقدرة إمراضية ضعيفة، ولم يحدث تفاعل في 0، 2، 6، 0، 2 اختباراً، على التوالي، يعود معظمها للعزلة C288 التي تتبع النوع *E. chrysanthemi* (جدول 1).

ويعزى اختلاف القدرة الإمراضية عند البكتيريا المسببة لمرض العفن الطري إلى السكريات الدهنية المتعددة Lipopolysaccharides (LPS) المكون الرئيس للجدر الخلوية البكتيرية ولا سيما إلى السلسلة الخاصة LPS-0 وفقاً لبعض الدراسات المرجعية (5، 22). ويختلف تركيب هذه السلسلة كلياً عند البكتيريا *E. carotovora ssp. carotovora* بالمقارنة مع البكتيريا *E. carotovora ssp. atroseptica* (18). وقد تم العثور على هذه السلسلة في عزلة البكتيريا *E. carotovora ssp. atroseptica* الأكثر فوعة، ولم يعثر عليها في العزلة الأقل فوعة (18).

#### تقدير حساسية أصناف البطاطا/البطاطس

تباينت أصناف البطاطا/البطاطس المختبرة في درجة حساسيتها إزاء البكتيريا المسببة لمرض العفن الطري على الدرنات تحت ظروف العدوى الاصطناعية، وكانت الأصناف دراجا وديامونت وأنا من أكثرها مقاومة للمرض، وبلغت متوسطات أقطار دوائر التحلل على شرائح الدرنات الخاصة بكل منها 24.98، 25.27، 25.81 مم، على التوالي بعد أربعة أيام من التحضين، واختلفت مقاومتها بصورة معنوية عن الأصناف أريندا وليزيتا ونيكولا. وتفاعلت الأصناف أجريا ومارفونا وبورين وعايدا بدرجة متوسطة تجاه مسببات العفن الطري، وبلغت متوسطات أقطار دوائر التحلل على شرائح الدرنات الخاصة بها 28.17، 29.46، 29.64 و 29.98، مم على التوالي. وقد تفوق

الصنف دراجا الذي احتل المرتبة الأولى في درجة مقاومته لمرض العفن الطري بصورة معنوية على الأصناف الأخرى باستثناء ديامونت وأنا وأجريا، فكانت الفروقات غير معنوية، تلاه في الأهمية الصنف ديامونت الذي تفوق في درجة مقاومته للمرض على أصناف عايدا وأريندا ونيكولا وليزيتا، ولم تكن الفروقات معنوية مع الأصناف أنا وبورين ومارفونا وأجريا. وكانت الأصناف ليزيتا وأريندا ونيكولا أكثرها حساسية لمسببات المرض، وبلغت متوسطات أقطار دوائر التحلل شرائح درنات البطاطا/البطاطس الخاصة بها 32.62، 31.91 و 31.21 مم، على التوالي، واختلفت درجة حساسيتها للمرض بصورة معنوية عن الأصناف الأخرى باستثناء عايدا ومارفونا وبورين وأجريا، فكانت الفروقات غير معنوية (جدول 2).

كان تفاعل أصناف البطاطا/البطاطس المختبرة متبايناً تجاه البكتيريا *E. chrysanthemi*، وكانت الأصناف عايدا وأريندا وليزيتا ونيكولا ومارفونا وبورين وأنا حساسة للعامل الممرض، بينما كانت الأصناف ديامونت وأجريا ودراجا متوسطة الحساسية، ولم تسجل أصناف ضعيفة الحساسية أو مقاومة لعزلات تلك البكتيريا. وكان تفاعل درنات أصناف البطاطا/البطاطس المختبرة إزاء عزلات بكتيريا تحت النوع *E. carotovora ssp. carotovora* متبايناً أيضاً، وكانت الأصناف أنا وديامونت ودراجا من أكثرها مقاومة، وكان الصنفين عايدا وأجريا متوسطا الحساسية إزاء عزلات المسبب نفسه، بينما كانت الأصناف ليزيتا وأريندا ونيكولا وبورين ومارفونا من أكثرها حساسية للعامل الممرض. وكانت تفاعلات أصناف البطاطا/البطاطس متباينة أيضاً تجاه العزلات المختلفة لبكتيريا تحت النوع *E. carotovora ssp. atroseptica*، وكان من أكثرها مقاومة الصنف ديامونت ودراجا ومارفونا وأنا، بينما تفاعلت أصناف البطاطا/البطاطس بورين وأجريا وعايدا ونيكولا بدرجة متوسطة إزاء عزلات البكتيريا نفسها، وكانت الأصناف ليزيتا وأريندا أكثرها حساسية للعامل الممرض (جدول 2).

تباينت حساسية صنف البطاطا/البطاطس إزاء العزلات المختلفة لبكتيريا النوع أو تحت النوع نفسه تحت ظروف العدوى الاصطناعية، فكان الصنف أجريا على سبيل المثال حساساً جداً لثلاث عزلات تابعة لتحت النوع *E. carotovora ssp. atroseptica* (C331 و C137 و C364.2)، ولعزلة واحدة من البكتيريا التابعة لتحت النوع *E. carotovora ssp. carotovora* (C6.2)، ولأربع عزلات تابعة للبكتيريا *E. chrysanthemi* (C89 و C140 و C389.2 و C402)، بينما كان الصنف نفسه ضعيف الحساسية لعزلة واحدة ومقاوماً لعزلة أخرى من بكتيريا تحت النوع *E. carotovora ssp. atroseptica*، كما كان الصنف المذكور ضعيف الحساسية لعزلة واحدة من بكتيريا تحت النوع *E. carotovora ssp. carotovora* والنوع *E. chrysanthemi*، ومقاوماً لعزلة C288 من بكتيريا النوع *E. chrysanthemi* (جدول 1).

جدول 1. القدرة الإراضية لعزلات بكتيريا *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica* و *E. carotovora*. ssp. *carotovora* و *E. chrysanthemi* المسببة لمرض العفن الطري والساق السوداء إزاء شرائح درنات بطاطا/بطاطس أصناف مختلفة تحت الظروف المختبرية

**Table 1.** Pathogenicity of *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica*, *E. carotovora*. ssp. *carotovora* and *E. chrysanthemi* causing soft rot and blackleg on potato tuber slices of different cultivars under laboratory conditions

متوسط قطر الأنسجة المتحللة (مم) بعد أربعة أيام من التحضين											
Mean diameter of rotted tissues (mm), 4 days after incubation											
الأصناف Cultivars											
المتوسط Mean	أريندا Arenda	دراجا Draga	ديامنت Diamant	آنا Anna	بورين Boreen	مارفونا Marfona	عايده Aida	ليزيتا Lezetta	نيكولا Nicola	أجريا Agria	العزلات Isolates
<i>Erwinia carotovora</i> ssp. <i>Atroseptica</i>											
25.2	31.2	12.0	12.8	20.4	11.2	27.2	20.6	49.0	39.6	27.4	C310
21.0	24.8	48.0	19.6	13.2	23.4	0.0	24.6	25.4	18.4	12.2	C391
28.6	34.2	24.0	22.0	28.4	25.2	32.6	26.0	28.0	30.8	34.4	C137
31.8	28.4	27.2	29.8	29.0	42.4	31.4	34.6	34.0	27.8	33.0	A40
34.9	33.6	17.4	33.8	36.8	36.0	31.6	43.4	36.6	37.0	43.2	C331
22.5	29.6	17.6	18.6	18.8	19.8	21.4	24.4	24.6	25.4	24.0	C392
26.6	33.6	27.2	25.0	27.8	27.2	32.4	29.2	32.8	30.4	0.0	C356.1
23.6	31.4	12.2	15.4	20.2	27.2	39.8	20.4	28.6	30.4	29.0	C261
32.4	35.2	36.0	30.0	30.8	29.6	27.8	33.6	35.8	31.0	34.4	C364.2
25.1	24.2	14.6	20.8	28.6	25.0	28.6	29.8	26.0	23.8	29.2	C150
	306.6	236.0	227.8	254.0	267.0	273.0	286.6	320.8	294.6	266.8	المجموع Total
	30.7	23.6	22.8	25.4	26.7	27.3	28.7	32.1	29.7	26.7	المتوسط Mean
											أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال =0.01 = 7.518 معامل التشتت (%) = 24.01
<i>Erwinia carotovora</i> ssp. <i>carotovora</i>											
29.9	38.0	31.0	23.6	25.0	35.0	30.4	22.8	29.8	33.2	29.8	C18
30.6	35.6	37.0	22.2	18.8	41.0	33.0	27.2	26.4	36.2	28.4	C380
27.1	35.0	25.4	23.4	23.8	25.2	27.4	25.8	27.2	27.8	30.0	C393
34.6	41.4	26.8	20.0	23.2	43.4	38.0	29.6	44.0	38.8	38.6	C6.2
13.6	11.6	8.4	9.2	8.8	11.4	6.2	12.2	33.0	18.6	17.4	A17
25.6	23.4	21.8	28.6	20.8	25.8	28.2	30.6	24.6	27.8	24.0	C142.1
37.8	40.2	40.0	33.0	37.0	36.6	39.4	48.8	36.8	33.6	32.8	C412.7
15.6	30.4	6.4	6.0	9.4	12.4	10.4	16.6	28.8	10.4	25.0	C398.4
34.0	36.2	16.8	31.2	25.4	37.0	47.0	29.0	47.0	42.0	22.8	C337.1
38.9	34.2	35.8	40.6	21.2	48.0	50.0	39.6	36.8	50.0	32.8	A13
	326.0	249.4	237.8	213.4	314.8	311.8	282.6	334.4	318.4	287	المجموع Total
	32.6	24.9	23.8	21.3	31.5	31.2	28.3	33.4	31.8	28.7	المتوسط Mean
											أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال =0.01 = 7.302 معامل التشتت (%) = 22.04
<i>Erwinia chrysanthemi</i>											
28.9	29.0	27.4	29.8	33.8	21.4	30.6	39.0	25.8	26.4	25.8	C82
34.3	35.8	28.2	28.6	29.2	40.8	29.2	34.4	40.0	34.0	42.6	C89
30.3	30.4	32.0	28.6	30.4	31.0	29.0	35.4	28.4	29.6	28.4	D2
29.4	30.4	25.8	28.8	32.4	28.0	30.0	34.6	24.4	28.6	30.6	D4
40.3	43.0	36.4	41.2	37.4	39.2	41.0	46.8	36.2	48.0	34.0	C402
31.4	28.0	26.4	27.6	34.2	34.4	32.0	37.2	35.6	30.8	28.0	D1
8.4	2.2	3.4	1.8	40.0	1.8	5.0	1.2	10.4	1.2	5.8	C288
28.7	37.4	22.0	33.2	21.6	27.6	35.8	27.4	26.6	36.2	19.6	D3
36.8	47.2	24.2	26.8	24.0	35.2	39.6	44.2	49.0	38.4	39.6	C140
39.5	41.4	27.2	46.0	23.8	48.0	47.0	30.0	47.0	50.0	34.8	C389.2
	324.8	263.8	292.4	306.8	307.4	319.2	330.2	323.4	323.2	289.2	المجموع Total
	32.5	26.4	29.2	30.7	30.7	31.9	33.0	32.3	32.3	28.9	المتوسط Mean
											أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال =0.01 = 7.624 معامل التشتت (%) = 21.46

جدول 2. حساسية شرائح درنات أصناف البطاطا/البطاطس إزاء العفن الطري المتسبب عن عزلات البكتيريا *E. carotovora* ssp. *atroseptica* و *E. carotovora* ssp. *carotovora* و *E. chrysanthemi* تحت الظروف المختبرية

**Table 2.** The susceptibility of tuber slices of potato cultivars to soft rotting by *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica*, *E. carotovora* ssp. *carotovora* and *E. chrysanthemi* isolates under laboratory conditions

متوسط قطر الأنسجة المتحللة (مم)، بعد أربعة أيام من التحضين										
Mean diameter of rotted tissue (mm), 4 days after incubation										
الأصناف Cultivars										
أريندا	دراجا	ديامنت	آنا	بورين	مارفونا	عايده	ليزيتا	نيكولا	أجريا	الممرضات
Arenda	Draga	Diamant	Anna	Boreen	Marfona	Aida	Lezetta	Nicola	Agria	Pathogens
30.66	23.62	22.78	25.40	26.70	25.28	28.66	32.08	29.46	26.90	<i>E. carotovora</i> ssp. <i>Atroseptica</i>
32.60	24.94	23.78	21.34	31.48	31.18	28.26	33.44	31.84	28.70	<i>E. carotovora</i> ssp. <i>Carotovora</i>
32.48	26.38	29.24	30.68	30.74	31.92	33.02	32.34	32.32	28.92	<i>E. chrysanthemi</i>
31.91	24.98	25.27	25.81	29.64	29.46	29.98	32.62	32.21	28.17	Mean
LSD at 0.01 = 4.544								أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.01 = 4.544		
CV(%) = 23.46								معامل التشتت (%) = 23.46		

في صورة شرائح (16). وبعد مقياس قطر دائرة تحلل الأنسجة تحت تأثير البكتيريا الممرضة والمعتمد في هذه الدراسة مؤشراً كافيًا لتقدير حساسية أصناف البطاطا/البطاطس تحت الظروف المختبرية ويمكن تطبيقه بسهولة مقارنة مع مقياس وزن أو حجم الأنسجة المتحللة المقترح من قبل بعض الباحثين (3). كما يعد إنتاج واستخدام أصناف من البطاطا/البطاطس مقاومة أو متحملة لمسببات العفن الطري الإجراء الوحيد المتاح حالياً في مكافحة هذا المرض الواسع الانتشار والشديد الضرر بالدرنات أثناء التخزين في مستودعات غير نظامية مع الأخذ في الحسبان تنوع مصادر العدوى (تلوث سطح الدرنات أو في صورة عدوى كامنة في الدرنات)، ووجود مسبباته الثلاثة لا سيما البكتيريا *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica* التي تسجل للمرة الأولى على البطاطا/البطاطس في سورية، وتباين عزلتها في القدرة الإراضية.

كان التباين واضحاً جداً في درجة تفاعل أصناف البطاطا/البطاطس مع بعض العزلات مثل C310 و C391 (*E. carotovora* ssp. *atroseptica*)، و C337.1 (*E. carotovora* ssp. *carotovora*)، بينما كان تفاعل هذه الأصناف متقارباً تجاه معظم العزلات الأخرى المختبرة. وكانت معظم الأصناف مقاومة أو ضعيفة الحساسية تجاه بعض العزلات، مثل: C288 (*E. chrysanthemi*) و A17 و C398.4 (*E. carotovora* ssp. *carotovora*)، بينما تفاعلت معظم الأصناف بحساسية عالية إلى حساسة مع بعض العزلات الأخرى، مثل: C331 (*E. carotovora* ssp. *atroseptica*)، C140 و C389.2 و C402 (*E. chrysanthemi*)، و C412.7 و A13 (*E. carotovora* ssp. *carotovora*). ويعزى تباين تفاعل الأصناف مع العزلات المختلفة للبكتيريا المختبرة بصورة رئيسة إلى اختلاف قدرتها الإراضية إضافة إلى اختلاف درجة حساسية أو مقاومة هذه الأصناف (3، 33)، سواء استخدمت درنات البطاطا/البطاطس كاملة أو

## Abstract

**Nabhan, S., S. Al-Chaabi and M. Abu-Ghorrah. 2006. Evaluation of Pathogenicity of Different *Erwinia* Isolates Causing Potato Soft Rot and Blackleg, and Assessment of Susceptibility of Some Potato Cultivars Under Laboratory Conditions. Arab J. Pl. Prot. 24: 20-27.**

Pathogenicity of thirty local *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica*, *Erwinia carotovora* ssp. *carotovora* and *Erwinia chrysanthemi* isolates (10 isolates for each) were evaluated under laboratory conditions during 2004 by using similar number of potato tuber slices (10 slices from each cultivar for each isolate) of ten locally grown potato cultivars. Results showed differences in symptoms and diameter of rotted tissue caused by the three tested bacterial species/ssp. The *E. chrysanthemi* was the most aggressive bacterium; it produced a significant increase of rotted tissue on potato tuber slices in comparison with that produced by *E. carotovora* ssp. *atroseptica* and *E. carotovora* ssp. *carotovora*, followed by *E. carotovora* ssp. *carotovora* which was not significantly superior over *E. carotovora* ssp. *atroseptica*. Six out of ten tested *E. chrysanthemi* isolates exhibited high or very high aggressive levels against potato tuber slices of the cultivars used, but half of *E. carotovora* ssp. *carotovora* isolates had the same level of aggressiveness, whereas aggressiveness of three out of ten *E. carotovora* ssp. *atroseptica* isolates was high. The susceptibility of tested tuber slices of potato cultivars to soft rot disease caused by different isolates of tested bacteria was variable. The Draga, Diamant and Anna were significantly the most resistant in comparison with Arenda, Lezetta and Nicola cultivars. The Marfona was resistant to *E. carotovora* ssp. *atroseptica* isolates only, whereas Diamant, Agria and Draga were moderately susceptible to *E. chrysanthemi* bacteria. Low susceptible or resistant cultivars to *E. chrysanthemi* isolates were not recorded.

**Key words:** Blackleg, *Erwinia*, Potato, Soft rot, Syria.

**Corresponding author:** Nabhan, Shaza, General Commission of Scientific Agricultural Research, Douma P.O. Box 113; Damascus, Syria,

Email: gcsarshaabi@mail.sy

## References

1. **Abu-Ghorrah, M., L. Garden and R. Samsoun.** 2000. Preliminary survey of potato bacterial disease in Syria. Page 389. In: Abstract Book of Seventh Arab Congress of Plant Protection 22-26 October 2000, Amman-Jordan. K. A. Bader and H. S. Hasan (Editors).
2. **Austin S., E. Lojkowska, M.K. Ehlenfeldt, A. Kelman and J.P. Helgeson.** 1998. Fertile interspecific somatic hydride of *Solanum*: a novel source of resistance to *Erwinia* soft rot. *Phytopathology*, 78: 1216-1220.
3. **Bourne W.F., D.C. Mc Calmont and R.L. Wastie.** 1981. Assessing potato tubers for susceptibility to bacterial soft rot (*Erwinia carotovora* var. *atroseptica*), *Potato Research*, 24: 409-415.
4. **Byers J.T., C. Lucas, G.P. C. Salmond and M. Welch.** 2002. Nonenzymatic turnover of an *Erwinia carotovora* quorum-sensing signaling molecule. *Journal of Bacteriology*, 184: 1163-1171.
5. **Chatterjee, A.K. and M.P. Starr.** 1980. Genetics of *Erwinia* species. *Annual Review of Microbiology*, 34: 645-676.
6. **De Boer, S.H.** 1994. Prospects for control of potato diseases caused by pectolytic erwinias. Pages 136-148. In: *Advances in Potato Pest Biology and Management*, APS Press. G. W. Zehnder, M. L. Powelson, R. K. Jansson and K. V. Raman (editors).
7. **Duen-yau, C., A.G. Kyeremeh, Y. Gunji, Y. Takahara, Y. Ehara and T. Kikumoto.** 1999. Identification and Cloning of an *Erwinia carotovora* ssp. *carotovora* Bacteriocin Regulator Gene By Insertional Mutagenesis. *American Society for Microbiology. Journal of Bacteriology*, 181: 1953-1957.
8. **El-Khateb, S. R.** 1977. Potential pathogenesis of blackleg according to virulent characteristics of the pathogen. Abstract of Academic Dissertation (Ph. D. in Agriculture), Timiriazeva Academy, Moscow. 16 pp.
9. **Gene, R.A., W.F. Braam and D.T.P. Gallagher.** 1997. White Delight a new main crop fresh market potato cultivar. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 25: 93-95.
10. **Heilbonn, J. and G.D. Lyon.** 1990. The ineffectuality of potato protease inhibitor on the extracellular protease from *Erwinia carotovora*. *J. Applied Bacteriology*, 69: 25-29.
11. **Hooker, W. J.** 1981. *Compendium of Potato disease*, American Phytopathological Society, The International Potato Center, Lima, Peru. 34 pp.
12. **Hyman, L.J., L. Sullivan, I.K. Toth and M.C.M. Perombelon.** 2001. Modified crystal violet pectate medium (CVP) based on a new polypectate source (Slendid) for the detection and isolation of soft rot erwinias. *Potato Research*, 44: 265-270.
13. **Ibrahim, M.** 1980. Contribution a l'étude d'*Erwinia carotovora* var. *carotovora* (Jones, 1901) et *Erwinia carotovora* var. *atroseptica* (van Hal, 1902) agents de pourritures molles et de la jambe noire de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). Department Protection des Cultures, University de Rennes. 142 pp.
14. **Ibrahim M., B. Jouan, R. Samson, F. Poutier and M. Saily.** 1979. Prospect of a pathogenicity test concerning *Erwinia carotovora* var. *atroseptica* and *Erwinia carotovora* var. *carotovora* on half potato tubers, variation according to: variety of bacterial species and strains, inoculum dose, temperature, varieties of potatoes, physiological age of tubers and delay between injury and inoculation, *Proceedings of the IV<sup>th</sup> International Conference on Plant Pathogenic Bacteria* (Angres, 1978) I. N. R. A. Beaucouze, Angres: 591-602.
15. **Jones, B., B. Yu, N. J. Bainton, M. Birdsall, B.W. Bycroft, S.R. Chhabra, A.J.R. Cox, P. Golby, P.I. Reeves, S. Stephens, M.K. Winson, G.P.C. Salmond, G.S.A.B. Stewart and P. Williams.** 1993. The *lux* autoinducer regulates the production of exoenzyme virulence determinates in *Erwinia carotovora* and *Pseudomonas aeruginosa*. *European Molecular Biology Organization Journal*, 12: 2477-2482.
16. **Lapwood, D.H. and P.T. Gans.** 1984: A method for assessing the field susceptibility of potato cultivars to blackleg (*Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica*). *Annuals Applications of Biology*, 104: 315-320.
17. **Lapwood, D.H., P.J. Read and J. Spoke.** 1982. Methods for assessing the susceptibility of potato tubers of different cultivars to rotting by *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica* and *carotovora*. *Plant Pathology*, 33: 13-20.
18. **Mamdoh, A.E.E.** 2001. Detection and effects of latent contamination of potato tubers by soft rot bacterial, and investigations on the effects of hydrogen peroxide on Lipopolysaccharides of *Erwinia carotovora* relation to acquired resistance against biocides. Doctoral Dissertation, Georg-August-University, Gottingen: 148 Pp.
19. **Montesano, M.** 2002. Molecular Characterization of plant defense responses to *Erwinia carotovora*. Academic Dissertation, University of Helsinki Yliopistopaino. 62 pp.
20. **Munzert, M. and W. Hunnius.** 1980. Beziehungen zwischen den Resistenzen gegen schwarzbeinigkeit, Nass- und Trockenfaule der Kartoffel (*Solanum tuberosum*), *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung*, 85: 59-70.
21. **Murata, H., M. Fons, A. Chatterjee, A. Collmer and A.K. Chatterjee.** 1990. Characterization of transposon insertion out mutants of *Erwinia carotovora* ssp. *carotovora* defective in enzyme export and of a DNA segment that complements out mutants in *Erwinia carotovora* ssp. *carotovora*, *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica* and *E. chrysanthemi*. *Journal of Bacteriology*, 172: 2970-2978.
22. **Newman, M.A., M.J. Daniels and J.M. Dow.** 1995: Lipopolysaccharide from *Xanthomonas campestris* induced defense-related gene expression in *Brassica campestris*. *Molecular Plant Microbe Interaction*, 8: 778-780.
23. **Nielson, L.W.** 1964. Pathogenesis of respiratory Co2 around potato tubers in relation to bacterial soft rot. *American Potato Journal*, 45: 174-181.
24. **Oscar, Hidalgo and A.E. Echandi.** 1981. Influence of temperature and length of storage on resistance of potato to tuber rot induced by *Erwinia chrysanthemi*. *American Potato Journal*, 60: 1-15.
25. **Peltzer, S. and K. Sivasithamparam.** 1985. Soft-rot erwinias and stem rot in potatoes. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 25: 693-699.
26. **Perombelon, M.C.M.** 1992. Potato blackleg: Epidemiology, host-pathogen interaction and control. *Journal of Plant Pathology*, 2:135-146.

27. **Perombelon, M.C.M.** 2002. Potato disease caused by soft rot erwinias: An overview of pathogenesis. *Plant Pathology*, 51: 1-12.
28. **Perombelon, M.C.M. and G.P.C. Salmond.** 1995. Bacterial Soft Rot. Pages 1-20. In: *Pathogenesis and Host Specificity in Plant Disease*. U. S. Singh, R. P. Singh and K. Kohmoto (editors), Oxford, UK: Pergamon Press.
29. **Tansey, G., B.L. Honess and P. Malagamba.** 1979. Potato genetic resources and their potential for the Mediterranean region. Pages 15-16. In: *Proceedings of regional workshop. The International Potato Cenetr.* Turkish Ministry of Food, Agriculture and Animal Husbandry Aegean Regional Agriculture Research Station, Menemen, Izmir.
30. **Toth, I.K., C.J. Thorpe, S.D. Bentley, V. Mulholland, L.J. Hyman, M.C.M. Perombelon and G.P.C. Salmond.** 1999: Mutation in a gene required for lipopolysaccharide and enterobacterial common antigen biosynthesis affects virulence in the plant pathogen *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica*. *Molecular Plant-Microbe Interaction*, 6: 499-507.
31. **Toth, I.K., K.S. Bell, M.C. Holeva and P.R.J. Birch.** 2003. Soft rot erwiniae: from genes to genomes. *Molecular Plant Pathology*, 4: 1-22.
32. **Valerie Helias, Ann-Clair Le Roux, Yves Bertheau, Didier Andrivon, Jean-Perre Gauthier and Bernard Jouan.** 1998. Characterization of *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica* in potato plants, soil and water extracts with PCR- based methods. *European Journal of Plant Pathology*, 104: 685-699
33. **Wright, P.J., R.N. Crowhurst, J.A.D. Anderson and J.R. Dale.** 1991. Evaluation of potato cultivars and breeding lines for susceptibility to tuber soft rot induced by *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica*. *NewZealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 19: 187-190.

Received: April 20, 2005; Accepted: March 16, 2006

تاريخ الاستلام: 2005/4/20؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2006/3/16