

تقصي انتشار المسببات البكتيرية لمرض التعفن الطري وتقدير قدراتها الإراضية والكشف عن حساسية سوق أهم أصناف البطاطا/البطاطس المزروعة في سورية

شذا نبهان¹، صلاح الشعبي¹ ومحمود أبو غرة²

(1) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية؛

(2) كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية، البريد الإلكتروني: gcsarshaabi@mail.sy

المخلص

نبهان، شذا، صلاح الشعبي ومحمود أبو غرة. 2009. تقصي انتشار المسببات البكتيرية لمرض التعفن الطري وتقدير قدراتها الإراضية والكشف عن حساسية سوق أهم أصناف البطاطا/البطاطس المزروعة في سورية. مجلة وقاية النبات العربية، 27: 26-35.

بينت نتائج تقصي انتشار مرض التعفن الطري للبطاطا/البطاطس في المناطق المنتجة للمحصول خلال عامي 2002 و 2003 تبايناً كبيراً في حدوث المرض وشدته ما بين بعض المحافظات السورية والعروات المزروعة، وسجل أعلى انتشار للمرض في حقول البطاطا/البطاطس المزروعة في العروة الربيعية (66.1%)، تلتها في الأهمية حقول العروة الصيفية في محافظة ريف دمشق (51.6%)، بينما كانت نسبة الحقول المصابة في العروة الخريفية منخفضة (4.0%). وبلغت نسب تردد عزل البكتيريا *Erwinia carotovora* ssp. *carotovora* (Ecc)، *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica* (Eca) و *Erwinia chrysanthemi* (Ech) 76، 13 و 11%، على التوالي، وفقاً لنتائج الاختبارات الحيوية الكيميائية والمصلية والقدرة الإراضية لـ 100 عزلة بكتيرية محلية عرفت بانتمائها إلى الجنس *Erwinia*. أظهرت نتائج تقدير قابلية إصابة سوق عشرة أصناف من البطاطا/البطاطس إزاء البكتيريا المعزولة وجود اختلافات واضحة في أعراض الإصابة وشدتها وفقاً للنوع/تحت الأنواع المختبرة وعزلاتها، وبلغت متوسطات أطوال تحلل أنسجة سوق النباتات في حالة كل من البكتيريا *Ecc*، *Ech* و *Eca* 24.3، 22.9 و 18.3 سم، على التوالي بعد أربعة أيام من التحضين، كما تبينت قابلية إصابة سوق أصناف البطاطا/البطاطس المختبرة إزاء العزلات المختلفة للبكتيريا التابعة للنوع أو تحت النوع نفسه أو تجاه النوع/تحت الأنواع المختلفة. وحافظت العزلات المختبرة من البكتيريا *Eca* على مستوى قدرتها الإراضية تجاه سوق نباتات البطاطا/البطاطس كما كانت تجاه الدرنات دون تغيير، في حين بلغت نسبة التبدل في القدرة الإراضية لعزلات البكتيريا *Ech* حوالي 66.7% وحوالي 33.3% في عزلات البكتيريا *Ecc*. وكان الصنفان بورين وعايدا ضعيفا الحساسية، وكانت الأصناف دراغا/دراجا، وأريندا، ونيكولا، وأنا متوسطة الحساسية، وكانت الأصناف ديامنت، وأغريا، ومارفونا حساسة، بينما كان الصنف ليزيتا شديد الحساسية. ولم تتطابق درجة مقاومة/حساسية سوق البطاطا/البطاطس في كثير من الأحيان مع درجة مقاومة/حساسية درنات الصنف نفسه تجاه المرض.

كلمات مفتاحية: الساق السوداء، العفن الطري، بطاطا، حساسية أصناف البطاطا/البطاطس، *Erwinia*، سورية.

المقدمة

على البطاطا/البطاطس في سورية، وهي تنتمي إلى عائلة Enterobacteriaceae وصف Gammaproteobacteria (17، 33). ويمكن لهذه البكتيريا أن تحدث تعفنًا طرياً في الدرنات، كما أنها تسبب تعفنًا لسوق نباتات البطاطا تحت الظروف المناسبة (26، 38). وتعدّ البكتيريا *Eca* المسبب الرئيس لمرض الساق السوداء في كثير من الدول الأوروبية وكندا (13، 28)، كما تعدّ البكتيريا *Erwinia Pantoea ananatis* (Serrano) Mergaert et al. مسبباً لمرض التعفن الطري الأسود على البطاطا/البطاطس في اليمن (1). هدف هذا البحث إلى تقصي انتشار المسببات البكتيرية لمرض التعفن الطري على البطاطا/البطاطس في سورية، وتقدير قدراتها الإراضية إزاء سوق أهم أصناف البطاطا/البطاطس المزروعة، والكشف عن درجة حساسيتها تجاه الممرضات المختبرة.

يتعرض محصول البطاطا/البطاطس (*Solanum tuberosum* L.) في سورية والعالم إلى إجهادات أحيائية وغير أحيائية أثناء نموه وتداول/مناولة درناته وتخزينها (4). ويعدّ مرض التعفن الطري البكتيري من أكثرها شيوعاً وانتشاراً (29)، وهو يصيب النباتات والدرنات بدءاً من الزراعة وأثناء النمو والحصاد ثم التخزين (20). وتنتقل بكتيريا الجنس *Erwinia* المسببة لمرض الساق السوداء والتعفن الطري مع بذار البطاطا/البطاطس وفي التربة الملوثة ببقايا المحصول السابق (7)، وترتبط شدة الإصابة بهذا المرض وانتشاره بمقدار هذا التلوث (29). وقد سجلت البكتيريا *Erwinia chrysanthemi* Burkholder, et al. (Ech)، *Erwinia carotovora* ssp. *carotovora* (Jones) Dye. (Ecc) (3)، و *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica* (Van Hall) Dye. (Eca) (2).

تقصي انتشار مرض التعفن الطري (المسح الحقلي)

تمّ تقصي مرض التعفن الطري والساق السوداء على نباتات البطاطا/البطاطس في 252 حقلاً خلال عامي 2002 و2003 من العروات المختلفة (ربيعية، صيفية، وخريفية) في محافظات حلب، إدلب، حماة، حمص، ريف دمشق، ودرعا. ومثلت العينات النباتية المصابة (درنات وسوق وأوراق وسوق أرضية) 100 حقلاً أظهرت أعراض المرض، و152 حقلاً كانت سليمة ظاهرياً. جمعت العينات المصابة بصورة انتقائية من الحقول التي تراوحت مساحة كل منها ما بين 0.2 و4 هكتارات بمعدل 2 إلى 20 عينة/حقل (تتكون العينة من 5-10 درنات أو سوق أو أوراق مصابة وبمعدل عينة واحدة/دونم (1000 م²). وتعدّ سبونتا Spunta، دراغا/دراجا Draga، ديامنت Diamant، بورين Boreen، بينيلا Benilla، مارفونا Marfona، أغريا Agria، رينغا Ringa، داسي Dasii، كونكريت Konkriet، وعايدا Aida من أهم أصناف البطاطا/البطاطس المزروعة في سورية والتي تم اختبارها.

تقصي مسببات مرض التعفن الطري والساق السوداء وتشخيصها

تم جمع العينات من العروتين الربيعية والخريفية في كل من محافظات إدلب (بنش، معرة مصرين، رام حمدان، زردنا)؛ حمص (جوسية الخراب، حسينية، غسانية، قطينة)؛ وحماة (كفر زيتا، الزكاة، الغاب)؛ ومن العروة الربيعية في محافظة درعا؛ ومن العروة الصيفية في محافظة ريف دمشق (سعسع، كناكر، سرغايا، الطيبة)؛ ومن المخازن المبردة في محافظة حلب. تم تقصي مسببات المرض في 275 عينة؛ منها 248 عينة درنات جمعت من 100 حقل ومخزن، 27 عينة خضرية شملت 10 عينات من سوق نباتات البطاطا/البطاطس الملامسة لسطح التربة والتي تهتك أنسجتها وتلونت بالأسود بفعل المرض، 11 عينة ورقية و 6 عينات من السوق الأرضية المتحللة. تمّ عزل البكتيريا من العينات المصابة باستخدام المستنبت الغذائي King's B أولاً، ثمّ المستنبت الانتخابي Crystal Violet Pectate (CVP) في مرحلة لاحقة (18). أجريت الاختبارات الكيميائية الحيوية اللازمة لإتمام تشخيص العزلات البكتيرية التابعة للجنس *Erwinia* على النحو التالي: صبغة غرام، النمو تحت الظروف اللاهوائية، تحليل أنسجة البطاطا/البطاطس، وتحلل البكتين الصناعي (14، 32). تمّ تشخيص البكتيريا *Eca*، *Ech* و *Ecc* في 100 عينة تم تصنيفها سابقاً تحت الجنس *Erwinia* باستخدام الاختبارات الحيوية الكيميائية التالية: اختزال السكروز (S. R. S.)، استهلاك مح البيض (Lecithinase)، النمو عند درجة

حرارة 37 °س، تحمل الملوحة (NaCl 5%)، استخدام المالتوز (Maltose) وإنتاج الأحماض في الوسط، استخدام التريهالوز (Trehalose) وإنتاج الأحماض في الوسط، استخدام الأرابينول (Arabitol) وإنتاج الأحماض في الوسط، استخدام الميليبيوز (Milibios) وإنتاج الأحماض في الوسط، استخدام الريفينوز (Rafinose) وإنتاج الأحماض في الوسط، استخدام الأرابينوز (Arabinose) وإنتاج الأحماض في الوسط، استخدام حمض المالونيك (Malonic acid) وتحول الوسط إلى قلوي (14، 32).

تم استخدام المصل المضاد المنتج من قبل شركة LOEWE - Loewe Biochemica GmbH, Muhlweg 2a, Phytodiagnostica (D-82054 Sauerlach, Germany) الخاص بالكشف عن البكتيريا *Eca* بهدف تشخيصها بواسطة اختبار الاحتواء المزدوج للبكتيريا بالأجسام المضادة المرتبطة بالأنزيم (DAS-ELISA). أجريت عمليات العزل والاختبارات الكيميائية الحيوية في مختبر الأمراض البكتيرية في إدارة بحوث وقاية النبات في دوما عام 2003.

تقويم قابلية إصابة سوق بعض أصناف البطاطا/البطاطس بعزلات محلية من بكتيريا الجنس *Erwinia* قدراتها الإمراضية تجاه الدرنات معروفة مسبقاً

تمّ اختبار سلوكية 9 عزلات بكتيرية من مسببات التعفن الطري متباينة القدرات الإمراضية تجاه الدرنات (2)، وهي موزعة على النحو التالي: تنتمي العزلات D1، C89، وC140 إلى النوع *Ech* (عزلات عالية القدرة الإمراضية، ولا توجد بينها فروق معنوية)، والعزلات C310، C391، وC137 تابعة لتحت النوع *Eca* (عزلات متوسطة القدرة الإمراضية، ولا توجد بينها فروق معنوية)، والعزلات C412.7 وC337.1 (عالية القدرة الإمراضية) والعزلة C398.4 (ضعيفة القدرة الإمراضية، وتختلف بصورة معنوية عن العزلات السابقة) تنتمي تحت النوع *Ecc*، تجاه سوق نباتات عشرة أصناف من البطاطا/البطاطس، هي: أغريا، بورين، عايدا، دراغا/دراجا، ديامنت، مارفونا، أريندا (Arenda)، ليزيتا (Lezetta)، أنا (Anna)، ونيكولا (Nicola) مصدرها المؤسسة العامة لإكثار البذار. زرعت الدرنات في أصص بلاستيكية أبعادها 16×20 سم (درنة/أصيص)، كانت مملوءة بخلطة مكونة من رمل المزار والتورب (2 : 1)، بمعدل 3 درنات لكل عينة بما فيها معاملة الشاهد غير المعدي (30 درنة من كل صنف). حضنت الأصص في ظروف البيت الزجاجي المتحكم عند درجات حرارة (20 °س ليلاً و26 °س نهاراً) وإضاءة 16 ساعة يومياً. أعدت نباتات البطاطا/البطاطس بعد شهر ونصف من تاريخ الزراعة بحقن ثلاثة سوق على النبات الواحد على ارتفاع حوالي 50 سم من سطح التربة بالمعلق البكتيري للعزلة نفسها بتركيز

5 سم - صنف مقاوم. واستخدم تصميم القطع المنشقة في تحليل النتائج. ولم يكن بالإمكان استخدام مقاييس أخرى مرجعية لتقويم القدرة الإراضية للعزلات أو لتقدير حساسية سوق نباتات أصناف البطاطا/البطاطس للإصابة بالبكتيريا الممرضة كونها اعتمدت طول مسافة التحلل بعد اليوم الأول من أحداث العدوى (26). نفذت التجربة في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بدوما عام 2004.

النتائج والمناقشة

تقصي انتشار مرض التعفن الطري (المسح الحقلية)

لوحظ أثناء قلع الدرنات من حقول البطاطا/البطاطس المشمولة بالدراسة في المحافظات المذكورة سابقاً انتشار ظاهرة تحلل الدرنات. وكانت نسبة الحقول المصابة بالمرض أكبر في العروة الربيعية ولا سيما في محافظة حمص، تلتها في الأهمية محافظة حماة، ثم إدلب ودرعا للعروة نفسها، وبلغت 95.0، 82.1، 24.1 و 23.1%، على التوالي. وبلغ متوسط النسبة المئوية للحقول المصابة في العروة للمحافظات المختلفة (66.1%). وكان انتشار المرض في العروة الخريفية ضعيفاً جداً في المحافظات الثلاث الأولى المذكورة سابقاً، وبلغ 2.7، 7.9 و 0.0%، على التوالي، بينما بلغ متوسط الحقول المصابة في العروة نفسها للمحافظات المختلفة (4.0%). واحتل انتشار المرض موقِعاً متوسطاً في العروة الصيفية في محافظة ريف دمشق، وبلغت نسبة الحقول المصابة 51.6% (جدول 1).

10⁸ وحدة مشكلة للمستعمرات/مل تم تحضيره من مزرعة حديثة النمو بعمر 24 ساعة باستخدام ماصة دقيقة بمعدل 100 ميكروليتر/ساق (37)، مع ترك رأس الماصة البلاستيكي في الساق المعدى، وبمعدل ثلاثة نباتات لكل عزلة (معاملة). ثم غطيت النباتات المعدة بأكياس بلاستيكية شفافة لمدة 24 ساعة للحصول على رطوبة جوية عالية مناسبة لحدوث الإصابة. سجلت قراءات تطور المرض يومياً بدءاً من نهاية اليوم الأول لإحداث العدوى ولمدة أربعة أيام، ثم حسب المتوسط الحسابي لطول منطقة التحلل الذي طرأ يومياً على ساق كل نبات معدى وبالنسبة لكل عزلة وصنف على حدة. وتم تقدير القدرة الإراضية للعزلات بعد أربعة أيام من أحداث العدوى بناء على طول المسافة المتحللة من الساق التي عبرت عن تفاعل العزلة مع الصنف باستخدام المقياس الخماسي المقترح التالي: طول التحلل ≤ 35 سم - عزلة ذات مقدرة إراضية عالية جداً، طول التحلل $25 < 35$ سم - عزلة ذات مقدرة إراضية عالية، طول التحلل $15 \leq 25$ سم - عزلة ذات مقدرة إراضية متوسطة، طول التحلل ≤ 0.5 سم و $15 > 0.5$ سم - عزلة ذات مقدرة إراضية ضعيفة، طول التحلل > 0.5 سم عزلة غير ممرضة. كما تم تقدير قابلية/مقاومة سوق أصناف البطاطا/البطاطس للإصابة بعد أربعة أيام من أحداث العدوى باستخدام المقياس الخماسي المقترح التالي: طول التحلل ≤ 25 سم - صنف شديد القابلية للإصابة (حساس جداً)، طول التحلل $20 > 25$ سم - صنف حساس، طول التحلل $15 \leq 20$ سم - صنف متوسط القابلية للإصابة (متوسط الحساسية/المقاومة)، طول التحلل ≤ 5 و $15 > 5$ سم - صنف ضعيف الحساسية، طول التحلل $>$

جدول 1. انتشار مرض التعفن الطري في حقول البطاطا/البطاطس الممسوحة في سورية خلال عامي 2002 و 2003.

Table 1. Prevalence of soft rot disease in potato fields in Syria surveyed during 2002 and 2003.

المحافظة Governorate	عروة الزراعة Time of sowing	العدد الكلي للحقول المدروسة Total No. of fields surveyed	حقول سليمة ظاهرياً No. of apparently healthy fields	عدد الحقول حسب معدل إصابة نباتاتها			
				No. of fields based on infection rate of their plants			
				النسبة المئوية (%) للحقول المصابة Percent (%) of infected fields	More than 30%	10-30 %	Less than 10%
حماة	ربيعية Spring	39	7	82.1	0	10	22
	خريفية Autumn	38	35	7.9	0	0	3
حمص	ربيعية Spring	40	2	95.0	1	11	26
	خريفية Autumn	37	36	2.7	0	0	1
إدلب	ربيعية Spring	29	22	24.1	0	1	6
	خريفية Autumn	25	25	0.0	0	0	0
ريف دمشق Damascus countryside	صيفية Summer	31	15	51.6	0	6	10
درعا	ربيعية Spring	13	10	23.1	0	0	3
المجموع	Total	252	152	39.7	1	28	71

(35)، وإلى زيادة النشاط الحيوي في بيئة نباتات البطاطا، مثل: حشرات التربة والنيوماتودا وغيرها، وهذا ينسحب على نباتات البطاطا المزروعة في العروة الصيفية (23)، بينما تكون الظروف البيئية غير مناسبة لانتشار هذا المرض في العروة الخريفية (30). وقد يعزى هذا التفاوت في الإصابة إلى عوامل أخرى أهمها طبيعة التربة (15)، نظام الري، الهطولات المطرية وجغرافية الأرض (27). ويعدّ لقاح البكتيريا الممرضة المحمول على البذار من أهم مصادر العدوى (13، 15، 16).

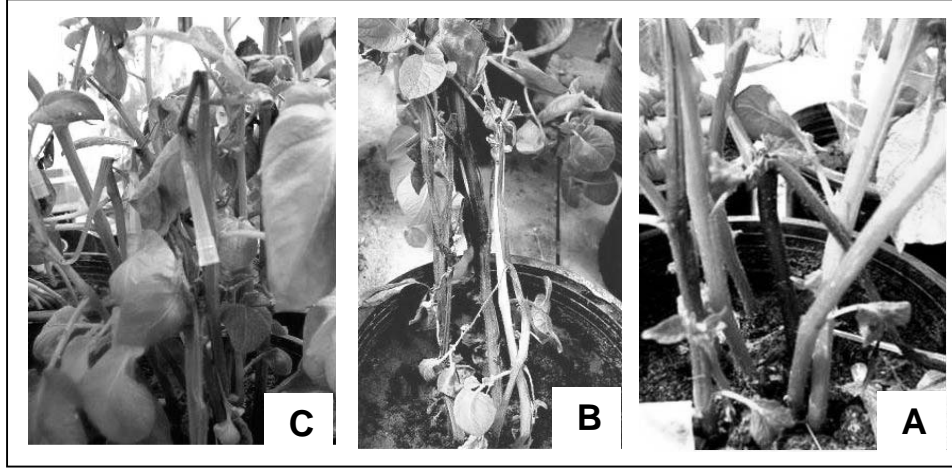
تقصي مسببات مرض التعفن الطري والساق السوداء وتشخيصها
بلغت نسبة العينات (درنات، سوق، أوراق وسوق أرضية) المصابة ببكتيريا تنتمي إلى الجنس *Erwinia* 45.1% من مجموع العينات المختبرة والتي كانت تبدي أعراض مرض التعفن الطري، بينما بلغت هذه النسبة 46.4% في عينات الدرناات، و33.3% في العينات المعزولة من السوق والسوق الأرضية والأوراق (جدول 2).

اختلفت نسب الإصابة الظاهرية لنباتات البطاطا/البطاطس بمرض التعفن الطري من عروة لأخرى ومن منطقة إلى أخرى، وتجاوزت 30% في أحد حقول العروة الربيعية التابع لمنطقة الحسنية في محافظة حمص و25% في بعض حقول العروة الربيعية في محافظة حماة. وتراوحت نسبة الحقول التي تجاوزت فيها نسب إصابة النباتات بمرض التعفن الطري 10% ما بين 19.0% في العروة الربيعية و19.4% في العروة الصيفية، ولم تسجل هذه النسبة من الإصابة في نباتات العروة الخريفية. وبلغت نسبة الحقول التي كانت فيها نسبة إصابة نباتات البطاطا/البطاطس بالمرض أقل من 10% حوالي 47.1% في العروة الربيعية ولا سيما في محافظتي حمص وحماة، و32.3% في العروة الصيفية في محافظة ريف دمشق، وبلغت هذه النسبة 4% في نباتات العروة الخريفية. وقد بلغت نسبة الإصابة في الحقول 70% في بعض بلدان حوض البحر المتوسط (35). وتعزى زيادة نسبة الإصابة بالتعفن البكتيري لنباتات البطاطا/البطاطس المزروعة في العروة الربيعية ولا سيما الدرناات إلى ارتفاع درجة حرارة التربة والهواء خلال موسم نمو النباتات (9)،

جدول 2. تقصي بكتيريا الجنس *Erwinia* في العينات التي أبدت أعراض التعفن الطري، 2003.

Table 2. A survey for bacteria of *Erwinia* genus in samples showing soft rot symptoms, 2003.

النسبة المئوية (%) للعينات المصابة بالبكتيريا <i>Erwinia</i>	عدد العينات المصابة فعلاً بالبكتيريا <i>Erwinia</i>	العدد الكلي للعينات المختبرة	جزء النبات المصاب	العروة	المحافظة
Percentage (%) of infected samples with <i>Erwinia</i>	No. of actually infected samples with <i>Erwinia</i>	Total No. of samples tested	Infected plant part	Time of sowing	Governorate
0.0	0	0	ساق أو أوراق	ربيعية	حماة
68.0	34	50	درنات	Spring	Hama
40.0	2	5	أوراق	خريفية	
33.3	2	6	درنات	Autumn	
33.3	1+2	4+5	ساق + أوراق	ربيعية	حمص
69.3	52	75	درنات	Spring	Homs
0.0	0	0	ساق أو أوراق	خريفية	
0.0	0	5	درنات	Autumn	
33.3	0+1	2+3	ساق + أوراق	ربيعية	إدلب
26.3	5	19	درنات	Spring	Idleb
0.0	0	0	ساق أو أوراق	خريفية	
0.0	0	5	درنات	Autumn	
50.0	1	2	ساق	صيفية	ريف دمشق
47.1	16	34	درنات	Summer	Damascus countryside
33.3	2	6	ساق أرضية	ربيعية	درعا
25.0	1	4	درنات	Spring	Daraa
10.0	5	50	درنات	مخازن مبردة	حلب
				Refrigerated stores	Aleppo
45.1	124	275		Total	المجموع



شكل 1. أعراض مرض التعفن الطري أو الساق السوداء على سوق نباتات البطاطا/البطاطس المصابة بالبكتيريا *E. c. ssp. atroseptica* (A)، أو البكتيريا *E. c. ssp. carotovora* (B)، أو البكتيريا *E. chrysanthemi* (C).

Figure 1. Symptoms of soft rot disease or black leg on stems of potato plants infected with *E. c. ssp. atroseptica* (A), or *E. c. ssp. carotovora* (B), or *E. chrysanthemi* (C).

مع نتائج بعض الدراسات الأخرى (11، 35). وكانت دراسات مرجعية نفذت في أستراليا عامي 1980 و1981 قد أشارت إلى احتمالية أن تكون البكتيريا *Ecc* و *Ech* مسببات لأعفان سوق نباتات البطاطا/البطاطس خلال نموها في فصل الصيف (35).

تقويم قابلية إصابة سوق بعض أصناف البطاطا/البطاطس بعزلات محلية من بكتيريا الجنس *Erwinia* قدراتها الإراضية تجاه الدرنات معروفة مسبقاً

ظهرت أعراض العدوى الاصطناعية بالبكتيريا *Ech* على سوق نباتات البطاطا/البطاطس على هيئة تلونات بنية وتحلل مائي في أنسجة السوق انتقلت فيما بعد إلى عروق الأوراق، وترافقت هذه الأعراض مع تفريغ السوق من مكوناتها من الأنسجة الداخلية في بعض الحالات، وقد توافقت هذه النتيجة مع نتائج بعض الدراسات المرجعية (34). وكان التحلل الطري المائي (هريان غير ملون في أنسجة الساق) الذي ظهر عند العدوى الاصطناعية بالبكتيريا *Ecc* أمراً شائعاً، وقد تمت الإشارة إليه في بعض الدراسات المرجعية (12). وأدت الإصابة الناتجة عن العدوى الاصطناعية بعزلات البكتيريا *Eca* إلى تحلل واضح في سوق نباتات البطاطا/البطاطس حول منطقة الإصابة، وترافق هذا العرض مع ظهور تلونات بنية إمتدت إلى أسفل الساق وأدت إلى موته في بعض الحالات، مثل تأثير العزلة C310 (*Eca*) في الصنف أغريا (شكل 1).

كانت بعض الدراسات المرجعية قد أشارت إلى أن لون مناطق الإصابة وقوامها غير مرتبط بنوع مسبب التعفن الطري الذي يتبع الجنس *Erwinia* أو نمطه (26)، بينما أكدت دراسات مرجعية أخرى

ويعزى الفارق الواضح ما بين نسبة الإصابة الظاهرية بمرض التعفن الطري والإصابة الحقيقية المتسببة عن البكتيريا التابعة لجنس *Erwinia* إلى قدرة أنواع بكتيرية مترمة تنتمي لأجناس أخرى، مثل: *Bacillus*، *Pseudomonas*، *Clostridium* (31) على استيطان الدرنات والسوق والأوراق المتضررة، الأمر الذي يعيق كشف البكتيريا المسببة للمرض على المستنبتات الغذائية الإصطناعية بما فيها المستنبتات الانتخابية (39)، علماً أن المستنبت الغذائي الانتخابي قابل لتحسس البكتيريا الممرضة *Erwinia* عندما لا يقل تعدادها عن 10^3 خلية بكتيرية في 1 مل من معلق الزرع (32). وكانت الدرنات في هذا البحث مصدراً لمعظم العزلات المحلية من بكتيريا الجنس *Erwinia*، وبلغت نسبتها 92.74%، تلاها في الأهمية العزلات التي مصدرها سوق النباتات القريبة من سطح التربة (3.2%)، ثم عزلات أوراق نباتات البطاطا/البطاطس (2.4%)، وأخيراً عزلات السوق الأرضية (1.6%). وأكدت نتائج دراسات مرجعية عديدة الدور المهم للدرنات في نقل البكتيريا المسببة لمرض التعفن الطري (16).

تباينت نسب تردد الأنواع وتحت الأنواع التابعة للجنس *Erwinia* التي تصيب نبات البطاطا/البطاطس في المناطق السورية وفقاً لنتائج الاختبارات الحيوية الكيميائية والمصلية/السيرولوجية، وكانت البكتيريا *Ecc* أكثرها تردداً، وبلغت نسبتها 76% من مجموع العزلات المختبرة (100 عزلة) التي تم جمعها من مناطق الدراسة، بينما بلغت نسبة تردد بكتيريا تحت النوع *Eca* 13%، واحتل النوع *Ech* المرتبة الأخيرة في تردده 11%، وتتوافق تقريباً نسب التردد السابقة لبكتيريا نوع وتحت أنواع الجنس *Erwinia* التي تم تشخيصها

إمراضية متوسطة، وهي مماثلة لقيم القدرات الإمراضية التي أبدتها تلك العزلات إزاء الدرنات (2). ولم تسجل فروقات معنوية ما بين متوسطات قيم قراءات القدرة الإمراضية لعزلات البكتيريا *Eca* إزاء سوق أصناف البطاطا المختبرة عند مستوى احتمال 0.05 (جدول 3).

توافقت نتائج هذا البحث مع نتائج دراسات أخرى حافظت فيها عزلة ألمانية وأخرى يابانية (كانت العزلة الأولى شديدة الشراسة/الوقوعة والثانية ضعيفة الشراسة/الوقوعة تجاه شرائح درنات البطاطا/البطاطس) تنتمي إلى البكتيريا *Eca* على سوية قدراتها الإمراضية إزاء سوق نباتات البطاطا/البطاطس (22).

حافظت عزلات البكتيريا *Eca* على سوية قدراتها الإمراضية دون تغيير سواء أختبرت تجاه الدرنات أو إزاء سوق نباتات أصناف البطاطا/البطاطس نفسها، في حين بلغت نسبة تبدل القدرة الإمراضية لعزلات النوع *Ech* حوالي 66.7% وحوالي 33.3% تجاه عزلات البكتيريا *Ecc*. وكانت دراسات مرجعية سابقة قد أكدت التباين الشديد في القدرة الإمراضية عند عزلات البكتيريا *Ech* (26).

بلغت متوسطات قيم قراءات القدرة الإمراضية للبكتيريا *Ecc*، *Ech*، و *Eca* إزاء سوق نباتات أصناف البطاطا/البطاطس المختبرة 24.31، 22.93 و 18.26 سم، على التوالي، بعد أربعة أيام من التحضين، ولم تكن الفروقات معنوية ما بين متوسطات قيم قراءاتها عند مستوى احتمال 0.05، بينما كانت البكتيريا *Ech* أشدها قدرة إمراضية تجاه الدرنات، وامتازت بصورة معنوية عن البكتيريا الأخرى المختبرة، تلاها في الأهمية البكتيريا *Ecc*، واحتلت بكتيريا *Eca* المرتبة الأخيرة (2). وأشارت دراسات أخرى إلى المتطلبات البيئية المختلفة اللازمة لنمو مسببات مرض التعفن الطري والساق السوداء (26). وعزي تباين القدرة الإمراضية لعزلات البكتيريا المختبرة التابعة للجنس *Erwinia* والمسببة لمرض التعفن الطري على درنات البطاطا/البطاطس وسوقها إلى تباينها في إفراز الأنزيمات الحالة للبكتين في الأنسجة النباتية (8، 10).

تفاعلت سوق أصناف البطاطا/البطاطس بدرجات متباينة تجاه البكتيريا المختبرة، فكانت الأصناف أريندا، وأغريا، وليزيتا، ودراغا/دراجا شديد القابلية للإصابة (حساسة جداً) تجاه *Ecc*، وكانت الأصناف بورين، ونيكولا، ومارفونا، وأنا حساسة للبكتيريا نفسها، بينما كان الصنفان عايدا وديامنت ضعيفا حساسية. وأبدت الأصناف ليزيتا، وديامنت، ودراغا/دراجا حساسية عالية جداً تجاه عزلات البكتيريا *Ech*، وكانت الأصناف نيكولا، ومارفونا، وأنا، وأغريا حساسة للبكتيريا نفسها، وكان الصنفان أريندا وعايدا متوسطا الحساسية، بينما كان الصنف بورين ضعيف الحساسية. وأظهر

إطلاق عزلات البكتيريا *Eca* لأنزيمات تؤكسد الفينولات بوجود الهواء، فتتلون الأنسجة في المنطقة المحيطة بمكان التحلل باللون الأسود (25). ويعدّ نشاط أنزيم deshydrogenase مسؤولاً عن عدم ظهور الحلقة السوداء حول منطقة التحلل في حالة الإصابة بعزلات البكتيريا *Ecc* و *Ech* (19).

تمائل تفاعل العزلتين C337.1 و C412.7 التابعة للنوع *Ecc* تجاه سوق نباتات الأصناف المختبرة واتسمت بقدرات إمراضية عالية بالنسبة للسوق كما هي بالنسبة لدرنات تلك الأصناف، بينما إزدادت قيمة القدرة الإمراضية للعزلة C398.4 من الضعيفة تجاه الدرنات إلى المتوسطة إزاء السوق. وقد يشير هذا التبدل في القدرة الإمراضية للعزلة المذكورة إلى عدم الثباتية الوراثية لهذه العزلة أو للحساسية الزائدة لسوق نباتات البطاطا/البطاطس تجاهها بالمقارنة مع الدرنات. ولم تسجل فروقات معنوية ما بين متوسطات قيم القدرة الإمراضية لعزلات البكتيريا *Ecc* عند مستوى احتمال 0.05. كما تماثلت القدرة الإمراضية العالية للعزلة C89 التابعة للنوع *Ech* تجاه سوق نباتات أصناف البطاطا المختبرة مع قدرتها الإمراضية إزاء الدرنات، بينما تباينت القدرة الإمراضية للعزلتين D1 و C140، فتناقصت القدرة الإمراضية العالية للعزلة الأولى وصارت ضعيفة، وازدادت القدرة الإمراضية للعزلة الثانية وصارت عالية جداً. وكان تفاعل العزلة D1 (*Ech*) على سبيل المثال مع سوق نباتات البطاطا/البطاطس من صنف ليزتا متوسطاً، علماً أن متوسط قيم تفاعلها مع درنات الصنف نفسه كان عالياً جداً. وهذا يشير إلى تبدل مستوى القدرة الإمراضية لتلك العزلات المختبرة تجاه درنات البطاطا/البطاطس عند إصابتها لسوق نباتات الأصناف نفسها، وكانت الفروقات معنوية ما بين متوسطات قيم قراءات القدرة الإمراضية لتلك العزلات البكتيرية (*Ech*) إزاء سوق نباتات أصناف البطاطا المختبرة عند مستوى احتمال 0.05 (جدول 3).

يعزي تباين القدرة الإمراضية لبعض عزلات البكتيريا *Ech* و *Ecc* تجاه سوق نباتات الأصناف المختبرة بالمقارنة مع قدرتها الإمراضية إزاء الدرنات إلى تأثير حرارة التحضين التي سادت أثناء تنفيذ التجارب، فتراوحت بين 20°س ليلاً و 26°س نهاراً عند إعداء سوق نباتات البطاطا/البطاطس، بينما تراوحت ما بين 24 و 26°س عند إعداء الدرنات، وهذا ما يكون قد أثر في سرعة تكاثر بكتيريا العزلات المختبرة وفي قدرتها على إفراز الأنزيمات التي تؤثر مباشرة في قدرتها الإمراضية، كما أكدت على ذلك بعض الدراسات المرجعية (24).

كانت متوسطات أطوال التفرحات الناتجة عن تفاعل عزلات البكتيريا *Eca* مع سوق الأصناف المختبرة قد أشارت إلى قدرات

الصالبة للإصابة تجاه العزلة C398.4 (*Ecc*) على سبيل المثال، و50% من الأصناف الصالبة وشديدة الصالبة للإصابة تجاه العزلة نفسها. وعزي تباين أداء سوق الأصناف المختبرة إزاء العزلات المختلفة التابعة للأنواع أو تحت الأنواع المختبرة بصورة رئيسة إلى اختلاف درجة قابليتها أو مقاومتها للإصابة (40)، وإلى اختلاف القدرة الإراضية لعزلات هذه البكتيريا (5). وأبدى الصنفان بورين وعايدا مقاومة عالية تجاه نوع وتحت أنواع البكتيريا المختبرة، وكانت الأصناف دراغا/دراجا، وأريندا، ونيكولا، وأنا متوسطة الحساسية، وكانت الأصناف ديامنت، وأغريا، ومارفونا حساسة، بينما كان الصنف ليزيتا شديد الحساسية (جدول 3).

الصنفان ليزيتا وديامنت حساسية عالية جداً تجاه البكتيريا *Eca*، وكانت الصنفان مارفونا، وأغريا حساسان للبكتيريا نفسها، وكانت الأصناف نيكولا، وأنا، وعايدا، وأريندا متوسطة الحساسية، بينما كان الصنفان دراغا/دراجا وبورين ضعيفا الحساسية (جدول 3).
تفاعلت سوق أصناف البطاطا/البطاطس بدرجات متباينة تجاه عزلات بكتيريا النوع أو تحت النوع نفسه، وكان الصنف أغريا، على سبيل المثال، شديد الصالبة للإصابة (حساس جداً) تجاه عزلتين من أصل ثلاث عزلات تابعة لتحت النوع *Ecc*، ولعزلة واحدة من البكتيريا التابعة لتحت النوع *Eca*، ولعزلة واحدة تابعة للبكتيريا *Ech*. كذلك سجل تباين واضح في أداء سوق الأصناف المختلفة تجاه العزلة الواحدة، فكان 50% من الأصناف المختبرة ضعيف ومتوسط

جدول 3. تأثير بعض عزلات البكتيريا *Erwinia carotovora* ssp. *carotovora* (*Ecc*)، *E. c. ssp. atroseptica* (*Eca*) و *E. chrysanthemi* (*Ech*)، في تحلل سوق نباتات البطاطا/البطاطس تحت ظروف العدوى الاصطناعية عام 2004. (متوسط طول التحلل الطري على ساق البطاطا/البطاطس بالسنتيمتر بعد أربعة أيام من إحداث العدوى)

Table 3. Influence of some bacterial isolates that belonging to *Erwinia carotovora* ssp. *carotovora* (*Ecc*), *E. c. ssp. atroseptica* (*Eca*) and *E. chrysanthemi* (*Ech*) on rot of potato stems under artificial infection conditions, 2004. (average length of soft rot on potato stem by cm, four days after inoculation)

متوسط القدرة الإراضية تجاه سوق النباتات	متوسط القدرة الإراضية تجاه الدرناات	متوسط القدرة الإراضية لبعض عزلات بكتيريا الجنس <i>Erwinia</i> تجاه سوق أصناف البطاطا/البطاطس										المرض وعزلاته		
		Main pathogenicity of some isolates of <i>Erwinia</i> genus bacteria against stems of potato cultivars												
Main pathogenicity against plant stems	Main pathogenicity against tubers	دراغا/أريندا	دراجا	ديامنت	آنا	بورين	مارفونا	عايدا	ليزيتا	نيكولا	أغريا	Pathogen and its isolates		
<i>Erwinia carotovora</i> ssp. <i>carotovora</i> (<i>Ecc</i>)														
Medium	متوسطة	26.7	26.7	18.3	16.7	7.3	5.0	21.7	30.0	15.0	36.7	Low	ضعيفة	C398.4
		g-l	g-l	l-t	n-v	x-e	a-e	j-q	f-j	p-y	b-f			
High	عالية	23.3	36.7	26.0	25.0	30.0	30.0	8.3	24.3	25.7	20.7	High	عالية	C412.7
		i-p	b-f	g-m	h-n	f-j	f-j	v-e	i-o	h-m	k-r			
High	عالية	45.7	11.7	14.3	24.3	36.7	33.3	9.3	31.3	30.0	35.7	High	عالية	C337.1
		a	s-c	q-z	i-o	b-f	d-h	u-d	e-i	f-j	b-f			
		24.3	31.9	25.0	9.6	22.0	24.7	22.8	13.1	28.6	23.6		متوسط	Average
<i>E. c. ssp. atroseptica</i> (<i>Eca</i>)														
Medium	متوسطة	13.3	21.7	33.3	13.3	3.3	5.0	16.7	26.7	18.3	18.3	Medium	متوسطة	C310
		q-l	j-q	d-h	q-l	c-e	e-a	n-v	g-l	l-t	l-t			
Medium	متوسطة	16.7	15.7	12.7	16.0	0.0	33.3	7.7	16.7	15.0	42.3	Medium	متوسطة	C391
		n-v	p-x	r-b	o-w	e	d-h	w-e	n-v	p-y	a-c			
Medium	متوسطة	16.0	6.7	30.0	20.0	13.3	30.0	24.3	39.0	16.0	6.7	Medium	متوسطة	C137
		o-w	y-e	f-J	l-s	q-a	f-J	i-o	a-e	o-w	y-e			
		18.3	15.3	14.7	25.3	16.4	5.3	22.8	16.2	27.5	16.4		متوسط	Average
<i>E. chrysanthemi</i> (<i>Ech</i>)														
Low	ضعيفة	13.3	6.7	6.0	3.7	1.7	5.0	4.3	18.3	6.7	4.0	High	عالية	D1
		q-a	y-e	z-e	c-e	d-e	a-e	b-e	l-t	y-e	c-e			
High	عالية	17.7	33.3	42.3	29.0	10.0	43.3	0.0	34.3	30.0	23.3	High	عالية	C89
		m-u	d-h	a-c	f-k	t-b	Ab	e	c-g	f-j	i-p			
Very high	عالية جداً	21.7	40.0	46.7	33.3	26.7	23.3	46.7	46.7	36.7	33.3	High	عالية	C140
		j-q	a-d	a	d-h	g-l	i-p	a	a	d-f	d-h			
		22.9	17.6	26.6	31.7	22.0	12.8	23.8	17.0	33.1	24.4		متوسط	Average
		-	19.4	19.9	22.9	18.1	13.2	20.8	13.9	26.7	19.3		متوسط العام	Total average

L.S.D at P=0.05 is 8.522

C.V.(%)=22.4

Average value of healthy check = 0.0

أقل فرق معنوي موثوق عند مستوى احتمال 0.05 = 8.522

معامل التشتت (%) = 22.4

متوسط قيمة الشاهد السليم = 0.0

تفاعل درنات الصنف نفسه حساساً (2). وأبدت الأصناف بورين، وديامنت، ودراما/دراجا، وأريندا تبايناً واضحاً في درجة حساسية/مقاومة سوق نباتاتها تجاه الممرضات المختبرة (*Ech*, *Ecc*، *Eca*)، في حين كانت نتائج تفاعل سوق نباتات الأصناف الأخرى المختبرة متقارباً. ولا تعطي مقاومة الساق بمفرده تصوراً كافياً عن مقاومة النبات بكامله تجاه مرض التعفن الطري والساق السوداء وفقاً لنتائج هذا البحث، وتتعارض هذه النتيجة مع المتحصل عليه في بحث أخرى (6). ويعدّ إعداء سوق نباتات البطاطا/البطاطس من صنف معين طريقة مناسبة لتقدير قابلية إصابة مجموعها الخضري فقط تجاه عزلة مرضية محددة، وهذا ما سبق وأشار إليه بعض الدراسات المرجعية (21، 32).

اختلفت درجة مقاومة سوق نباتات البطاطا/البطاطس تجاه البكتيريا المختبرة المقدرة في هذا البحث عن درجة مقاومة درنات الصنف نفسه المقدرة في بحث سابق (2)، وبلغ متوسط نسبة توافق تفاعلها تجاه نوع/تحت أنواع البكتيريا المختبرة بصورة منفردة أو مجتمعة 30%. وبلغت نسبة توافق درجة حساسية سوق نباتات الصنف نيكولا تجاه البكتيريا المختبرة مع درنات الصنف نفسه 100%، وبلغت 66.7% عند الصنفين أنا ومارفونا، و33.3% عند الصنفين عايدا وبورين، بينما بلغت نسبة اختلاف تفاعل سوق الأصناف أغريا، وليزيتا، وديامنت، ودراما/دراجا، وأريندا 100% بالمقارنة مع تفاعلها مع درنات الأصناف نفسها. وكان تقويم تفاعل سوق نباتات الصنف ليزيتا على سبيل المثال مع نوع/تحت أنواع البكتيريا المختبرة (منفردة أو مجتمعة) حساساً جداً، بينما كان تقويم

Abstract

Nabhan, S., S. Al-Chaabi and M. Abu-Ghorrah. 2009. A Survey for Prevalence of Bacterial Causal Agents Caused Soft Rot Disease, Assessment of their Pathogenicity and Investigation of Susceptibility of Stems of More Important Potato Growing Cultivars in Syria. Arab Journal of Plant Protection, 27: 26-35.

Results of field surveys to assess the prevalence of soft rot disease in potato producing areas conducted during 2002 and 2003 in Syria showed that disease incidence and severity were variable according to governorates and time of sowing. The highest incidence was recorded in potato fields in spring-sown (66.1%), followed by summer-sown in governorate of Damascus countryside (51.6%). The lowest infested fields were recorded in autumn-sowing (4.0%). The isolation frequencies of *Erwinia carotovora* ssp. *carotovora* (*Ecc*), *E. c.* ssp. *atroseptica* (*Eca*) and *E. chrysanthemi* (*Ech*) were 76, 13, and 11%, respectively, based on biochemical, serological, and pathogenicity tests of 100 local bacterial isolates belonging to *Erwinia* genus. Assessment of stems susceptibility of 10 potato cultivars (cvs.) against isolated bacteria showed clear differences in disease symptoms and severity based on tested pathogen species/subspecies and their isolates. The average length of potato rotted stems for *Ecc*, *Ech*, and *Eca* were 24.3, 22.9, and 18.3 cm, respectively, 4 days after incubation. The susceptibility of potato cvs. stems tested against different isolates of the same species/subspecies or to different species/subspecies of bacteria used was variable. No changes in pathogenicity level of *Eca* isolates were observed, when tested on stems or on tubers of potato plants, meanwhile pathogenic variability of *Ech* and *Ecc* isolates were 66.7 and 33.3%, respectively. Boreen and Aida cvs. had low susceptibility, Draga, Arenda, Nicola, and Anna cvs. were moderately susceptible, Diamant, Agria and Marfona cvs. were susceptible, whereas Lezetta cv. was highly susceptible. In many cases, the resistance/susceptibility level to the pathogen of stem and tubers of the same potato cv. was not identical.

Keywords: Blackleg, *Erwinia*, potato, soft rot, susceptibility of potato cultivars, Syria.

Corresponding author: Shaza Nabhan, General Commission of Scientific Agricultural Research, Douma P.O. Box 113; Damascus, Syria, Email: gcsarshaabi@mail.sy

References

- Bain, R., M.C.M. Perombelon, L. Tsror and A. Nachmias. 1990. Epidemiology and etiology of black leg. *Plant Pathology*, 39: 125-133.
- Barras, F., F. Van Gijsegem and A. K. Chatterjee. 1994. Extracellular enzymes and pathogenesis of the soft rot *Erwinia*. *Annual Review of Phytopathology*, 32: 201-234.
- Brigitte, M., Schober and T. Vermeulen. 1999. Enzymatic maceration of witloof chicory by the soft rot bacteria *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*: The effect of nitrogen and calcium treatment of the plant on pectic enzyme production and disease development. *European Journal of Plant Pathology*, 105: 341-349.
- Burgess, P.J., J.P. Blakeman and M.C.M. Perombelon. 1994: Contamination and subsequent

المراجع

- العريقي، شوقي ناشر سيف. 2006. عزل وتحديد البكتيريا المسببة لمرض التعفن الطري الأسود في البطاطس/البطاطا ومقارنتها مع *Erwinia carotovora* spp. *carotovora*. مجلة وقاية النبات العربية، 24: 1-6.
- نهبان، شذى، صلاح الشعبي ومحمود أبوغرة. 2006. تقييم القدرة الإمراضية لعزلات مختلفة من بكتيريا الجنس *Erwinia* المسببة لمرض التعفن الطري والساق السوداء وتقدير حساسية بعض أصناف البطاطا/البطاطس تحت الظروف المختبرية. مجلة وقاية النبات العربية، 24: 20-27.
- Abu-Ghorrah, M., L. Garden and R. Samsoun. 2000. Preliminary survey of potato bacterial diseases in Syria. Page 389. In: Abstract Book of Seventh Arab Congress of Plant Protection, 22-26 October 2000, Amman-Jordan. Bader, K. A. and H. S. Hasan (Eds).

20. **Kelman, A. and E.A. Maher.** 1984. Factors that affect evaluations of potato for resistance to bacterial soft rot. Abstracts of Conference papers of the Ninth Triennial Conference of the European Association for Potato Research: 21-22.
21. **Klement, Z.K. and D.C. Rudolph.** 1990. Methods in Phytobacteriology. Academiai Kiado, Budapest: 11-121.
22. **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 or *Erwinia carotovora* relation to acquired resistance against biocides. Doctoral Dissertation, Georg-August-University Gottingen, Germany. 148 pp.
23. **Meneley, J.C. and M.E. Stanghellini.** 1976. Isolation of soft rot *Erwinia* spp. From agricultural soils using an enrichment technique. Phytopathology, 66: 367-370.
24. **Neil, A.W., J.T. Byers, P. Commander, M.J. Corbett, S.J. Coulthurst, L. Eerson, A.K.P. Harris, C.L. Pemberton, N.J.L. Simpeon, H. Slater, D.S. Smith, M. Welch, N. Williamson and G.P.C. Salmond.** 2002. The regulation of virulence in phytopathogenic *Erwinia* species: quorum sensing, antibiotics and ecological considerations. Kluwer Academic Publishers. Scotland, 81; 223-231
25. **Nielson, L.W.** 1964. Pathogenesis of respiratory CO₂ around potato tubers in relation to bacterial soft rot. American Potato Journal, 45: 174-181.
26. **Peltzer, S. and K. Sivasithamparam.** 1985. Soft-rot erwinias and stem rot in potatoes. Australian Journal of Experimental Agriculture, 25: 693-699.
27. **Perombelon, M.C.M.** 1979. Ecology of soft-rot erwinias in relation to potatoes. Pages 94-119. In: Report of the Planning Conference on Development in the Control of Bacterial Diseases in Potatoes. International Potato Center, Lima.
28. **Perombelon, M.C.M.** 1992. Potato blackleg: Epidemiology, host-pathogen interaction and control. Netherlands Journal of Plant Pathology, 98: 135-146.
29. **Perombelon, M.C.M. and L.J. Hyman.** 1995. Serological methods to quantify potato seed contamination by *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*. OEPP/EPPO, Bulletin, 25: 195-202.
30. **Phillips, J.A. and A. Kelman.** 1982. Direct fluorescent antibody stain procedure applied to insect transmission of *Erwinia carotovora*. Phytopathology, 72: 898-901.
31. **Saettler, A.W., N.W. Schaad and D.A. Roth.** 1989. Detection of bacteria in seed and other planting material. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA: 122 pp.
32. **Schaad, N.W.** 1988. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. 2nd edition, the American Phytopathological Society. 164 pp.
33. **Shimura, J.** 2002. Bacteriology Insight Orienting System (BIOS). Research report from the National Institute for Environmental Studies (Japan), No. 171: 228-234.
8. **Collmer, A. and N.T. Keen.** 1986. The role of pectic enzymes in plant pathogenesis. Annual. Review of Phytopathology, 24: 383-409.
9. **Cuppels, D.A. and A. Kelman.** 1974. Evaluation of selective media for isolation of soft rot bacteria from soil and plant tissue. Phytopathology, 64: 468-475.
10. **Dahler, G.S., F. Barras and N.T. Keen.** 1990. Cloning of genes encoding metallopeptases from *Erwinia chrysanthemi* Ec16. Journal of Bacteriology, 172: 5803-5815.
11. **De Boer, S.H.** 1990. Immunofluorescence in Bacteria, 295-298, Section IV. G. 2. In: Serological Methods for Detection and Identification of Viral and Bacterial Plant Pathogens-A Laboratory Manual. R. Hampton, E. Ball, and S. De Boer, eds. APS Press. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota USA.
12. **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. G.W. Zehnder, M.L. Powelson, R.K. Jansson and K.V. Raman (eds). APS Press.
13. **De Boer, S.H.** 2002. Relative incidence of *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* in stolon end and peridermal tissue of potato tubers in Canada. Plant Disease, 86: 960-964.
14. **De Boer, S.H. and A. Kelman.** 2000. Gram-negative bacteria: *Erwinia* soft rot group. Pages 57-72. In: Laboratory Guide for Identification of plant pathogenic Bacteria, 3rd edn. N.W. Schaad, J.B. Jones and W. Chun (eds.). St Paul, MN: American Phytopathological Society.
15. **Elphinstone, J.G.** 1985. Contamination of potato in the field and in the store by *Erwinia carotovora* from different sources. Ph. D. Thesis, University of Dundee. Scotland. 113 pp.
16. **Helias, V., D. Andrivon and B. Jouan.** 2000. Internal colonization pathways of potato plants by *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica*. Plant Pathology, 49: 33-42.
17. **Helias, V., A.C. Le Roux, Y. Bertheau, D. Andrivon, J.P. Gauthier and B. Jouan.** 1998. Characterisation of *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* in potato plants. Soil and water extracts with PCR- based methods. European Journal of Plant Pathology, 104: 685-699
18. **Hyman, L.J., L. Sullivan, L.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.
19. **Ibrahim, M.** 1980. Contribution `a l' ´eude 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.). Departement Protection des cultures, Universit´e de Rennes: 142 pp.

38. **Toth, L.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): 17-30.
39. **Van der Wolf, J.M. and M.C.M. Perombelon.** 1998. Immunomagnetic separation colony count on CVP medium (IMS-CVP). In: *Methods for the detection and quantification of Erwinia carotovora subsp. atroseptica on potatoes: a laboratory manual.* M.C.M. Perombelon and J.M. Van der Wolf (eds.). Scottish Crop Research Institute. Occasional Publication, 10: 3-10.
40. **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* subsp. *atroseptica*. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 19: 187-190.
34. **Singh, U., C.M. Trecors and S.H. De Boer.** 2000. Fimbrial-Specific Monoclonal Antibody-Based ELISA for European potato strains of *Erwinia chrysanthemi* and Comparison to PCR. *Plant Disease*, 84: 443-448.
35. **Sivasithamparam, K.** 1982. Blackleg-a confusing potato disease. *Journal of Agriculture, Western Australia*, 11: 17-18.
36. **Tansey, G., B.L. Honess and P. Malagamba.** 1979. Potato Genetic Resources and Their Potential for the Mediterranean Region. Turkish Ministry of Food, Agriculture and Animal Husbandry Aegean Regional Agriculture Research Station, Menemen, Izmir. Proceedings of regional workshop. The International Potato Cenetr: 15-16.
37. **Thomson, N.R., J.D. Thomas and G.P.C. Salmond.** 1999. Virulence determinants in the bacterial phytopathogen *Erwinia*. *Methods Microbiology*, 29: 347-426.

Received: February 19, 2007; Accepted: August 16, 2008

تاريخ الاستلام: 2007/2/19؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2008/8/16