

## دراسة مختبرية لتقويم فاعلية عزلات مختلفة من أنواع فطور الترايكوديرما تجاه بعض الفطور الممرضة المنقولة بالتربة

صلاح الشعبي ولينا مطرود

قسم وقاية النبات، مديرية البحوث العلمية الزراعية، دوما، ص. ب. 113، دمشق، سورية.

### الملخص

الشعبي، صلاح ولينا مطرود. 2002. دراسة مختبرية لتقويم فاعلية عزلات مختلفة من أنواع فطور الترايكوديرما تجاه بعض الفطور الممرضة المنقولة بالتربة. مجلة وقاية النبات العربية. 20: 77-83.

تباينت كفاءة عزلات فطور الترايكوديرما في مقدرتها على منع نمو بعض الفطور الممرضة المنقولة بالتربة، لدى اختبارها على المستتبت الغذائي بطاطا/بطاطس دكستروز أجار (PDA)، وعند درجة حرارة  $23 \pm 2$  س، خلال الفترة من 1994 إلى 1997. وبلغ متوسط كفاءة هذه العزلات تجاه الفطور الممرضة: *Rhizoctonia solani* Kühn. و 79.7، 76.9، 76.1 و 70.2%، على التوالي. وكانت كفاءة العزلات متوسطة تجاه الفطرين *Sclerotium cepivorum* Berk. و *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthii* (Prill. Et Delacr.) بينما كانت الكفاءة ضعيفة تجاه الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthii* (Prill. Et Delacr.) وبلغت 63.1 و 60.4%، على التوالي، واحتلت بعض عزلات الفطر *Trichoderma koningii* Oudem. المرتبة الأولى في تأثيرها المثبط لنمو الفطور *R. solani*، *S. cepivorum* و *V. dahliae*، و تساوت كفاءتها الممتازة مع كفاءة الفطر *G. virens* Miller, Giddens, Foster & Arx في تأثيره في نمو *V. dahliae*، *R. necatrix* و *V. dahliae*، في حين تبوأ *G. virens* المرتبة الأولى تجاه *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. كذلك تبوأ عزلات الفطر *T. hamatum* (Bonord) Bainier. المرتبة الأولى في تأثيرها المثبط لنمو الفطرين *Cylindrocarpon* sp. و *F. oxysporum* f. sp. *dianthii* و تطفلت عزلات مختلفة من فطور الترايكوديرما على عزل بعض الفطور الممرضة بصورة كلية.

كلمات مفتاحية: أمراض فطرية، ترايكوديرما، فطور ممرضة منقولة بالتربة، مكافحة حيوية.

### المقدمة

*Colletotrichum coccodes* و *Phoma* spp. (Pers.) Link. و *T. album* G. و *T. viride* Pers. و *T. harzianum* Rifai و *Gliocladium roseum* (Link.) Bain. و Preuss. أقل فاعلية (29). وكان *T. harzianum* أكثر كفاءة في مكافحة مسبب مرض عفن تاج البنودرة *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* Jarvis & Shoemaker. (23). وتعدّ فطور *T. pseudokoningii* Rifai، *T. viride* و *T. harzianum* الأكثر تحملاً للبرودة، حيث كان نجاح بعض فطور مكافحة الحيوية الأخرى محدوداً ضد الأمراض النباتية البوائية (15)، بينما كان نمو الفطر *T. koningii* أسرع عند درجة حرارة 15-20 س، مقارنة بالفطر *T. harzianum* (34). وتستخدم مستحضرات فطور الترايكوديرما كثيراً في هذه الأيام لمعاملة البذار ضد أمراض سقوط البادرات المتسببة عن فطور *Pythium* spp.، *Rhizoctonia* spp. و *Fusarium* spp. (13) أو لمعالجة التربة، فتضاف على هيئة حبيبات حاملة للأبواغ الكونيدية والكلاميدية (20)، وتؤثر فطور الترايكوديرما في الفطور الممرضة بأليات متعددة (22). كالمنافسة والتضاد الفيزيائي والكيميائي (12، 14، 32) وفي تنشيط استقلاب النبات العائل وتحفيزه على النمو والمقاومة (27) إضافة إلى التطفل المباشر (14). ويعدّ تطفل فطور الترايكوديرما على الأجسام الحجرية الخاصة بالفطور الممرضة المنقولة بالتربة عاملاً مهماً في نجاح مكافحة الحيوية (4، 10). يهدف هذا البحث إلى تقويم فاعلية عزلات متعددة من أنواع فطور الترايكوديرما تجاه بعض الفطور

تعدّ المنتجات الزراعية الخالية من السموم حاجة ملحة يتطلبها الإنسان والحيوان في تغذيته اليومية، بعد الاستخدام الواسع للمبيدات الكيميائية في مكافحة الآفات الزراعية (21)، والنسبة المنخفضة التي ما زالت تحتلها المبيدات الحيوية في سوق المبيدات الزراعية (أقل من 1%) (13). ولم يكن الاهتمام في مجال مكافحة الحيوية لأمراض النبات ولبد المرحلة الحالية، فقد سجل استعمال فطور الترايكوديرما (*Trichoderma* spp.) ضد الأمراض الفطرية تقدماً ملموساً في السنوات الأخيرة، كونه يعتمد على كفاءة استخدام المصادر الطبيعية المتنافسة، بتفعيل نشاط الكائنات الحية الدقيقة المفيدة ضد الكائنات الحية الضارة في حيز المجموع الجذري، وفي التربة (17، 25). وأحدث استخدام تلك الفطور في كثير من الأحيان انخفاضاً معنوياً في شدة إصابة النباتات بأمراض سقوط البادرات وأعقان الجذور المتسببة عن بعض الفطور المنقولة بالتربة (15، 22)، مثل *Rhizoctonia solani* Kühn (1، 2، 3)، *Fusarium* spp. (9، 35)، *Sclerotium cepivorum* Berk. (7، 33)، *Verticillium dahliae* Kleb. (5)، *Rosellinia necatrix* Berlese. (1، 31)، فتكون فاعلية المبيدات التقليدية غير مضمونة ومكلفة وضارة بالبيئة، بينما تكون مكافحة الحيوية غالباً ناجحة من الناحية التطبيقية لارتفاع كفاءتها وانخفاض تكاليفها وعدم تلويثها للبيئة (6، 13). ويعدّ الفطر *Trichoderma koningii* Oudem. أكثر فاعلية في مكافحة الفطور الممرضة، مثل *Cladosporium herbarum*، *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler.

المرمضة المنقولة بالتربة، ضمن الظروف المختبرية، وباستعمال مستنبت بطاطا/بطاطس دكستروز أجار (PDA).

الفطرين *T. koningii* و *G. virens* في المعهد الدولي للفطور (International Mycological Institute) في بريطانيا، بينما شخص الفطر *T. hamatum* محلياً، اعتماداً على المراجع المتحصلة للبحث (26، 28) (جدول 1).

## مواد البحث وطرائقه

تم اختبار الكفاءة التنافسية لثمانى عزلات محلية من فطور الترايكوديرما، تنتمي إلى ثلاثة أنواع (*T. koningii*، *T. hamatum* و *G. virens*) " الفطر الأخير تقدمه الدكتور بسام بياعة، إيكاردا، حلب - سورية"، تجاه سبعة فطور ممرضة منقولة بالتربة، ضمن الظروف المختبرية، باستخدام المستنبت الغذائي بطاطا دكستروز أجار، والتحصين عند درجة حرارة 23+2 س. وتم تشخيص عزلات

تم تعريف الفطور الممرضة في اختبارات سابقة بعد عزلها من الأجزاء المصابة، ودراسة تعضيّاتها على المستنبت الغذائي بطاطا دكستروز أجار وعلى الوسط الحي أحياناً، كذلك درست قدراتها الإمرضية في ظروف العدوى الاصطناعية اعتماداً على المراجع العلمية المتحصلة للبحث (16، 26) (جدول 2).

جدول 1. عزلات أنواع فطور الترايكوديرما المختبرية ومصادرهما.

Table 1. Isolates of *Trichoderma* species used and their origins.

المنطقة Location	موضع العزل Source	أنواع فطور الترايكوديرما <i>Trichoderma</i> species	رقم العزلة Isolate No.
غوة دمشق Damascus Gouta	سطوح جذور نباتات بندورة/طماطم Surfaces of tomato roots	<i>T. koningii</i> Oudem	1
بيت جن - دمشق Damascus-Bit Jin	سطوح جذور أشجار مشمش Surfaces of apricot tree roots	<i>T. koningii</i> Oudem	2
جنديرس - حلب Aleppo-Jindares	سطوح جذور أشجار زيتون Surfaces of olive tree roots	<i>T. hamatum</i> (Bonord) Bainier	3
غوة دمشق Damascus Gouta	التربة Soil	<i>T. koningii</i> Oudem	4
سرغايا - دمشق Sarghaia- Damascus	سطوح جذور أشجار تفاح Surfaces of apple tree roots	<i>T. koningii</i> Oudem	5
درعا Daraa	سطوح جذور أشجار زيتون Surfaces of olive tree roots	<i>T. hamatum</i> (Bonord) Bainier	6
غوة دمشق Damascus Gouta	سطوح جذور وبصيلات ثوم Surfaces of garlic roots & bulbs	<i>T. koningii</i> Oudem	7
حلب - إيكاردا Aleppo-ICARDA	سطوح جذور العدس Surfaces of lentil roots	<i>Gliocladium virens</i> Miller, Giddens, Foster & Arx (Syn. <i>T. virens</i> )	8

جدول 2. الفطور الممرضة ومصادرهما.

Table 2. Pathogenic fungi and their origins.

المنطقة Location	موضع العزل Source	أنواع الفطور الممرضة Pathogenic fungi species
ريف دمشق Damascus region	سوق نباتات بندورة/طماطم ذابلة Stems of wilting tomato plants	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> (Sacc.) Snyder et Hansen
ريف دمشق Damascus region	سوق نباتات قرنفل ذابلة Stems of wilting carnation plants	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>dianthii</i> (Prill. Et Delacr.) Snyder et Hansen
ريف دمشق Damascus region	الأجسام الحجرية على بصيالات ثوم مصابة Sclerotia on infected garlic bulbs	<i>Sclerotium cepivorum</i> Berk.
ريف دمشق Damascus region	سوق غراس مشمش ذابلة Stems of wilting apricot grafted nurslings	<i>Verticillium dahliae</i> Kleb.
ريف دمشق Damascus region	الأجسام الحجرية على درنات بطاطا/بطاطس مصابة Sclerotia on infected potato tubers	<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.
حارم - إدلب Harim - Edlib	جذور غراس كرز متدهورة Roots of infected cherry nurslings	<i>Rosellinia necatrix</i> Berlese.
ريف دمشق Damascus region	جذور أشجار دراق متدهورة Roots of infected peach trees	<i>Cylindrocarpon</i> sp.

## النتائج والمناقشة

أشارت اختبارات النمو إلى عدم حدوث تفاعل تنافسي ما بين الفطور الممرضة من جهة، وعزلات فطور التريكوديرما التابعة للأنواع المختبرة من جهة أخرى، وذلك بعد يومين من تحضينهما معاً على المستنبت الغذائي نفسه، عند درجة حرارة  $23 \pm 2$  س، نظراً إلى انعدام التماس ما بين مستعمراتهما في معظم الحالات. وبدأت العلاقة التنافسية تتضح في اليوم الرابع من التحضين، في حالة الفطور الممرضة السريعة النمو على المستنبت الغذائي، مثل *R. solani* و *S. cepivorum*، ومع اتساع أقطار مستعمرات عزلات فطور التريكوديرما لتغطي الطبق بكامله (90 مم). وغدت هذه العلاقة أكثر وضوحاً في قراءات اليوم السابع من التحضين، وبخاصة تجاه الفطور الممرضة البطيئة النمو، مثل *V. dahliae* و *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

تشير دراسة العلاقة التنافسية للنمو ما بين عزلات فطور التريكوديرما والفطر الممرض *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* على المستنبت الغذائي، بعد سبعة أيام من التحضين، إلى الفاعلية العالية التي تتسم بها هذه العزلات في منع نمو الفطر الممرض، وتراوح كفاءتها ما بين 68.9 و 83.3%. وكانت العزلة رقم 8 (*G. virens*) من أكثرها فاعلية، فبلغت كفاءتها المعنوية 83.3%. وتلتها في الكفاءة، العزلة رقم 1 العائدة للفطر *T. koningii* (79.9%)، كما تساوت كفاءة العزلتين رقم 2 و 5 من الفطر نفسه. واحتلت العزلة رقم 3 للفطر *T. hamatum* المرتبة الأخيرة. بينما بلغ متوسط قطر مستعمرة الفطر الممرض على المستنبت الغذائي في معاملة الشاهد خلال المدة نفسها 29.9 مم، ومتوسط أقطار مستعمرات فطور المكافحة الحيوية: *T. koningii*، *T. hamatum* و *G. virens* في معاملات الشاهد، بعد أربعة أيام من التحضين، 88.6، 80.0 و 69.9 مم، على التوالي، و 90 مم بعد سبعة أيام من التحضين (جدول 3). واستطاع الفطر *G. virens* (العزلة رقم 8) أن ينمو على خزعة لقاح الفطر الممرض في المستنبت الغذائي بعد سبعة أيام من التحضين، وتبوغ عليها. بينما أحدثت عزلات الفطر *T. koningii* هالة عريضة، صفراء بنية اللون، أحاطت بمستعمرات الفطر الممرض، التي توقف نموها في المستنبت الغذائي، ثم نمت وتبوغت عليها فطور التريكوديرما بصورة كلية، وبخاصة العزلة رقم 2.

كانت كفاءة عزلات فطور التريكوديرما تجاه نمو الفطر *F. oxysporum* f. sp. *dianthii* المسبب لذبول نباتات القرنفل أقل فاعلية. وتراوح كفاءتها في منع نمو الفطر الممرض بعد سبعة أيام من التحضين ما بين 19.8 و 52.7%. وكانت العزلة رقم 6 للفطر *T. hamatum* والعزلة رقم 2 للفطر *T. koningii* من أكثرها فاعلية، فبلغت كفاءتها 52.7 و 51.2%، على التوالي. وتلتها في الأهمية العزلة رقم 3 للفطر *T. hamatum* (50.5%)، واحتلت العزلة رقم 1 من الفطر *T. koningii* المرتبة الأخيرة. بينما بلغ متوسط قطر

زرعت خزعتان متساويتا القطر (0.5 سم) من النمو الخيطي الحديث لكل من عزلة فطر المكافحة الحيوية (بعمر 4 أيام) والفطر الممرض (بعمر يتراوح من 4 إلى 12 يوماً حسب نوع الفطر الممرض) على المستنبت الغذائي بطاطا دكستروز أجار. وكانت المسافة ما بينهما 3 سم على الخط المنصف لكل طبق بتري (90 مم)، وعلى بعد 2.5 سم من حافته. استخدم تصميم القطاعات الكاملة العشوائية لتحليل نتائج التجارب الخاصة باختبار فاعلية العزلات الثماني لفطور التريكوديرما تجاه كل فطر ممرض على حدة، وتجاه الفطور الممرضة عموماً. وبلغ عدد المكررات 6 أطباق لكل تفاعل ما بين الفطر الممرض وعزلة فطر المكافحة الحيوية، وكلاً على حدة. وبلغ عدد المعاملات في كل تجربة 17، بما فيها معاملة الشاهد الخاصة بالفطر الممرض وثمانية معاملات شواهد خاصة بعزلات أنواع فطور التريكوديرما المختبرة. وبلغ مجموع التجارب 7. وسجلت خلال التجارب القراءات والملاحظات الآتية:

1. متوسط قطر مستعمرة الفطر الممرض وفطر المكافحة الحيوية كلاً على حدة، على امتداد الخط المنصف في المستنبت الغذائي لطبق بتري في بيئة التفاعل، وفي معاملات الشاهد، وذلك بعد 2، 4، 7 و 9 أيام من بداية التحضين. ثم حسب كفاءة عزلات فطور التريكوديرما في تثبيط نمو الفطور الممرضة على مستنبت بطاطا دكستروز أجار بحسب المعادلة الآتية (11):

$$\% \text{كفاءة المنع (معامل التثبيط)} = 100 \times \frac{2r - r_1}{r_1}$$

حيث:

$r_1$  = متوسط نصف قطر مستعمرة الفطر الممرض في معاملة الشاهد (عوضاً عن متوسط نصف القطر الأكبر لمستعمرة الفطر الممرض في بيئة التفاعل الذي تعتمده معادلة Fokkema لعام 1976 (11)، والذي يتأثر بها نمو الفطر الممرض " طول المستعمرة وعرضها " بمنتجات استقلاب فطر المكافحة الحيوية ومقدرته التنافسية على النمو في المستنبت الغذائي وقدرته على التطفل).

$r_2$  = متوسط نصف القطر الأصغر لمستعمرة الفطر الممرض في بيئة التفاعل بوجود فطر المكافحة الحيوية، وللمدة نفسها.

2. مقدرة فطر المكافحة الحيوية على التطفل على مستعمرة الفطر الممرض عن طريق ملاحظة نموه على غزل الفطر الممرض مجهرياً وتبوغه عليه وفي الأجسام الحجرية إن وجدت. نفذت التجارب في مختبر أمراض النبات بمديرية البحوث العلمية الزراعية في دوما - دمشق (سورية) خلال الفترة من 1994 وحتى منتصف عام 1997.

مستعمرة الفطر الممرض، ومتوسط أقطار مستعمرات عزلات فطور التريكوثيرما في معاملات الشاهد للمدة نفسها 47.1 و 90 مم، على التوالي. كما تشكلت هالة صفراء - فاتحة اللون، أحاطت بمستعمرات الفطر الممرض في مواقع تماسها مع فطور التريكوثيرما (جدول 3).  
أبدت عزلات متعددة من فطور التريكوثيرما كفاءة عالية في منع نمو الغزل الفطري للممرض *R. solani* المسبب لمرض القشرة السوداء على البطاطا. وتراوحت كفاءتها بعد سبعة أيام من التحضين ما بين 48.9 و 94.4%. وكان من أكثرها فاعلية العزلة رقم 5 للفطر *T. koningii* (94.4%) التي تفوقت معنوياً على العزلات الأخرى، وسيطر غزلها الفطري على المستنبت الغذائي في مساحة الطبق بكامله، رافقه تبوغ غزير، وبخاصة على خزعة لقاح الفطر الممرض، الذي فقد قدرته على النمو والاستمرار في البقاء. وتلتها في الأهمية العزلتان رقم 1 و 7 التابعتين للفطر نفسه، وبلغت كفاءتهما في منع نمو الغزل الفطري للممرض على المستنبت الغذائي 81.9%. وسجلت العزلة رقم 8 العائدة للفطر *G. virens* كفاءةً متوسطةً (67.0%)، بينما احتلت العزلتان رقم 3 و 6 للفطر *T. hamatum* المرتبة الأخيرة، مشكلةً حدوداً واضحة المعالم في مناطق تماسها مع مستعمرات الفطر الممرض على المستنبت الغذائي. وبلغ متوسط قطر مستعمرات الفطر الممرض، ومتوسط أقطار مستعمرات عزلات فطور التريكوثيرما في معاملات الشاهد، للمدة نفسها 90 مم (جدول 3).

تراوحت كفاءة عزلات فطور التريكوثيرما في منعها لنمو الفطر الممرض *Rosellinia necatrix* المسبب لمرض العفن الأبيض على جذور التفاح بعد سبعة أيام من التحضين ما بين 60.7 و 83.9%. وكانت العزلة رقم 5 للفطر *T. koningii* من أكثرها فاعلية (83.9%)، فتمى غزل الفطر المذكور على خزعة لقاح الفطر الممرض، وتبوغ عليها، ولم تتكون هالة تفصل ما بين نمو هذين الفطرين. واحتلت العزلتان رقم 3 للفطر *T. hamatum* ورقم 8 للفطر *G. virens* المرتبة الثانية في الكفاءة التي بلغت 81.8 و 81.3%، على التوالي. وتشكلت هالة صفراء تفصل ما بين مستعمرات الفطر الممرض ومستعمرات العزلة رقم 8 للفطر *G. virens*، ثم نمت غزل فطر المكافحة الحيوية على خزعة لقاح الفطر الممرض وتبوغ عليها. وبلغ متوسط قطر مستعمرة الفطر الممرض، ومتوسط أقطار مستعمرات فطور التريكوثيرما في معاملات الشاهد للمدة نفسها 60.3 و 90 مم، على التوالي (جدول 3).

اختلفت عزلات فطور التريكوثيرما في كفاءتها في منع نمو غزل الفطر *S. cepivorum* المسبب لمرض العفن الأبيض على الثوم، وتراوحت فاعليتها بعد سبعة أيام من التحضين ما بين 48.9 و 81.1%. وكانت العزلة رقم 7 للفطر *T. koningii* من أكثرها كفاءة معنوية (81.1%)، فأحاط غزلها الفطري بمستعمرات الفطر الممرض على المستنبت الغذائي، وتبوغت بغزارة في مناطق تماسها.

**جدول 3.** كفاءة عزلات مختلفة من أنواع فطور التريكوثيرما في منع نمو الفطور الممرضة المنقولة بالتربة (%)، بعد 7 أيام من التحضين على المستنبت الغذائي بطاطا دكستروز أجار في درجة حرارة 23±2 س.

**Table 3.** Efficacy (%) of *Trichoderma* spp. isolates for inhibiting the growth of soil-borne pathogenic fungi by using PDA at 23±2 C, 7 days after incubation.

كفاءة عزلات أنواع فطور التريكوثيرما في منع نمو الفطور الممرضة (%)**							رقم عزلات وأنواع فطور التريكوثيرما *
Efficacy (%) of <i>Trichoderma</i> spp. isolates for inhibiting the growth of pathogenic fungi **							Isolates numbers of <i>Trichoderma</i> spp. *
<i>Verticillium dahliae</i>	<i>Cylindrocarpon</i> sp.	<i>Sclerotium cepivorum</i>	<i>Rosellinia necatrix</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>dianthii</i>	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	
78.8 fgh	61.8 rs	61.9 rs	75.1 jk	81.9 bcd	19.8 /	79.9 def	<i>T. koningii</i> 1
81.1 cde	59.2 tu	48.9 xy	60.7 st	72.6 lm	51.2 w	77.6 ghi	<i>T. koningii</i> 2
81.1 cde	71.4 mn	63.8 r	81.8 bcd	53.7 v	50.5 wx	68.9 op	<i>T. hamatum</i> 3
81.1 cde	61.0 st	61.1 st	69.7 no	60.8 st	41.6 z	76.6 hij	<i>T. koningii</i> 4
77.3 ghij	52.5 vw	66.7 q	83.9 b	94.4 a	48.4 xy	77.6 ghi	<i>T. koningii</i> 5
81.1 cde	67.0 pq	57.4 u	78.9 efg	48.9 xy	52.7 vw	76.6 hij	<i>T. hamatum</i> 6
76.1 ijk	61.8 rs	81.1 cde	77.3 ghij	81.9 bcd	48.4 xy	74.3 kl	<i>T. koningii</i> 7
81.1 cde	48.1 y	63.7 r	81.3 cd	67.0 pq	36.9 [	83.3 bc	<i>G. virens</i> 8
79.7	60.4	63.1	76.1	70.2	43.7	76.9	متوسط المجموع Mean total

L S D value = 2.22, at 0.05

أقل فرق معنوي موثوق على مستوى 5% = 2.22

C. V = 2.91%

معامل التشتت = 2.91%

\* كانت متوسطات أقطار مستعمرات عزلات فطور *T. koningii*، *T. hamatum* و *G. virens* في معاملات الشواهد بعد 4 و 7 أيام من التحضين على المستنبت الغذائي بطاطا دكستروز أجار 88.6 و 90.0، 80.0 و 90.0، 69.9 و 90.0 مم، على التوالي.

\*\* كانت متوسطات أقطار مستعمرات الفطور الممرضة *F. o. f. sp. dianthii*، *F. o. f. sp. lycopersici*، *R. solani*، *R. necatrix*، *S. cepivorum*، *Cylindrocarpon* sp. و *V. dahliae* في معاملات الشواهد بعد 7 أيام من التحضين على المستنبت الغذائي بطاطا دكستروز أجار 29.9، 47.1، 90.0، 60.3، 90.0، 38.5 و 26.4 مم، على التوالي.

\* Mean diameters of colonies of *T. koningii*, *T. hamatum* and *G. virens* isolates in control treatments were 88.6 and 90, 80.0 and 90.0, 69.9 and 90.0 mm, 4 and 7 days after incubation on PDA, successively.

\*\* Mean diameters of pathogenic fungi colonies of *F. o. f. sp. lycopersici*, *F. o. f. sp. dianthii*, *R. solani*, *R. necatrix*, *S. cepivorum*, *Cylindrocarpon* sp. and *V. dahliae* in control treatments were 29.9, 47.1, 90.0, 60.3, 90.0, 38.5 and 26.4 mm, 7 days after incubation on PDA, successively.

76.1 واحتلت العزلة رقم 5 من الفطر نفسه المرتبة الثانية (66.7%)، وتبوت العزلة رقم 3 للفطر *T. hamatum*، والعزلة رقم 8 للفطر *G. virens* المرتبة الثالثة (63.8 و 63.7%)، على التوالي). وكانت العزلة رقم 2 للفطر *T. koningii* أقلها كفاءة. وبلغ متوسط قطر مستعمرة الفطر الممرض، ومتوسط أقطار مستعمرات فطور التريكوثيرما في معاملات الشاهد للمدة نفسها 90 مم (جدول 3).

تفاوتت فاعلية عزلات فطور التريكوثيرما من الأنواع المختبرة في مقدرتها على منع نمو الفطر *Cylindrocarpon* sp. الذي عزل من جذور أشجار دراق تبدي أعراض التدهور واليباس، وتراوحت كفاءتها بعد سبعة أيام من التحضين ما بين 48.1 و 71.4%. وكان من أكثرها كفاءة معنوية العزلة رقم 3 للفطر *T. hamatum*، والتي بلغت 71.4%، وتلتها في الأهمية العزلة رقم 6 من الفطر نفسه (67.0%). كما تكونت هالة صفراء - بنية اللون تفصل مستعمرات كلتا العزلتين المذكورتين عن مستعمرات الفطر الممرض، ومن ثم نمت العزلة الفطرية لكلتا العزلتين على خزعة الفطر الممرض، وتبوغت بغزارة عليه. واحتلت عزلات الفطر *T. koningii* رقم 1 و 2 و 4 و 5 و 7 موقعاً متوسطاً، وتراوحت كفاءتها ما بين 52.5 و 61.8%. وتبوت العزلة رقم 8 للفطر *G. virens* المرتبة الأخيرة (48.1%). بينما بلغ متوسط قطر مستعمرة الفطر الممرض، ومتوسط أقطار مستعمرات فطور التريكوثيرما في معاملات الشاهد، بعد سبعة أيام من التحضين على المستنبت الغذائي 38.5 و 90 مم، على التوالي (جدول 3).

أبدت عزلات فطور التريكوثيرما من الأنواع المختبرة فاعلية عالية ومقاربة تجاه نمو الفطر *V. dahliae* المسبب لمرض ذبول المشمش، وتراوحت كفاءتها ما بين 76.1 و 81.1%. واحتلت العزلتان رقم 2 و 4 للفطر *T. koningii*، والعزلتان رقم 3 و 6 للفطر *T. hamatum* والعزلة رقم 8 للفطر *G. virens* المرتبة الأولى، وبلغت كفاءتها 81.1%. وكان تطفل تلك العزلات وتبوغها كاملاً على خزعات الفطر الممرض، بعد تسعة أيام من التحضين على المستنبت الغذائي. وشغلت العزلتان رقم 1 و 5 للفطر *T. koningii* مرتبةً متوسطةً، وكان تبوغها ضعيفاً على خزعة الفطر الممرض. وتبوت العزلة رقم 7 للفطر نفسه المرتبة الأخيرة، وأحاطت بمستعمرة الفطر الممرض بهالة صفراء اللون. وبلغ متوسط قطر مستعمرة الفطر الممرض، ومتوسط أقطار مستعمرات فطور التريكوثيرما في معاملات الشاهد للمدة نفسها 26.4 و 90 مم، على التوالي (جدول 3).

كانت كفاءة عزلات فطور التريكوثيرما المختبرة متباينة تجاه مسببات الممرضة. ووصلت إلى ذروتها تجاه الفطر *V. dahliae*، التي بلغ متوسط كفاءتها بعد سبعة أيام من التحضين على المستنبت الغذائي 79.7%. وتبوت عزلات فطور التريكوثيرما المختبرة المرتبة الثانية تجاه الفطر الممرض *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*، وبلغ متوسط كفاءتها خلال المدة نفسها 76.9%. واحتلت تلك العزلات المرتبة الثالثة والرابعة في تأثيرها في منع نمو الفطرين الممرضين

*R. solani* و *R. necatrix*، كلاً على حدة، وبلغ متوسط كفاءتها 76.1 و 70.2%، على التوالي. وأبدت فطور التريكوثيرما المختبرة كفاءةً متوسطةً تجاه الفطرين الممرضين *S. cepivorum* و *Cylindrocarpon* sp.، وبلغ متوسطهما 63.1 و 60.4%، على التوالي. وكانت فطور التريكوثيرما أقل كفاءة تجاه الفطر *F. oxysporum* f. sp. *dianthii*. المسبب لمرض ذبول القرنفل، وبلغ متوسط كفاءتها 43.7%. وأظهرت فطور *T. koningii* و *Gliocladium* spp. كفاءةً عاليةً في مكافحة الفطور الممرضة المنقولة بالتربة، وفقاً للدراسات المرجعية (18). كما استطاعت فطور التريكوثيرما أن تخفض نمو الفطر *V. dahliae* بنسبة تتراوح من 65 إلى 76%، وتستعمر غزله الفطري بنسبة 100% (5)، وهذا يتوافق مع نتائج هذا البحث تجاه الفطر نفسه. وأظهرت الدراسات السابقة الكفاءة الفضلى التي يتمتع بها الفطر *T. koningii* في الحد من نمو الفطور الممرضة لنباتات البطاطا تحت الظروف المختبرية، بالمقارنة مع الفطور الأخرى، مثل *T. viride* و *T. harzianum* و *T. album* (29). كما أظهر *T. koningii* فاعليةً وقائيةً عاليةً ضد الفطر *Pythium splendens* Braun. المسبب لمرض سقوط بادرات الفول، بالمقارنة مع الفطر *T. longibrachiatum* (8)، كما ثبت نمو الفطر *Armillaria* sp. في ظروف المختبر (24). وهذا يؤكد الكفاءة الممتازة التي أظهرتها بعض عزلات الفطر *T. koningii* في تجارب هذا البحث تجاه معظم الفطور الممرضة المختبرة، وبخاصة تجاه فطور *V. dahliae* و *R. necatrix* و *R. solani* و *S. cepivorum*، فكان ترتيبها الأول. ولم يكن *T. koningii* فعالاً في مكافحة الفطر الممرض *R. solani* في الظروف الحقلية وفقاً لبعض الدراسات المرجعية (36)، وتراوحت كفاءة عزلاته من 50.0 إلى 74.0% في دراسة أخرى (2). بينما كانت عزلات الفطر *G. virens* أكثر كفاءةً من الفطر *T. hamatum* في خفضها لأعداد الفطر الممرض *R. solani* المسبب لمرض سقوط البادرات في التربة، وذلك بحسب بعض النتائج المرجعية (19)، ولم تتفوق عزلات كلا الفطرين في تجارب هذا البحث على عزلات الفطر *T. koningii* في مناهضتها لنمو الفطر الممرض نفسه. ولم يكن *T. harzianum* فعالاً في مكافحة الفطر الممرض *Rosellinia necatrix* (31). واحتلت *G. virens* المرتبة الأولى في مناهضته لنمو الفطر الممرض *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*، وتساوت كفاءته الممتازة مع *T. koningii* في منع نمو الفطر *V. dahliae* على المستنبت الغذائي. وهذا ما أيدته نتائج بعض البحوث، فاستطاع الفطر *G. virens* أن يستوطن جذور نباتات البندورة والكرفس والحمضيات بنسبة تتراوح من 76 إلى 100% بالمشاركة مع فطور أخرى استخدمت في مكافحة الحويبة، وأن تخفض من إصابة نباتات البندورة بمرض عفن التاج *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* والأعفان الأخرى لجذور نباتات الكرفس والحمضيات المنسببة عن مجموعة من فطور التربة (23). واحتلت العزلتان رقم 6 و 3 للفطر *T. hamatum* المرتبة الأولى في تأثيرها المناهض لنمو

حسب كفاءاتها في مناهضة نمو المسببات المرضية، كل على حدة، تحت الظروف المخبرية، ليتم اختبار أفضلها أداءً في تجارب موسعة، لتأكيد كفاءاتها تحت الظروف الحقلية، واعتمادها مستقبلاً في المكافحات الحيوية بديلاً عن المبيدات الكيميائية.

الفطرين *F. oxysporum* f. sp. *dianthii* و *Cylindrocarpon* sp. وأكدت نتائج الدراسات المرجعية الفاعلية الكبيرة التي يمتلكها الفطر *T. hamatum* في مكافحة مسبب ذبول الباذنجان (*Fusarium solani*) (30).

تمكن هذا البحث، بناء على ما تقدم، من تأكيد فاعلية بعض عزلات أنواع محددة من فطور الترايكوديرما المعزولة محلياً، وترتيبها

## Abstract

**Al-Chaab, S. and L. Matrod. 2002. Laboratory Study to Evaluate Efficacy of Different *Trichoderma* spp. Isolates on Some Soil-borne Pathogenic Fungi . Arab J. Pl. Prot. 20: 77-83.**

*Trichoderma* isolates were assessed for their ability to inhibit soil-borne pathogenic fungi *in vitro* on PDA medium at  $23 \pm 2$  C during the period from 1994 to 1997. The averages of inhibitory coefficients (i. c.) of *Trichoderma* isolates against *Verticillium dahliae* Kleb., *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder et Hansen., *Rosellinia necatrix* Berlese. and *Rhizoctonia solani* Kühn. were 79.7, 76.9, 76.1 and 70.2%, respectively. *Trichoderma* isolates efficacies were moderate against *Sclerotium cepivorum* Berk. and *Cylindrocarpon* sp., their i. c. were 63.1 and 60.4%, respectively. *Trichoderma* isolates against *F. oxysporum* f. sp. *dianthii* (Prill. Et Delacr.) Snyder et Hansen. had the lowest efficacy (43.7%). The highest inhibition on radial colony growth (r. c. g.) of *R. solani*, *R. necatrix*, *V. dahliae* and *S. cepivorum* was noted with application of some isolates of *Trichoderma koningii* Oudem., their i. c. against *V. dahliae* was similar to that of *Gliocladium virens* Miller, Giddens, Foster & Arx. isolate. The *G. virens* isolate gave most inhibitory effect on r. c. g. of *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *T. hamatum* (Bonord) Bainier. isolates were most efficient in suppressing the r. c. g. of *Cylindrocarpon* sp. and *F. oxysporum* f. sp. *dianthii*. Many *Trichoderma* isolates completely colonized the mycelium of some pathogenic fungi.

**Key words:** Biological control, fungal diseases, soil-borne pathogenic fungi, *Trichoderma*.

**Corresponding Authors:** S. Al-Chaab, Directorate of Agriculture Science Research, Douma, P. O. Box 113, Damascus, Syria.

## References

## المراجع

1. Al-Chaab, S. and L. Matrod. 1994. Evaluation of biocontrol efficacy on pathogenic soil-borne fungi. Arab Journal of Plant Protection, 12(1): 49.
2. Al-Chaab, S. and L. Matrod. 2002. Control of potato black scurf disease (*Rhizoctonia solani* Kuhn) using some isolates of *Trichoderma koningii* Oudem. or tolclafos methyl. Arab Journal of Plant Protection, 20(1): 6-13.
3. Bailey, D.J. and C.A. Gilligan. 1997. Biological control of pathogen behavior and disease dynamics of *Rhizoctonia solani* by *Trichoderma viride*. New Phytologist, 136(2): 359-367.
4. Cassiolato, A.M.R., R. Baker and I.S. DE. Melo. 1996. Parasitism of *Sclerotinia sclerotiorum* and *S. minor* by *Trichoderma harzianum* mutants in segments of celery. Fitopatologia Brasileira, 21(1): 120-122.
5. Castrejon Sanguino, A. 1994. *In vitro* detection of fungi antagonistic to *Verticillium dahliae* Kleb. Race T-9. ITEA Producción Vegetal, 90(2): 129-131.
6. Cook, R.J. 1993. Making greater use of introduced microorganism for biological control of plant pathogens. Annual Review of Phytopathology, 31: 53-80.
7. Correa, A., M.F. Roquebert and L. Bettucci. 1996. Trichorizianins activity on mycelial growth of *Sclerotium cepivorum* under laboratory conditions *in vitro*. Cryptogamie, Mycologie, 17(2): 123-128.
8. Cotes, A.M., P. Lepoivre and J. Semal. 1996. Correlation between hydrolytic enzyme activities measured in bean seedlings after *Trichoderma koningii* treatment combined with pregermination and the protective effect against *Pythium splendens*. European Journal of Plant Pathology, 102(5): 497-506.
9. Datnoff, L.E., S. Nemecek and K. Pernezny. 1995. Biological control of *Fusarium* crown and root rot of tomato in Florida using *Trichoderma harzianum* and *Glomus intraradices*. Biological Control, 5(3): 427-431.
10. Davet, P. 1979. Antagonistic activity and sensitivity to fungicides of some fungi associated with sclerotia of *Sclerotinia minor* Jagger. Annales de Phytopathologie, 11(1): 53-60.
11. Fokkema, N.J. 1976. Antagonism between fungal saprophytes and pathogens on aerial plant surfaces. Pages 487-506. In: Microbiology of aerial plant surfaces. C.H. Dickinson and T.F. Preece (Editors). Academic Press, London.
12. Haran, S., H. Schickler, A. Oppenheim and I. Chet. 1996. Differential expression of *Trichoderma harzianum* chitinases during mycoparasitism. Phytopathology, 86(9): 980-985.
13. Hewitt, H.G. 1998. Natural products and the biological control of crop disease. Fungicides in crop protection. CAB International, Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK. 183-196.
14. Inbar, J., A. Menendez and I. Chet. 1996. Hyphal interaction between *Trichoderma harzianum* and *Sclerotinia sclerotiorum* and its role in biological control. Soil Biology and Biochemistry, 28(6): 757-763.
15. Johnson, L.F., E.C. Bernard and P. Qian. 1987. Isolation of *Trichoderma* spp. at low temperatures from Tennessee and Alaska soils. Plant Disease, 71(2): 137-140.
16. Kiraly, Z., Z. Klement, F. Solymosy and J. Voros. 1970. Methods in plant pathology. Academiai Kiado, Budapest. Russian izdanee was done by Vasileeva, S. V., U. T. Diakov, S. N. Lekomtseva and M. V. Gorlenko. 1974. Moscow, Kolos: 288-298.
17. Kowalik, M. 1996. *Trichoderma* spp. and *Gliocladium* spp. as factors controlling the occurrence of pathogenic fungi in stands of a mixture of alfalfa and grasses. Phytopathologia Polonica, 11: 59-66.
18. Lacicowa, B. and D. Pieta. 1994. Protective effect of microbiological dressing of Pea seeds (*Pisum sativum* L.) against pathogenic fungi living in soil. Annales

Universitatis Mariae Curie-Sklodowska, Sectio EEE, Horticultura, 2: 165-171.

19. **Lewis, J.A., D.R. Frauel, R.D. Lumsden and B.C. Shasha.** 1995. Application of biocontrol fungi in granular formulations of pregelatinized starch-flour to control damping-off diseases caused by *Rhizoctonia solani*. *Biological Control*, 5(3): 397-404.
20. **Lewis, J.A. and G.C. Papavizas.** 1985. Characteristics of alginate pellets formulated with *Trichoderma* and *Gliocladium* and their effect on the proliferation of the fungi in soil. *Plant Pathology*, 34: 571-577.
21. **Lisansky, S.G. and J. Coombs.** 1994. Developments in the market for biopesticides. *Proceedings of the British Crop Protection Conference – Pests and Diseases*, 3: 1049-1054.
22. **Lo, C.T., E.B. Nelson and G.E. Harman.** 1996. Biological control of turfgrass diseases with a rhizosphere competent strain of *Trichoderma harzianum*. *Plant Disease*, 80(7): 736-741.
23. **Nemec, S., L.E. Datnoff and J. Strandberg.** 1996. Efficacy of biocontrol agents in planting mixes to colonize plant roots and control root diseases of vegetables and citrus. *Crop Protection*, 15(8): 735-742.
24. **Onsando, J.M. and S.W. Waudu.** 1994. Interaction between *Trichoderma* species and *Armillaria* root rot fungus of tea in Kenya. *International Journal of Pest Management*, 40(1): 69-74.
25. **Papavizas, G.C.** 1985. *Trichoderma* and *Gliocladium*: biology, ecology and the potential for biocontrol. *Annual Review of Phytopathology*, 23: 23-54.
26. **Pidoplitchko, H.M.** 1977. Gribe – parazite kyltyrnek Rastenii, *Opredelitel*, Izd.–vo “Naykova Dymka“, Kiev, Tom 2: 8–274.
27. **Pietro, A.DI.** 1997. Fungal antibiosis in biocontrol of plant disease. *Review of Plant Pathology*, 76(7): 694.
28. **Samuels, G.J.** 1996. *Trichoderma*: a review of biology and systematic of the genus. *Mycological Research*, 100(8): 923-935.
29. **Sas-Piotrowska, B. and J. Dorszewski.** 1996. Relationship between potato pathogens and *Trichoderma* spp. and *Gliocladium roseum* (Link) Thom. *Phytopathologia Polonica*, 11: 97-101.
30. **Sheela, J., K. Sivaprakasam and K. Seetharaman.** 1995. Biological control of *Fusarium* wilt of eggplant. *Madras Agricultural Journal*, 82(3): 199-201.
31. **Sztejnberg, A., S. Freeman, I. Chet and J. Katan.** 1987. Control of *Rosellinia necatrix* in soil and in Apple orchard by solarization and *Trichoderma harzianum*. *Plant Disease*, 71(4): 365-369.
32. **Thrane, C., A. Tronsmo and D.F. Jensen.** 1997. Endo-1,3-β- glucanase and cellulase from *Trichoderma harzianum*: purification and partial characterization, induction of and biological activity against plant pathogenic *Pythium* spp. *European Journal of Plant Pathology*, 103(4): 331-344.
33. **Tohamy, M.R.A., D.A.A. El-kader, M.I. Abou-Zaid and A.I. Hanna.** 1993. Effect of *Trichoderma* spp. and filtrates on some chemical components of onion plants infected with *Sclerotium cepivorum* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 71(2): 389-400.
34. **Tronsmo, A. and C. Dennis.** 1978. Effect of temperature on antagonistic properties of *Trichoderma* spp. *Transactions British Mycological Society*, 71: 469-474.
35. **Wang Wei, Zhao Qian and Yang Wei.** 1997. Antagonism of *Trichoderma viride* T<sub>2</sub> against soil-borne *Fusarium* pathogens. (*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* and *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*). *Chinese Journal of Biological Control*, 13(1): 46-47.
36. **Wicks, T.J., B. Morgan and B. Hall.** 1996. Influence of soil fumigation and seed tuber treatment on the control of *Rhizoctonia solani* on potatoes. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 36(3): 339-34

Received: February 25, 2001; Accepted: October 3, 2001

تاريخ الاستلام: 2001/2/25؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2001/10/3