تقويم كفاءة بعض الفطور المضادة في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* على نبات البندورة/الطماطم

مريم العبد القادر وريما منصور

قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق، ص.ب. 30621، دمشق، ، سورية،

البريد الإلكتروني: mariam-abdoulkader@hotmail.com؛ remamansoure@yahoo.com

الملخص

العبد القادر، مريم وريما منصور. 2015. تقويم كفاءة بعض الفطور المضادة في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* على نبات البندورة/الطماطم. مجلة وقاية النبات العربية، 33(2): 201–207.

تم في تجربة أصص تقويم كفاءة 11 فطراً مضاداً للنيماتودا (*Arthrobotrys conoides*، *A. oligospora*، *A. superba*، *Aspergillus* sp.، *Gliocladium* sp.، *Monacrosporium eudermatum*، *Paecilomyces lilacinus*14052، *P. lilacinus* RA، *P. varioti*، *Trichoderma harzianum* و*T. viride*) والمبيد الكيميائي أوكساميل في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* على نبات البندورة/الطماطم. أضيفت الفطور المحملة على بذور الشعير المعقمة إلى التربة قبل 10 أيام من زراعة شتول البندورة وتلويثها بالنيماتودا. أخذت القراءات بعد شهرين من الزراعة. أظهرت النتائج تفاوت الفطور المختبرة في كفاءتها في تقليل عدد العقد الجذرية، أكياس البيض، عدد البيض/كيس البيض، النسبة المئوية للفقس وعدد اليرقات في التربة مقارنة مع الشاهد. كان المبيد الكيميائي والفطر *P. varioti* الأعلى كفاءة في تقليل عدد العقد الجذرية (99.9 و 64.1%، على التوالي) وفي تقليل عدد أكياس البيض (99.9 و 93.5%، على التوالي) بينما أظهر الفطر *M. eudermatum* أعلى كفاءة في تقليل عدد البيض/كيس البيض (64. 8%) أما الفطرين *Gliocladium* sp. و *T. viride* فأظهرا أعلى كفاءة في تقليل النسبة المئوية للفقس (84.7 و85.1% على التوالي)، وكان المبيد الكيميائي والفطر *A. superba* الأعلى كفاءة في تقليل عدد اليرقات في التربة (99.3 و91.3%، على التوالي). وأظهرت النتائج أيضاً أن أعلى زيادة معنوية في طول المجموع الخضري ووزنه الرطب والجاف كانت في المعاملة *M. eudermatum* (2 .172 سم و1 .86غ و .13 1غ، على التوالي). لذلك يمكن أن يوصى بدراسة كفاءة الفطور المختبرة حقلياً في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور على البندورة ونباتات أخرى في سورية.

كلمات مفتاحية: مكافحة حيوية، *Arthrobotrys*، *Monacrosporium*، *Paecilomyces*، *Trichoderma*.

المقدمة

تعتبر البندورة/الطماطم *Lycopersicum esculentum* L. (Solanaceae) من الخضار الهامة في العالم وفي القطر العربي السوري خاصة والذي يحتل المرتبة الثالثة في الوطن العربي من حيث الإنتاج (18). تصاب البندورة بالعديد من الأمراض الفطرية والفيروسية والبكتيرية بالإضافة إلى آفات أخرى منها نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. التي تعد أهم آفة نيماتودية في القطر العربي السوري وبخاصة في الدفيئات المحمية في المنطقة الساحلية حيث تتوافر لها الظروف الملائمة للتكاثر (5). وتحتل نيماتودا تعقد الجذور الجنوبية *M. incognita* المرتبة الثانية من حيث الانتشار (بنسبة 30%) في الوطن العربي مقارنة بالجاوية *M. javanica* وتسبب أضراراً جسيمة على مدى واسع من المحاصيل الزراعية المهمة كالبندورة والباذنجان والبقوليات والتبغ والشوندر السكري/البنجر وقصب السكر والبطاطا/البطاطس وبعض أشجار الفاكهة (1). تسبب الإصابة بهذه النيماتودا ظهور أورام صلبة على جذور النباتات المصابة وبخاصة الرفيعة منها فيأخذ الجذر مظهراً خشناً صولجاني الشكل وتعيق النيماتودا عمله مما يؤدي لاصفرار أوراق النبات وتقزمه ونقص الانتاج وأحياناً موت النباتات الصغيرة والحساسة (5). وتعتبر طرائق المكافحة الأكثر استخداما لهذه النيماتودا كمدخنات التربة والمبيدات الكيميائية، مكلفة وليست آمنة على البيئة وصحة الانسان لذلك كان لابد من البحث عن طرائق آمنة كالمكافحة الحيوية التي تحظى باهتمام عالمي متزايد وبخاصة في مجال استخدام الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في التربة مع النيماتودا كالفطور والبكتريا والفيروسات (7). وتعد الفطور الأكثر دراسة من بين الكائنات المضادة للنيماتودا، والأكثر أهمية في خفض كثافة النيماتودا في التربة وقد قسمت حسب طبيعة تغذيتها (16) إلى فطور مفترسة للنيماتودا باستخدام أعضاء اصطياد مختلفة مثل الهيفات اللاصقة التي يكونها الفطر *Arthrobotrys superba* أو الشبكات اللاصقة و الحلقات المنقبضة الموجودة لدى أنواع الجنس *Arthrobotrys* أو العقد أو الأفرع اللاصقة أو الحلقات غير المنقبضة، وفطور متطفلة على النيماتودا المتحركة مثل أنواع الجنس

Catenaria، وفطور متطفلة على الإناث الساكنة والبيض مثل أنواع الجنس *Paecilomyces*، وفطور تنتج مواداً سامة للنيماتودا أو لكتل البيض أو الحوصلات وقد تمنع أو تشجع هذه المواد فقس البيض مثل الفطر *P. lilacinus* و *Trichoderma virns* وأنواع معينة من الأجناس *Aspergillus* (2).

اختبرت كفاءة الفطور المضادة للنيماتودا في مكافحة النيماتودا في دراسات عديدة، حيث أظهرت التجارب المخبرية قدرة الفطر *P. lilacinus* على تقليل كثافة *M. incognita* و *M. arenaria* وليس *M. Javanica* (16)، وكانت كفاءته ممتازة في مكافحة *M. incognita* على الفاصولياء الخضراء في المملكة العربية السعودية (2) وعلى البندورة والذرة والباميا في مصر (23). وأظهرت دراسة في البيت الزجاجي في كاليفورنيا، أن للفطرين *P. lilacinus* و *Verticillium chlamydosporium* كفاءة أكبر في تقليل أعداد الطور اليرقي الثاني للنيماتودا *M. incognita* على شتول البندورة في التربة غير المعقمة بعد شهر واحد من تلويث الشتول بالنيماتودا مقارنة بشتول مماثلة في التربة المعقمة (19). وأكد خان وآخرون (24) أن استخدام رشاحة الفطور *P. lilacinus* و *T. harzianum* كل على حدة، أدت إلى انخفاض نسبة فقس بيض نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita*. وفي دراسة في العراق، أظهرت ثلاث عزلات من الفطر *T. viride* تأثيراً واضحاً في خفض كثافة ونشاط نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* sp. على البندورة بسبب افرازه لانزيم البكتينيز Pectinase (10، 11). وأظهر Sankaranarayanan وآخرون (25) في تجربة أصص قدرة الفطور *T. viride*، *T. harzianum* و *Gliocladium virens* على التخلص من نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* التي تصيب نبات عباد الشمس. وفي دراسة في المملكة العربية السعودية، أظهر الفطر *A. conoides* كفاءة في مكافحة *M. incognita* على الذرة ضمن ظروف المختبر والبيت المحمي والحقل، وكان أكثر كفاءة في تقليل أعداد *M. incognita* عند حرارة 25 °س منه عند حرارة 18 °س أو 32 °س، وكذلك كانت كفاءته أكبر عند إضافته إلى التربة قبل أسبوعين من التلويث بالنيماتودا وزراعة الذرة (13، 14)، وقد أنقص هذا الفطر عدد العقد على جذور البندورة وكثافة اليرقات لنيماتودا *M. incognita* في التربة مما خفض من انتشار العدوى للموسم التالي (12).

هدف البحث كمرحلة أولى إلى اختبار كفاءة بعض الفطور المضادة للنيماتودا في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* على نباتات بندورة/طماطم مزروعة ضمن أصص.

مواد البحث وطرائقه

تم تنفيذ البحث في مركز تربية الأعداء الحيوية التابع لمديرية الزراعة في اللاذقية، في الفترة الممتدة من شهر آذار/مارس وحتى شهر آب/أغسطس من العام 2013.

إكثار الفطورت المضادة للنيماتودا

تم اختبار الفطور 2022 *Arthrobotrys conoides*، 2024 *Monacrosporium eudermatum* و *Paecilomyces lilacinus* 14052 و مصدرها من ألمانيا (DSMZ المجموعة الألمانية للأحياء الدقيقة والمزارع الخلوية)، وفطور عزلت من ترب الدفيئات المحمية في الساحل السوري بطريقة نثر التربة (Soil sprinkling technique) (20) وهذه الفطور هي: *Arthrobotrys oligospora* RY، *Arthrobotrys superba* RY، *Aspergillus* sp. RY، *Gliocladium* sp. RY، *P. lilacinus* RA، *P. varioti* RD، *Trichoderma harzianum* RK و *T. viride* RA وتم تعريفها في معهد أمراض النبات في جامعة فرايبورغ في ألمانيا.

نميت الفطور على وسط آغار دكستروز البطاطا/البطاطس (Potato Dextrose Agar). وتم إكثارها على حبوب الشعير وذلك بإعدائه عن طريق إضافة 10 قطع صغيرة (1سم^3) من مزارع الفطور المراد اختبارها إلى دوارق زجاجية تحتوي 100 غ من حبوب الشعير المعقمة مسبقاً في الأوتوكلاف. أغلقت الدوارق بإحكام بالبارافيلم وورق الألمنيوم ورجت عدة مرات لتختلط قطع الفطر مع الشعير وبعد ذلك وضعت في الحاضنة عند 25°س و لمدة شهر مع التحريك من وقت لآخر بهدف تسريع نمو الفطر وانتشاره ليغطي كامل الحبوب بشكل متجانس، حيث لوحظ النمو الفطري بألوانه المختلفة على حبوب الشعير.

تحضير اللقاح النيماتودي

جمعت جذور نباتات بندورة مصابة بنيماتودا تعقد الجذور من بيوت محمية من منطقة الخراب وقرية زمرين في محافظة طرطوس ونقلت إلى المختبر حيث غسلت الجذور بالماء جيدا للتخلص من التربة العالقة بها وبعد ذلك وتحت المكبرة تم إزالة عدة إناث من الجذور وحدد نوع النيماتودا *M. incognita* بالاعتماد على طريقة النمط العجاني Perinneal pattern (22). ثم تم استخلاص بيض النيماتودا بتقطيع الجذور لقطع صغيرة 1 سم ووضعها في دورق يحوي 200 مل من محلول هيبوكلوريت الصوديوم 0.5% وبعد رجه بقوة لمدة 2–4 دقائق، مرر المعلق بسرعة خلال منخل 200 مش، ثم 500 مش لجمع البيض المحرر (14) ثم تم

تحضين البيض لمدة 10 أيام عند 25°س للحصول على يرقات نيماتودا تعقد الجذور حيث جمعت وقدرت كثافتها في 1 مل معلق.

زراعة النباتات وإجراء العدوى

تم ملء أصص بلاستيكية سعة 3 كغ بالتربة المعقمة بمعدل 2 كغ تربة لكل أصيص، وتم خلط حبوب الشعير المحملة بالفطر مع التربة بمعدل 6 غ/كغ تربة ماعدا أصص الشاهد والمبيد الكيميائي. بعد 10 أيام تمت زراعة شتول بندورة صنف جلنار بعمر شهر تقريباً في الأصص وتم تلويث التربة بالمعلق النيماتودي (4000 يرقة) بحقنه بالقرب من جذور الشتول. في هذه التجربة، تم تطبيق 11 معاملة فطرية ومعاملة المبيد الكيميائي أوكساميل بالإضافة إلى شاهد معدى بالنيماتودا فقط بدون أي معاملة وبمعدل 4 مكررات لكل معاملة، وتم توزيع المعاملات بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة. تمت مراقبة الشتول وسقايتها بانتظام (كل يومين رية). وبعد شهرين من الزراعة، تم قلع النباتات بحذر وأخذ قراءات المجموع الخضري: الطول، وعدد الأوراق على النبات، والوزن الرطب والوزن الجاف بعد تجفيفه هوائياً، وكذلك قراءات المجموع الجذري بعد غسله بالماء جيداً للتخلص من التربة العالقة فيه وهي: الوزن الرطب، وعدد العقد الجذرية وأكياس البيض على الجذور، وعدد البيض في الكيس الواحد وذلك بأخذ أكياس بيض وإضافة 3 مل هيبوكلوريت 1.5% لحلّ المادة الجيلاتينية لتحرير البيوض ومن ثم عدها، وتحديد النسبة المئوية للفقس وذلك باستخلاص البيوض وتحضينها لمدة 10 أيام عند 25°س. كما تم تحديد كثافة اليرقات في التربة باستخلاصها بطريقة أقماع بيرمان (18). وحسبت الكفاءة النسبية للعوامل الحيوية والمبيد الكيميائي في مكافحة النيماتودا باستخدام معادلة Abbott's التالية:

$$\text{كفاءة المعاملة \%} = \left(1 - \frac{\text{عدد النيماتودا في المعاملة}}{\text{عدد النيماتودا في الشاهد}}\right) \times 100$$

وتم إجراء التحليل الإحصائي باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS (V.19) ومقارنة البيانات باستخدام اختبار دنكان Dunkan وحساب قيمة أقل فرق معنوي LSD وذلك عند مستوى احتمال 5%.

النتائج

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن لأغلب الفطور المختبرة سواءً المعزولة من تربة الدفيئات المحمية في الساحل السوري أو العزلات المستوردة القدرة على تقليل كثافة وإصابة العامل الممرض وهو نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* على جذور نباتات البندورة وفي الوسط المزروع فيه.

وبحساب كفاءة هذه المعاملات في تقليل قيم العامل الممرض مقارنةً بقيمه في الشاهد غير المعامل بالفطر والمعامل بالنيماتودا (جدول 1) تبين زيادة كفاءة كل من الفطور *P. varioti*، *Gliocladium* sp.، *A. superba*، *A. oligospore*، *T. viride*، *A. conoides*، *M. eudermatum* و *P. lilacinus*14052 عن 40% في التقليل من عدد العقد الجذرية دون وجود فروق معنوية فيما بينها مقارنة بالمبيد الذي امتلك أعلى كفاءة (99.9%). وكان للفطور السابقة الذكر مضافاً إليها الفطر *T. harzianum* القدرة على تقليل عدد أكياس البيض المتشكلة على العقد الجذرية وبكفاءة زادت عن 50% وقد استطاع الفطر *P. varioti* أن يشابه احصائياً كفاءة المبيد، حيث لم تلاحظ فروق معنوية بينهما (93.5 و 99.9%، على التوالي) وكانت قيمة أقل فرق معنوي (LSD) هي 17.2. من جهة أخرى كان الفطر *M. eudermatum* هو الاكثر كفاءة معنوياً في تقليل عدد البيوض المتشكلة في كيس البيض (64.8%) تلاه *P. varioti* و *P. lilacinus*14052 (30.9 و 38.2%، على التوالي) مع عدم وجود فروق معنوية لهذين الفطرين مع الفطور الأخرى والتي لم تتجاوز كفاءتها 30%. أما بالنسبة لكفاءة الفطور المختبرة في تقليل نسبة فقس البيض فقد زادت عن 65%، حيث تجاوزت كفاءة كل من الفطور *Gliocladium* sp. وأنواع *Trichoderma* 80% في قدرتها على تثبيط الفقس دون وجود فروق معنوية بينها، وتفوقت سلالة الفطر *P. varioti* على *P. lilacinus* RA و *P. lilacinus* 14052 في تقليل تثبيط الفقس (81.8%، 71.5 و 68.09%، على التوالي). بينما كان المبيد الكيميائي الاكثر كفاءة في قتل اليرقات في تربة نبات البندورة حيث أدى الى استخلاص أعداد قليلة جداً من اليرقات تلاه في ذلك وبفروق غير معنوية $P \leq 0.05$ الفطور المفترسة *A. superba*، *A. oligospore*، *A. conoides* و *M. eudermatum* بالإضافة للفطر المتطفل *P. lilacinus* 14052 (جدول 1).

يوضح الجدول 2 انخفاض قيمة مختلف القراءات عند المعاملة بالمبيد حيث انخفض الإرتفاع المجموع الخضري ووزنيه الرطب والجاف وبصورة معنوية مقارنة بالشاهد. ومن الملاحظ أنه لم تكن هناك فروق معنوية للقراءات المتعلقة بالنمو مع الشاهد غير المعامل وأغلب المعاملات بالفطور وفيما بينها، فقد أعطت المعاملة بالفطر *M. eudermatum* زيادة معنوية في ارتفاع المجموع الخضري (172.5 سم) وأكبر زيادة معنوية في وزنه الرطب (86.1 غ) والجاف (13.1غ) بالمقارنة مع الشاهد والمبيد الكيميائي وباقي الفطور المختبرة. بينما أظهر الفطر تماثلاً معنوياً في الوزن الرطب للمجموع الجذري (22. 5 غ) بالمقارنة مع الشاهد.

جدول 1. متوسط كفاءة المعاملات (%) في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* في جذور نباتات البندورة/الطماطم.

Table 1. Mean efficiency of treatments (%) for the control of root-knot nematode *M. incognita* in tomato roots.

الكفاءة في تقليل نسبة فقس البيض Efficiency in reducing eggs hatching rate	الكفاءة في تقليل عدد البيض/كيس البيض Efficiency in reducing no. of eggs/cyst	الكفاءة في تقليل عدد اليرقات في التربة Efficiency in reducing no. of larvae in the soil	الكفاءة في تقليل عدد أكياس البيض Efficiency in reducing no. of egg cysts	الكفاءة في تقليل العقد الجذرية Efficiency in reducing root knots	Treatments	المعاملات
69.09 cd	29.39 b	82.23 abc	56.08 bcd	64.04 bc	*Arthrobotrys conoides*	
76.81 abcd	19.64 b	70.00 bcde	54.56 bcd	68.83 b	*Arthrobotrys oligospora*	
65.85 d	26.17 b	91.37 ab	58.03 bcd	41.82 cde	*Arthrobotr yssuperba*	
69.68 bcd	18.81 b	54.01 def	48.86 d	3.51 f	*Aspergillus* sp.	
84.78 a	16.50 b	40.79 f	51.94 cd	45.45 bcde	*Gliocladium* sp.	
79.38 abc	64.80 a	77.85 abcd	71.81 b	47.45 bcde	*Monacrosporium eudermatum*	
68.09 cd	38.21 b	77.60 abcd	56.85 bcd	55.31 bcd	*Paecilomyces lilacinus*14052	
71.58 bcd	15.48 b	71.40 bcde	48.52 d	37.58 de	*Paecilomyces lilacinus*RA	
81.83 ab	30.95 b	50.62 ef	93.51 a	64.11 bc	*Paecilomyces varioti*	
80.27 abc	13.38 b	47.20 ef	69.01 bc	23.05 ef	*Trichoderma harzianum*	
85.19 a	16.98 b	65.39 cde	69.30 bc	60.11 bcd	*Trichoderma viride*	
-	-	99.32 a	99.97 a	99.99 a	Oxamyl	
11.17	**26.6**	**22.8**	**17.26**	**23.38**	**LSD at 5%**	

المتوسطات المتبوعة بأحرف متشابهة في نفس العامود غير مختلفة احصائياً عند مستوى إحتمال 0.05.

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05

جدول 2. تأثير إستخدام عوامل حيوية مختلفة ومبيد كيميائي في نمو نبات البندورة/الطماطم المعدى بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita*.

Table 2. Effect of using biological control agents and a chemical nematicide on growth components of tomato infected with the root-knot nematode *M. incognita.*

الوزن الرطب للمجموع الجذري Fresh weight of root growth (g)	الوزن الجاف للمجموع الخضري Dry weight of vegetative growth (g)	الوزن الرطب للمجموع الخضري Fresh weight of vegetative growth (g)	ارتفاع المجموع الخضري Height of vegetative growth(cm)	Treatments	المعاملات
23.06 abc	11.01 a	73.47 ab	153.13 abc	Control	الشاهد
35.71 ab	11.11 a	77.99 ab	149.23 abc	*Arthrobotrys conoides*	
17.63 bcd	8.29 a	53.08 ab	135.38 abc	*Arthrobotrys oligospora*	
27.79 abc	11.54 a	78.14 ab	159.38 abc	*Arthrobotrys superba*	
36.60 a	11.96 a	68.23 ab	141.75 abc	*Aspergillus* sp.	
22.49 abc	11.89 a	78.61 ab	167.38 ab	*Gliocladium*sp.	
22.52 abc	13.12 a	86.18 a	172.25 ab	*Monacrosporium eudermatum*	
21.52 abc	9.23 a	61.39 ab	175.25 a	*Paecilomyces lilacinus*14052	
28.26 abc	8.81 a	61.89 ab	127.13 bc	*Paecilomyces lilacinus* RA	
12.29 cd	6.39 ab	40.07 abc	139.38 abc	*Paecilomyces varioti*	
31.12 cd	12.38 a	84.35 a	152.88 abc	*Trichoderma harzianum*	
11.57 ab	5.96 ab	33.31 bc	117.75 c	*Trichoderma viride*	
1.02 d	70.00 b	5.88 c	30.38 d	فايديت	
15.79	**6.72**	**44.28**	**40.25**	**LSD at 5%**	

المتوسطات المتبوعة بأحرف متشابهة في نفس العامودً غير مختلفة احصائياً عند مستوى إحتمال 0.05.

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05

المناقشة

للفطر *Monacrosporium* قدرة على اختراق البيض والتغذي على محتوياتهم، أما الفطور التابعة للجنس *Arthrobotrys* فلها قدرة على افتراس اليرقات الموجودة في التربة وهذا يؤدي إلى تخفيض عدد اليرقات التي ستصيب الجذر فيقل عدد العقد المتشكلة (12)، وإن إضافة الفطور المفترسة إلى التربة محملة على حبوب الشعير أدى إلى نموها وانتشارها وبالتالي تشكيل أعضاء الصيد المختلفة القادرة على صيد أي يرقة حديثة يمكن أن تكون قد فقست من بيضة سليمة وهذا يفسر قدرة الانواع التابعة لجنس *Arthrobotrys* والنوع *M. eudermatum* في هذه الدراسة على تقليل عدد اليرقات بالتربة وعدد العقد المتشكلة على الجذور وبذلك تتشابه النتائج مع ما توصلت اليه دراسات سابقة حول تعقد جذور على الكوسا

(3)، تعقد جذور البندورة (12)، تعقد جذور القطن (6) وتعقد جذور الفول السوداني (4) من قدرة الفطور التابعة للجنس *Arthrobotrys* و *Monacrosporium* من تقليل كثافة العدوى بالطور الثاني في التربة وبالتالي تقليل العدوى المحتملة بالنيماتودا للموسم الزراعي الثاني أو لإصابة جذور جديدة. تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن الفطور المختبرة ثبطت تشكل أكياس البيض بصورة أكبر من تثبيطها تشكل العقد الجذرية بالرغم من أنه غالباً ما يتبع عدد أكياس البيض على الجذر عدد العقد الجذرية المتشكلة، وربما يعود ذلك الى تأثيرها المباشر في قدرة الإناث على تشكيل أكياس البيض نتيجة تطفلها على الإناث كما هو الحال عند *P. varioti* أو افراز مواد كيميائية مثبطة كما هو الحال عند أنواع *Trichoderma* التي تفرز أنزيمات مختلفة تساعدها في اختراق بيض النيماتودا وكيوتيكل اليرقات (26) وهذا يفسر تفوق *P. varioti*، *M. eudermatum*، *T. harzianum* و *T. viride* في تقليل عدد أكياس البيض الذي يتوافق مع نتائج العبد القادر (3) حيث كان للفطور *M. eudermatum* و *A. conoides* والسلالة (Safi-2) *P. variotii* القدرة الأكبر على تقليل عدد العقد الجذرية وأكياس البيض على جذور الكوسا مقارنةً بالفطور المختبرة الأخرى، حيث قللت هذه الفطور من عدد العقد الجذرية بنسبة 75، 90، 90%، على التوالي، وعدد أكياس البيض بنسبة 88، 97، 95%، على التوالي مقارنةً بالشاهد، مما يتوافق مع نتائج Eapen وآخرون (17) الذين أثبتوا قدرة الفطر *Trichoderma* في التطفل على اناث نيماتودا تعقد الجذور وتخفيض خصوبتها، ومع نتائج Sharon وآخرون (27) الذين أشاروا إلى تطفل الفطر *Trichoderma* على إناث النيماتودا والتفاف خيوط الفطر حولها واختراقها مسبباً موتها، وكذلك مع نتائج قسام (8) حيث أظهرت العزلة 7 من النوع *T. harzianum* في تجربة مخبرية أعلى نسبة تطفل على إناث نيماتودا تعقد الجذور (90.56%)، وأظهرت في تجربة نصف حقلية قدرة كبيرة في تقليل عدد أكياس البيض على جذور البندورة (8.93 كيس) مقارنة مع المستحضر التجاري Bioncont وشاهد النيماتودا (19.65 و 15.44 كيس، على التوالي).

من المعروف أن فطر *Paecilomyces* هو فطر متطفل على بيض وإناث نيماتودا تعقد الجذور والحوصلات وعدد كبير من أجناس النيماتودا الأخرى (15) حيث يقوم بإفراز أنزيم سيرين بروتيز Serine protease وهو مادة سامة تعمل على حل قشرة البيض وتمنع الفقس (26)، وكذلك إفرازات الفطر *Trichoderma* التي ذكرت سابقاً تسهم بدور في تقليل فقس البيض وهذا يفسر قدرة الفطور المختبرة في هذه الدراسة على تقليل النسبة المئوية للفقس وهذا يتوافق مع ما أثبته Abd-el-Moity وآخرون (9) في تجارب الدفيئة الزجاجية وهو أن الفطور *P. lilacinus*، *T. harzianum* و *Epicoccum* sp. خفضت من نسبة فقس البيض ونشاط يرقات نيماتودا تعقد الجذور بالمقارنة مع الشاهد. وتتوافق نتائج هذه الدراسة (جدول 2) مع نتائج المصري (6) حيث أعطت المعاملة بفطر *M. eudermatum* زيادة معنوية في ارتفاع نبات القطن ووزن المجموع الخضري الجاف والرطب (47.5 سم و 66.5 غ و 48 غ) مقارنة بالشاهد (38.5 سم و 35.5غ و 20.5 غ)، ويتوافق مع نتائج العبد القادر (3) حيث زاد نمو المجموع الخضري لنبات الكوسا في معاملة الفطر *M. eudermatum* بنسبة 42% مقارنةً بمعاملة الشاهد المعدى بالنيماتودا فقط.

بينت هذه الدراسة كفاءة فطور مضادة للنيماتودا ومعزولة من التربة السورية في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور والتي تشكل الخطر الاكبر على البندورة في الدفيئات المحمية في الساحل السوري. ونوصي باستخدام هذه الفطور واختبارها حقلياً وبخاصة *P. varioti*، *A. oligospore*، *T. viride* والمعزولة من الترب السورية بالإضافة للعزلات المستوردة *A. conoides* و *M. eudermatum* لفعاليتها الكبيرة وكذلك لقدرتها على البقاء والانتشار بالتربة مقارنة بالمبيد الكيميائي الذي له عمر معين في التربة ينتهي معه تأثيره.

Abstract

Abdoulkader, M. and R. Mansoure. 2015. Evaluation of the efficiency of some antagonistic fungi to control root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on tomato. Arab Journal of Plant Protection, 33(2): 201-207.

A pot experiment was conducted to evaluate the efficiency of 11 antagonistic fungi (*Arthrobotrys conoides*, *A. oligospora*, *A. superba*, *Aspergillus* sp., *Gliocladium* sp., *Monacrosporium eudermatum*, *Paecilomyces lilacins* 14052, *P. lilacinus* RA, *P. varioti*, *Trichoderma harzianum* and *T. viride*) and the pesticide oxamyl to control root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on tomato. The antagonistic fungi were applied to the soil using fungus-inoculated barley, ten days before planting and nematode inoculation. Readings were taken two months later and the results showed that all tested fungi have the ability to reduce the number of root galls, egg masses, eggs, the egg hatching rate and density of larvae in the soil as compared with the control. Oxamyl and *P. varioti* had the highest efficiency in reducing the number of root galls (99.9 and 64.1%, respectively), and the number of egg masses (99.9 and 93.5%, respectively), whereas *M. eudermatum* was the best in reducing the number of eggs (64.8%). *Gliocladium* sp. and *T. viride* were the best in reducing the egg hatching rate (84.7 and 85.1%, respectively). Oxamyl and *A. superba* were the best in reducing nematode larval density in the soil (99.3 and 91.3%, respectively). Furthermore, *M. eudermatum* increased the height, fresh and dry weight of plant (172.2 cm, 86.1 g and 13.1 g, respectively), compared with the control. The tested fungi can be considered potential candidates for future field studies to control root-knot nematode on tomato or other plants in Syria.

Keywords: Biological control, *Arthrobotrys*, *Monacrosporium*, *Paecilomyces*, *Trichoderma*.

Corresponding author: ***Mariam Abdoulkader, Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Damascus University, P.O. Box 30621, Damascus, Syria, email: mariam-abdoulkader@hotmail.com***

References

13. **Al-Hazmi, A.S., D.P. Schmitt and J.N. Sasser.** 1982. The effect of *Arthrobotrys conoides* on *Meloidogyne incognita* population densities in corn as influenced by temperature, fungus inoculum density, and time of fungus introduction in the soil. Journal of Nematology, 14: 168-174.
14. **Al-Hazmi, A.S., D.P. Schmitt and J.N. Sasser.** 1982. Population dynamics of *Meloidogyne incognita* on corn grown in soil infested with *Arthrobotrys conoides*. Journal of Nematology 14: 44-50.
15. **Cabanillas, E., K.R. Barker and M.E. Daylein.** 1988. Histology of the interactions of *Paecilomyces lilacinus* with *Meloidogyne incognita* on tomato. Journal of Nematology, 20: 362-365.
16. **Chen, S.Y. and D.W. Dickson.** 2004. Biological control of nematodes by fungal Antagonists. Pages 979-1039. In: Nematology – Advances and Perspectives, Volume 2, Nematode Management and Utilization. Tsinghua University Press. CABI Publishing.
17. **Eapen, S.J., B. Beena and K.V. Ramana**. 2005. Tropical soil microflora of spice-based cropping systems as potential antagonists of root-knot nematode. Journal of Invertebrate Pathology, 88: 218-225.
18. **FAO statistic.** 2009. (www.faostat.fao.org/site/ 339/default. aspx).
19. **Gaspard, J.T., B.A. Jaffee and H. Ferris.** 1990. *Meloidogyne incognita* survival in soil infested with *Paecilomyces lilacinus* and *Verticillium chlamydosporium*. Journal of Nematology, 22:176-181.
20. **Hertz, B.N., H.B. Jansson and A. Tunlid.** 2002. Nematophagous Fungi. Encyclopedia of life sciences/2002 Macmillan Publishers Ltd, Nature Publishing Group/www. els. net.
21. **Hussey, R.S. and K.R. Barker.** 1973. A comparison of methods of collecting inocula for *Meloidogyne* spp. including a new technique. Plant Disease Reporter, 57: 1025-1028.
22. **Hrtman, K.M. and J.N. Sasser.** 1985. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of different host test and perinneal pattern morphology. Pages 69-77. In: An advanced treatise on *Meloidogyne*. Volume 2, Methodology. North Carolina State University Graphics. Raleigh, North Carolina. USA. 223 pp.
23. **Ibrahim, I.K.A., M.A. Rezk, M.A. El-saedy and A.A.M. Ibrahim.** 1987. Control of *Meloidogyne incognita* on corn, tomato and okra with *Paecilomyces lilacinus*and the nematicide aldicarb. Nematology Mediterranean, 15: 265-268.
24. **Khan, H.U., W. Ahmad, R. Ahmad and M.A. Khan.** 2001. Evaluation of culture filtrates of different fungi on the larval mortality of *Meloidogyne incognita*. Pakistan of Journal Phytopathology, 12: 46-49.

المراجع

1. **اسطيفان، زهير ووليد أبوغربية.** 2010. نيماتودا تعقد الجذور: الأضرار والخسائر والمكافحة. الصفحات 285-327. **في:** نيماتودا النبات في البلدان العربية. إعداد وليد أبوغربية، **أحمدسعد** الحازمي، زهير عزيز اسطيفان وأحمد عبد السميع دوابة. **دار وائل للنشر، عمان، الأردن.** 1242 صفحة.
2. **الحازمي، أحمد، زهير اسطفيان، لما البنا وأمين أمين.** 2010. **المكافحة الأحيائية** لنيماتودا النبات. **الصفحات**973-1015. في:نيماتودا النبات في البلدان العربية. إعداد وليد أبوغربية، **أحمد** سعد الحازمي، زهير عزيز اسطيفان وأحمد عبد السميع دوابة **دار وائل للنشر، عمان، الأردن.** 1242 صفحة.
3. **العبد القادر، مريم.** 2013. تقييم فعالية بعض الفطريات المضادة للنيماتودا في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood **على نبات الكوسا** *Cucurbita pepo*L. **المجلة العربية** للبيئات الجافة (قيد **النشر**).
4. **العربي، صبحية.** 2012. تقصي انتشار النيماتودا المتطفلة في ريزوسفير نبات الفول السوداني ودراسة تغيراتها العددية خلال موسم النمو وتقييم بعض طرائق مكافحتها. رسالة ماجستير. **جامعة دمشق**، سورية. 116 صفحة.
5. **العسس، خالد.** 2003. **المدخل إلى علم ال**نيماتودا النباتية، **الجزء النظري. منشورات جامعة دمشق**، كلية الزراعة، سورية. 359 صفحة.
6. **المصري، ميمونة.** 2012. تغيرات مجتمعات النيماتودا المرافقة **لمحصول القطن**، ودور المكافحة الحيوية في الحد من انتشارها، وتأثير التفاعل مع الفطر المسبب للذبول الوعائي. **أطروحة دكتوراه. جامعة دمشق**، سورية. 175 صفحة.
7. **دلال، نذير، عبد النبي بشير ولؤي أصلان.** 2006. **المكافحة** الحيوية، **الجزء النظري. منشورات جامعة دمشق**، كلية الزراعة، سورية. 385 صفحة.
8. **قسام، رامي.** 2012. المكافحة البيولوجية لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne*التي تصيب نباتات البندورة في ظروف الزراعة المحمية في الساحل السوري باستخدام عزلات محلية من الفطر *Trichoderma*. رسالة ماجستير. جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. 110 صفحة.
9. **Abd-el-Moity, H., F.W. Riad and S. El-Eraki**. 1993. Effect of single and mixture of antagonistic fungi on the control of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Egyptian Journal of Agricultural Research, 71: 91-100.
10. **Aboud, H. M., H.M. Saleh, F.A. Fattah and H.A. Radwan.** 1992. *Trichoderma viride* as biocontrol agent of root-knot nematode. Iraqi Journal of Agricultural Sciences. 23: 7-12.
11. **Aboud, H.M. and F.A. Fattah.** 1989. The effect of *Trichoderma* isolates on some plant growth parameters and parasitism of nematode eggs. International Symposium on Biological Conference, Antalia, Turkey.
12. **Alabed Alkader, M.** 2008. *In-vitro* studies on nematodes interactions with their antagonistic fungi in the rhizosphere of various plants. Ph.D. thesis. Faculty of Forest and Environment Sciences. Albert- Ludwigs-Universitat. Freiburg. Germany. 214 pp.

25. **Sankaranarayanan, C., S.S. Hussaini, P.S. Kumar, R. Rangeshwaran, S.C. Dhawan and K.K. Khushal.** 1999. Antagonistic effect of *Trichoderma* and *Gliocladium* sp. against the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on sunflower. Pages 23-25. In: Proceedings of National Symposium on Rational Approaches in Nematode Management for Sustainable Agriculture. India.
26. **Sharma, P. and R. Pandey.** 2009. Biological control of root-knot nematode; *Meloidogyne incognita* in the medicinal plant; with and in somnifera and the effect of biocontrol agents on plant growth. African Journal of Agricultural Research, 4: 564-567.
27. **Sharon, E., I. Chet, A. Viterbo, M. Bar-Eyal, H. Nagan, G.J. amuels and Y. Spiegel.** 2007. Parasitism of *Trichoderma* on *Meloidogyne javanica* and role of the gelatinous matrix. European Journal of Plant Pathology, 118: 247-258.
28. **Southey, J.F.** 1978. Plant Nematology. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Her Majesty's office, London.

تاريخ الاستلام: 2013/10/30؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2014/3/10

Received: October 30, 2103; Accepted: March 10, 2014