فاعلية الفطر *Paecilomyces variotii* ومستخلص نبات الشوكران الكبير *Conium maculatum* وبعض المبيدات في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* على نبات البندورة

Effectiveness of *Paecilomyces variotii*, Plant Extract of Hemlock *Conium maculatum* and Some Pesticides in Controlling Root-Knot Nematode *Meloidogyne incognita* on Tomato

خالد محمد خير العسس [1] ، و وليـــد غازي نفاع [2]

(1)،(2): أستاذ مساعد في قسم وقاية النبات – كلية الهندسة الزراعية – جامعة دمشق, ص. ب. 30621 دمشق – سوريا

المُلخَّص

تمّ تقييم كفاءة العزلة Safi-1 من الفطر *Paecilomyces variotii* Bainier ومستخلص نبات الشوكران الكبير وكل من المبيدين داي ميثيل أمونيوم كلورايد (DMAC)، والديازينون في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* على نبات البندورة، وتأثيرها في نمو نباتات الصنف Turade-F1 تحت ظروف الزراعة المحمية. أجريت العدوى بالنيماتودا قبل ثلاثة أيام من زراعة الشتول في الأصص، ثم أجريت المعاملات بعد 20 يوماً من الزراعة. أظهرت النتائج تفوقاً معنوياً لاستعمال المبيدات والمستخلص النباتي على المكافحة الحيوية بالفطرمن حيث خفض عدد عقد النيماتودا على الجذور، علماً أن الفطر المستخدم أظهر فاعلية عالية نسبياً في مكافحة هذه النيماتودا وصلت إلى 91.5 %، بالمقارنة مع المبيد DMAC (96.4 %) و الديازينون (99.7 %) والمستخلص النباتي (98.9 %). تباينت المعاملات المختلفة من حيث تأثيرها في نمو النباتات، وكان للمستخلص النباتي تأثيراً واضحاً في زيادة نمو النباتات. وتؤكد هذه الدراسة فاعلية المكافحة الحيوية لنيماتودا تعقد الجذور باستخدام العزلة الأردنية من الفطر *P. variotii*، كما تلقي الضوء على إمكانية استعمال المستخلصات النباتية في مكافحة هذه الآفة ضمن الدفيئات البلاستيكية وضرورة التوسع في دراستها.

الكلمات المفتاحية: مكافحة حيوية، مبيدات، نيماتودا تعقد الجذور، مستخلصات نباتية، البندورة.

Abstract

The efficacy of Safi-1 isolate of *Paecilomyces variotii*, the plant extract of *Conium maculatum* and tow pesticides: dimethyl ammonium chloride (DMAC) and diazinon were tested in pots to control root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on Turade-F1 tomato variety, as well as their effect on plant growth in greenhouse. Soil in pots was inoculated with nematode 3 days before transplanting of seedlings, and

©2011 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

treatments were carried out 20 days after planting. Results showed a significant superiority of pesticides and plant extract, compared to biological control with *P. variotii* to reduce the number of nematode root galls, where the fungus showed a high effectiveness (91.5 %) in controlling root-knot nematode, while it was 96.4 %, 99.7 % and 98.9 % in DMAC, diazinon and plant extract, respectively. The treatments varied in their effect on plant growth, where plant extract has significantly increased plant growth. In conclusion, results of this study confirm the efficacy of biological control of root-knot nematode with the fungus *P. variotii*, and highlight the effectiveness of plant extracts in controlling root-knot nematode in greenhouses.

Key words: Biological control, Pesticides, Root-knot nematode, Plant extracts, Tomato.

المقدمة

تحتل البندورة المرتبة الأولى من حيث المساحات المزروعة بالخضار في معظم دول العالم، إذ أصبحت من أهم المحاصيل الغذائية الرئيسة خلال أقل من خمسين عاماً، نظراً لازدياد الطلب عليها بشكل كبير في الأسواق العالمية لاسيما خلال السنوات الأخيرة. وتسمح الظروف المناخية السائدة في سورية بنمو وإنتاج البندورة بشكل واسع في الزراعات المكشوفة. كما يساعد الطقس المعتدل في الساحل السوري على إنتاج البندورة في الدفيئات البلاستيكية، الأمر الذي يسمح بإنتاج البندورة في سورية طوال العام. وتختلف الأصناف المزروعة في فترة النمو، ومدة النضج، وقابلية التصنيع، والإنتاجية، ومقاومة الآفات. وازداد الإنتاج في سورية بصورة ملحوظة في السنوات الأخيرة، وخاصة في الزراعات المحمية. وبدأ الإنتاج الفعلي للبندورة في الدفيئات البلاستيكية في عام 1998 حيث أنتج 197 ألف طناً (35 % من إجمالي الإنتاج السنوي)، ثم وصل إلى 384 ألف طناً عام 2003 أي بنسبة 41.6 % من إجمالي الإنتاج السنوي من البندورة (تقرير المركز الوطني للسياسات الزراعية، 2004).

تُصاب البندورة بالعديد من الأمراض، وتعد نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* من أهم الممرضات التي تؤثر بشكل كبير في إنتاجية البندورة في سورية، لاسيما في الزراعة المحمية. ويستخدم في مكافحة هذه الآفة العديد من مبيدات النيماتودا المتخصصة مما يرفع من كلفة الإنتاج على المزارع. و بدأ المزارعون في السنوات الأخيرة باستعمال عدد من المواد والمبيدات غير المألوفة لديهم، وذلك نظراً لتوافرها في الأسواق ولرخص ثمنها. فعلى سبيل المثال، شاع استعمال مستحضر الديازينون التجاري (600 g/l EC) لعدة أسباب منها رائحته الواخزة، وتركيز استخدامه المنخفض، ورخص ثمنه، بالمقارنة مع المبيدات المتخصصة، وذلك دون معرفة أي خلفية عن تأثيره في نمو النباتات بصورة أساسية. وتعد مادة الديازينون التي بدأ استعمالها في الولايات المتحدة منذ عام 1956 مبيداً من مجموعة المبيدات الفوسفورية العضوية، التي كانت تستعمل كمبيد نيماتودي على الكثير من النباتات العلفية، والمروج، ونباتات الزينة (Meister وزملاؤه، 2006). واستعملت أيضاً مشتقات كلوريد الأمونيوم لما تبديه من تنشيط للنبات واحمرار للثمار.

ويسعى العالم اليوم للتقليل من مخاطر استعمال المبيدات على البيئة والإنسان من خلال إيجاد البدائل الآمنة كالمكافحة الحيوية، سواء باستعمال الفطور أو البكتيريا (Kerry، 1992). وقد أشير إلى العديد من الفطور القادرة على مهاجمة النيماتودا مثل الفطور الصائدة للنيماتودا *Arthrobotrys conoides* و *A. dactyloides* (Hazmi وزملاؤه، 1982)، والفطور المتطفلة على بيوض وإناث النيماتودا مثل *Paecilomyces lilacinus* و *Dactylella oviparasitica* و *Verticillium chlamydosporium* و *Hirsutella rhossiliensis* (Stirling و Mankau، 1979؛ Jatala، 1986؛ Jaffee وزملاؤه، 1994)، كما تفرز العديد من الفطور مواداً سامة للنيماتودا مثل *Paecilomyces variotii* و *P. lilacinus* و *Fusarium equiseti* (Mankau، 1980؛ Sayer، 1980). يُعد الفطر *P. lilacinus* واسع الانتشار عالمياً، وبشكل خاص في المناطق الدافئة من العالم (Domsch وزملاؤه، 1980؛ Samson، 1974)، وهناك الكثير من الدراسات على هذا الفطر (Lysek، 1976؛ Jatala وزملاؤه، 1979؛ Goswami و Uma، 1996؛ Godoy وزملاؤه، 1982؛ Goswami وزملاؤه، 1998). إلا أنّ الدراسات على النوع *P. variotii* مازالت قليلة نسبياً وتكاد تكون معدومة على العزلات المحلية، على الرغم من وجود البعض منها في السنوات الأخيرة في المملكة الأردنية الهاشمية، حيث تم عزل سبعة أنواع فطرية من كتل بيض وإناث نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* و *M. incognita* وكان منها ثلاث عزلات من النوع *Paecilomyces variotii* (Hijaz، 2003).

ويعد نبات الشوكران الكبير *Conium maculatum* L. من الأعشاب التي تنمو بصورة طبيعية في المناطق الرطبة، ويحتوي على العديد من القلويدات مثل الكونين والكونيسين والكونهيدرين التي تصل نسبتها إلى 0.7 – 1 % (Fairbairn، 1968)، ولتلك المركبات تأثيراً ساماً

للإنسان والحيوان والحشرات، إذ تحدث شللاً للعضلات الملساء في جسم يرقات الحشرات، ما يؤدي إلى موتها (Castells وزملاؤه، 2005).

ومن هنا فقد هدفت هذه الدراسة إلى مقارنة كفاءة العزلة الأردنية Safi-1 من الفطر *P. variotii*، ومستخلص نبات الشوكران الكبير مع كلٍ من المبيدين ديازينون وداي ميثيل كلورايد الأمونيوم في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* على البندورة.

مواد البحث وطرائقه

أولاً: تحضير اللقاح النيماتودي:

تمّ الحصول على اللقاح النيماتودي من جذور نباتات بندورة تبدو عليها أعراض الإصابة بتعقد الجذور بشكلٍ واضح، أخذت من دفيئات بلاستيكية في محافظة اللاذقية، وغسلت جذورها بالماء العادي. حُدد نوع النيماتودا بالاعتماد على تحورات الكيوتيكل في النهاية الخلفية لجسم إناث النيماتودا (Mai و Lyon، 1982). تمّ تقطيع الجذور إلى قطعٍ صغيرةٍ بطول 1– 2 سم، ووضع 50 غ منها في دورق، وأضيف إليها 200 مل هيبوكلوريت الصوديوم (0.5) %، ثم رج الدورق بشكلٍ جيد مدة 3 دقائق، ومُرر من خلال منخل 200 مش وآخر 500 مش لجمع البيوض. تم تعريض البيض إلى تيار خفيف من الماء البارد لعدة دقائق للتخلص من آثار هيبوكلوريت الصوديوم، ثمّ نُقلت البيوض المتجمعة على سطح المنخل إلى كأس زجاجية بواسطة تيار خفيف من الماء (Hussey و Barker، 1973).

ثانياً: إكثار الفطر:

استعملت العزلة Safi-1 للفطر *Paecilomyces variotii* المتحصل عليها من الأردن، ونُمّيت على حبوب القمح المعقم. نُقعت حبوب القمح بالماء مدة 24 ساعة، ثم صُفّيت وأضيف إليها كربونات الكالسيوم لزيادة صلابتها ورفع درجة الحموضة، ومن ثم تعقيمها بالأوتوكلاف مدة نصف ساعة لمرتين متتاليتين (Mitchell وزملاؤه، 1987). وضعت حبوب القمح (1 كغ) في إناء زجاجي، ولقّحت بقطع من بيئة الآجار الحاملة لمشيجة الفطر، ثم غُطّيت بالقطن المعقم وورق الألمنيوم، وحُضّنت مدة شهر عند 22 ± 2 م° قبل استعمالها في عملية العدوى.

ثالثاً: تحضير المستخلص النباتي:

أضيف 10 غ من مسحوق الجزء الخضري لنبات الشوكران الكبير *Conium maculatum* إلى ليتر من الماء بدرجة الغليان، وترك المزيج مدة 24 ساعة حتى تحول تماماً إلى اللون الأخضر، ثم تمت تصفيته بقطعة من الشاش.

رابعاً: تحضير المبيدات المستخدمة:

تم تحضير المبيد داي ميثيل أمونيوم كلورايد في الماء بتركيز 0.5 %، والديازينون بتركيز 0.2 % وذلك تبعاً لتعليمات النشرة الفنية لكلا المبيدين.

خامساً: تحضير التربة:

حُضّر خليط من تربة طينية ومادة عضوية ورمل بنسبة 1: 1: 1 (ح / ح)، وتم تعقيمه بالأوتوكلاف عند 121 م° مدة 30 دقيقة بعد ترطيبه بالماء، وأعيد تعقيمه مرة أخرى بعد 24 ساعة.

سادساً: تصميم التجربة وقراءة النتائج وتحليلها:

استعمل في هذه الدراسة صنف البندورة الهولندي الأصل Turade F1 – من إنتاج شركة Syngenta seed B. V. المزروع في الدفيئات البلاستيكية. نُفّذت التجربة في أصص قطرها 16 سم مملوءة بخليط التربة المعقّمة، وأجريت العدوى بالنيماتودا عن طريق نشر 10 مل من اللقاح النيماتودي / أصيص (بمعدل 1200 طور يرقي أو بيضة / مل). نُقلت شتول البندورة بعمر 20 يوماً إلى الأصص المعدّة للزراعة بعد ثلاثة أيام من العدوى بالنيماتودا. وبعد 20 يوماً من الزراعة أجريت المعاملات بالفطر والمبيدات والمستخلص النباتي، حيث تضمّنت التجربة ست معاملات بمعدل أربعة مكررات لكل منها، وهي: الشاهد السليم، الشاهد المعدى بالنيماتودا غير المعامل، المكافحة الحيوية باستخدام الفطر عن طريق إضافة 50 غ من حبوب القمح التي نما عليها الفطر إلى تربة الأصيص وخلطت بشكل جيد، أما المعاملة بكلوريد الأمونيوم والديازينون والمستخلص النباتي فكانت بمعدل 250 مل من المحلول المائي لكل منها في الإصيص. وضعت الأصص تحت ظروف الدفيئة البلاستيكية، ورويت عند الحاجة. تم قلع نباتات البندورة بعد شهرين من الزراعة، وغسلت جذورها بشكلٍ جيد، وأخذت قياسات أطوال النباتات، ووزن المجموع الخضري والجذري كل على حدة، وعدد العقد الجذرية. قُدّرت درجة الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور وفق سلم قياس سداسي حيث: 0= لا يوجد عقد، 1 = 1 – 2 عقدة، 2 = 3 – 10 عقد، 3 = 11 – 30 عقدة، 4 = 31 – 100 عقدة، 5 ≤ 100 عقدة (Celyer وزملاؤه، 2000). تمّ تحليل النتائج إحصائياً باستخدام البرنامج SPSS 15.0 لدراسة تحليل التباين Variance analysis وتحديد مدى معنوية الفروق في النتائج عند مستوى 5 %.

النتائج والمناقشة

أظهر التحليل الإحصائي أن المعاملات المختلفة أدت إلى خفض معنوي في عدد العقد النيماتودية على الجذور مقارنة مع الشاهد المعدى. وعلى الرغم من وجود فروق معنوية أيضاً بين المعاملة بالفطر والمعاملات الأخرى، إلا أن فعّالية المكافحة الحيوية باستعمال الفطر وصلت إلى 91.5 %، في حين أن تأثير المعاملات بكل من المبيدات والمستخلص النباتي كانت متماثلة تقريباً.

وبناءً على السلم المعتمد لتقييم درجة الإصابة بالنيماتودا تبعاً لعدد العقد الموجودة على الجذور، يلاحظ أن درجة الإصابة كانت على التوالي: 5، 4، 3، 2، 1 عند الشاهد غير المعامل، والمكافحة الحيوية، والمبيد DMAC، والمستخلص النباتي، والمبيد ديازينون.

وعلى الرغم من أن عدد العقد النيماتودية على الجذور كان مرتفعاً نسبياً عند استعمال الفطر *P. variotii* بالمقارنة مع المعاملة بالمبيدات والمستخلص النباتي إلا أنّ الفطر كان فعّالاً في مكافحة هذه الآفة، ومن المحتمل أن يكون لموعد تطبيق المعاملة تأثيراً في فاعلية الفطر. ففي الدراسة الحالية أجريت المعاملة بالفطر بعد 20 يوماً من التشتيل وبعد 23 يوماً من إجراء العدوى بالنيماتودا، فإنه لمن الممكن أن تكون فاعلية الفطر أفضل إذا أجريت المعاملة في وقت الزراعة أو قبل، إذ أوضح (Tabassum و Hisamuddin 2009) أن الفطر *P. lilacinus* كان أكثر فاعلية على نيماتودا تعقد الجذور عند تطبيق المعاملة قبل أسبوع، أو مع إجراء العدوى بالنيماتودا. ويبدو ذلك منطقياً حيث أن بعض الدراسات بيّنت أن الفطر لا يهاجم بيض النيماتودا فقط، وإنما يستطيع أن يغزو الطبقة السطحية من جذور النباتات ويحميها من الإصابة بالنيماتودا (Holland وزملاؤه، 2003). وتتوافق نتائج هذه الدراسة مع نتائج العديد من الدراسات الأخرى التي أظهرت فاعلية هذا الفطر إزاء نيماتودا تعقد الجذور. فقد بيّن Hijaz (2003) أن استعمال عزلة من الفطر *P. variotii* أدى إلى خفض معدل تعقد جذور نبات البندورة في الأصص بنسبة 85 %، والتقليل من أعداد الطور اليرقي الثاني لنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* بنسبة 93.9 %. كما أوضح Al-Qasim وزملاؤه (2009) فاعلية وصلت إلى 61.4 % للفطر *P. variotii* في التطفل على بيض نيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* بالمقارنة مع 68.5 % للفطر *P. lilacinus* ، وكانت فاعلية هذين النوعين متقاربة في التطفل على الإناث. كما أظهرت أعمال أخرى نتائج متوافقة مع تلك التي حصلنا عليها (Gaspard وزملاؤه، 1990؛ Sid-diqui و Mahmood، 2002، Ibrahim وزملاؤه، 1987).

وليس من المستغرب أن تعطي المبيدات المختبرة في هذه الدراسة فاعلية عالية في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور، فهي من المبيدات شائعة الاستعمال وخاصة الديازينون في مكافحة Control طيف واسع من الحشرات والنيماتودا (Fazal وزملاؤه، 1996).

والنتيجة التي تستحق الاهتمام في هذه الدراسة هي الفاعلية العالية التي وصلت إلى 98.9 % لمستخلص نبات الشوكران الكبير في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور. وفي الحقيقة فإنّ الكثير من الدراسات أشارت لفاعلية بعض المركبات الموجودة في المستخلصات النباتية في مكافحة العديد من أنواع النيماتودا، مثل المركبات الفينولية الموجودة في نبات *Knema hook-eriana* (Alen وزملاؤه، 2000)، ومركبات الغليكوزينولات الموجودة في بعض النباتات (Brown و Morra، 1997)، ومادة الليسين الموجودة في الثوم (Gupta و Sharma، 1993).

ويظهر الجدول 1 تباين تأثير المعاملات المختلفة في وزن المجموع الخضري للنبات، إذْ أدت المعاملة بالمستخلص النباتي وبالمبيد DMAC إلى زيادة ظاهرية في وزن المجموع الخضري بالمقارنة مع الشاهد السليم، فيما أدت الإصابة بالنيماتودا بدون أي معاملة إلى انخفاض معنوي في وزن المجموع الخضري وصل إلى 53 %. كما لوحظ أيضاً انخفاض معنوي في وزن المجموع الخضري في كلٍ من معاملتي الفطر والمبيد ديازينون. وقد تعود الزيادة في النمو الخضري عند بعض المعاملات (مستخلص نباتي و DMAC) إلى وجود مواد منشطة للنمو الخضري. وتباينت نتائج الأبحاث السابقة حول تأثير الديازينون في نمو النباتات (NCAP، 2000، Fazal وزملاؤه، 1996).

أظهرت الإصابة بالنيماتودا انخفاضاً معنوياً في وزن المجموع الجذري عند كل المعاملات، على الرغم من تباين تأثير المعاملات المختلفة فيما بينها، فقد كانت النيماتودا أقل تأثيراً في خفض وزن المجموع الجذري في كل من معاملتي الفطر والمستخلص النباتي. وقد أشار Hijaz (2003) إلى أن المعاملة بالفطر *P. variotii* تسببت في زيادة وزن المجموع الجذري للنبات، وقد عزى ذلك إلى احتمال وجود دور للفطر في تحليل المواد العضوية في التربة ما يجعلها متاحة للنبات بشكلٍ أكبر، أو لوجود تأثير حيوي للفطر في نمو كائنات أخرى في التربة تتعارض ونمو النباتات.

كما يظهر الجدول 1 تفوقاً معنوياً للمستخلص النباتي على المعاملات الأخرى بما فيها الشاهد السليم، وذلك من حيث تأثيرها في نمو النبات، إذْ حققت زيادة في طول النبات وصلت إلى 53.3 %. كما كان للمبيدين ديازينون وداي ميثيل أمونيوم كلورايد تأثيراً معنوياً في زيادة طول النبات بالمقارنة مع المكافحة الحيوية بالفطر وكذلك الشاهد المعدى، ولكن ليس مع الشاهد غير المعدى، علماً أن الإصابة بالنيماتودا (شاهد معدى) أحدثت انخفاضاً معنوياً في طول النبات وصل إلى 40.6 % بالمقارنة مع الشاهد غير المعدى. ولم تظهر المكافحة الحيوية بالفطر تأثيراً معنوياً في زيادة طول النبات. ولم يكن للإصابة بالنيماتودا تأثيراً معنوياً في خفض أطوال الجذور عند استعمال مستخلص نبات الشوكران الكبير بالمقارنة مع الشاهد السليم، في حين ظهر انخفاض معنوي في طول الجذور عند الإصابة بالنيماتودا في كل المعاملات الأخرى مماثلاً للإنخفاض الحاصل نتيجة الإصابة بالنيماتودا بدون أي معاملة.

الجدول 1. تأثير كل من الفطر *P. variotii* والمبيدين ديازينون و DMAC ومستخلص نبات الشوكران الكبير في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne incognita على البندورة، وتأثيرها في نمو النبات.

المعاملات	عدد العقد في النبات	درجة الإصابة [3]	وزن المجموع الخضري (غ)	وزن المجموع الجذري (غ)	متوسط طول النباتات	متوسط طول الجذور
شاهد سليم	0	0	(a) 37.75	(a) 14.5	(b) 49.25	(a) 28.75
شاهد معدى بالنيماتودا	(a)[2] 432.5	5	(b) 17.75	(c) 6.75	(c) 29.25	(b) 21.25
مكافحة حيوية بالفطر	(b) 36.75	4	(b) 24.25	(b) 11	(c) 35	(b) 19.25
DMAC [1]	(c) 15.75	3	(a) 38.25	(c) 6.75	(b) 55.5	(b) 21.25
ديازينون	(c) 1.5	1	(b) 22.5	(d) 2.5	(b) 51	(b) 20.75
مستخلص نباتي	(c) 4.75	2	(a) 51	(b) 10.5	(a) 75.5	(a) 29
أقل فرق معنوي عند مستوى 5 % % LSD at p = 5	16.3		14.6	2.5	12.7	5.3

(1) المعاملة بالمبيد داي ميثيل أمونيوم كلورايد. (2) تشير الحروف المتشابهة لعدم وجود فروق معنوية عند مستوى 5 %. (3) درجة الإصابة وفق سلم التقييس السداسي.

تؤكد هذه الدراسة فاعلية العزلة Safi-1 للفطر *Paecilomyces variotii* في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور على البندورة. ولكن لا بدَّ في المستقبل من توسيع هذه الدراسة لتشمل عدداً من العزلات المحلية. كما ينصح بإجراء المعاملة في مواعيد مختلفة وتحديد الموعد الأفضل لتطبيق المكافحة الحيوية بالنسبة لموعد الزراعة. كما تلقي هذه الدراسة الضوء على فاعلية مستخلص نبات الشوكران الكبير في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور وإمكانية الإستفادة منه في الزراعة المحمية، وذلك يفتح الباب أمام دراسات مستقبلية أخرى لتحديد المادة الفعّالة في مستخلص هذا النبات، واختبار مستخلصات نباتات أخرى متوافرة في البيئة المحلية.

كلمة شكر

الشكر للدكتورمحمد القاسم من المركز الوطني للبحث والإرشاد الزراعي (عمان – الأردن) الذي زودنا بالعزلة Safi-1 من الفطر *Paecilomyces variotii*.

المراجع

تقرير المركز الوطني للسياسات الزراعية في سورية، (2004).

Alen, Y., Nakajima, S., Nitoda, T., Baba, N., Kanzaki, H. and Kawazu, K. 2000. Two antinematodal phenolics from *Knema hookeriana*, a sumatran rainforest plant. Z. Naturforsch., 55: 300 – 303.

Al-Qasim, M., Abou-Gharbieh, W. and Al-Assas, K. 2009. Nematophagal ability of Jordanian isolates of Paecilomyces variotii on the root-knot nematode Meloidogyne javanica. Nematologia Mediterranea. Vol. 37, N. 1.

Brown, P. D. and Morra, M. J. 1997. Control of soil-borne plant pests using glucosinolate – containing plants, Advances in Agron., 61، 167 – 251.

Castells, E., Berhow, M. A., Vaughn, S. F. and Berenbaum, M. R. 2005. Geographic variation in alkaloid production in Conium maculatum populations experiencing differential herbivory by Agonopterix alstroemeriana. Journal of Chemical Ecology, 31:1693-1709.

Celyer, P. D., Kirkpatrick, T. L., Caldwell, W. D. and Vernon, P. R. 2000. Root-knot nematode reproduction and root galling severity on related conventional and

temperature, fungus inoculum, density and time of fungus introduction in soil. Journal of Nematology, 14: 168-174.

Hijaz, R. 2003. Fungi associated with the root-knot nematodes in Jordan. M.Sc. thesis. Pp.77. University of Jordan. Jordan

Holland, R. J., Williams, K. L. and Nevalainen, H. K. M. 2003. Paecilomyces lilacinus strain Bioact251 is not a plant endophyte. Australas. Plant Path., 32: 473–478

Hussey, R. S. and Barker, K. R. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of Meloidogyne spp., including a new technique. Plant Disease Reporter, 57: 1025-1028.

Ibrahim, I. K. A., Rezk, M. A., El-Saedy, M. A. and Ibrahim, A. A. M. 1987. Control of Meloidogyne incognita on corn, tomato and okra with Paecilomyces lilacinus and the nematicide aldicarb. Nematol. Medit., 15: 265 – 268.

Jaffee, B., Ferris, H., Stapleton, J., Norton, M. and Muldoon, A. 1994. Parasitism of nematodes by fungus Hirsutella rhossiliensis as affected by certain organic amendments. Journal of Nematology, 26: 152-161.

Jatala, P. 1986. Biological control of plant-parasitic nematodes. Annual Review of Phytopathology, 24: 453-489.

Jatala, P., Kaltenbach, R. and Bocangel, M. 1979. Biological control of Meloidogyne incognita and Globodera pallida on potato. J. Nematol., 11: 303 (Abstr.).

Kerry, B. 1992. Biological control of nematodes: prospects and opportunities. Pp.79-92. FAO Plant Production and Protection Paper 144: Plant nematode problems and their control in the Near East region.

Lysek, H. 1976. Autodehelminthization of soil in lowland deciduous forests. Universitatis Palackianae Olomucensis Facultatis Medicae, 41: 73 – 106.

transgenic cotton cultivars. Journal of Cotton Science, 4: 232 – 236.

Domsch, K. H., Gams, W. and Anderson, T. H. 1980. Compendium of Soil Fungi, Vol. 1. Academic Press, London

Fairbairn, J. W. 1968. The alkaloids of hemlock (Conium maculatum L.), IV: Isotopic studies of the bound forms of alkaloids in the plant. Phytochemistry, 7:1599-1603.

Fazal, M., Khan, M. I., Imran, M. and Siddiqui, A. 1996. Evaluation of five nematicides as seed treatment for the control of Meloidogyne incognita infecting green gram, Vigna radiata, Nematol. Medit., 24: 279 – 281.

Gaspard, J. T., Jaffee, B. A. and Ferris, H. 1990. Meloidogyne incognita Survival in Soil Infested with Paecilomyces lilacinus and Verticillium chlamydosporium. J. Nematol., 22: 176–181.

Godoy, G., Rodriguea-Kabana, R. and Morgan-Jones, G. 1982. Parasitism of eggs of Heterodera glycines and Meloidogyne arenaria by fungi isolated from cysts of H. glycines. Nematropica, 12: 111 – 119.

Goswami, B. K. and Uma, R. 1996. Fungi associated with the egg masses of Meloidogyne incogniata from different agroclimatic regions in India. Indian J. Nematology, 26: 268 – 269.

Goswami, B. K., Uma, R. and Singh, S. 1998. Association of some deuteromycetous fungi with the egg masses of Meloidogyne incognita infecting vegetables. Annals of Agricultural research, 19: 149 – 152.

Gupta, R. and Sharma, N. K. 1993. A study of the nematicidal activity of allicin – an active principal in garlic, Allium sativum L., against root- knot nematode, Meloidogyne incognita. Int. J. Pest. Manag., 39: 390 – 392.

Hazmi, A., Schmitt, D. and Carter, J. 1982. The effect of Arthrobotrys conoides on Meloidogyne incognita population densities in corn as influenced by

voor Schimmelcultures, Baarn, 4: 1 – 119.

Sayer, R. 1980. Promising organisms for biocontrol of nematodes. Plant Disease, 64(6): 527-532.

Siddiqui, Z. A., and Mahmood, I. 2002. Biological control of Meloidogyne incognita race 3 and macrophomina phaseolina by Paecilomyces lilacinus and Bacillus subtilis alone and in combination on chick-pea. Fundamental and Applied Nematology. 16: 215 – 218.

Stirling, G. and Mankau, R. 1979. Mode of parasitism of Meloidogyne and other nematode eggs by Dactylella oviparasitica. Journal of Nematology, 11(3): 282-288.

Tabassum, N. and Hisamuddin, A. 2009. Histology of the interactions of Paecilomyces lilacinus with Meloidogyne incognita on Eclipta alba (L.). Nematology, 42: 829 – 834

Mai, W. and Lyon, H. H. 1982. pictorial key to genera of plant parasitic nematodes. Lomestode Publishing Associates, London, UK. 192Pp.

Mankau, R. 1980. Biological Control of nematode pests by natural enemies. Annual Review of Phytopathology, 18: 415-440.

Meister, R. T., Sine, C. and Sharp, D. T. 2006. Diazinon. Crop protection handbook. Willohughby, OH: Meister Media Worldwide. D136, F118.

Mitchell, D. J., Annwischer-Mitchell, M. E. K. and Dickson, D. W. 1987. A semi- selective medium for the isolation of Paecilomyces lilacinus from soil. Journal of Nematology, 19: 255 – 256.

NCAP. 2000. Diazinon: toxicology. Journal of Pesticide Reform. Vo. 20. No. 2.

Samson, R. A. 1974. Paecilomyces and some allied hyphomycetes. Studies in Mycology 6. Centraalbureau