

تقويم كفاءة بعض الفطريات الأحيائية في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* على نباتات القطن في سورية

ميمونه المصري*⁽¹⁾ وصبحية العربي⁽¹⁾ وردينة البكا⁽¹⁾ ومريم عبد القادر⁽²⁾ وخالد العسس⁽²⁾

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

(2). قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق، دمشق، سورية.

(*للمراسلة: د. ميمونه المصري. البريد الإلكتروني: dr.maymonh-almasri@hotmail.com).

تاريخ القبول: 2016/03/28

تاريخ الاستلام: 2016/01/04

الملخص:

قيمت كفاءة 7 فطريات *Trichoderma harzianum* و *Monacrosporium eudermatum* Strain 2024 و *Arthrobotrys conoides* Strain 2022 و *A. candida* Strain 2012 و *P. variotii* Strain I and Strain II و *Paecilomyces lilacinus* Strain 14052 (*Purpureocillium lilacinum*) في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور (*Meloidogyne incognita* race 3) على نباتات القطن (صنف حلب 33)، في تجربة ضمن أصص خارج البيت المحمي للموسم الزراعي 2012، في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بسورية. أدى استخدام الفطريات المدروسة إلى خفض متوسط عدد العقد وأكياس البيض على جذور نباتات القطن وعدد اليرقات في التربة، ومعدل التكاثر، وحسنت مؤشرات النمو مقارنة مع الشاهد المعدى بالنيماتودا فقط ($P \leq 0.05$)، وكان الفطر *A. conoides* الأكفأ في خفض متوسط عدد العقد (86.7%). بينما خفضت أنواع الفطر *Paecilomyces* نسبة فقس البيض ما بين 13.2 - 18.2% بشكل معنوي مقارنة بالشاهد المعدى بالنيماتودا فقط (63.5%)، ودون وجود فروق معنوية فيما بينها. وسجل فروق معنوية بين متوسط الكفاءة النسبية لكل من الفطرين (*P. variotii* Strain I و *P. lilacinus*) ومبيد (Ethoprop) Mocab في خفض متوسط أعداد أكياس البيض (52.3 و 62.1 و 93.1 على التوالي). ولم يقتصر تأثير فطر *M. eudermatum* في التطفل على الأطوار المتحركة، بل خفض أيضاً متوسط عدد البيض داخل كيس البيض (455.8 بيضة/كيس) وتشابه معنويًا في ذلك مع مبيد (Ethoprop) Mocab (203.7 بيضة/كيس).

الكلمات المفتاحية: قطن، فطريات حيوية، نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita*.

المقدمة:

يعد محصول القطن *Gossypium hirsutum* L. من أهم محاصيل الألياف الاستراتيجية في سورية، وتراجعت المساحة المزروعة في السنوات الأخيرة لتصل في عام 2013 إلى 62339 هكتاراً، وانخفضت الإنتاجية إلى 2713 كغ/هكتار (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2013). تتعرض نباتات القطن للإصابة بالعديد من الآفات، وتصنف نيماتودا تعقد الجذور

Meloidogyne incognita (race 3) (Kofoid and White) Chitwood كمرض رئيس في حقول إنتاج القطن في العالم، فهي تسبب خفصاً في الإنتاجية يتجاوز 75% (Anwar and Mc Kenry, 2007). تعتبر متطفلات البيض والحوصلات من العوامل الأحيائية الفعالة في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور (Kerry, 1990)، إذ تضع إناثها البيض ضمن نسيج جيلاتيني، مما يجعله سهل المنال للفطريات المتطفلة على البيض (Stirling, 1991)، وتعد أجناس الفطريات *Paecilomyces* و *Verticillium* و *Fusarium* و *Drechmeria* و *Hirsutella* و *Nematophthora* الأكثر أهمية (Siddiqui and Mahmood, 1996)، ويصطاد عدد كبير من الفطريات الأخرى بشرك منها *Arthrobotrys* و *Monacrosporium*، بينما تخترق الخيوط الهيفية لفطر *Trichoderma* ببيض النيماتودا وكيوتيكال اليرقات، وتذيب طبقات الكيتين بالأنزيمات ذات الدور المهم في التطفل (Sharma and Pandey, 2009). أثبتت العديد من الدراسات المخبرية والحقلية قدرة الفطريات الأحيائية في السيطرة على مجتمعات النيماتودا المتطفلة على النبات، فقد قيم Zuckerman et al., (1994) فعالية العزلة (PD-42) للفطر *Aspergillus niger* في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور، ولاحظ خفصاً معنوياً في عدد العقد المتشكلة على جذور البندورة مقارنة مع الشاهد.

في دراسة أخرى، قيم Man-Hong et al., (2006) تأثير فعالية 350 عزلة للفطريات *Pochonia chlamydosporia* و *Paecilomyces lilacinus* و *Fusarium spp.* و *Penicillium spp.* و *Acremonium spp.* و *Aspergillus spp.* في قفس بيض نيماتودا تعقد الجذور وموت اليرقات في المختبر، وسجل وجود 29.1% من العزلات تتطفل على أكثر من 90% من البيض بعد أربع أيام من التلقيح، وخفضت 7 عزلات معدلات فقس البيض (10%) مقارنة مع الشاهد (65.8%)، كما قتلت 3 عزلات كافة اليرقات الفاقسة بعد 7 أيام، وأخيراً خفضت معدل التعقد في جذور نباتات البندورة بمعدل تراوح ما بين 13.4-58.9% مقارنة مع الشاهد غير المعامل.

اختبر في دراسة مماثلة الفعالية التضادية للفطريات ضد أنواع النيماتودا *Acroboloides apiculatus* و *M. incognita* و *Aphelenchus avenae*، فكانت الفطريات *Monacrosporium eudermatum* و *Arthrobotrys conoides* الأكثر فعالية في صيد النيماتودا في التربة وعلى وسط أغار الماء، ووجد أن النوع *M. incognita* الأكثر حساسية للإصابة بالفطريات المتطفلة على النيماتودا، كما ظهر عليها أيضاً التأثير السلبي لرشاحة فطر *Paecilomyces lilacinus* عبر شل حركة يرقاتها من الطور الثاني إلا أنها تسببت بنسبة موت قليلة مقارنة برشاحة الفطريات الأخرى المتطفلة على النيماتودا، كما في النوع *A. conoides* (Abed Al-kader, 2008).

درس (2009) Al-Ameiri تأثير 3 عزلات أردنية للفطر *T. harizianum* في مكافحة نيماتودا *M. javanica* على نبات البندورة تحت ظروف البيت البلاستيكي ومخبرياً، فأظهرت النتائج خفصاً معنوياً في عدد العقد الجذرية ومعدل تكاثر النيماتودا مقارنة مع معاملة النيماتودا لوحدها. كما أظهرت النتائج المخبرية أن تعريض كل من أكياس البيض أو الطور اليرقي الثاني لمستخلص مزارع هذه العزلات أو مستخلص التربة المعدة بالفطر خفصاً معنوياً في كل من عدد البيض الفاقس واليرقات، وازداد هذا التأثير بزيادة التركيز، وسجلت العزلة (1) فروقاً معنوية مع بقية العزلات عند التركيزين 50% و 100% لمستخلص التربة المعقم في نسبة موت الطور اليرقي الثاني.

قيمت ألوف وآخرون (2011) سبعة عزلات محلية من فطر *Trichoderma* تم عزلها من تربة وجذور نباتات بندورة مصابة بنيماتودا تعقد الجذور في ظروف الزراعة المحمية في الساحل السوري. وسجلت تطفل العزلات المحلية للأنواع *Trichoderma longibrachiatum* Rifai و *T. viride* Pers.ex.Gray و *T. harzianum* Rifai على بيض هذه النيماتودا داخل أكياس البيض بمعدل 37.86% و 37.36% و 43.7% على التوالي وكانت أعلى من النسبة المئوية لتطفل المستحضر التجاري

(Biocont) (26.2%). كما أظهرت جميع العزلات المحلية قدرة عالية على التطفل على الإناث، وكانت نسبة تطفل العزلة المحلية *T. harzianum* الأقوى (90.56%) مقارنة مع تأثير المستحضر التجاري (63.22%). عزل القاسم (2009) فطر *Paecilomyce svavotii* من نيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* في الأردن، وأبدت كافة عزلاته المحلية قابلية للتطفل على الأطوار المختلفة لنيماتودا تعقد الجذور، وخفضت معنوياً مؤشر التعقد (75%) على غراس الدراق (الأصل Montclare) مقارنة مع الشاهد المعدى بالنيماتودا فقط، وخفضاً لمعدل التكاثر بمعدل وصل إلى 90% على أصل اللوز المر Bitter almond، وسببت زيادة معنوية في أطوال غراس الأصليين Montclare و Bitter almond بمعدل (77 و 83% على التوالي) مقارنة مع الشاهد. وفي دراسة مماثلة، أظهرت العزلة Safi-1 من الفطر *P. variotii* فاعلية عالية نسبياً (91.5%) في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* على نبات البندورة (صنف Turade-F1) بالمقارنة مع المبيدين داي ميثيل أمونيوم كلورايد DMAC والديازينون (96.4 و 99.7% على التوالي) ومستخلص نبات الشوكران (98.9%). وكان لمستخلص نبات الشوكران تأثيراً واضحاً في زيادة نمو النباتات (53.3%) (العسس ونفاع، 2011). نظراً لأهمية مكافحة النيماتودا في حقول القطن المصابة لتجنب انخفاض الإنتاجية، والتقليل من التأثير الضار لمبيدات النيماتودا في التربة، تهدف هذه الدراسة إلى تقييم فاعلية بعض الفطريات الأحيائية في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* على نباتات القطن.

مواد البحث وطرائقه:

إكثار الفطريات الأحيائية المستخدمة في مكافحة مخبرياً:

تم الحصول على 7 أنواع من الفطريات *Trichoderma harzianum* (مخبر الأعداء الحيوية في طرطوس، سورية) و (*Arthrobotrys eudermatum* Strain 2024) و (*Paecilomyces lilacinus* و *A. candida* Strain 2012 و *Arthrobotrys conoides* Strain 2022) و (*Purpureocillium lilacinum*) Strain 14052 (الدكتورة مريم عبد القادر؛ قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق (عزلات ألمانية)) و (*P. variotii* Strain I and Strain II) (الدكتور محمد سعود القاسم؛ المركز الوطني للبحث والإرشاد الزراعي، عمان، الأردن (عزلات أردنية)). وتم إكثارها على مستنبت البطاطا دكستروز أغار (PDA) Potato Dextrose Agar في أطباق بترى، وحضنت عند درجة حرارة 25 ± 2 °س لمدة أسبوع، ومن ثم تم إكثارها على حبوب الشعير بقصد إضافتها للتربة. حيث نقعت حبوب الشعير في الماء لمدة 24 ساعة، وصفت بعدها للتخلص من الماء الزائد، ومن ثم فرغت في كؤوس بيشر (2000 مل) وغطيت بورق الألمنيوم، ثم عممت في الأوتوكلاف عند درجة حرارة 120 °س لمدة 20 دقيقة وتركت بعدها لتبرد. ثم لقت بعد ذلك في غرفة العزل (Laminer Flow) بإضافة 10 أقراص (1سم²) من مستنبت PDA المحتوية على المشائج الفطرية، ووزعت ضمن كأس البيشر، وحركت يدوياً بحركات دائرية وبتجاهات مختلفة للمساعدة في تجانس توزع النيماتودا الفطرية، ومن ثم حضنت عند درجة حرارة 25 ± 2 °س لمدة 21 يوماً، مع التحريك المستمر مرة كل أسبوع (العسس ونفاع، 2011؛ Jones et al., 1981; Hewlett et al., 1988; Morgan-; Townshend et al., 1989).

إضافة الفطور المنمأة إلى تربة الأصص وزراعة النباتات:

قبل بدء التجربة، تم جمع نباتات قطن مصابة بنيماتودا تعقد الجذور من أحد حقول القطن في محافظة دير الزور للموسم الزراعي 2011، ثم التفتت كيس بيض مفرد منها وتم إكثاره في مزارع أصص نقيه على نباتات البندورة *Lycopersicon esculentum* L. صنف Rutgers داخل البيت المحمي في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية (دمشق، سورية) لاستخدامها في عدوى نباتات

الاختبار فيما بعد. استخلصت النيماتودا منها ثم عُرِّقت إلى مستوى النوع اعتماداً على تحورات الكيونتيكل في النهاية الخلفية لجسم الأنتى، وحددت السلالة باستخدام طريقة العوائل المفرقة Differential host test. عقت التربة المستخدمة في الدراسة بالأتوكلاف عند درجة حرارة 121°م لمدة نصف ساعة، وأعيد تعقيمها مرة أخرى بعد 24 ساعة عند نفس درجة الحرارة المذكورة سابقاً (العسس ونفاع، 2011)، ثم وزعت في أصص بلاستيكية (قطر 23 سم) نظيفة ومعقمة بالفورمالين 40%، واتبع تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) وبأربع مكررات، ودرست المعاملات التالية:

- 1- شاهد غير معاملة بأي من الفطر والنيماتودا.
 - 2- شاهد معدى بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* فقط.
 - 3- عدوى بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* مع المعاملة بالفطر *Trichoderma harzianum*.
 - 4- عدوى بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* مع المعاملة بالفطر *Monacrosporium eudermatum* Strain 2024.
 - 5- عدوى بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* مع المعاملة بالفطر *Arthrobotrys conoides* Strain 2022.
 - 6- عدوى بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* مع المعاملة بالفطر *A. candida* Strain 2012.
 - 7- عدوى بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* مع المعاملة بالفطر *Paecilomyces lilacinus* Strain 14052.
 - 8- عدوى بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* مع المعاملة بالفطر *P. variotii* Strain I.
 - 9- عدوى بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* مع المعاملة بفطر *P. variotii* Strain II.
 - 10- عدوى بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* مع معاملة التربة بمبيد نيماتودا Mocap 10g (Ethoprop).
- أضيفت حبوب الشعير المحملة بالفطريات للتربة قبل الزراعة بمدة 10 أيام وبمعدل 15 غ/أصيص (Enrique and Barker, 1989; Khan et al., 2001)، وأضيف المبيد موكاب (Ethoprop) Mocap g10 بمعدل 100 كغ/هكتار، عقت بذور القطن صنف حلب 33 (قابل للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور) (المصري وآخرون، 2013) سطحياً بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم 3% لمدة دقيقة واحدة، ثم غسلت بالماء المقطر المعقم، وزرعت بعمل حفرتين على عمق 2.5 سم في كل أصيص بعد لصق بطاقة تشير إلى اسم المعاملة، ثم فُرِّدت البادرات إلى بادرة واحدة/أصيص بعد 11 يوماً من الإنبات. تم استخلاص بيض نيماتودا تعقد الجذور (*M. incognita* race 3) من جذور نباتات البندورة النامية في المزارع النقيّة، وذلك باستخدام طريقة هيبوكلوريت الصوديوم NaOCl تركيز 0.5% (Hussey and Barker, 1973). وتمت عدوى نباتات القطن بواقع 6000 بيضة ويرقة طور ثاني/أصيص (Khan et al., 2001) عند ظهور الأوراق الحقيقية الأولى (Townshend et al., 1989). تركت النباتات لتنمو خارج البيت المحمي مدة 90 يوماً تحت الظروف الطبيعية، وتمت سقايتها وتسميدها حسب الحاجة. وفي نهاية التجربة، رفعت النباتات من الأصص برفق، وأخذت قراءات أطوال النباتات (سم) ووزن المجموع الخضري (غ) (Cabanillas et al., 1988)، ثم غسلت الجذور بتيار خفيف من الماء الجاري، وأخذ وزن المجموع الجذري (غ) (Colyer et al., 2000; Anwar and Mc Kenry, 2007). بعد ذلك، تم عدّ العقد وأكياس البيض في 5 غ جذور، ثم أخذ 10 أكياس بيض ووضعت في الحاضنة ضمن طبق بتري (قطره 9 سم) وأحصي عدد الطور اليرقي الثاني الفاقس خلال مدة 6 أيام، ثم حسبت النسبة المئوية لفقس البيض. وتم حساب الكثافة العددية النهائية ليرقات الطور الثاني للنوع *M. incognita* في كمية 250 سم³ من التربة بطريقة أقماع بيرمان، ثم حسب معدل تكاثر النيماتودا وفق المعادلة: معدل التكاثر (R) = الكثافة العددية النهائية للنيماتودا/ الكثافة الابتدائية (عدد اللقاح الأولي). كما حسبت أيضاً الكفاءة النسبية للفطريات الأحيائية في مكافحة نيماتودا تعقد *M. incognita* في جذور نباتات القطن وفق معادلة أبوت (Abbott, 1925):

$$100 \times \left[\left(\frac{\text{عدد النيماتودا في الأصص المعاملة بالفطر والنيماتودا}}{\text{عدد النيماتودا في أصص الشاهد المعدي بالنيماتودا فقط}} \right) - 1 \right] = \% \text{ كفاءة المعاملة}$$

جمعت النتائج في جداول خاصة وحللت إحصائياً باستخدام برنامج التحليل الإحصائي GenStat لتحديد معنوية متوسطات الصفات المدروسة، كما درست الفروق بين المعاملات باستخدام اختبار Duncan عند مستوى دلالة معنوية (P=0.05) وفق ما بيّنه (Anwar and McKenry, 2007).

النتائج والمناقشة:

أظهرت نتائج هذه الدراسة كفاءة الفطريات الأحيائية في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور (*Meloidogyne incognita* (race 3) من خلال خفض معدل تكاثرها والنسبة المئوية لفقس البيض، ومتوسط عدد العقد الجذرية، وتحسين مؤشرات نمو نباتات القطن. وهذا يتفق مع نتائج العديد من الباحثين على محاصيل مختلفة وخصوصاً البندورة (Stirling and Mankau, 1979; Al-Hazmi et al., 1982; Jansson et al., 1985; Sharma and Pandey, 2009; Khan et al., 2001). ومن ناحية ثانية، اختلفت فعالية الفطريات الأحيائية باختلاف طريقة تطفلها وتخصّصها على الأطوار المختلفة للنيماتودا (Townshend et al., 1989). فقد أدت المعاملة بأنواع الفطريات *A. candida* و *A. conoides* و *M. eudermatum* إلى خفض معنوي لمتوسط عدد العقد (57 و 94.5 و 98 عقدة/5 غ جذور على التوالي) ومتوسط تعداد الطور اليرقي الثاني/250 سم³ تربة (47.5 و 149.5 و 126 طور يرقي/250 سم³ تربة على التوالي) وكذلك معدل التكاثر (0.2 و 0.6 و 0.5 على التوالي) مقارنة مع الشاهد المعدي بالنيماتودا منفردة والتي بلغت 268 عقدة/5 غ جذور، و 390 يرقة/250 سم³ تربة، و 1.6 على التوالي (الجدول 1). ويعود ذلك لكونها فطريات مفترسة قادرة على اصطياد يرقات الطور الثاني مما أدى إلى خفض عددها في التربة، وهذا يتوافق إلى حد بعيد مع ما وجدته (Townshend et al., 1989) حول خفض *M. coniospra* و *A. flagrans* لمتوسط عدد العقد الجذرية والطور اليرقي الثاني في التربة (34 و 47% على التوالي) بعد 28 يوماً من بداية التجربة. ولم تكن الفروقات في خفض معدل تكاثر نيماتودا تعقد الجذور ومتوسط عدد يرقات الطور الثاني/250 سم³ تربة معنوية بين أنواع *Paecilomyces* سواء فيما بينها أو بالمقارنة مع الشاهد المعدي بالنيماتودا منفردة (الجدول 1). ويعود ذلك لكونها متطفلات على البيض، ولا تتطفل على اليرقات التي تخترق الجذور وتكوّن العقد، كما أن أكياس البيض المستخدمة في العدوى تحتوي على أعداد كبيرة من البيض الناضج الذي يهرب من التطفل نتيجة فقسه السريع بعد إضافته للتربة (Stirling and Mankau, 1979)، وهذا يتفق مع نتائج Rodriguez-Kabana et al., (1984) الذين وجدوا أن الفطرين *P. lilacinus* و *P. nostocoides* غير قادرين على خفض عدد العقد الجذرية التي يسببها النوع *M. arenaria* في جذور القرع (*Cucurbita pepo*). ولم يسجل الفاسم (2009) أيضاً فروقاً معنوية بين نسبة تطفل الفطرين *P. variotii* و *P. lilacinus* (61.4 و 68.5% على التوالي) على بيض نيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* تحت الظروف المخبرية، ولكنهما سبباً خفصاً في معدل فقس البيض بنسبة (24 و 21.7% على التوالي) وبفروق معنوية مقارنة مع الشاهد المعدي بالنيماتودا فقط (47.8%). وبالمقابل خفّضت إضافة فطريات هذا الجنس للتربة النسبة المئوية لفقس البيض معنوياً لتصل عند *P. variotii* Strain I و *P. lilacinus* إلى 13.2 و 18.2 و 17.8% على التوالي مقارنة مع الشاهد المعدي بالنيماتودا فقط (63.5%) (الجدول 1). ويفسر ذلك بأن أنواع الفطر *Paecilomyces* تتطفل على بيض نيماتودا تعقد الجذور غير مكتمل النضج فتمنعه من التطور والفقس، ويهرب القليل من يرقات الطور الثاني من الإصابة لتخترق أنسجة الجذور في الموسم التالي. وبالتالي يختلف عدد البيض الفاقس باختلاف عدد أكياس البيض، وعدد البيض القابل للتطفل/كيس، والعوامل البيئية كحرارة ورطوبة التربة وهذا يتوافق لحد بعيد مع ما بينه Stirling and Mankau في عام 1979، ويتوافق أيضاً مع نتائج Abd-El-Moity et al., (1993) الذين وجدوا أن المعاملة بالفطريات *P. lilacinus* و *T.*

M. incognita و *harzianum* sp. خفّضت نسبة فقس البيض ومتوسط عدد يرقات الطور الثاني للنيماطودا مقارنة مع الشاهد المعدي بالنيماطودا فقط.

الجدول 1. تأثير الفطريات الأحيائية في متوسط عدد العقد الجذرية وإنتاج البيض ومعدل تكاثر نيماطودا تعقد الجذور *M. incognita* (race 3) المنفذة تحت الظروف الحقلية، سورية، 2012.

معدل التكاثر	النسبة المئوية لفقس البيض	متوسط عدد البيض/كيس	متوسط عدد أكياس البيض/5 غ جذور	متوسط عدد اليرقات/250 سم ³ تربة	متوسط عدد العقد الجذرية/5 غ جذور	المعاملات المدروسة
1.6 a	63.5 a	717.3 a	70 a	390 a	268 a	<i>Meloidogyne incognita</i> شاهد معدي
0.3 bcd	19.2 b	519.1 a	21.3 b	121 bcd	128.2 b	<i>Trichoderma harzianum</i>
0.5 bcd	31.3 b	455.8 ab	17.5 b	126 bcd	98 bc	<i>Monacrosporium eudermatum</i>
0.2 cd	35.6 ab	489.7 a	9.5 b	47.5 cd	57 bc	<i>Arthrobotrys conoides</i>
0.6 bcd	20 b	644.3 a	28.3 b	149.5 bcd	94.5 bc	<i>Arthrobotrys candida</i>
1.1 abc	17.8 b	645.6 a	25b	263.8 abc	114.8 bc	<i>Paecilomyces lilacinus</i>
1.2 ab	18.2 b	601.8 a	26 b	286 ab	105.8 bc	<i>P. variotii</i> Strain I
0.9 abcd	13.2 b	546.4 a	22 b	221.8 abcd	140.5 b	<i>P. variotii</i> Strain II
0.1 d	19.9 b	203.7 b	5.3 b	30 d	14.7 c	مبيد Mocab
0.9	30.2	263.1	25.6	217	112.5	LSD_{5%}

القيم المتبوعة بأحرف متشابهة عمودياً لا توجد بينها فروق معنوية عند مستوى دلالة 5%.

ومن ناحية أخرى، كانت المعاملة بالمبيد موكاب Mocab الأكثر فعالية بين المعاملات في خفض تشكل العقد الجذرية ومتوسط عدد أكياس البيض ومتوسط تعداد الطور اليرقي الثاني/250 سم³ تربة، وبالتالي خفض معدل التكاثر والنسبة المئوية للفقس (0.1 و 19.9% على التوالي) (الجدول 1)، ويعود ذلك لتأثير مادة Ethoprop (10%) السامة في قتل اليرقات الفاقسة أثناء تنقلها أو تغذيتها على أنسجة الجذور النامية في التربة المعاملة بالمبيد (Khan et al., 2001). وأظهر كفاءة نسبية عالية في خفض تشكل العقد على جذور نباتات القطن بلغت 96.1% وبفروقات معنوية مع كافة الفطريات الأحيائية المدروسة (الجدول 2). كما سجلت فروقاً معنوية بين النسبة المئوية لكفاءة كل من الفطرين (*P. lilacinus* و *P. variotii* Strain I) ومبيد Mocab (*Ethoprop*) في خفض أعداد أكياس البيض (52.3 و 62.1 و 93.1 على التوالي). ولم تكن الفروقات بين الكفاءة النسبية لكل من الفطريات *A. conoides* و *A. candida* و *P. variotii* Strain II في خفض متوسط عدد اليرقات/250 سم³ تربة معنوية مقارنة مع كفاءة المبيد موكاب Mocab والتي بلغت 93.4% و 74.3% و 84.6% و 100% على التوالي (الجدول 2). ويتوافق ذلك مع ما بينه Sharma and Panndey (2009) من وجود مثل هذا التماثل في التأثير، فقد سجل وجود تشابه في التأثير بين فعالية فطر *T. harzianum* ومبيد كاربوفوران، تلاه الفطران *P. lilacinus* و *A. oligospora* ومركبات النيم في خفض الإصابة بنيماطودا تعقد الجذور مع زيادة مؤشرات نمو النبات.

الجدول 2. الكفاءة النسبية (%) للفطريات الأحيائية في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور (*M. incognita* (race 3) على جذور نباتات القطن المنفذة تحت الظروف الحقلية، سورية، 2012.

المعاملات المدروسة	% متوسط عدد العقد/غ جذور	% متوسط عدد البيض/غ جذور	% متوسط عدد أكياس البيض/غ جذور	% متوسط عدد اليرقات/250 سم ³ تربة
<i>Trichoderma harzianum</i>	36.2 c	61.3 ab	63.3 abc	39.7 d
<i>Monacrosporium eudermatum</i>	43.7 bc	69.5 ab	73.8 abc	56.9 cd
<i>Arthrobotrys conoides</i>	68.2 b	79.5 ab	83.9 ab	93.4 ab
<i>Arthrobotrys candida</i>	57.5 bc	65.5 ab	67.4 abc	74.3 abc
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	40.36	60.1 ab	52.3 c	60.6 cd
<i>P. variotii</i> Strain I	51.9 bc	46 b	62.1 bc	69 bc
<i>P. variotii</i> Strain II	36 c	62.2 ab	64 abc	84.6 abc
مبيد Mocab	96.1 a	93.4 a	93.1 a	100 a
LSD _{5%}	27	34.7	30.8	27.9

القيم المتبوعة بأحرف متشابهة عمودياً لا توجد فروق معنوية بينها عند مستوى دلالة 5%.

وأظهرت نتائج هذه الدراسة التأثير الإيجابي لبعض الفطريات الأحيائية في مؤشرات نمو نباتات القطن مقارنة بالشاهد المعدى بالنيماتودا منفردة ومعاملة المبيد (الجدول 3). إذ سببت المعاملة بفطري *T. harzianum* و *M. eudermatum* زيادة معنوية في متوسط أطوال النباتات (48.5 و 47.5 سم على التوالي) ومتوسط وزن المجموع الخضري للنبات (80.5 و 66.5 غ على التوالي) مقارنة مع المعاملة بالفطر *P. lilacinus* (40.4 سم و 49.3 غ على التوالي) و *P. variotii* Strain II (37.4 سم و 53.5 غ على التوالي) (الجدول 3). وتوافق ذلك مع نتائج Singh وآخرون (2007) الذين ذكروا أن إضافة الفطرين *Arthrobotrys dactyloides* و *Dactylaria brochopaga* خفضت عدد العقد الجذرية (86% و 94% على التوالي)، وسببت زيادة في الوزن الخضري بنسبة 59.9% و 56.7% على التوالي، والوزن الرطب للجذور بنسبة 20.3% و 25.1% على التوالي مقارنة بمؤشرات نمو النباتات المزروعة في التربة المصابة.

الجدول 3. تأثير الفطريات الأحيائية في مؤشرات نمو نباتات القطن المنفذة تحت الظروف الحقلية، سورية، 2012.

المعاملات المدروسة	متوسط طول النبات /سم	متوسط وزن المجموع الخضري /غ	متوسط وزن المجموع الجذري /غ
شاهد سليم	38.5 c	49.5 bc	19.3 ab
<i>Meloidogyne incognita</i>	37.4 c	33 c	14.8 b
<i>Trichoderma harzianum</i>	48.5 a	80.5 a	19.3 ab
<i>Monacrosporium eudermatum</i>	47.5 a	66.5 ab	26.8 a
<i>Arthrobotrys conoides</i>	44.8 ab	66 ab	22.3 ab
<i>Arthrobotrys candida</i>	45.4 ab	60.5 ab	27.3 a
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	40.4 bc	49.3 bc	26.5 a
<i>P. variotii</i> Strain I	42.8 abc	59.8 ab	25.5 ab
<i>P. variotii</i> Strain II	38.5 c	53.5 bc	22.3 ab
مبيد موكاب Mocab	37.1 c	35.5 c	15 b
LSD _{5%}	5.9	22.7	9.9

القيم المتبوعة بأحرف متشابهة عمودياً لا توجد فروق معنوية بينها عند مستوى دلالة 5%.

ومما تقدم خفضت الفطريات الأحيائية المدروسة فعلياً متوسط عدد يرقات الطور الثاني في التربة ومعدل التكاثر وحسنت مؤشرات نمو نباتات القطن. والجدير بالذكر أن هذه الفطريات آمنة الاستخدام وتبقى في التربة لفترة طويلة، وأبدت نتائج واعدة في مكافحة.

المراجع:

- العسس، خالد محمد خير ووليد غازي نفاع (2011). فاعلية الفطر *Paecilomyces variotii* ومستخلص نبات الشوكران الكبير *Conium maculatum* وبعض المبيدات في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* على نبات البنندورة. المجلة العربية للبيئات الجافة. 4(1): 48-54.
- القاسم، محمد سعود (2009). النيماتودا المرافقة لأشجار الدراق وفاعلية عزلات من فطر *Pacilomyces spp.* في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica*. رسالة دكتوراه. جامعة دمشق. 109 ص.
- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2013). قسم الإحصاء، مديرية الإحصاء والتعاون الدولي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي. دمشق، سورية.
- المصري، ميمونه وخالد العسس وتيسير أبو الفضل (2013). مدى ملائمة بعض أصناف القطن السورية كعوائل لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* race 3. مجلة وقاية النبات العربية. 31(2): 182-186.
- ألوف، ندى وميساء يازجي ورامي قسام (2011). استخدام عزلات محلية من الفطر *Trichoderma* ضد أطوار مختلفة من نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* مخبرياً. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية. 33(5): 211-227.
- Abbott, W.S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Econ. Entomol.*, 18: 265-267.
- 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 of Agricultural Research*. 71(1):91-100.
- Abed Al-kader, 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 Environmental Sciences, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg in Breisgau, Germany. Pp 214.
- Al-Ameiri, N. S. (2009). Efficiency of Jordanian *Trichoderma harzianum* (Rifai) isolates against *Meloidogyne javanica* (Treub) on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Jordan Journal of Agricultural Sciences*. 5(4): 446-457.
- Al-Hazmi, A.S.; D.P. Schmitt; and J.N. Sasser (1982). The effect *Arthrobotrys conoides* on *Meloidogyne incognita* population densities in corn as influenced by temperature, Fungus inoculums density, and time of fungus introduction in the soil. *Journal of Nematology*. 14(2): 168-174.
- Anwar, S.A.; and M.V. Mc Kenry (2007). Variability in reproduction of four populations of *Meloidogyne incognita* on six cultivars of cotton. *Journal of Nematology*. 39(2):105-110.

- Cabanillas, E.; K.R. Barker; and M.E. Daykin (1988). Histology of the interactions of *Paecilomyces lilacinus* with *Meloidogyne incognita* on tomato. *Journal of Nematology*. 20(3): 362-365.
- Colyer, P.D.; T.L. Kirkpatrick; W.D. Caldwell; and P.R. Vernon (2000). Root-knot nematode reproduction and root galling severity on related conventional and transgenic cotton cultivars. *The Journal of Cotton Science*. 4(4): 232-236.
- Enrique, C.; and K. Barker (1989). Impact of *Paecilomyces lilacinus* inoculum level and application time on control of *Meloidogyne incognita* on tomato. *Journal of Nematology*. 21(1): 115-120.
- Hewlett, T.; D. Dickson; D. Mitchell; and M. Kannwischer-Mitchell (1988). Evaluation of *Paecilomyces lilacinus* as a biocontrol agent of *Meloidogyne javanica* on tobacco. *Journal of Nematology*. 20(4): 578-584.
- Hussey, R.S.; and K.R. Barker (1973). A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Plant Disease Reporter*. 57: 1025-1028.
- Jansson, H.B.; A. Jeyaprakash; and B. M. Zuckerman (1985). Control of root-knot nematodes on tomato by the endoparasitic fungus *Meriiaconiospora*. *Journal of Nematology*. 17(3): 327-329.
- Kerry, B.R. (1990). An assessment of progress towards microbial control of plant-parasitic nematodes. *Journal of Nematology*. 22: 621-631.
- Khan, H.U.; R. Ahmad; W. Ahmad; S.M. Khan; and M.A. Khan (2001). Evaluation of the combined effects of *Paecilomyces lilacinus* and *Trichoderma harzianum* against root-knot disease of tomato. *Journal of Biological Sciences*. 1(3): 139-142.
- Man-Hong, S.; L. Gao; S. Yan-Xia; L. Bao-Ju; and L. Xing-Zhong (2006). Fungi and actinomycetes associated with *Meloidogyne* spp. eggs and females in China and their biocontrol potential. *Journal of Invertebrate Pathology*. 93(1): 22-28.
- Morgan-Jones, G.; G. Goodey; and R. Rodriguez-Kabana (1981). *Verticillium chlamydosporium*, a fungal parasite of *Meloidogyne arenaria* females. *Nematropica*. 11: 115-119.
- Rodriguez-Kabana, R.; G. Morgan-Jones; G. Godoy; and B.O. Gintis (1984). Effectiveness of species of *Gliocladium*, *Paecilomyces* and *Verticillium* for control of *Meloidogyne arenaria* in field soil. *Nematropica*. 14(2): 155-170.
- Sharma, P.; and R. Pandey (2009). Biological control of root-knot nematode; *Meloidogyne incognita* in the medicinal plant; with an iasomnifera and the effect of biocontrol agents on plant growth. *African Journal of Agricultural Research*. 4(6): 564-567.
- Siddiqui, Z.A.; I. Mahmood (1996). Biological control of plant parasitic nematodes by fungi. *Bioresource Technology*. 58(3): 229-239.

- Singh, K.P.; P.K. Jaiswal; N. Kumar; and D. Kumar (2007). Nematophagous fungi associated with root galls of rice caused by *Meloidogyne graminicola* and its control by *Arthrobotrys dactyloides* and *Dactylaria brochopaga*. Journal of Phytopathology. 155(4): 193-197.
- Stirling, G.R. (1991). Biological control of plant-parasitic nematodes. Wallingford, UK: CAB International. Pp 282.
- Stirling, G. R. and R. Mankau (1979). Mode of parasitism of *Meloidogyne* and other nematode eggs by *Dactylella oviparasitica*. Journal of Nematology. 11(3): 282-288.
- Townshend, J.L. ; M. Meskine and G.L. Barron (1989). Biological control of *Meloidogyne hapla* on alfalfa and tomato with the fungus *Mericoniospora*. Journal of Nematology. 21(2): 179-183.
- Zuckerman, B.M.; M. Matheny; and N. Acosta (1994). Control of plant- parasitic nematodes by a nematocidal strain of *Aspergillus niger*. Journal of Chemical Ecology. 20(1): 33-43.

Efficiency Evaluation of Some Nematophagous Fungi Against Root-Knot Nematode *Meloidogyne incognita* on Cotton Plants in Syria

AL- Masri, M. ⁽¹⁾, S. Alarabi ⁽¹⁾, R. Albaka ⁽¹⁾, M. Abed Al kader ⁽²⁾ and K. Al-Assas ⁽²⁾

(1). General commission for scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria.

(2). Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus, Syria.

(*Corresponding author: Dr. Maimounh Al-Masri. E-Mail: dr.maymonh-almasri@hotmail.com).

Received: 04/01/2016

Accepted: 28/03/2016

Abstract:

The efficiency of 7 nematofagous fungi (*Trichoderma harzianum*, *Monacrosporium eudermatum* Strain 2024 (recently *Arthrobotrys eudermatum*), *Arthrobotrys conoides* Strain 2022, *A. candida* Strain 2012, *Paecilomyces lilacinus* Strain 14052 (recently *Purpureocillium lilacinum*), *P. variotii* Strain I and *P. variotii* Strain II) were evaluated against root-knot nematode *M. incognita* (race 3) on cotton plants (variety Aleppo 33) in pots under field conditions during 2012 at GCSAR/Syria. The use of tested fungi reduced the number of egg masses on cotton roots, number of larvae in the soil, nematode reproduction rate, and improved cotton plants growth indicators comparing with the control plants ($P \leq 0.05$). The fungus *A. conoides* was the most efficient one in reducing the number of root gall (57%), while *Paecilomyces* fungi reduced significantly the egg hatching rates which ranged 13.2-18.2% comparing with the control that inoculated only with the nematode (63.5%), with no significant differences among them. Also, results showed significant differences with the relative efficiency rates for the two fungi (*P. lilacinus* and *P. variotii* Strain I), and nematicide Mocap (Ethoprop) in the reducing egg mass rates (52.3, 62.1, and 93.1, respectively). The effect of the fungus *M. eudermatum* was not only in the parasitism on the vermiform stages, but also it reduced the eggs average inside egg masses (455.8 egg/egg mass), similarly to the effect of nematicide Mocap (Ethoprop) treatment alone (203.7 egg/egg mass).

Key words: Cotton, Nematofagous Fungi, *Meloidogyne incognita*.