

## كفاءة بعض الفطور والبكتريا في مكافحة الاحيائية لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* على الطماطم/البندورة

حمود مهدي صالح<sup>1</sup>، فرقد عبد الرحيم عبد الفتاح<sup>2</sup>، رقيب عاكف العاني<sup>2</sup> وهادي مهدي عبودي<sup>1</sup>  
(1) دائرة البحوث الزراعية والبايولوجية، ص.ب. 765، بغداد، العراق؛ (2) كلية الزراعة، جامعة بغداد، أبي غريب، العراق.

### المخلص

صالح، حمود مهدي، فرقد عبد الرحيم عبد الفتاح، رقيب عاكف العاني وهادي مهدي عبودي. 2002. كفاءة بعض الفطور والبكتريا في مكافحة الاحيائية لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* على الطماطم/البندورة. مجلة وقاية النبات العربية. 20: 70-76.

تم تقويم كفاءة أربعة عزلات من الفطر *Acremonium butyri* (Beyma) Gams وثلاث عزلات من الفطر *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson وثلاث عزلات مطفورة متحملة لمبيد البنليت من الفطر *P. lilacinus* لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood. أوضحت النتائج قدرة عزلات الفطرين المستخدمة في خفض أعداد العقد الجذرية للنيماتودا وخاصة العزلة رقم 1 للفطر *P. lilacinus* والعزلة رقم 4 للفطر *A. butyri*. وعند استعمال خمسة مستويات (0، 2، 4، 8 و 16 غ/نبات) من اللقاح الفطري النامي على حبوب القمح لكلا الفطرين أوضحت النتائج بأن أفضل مستوى للمكافحة كان عند استعمال 8 غ من اللقاح الفطري لكل نبات وبخاصة عند الإضافة قبل 7 و 14 يوماً من موعد الزراعة. وعند اختبار كفاءة الفطر *P. lilacinus* والطفرة C المتحملة لمبيد البنليت من الفطر *P. lilacinus*، والفطر *A. butyri* والبكتريا *Pasteuria penetrans* (Thorne) Sayre & Starr كعوامل للمكافحة الأحيائية مقارنة بالمبيد الكيميائي نيماتوكيور (40%) لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور على الطماطم/البندورة صنف "بيرسن" تحت ظروف البيت البلاستيكي، تبين بأن جميع الأنواع المستعملة قد أدت إلى خفض معنوي لأعداد البيض واليرقات في الجذور وأعداد اليرقات في التربة كما أدى استخدام البعض منها مثل *P. lilacinus* و *A. butyri* إلى زيادة الغلة بفارق معنوي مقارنة بمعاملة المبيد الكيميائي نيماتوكيور.

**كلمات مفتاحية:** مكافحة حيوية، فطريات، نيماتودا تعقد الجذور، بكتريا، طماطم/البندورة، العراق.

### المقدمة

لاحظ Aboud وآخرون (1) أن استعمال كلاً من الفطرين *P. lilacinus* و *A. butyri* قد أدى إلى زيادة معنوية في مؤشرات النمو للمجموع الخضري للطماطم/البندورة مقارنة مع معاملة الشاهد. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد كمية اللقاح الأمثل من فطور مكافحة الأحيائية وكذلك أنسب موعد لإضافتها للتربة بغرض الحصول على أفضل مكافحة لنيماتودا تعقد الجذور على نباتات الطماطم/البندورة صنف "بيرسن"، وكذلك إلى دراسة كفاءة بعض الفطور والبكتريا في مكافحة الأحيائية لنيماتودا تعقد الجذور في ظروف البيت البلاستيكي.

### مواد البحث وطرائقه

#### الفطريات

استعملت في هذه الدراسة أربع عزلات (ذات الأرقام 1، 2، 3 و 4) من الفطر *A. butyri* عزلت من بيض نيماتودا تعقد الجذور وديدان الحمضيات وإنائها، عزلت الأولى من نباتات باذنجان مصابة بنيماتودا تعقد الجذور من أحد الحقول في مزرعة الزعفرانية، والثانية من بستان الحمضيات في التويته، والثالثة من نباتات طماطم/بندورة مصابة بأحد الحقول في منطقة الطارمية، والرابعة من نباتات باذنجان مصابة بأحد الحقول في منطقة الدورة.

كما استعملت ثلاث عزلات (ذات الأرقام 1، 2 و 3) من الفطر *P. lilacinus*، العزلة الأولى مصدرها الهيئة العامة للبحوث الزراعية، وزارة الزراعة والثانية عزلت من بيض نيماتودا تعقد

أتاح استخدام مبيدات نيماتودا النبات منذ مطلع الخمسينات مكافحة فاعلة لمدى واسع من النيماتودا على مختلف المحاصيل الزراعية وفي أرجاء مختلفة من العالم، إلا أن التكلفة العالية لهذه المبيدات وما يرافق استخدامها من مخاطر بيئية وصحية أدت إلى الحد من استخدامها (19)، وفي النظام الحديث لإدارة الآفات الزراعية، ركزت الجهود على خفض كثافة المسبب المرضي إلى دون مستوى الحد الحرج باعتماد طرق وأساليب أخرى للمكافحة منها المكافحة الأحيائية التي توفر إحدى البدائل لتحل ولو جزئياً مشكلة الاستخدام المفرط للمبيدات الكيميائية للحد من الأمراض النباتية بالإضافة إلى كونها طريقة آمنة وغير مكلفة اقتصادياً (10، 30). ولقد أظهرت نتائج التجارب المختبرية والحقلية التي أجريت في أرجاء مختلفة من العالم كفاءة بعض الأحياء في التطفل على النيماتودا وقدرتها العالية في التكيف لمختلف الظروف المناخية وظروف التربة (4، 5، 8، 12، 17، 19، 25، 28). وفي بعض الدراسات تفوقت عوامل مكافحة الأحيائية على المبيدات الكيميائية في هذا الصدد (11، 25، 26). ويعتبر الفطر *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson واحداً من أكفأ أنواع الفطور التي تتطفل على بيض نيماتودا تعقد الجذور (*Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood) (9، 14، 18، 20) وأوضحت دراسات أخرى كفاءة عالية للفطور *Acremonium butyri* و *Trichoderma viride* Pers. ex *P. lilacinus* (Beyma) Gams في التطفل على بيض نيماتودا تعقد الجذور (2، 26). كما

الجزور على نباتات طماطم/بندورة مصابة بأحد الحقول في منطقة الطارمية، والعزلة الثالثة مصدرها بيوض نيماتودا تعقد الجزور على نباتات بانجان مصابة بأحد الحقول في منطقة المسيب. كما استخدمت ثلاث طفرات (ذات الأرقام A، B و C) استحدثت من العزلة رقم 1 للفطر *P. lilacinus* المتحملة للمبيد الفطري بنليت التي تم استحداثها بواسطة أشعة جاما (3). تم إكثار جميع العزلات السابقة على الوسط الزراعي للفطور (حبوب قمح) لمدة 10 أيام (25).

#### نيماتودا تعقد الجزور

استعملت مزرعة نقية لنيماتودا تعقد الجزور من النوع *Meloidogyne javanica* تم إكثارها على نباتات فول ليما (Lima bean) منماة في أصص بلاستيكية في البيت الزجاجي.

#### البكتريا

استعملت البكتريا *Pasteuria penetrans* (Thorne) Sayre & Starr المتخصصة في التطفل على نيماتودا تعقد الجزور وقد عزلت هذه البكتريا من إحدى الحقول الزراعية في منطقة الزعفرانية (16).

#### ظروف التجربة

أجريت التجارب تحت ظروف البيت الزجاجي عند درجة حرارة 27±3 س ضمن منطقة التويثة عام 1996 واستعملت نباتات الطماطم/البندورة صنف "بيرسن". زرعت شتلات الطماطم/البندورة عمر أربعة أسابيع في أصص بلاستيكية سعة 1 كغ تحوي على مزيج معقم من التربة والبنموس بنسبة 1:2، وتم الري والتسميد حسب الحاجة.

#### اختبار عزلات مختلفة من الفطر *P. lilacinus* لمكافحة نيماتودا تعقد الجزور على الطماطم/البندورة

استعملت العزلات 1، 2 و 3 والطفرات A، B و C من الفطر *P. lilacinus* لمعرفة أثرها في مكافحة الأحيائية لنيماتودا تعقد الجزور. أعدت شتلات الطماطم/البندورة باستعمال مستويين من العدوى 2 و 6 غ من الوسط الزراعي الحاوي على عزلات وطفرات الفطر بعمر 10 أيام (يحتوي الغرام الواحد من الوسط الزراعي على  $1.6 \times 10^8$ ،  $2.1 \times 10^8$ ،  $1.8 \times 10^8$ ،  $1.9 \times 10^8$ ،  $2.3 \times 10^8$  و  $1.7 \times 10^8$  بوغ للعزلات 1، 2، 3، A، B و C المستعملة، على التوالي). وبعد أسبوع من الإعداء بالعزلات المختلفة أضيفت بيوض نيماتودا تعقد الجزور بمعدل 2000 بيضة/أصيص. كررت كل معاملة أربعة مرات موزعة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة. واعتمد عدد العقد الجذرية على جذور النباتات مقياساً لدرجة مكافحة الأحيائية بعد ثلاثة أسابيع من إضافة لقاح النيماتودا.

#### اختبار عزلات مختلفة من الفطر *A. butyri* لمكافحة نيماتودا تعقد الجزور على الطماطم/البندورة

تم اختبار العزلات 1، 2، 3 و 4 من الفطر *A. butyri* لمعرفة أثرها في مكافحة الأحيائية لنيماتودا تعقد الجزور. أعدت شتلات الطماطم/البندورة بمستويين من العدوى 2 و 6 غ من الوسط الزراعي الحاوي على عزلات الفطر بعمر 10 أيام (يحتوي الغرام الواحد من الوسط الزراعي على  $8.7 \times 10^7$ ،  $7.5 \times 10^7$ ،  $9 \times 10^7$  و  $6.7 \times 10^7$  بوغ للعزلات 1، 2، 3 و 4، على التوالي). وبعد أسبوع من الإعداء بالعزلات المختلفة أضيفت بيوض نيماتودا تعقد الجزور بمعدل 2000 بيضة/أصيص. كررت كل معاملة أربعة مرات موزعة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة. واعتمد عدد العقد الجذرية على جذور النباتات مقياساً لدرجة مكافحة الأحيائية بعد ثلاثة أسابيع من إضافة لقاح النيماتودا.

#### اختبار تأثير الكثافة اللقاحية للفطرين *P. lilacinus* و *A. butyri* في مكافحة نيماتودا تعقد الجزور

تم اختبار تأثير خمسة مستويات مختلفة (0، 2، 4، 8 و 16 غ قمح ملوثة /نبات) من اللقاح الفطري لكل من العزلة رقم 1 للفطر *P. lilacinus* والعزلة رقم 4 للفطر *A. butyri* في كفاءتهما في مكافحة نيماتودا تعقد الجزور على نباتات الطماطم/البندورة صنف "بيرسن" في البيت الزجاجي [يحتوي الغرام الواحد من القمح الملوث على  $17.7 \times 10^7$  بوغاً للفطر *P. lilacinus* (عزلة 1) و  $7.2 \times 10^7$  بوغاً للفطر *A. butyri* (عزلة 4)]. تم خلط اللقاح الفطري كل مستوى على حدى مع تربة الأصيل وتم شتل بادرات الطماطم/البندورة عمر أربعة أسابيع- والمنماة مسبقاً في وسط معقم - في الأصص بواقع نبات واحد/أصيص، وبعد أسبوع تم إضافة نيماتودا تعقد الجزور بمعدل 5000 بيضة/أصيص. كررت كل معاملة خمس مرات وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، وبعد خمسة أسابيع من العدوى بالنيماتودا رفعت النباتات من الأصص بلطف وتم تقدير الكثافة النهائية للنيماتودا (عامل التكاثر = عدد البيض النهائي/عدد البيض الابتدائي) وكذلك دليل تعقد الجزور (مقدراً حسب المقياس = 1، 0، 2 = 1-25%، 3 = 26-50%، 4 = 51-75%، 5 = 76-100% من المجموع الجذري يحوي على عقد جذرية)، وتم تحليل البيانات إحصائياً ومقارنة المتوسطات باستخدام طريقة اختبار دنكن عند مستوى احتمال 5%.

#### اختبار تأثير موعد الإضافة للفطرين *P. lilacinus* و *A. butyri* في مكافحة نيماتودا تعقد الجزور

استخدمت ثلاثة مواعيد إضافة لكل من الفطرين *P. lilacinus* (عزلة رقم 1) و *A. butyri* (عزلة رقم 4) عند الزراعة وقبل الزراعة بـ 7 و 14 يوماً. أضيف اللقاح الفطري بواقع 8 غ قمح ملوث لكل أصيص (يحتوي الغرام الواحد من القمح الملوث على  $14.2 \times 10^7$  بوغاً للفطر *P. lilacinus* و  $6.5 \times 10^7$  بوغاً للفطر *A. butyri*). وأضيفت

بيوض نيماتودا تعقد الجذور بواقع 5000 بيضة/أصيص. كررت كل معاملة خمس مرات وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، بعد خمسة أسابيع من العدوى بالنيماتودا، رفعت النباتات بلطف وتم تقدير أعداد البيض ودليل تعقد الجذور وتم تحليل البيانات احصائياً ومقارنة المتوسطات باستخدام اختبار دنكن عند مستوى احتمال 5%.

### اختبار تأثير عوامل مكافحة الاحيائية في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور على الطماطم/البندورة في تربة البيت البلاستيكي

تم استخدام الأنواع الفطرية *P. lilacinus* (عزلة رقم 1) و *A. butyri* (عزلة رقم 4) والطفرة C من الفطر *P. lilacinus* و عزلة رقم 1 كذلك البكتريا *P. penetrans* إضافة إلى المبيد الكيميائي نيماكوير (40%) لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور في البيت البلاستيكي في مزرعة اللطيفية عام 1996، الموبوءة بهذه النيماتودا (معظمها النوع *M. javanica*) وتم التأكد من ذلك عن طريق استخلاصها من التربة وتشخيصها مخبرياً. استعمل في هذه التجربة كمية لقاح مقدارها 100 غ من الوسط الزرعي الحاوي على الفطر لكل ساقية بطول 1 م، تم وضع اللقاح في منطقة زراعة النباتات ثم غطي بالتربة. أما البكتريا فقد اضيفت بمعدل 17×6.4 بوغ/ساقية. اضيف المبيد الكيميائي نيماكوير (40%) بمعدل 1.1 مل من المادة التجارية/م<sup>2</sup> (حسب توصية الشركة المنتجة). زرعت شتلات الطماطم/البندورة بعد أسبوع من وضع اللقاح أو المبيد وبأربعة مكررات وفق تصميم القطاعات العشوائية الكامل. وعند إجراء عمليات الري روعي السقي المنفرد للمعاملات لتجنب تداخل المعاملات فيما بينهما. وبعد مرور خمسة أشهر حسبت أعداد البيوض في 25 غ من جذور النباتات وأعداد اليرقات في الجذور وكذلك في التربة. كما تم حساب وزن الحاصل (كغ/نبات) بعد خمسة أشهر من الزراعة.

### النتائج والمناقشة

#### تأثير عزلات مختلفة من الفطر *P. lilacinus* في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور

أدى استعمال العزلات الثلاثة 1، 2 و 3 من الفطر *P. lilacinus* والطفرة الثلاثة A، B و C المستحدثة من العزلة رقم 1 المتحملة لمبيد البنليت وبمستويين من اللقاح الفطري (2 و 6 غ/نبات) إلى خفض أعداد العقد الجذرية بصورة معنوية مقارنة بعددها على جذور النباتات التي غير المعاملة بالفطر (جدول 1). كما أدى استعمال المستوى 6 غ من اللقاح الفطري إلى نتيجة أفضل من تلك عند استعمال 2 غ منه لكل نبات. كما حققت العزلة رقم 1 بالنسب للعزلات غير المطفرة أكبر خفض معنوي لأعداد العقد الجذرية لكلا المستويين من اللقاح الفطري. وقد يرجع السبب إلى تطفل الفطر على بيوض الديدان مما أدى إلى خفض أعداد العقد الجذرية ولا سيما أن هذه التجربة قد نفذت عند درجة حرارة 27±3 س وهي مثالية لنمو الفطر وقابلية في التطفل على بيوض نيماتودا تعقد الجذور، وهذا يتطابق مع

نتائج دراسة سابقة (20). وأدى استعمال العزلة المطفرة C إلى أفضل خفض في أعداد العقد الجذرية على جذور النباتات مقارنة بالطفرتين A و B. إن للفطور المتطفلة على بيوض نيماتودا تعقد الجذور دوراً كبيراً في المكافحة الاحيائية وخاصة أنواع النيماتودا التي تضع بيوضها مجتمعة في مادة جلاتينية (19) كنيماتودا تعقد الجذور ونيماتودا الحمضيات.

**جدول 1.** تأثير بعض عزلات الفطر *Paecilomyces lilacinus* وطفراته في نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* على الطماطم/البندورة صنف "بيرسن".

**Table 1.** Effect of some isolates and mutants of *Paecilomyces lilacinus* on root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* on tomato cv. Pearson.

عدد العقد الجذرية /نبات		العزلات المستعملة
Number of galls/plant		
6 غ لقاح فطري	2 غ لقاح فطري	Isolates used
6 g inoculum	2 g inoculum	
203 a	203 a	الشاهد (control)
52 d	67 df	العزلة 1 (isolate 1)
70 c	89 de	العزلة 2 (isolate 2)
109 b	130 b	العزلة 3 (isolate 3)
75 c	107 bc	العزلة المطفرة A (isolate A)
60 cd	90 cd	العزلة المطفرة B (isolate B)
49 d	62 df	العزلة المطفرة C (isolate C)

لا توجد اختلافات معنوية بين المتوسطات التي تشترك بالحرف نفسه ضمن العمود الواحد حسب اختبار دنكن عند مستوى احتمال 5%.

Means in a column followed by the same letters are not significantly different (P=0.05) according to Duncan's multiple range test.

#### تأثير عزلات مختلفة من الفطر *A. butyri* في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور

أوضحت نتائج دراسة تأثير العزلات الأربعة (ذات الأرقام 1، 2، 3 و 4) من الفطر *A. butyri* ضد نيماتودا تعقد الجذور وبمستويين من اللقاح الفطري (2 و 6 غ/نبات) أن جميع عزلات الفطر المستعملة أدت إلى خفض معنوي لأعداد العقد الجذرية على الجذور مقارنة بأعداد العقد الجذرية على جذور النباتات التي لم تعامل بالفطر (جدول 2) ولكلا المستويين من اللقاح الفطري. وحققت العزلة رقم 4 أكبر خفض في أعداد العقد الجذرية مقارنة بالعزلات الأخرى وعند مستوى 6 غ من اللقاح الفطري. ويعود السبب في ذلك إلى الدور التطفلي للفطر *A. butyri* على بيوض النيماتودا (15) مما أدى إلى خفض أعداد العقد الجذرية على المجموع الجذري، وهذا يتفق مع نتائج دراسات سابقة توضح دور الفطر *Acremonium sp.* في التطفل على بيوض نيماتودا النوع *Heterodera schachtii* Schm. (23، 24). ويبين جدول 2 أن العزلة رقم 2 حققت نتيجة متقاربة في خفض أعداد العقد الجذرية على جذور النباتات عند استعمال المستويين من اللقاح الفطري. لذا اتضح من هذا الاختبار أن العزلة رقم 4 هي العزلة الأكثر فاعلية في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور.

جدول 2. تأثير عزلات مختلفة من الفطر *Acremonium butyri* في نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* على الطماطم/البنندورة صنف "بيرسن".

Table 2. Effect of different isolates of *Acremonium butyri* on root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* on tomato cv. Pearson.

عدد العقد الجذرية / نبات		العزلات المستعملة Isolates used
6 غ لقاح فطري 6 g inoculum	2 غ لقاح فطري 2 g inoculum	
176 a	176 a	الشاهد (control)
52 b	93 b	العزلة 1 (isolate 1)
40 b	42 c	العزلة 2 (isolate 2)
39 b	28 c	العزلة 3 (isolate 3)
12 c	29 c	العزلة 4 (isolate 4)

لا توجد اختلافات معنوية بين المتوسطات التي تشترك بالحرف نفسه ضمن العمود الواحد حسب اختبار دنكن عند مستوى احتمال 5%.

Means in a column followed by the same letters are not significantly different (P=0.05) according to Duncan's multiple range test.

### تأثير الكثافة اللقاحية للفطرين *P. lilacinus* و *A. butyri* في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن لجميع مستويات الإعداء (2، 4، 8 و 16 غ) من اللقاح الفطري لكل نبات دوراً في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور ويفوارق إحصائية معنوية (P= 0.05) مقارنة مع معاملة الشاهد (جدول 3). ولوحظ أن إضافة 8 غ من لقاح العزلة رقم 4 من الفطر *A. butyri* قد حقق أفضل نتيجة في خفض أعداد البيض في الجذور مقارنة مع المعاملات الأخرى. ويلاحظ من الجدول 3 أن زيادة مستوى اللقاح للفطر *A. butyri* باستعمال 16 غ مستتبت فطري/ نبات أدى إلى زيادة أعداد البيض مقارنة بالمستوى 8 غ من المستتبت الفطري، وقد يرجع سبب انخفاض كفاءة الفطر في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور عند زيادة مستوى اللقاح إلى تجمع الأبواغ بكثافة عالية، مما يؤدي إلى تثبيط إنباتها، وقد لوحظت حالات تثبيط إنبات الأبواغ في فطور التقحم (21) والفطر *Trichoderma hamatum* (22) عند استعمال مستويات لقاح عالية وكذلك لوحظ أن استعمال مستويات

لقاح عالية من الفطر *A. butyri* أدى إلى خفض كفاءة الفطر في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور على الطماطم/البنندورة (26). وبيّن الجدول 3 أن عامل التكاثر لنيماتودا تعقد الجذور انخفض بصورة معنوية في جميع مستويات العدوى للفطر *A. butyri* وأن أفضل مستوى هو عند استعمال 8 غ من مستتبت الفطر حيث بلغ 3.16. كما أظهرت نتائج الدراسة أن أفضل مستوى لمكافحة نيماتودا تعقد الجذور عند استعمال العزلة رقم 1 من الفطر *P. lilacinus* هو 8 و 16 غ من مستتبت الفطر/نبات (جدول 3)، إذ حقق أفضل نتيجة في خفض أعداد البيض وعامل التكاثر مقارنة مع المعاملات الأخرى. أشارت دراسة سابقة بأن أفضل مستوى لإضافة الفطر *P. lilacinus* ضد نيماتودا تعقد الجذور هو 10 و 20 غ من حبوب القمح الملوثة بالفطر (7). كما وجد أن استعمال 10 غ من لقاح الفطر *P. lilacinus* كانت أفضل من استعمال 5 غ في خفض أعداد العقد الجذرية لنيماتودا تعقد الجذور على الطماطم/البنندورة (26). ويلاحظ من الجدول 3 أن إضافة 8 غ من لقاح الفطر *A. butyri* حقق أفضل خفض معنوي لدليل تعقد الجذور إذ بلغ 2.0 مقارنة مع معاملة الشاهد 4.8. أما الفطر *P. lilacinus* فقد حقق أفضل خفض معنوي لدليل تعقد الجذور عند المستويين 8 و 16 غ من المستتبت الفطري إذ بلغ 2.4 و 2.2، على التوالي.

### تأثير موعد الإضافة للفطرين *P. lilacinus* و *A. butyri* في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور

كان لمواعيد إضافة اللقاح الفطري الثلاثة تأثير معنوي في خفض أعداد البيض مقارنة بمعاملة النيماتودا فقط (جدول 4). وأظهرت النتائج أن أفضل موعد لتقليل الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور هو إضافة فطور مكافحة الأحيائية قبل 7 و 14 يوماً من الزراعة وبمستوى لقاحي 8 غ قمح ملوث/نبات، وهذا يتفق مع نتائج سابقة أشارت إلى أن أفضل حماية ضد نيماتودا النوع *M. javanica* عند إضافة الفطر *P. lilacinus* للتربة قبل 10 أيام من الزراعة (7).

جدول 3. تأثير مستويات مختلفة من الفطرين *Paecilomyces lilacinus* و *Acremonium butyri* في تكاثر نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* على الطماطم/البنندورة صنف "بيرسن".

Table 3. Effect of different levels of *Acremonium butyri* and *Paecilomyces lilacinus* on reproduction of *Meloidogyne javanica* on tomato cv. Pearson.

عزلة رقم 1 من الفطر <i>Paecilomyces lilacinus</i> Isolate No. 1 from <i>Paecilomyces lilacinus</i>			عزلة رقم 4 من الفطر <i>Acremonium butyri</i> Isolate No. 4 from <i>Acremonium butyri</i>			مستويات اللقاح المستعملة ع/نبات Inoculum levels used g/plant
دليل تعقد الجذور Root galling index	عامل التكاثر Reproduction factor	عدد البيض/ غ جذر Number of eggs/g root	دليل تعقد الجذور Root galling index	عامل التكاثر Reproduction factor	عدد البيض/ غ جذر Number of eggs/g root	
4.8 a	23.2 a	50277 a	4.8 a	23.2 a	50277 a	0.0
3.4 b	9.7 b	18388 b	3.0 b	8.7 b	16045 b	2.0
3.0 b	6.6 c	13083 bc	2.8 b	7.4 b	13690 b	4.0
2.4 c	4.5 d	8750 d	2.0 d	3.2 c	5220 c	8.0
2.2 c	2.9 d	5277 d	2.6 bc	6.2 b	11041 b	16.0

لا توجد اختلافات معنوية بين المتوسطات التي تشترك بالحرف نفسه ضمن العمود الواحد حسب اختبار دنكن عند مستوى احتمال 5%.

Means in a column followed by the same letters are not significantly different (P=0.05) according to Duncan's multiple range test.

جدول 4. تأثير وقت إضافة الفطرين *Paecilomyces lilacinus* و *Acremonium butyri* في تكاثر نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* على الطماطم/البندورة صنف "بيرسن".

Table 4. Effect of application time of *Acremonium butyri* and *Paecilomyces lilacinus* on reproduction of *Meloidogyne javanica* on tomato cv. Pearson.

وقت إضافة الفطور		وقت إضافة الفطور		وقت إضافة الفطور		الفطور المستخدمة Fungi used
قبل الزراعة بـ 14 يوماً		قبل الزراعة بـ 7 أيام		عند الزراعة		
14 days before transplanting	عدد البيض/ دليل تعقد الجذور	7days before transplanting	عدد البيض/ دليل تعقد الجذور	At transplanting	دليل تعقد الجذور	
عدد البيض/ دليل تعقد الجذور	عدد البيض/ دليل تعقد الجذور	عدد البيض/ دليل تعقد الجذور	عدد البيض/ دليل تعقد الجذور	عدد البيض/ دليل تعقد الجذور	عدد البيض/ دليل تعقد الجذور	
عدد البيض/ دليل تعقد الجذور	عدد البيض/ دليل تعقد الجذور	عدد البيض/ دليل تعقد الجذور	عدد البيض/ دليل تعقد الجذور	عدد البيض/ دليل تعقد الجذور	عدد البيض/ دليل تعقد الجذور	
عدد البيض/ دليل تعقد الجذور	عدد البيض/ دليل تعقد الجذور	عدد البيض/ دليل تعقد الجذور	عدد البيض/ دليل تعقد الجذور	عدد البيض/ دليل تعقد الجذور	عدد البيض/ دليل تعقد الجذور	
4.8 a	27825 a	4.6 a	28950 a	4.8 a	31625 a	(Control) الشاهد
2.4 b	12250 b	2.8 b	13250 b	3.0 b	16750 b	<i>Paecilomyces lilacinus</i>
2.2 b	9750 b	2.4 b	9500 b	2.8 b	17250 b	<i>Acremonium butyri</i>

لا توجد اختلافات معنوية بين المتوسطات التي تشترك بالحرف نفسه ضمن العمود الواحد حسب اختبار دنكن عند مستوى احتمال 5%.

Means in a column followed by the same letters are not significantly different (P=0.05) according to Duncan's multiple range test.

*P. lilacinus*، *A. butyri*، العزلة المطفرة C من الفطر *P. lilacinus* والبكتريا *P. penetrans* في خفض الكثافة العددية لبيوض ويرقات نيماتودا تعقد الجذور في التربة والجذور ما عدا حالة واحدة وهي أعداد اليرقات في الجذور (جدول 5). وقد سجل هذا المستوى من الخفض دراسات سابقة عديدة (12، 26). كما وجدت مكافحة أحيائية طبيعية في ترب حقول العنب بسبب وجود أبواغ البكتريا *P. penetrans* (29، 31). حيث تتسم هذه البكتريا بمواصفات تجعلها ملائمة جداً للاستعمال كمبيد احيائي على النطاق التطبيقي الحقل (27). فأبواغ هذه البكتريا متحملة للمبيدات الزراعية والحرارة العالية والجفاف (30). كما وأنها تثابر على مدى سنين طويلة في التربة، لذلك فهي تمثل خياراً واضحاً للاستعمال في برامج مكافحة الأحيائية لنيماتودا النبات. إن الخفض المعنوي في أعداد النيماتودا قد انعكس في زيادة إنتاجية النبات، حيث أوضحت النتائج أن عوامل مكافحة الأحيائية أدت إلى زيادة معنوية في الحاصل مقارنة مع معاملة الشاهد مقدارها 13-45% مقارنة بـ 7% عند استعمال المبيد الكيميائي (جدول 5). إن دور مكافحة الأحيائية في زيادة معايير النمو للنبات قد سجل في تجارب عديدة (1، 6، 30). واستناداً لهذه النتائج فإن استعمال فطور مكافحة الأحيائية والبكتريا في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور على الطماطم/البندورة تحت ظروف البيت البلاستيكي أدت مهمتها بنجاح في خفض الكثافة العددية لنيماتودا تعقد الجذور وحققت زيادة في الإنتاج في حين لم يستطع المبيد الكيميائي تحقيق نتيجة مرضية في خفض الكثافة العددية لنيماتودا وأن الغرض من استعمال الطفرة C من الفطر *P. lilacinus* المقاومة لمبيد البنليت هو لإمكانية استخدام هذا الفطر بتوافق مع المبيد الفطري بنليت الذي يستعمل على نطاق واسع في الزراعة المحمية دون أن يفقد الفطر كفاءته في مكافحة نيماتودا النبات.

ويبين الجدول 4 أن الفطر *A. butyri* قد حقق نتيجة أفضل من الفطر *P. lilacinus* في خفض أعداد البيض وبخاصة عند إضافته للتربة قبل 7 و 14 يوماً من الزراعة وقد يرجع السبب في ذلك إلى الكفاءة العالية للفطر *A. butyri* في التطفل على بيوض النيماتودا مقارنة بالفطر *P. lilacinus*، وهذا ما تؤكدته نتائج سابقة حول تفوق هذا الفطر في التطفل على بيوض نيماتودا تعقد الجذور على أوساط زرع صلبة (25)، أو ربما يعود السبب إلى دخول الفطر *A. butyri* ونموه بين خلايا الجذر (نتائج غير منشورة) محدثاً تغيرات تزيد من مقاومة النبات للنيماتودا. هذا وقد أوضحت نتائج دراسة سابقة (13) إلى أن الفطر *A. coenophialurn* ينمو بين خلايا الجذر وهو داخلي التطفل إذ توجد علاقة تعايشية بين العائل والفطر، مسبباً تثبيط تكاثر نيماتودا تعقد الجذور على نبات الفستوك المنتصب (Tall fescue). ويلاحظ من الجدول 4 انخفاض دليل تعقد الجذور بفارق معنوي لجميع معاملات الإضافة مقارنة مع معاملة الشاهد.

#### اختبار تأثير عوامل مكافحة الأحيائية في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور على الطماطم/البندورة في تربة البيت البلاستيكي

أدت نتائج استعمال فطور مكافحة الأحيائية والبكتريا إلى خفض معنوي لأعداد البيض واليرقات في الجذور وأعداد اليرقات في التربة مقارنة مع معاملتي المقارنة والمبيد الكيميائي نيماكور (جدول 5). قد يرجع سبب إخفاق المبيد الكيميائي في مكافحة إلى تلاشيته نتيجة للتطل أو الغسل بعيداً عن منطقة التأثير. تؤكد هذه الدراسة حقيقة مهمة وهي أن استعمال المبيدات الكيميائية قد يعطي حلاً آنية قصيرة الأمد إذ أن أعداد النيماتودا (بيوض أو يرقات) قد يزداد إلى الحد الضار بعد مرور بضعة أشهر من إجراء مكافحة (19) بينما يستمر فعل عوامل مكافحة الأحيائية لفترة طويلة (30). ويلاحظ أنه لا توجد فروق معنوية بين معاملات فطور مكافحة الأحيائية

جدول 5. تأثير عوامل مكافحة الأحيائية في تكاثر نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* وكمية الحاصل لمحصول الطماطم/ البندورة صنف "بيرسن" في البيت البلاستيكي.

**Table 5.** Effect of biocontrol agents on reproduction of root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* and yield of tomato cv. Pearson under plastic house conditions.

النسبة المئوية للزيادة في الحاصل % increment in yield	الحاصل* (غ/نبات) Yield* (g/plant)	عدد اليرقات /25 غ تربة Number of juveniles /25 g soil	عدد اليرقات/25 غ جذر Number of juveniles/25g root	عدد البيض / 25 غ جذر Number of eggs/25 g root	المعاملات Treatments
-	1083 d	2724 a	28620 a	64266 a	الشاهد Control
7	1156 cd	1507 b	13410 b	38469 b	مبيد نيماتودا 40 % Nemacur
14	1233 c	393 c	5733 d	18662 c	<i>Pasteuria penetrans</i>
24	1342 b	376 c	6933 cd	20456 c	<i>Paecilomyces lilacinus</i> عزلة رقم 1 (Isolate No. 1)
13	1223 c	325 c	6933 cd	19064 c	<i>Acremonium butyri</i> عزلة رقم 4 (Isolate No. 4)
45	1567 a	507 c	8416 c	22034 c	<i>P. lilacinus</i> طفرة C (Isolate C)

Yield/three harvests

وزن الحاصل يمثل ثلاث جنيات

لا توجد اختلافات معنوية بين المتوسطات التي تشترك بالحرف نفسه ضمن العمود الواحد حسب اختبار دنكن عند مستوى احتمال 5%.

Means in a column followed by the same letters are not significantly different (P=0.05) according to Duncan's multiple range test.

### Abstract

Saleh, H.M, F.A. Fattah, R.A. Al-Ani and H.M. Aboud. 2002. Efficiency of Some Fungi and Bacteria in Biological Control of Root- Knot Nematode, *Meloidogyne javanica* on Tomato. Arab J. Pl. Prot. 20: 70-76.

The efficiency of four isolates of *Acremonium butyri* (Beyma) Gams, three isolates of *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson were evaluated as biocontrol agents against the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood. Results showed that all the isolates tested were capable of reducing gall number on the root system, especially isolates 1 and 4 of *P. lilacinus* and *A. butyric*, respectively. Five inoculum densities (0, 2, 4, 8 and 16 g/plant) of *A. butyri* and *P. lilacinus* grown on wheat seeds were used. Results indicated that an inoculum density of 8 g/plant, resulted in efficient biological control, especially 7 and 14 days before transplanting. The efficiency of the fungal species *P. lilacinus*, *P. lilacinus* biotype C, *A. butyri* and the bacterium *Pasteuria penetrans* (Thorne) Sayre and Starr as biocontrol agents compared with nemacur (40%) for control of *M. javanica* on tomato cv. Pearson under plastic house conditions was investigated. Results indicated that all the biocontrol agents significantly reduced the number of eggs and juveniles in the roots and the number of juveniles in the soil. These agents also significantly increased the yield compared to the nemacur treatment.

**Key words:** Biological control, fungi, Root-knot nematode, bacterium, Tomato, Iraq.

**Corresponding author:** H.M. Saleh, Agricultural and Biological Research Center, P.O. Box 765, Baghdad, Iraq.

### References

### المراجع

- Aboud, H.M, H.M. Saleh and F.A, Fattah. 1991. Some biocontrol agents as plant growth promoting factors. Iraqi Journal of Microbiology, 3(1):178-181.
- Aboud, H.M., H.M. Saleh, F.A. Fattah and H.A. Hadwan. 1992. *Trichoderma viride* as biocontrol agent of root-knot nematode. Iraqi Journal of Agricultural Science, 23(2):7-12.
- Aboud, H.M., H.M. Saleh and F.A. Fattah.1998. Induced benlate tolerant of *Paecilomyces lilacinus*. Third Arab Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy. Damascus, Syria, December 9-13, 1996.
- Abu-Laban, A.Z. and H.M. Saleh. 1992. Evaluation of animal Manures for mass production storage and application of some nematode egg parasitic fungi. Nematologica, 38:237-244.
- Adiko, A. 1984. Biological control of *Meloidogyne incognita* With *Paecilomyces lilacinus*. M.S. thesis, North Carolina Stau, Raleigh, NC.
- Brown, S.M., J.L. Kepner and G.C. Jr. Smart. 1985. Increased crop yield following application of *Bacillus penetrans* to field plots infested with *Meloidogyne incognita*. Soil Biology and Biochemistry, 17:483-486.
- Cabanillas, E. and K.R. Barker. 1989. Impact on *Paecilomyces lilacinus* inoculum level and application time on control of *Meloidogyne incognita* on tomato. Journal of Nematology, 21:115-120.
- Cabanillas, E., K.R. Barker and L.A. Nelson. 1989. Survival *Paecilomyces lilacinus* in selected carries and related effects on *Meloidogyne incognita* on tomato. Journal of Nematology, 21:121-130.

9. **Carneiro, R.M.D. and J. Cayrol.** 1991. Relationship between inoculum density of the nematophagous fungus *Paecilomyces lilacinus* and control of *Meloidogyne arenaria* on tomato. *Revue de Nematologie*, 14(4): 629-634.
10. **Cook, R.J. and K.E. Barker.** 1983. The nature and practice of biological control of plant pathogens. Amer. Phytopatol Soc. St. Paul, MN. 539 pp.
11. **Davide, R.G. and R.A Zorilla.** 1985. Evaluation of a fungus *Paecilomyces lilacinus* for the biological control of root-knot nematodes, *Meloidogyne incognita* on okra as compared with nematicide Isazofos. *Phil. Agric.*, 68:493-500.
12. **Dube, B. and G.C. Smart.** 1987. Biological control of *Meloidogyne incognita* by *Paecilomyces lilacinus* and *Pasteuria penetrans*. *Journal of Nematology*, 19:222-227.
13. **Elmi, A.A., C.P. West, T.L. Kirkpatrick and R.T. Robbins.** 1990. *Acremonium* endophyte inhibits root-knot nematode reproduction in tall fescue. *Agriculture of Experimental*, 39(6):3.
14. **Esguerra, Z.S and R.T. Alberto.** 1990. Evaluation of *Paecilomyces lilacinus* for the biological control of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* on tomato. *CLSU Scientific Journal*, 9(3):37-47.
15. **Fattah, F.A.** 1988. Chitinolytic activity of fungi associated with females and eggs of the citrus nematode, *Tylenchulus semipenetrans*. *Journal of Agriculture and Water Resources Research*, 7(1):1-9.
16. **Fattah, F.A. and H.M. Saleh.** 1989. Occurrence of a bacterial parasite (*Bacillus penetrans*) on *Meloidogyne* spp. in Iraq. *Iraqi Journal of Agricultural Science*, 20 (1):159-163.
17. **Fattah, F.A., H.M. Aboud and H.M. Saleh.** 1996. Encapsulation of three biocontrol fungi in alginate pellets for control of citrus nematode, *Tylenchulus semipenetrans*. *IPA Journal of Agricultural Research*, 6(3):213-220.
18. **Godoy, G., R. Rodriguez-kabana and G. Morgen-Jones.** 1983. Fungal parasite of *Meloidogyne arenaria* eggs in an Alabama soil. A mycological survey and greenhouse studies. *Nematologica*, 13:20-213.
19. **Jatala, P.** 1986. Biological control of plant parasitic nematodes. *Annual Review of Phytopathology*, 24:453-489.
20. **Jatala, P., R. Kaltentbach and M. Bocangel.** 1979. Biological control of *Meloidogyne incognita acrita* and *Globodera pallida* on potatoes. *Journal of Nematology*, 11: 303.
21. **Kiraly, Z., Z. Klement, F. Solynoso and J. Voros.** 1974. *Methodes in plant pathology.* Elsevier Scientific Publishing Company INC. New York. 509 pp.
22. **Nol, L. and Y. Henis.** 1987. Effect of spore concentration on germination and autotropism in *Trichoderma hamatum*. *Plant and Soil*, 100: 285-295.
23. **Nigh, E.A., I.J. Thomason and S.D Van Gundy.** 1980. Identification and distribution of fungal parasites of *Heterodera schachtii* eggs in California. *Phytopathology*, 70:884-889.
24. **Qadri, A.N. and H.M. Saleh.** 1990. Fungi associated with *Heterodera schachtii* (Nematoda) in Jordan II. Effect on *H. schachtii* and *Meloidogyne javanica*. *Nematologica*, 36:104-113.
25. **Saleh, H.M.** 1996. Evaluation of the fungi, *Paecilomyces lilacinus*, *Acremonium butyri* and the bacterium *Pasteuria penetrans* as biocontrol agents of the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*. Ph.D. thesis, University of Baghdad, College of Agriculture, Iraq. 91 pp.
26. **Saleh, H.M., H.M. Aboud and F.A. Fattah.** 1992. Biological and chemical control of the plant parasitic nematode, *Meloidogyne javanica*. *Iraqi Journal of Agricultural Science*, 23:23-25.
27. **Sayre, R.M.** 1980. Biocontrol: *Bacillus penetrans* and related parasites of nematodes. *Journal of Nematology*, 12:260-270.
28. **Sayre, R.M.** 1986. Pathogens for biological control of nematodes. *Crop Protection*, 5:268-276.
29. **Stirling, G.R.** 1984. Biological control of *Meloidogyne javanica* with *Bacillus penetrans*. *Phytopathology*, 74:55-60.
30. **Stirling, G.R.** 1991. Biological control of plant parasitic nematodes. Progress, problems and prospect. International Redwood Press Ltd, Melksham. 282 pp.
31. **Stirling, G.R. and A.M.White.** 1982. Distribution of a parasitic of root-knot nematodes in South Australian Vineyards. *Plant Disease*, 66:52-53.

Received: September 27, 1999; Accepted: December 1, 2001

تاريخ الاستلام: 1999/9/27؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2001/12/1