فعالية مادة الفورفورال في مكافحة الذبول وتعقد الجذور الذي يصيب الباذنجان والطماطم/البندورة تحت ظروف الظلة الخشبية في العراق

زهير عزيز اسطيفان[1]، محمد عبد الخالق الحمداني[2]، سعدالدين شمس الدين[1] وهديل بدري داود[1]

(1) الهيأة العامة للبحوث الزراعية، وزارة الزراعة، بغداد، العراق؛ (2) دائرة الأبحاث الزراعية والبيولوجية، ص. ب. 765، بغداد، العراق.

الملخص

اسطيفان، زهير عزيز، محمد عبد الخالق الحمداني، سعد الدين شمس الدين وهديل بدري داود. 2001. فعالية مادة الفورفورال في مكافحة الذبول وتعقد الجذور الذي يصيب الباذنجان والطماطم/البندورة تحت ظروف الظلة الخشبية في العراق. مجلة وقاية النبات العربية. 19: 97-100.

نفذت دراسة باستخدام الفورفورال بتركيز 4000 جزء بالمليون قبل، أثناء وبعد 3، 6، 9، 12 يوماً من الزراعة لمكافحة مرضي تعقد الجذور وذبول فطر الفيوزاريوم على الطماطم/البندورة، قورنت كفاءته مع المبيدين كادوسافوس (ركبي) وشينوزول (بيلتانول) والفطرين الاحيائيين *Trichoderma harzainum* Rifani و *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson على الباذنجان تحت ظروف الظلة الخشبية. أثبتت النتائج عدم وجود أي إصابة على الجذور عند استخدام الفورفورال بتركيز 4000 جزء بالمليون قبل الزراعة على الطماطم/البندورة والباذنجان. بينما سبب التركيز نفسه عند إضافته أثناء وبعد الزراعة خفضاً معنوياً كبيراً لوزن المجموع الخضري والجذري الجاف لنباتات الطماطم/البندورة مقارنة بمعاملة التربة غير الملوثة. أما في الباذنجان فإن مكافحة المعقد المرضي باستخدام الفطر الأحيائي *T. harzianum* والمبيدين كادوسافوس وشينوزول معاً أدى إلى خفض معنوي في معامل تعقد الجذور والمرضي وبدون فروق معنوية فيما بينهما ولكن معنوياً مع مادة الفورفورال تركيز 4000 جزء بالمليون.

كلمات مفتاحية: فورفورال، كادوسافوس، شينوزول، *Trichoderma harzianum*، *Paecilomyces lilacinus*، مكافحة نيماتودا تعقد الجذور وفطر الفيوزاريوم، طماطم/البندورة، باذنجان.

المقدمة

يعد الباذنجان والطماطم/البندورة من محاصيل الخضر المهمة التي تزرع في مناطق مختلفة من العراق. يتعرض هذان المحصولان للإصابة بعديد من الآفات الزراعية، وتعتبر نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. وأمراض الذبول وتعفن الجذور من المسببات المرضية المهمة التي تؤدي إلى خسائر اقتصادية كبيرة في كل أنواع الترب العراقية (6، 13، 15). لهذا أجريت عدة دراسات للحد من خطورة هذه الأمراض عن طريق مكافحة هذا المعقد المرضي باستعمال المبيدات (7، 16). وبالرغم من أن استعمال المبيدات الكيماوية تعتبر من أكثر الطرق كفاءة لمكافحة هذا المعقد على النباتات، لكن استخدام المخلفات العضوية والمستخلصات النباتية والفطور الأحيائية قد أثبتت فعاليتها العالية في المكافحة بالإضافة إلى كونها رخيصة وغير ضارة بالبيئة وأمينة للإنسان (5، 11، 14، 17).

اتسمت مادة الفورفورال المنتجة محلياً من معاملة المخلفات الزراعية وتحويلها إلى سكر خماسي (البنتوز) تحت تأثير الحامض، وتحويل السكر فيما بعد إلى مادة الفورفورال ذات القابلية الجيدة للذوبان في الماء، بفعل إيادي ضد نمو بعض الفطور الممرضة (2).

أنجزت هذه الدراسة لمعرفة تأثير الفورفورال على المعقد المرضي لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitw. وفطر الفيوزاريوم *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder & Hansen على نباتات الطماطم/البندورة والباذنجان تحت ظروف الظلة الخشبية (Lathhouse).

مواد البحث وطرائقه

نفذت دراستان تحت ظروف الظلة الخشبية التابعة لقسم بحوث وقاية النبات، أبوغريب، بغداد لمعرفة تأثير مادة الفورفورال في مكافحة المعقد المرضي لنيماتودا تعقد الجذور (*M. javanica*) وفطر الفيوزاريوم على كل من الباذنجان (*Solanum melongena* L.) والطماطم/البندورة (*Lycopersicon esculentum* Mill)، باستخدام التركيزين 1000 و 4000 جزء بالمليون (ppm) ومقارنة تأثيرهما مع الفطرين الأحيائيين *Trichoderma harzianum* Rifani و *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson بتركيز 1 غ/م^2 لكل منهما، والمبيدين الكيميائيين كادوسافوس (Cadusafos) بنسبة 0.6 سم^3 مادة فعالة/م^2 لمكافحة النيماتودا، والمبيد شينوزول (Chinosol) بنسبة 0.5 سم^3 مادة فعالة/لتر ماء لمكافحة فطر الفيوزاريوم. استعملت تربة مخلوطة ببتموس بنسبة 1:2 معقمة ببروميد المثيل، لملء أصص بلاستيكية قطر 15 سم.

نفذت التجربة الأولى (12 معاملة) لدراسة تأثير مادة الفورفورال بتركيز 4000 جزء بالمليون قبل 7 أيام من الزراعة، أثناء الزراعة وبعد 3، 6، 9 و 12 يوم من الزراعة في المعقد المرضي لنيماتودا تعقد الجذور وفطر الفيوزاريوم، وكذلك معرفة مدى سمية هذه المادة على نباتات الطماطم/البندورة. كذلك شملت الدراسة التلويث بنيماتودا تعقد الجذور وفطر الفيوزاريوم كلاً على انفراد وكلاهما معاً بالإضافة إلى معاملة الشاهد (ماء فقط) (جدول 1).

جدول 1. تأثير مادة الفورفورال (4000 جزء بالمليون) قبل، أثناء وبعد الزراعة على نمو نباتات الطماطم/البندورة والمعامل المرضي ومعامل تعقد نيماتودا الجذور بعد 60 يوماً من التلويث تحت ظروف الظلة الخشبية.

Table 1. Effect of pre-, during and post planting treatments with furfural (4000 ppm) on tomato plants growth, disease and nematode root-gall index 60 days after inoculation under lathhouse conditions.

المعاملات Treatments	الوزن الخضري الجاف (غ) Dry shoot weight (g)	الوزن الجذري الجاف (غ) Dry root weight (g)	المعامل المرضي Disease Index	معامل تعقد الجذور Root-gall Index (RGI)
نيماتودا Nematode	0.63 c	0.14 b	–	5.0 e
فيوزاريوم Fusarium	0.68 c	0.14 b	2.25 d	-
نيماتودا + فيوزاريوم Nematode + Fusarium	0.36 b	0.05 a	2.25 d	4.75 e
نيماتودا + فيوزاريوم + فورفورال أثناء الزراعة Furfural at planting + Nematode +Fusarium	0.07 a	0.02 a	1.50 c	1.5 b
نيماتودا + فيوزاريوم + فورفورال بعد 3 أيام من الزراعة Furfural 3 days post planting + Fusarium +Nematode	0.10 a	0.03 a	1.00 b	3.0 c
نيماتودا + فيوزاريوم + فورفورال بعد 6 أيام من الزراعة Furfural 6 days post planting + Fusarium +Nematode	0.12 a	0.04 a	1.50 c	3.75 d
نيماتودا + فيوزاريوم + فورفورال بعد 9 أيام من الزراعة Furfural 9 days post planting + Fusarium +Nematode	0.08 a	0.03 a	1.00 b	3.25 e
نيماتودا + فيوزاريوم + فورفورال بعد 12 يوم من الزراعة Furfural 12 days post planting + Fusarium +Nematode	0.10 a	0.04 a	1.00 b	3.25 c
نيماتودا + فورفورال قبل أسبوع من الزراعة Furfural one week pre–planting + Nematode	1.28 d	0.75 c	-	0.00 a
فيوزاريوم + فورفورال قبل أسبوع من الزراعة Furfural one week pre–planting + Fusarium	1.29 d	0.74 c	0.00 a	-
نيماتودا + فيوزاريوم + فورفورال قبل أسبوع من الزراعة Furfural one week pre–planting + Nematode+ Fusarium	1.18 d	0.67 c	0.00 a	0.00 a
شاهد (ماء فقط) Control	1.22 d	0.66 c	-	-

القيم هي متوسط لخمس مكررات. الأرقام داخل العمود الواحد المتبوعة بنفس الأحرف لا يوجد بينها اختلافات معنوية عند مستوى المعنوية 0.05.

Each value is the mean of five replicates , similar letters in the same column indicate non significant differences (P=0.05).

نفذت التجربة الثانية (11 معاملة) لدراسة تأثير مادة الفورفورال بتركيز 1000 و 4000 جزء بالمليون في المعقد المرضي ومقارنته مع تأثير الفطور الأحيائية والمبيدات الكيماوية في نباتات الباذنجان، كذلك شمل التلويث بنيماتودا تعقد الجذور وفطر الفيوزاريوم كلاً على انفراد ثم كليهما معاً ومعاملة الشاهد (ماء فقط) (جدول 2).

تم تحضير لقاح نيماتودا تعقد الجذور حسب الطريقة الموصوفة سابقاً (8)، حيث تم حقن 2000 يرقة من يرقات الطور الثاني حديثة الفقس مباشرة في التربة في المعاملات قبل الزراعة أو حول المجموع الجذري للبادرات أثناء الزراعة.

تم تحضير الفطر الممرض فيوزاريوم والفطور الأحيائية *Trichoderma* و *Paecilomyces* في أطباق بتري (قطر 9 سم) احتوت على مستنبت بطاطا ديكستروز آجار (PDA) وحضنت لمدة سبعة أيام عند درجة حرارة 25°س. ثم قُدِّر عدد الأبواغ في المعلق الذي حجمه 500 مل. تم رش 10 سم^3/أصيص من المعلق البوغي للفطور الثلاثة الذي بلغ تركيزها 5×10^7 و 3×10^7 و 2×10^6 بوغة/مل، على التوالي. حقنت الفطور في التربة أو حول المجموع الجذري للنباتات.

أضيفت المبيدات والفطور الأحيائية إلى التربة الملوثة بالمعقد المرضي قبل أسبوع من الزراعة. خصصت لكل معاملة خمسة مكررات بواقع أصيص/مكرر لكلتا التجربتين، ووزعت المعاملات وفق التصميم العشوائي. وبعد مرور شهرين من الزراعة تم حساب وزن المجموع الخضري والجذري الجاف والمعامل المرضي للفطر فيوزاريوم والمعامل لنيماتودا تعقد الجذور. ثم حللت النتائج إحصائياً حسب طريقة دنكن.

النتائج والمناقشة

أثبتت نتائج التجربة الأولى على الطماطم/البندورة فعالية مادة الفورفورال في السيطرة على المعقد المرضي معاً أو كلاً على انفراد كلياً بحيث لم يلاحظ وجود أي إصابة للجذور بالنيماتودا أو الفطر

الممرض فيوزاريوم عند إضافة مادة الفورفورال بتركيز 4000 جزء بالمليون قبل أسبوع من الزراعة، وانعكس ذلك على تحسن الوزن الخضري والجذري الجاف وبدون فروق معنوية مع معاملة الشاهد (تربة غير ملوثة) (جدول 1)، وهذا ما أكدته نتائج دراسات سابقة بأن لهذه المادة فعل مبيد فطري ونيماتودي (2، 3، 9). لكن عند إضافة مادة الفورفورال أثناء وبعد الزراعة لوحظ وجود تأثير سلبي وسّمي على النمو الخضري والجذري الجاف وانخفاض وزنيهما كثيراً وبدون فروق معنوية فيما بينها ولكن معنوياً مع بقية المعاملات وحتى تلك الملوثة تربها بالنيماتودا او فطر الفيوزاريوم (جدول 1). وهذه النتائج لاتتفق مع ماتوصلت اليها دراسة سابقة (2) بعدم وجود أي تأثيرات سلبية لهذه المادة على انبات البذور وبادرات القمح. وعلى ضوء هذه الدراسة لا ينصح باستعمال مادة الفورفورال أثناء أو بعد الزراعة.

وفي التجربة الثانية أكدت النتائج الإيجابية لمادة الفورفورال ضد المعقد المرضي حيث حدث انخفاض مماثل في معامل تعقد الجذور لجذور الباذنجان. حيث أدت إضافة الفورفورال للتربة الملوثة بتركيز 4000 جزء بالمليون إلى اختفاء الإصابة على الجذور بينما كان التركيز 1000 جزء بالمليون أقل تأثيراً (جدول 2). من جهة أخرى أكدت النتائج الفعالية العالية للفطر الأحيائي *T. harzianum* لمكافحة المعقد المرضي، والمبيدان كادوسافوس وشينوزول معاً وبدون فروق معنوية فيما بينها ولكن معنوياً مع الفورفورال تركيز 4000 جزء بالمليون. في حين كان تأثير كل من الفطر الأحيائي *P. lilacinus* والفورفورال 1000 جزء بالمليون فكان تأثيرهما على المعقد المرضي أقل من المعاملات الأخرى وبفروق معنوية ولكن بدون أي فروق فيما بينهما.

أدت المكافحة المطلقة لمادة الفورفورال (4000 جزء بالمليون) إلى تحسن النمو الخضري والجذري الجاف للباذنجان وبدون فروق معنوية مع معاملة الشاهد (تربة بدون تلويث) (جدول 2). تتوافق هذه النتيجة مع نتيجة سابقة (3)، بينما لم تلاحظ مثل هذه الظاهرة في تجارب المكافحة الأحيائية (4، 12، 16)، أو عند استخدام المبيدات الكيميائية (10، 14، 17).

معظم المعاملات التي نفذت في هذه التجربة أدت إلى خفض معنوي لمعامل التعقد المرضي في الجذور وإلى تحسن الوزن الخضري والجذري الجاف وبفروق معنوية مقارنة بالمعاملات الملوثة تربها بالنيماتودا والفطر فيوزاريوم معاً أو كلاً على انفراد (جدول 2).

جدول 2. كفاءة مادة الفورفورال (1000 و4000 جزء بالمليون) ضد المعقد المرضي لنيماتودا تعقد الجذور وفطر الفيوزاريوم في الجذور والوزن الخضري والجذري الجاف لنباتات الباذنجان.

Table 2. Efficacy of furfural (1000 and 4000 ppm) against disease complex of root-knot nematode and the fungus Fusarium on the roots and dry shoot and root weight of eggplant.

المعاملات Treatments	الوزن الخضري الجاف (غ) Dry shoot weight (g)	الوزن الجذري الجاف (غ) Dry root weight (g)	المعامل المرضي Disease Index	معامل تعقد الجذور Root-gall Index (RGI)
نيماتودا Nematode	1.08 a	0.47 b	–	5.0 d
فيوزاريوم Fusarium	1.14 a	0.51 b	2.5 d	-
نيماتودا + فيوزاريوم Nematode + Fusarium	1.14 a	0.19 a	2.5 d	4.0 c
نيماتودا + فيوزاريوم + ترايكوديرما *Trichoderma harzianum* + Nematode + Fusarium	2.19 c	1.07 d	0.7 b	1.9 b
نيماتودا + فيوزاريوم + بسيلومايسس *Paecilomyces lilacinus* + Nematode + Fusarium	1.86 b	0.96 c	2.0 c	3.3 c
نيماتودا + فيوزاريوم + مبيد كادوسافوس Cadusafos + Nematode + Fusarium	1.83 b	0.96 c	2.0 c	1.8 b
نيماتودا + فيوزاريوم + مبيد شينوزول Chinosol + Nematode + Fusarium	1.73 b	0.73 bc	1.65 b	3.3 c
نيماتودا + فيوزاريوم + مبيد كادوسافوس + مبيد شينوزول Cadusafos + Chinosol + Nematode + Fusarium	2.34 c	1.33 e	0.50 b	1.0 b
نيماتودا + فيوزاريوم + فورفورال 1000 جزء بالمليون Furfural 1000 ppm + Nematode + Fusarium	1.24 a	0.65 b	2.00 c	3.2 c
نيماتودا + فيوزاريوم + فورفورال 4000 جزء بالمليون Furfural 4000 ppm + Nematode + Fusarium	2.80 d	1.78 f	0.00 a	0.0 a
شاهد (ماء فقط) Control	2.91 d	1.94 f	-	-

القيم هي متوسط لخمس مكررات. الأرقام داخل العمود الواحد المتبوعة بنفس الأحرف لا يوجد بينها اختلافات معنوية عند مستوى المعنوية 0.05.

Each value is the mean of five replicates, similar letters in the same column indicate non significant differences (P=0.05).

Abstract

Stephan, Z.A., M.A. Al-Hamadany, Sh. Saad Al-Din and H.B. Dawood. 2001. Efficacy of Furfural Treatment in Controlling the Disease Complex of Root-knot Nematode and Fusarium wilt on Tomato and Eggplant Under Lathhouse Conditions. Arab J. Pl. Prot. 19: 97-100.

Furfural at the rate of 4000 ppm was applied pre, during and 3, 6, 9, 12 days post planting for controlling the disease complex of root-knot nematode and *Fusarium oxysporum* on tomato plants. Another study was conducted to compare the efficacy of furfural at the rate of 1000 and 4000 ppm with the nematicide cadusafus (Rugby) and the fungicide Chinosol (Beltanol), and two bioagent fungi *Trichoderma harzianum* Rifani and *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson. All treatments were applied one week before planting for controlling the same disease complex of the first experiment on eggplant. Results indicated that no galls or disease symptoms were observed when furfural was applied at the rate of 4000 ppm before planting in both experiments, while same rate when applied during and post planting caused plant toxicity and significantly decreased dry shoot and root weight of tomato plants compared to the untreated (control). In the second experiment, the treated soil with *T. harzianum* and the combination of rugby and beltanol significantly decreased the disease and root- gall index of eggplant roots compared to other treatments including the control.

Key words: Tomato, eggplant, Furfural, Chinosol, cadusafus, *Trichoderma harzianum, Paecilomyces lilacinus, Meloidogyne javanica, Fusarium* control .

***Corresponding author**: Z.A. Stephan, State Board for Agricultural Research, Ministry of Agriculture, Abu-Ghraib, Baghdad, Iraq.*

References

9. **Lesnikov, E.P.** 1965. Fungicidal effect of furfural. Vestn. Dermatology of International Venerology, 39:49-51.
10. **Salawu, E.O.** 1992a. Control of *Heterodera sacchari* by ethoprop and carbofuran. Pakistan Journal of Nematology, 10(2):127-132.
11. **Salawu, E.O.** 1992b. Effect of neem leaf extract and ethoprop singly and in combination on *Meloidogyne incognita* and growth of soybean. Pakistan Journal of Nematology, 10(1):51-56.
12. **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, 23:20-25.
13. **Stephan , Z. A.** 1988. Newly reported hosts of root-knot nematodes in Iraq. International Nematology Network Newsletter, 5(3) : 36-43.
14. **Stephan, Z.A.** 1995. The efficacy of nematicides and horse manure in controlling root–knot nematodes on tomato and eggplant. Nematolologia mediterrania, 23:29-30.
15. **Stephan, Z.A., A.H. Alwan and B.G. Antoon.** 1988. Effect of planting date on development of root–knot nematode (*Meloidogyne javanica*), plant production and percentage of infection of tomato, eggplant and cucumber. ZANCO, 6:59-68.
16. **Stephan, Z.A., A.H. El-Behadli, H.H. Al-Zahroon, B.G. Antoon and M.Sh. Georgees**. 1996. Control of root-knot – wilt disease complex on tomato plants. DIRASAT Agricultural Science, 23(1):13-16.
17. **Stephan, Z.A., I.K. Hassoon and B.G. Antoon.** 1998. Use of biocontrol agents and nematicides in the control of *Meloidogyne javanica* root–knot nematode on tomato and eggplant. Pakistan Journal of Nematology, 16(2):151-155.

المراجع

1. **اسطيفان، زهير عزيز، محمد صادق حسن، هناء حمد الزهرون، باسمة جورج انطون وماركو شموئيل كيوركيس.** 1996. تأثير نيماتودا تعقد الجذور وفطر الفيوزاريوم على جذور الطماطم/ البندورة ومكافحتها أحيائيا وكيماويا. مجلة الزراعة العراقية، 1 (1):71-81.
2. **الحمداني، محمد عبدالخالق وهيثم ناجي النعيمي.** 1999. فعالية الفورفورال في مكافحة مرض التفحم اللوائي على الحنطة *Urocystis agropyri* (Preuss) Schot. مجلة الزراعة العراقية، 4 (1) : 164-176.
3. **الحمداني، محمد عبدالخالق، هيثم ناجي النعيمي، هادي مهدي وحمود مهدي صالح.** 1999. استخدام مادة الفورفورال (furfural) في مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* على كل من الخيار والباذنجان تحت ظروف البيت الزجاجي. مجلة وقاية النبات العربية، 17(2):84-87.
4. **Al-Hazmi, A.S. and A.T. Abdul–Razik.** 1991. Evaluation of some fungal species as biocontrol agents of *Meloidogyne javanica.* Pakistan Journal of Nematology, 9(1): 39-48.
5. **Al–Obaeidy, J.F.W., A.R. Al–Askari and Z.A. Stephan.** 1987. Some plant extracts for the control of the root–knot nematode *Meloidogyne javanica.* Nematolologia mediterrania, 15:149-153.
6. **Al-Saaedy, H.A. and Z.A. Stephan.** 1986. Root–knot nematode on eggplant in Iraq. Nematolologia mediterrania, 14:283–284.
7. **El-Behadli, A.H., Z.A. Stephan, H.H. Al-Zahroon and B.G. Antoon.** 1991. Effect of chemical control on the fusarium–Meloidogyne disease complex of eggplant. Iraqi Journal of Agricultural Science, 22 (1):40-46.
8. **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.