Journal homepage
www.ajas.uoanbar.edu.iq
Anbar Journal of Agricultural Sciences
(University of Anbar – College of Agriculture)

تأثير بعض عوامل الاستحثاث في مقاومة مرض تعفن جذور البطاطا المتسبب عن الفطر Rhizoctonia solani

سجى وليد عاشور ذياب عبدالواحد فرحان*

كلية الزراعة – جامعة الانبار

***المراسلة الى:** ذياب عبدالواحد فرحان، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة الانبار، الرمادي، العراق.

البريد الالكتروني: deab.frahen@uoanbar.edu.iq

Article info

Received: 2022-07-26
Accepted: 2022-08-28
Published: 2024-06-30

DOI-Crossref:
10.32649/ajas.2023.179772

Cite as:
Ashour, S. W., and Farhan, Th. A. (2024). Effect of some inducing factors in controlling potato root rot disease caused by fungus Rhizoctonia solani. Anbar Journal of Agricultural Sciences, 22(1): 680-690.

©Authors, 2024, College of Agriculture, University of Anbar. This is an open-access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

الخلاصة

بينت نتائج العزل والتشخيص المظهري والجزيئي إن الفطر *Rhizoctonia solani* هو المسبب الرئيسي لمرض تعفن جذور البطاطا بينماأظهرت نتائج اختبارات المقدرة التضادية لثلاث عزلات من الفطر *Trichoderma harzianum* (جامعة الانبار – كلية الزراعة – قسم وقاية النبات – مختبر أمراض النبات) ضد الفطر *R.solani* على الوسط الزرعي PDA أعلى نسبة تضاد حيث كانت درجة التضاد 1 بالاعتماد على سلم (4) الخماسي بينما حققت البكتريا *Pseudomonas fluorescens* (جامعة الانبار– كلية الزراعة – قسم التربة والموارد المائية – مختبر الأحياء المجهرية) أعلى نسبة مئوية للتثبيط بلغت 70% ولم تحقق نوعي البكتريا *Pseudomonas mendocina* (جامعة بغداد– كلية الزراعة– قسم وقاية النبات– مختبر أمراض النبات) أي نسبة تثبيط ضد الفطر *R.solani* إذ بلغت نسبة التثبيط فيها 0.0% مقارنة مع معاملة الفطر الممرض *R.solani* وبينت نتائج الاختبارات الحقلية للعوامل المدروسة (*Trichoderma harzianum*، *Pseudomonas fluorescens*، Beta amino) وطرائق استخدامها (M1) غمر الدرنات بساعتين قبل الزراعة، (M2): رش نباتات بعد تكون 10 أوراق حقيقية، (M3): يكرر رش النباتات بعد 15 يوم من المعاملة M2 والتداخل بين المعاملات وطرائق استخدامها، إن جميع المعاملات وطرائق استخدامها والتداخل بين المعاملات وطرائق استخدامها حققت خفضاً معنوياً في نسبة وشدة الإصابة المئوية مقارنة بمعاملة الفطر الممرض

R.solani التي كانت فيها نسبة وشدة الإصابة 100، 62.5% على التوالي.

كلمات مفتاحية: عفن جذور البطاطا، المكافحة الحيوية، عوامل الاستحثاث، رايزوكتونيا سولاني.

EFFECT OF SOME INDUCING FACTORS IN CONTROLLING POTATO ROOT ROT DISEASE CAUSED BY FUNGUS RHIZOCTONIA SOLANI

S. W. Ashour Th. A. Farhan*
College of Agriculture - University of Anbar

***Correspondence to:** Theyab A. Farhan, Department of Plant protection, College of Agriculture, University of Anbar, Ramadi, Iraq.
Email: deab.frahen@uoanbar.edu.iq

Abstract

Results of isolation and phenotypic and molecular diagnosis showed that fungus *Rhizoctonia solani* is the main cause of potato root rot disease, while tests results of antagonistic ability of three isolates of fungus *Trichoderma harzianum* (University of Anbar - College of Agriculture - Department of Plant Protection - Plant Diseases Laboratory) against fungus *R.solani* on the medium recorded highest percentage of inhibition was achieved by agricultural PDA, where degree of antagonism was 1 according to Bell scale (4), while *Pseudomonas fluorescens* (University of Anbar - College of Agriculture - Department of Soil and Water Resources - Microbiology Laboratory) achieved highest percentage of inhibition 70%, while no types of bacteria *Pseudomonas Mendacina* (University of Anbar - College of Agriculture - Plant Protection Department - Plant Diseases Laboratory) achieved any inhibition rate against fungus *R.solani*, as percentage of inhibition was 0.0% compared with treatment of the pathogenic fungus *R.solani*, Beta amino were achieved. Butyric acid (BABA) 800, 1200, 1600 mg. L^{-1} not were achieved inhibition. The percentage of inhibition against fungus *R.solani*, where percentage of inhibition was 0.0% for all concentrations, and the results of field tests for studied factors (percentage of infection, severity of infection) and methods of use (M1 submerged the tubers two hours before planting, (M2): spraying plants after they were formed 10 leaves, (M3): The plants were sprayed again after 15 days of treatment M2 and the interaction between treatments and methods of using them. Treatments and methods of using and the interaction between the treatments and methods of using achieved a significant reduction in percentage and severity of infection, compared to treatment of pathogenic fungus *R.solani*, which had percentage and severity of infection 100 and 62.5% respectively.

Keywords: Rhizoctonia Solani, Potato Root Rot, Inducing Factors.

المقدمة

يعتبر مرض تعفن الجذور الذي يصيب نبات البطاطا والناتج عن الإصابة بالفطر *R.solani* من بين أكثر الأمراض الشائعة نتيجة تأثيره المدمر (14). استخدمت العديد من طرائق المكافحة لهذا المرض أبرزها استخدام الأحياء المجهرية كالفطريات والبكتريا غير الممرضة للنبات التي استعملت في هذا المجال (11). تعد المكافحة الإحيائية باستخدام البكتريا *pseudomonas* والفطر *Trichoderma* من الطرائق الواعدة ولاسيما ضد الفطريات التي تسبب أمراض الجذور (3)، يمثل الفطر *Trichoderma* ما يقارب 6% من العدد الكمي للأجناس الفطرية في التربة (15). إن إضافة الفطر *Trichoderma* للتربة يعمل على زيادة تحسين نمو النبات وزيادة الحاصل (8). تتميز البكتريا *P.fluorescens* بقدرتها على إنتاج الأنزيمات مثل Protease، Chitinase والمضادات الحيوية مثل phloroglucinal، pyrolesoomycinpyrolntrin (16) ومضادات الفطريات (19). يعتبر حامض (BABA) أحد العناصر الحيوية المحفزة للمناعة في النبات والذي يظهر مقاومة عالية ضد العديد من الأمراض الفطرية ويمتلك تأثير واسع في تحفيز المقاومة والمناعة في النباتات المختلفة (9) من خلال دوره في تعزيز أنشطة الإنزيمات مثل ,3-Glucanase β-1 و(CHT) chitinasePAL phenylalanine وammonia lyase ويستحث الـ BABA عدداً من آليات الدفاع الفيزيائية والبايوكيميائية في النباتات.

المواد وطرائق العمل

عزل وتشخيص المسبب المرضي *R.solani*: تم عزل المسبب المرضي من جذور نباتات البطاطا التي ظهرت عليها أعراض الإصابة بالمرض وشخص المسبب المرضي بالاعتماد على المفتاح التصنيفي الخاص بالأجناس وعزز التشخيص باستعمال تقنية PCR وحسب الخطوات الموصوفة من قبل (5) .

اختبار تأثير عزلات الفطر *T.harzianum* في تثبيط نمو الفطر *R.solani* في الوسط الزرعي (PDA): نفذ هذا الاختبار في أطباق بتري سعة 9 سم حاوية على وسط PDA معقم حسب طريقة الزرع المزدوج (4) ضد العزلة *R. solani*، بأخذ قرص قطر 5 ملم من مستعمرة الفطر *Trichoderma* spp. ووضعت في مركز نصف الطبق أما مركز نصف الطبق الآخر فوضع فيه فطر قطر5 ملم من مستعمر الفطر *R.solani* بعمر 7أيام كررت العملية على الأطباق كافة ثم وضعت الأطباق في الحاضنة لمدة 7 أيام .

تأثير أنواع البكتريا *Psedomonas* spp. في تثبيط نمو الفطر *R.solani* في الوسط الزرعي (PDA): تم إكثار عزلات البكتريا *Pseudomonas* spp. على الوسط الزرعي Nutrient Agar (28 غم. لتر$^{-1}$) المعقم بالمؤصدة بدرجة حرارة 121م° وضغط 1.5 بار. سم^{3} لمدة 30 دقيقة بعدها وزع الوسط في أطباق بتري قطر 9 سم ثم لقحت الأطباق بأخذ قرص قطر5 ملم من مستعمر الفطر *R.solani* بعمر 7 أيام وضع في مركز الطبق كررت العملية على الأطباق كافة كما وضعت خمسة أقراص قطر 2 ملم من عزلات أنواع البكتيريا كلا على انفراد وضعت حول قرص الفطر *R.solani* على مسافة 2 سم ثم وضعت الأطباق في الحاضنة لمدة 7 أيام. البكتريا *Pseudomonas* spp. كلاً على انفراد وحسبت نسبة التثبيط:

$$\%\text{للتثبيط} = \frac{\text{معدل نمو الفطر في معاملة المقارنة} - \text{معدل نمو الفطر في المعاملة}}{\text{معدل نمو الفطر في معاملة المقارنة}} \times 100$$

تحضير اللقاح *R.solani* و*T.harzianum*: حضر لقاح الفطر *R.solani* و*T.harzianum* وحسب طريقة (6) وذلك بغسل بذور الدخن *Pancium miliacenum* لإزالة الأتربة والشوائب العالقة وبعدها نقعت بالماء لمدة 6 ساعات ثم تركت على ورق نشاف لمدة 30 دقيقة لإزالة الماء الزائد ثم وضع كل 150 غم منها في دوارق بجهاز المؤصدة على درجة حرارة 121 م° وضغط 1.5 بار. سم^3 لمدة 30 دقيقة كررت عملية التعقيم لثلاث مرات منفصلة وتركت الدوارق حتى تبرد ثم لقحت الدوارق بأقراص من مستعمرات الفطريات النامية بعمر 7 أيام.

تحضير عالق البكتريا *Pseudomonas fluorescens*: حضر الوسط الزرعي Nutrient Broth (13 ملغم. لتر$^{-1}$) ووزع الوسط في دوارق سعة 250 مل ثم عقم بواسطة المؤصدة على درجة حرارة 121 م° وضغط 1.5 بار. سم^3 لمدة 30 دقيقة، تركت الدوارق حتى تبرد ثم لقحت وذلك بأخذ 5 أقراص قطر 5 ملم بواسطة ثاقب الفلين ووضعها في الدورق الحاوي على الوسط N.B.

تأثير بعض عوامل الاستحثاث في مقاومة مرض تعفن جذور البطاطا المتسبب عن الفطر *R.solani* في الأصص تحت ظروف البيت البلاستيكي: نفذت تجربة حقلية في قسم وقاية النبات– كلية الزراعة – جامعة الانبار بتاريخ 2022/1/27 وفق تصميم CRD وبنظام التجربة العاملية وبثلاث مكررات في كل مكرر 4 أكياس سعة 20 كغم ذات لون اسود إذ تم وضع 20 كغم تربة معقمة في كل كيس ولوثت بالفطر *R.solani* بنسبة 1% قبل الزراعة بثلاثة أيام ثم رطبت الأكياس وغطيت بالنايلون وتركت لحين الزراعة , استخدمت درنة واحدة في كل كيس. تضمنت التجربة المعاملات التالية:

1. معاملة عالق الفطر *Trichoderma spp.* بتركيز 10^{-7} بوغ. مل$^{-1}$ وتضمنت:
   أ. T1M1: غمر درنات البطاطا بعالق الفطر *Trichoderma spp.* لمدة 2ساعة قبل الزراعة.
   ب. T1M2: غمر درنات البطاطا بعالق الفطر *Trichoderma spp.* لمدة 2 ساعة قبل الزراعة ورش العالق البوغي على المجموع الخضري وحول النبات بعمر 10 أوراق حقيقية.
   ج. T1M3: غمر درنات البطاطا بعالق الفطر *Trichoderma spp.* لمدة 2 ساعة قبل الزراعة ورش العالق البوغي على المجموع الخضري وحول النبات بعمر 10 أوراق حقيقية ورش العالق البوغي على المجموع الخضري وحول النبات بعد 15 يوم من المعاملة ب.
2. معاملة عالق البكتريا *P.fluorescens* بتركيز 10^{-7} خلية بكتيرية. مل$^{-1}$ وتضمنت:
   أ. P1M1: غمر درنات البطاطا بعالق البكتريا *P.fluorescens* لمدة 2 ساعة قبل الزراعة.
   ب. P1M2: غمر درنات البطاطا بعالق البكتريا *P.fluorescens* لمدة 2 ساعة قبل الزراعة ورش العالق البوغي على المجموع الخضري وحول النبات بعمر 10 أوراق حقيقية.

ج. P1M3: غمر درنات البطاطا بعالق البكتريا *P.fluorescens* لمدة 2 ساعة قبل الزراعة ورش العالق البوغي على المجموع الخضري وحول النبات بعمر 10 أوراق حقيقية ورش العالق البوغي على المجموع الخضري وحول النبات بعد 15 يوم من المعاملة ب.

3. معاملة عالق الـ BABA وتضمنت بتركيز 1600 ملغم. لتر$^{-1}$:

أ. B1M1: غمر درنات البطاطا بعالق الـ BABA لمدة 2 ساعة قبل الزراعة.

ب. B1M2: غمر درنات البطاطا بعالق الـ BABA لمدة 2 ساعة قبل الزراعة ورش العالق البوغي على المجموع الخضري وحول النبات بعمر 10 أوراق حقيقية.

ج. B1M3: غمر درنات البطاطا بعالق الـ BABA لمدة 2 ساعة قبل الزراعة ورش العالق البوغي على المجموع الخضري وحول النبات بعمر 10 أوراق حقيقية ورش العالق البوغي على المجموع الخضري وحول النبات بعد 15 يوم من المعاملة ب.

4. معاملة المقارنة الملوثة بالفطر *R.solani*.

5. معاملة المقارنة السليمة (إضافة بذور دخن معقمة من دون إضافة الفطر الممرض *R.solani*).

وبعد مرور 90 يوم من تاريخ زراعة الدرنات أخذت الصفات الآتية:

- النسبة المئوية للإصابة:

حسبت النسبة المئوية للإصابة حسب المعادلة الآتية:

$$\% \text{ للإصابة} = \frac{\text{عدد النباتات المصابة لكل معاملة}}{\text{العدد الكلي للنباتات في المعاملة}} \times 100$$

- شدة الإصابة:

تم حساب شدة إصابة تعفن الجذور حسب الدليل المرضي الموصوف من قبل (12):

$$\% \text{ لشدة الإصابة} = \frac{\text{عدد النباتات في الدرجة}(0\times 0) + \cdots + \text{عدد النباتات في الدرجة}(4\times 4)}{\text{عدد النباتات المفحوصة} \times 4} \times 100$$

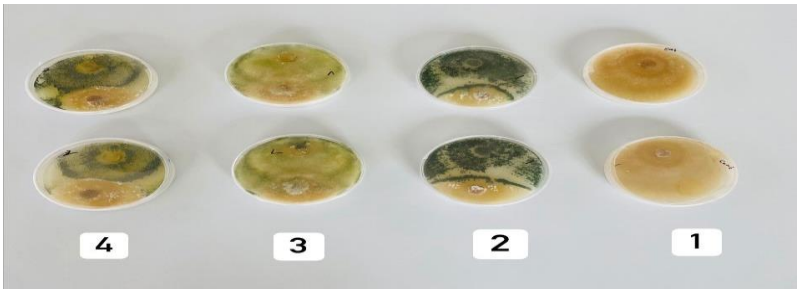
النتائج والمناقشة

بينت نتائج العزل والتشخيص المظهري والجزيئي إن الفطر *R.solani* هو المسبب الرئيسي لمرض تعفن جذور البطاطا. وبينت نتائج جدول 1 تفوق عزلة الفطر و*T.harzianum* (جامعة الانبار – كلية الزراعة – قسم وقاية النبات – مختبر أمراض النبات) والتي كانت فيها درجة التضاد 1 حسب الدليل الموضوع من قبل (4) أما العزلتين الأخريين فقد كانت درجة التضاد فيهما 2 حسب نفس السلم مقارنة بمعاملة المقارنة التي تحوي الفطر الممرض *R.solani* فقط والتي كانت فيها درجة التضاد وحسب السلم نفسه. إن هذا التأثير يعزى سببه إلى امتلاك الفطر *T.harzianum* مجموعة من السموم والأنزيمات (13) فضلاً عن مقدرته العالية على المنافسة والتطفل وهذا يؤكد على ما ذكره كل من (2 و17) إن الفطر *T.harzianum* ينتج خيطاً غنياً من المضادات الحيوية والإنزيمات منها Chitinase، Trichotermina، Peptaibols، Dermadine وAcetaldehyde التي تعمل على منع تطور الخيط الفطري للمسبب المرضي المنافس من خلال تحليله وتثبيط الابواغ من الإنتاج وتحريرها.

جدول 1: المقدرة التضادية لبعض أنواع الفطر *Trichoderma harzianum* ضد نمو الفطر *Rhizoctonia solani* على الوسط الزرعي (PDA) مختبرياً.

اسم الفطر	مصدر العزلة	معدل النمو القطري للفطر *Trichoderma harzianum* (سم)	درجة التضاد
Trichoderma harzianum	جامعة الانبار – كلية الزراعة –قسم وقاية النبات – مختبر أمراض النبات	8.1	2
Trichoderma harzianum	جامعة الانبار – كلية الزراعة -قسم وقاية النبات – مختبر أمراض النبات	9	1
Trichoderma harzianum	محافظة الانبار – ناحية الصقلاوية	8.2	2
معاملة المقارنة (*R. solani*)	محافظة الانبار – قضاء هيت	0.0	5

The results of isolation, phenotypic, and morphological diagnosis confirmed that the fungus *R. solani* is the primary causative agent of potato rot disease. Table 1 results demonstrated the superior antagonistic activity of the fungal isolate and T. harzianum (from the University of Anbar - College of Agriculture - Department of Plant Protection - Laboratory Diseases), with a degree of antagonism recorded as 1, as evidenced by (4).



شكل 1: توضح تأثير أنواع الفطر *T.harzianum* في تثبيط الفطر *R.solani*.

Figure 1. illustrates the effect of *T. harzianum* fungal strains on inhibiting *R. solani* fungus.

1. معاملة المقارنة *R.solani* (محافظة الانبار – قضاء هيت) .
2. *Trichoderma harzianum* (مختبر أمراض النبات – كلية علوم الهندسة الزراعية – جامعة بغداد.
3. *Trichoderma harzianum* (محافظة الانبار – الفلوجة – الصقلاوية).
4. *Trichoderma harzianum* (مختبر أمراض النبات في كلية الزراعة –جامعة الانبار).

المقدرة التضادية لبعض أنواع البكتريا *Psedomonas spp.* ضد نمو الفطر *Rhizoctonia solani* على الوسط الزرعي (PDA) مختبرياً: توضح نتائج الجدول 2 كفاءة البكتريا *P.fluorescens* (جامعة الانبار – كلية الزراعة – قسم التربة والموارد المائية – مختبر الأحياء المجهرية) في تثبيط الفطر *R.solani* على الوسط الزرعي PDA إذ سجلت نسبة تثبيط مقدارها 70% مقارنة مع نوعي البكتريا *P.mendocin* والتي لم تظهر أي تأثير تثبيطي للفطر فقد كانت نسبة التثبيط 0.0% والتي لم تختلف معنويا عن معاملة المقارنة التي تحوي على الفطر الممرض *R.solani* فقط، وقد يعزى هذا التأثير للبكتريا *P.fluorescens* إلى امتلاكها مجموعة من الأنزيمات والسموم وهذا يتفق مع ذكره كل من (16 و19) والذين أشاروا إلى إن البكتريا *P.fluorescens* تمتاز بقدرتها على إنتاج الأنزيمات مثل Protease، Chitinase، lucauase، والمضادات الحيوية مثل pyrolesoomycin phloroglucinal pyrolntrin، وكذلك phenazin-1-carboxylic acid و 2,4 diaceytylphloroglucinal والمواد الكيميائية metabolite.

جدول 2: المقدرة التضادية لبعض أنواع البكتريا *Psedomonas spp.* ضد نمو الفطر *Rhizoctoniasolani* على الوسط الزرعي (PDA) مختبرياً.

نوع البكتريا	مصدر العزلة	معدل نمو الفطر الممرض *Rhizoctonia solani* (سم)	% للتثبيط
Pseudomonas fluorescens	جامعة الانبار – كلية الزراعة /قسم التربة والموارد المائية - مختبر الأحياء المجهرية	2.7	%70
Pseudomonas mendacin	جامعة بغداد – كلية الزراعة /قسم وقاية النبات - مختبر أمراض النبات	9	%0.0
Pseudomonas mendacin	جامعة بغداد – كلية الزراعة /قسم وقاية النبات - مختبر أمراض النبات	9	%0.0
معاملة المقارنة (*R. solani*)	محافظة الانبار – قضاء هيت	9	%0.0

The findings from Table 2 demonstrate the efficacy of *P. fluorescens* bacteria (obtained from the University of Anbar - College of Agriculture - Department of Soil and Water Resources - Microbiology Laboratory) in suppressing the growth of *R. solani* fungus on PDA culture media, with a recorded inhibition rate of 70%. In contrast, the two strains of *P. mendocin* did not exhibit any inhibitory effect on the fungus, with an inhibition rate of 0.0%. This result was not significantly different from the control treatment containing only the pathogenic fungus *R. solani.*

نسبة الإصابة: أظهرت النتائج في الجدول 3 إن المعاملات كافة حققت خفضاً معنوياً في نسبة الإصابة إذ تفوقت معاملة BABA والتي بلغت نسبة الإصابة فيها 43.33% في حين سجلت معاملة الفطر *T.harzianum* والبكتريا *P.fluorescens* نسبة إصابة بلغت 46.630 و56.683 على التوالي مقارنة مع معاملة المقارنة الملوثة بالفطر *R.solani* والتي بلغت فيها نسبة الإصابة 100% كما أظهرت النتائج إن أفضل طريقة باستخدام المعاملات هي (M3) إذ تفوقت على طريقتي (M1 وM2) إذ بلغت بها نسبة الإصابة 38.14% وبينت النتائج إن أفضل تداخل بين المعاملات وطرائق استخدامها إن أفضل تداخل كان بين معاملة β–amino butyric acid وطريقة استخدام المعاملة (M3) إذ بلغت فيها نسبة الإصابة 30.000%. إن هذه النتائج تتفق مع ما ذكره (7، 9 و10) وقد يعزى تأثير هذه المعاملات وطرائق رشها والتداخل بين المعاملات وطرائق رشها إلى مقدرة العوامل المستخدمة في تثبيط نمو الفطر الممرض *R.solani* من خلال ما تملكه من آليات التنافس والتضاد.

جدول 3: تأثير عاملا المكافحة الإحيائية (*Trichoderma harzianum* والبكتريا *Pseudomonas fluorescens*) وعامل الاستحثاث الكيمياوي (BABA) في % للإصابة بمرض تعفن جذور البطاطا.

المعاملة	تأثيرالتداخل بين المعاملات وطريقة الرشفي % للإصابة بمرض تعفن جذور البطاطا			تأثير المعاملات
	M 1	M 2	M 3	
T	50.001	45.450	44. 439	46.630
P	66.660	62.499	39.999	56.386
B	55.551	44.439	30.000	43.330
Control +	-	-	-	0
Control -	-	-	-	100
تأثير طريقة الرش	57.404	50.796	38.146	
LSD(M)= 1.50	LSD(A*M)= 2.595			LSD(A)= 1.50

*** T : Trichoderma harzianum، P : Pseudomonas fluorescens، B: Beta Amino Butyric Acid، M1 : غمر الدرنات بساعتين قبل الزراعة، M2: رش النباتات بعد تكون 10 أوراق حقيقية، M3: يكرر رش النباتات بعد 15 يوم من**

المعاملة (M2)، + Control: معاملة مقارنة بدون وجود الفطر الممرض R.solani، – Control : معاملة مقارنة بوجود الفطر الممرض R.solani.

**** LSD (M) = تأثير طرائق الرش، LSD (A) = تأثير المعاملات، LSD (A*M) = التداخل بين المعاملات وطرائق الرش.**

***** كل رقم يمثل معدل ثلاث مكررات، في كل مكرر 4 أكياس.**

Infection Rate: The findings presented in Table 3 indicate a significant reduction in the infection rate across all treatments. Particularly noteworthy is the performance of the BABA treatment, which achieved the lowest infection rate at 43.33%. Additionally, treatments involving the fungus *T. harzianum* and the bacteria *P. fluorescens* exhibited infection rates of 46.63% and 56.68%, respectively. These rates are notably lower compared to the control treatment, which registered a 100% infection rate due to contamination with the *R. solani* fungus.

شدة الإصابة: أظهرت النتائج في جدول 4 إن جميع المعاملات حققت خفضاً معنوياً في شدة الإصابة بمرض تعفن جذور البطاطا إذ تفوقت معاملة BABA بلغت شدة الإصابة فيها 33.51% في حين سجلت معاملة الفطر *T.harzianum* والبكتريا *P.fluorescens* شدة إصابة بلغت 42.01%، 38.42% وعلى التوالي مقارنة مع معاملة المقارنة الملوثة بالفطر *R.solani* والتي بلغت فيها شدة الإصابة 62.50% وأظهرت النتائج إن أفضل طريقة باستخدام المعاملات هي (M3) إذ تفوقت على طريقتي (M1 وM2) إذ بلغت بها شدة الإصابة 33.90% وبينت النتائج إن أفضل تداخل بين المعاملات وطرائق استخدامها إن أفضل تداخل كان بين معاملة BABA والبكتريا *P.fluorescens* وطريقة استخدام المعاملة (M3) إذ بلغت فيها شدة الإصابة 30.54%، إن هذه النتائج تتفق مع ما ذكره (1، 18 و20) إن هذا التأثير قد يعزى إلى مقدرة العوامل المستخدمة في منافسة وتثبيط نمو الفطر *R.solani* من خلال ما تملكه من آليات التنافس والتضاد وتحفيز المقاومة الجهازية داخل خلايا النبات.

جدول 4: تأثير عاملا المكافحة الإحيائية (*Trichoderm aharzianum* والبكتريا *Pseudomonas fluorescens*) وعامل الاستحثاث الكيمياوي (BABA) في % لشدة الإصابة بمرض تعفن جذور البطاطا.

المعاملة	تأثيرالتداخل بين المعاملات وطريقة الرشفي % لشدة الإصابة بمرض تعفن جذور البطاطا			تأثير المعاملات
	M 1	M 2	M 3	
T	43.749	41.661	40.620	42.010
P	47.220	37.500	30.549	38.423
B	35.001	35.001	30.549	33.517
Control +	-	-	-	0
Control -	-	-	-	62.50
تأثير طريقة الرش	41.99	38.054	33.906	
LSD(M)= 0.204	LSD(A*M)= 0.351			LSD(A)= 0.204

*** T : *Trichoderma harzianum*، P : *Pseudomonas fluorescens* ، B: Beta Amino Butyric Acid، M1 : غمر الدرنات بساعتين قبل الزراعة، M2 : رش النباتات بعد تكون 10 أوراق حقيقية، M3 : يكرر رش النباتات بعد 15 يوم من المعاملة (M2)، + Control: معاملة مقارنة بدون وجود الفطر الممرض *R.solani*، – Control : معاملة مقارنة بوجود الفطر الممرض *R.solani* .**

**** LSD (M) = تأثير طرائق الرش، LSD (A) = تأثير المعاملات، LSD (A*M) = التداخل بين المعاملات وطرائق الرش.**

***** كل رقم يمثل معدل ثلاث مكررات، في كل مكرر 4 أكياس.**

Severity of Infection: The data presented in Table 4 demonstrate a notable decrease in the severity of potato root rot disease across all treatments. Notably, the BABA treatment exhibited superior efficacy, with infection severity reduced to 33.51%. Additionally, treatments involving the fungus *T. harzianum*

and the bacteria *P. fluorescens* displayed infection intensities of 42.01% and 38.42%, respectively. These values represent significant reductions compared to the control treatment contaminated with the *R. solani* fungus, where infection severity reached 62.50%.

الاستنتاجات

ان المسبب لمرض تعفن جذور البطاطا هو الفطر *R.solan* وحققت عوامل المكافحة *Trichoderma harzianum*، *Pseudomonas fluorescens*، Beta Amino Butyric Acid تأثيرا معنويا في تثبيط نمو الفطر مختبريا وخفض نسبة وشدة الإصابة في الحقل.

Supplementary Materials:

No Supplementary Materials.

Author Contributions:

Author 1; writing original draft preparation, Author 2; methodology, Lab. Analysis, check all figures, draw figure, read and rewrite some figures then agreed to the published version of the manuscript.

Funding:

This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement:

The study was conducted accordance to Central Ethics Committee, University of Anbar.

Informed Consent Statement:

No Informed Consent Statement.

Data Availability Statement:

No Data Availability Statement.

Conflicts of Interest:

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments:

The authors are thankful for the help of the Head of Plant protection Dept. The College of Agriculture, University of Anbar, Iraq and field team for supporting helps all time of this study.

Disclaimer/Journal's Note:

The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of AJAS and/or the editor(s). AJAS and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

المصادر

1. Abd-El-Khair, H., Abdel-Gaied, T. G., Mikhail, M. S., Abdel-Alim, A. I., and El-Nasr, H. I. S. (2021). Biological control of Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum, the causal agent of bacterial soft rot in vegetables, in vitro and in vivo tests. Bulletin of the National Research Centre, 45: 1-9. https://doi.org/10.1186/s42269-021-00491-4.
2. Aissaoui, N., Chobert, J. M., Haertlé, T., Marzouki, M. N., and Abidi, F. (2017). Purification and biochemical characterization of a neutral serine protease from

Trichoderma harzianum. Use in antibacterial peptide production from a fish by-product hydrolysate. Applied biochemistry and biotechnology, 182: 831-845. https://doi.org/10.1007/s12010-016-2365-4.

3. Al-Shaikhli, M. E., and Saleh, N. M. (2015). Efficiency of bread yeast and sa against penicillium digitatum the causal agent of green mold on orange. Iraqi Journal of Agricultural Sciences, 46(3): 393-402.
4. Bell, D. K., Wells, H. D., and Markham, C. R. (1982). In vitro antagonism of Trichoderma species against six fungal plant pathogens. Phytopathology, 72(4): 379-382.
5. Cheng, T., Xu, C., Lei, L., Li, C., Zhang, Y., and Zhou, S. (2016). Barcoding the kingdom Plantae: new PCR primers for ITS regions of plants with improved universality and specificity. Molecular ecology resources, 16(1): 138-149. https://doi.org/10.1111/1755-0998.12438.
6. Dewan, M. M. (1988). Identity and frequency of occurrence of fungi in roots of wheat and rye grass and their effect on take-all and host growth (Doctoral dissertation, University of Western Australia).
7. Durairaj, K., Velmurugan, P., Park, J. H., Chang, W. S., Park, Y. J., Senthilkumar, P., ... and Oh, B. T. (2017). Potential for plant biocontrol activity of isolated Pseudomonas aeruginosa and Bacillus stratosphericus strains against bacterial pathogens acting through both induced plant resistance and direct antagonism. FEMS microbiology letters, 364(23): 225. https://doi.org/10.1093/femsle/fnx225.
8. Fiorentino, N., Ventorino, V., Woo, S. L., Pepe, O., De Rosa, A., Gioia, L., ... and Rouphael, Y. (2018). Trichoderma-based biostimulants modulate rhizosphere microbial populations and improve N uptake efficiency, yield, and nutritional quality of leafy vegetables. Frontiers in plant science, 9: 743. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00743.
9. Floryszak-Wieczorek, J., Arasimowicz-Jelonek, M., and Abramowski, D. (2015). BABA-primed defense responses to Phytophthora infestans in the next vegetative progeny of potato. Frontiers in Plant Science, 6: 844.
10. Ghoniem, A. A., Abd El-Hai, K. M., El-Khateeb, A. Y., Eldadamony, N. M., Mahmoud, S. F., and Elsayed, A. (2021). Enhancing the potentiality of Trichoderma harzianum against Pythium pathogen of beans using chamomile (Matricaria chamomilla, L.) flower extract. Molecules, 26(4): 1178. https://doi.org/10.3390/molecules26041178.
11. Hernández-Rosas, F., Figueroa-Rodríguez, K. A., García-Pacheco, L. A., Velasco-Velasco, J., and Sangerman-Jarquín, D. M. (2020). Microorganisms and biological pest control: An analysis based on a bibliometric review. Agronomy, 10(11): 1808. https://doi.org/10.3390/agronomy10111808.
12. McKinney, H. (1923). Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by helmin. Journal of agricultural research, 26: 195.
13. Mironenka, J., Różalska, S., Soboń, A., and Bernat, P. (2020). Lipids, proteins and extracellular metabolites of Trichoderma harzianum modifications caused by 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid as a plant growth stimulator. Ecotoxicology and

environmental safety, 194: 110383. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110383.

14. Nguyen, N. H., Song, Z., Bates, S. T., Branco, S., Tedersoo, L., Menke, J., ... and Kennedy, P. G. (2016). FUNGuild: an open annotation tool for parsing fungal community datasets by ecological guild. Fungal Ecology, 20: 241-248. https://doi.org/10.1016/j.funeco.2015.06.006.
15. Poveda, J., Hermosa, R., Monte, E., and Nicolás, C. (2019). Trichoderma harzianum favours the access of arbuscular mycorrhizal fungi to non-host Brassicaceae roots and increases plant productivity. Scientific reports, 9(1): 11650. https://doi.org/10.1038/s41598-019-48269-z.
16. Quecine, M. C., Kidarsa, T. A., Goebel, N. C., Shaffer, B. T., Henkels, M. D., Zabriskie, T. M., and Loper, J. E. (2016). An interspecies signaling system mediated by fusaric acid has parallel effects on antifungal metabolite production by Pseudomonas protegens strain Pf-5 and antibiosis of Fusarium spp. Applied and environmental microbiology, 82(5): 1372-1382. https://doi.org/10.1128/AEM.02574-15.
17. Shamran, Z. T. (2017). Evaluation of the efficacy of some biological agents and microorganism EM-1 against the fungus Macrophomina phaseolina, the cause of charcoal rot disease on sunflower plants. Master's Thesis, Technical College / Al Musayyib - Al-Furat Al-Awsat Technical University.
18. Ton, J., Jakab, G., Toquin, V., Flors, V., Iavicoli, A., Maeder, M. N., ... and Mauch-Mani, B. (2005). Dissecting the β-aminobutyric acid–induced priming phenomenon in Arabidopsis. The Plant Cell, 17(3): 987-999. https://doi.org/10.1105/tpc.104.029728.
19. Wallace, R. L., Hirkala, D. L., and Nelson, L. M. (2017). Postharvest biological control of blue mold of apple by Pseudomonas fluorescens during commercial storage and potential modes of action. Postharvest Biology and Technology, 133: 1-11. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.07.003.
20. Zouari, I., Masmoudi, F., Medhioub, K., Tounsi, S., and Trigui, M. (2020). Biocontrol and plant growth-promoting potentiality of bacteria isolated from compost extract. Antonie Van Leeuwenhoek, 113: 2107-2122. https://doi.org/10.1007/s10482-020-01481-8.