LJEEST
ISSN 2710-5237
www.srcest.org.ly/jou

المجلة الليبية لعلوم وتكنولوجيا البيئة

Libyan Journal of Ecological & Environmental Sciences and Technology(LJEEST)

DOI: https://doi.org/10.63359/z61dqa57

تقييم القدرة التضادية لعزلة محلية للفطر *Trichoderma harzianum* في مواجهة *Rhizoctonia solani*

أمينة عبد الحميد سعد زهرة إبراهيم الجالي

ARTICLE INFO

Vol. 7 No. 3 Dec., 2025

Pages A(8- 16)

Article history:
Revised form 07 August 2025
Accepted 05 September 2025

Authors affiliation
Department of plant protection, Faculty of Agricultre-Omer-Al-Mukhtar University-libya
zahra.ibrahim@omu.edu.ly

Keywords:
Fungi, Trichoderma harzianum, Rhizoctonia solani, Antagonistic.

© 2025
Content on this article is an open access licensed under creative commons CC BY-NC 4.0.

الملخص

في هذه الدراسة أستخدمت عزلة محلية للفطر المضاد *Trichoderma harzianum* لتقييم قدرته التضادية تجاه الفطر الممرض *Rhizoctonia solani* مثل التنافس، التضاد، التطفل الفطري، واستخدامه كمغلف للبذور أو في حقن التربة لدراسة تأثيره على إنباتها ولمقاومة مرض عفن البذور وسقوط البادرات المتسبب عن الفطر *R. solani*. بينت النتائج أن الفطر *T. harzianum* يؤثر معنوياً في نمو المسَبب المرضي بشكل مباشر أو غير مباشر، وبين الفحص المجَهري نمو هيفا الفطر المضاد بموازاة هيفا المُمْرض والتفافها بشكل حلزوني حولها وتكوين بروزات لثقب ميسليوم الفطر الممرض، كما أدت المعاملة بالفطر المضاد *T. harzianum* سواء كمُغلف للبذور أو حقن في التربة قبل الزراعة إلى تحسن نسبة الانبات 64.7%، وخفض تعفن البذور معنوياً إلى 35.3%، وارتفاع نسبة البادرات السليمة إلى 60% في وجود الفطر المُمْرض *R. solani*. وان المكافحة الحيوية تتيح فرصة جيدة لإدارة الأمراض بكفاءة وبطريقة مستدامة.

Evaluation of Antagonistic Ability of a Local Isolate of *Trichoderma Harzianum* Against *Rhizoctonia Solani*

Amina Abdulhamid Saad *Zahra Ibrahim El-Gali*

In this study, a local isolate of the antagonistic fungus *Trichoderma harzianum* was used to evaluate its antagonistic capacity against the pathogenic fungus *Rhizoctonia solani*, such as competition, antagonism, and mycoparasitism, and to use it as a seed coat or in soil injection to study its effect on seed germination and to resist seed rot and seedling damping-off disease caused by *R. solani*. The results showed that *T. harzianum* significantly affects the growth of the pathogen, directly or indirectly. Microscopic examination showed that the antagonistic fungal hyphae grew parallel to the pathogenic hyphae, coiling around them in a spiral fashion, and forming protrusions that punctured the mycelium of the pathogenic fungus. Treatment with the antagonistic fungus *T. harzianum*, whether as a seed coat or injected into the soil before planting, improved the germination rate by 64.7%, significantly reduced seed rot to 35.3%, and increased the percentage of healthy seedlings to 60% in the presence of the pathogenic fungus *R. solani*. Biocontrol gives a good opportunity to manage the diseases efficiently in a sustainable manner.

المقدمة

كانت أمراض النبات ولازالت مُشكلة للبشرية منذ بداية الزراعة، وبالرغم مما توصل إليه الباحثين من كيفيات للسيطرة على المرض على مدى بعيد، لكن الأمراض لازالت تؤثر سلباً على المحاصيل كل عام، والذي يرجع إلى القدرة على التكيف الجيني للميكروبات المسببة للمرض فهي تتطور باستمرار لمقاومة المواد الكيميائية المستخدمة في حماية المحاصيل إضافة إلى قدرتها على التغلب على جينات المقاومة في المحصول الجديد.بسبب كلفة استخدام المواد الكيميائية كمبيدات وأسمدة وتلويث مُتبقياتها للماء والهواء والتربة والغذاء (Lopez-Valdez and Fernandez-Luqueno, 2014)، وأن استخدام المركبات الكيميائية يكون ضد مُسبب مرضي واحد أو ضد مجموعة محددة من المسببات المرضية، إضافة إلى أن الاستعمال المفرط للمبيدات الكيميائية نتج عنه نشوء عزلات مقاومة من الفطريات إزاءها (Brent and Hollomon, 1998)، كل هذه الأسباب دفعت الباحثين نحو استخدام طرق بديلة آمنة وصديقة للبيئة، وتمكن من خلالها تعزيز مُقاومة النبات للأمراض فيما يعرف بالمقاومة الحيوية Biological control، والتي من أهم أهدافها التقليل من استخدام المبيدات حفاظاً على صحة الإنسان وحماية البيئة. في هذا النوع من المقاومة تقوم الأحياء الدقيقة بفعل مُضاد أو ضار في الطبيعة

على نمو الطفيليات المُمْرضة (أبوعرقوب، 2000)، وقد سجلت نجاحات كبيرة في مجال المكافحة الحيوية على الأمراض التي تعيش مسبباتها في التربة (Abrik *et al.*, 2012) وفي الهواء (Saksirirat et al., 2009)، ومن الميكروبات الدقيقة المستخدمة في مجال المكافحة الحيوية أنواع من الفطر .*Trichoderma* spp (Saksirirat *et al.*, 2009) ضد البكتيريا، والنيماتودا، والفيروسات حيث يؤدي التنافس بين الكائن الممرض والمضاد إلى ضعف في نموها وتناقص في أعدادها وتطفل بعضها فوق بعض. وأثبتت عديد من الدراسات أن انواع الفطر .*Trichoderma* spp المستخدمة في مجال المقاومة الحيوية لا تقضي على مُسبب المرض فقط وإنما تُعزز من نمو النبات العائل ضد طُفيل المرض (Lo and Lin, 2002)كما تحدث تغيرات في البنية النسيجية للنبات تمكنه من مُقاومة الكائن المُمْرض (عبدالرضا وأخرون، 2010).

تعتبر الانواع التي تنتمي للجنس *Trichoderma* من اكثر عوامل المكافحة الحيوية المحتملة نظرا لتواجده تقريباً في كل التُرب والبيئة المتنوعة الأخرى حيث أمكن عزلة من التربة ومن الثمار ومن البذور وحتى من جذوع الأشجار، ووجوده في التربة يمنع سيادة الفطريات الأخرى (Kodsueb *et al.*, 2008). ذكر Pal and Gardener (2006) أن عوامل المقاومة الحيوية تعتمد على عدة آليات تشمل الافتراس أو التطفل، إنتاج المضادات الحيوية، إفراز الإنزيمات المحللة للجدر الخلوية، إنتاج مواد ضارة، استهلاك المواد المنبهة لإنبات الجراثيم، التنافس و حث المقاومة في النبات.

تُعزى قدرة الفطر التضادية إلى كونه سريع النمو حيث أن هيفاته إما تنمو بموازاة هيفات الفطر المُمْرض، أو فوق الميسليوم أو أن نموائه تحيط تماماً بالفطر المُمْرض (John *et al.*, 2010) كما أنه يتمتع بنظام أنزيمي جيد يعمل على تحلل جدران خلايا الفطر المُمْرض Lithic enzymes (Matroudi *et al.*, 2009) فضلاً عن أنه يُعد منافساً Competitive جيداً على المكان والغذاء (El-Gali، 2015)، كما وأن له القابلية على إنتاج مواد حيوية مضادة Antibiotic compounds (Vinale وأخرون، 2008) بالإضافة إلى قدرته على إنتاج مواد تعمل على تحفيز النمو واستحثاث المقاومة الجهازية في النبات Induced systemic resistance (Hoitink *et al.*, 2006)، وتستخدم أنواعه كمغلف أولي للبذور، غمر شتلات، تطبيق في التربة، رش ورقي، رش فاكهة، مُعاملة جذور ومُعاملة الشتول (Bhattacharjee and Dey, 2013). ومن آليات الفطر المضاد التنافس وهي الظاهرة التي يتنافس فيها المسبب المرضي والفطر المضاد على استعمار حيز النمو والمواد المغذية، وأثناء هذه العملية قد يقمع الفطر المضاد نمو المسبب المرضي في الوسط المغذي أو المجال الجذري وبالتالي ينخفض تطور المرض، حيث أوضحت نتائج تنمية الفطر *A. alternata* مع الفطر *T. harzianum* وجهاً لوجه على الوسط الغذائي PSA حدوث تباطؤ وتثبيط في النمو الميسليومي للفطر المُمْرض في مواجهة الفطر المضاد وظهر هذا التباطؤ والتثبيط في صورة استحواذ الفطر المضاد على الوسط الغذائي في الطبق (الزحاف، 2016)، واختبر de Oliveira (2021) المواجهة المباشرة بين *Trichoderma* spp والفطريات الممرضة *Curvularia lunata*، *Fusarium oxysporum* و *R. Solani* وأثبتت التجربة حدوث اختلاف في درجات تثبيط النمو الميسليومي للفطريات الثلاث الممرضة في مواجهة أنواع الفطر المضاد، كما سجل Salman and Boyraz (2023) اختلاف في درجات تثبيط نمو الفطر *R. solani* عند المواجهة المباشرة مع عزلات مختلفة للفطر *Trichoderma*

إن مُعاملة أو مُعالجة البذرة قبل الإنبات بالفطر *Trichoderma* تطلق و/أو تنتج إنزيمات أو هرمونات نباتية تشترك في استنبات البذرة بحيث يزداد الإنبات وتسرع انبثاق البادرة (Lalitha *et al.*, 2012; Babychan and Simon, 2017; Parveen *et al.*, 2019)، اضافة الى أن مُعاملة التربة أو البذور بالفطر المضاد تزيد النسبة المئوية للإنبات بتأثيرها المباشر على نشاط الإنزيمات والهرمونات النباتية، أو تأثيرها غير المباشر على الميكروفلورا في التربة وتوفير المغذيات وبالتالي تحسين الإنتاج، حيث أشارت دراسات سابقة إلى تأثير *Trichoderma* في تحسين إنبات البذور في محيط المُمْرِضات مثل تشجيع إنبات بذور فول الصويا في وجود الفطر *S. sclerotiorum* (Tančić et al., 2013)، تحفيز إنبات بذور بعض أنواع الخضروات في وجود مجموعة من المُمْرِضات منها *A. alternata*، *Aspergillus niger*، *F. solani*، *Penicillium expansum* (Parveen *et al.*, 2019)، كما أدت معاملة بذور الأرز بالفطر *T. asperellum* قبل الزراعة إلى خفض لفحة أغماد الأرز المتسبب عن *R. solani* وعفن الجذور المتسبب عن *Sclerotium oryzae* (Chinnaswami *et al.*, 2021)، إضافة إلى زيادة كبيرة في أنشطة البيروكسيديز والكتاليز والفينول والكلوروفيل والبروتين والتي تلعب أدوار مهمة في آليات الدفاع عن النبات (Mirzaeipour *et al.*, 2023)، واستحثاث المقاومة حيث رصد Behiry *et al.* (2023) زيادة في محتوى الفينولات والإنزيمات المؤكسدة لها في نباتات الطماطم المعاملة بالفطر المضاد *T. pubescens* والمصابة بالفطر *R. solani* مقارنة مع ارتفاع مستويات H_2O_2 وMDA في النباتات المصابة.

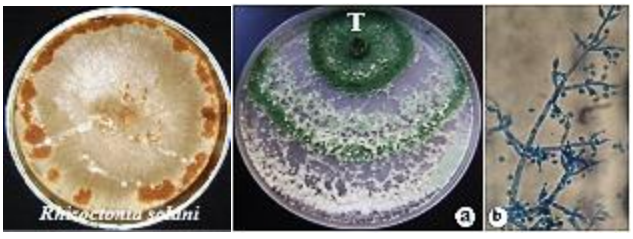
يستطيع الفطر *Trichoderma* استعمار سطح الجذور والنمو داخل نسيج النبات دون أن يُحدث أي ضرر للنبات فيما يعرف علميا بـEndophyte، حيث يعيش تكافلياً داخل نسيج الجذر ويُنتج جينات مُحفزة للنمو ومُضادة لعوامل الإجهاد البيئية والميكروبية (Piotrowski and Volmer, 2006; Chaverri *et al.*, 2011; Montalvão *et al.*, 2020)، تعتبر الإفرازات الجذرية في المجال الجذري مصدر غني بالمواد المغذية مثل السكريات، الأحماض الأمينية، الحديد، الفيتامينات والأحماض العضوية الخ... والهامة لنمو الفطر الحيوي والفطريات المُمْرضة الأخرى (Irtwange, 2006; Sarrocco *et al.*, 2009; El-Gali, 2015a).

إن اكتشاف ظاهرة التضاد بين الميكروبات الدقيقة هي التي دفعت الكثير من الباحثين إلى دراسة آلية التفاعل فيما بينها داخل المعمل، وفي النبات العائل، حيث استخدم في هذه الدراسة عزلة محلية للفطر *Trichoderma harzianum* ضد الفطر *Rhizoctonia solani* بهدف تقييم نشاطها التضادي تجاه الفطر الممرض.

المواد والطرق:

مصدر الفطريات

تم الحصـــول على كلا الفطرين الممرض *Rhizoctonia solani* والمضـــاد *Trichoderma harzianum* (شـــكل1) من معمل أمراض النبات/قســـم وقاية النبات/كلية الزراعة/جامعة عمر المختار.

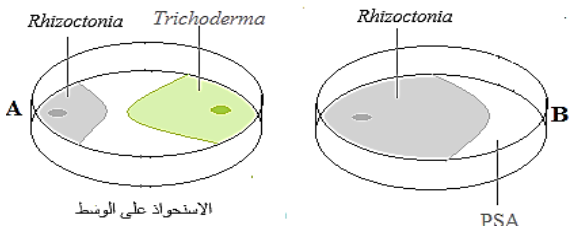


شكل (1) الفطريات المستخدمة في الدراسة على وسط الزرع PSA

المواجهة بين الفطرين في الوسط الغذائي

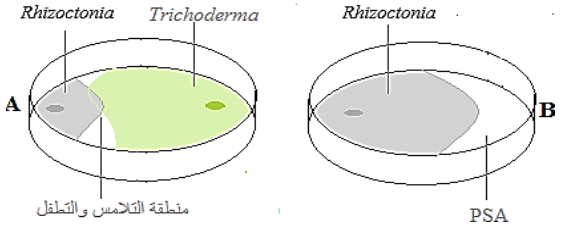
زُرع كل من الفطر المضاد والفطر المُمْرض في أطباق بتري (9سم) المعقمة تحوي وسط بطاطس سكروز أجار (PSA)، إذ قُسم الطبق إلى نصفين، وضع قُرص (بقطر5 مم) للفطر المضاد بعمر 5أيام في النصف الأول للطبق وقُرص مُماثل له للفطر المُمْرض أُخذ من حافة مُستعمرة بعمر 5 أيام في النصف الثاني من الطبق، وعلى نحو مقلوب حتى يلامس ميسليوم الفطر سطح الوسط (شكل2)، أما أطباق المقارنة فقد لُقح نصف الطبق بالفطر المُمْرض والمضاد كلا على انفراد مع ترك النصف الثاني خالياً من التلقيح بأي فطر (Rao, 2003)، وحُضِنت في درجة حرارة 23±2م°، وأُخذت النتائج بعد أن غطى الفطر المُمْرض كامل مساحة الطبق في مُعاملة المقارنة،

إذ سُجل نصف قطر نمو مُستعمرة الفطر المُمرض على المحور الواصل بين مركزي المستعمرتين المتضادتين في الطبق الواحد (شكل2)، وحُسبت نسبة التثبيط وفقاً لمعادلة Datta et al. (2004): R= (C–T/C) × 100، حيث R= نسبة التثبيط، C: نمو الفطر في طبق الشاهد، T= نمو الفطر في طبق المعاملة.



شكل (2): التنافس على الغذاء والتضاد بين الفطر الممرض والفطر المضاد في الوسط PSA

لدراسة آلية التطفل أُخذت ملاحظات مُجْهرية عند نقطة التقاء الفطرين في منطقة التلامس بينهما (شكل3) على شريحة نظيفة، وفحصها تحت المجْهر والتوثيق بالتصوير.



شكل (3): التلامس بين الفطرين الممرض والمضاد في أطباق الزرع

المواجهة بين الفطرين في نسيج النبات

تأثير تغليف البذور على نسبة الإنبات ونسبة العفن

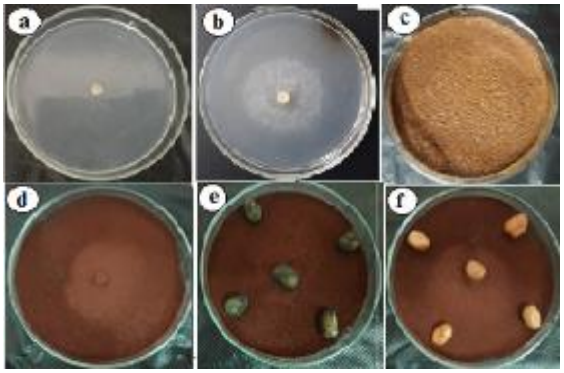
اختيرت بذور الفول العادي Vicia faba صنف Minor لدراسة تأثير تغليف البذور بجراثيم الفطر Th على نسبة الإنبات ونسبة التعفن، حيث تم تنمية الفطر الممرض Rs في أطباق الوسط PSA (شكل4–a وb). عُقمت البذور سطحياً، وبعد تغليفها بجراثيم Th (شكل4–e)، وُزعت في أطباق بتري تحوي مُستعمرة الفطر الممرض بعمر 3أيام ومغطاة بطبقة 1.0جم من التربة الناعمة المعقمة (شكل4–c وd) بمعدل 5بذور/طبق. في مُعاملة الشاهد عُقمت البذور وزُرعت بدون تغليف (شكل4–f). كُررت المعاملات 3مرات وحضنت لمدة 10أيام في درجة حرارة 23±2م°. خضعت الأطباق للملاحظة وحُسبت نسبة الإنبات بالمعادلة:

نسبة الإنبات = (عدد البذور النابتة /عدد البذور الكلي) × 100

نسبة التعفن = (عدد البذور المتعفنة /عدد البذور الكلي) × 100

تأثير حقن التربة بالفطر المضاد على درجة الإصابة بسقوط البادرات

تم حقن التربة بلقاح الفطر المضاد Th بنسبة 2% (2قرص بقطر 1سم/ 200جم تربة) وزُويت لمدة أسبوع قبل تلويثها بلقاح الفطر الممرض Rs بنفس النسبة وتُركت لمدة 7أيام قبل الزراعة. عُقمت البذور سطحياً، وزُرعت بمعدل 2بذرة/ أصيص، طُبقت التجربة في 4 مُعاملات وكُررت كل مُعاملة 10مرات: تربة مُعقمة وخالية من كلا الفطرين الممرض Rs والمضاد Th، تربة مُعقمة ومحقونة بالفطر المضاد Th، تربة مُعقمة ومُلوثة بالفطر الممرض Rs، تربة مُعقمة ومحقونة بالفطر المضاد Th ومُلوثة بالفطر الممرض Rs.



شكل (4): تقييم عفن البذور وموت البادرات بالفطر *R. solani* في أطباق الزرع. a وb: تحضين الفطر Rs على الوسط PSA، c: تربة معقمة، d: مُستعمرة Rs مُغطاة بالتربة، e: تغليف البذور بـTh وزراعتها على مُستعمرة Rs، f: بذور بدون تغليف ومزروعة على مُستعمرة Rs (شاهد).

نُقلت جميع الأصص إلى البيت البلاستيكي، وسُقيت بعناية وكُلما دعت الحاجة إلى ذلك. وتم تقدير شدة الإصابة على أساس عدد البادرات التي ماتت قبل ظهورها فوق سطح التربة (Pre-emergence) بعد مرور 10أيام من تاريخ الزراعة، وعدد البادرات التي ماتت بعد ظهورها فوق سطح التربة (Post-emergence) بعد مرور 20يوماً من تاريخ الزراعة، وعدد البادرات التي استمرت في النمو– أي البادرات السليمة – (Survival) بعد مرور 30 يوماً من تاريخ الزراعة وذلك كنسبة مئوية من العدد الكلي للبذور في كل مُعاملة.

$$\%\text{موت البذور قبل الظهور} = \frac{\text{عدد البذور الميتة}}{\text{عدد البذور الكلي}} \times 100 \quad \text{10 أيام}$$

$$\%\text{موت البادرات بعد الظهور} = \frac{\text{عدد البادرات الميتة}}{\text{عدد البذور الكلي}} \times 100 \quad \text{20 أيام}$$

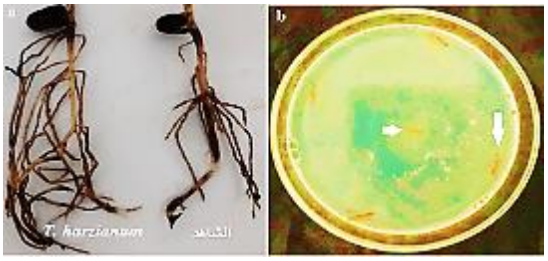
$$\%\text{ للبادرات السليمة} = \frac{\text{عدد البادرات السليمة}}{\text{عدد البذور الكلي}} \times 100 \quad \text{30 يوم}$$

استعمار الجذور

تمت إعادة عزل الفطر الممرض والفطر الحيوي من خلال البحث عنهما في أجزاء الجذور (شكل5–a)، حيث تم نزع الجذور من التربة المزروعة بها، وغُسلت تحت تيار من الماء الجاري لإزالة حبيبات التربة العالقة بها. قُطعت الجذور إلى أجزاء صغيرة بطول 1سم، ثم عُقمت سطحياً ووُزعت في أطباق الوسط PSA (شكل5–b) بمعدل 5 أجزاء/طبق. حُضنت في درجة حرارة 25م° وخضعت للملاحظة اليومية لمتابعة نمو الفطرين من الجذور على جميع العينات المختبرة. تم حساب نسبة الإصابة في الجذور وفقاً للمعادلة التي أوردها Meera *et al.* (1995):

% الاصابة = (عدد المستعمرات × 100)/ عدد الجذور التي فُحصت

تم تطبيق التصميم تام العشوائية (CRD) في جميع التجارب. كل البيانات المتحصل عليها في هذه الدراسة جرى تحليلها باستخدام البرنامج الإحصائي CO Stat. النسب المئوية تم تحويلها إلى القيم الزاوية المقابلة لها من جداول Percentage Angle = $\text{Arcsin}\sqrt{\text{Percentage}}$ قبل تحليلها للوصول إلى جدول تحليل التباين (ANOVA) وتطبيق اختبار (LSD) تحت مستوى المعنوية ($P \geq 0.01$) للتجارب المعملية و($P \geq 0.05$) للتجارب في اصص الزراعة للمُقارنة بين متوسطات المعاملات.



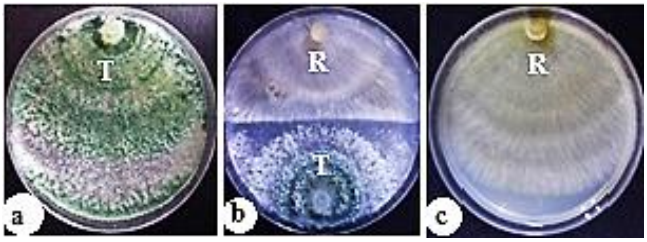
شكل (5): عزل الفطر *T. harzianum* من الجذور.

النتائج والمناقشة

أ. النتائج

التنافس والتضاد

أشارت نتائج اختبار الزراعة وجهاً لوجه بين الفطرين *T. harzianum* و *R. solani* على الوسط المغذي PSA (شكل6) إلى القدرة التنافسية العالية للفطر *T. harzianum* في النافس Competition بسرعة على الوسط الغذائي. ظهرت السيطرة ومنع تقدم ونمو الفطر المُمرض بالاستحواذ على نصف الطبق.



شكل (6): التداخل بين الفطر *T. harzianum* والفطر *R. solani* وجهاً لوجه على الوسط PSA. a: الفطر المضاد، وb: الفطرين وجها لوجه، وc: الشاهد

بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقات عالية المعنوية ($P<0.01$) بين المعاملتين، إذا أشارت النتائج في جدول (1) إلى القدرة الكبيرة لنمو الفطر المضاد، وتباطؤ نمو الفطر الممرض إذ سجل قطر نمو 4.5سم مُقارنة بـ9سم في أطباق الشاهد، واستطاع الفطر المضاد تثبيط نمو الفطر *R. solani* بنسبة تثبيط بلغت (50%) بدلالة إحصائية.

جدول1: متوسط قطر النمو ونسبة التثبيط للفطر *R. solani* في مواجهة الفطر *T. harzianum*

الفطر	قطر النمو (سم)	% التثبيط	طبيعة النمو Th
R. solani	9.0 a	00.00 b	------
Rs + Th.	4.5 b	50.0 (45.00) a	استعمار $^1/_2$ الطبق
LSD 1%	***0.27	***1.3	

الأرقام في الجدول متوسط 5 مكررات

الأرقام بين القوسين تعني التحويل الزاوي للنسبة المئوية

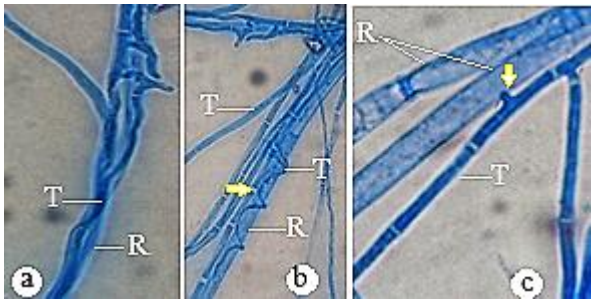
الحروف المختلفة ضمن نفس العمود دلالة على وجود فروق معنوية

***: فروق معنوية عالية

Th.: *T. harzianum*، Rs.: *R. solani*

التطفل الفطري

بعد أخذ جزء من منطقة التداخل بين الفطرين (الفطر المضاد والفطر الممرض) ودراستها تحت المجهر المركب لوحظ أن الفطر *T. harzianum* يمتلك آلية التطفل الفطري Mycoparasitism حيث امتدت خيوطه الفطرية بموازاة خيوط الفطر الممرض وتلامست معها (شكل 7- a)، ثم التفت بشكل حلزوني Coilling حولها (شكل 7- b- السهم) مُكونة حلقات حول ميسليوم الفطر الممرض. كما أن للفطر المضاد القدرة على تكوين نتؤات تبرز من الخيط الفطري (شكل 7 –c) تجاه ميسلييوم الفطر الممرض (السهم).



شكل (7): آلية التداخل بين الفطرين *R. solani* ، T: *T. harzianum*. a: التلامس بين خيوط الفطرين، b: التفاف Th. حول Rs. ، c: توضح التفاف ميسليوم الفطر المضاد (T) حول ميسليوم الفطر المُمرض (R). c: تكوين تركيب على شكل بروزات تجاه الميسليوم العريض للفطر المُمرض (السهم).

تغليف البذور

اختبر تأثير تغليف البذور بالفطر *T. harzianum* على نسبة إنباتها وإصابتها بالفطر *R. solani* تحت ظروف المختبر. بينت النتائج حدوث موت للبذور وتعفنها في التربة الملوثة بالفطر *R. solani*، في حين حدث إنبات لجميع البذور المغلفة بالفطر *T. harzianum* والمزروعة في التربة الملوثة بـ*R. solani* (شكل8)، كما تفوقت البذور المغلفة بالفطر *T. harzianum* ظاهرياً في سرعة نموها وزيادة مجموعها الجذري والخضري حتى أكثر من بذور الشاهد (دون أي فطر).

شكل (8): تأثير تغليف البذور بجراثيم Th على نسبة تعفنها بالفطر Rs

دلت النتائج المدونة في الجدول (2) أن المعاملة بالفطر *T. harzianum* أعطت أقل نسب تعفن للبذور كدليل على كفاءته في توفير الحماية للبذور من الإصابة بالفطر R. solani، برفع نسبة الإنبات إلى 64.7% وخفض نسبة تعفن البذور إلى 35.3% ، في حين بلغ عفن البذور تحت تأثير الفطر المُمرض 53.3% وانخفضت نسبة الإنبات إلى 46.7%، ولم يحدث تعفن لبذور الشاهد. تحليل النتائج إحصائيا أشار إلى وجود فروقات معنوية بين المعاملات في تأثيرها على نسبة الإنبات وعفن البذور.

جدول2: تأثير تغليف البذور بالفطر *T. harzianum* وزراعتها في أطباق مُلوثة بالفطر *R.solani* على نسبة الإنبات وعفن البذور

المعاملات	الإنبات (%)	عفن البذور (%)
شاهد	100 (90.00) a	0.0 (0.0) d
Rs	46.7 (43.11) d	53.3 (46.89) a
Rs + Th	64.7 (53.55) c	35.3 (36.45) b
Th	93.3 (75.00) b	6.7 (15.00) c
LSD 1%	3.1***	.93***

Rs: *R. solani* ، Th: *T. harzianum*

الأرقام في الجدول متوسط 3 مكررات

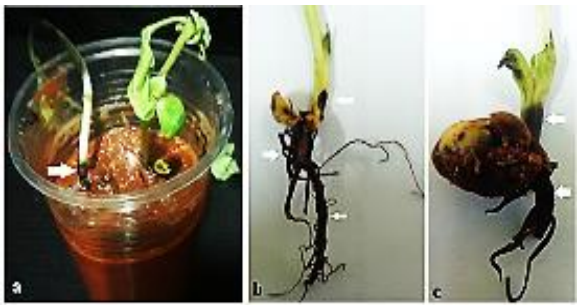
الأرقام بين القوسين محولة زاويا

***: فروق معنوية عالية

القيم المتبوعة بنفس الحرف تشير إلى عدم وجود فروق معنوية

حقن وتلويث التربة

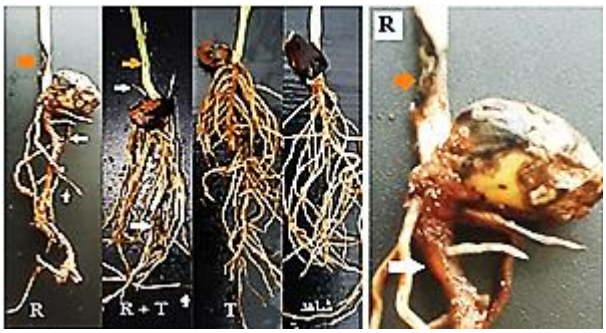
دلت نتائج تأثير حقن التربة بالفطر المضاد Th ثم تلويثها بالفطر المرمض Rs على إصابة البذور بمرض سقوط البادرات وحدوث تعفن أسفل الساق، وموت للبادرات وسقوطها فوق سطح التربة (شكل9-a) مع وجود تقرحات بنية متباعدة على ساق البادرة (شكل9-b) وتعفن للجذور (شكل9-c).



شكل (9): أعراض سقوط البادرات وعفن الجذور. a: تعفن ساق البادرة بالقرب من سطح التربة (عند السهم)، b: تعفن الجذور، c: تقرحات على الساق (عند السهم)

مع نهاية التجربة بعد (30) يوم، وثقت الصور تدهور المجموع الخضري، وظهور التقرحات على ساق البادرة بالقرب من سطح التربة (سهم برتقالي) مرافقاً لتعفن المجموع الجذري على البادرات في التربة الملوثة بالفطر Rs (شكل10-R). سجلت الدراسة زيادة تفريع المجموع الجذري على البادرات المزروعة في تربة ملقحة بالفطر المضاد *T. harzianum* وملوثة بالفطر المرمض Rs (شكل10 R+T)، في حين تميزت بادرات الشاهد (بدون تلقيح وبدون تلويث)، والبادرات المزروعة في تربة مُلقحة بالفطر Th مجموع جذري قوي وكثيف (شكل10-T). بينت الأعراض المقربة شكل (10) وضوح ظهور أعراض تقرحات بيضاوية بنية غائرة على الساق مرافقة لتدهور الجذور في البادرات المزروعة مع Rs، في حين كانت التقرحات أصغر وانخفاض تعفن الجذور في وجود Rs + Th

أوضحت النتائج في الجدول(3) كفاءة فطر Th في حماية النباتات عند زراعتها في تربة مُلوثة بالفطر المرمض Rs مُقارنة بالمزروعة في تربة بها Rs فقط. حسابياً سجلت التجربة موت للبادرات قبل ظهورها فوق سطح التربة (35%)، وموت للبادرات بعد ظهورها (50%)ا ونسبة بقاء للبادرات السليمة بلغت 15% تحت تأثير الفطر Rs، مُقارنة مع وصول نسبة بقاء البادرات السليمة إلى 60% وانخفاض نسبة موتها قبل وبعد الظهور فوق سطح التربة إلى 15% و25% على الترتيب تحت تأثير وجود الفطر المضاد والفطر المرمض (Rs + Th) كليهما معاً في التربة.



شكل (10): اختلاف تفريع الجذور واستطالتها تحت تأثير التداخل بين الفطرين Th + Rs ، منظر مُقرب للتقرحات وأعفان الجذور

أشارت النتائج إلى وجود فروق معنوية مرتفعة بين جميع المعاملات في موت البادرات قبل وبعد الظهور فوق سطح التربة والنباتات السليمة وكذلك في تكوين الجذر عند تلقيح التربة بالفطر المضاد Th وفي وجود الفطر المرمض Rs.

جدول3: تأثير حقن التربة بالفطر *T. harzianum* على شدة الإصابة بمرض سقوط البادرات المتسبب عن الفطر *R. solani*

المعاملات	% موت البادرات قبل الظهور	% موت البادرات بعد الظهور	% البادرات السليمة
الشاهد السليم	00.00 (00) d	00.00 (00) d	100 (90.00) a
تربة ملوثة بـRs	35 (36.27) a	50 (45.00) a	15.0 (22.79) d
تربة ملقحة بـTh	5.4 (13.44) c	3.3 (10.47) c	91.3 (72.84) b
تربة ملقحة بـTh وملوثة بـRs	15 (22.79) b	25 (30.00) b	60.0 (50.77) c
LSD 5%	1.2***	1.7***	10.1***

الأرقام بين القوسين متوسط 20 نبات

القيم بين القوسين تعني التحويل الزاوي للنسبة المئوية

القيم المتبوعة بنفس الحرف تشير إلى عدم وجود فروق معنوية

***: فروق معنوية مرتفعة

استعمار الجذور

بعد نزع جذور البادرات من التربة في المعاملتين *T. harzianum* و *T. harzianum* + *R. solani* ، جرى تعقيمها سطحياً، وتقطيعها وزراعتها على الوسط المغذي PSA للاستدلال على استعمار الجذر بواسطة الفطر الحيوي. أكدت النتائج (شكل11) على تمكن الفطر الحيوي من اختراق الجذور واستعمارها والذي ظهر واضحاً وجلياً في صورة مستعمرات فردية من قطع الجذور التي سبق تحضينها.

شكل (11): استعمار الجذور بواسطة الفطر *T. harzianum* . a: قطع الجذور على الوسط الغذائي عند السهم، b وc: بداية ظهور خيوط الفطر، d: تجرثم الفطر بلون أخضر حول قطع الجذر.

النتائج المدونة في الجدول (4) اشارت الى استعمار الفطر *T. harianum* للجذور بنسبة 100% مقارنة مع 60% في حال التداخل بين الفطرين Th و Rs في التربة.

جدول4:نسبة الإصابة بالفطر *T. harianum* في الجذور واستعماره لها

الفطر	عدد القطع المحضنة	عدد القطع المصابة بـTh	نسبة الاصابة
Th.	5	5	100
Rs	5	3	60
الأرقام متوسط 3 مكررات			

ب. المناقشة

استهدف هذه الدراسة دراسة التداخل بين عزلة محلية للفطر المضاد *T. harzianum* والفطر المرض *R. solani* حيث اختبرت آليات التنافس، التضاد، التطفل الفطري، أيضا استخدامه كمُغلف للبذور أو في حقن التربة لمقاومة مرض عفن البذور وسقوط البادرات المتسبب عن الفطر *R. solani* في نبات الفول العادي *Vicia faba* صنف Minor.

التنافس والتضاد

بينت نتائج تأثير المواجهة المباشرة بين الفطر المضاد والفطر المرض على الوسط الغذائي PSA بعد سبعة أيام من التحضين، إلى الكفاءة العالية التي تميز بها الفطر المضاد في إبطاء نموه واستحواذه على الوسط الغذائي فيما يعرف بالمنافسة، والسيطرة على 50% من مساحة الطبق، وإلى منع تقدم الفطر *R. solani*، وكانت هذه النتائج مماثلة للنتائج التي تحصل عليها تحصل عليها El-Gali (2015a) و de Oliveira (2021) والتي برهنا فيها على القدرة التثبيطة التضادية كأحد آليات الفطر *T. harzianum* إزاء بعض الفطريات المُمرضة.

التطفل الفطري

كشف الفحص المجْهري في منطقة الاتصال بين الفطرين المُمْرض والمضاد حدوث تغيرات في هيفا الفطر المُمْرض شملت انكماش في خيط الفطر، وتحلل محتوياته، إضافةً إلي تحوله لِلفائف بسبب قدرة الفطر المضاد على الانجذاب بسرعة والالتصاق بخيط الفطر المُمْرض، والتفاف هيفا الفطر المضاد بشكل حلزوني حول هيفا الفطر المُمْرض وتكوين ما يشبه الخُطاف أو الكلاب أو الكماشة Pincer، التي تُسَهل اختراقه للخيط، وهذا ما توصل إليه Kishan *et al.* (2017) عند دراسة التضاد بين *S. sclerotiorum* وأنواع الفطر *Trichoderma* spp.، كما وثق الزحاف (2016) قدرة هيفا *T. harzianum* على النمو والتي امتدت بموازاة هيفا الفطر *A. alternata* ثم التفت بشكل حلزون Coilling مكونة حلقات حول هيفا الفطر المُمْرض، كما أن للفطر المضاد القدرة على تكوين شبه خُطاف أو ممص Haustoria على شكل نتوءات تبرز من الخيط الفطري وتخترق هيفا الفطر المُمْرض، وقد فسر Bertagnolli *et al.* (1998) تعرف هيفا *T. harzianum* على الفطر *R. solani* إلى احتواء هيفا الأخير على الكيتين في جداره الخلوي، الأمر الذي سهل التصاق الأول به.

تغليف البذور

عند دراسة تأثير عامل تغليف البذور بالفطر المضاد *T. harzianum* وزراعتها في أطباق بتري تحوي تربة ملوثة بالفطر المرض *R. solani* وأخرى غير ملوثة على نسبة الإنبات وتعفن البذور بينت النتائج أن التغليف بجراثيم الفطر المضاد زاد نسبة إنباتها وخفض من نسبة إصابتها بالتعفن قياساً بمعاملة الفطر المرض. برهنت دراسات سابقة على ارتفاع نسبة الإنبات في وجود الفطر *T. harzianum* كمُغلف للبذور (الحيدري، 2007 ؛ Islam *et al.*, 2011 ؛ Mukhtar *et al.*, 2012)، كما لاحظ عبد (2012) أن تغطية بذور الطماطم بجميع أنواع الجنس *Trichoderma* spp كان له الأثر الكبير في زيادة نسبة الإنبات بوجود المسبب المرضي (*R. solani*) وخاصة النوع *T. harzianum* الذي أدى إلى زيادة نسبة الإنبات إلى 85.5% قياساً بمعاملة المقارنة 50%.

تُفرز الفطريات المُمْرِضة إنزيمات تلعب دوراً في إمراضية النبات بتسهيل اختراق المُمْرِضات للجدر الخلوية، وتثبط، أو تُوقف نشاط البادرة (عبد، 2012 ؛ El-Said *et al.*, 2014 ؛ حسين، 2019)، فيما يقوم الفطر *Trichoderma* بتسريع الإنبات (Celar and Valic, 2005)، وزيادة قوة، وتطور البادرة وتثبيط المُمْرِضات، ورفع الإنتاجية (Begum *et al.*, 2010; Islam *et al.*, 2011; Kumar *et al.*, 2014)، كما برهن Tholudur *et al.* (1999) أن إنزيمات Cellulase تعمل كمادة مُحفزة لتفاعل تحويل السليلوز إلى سكر الجلوكوز وبالتالي زيادة نمو النباتات الموجودة في تلك البيئة، إذ لاحظ Shimizu *et al.* (1997) أن انزيمي Himocellulase و Xylanase الذين يفرزهما الفطر *T. reese* لهما القدرة على تحليل النشا إلى سكريات مُتعددة مُفيدة ومحُفزة لنمو أجنة البذور.

تطبيق المواجهة بين *T. harzianum* و*R. solani* في التربة

أوضحت نتائج التداخل بين الفطر المضاد والفطر المرض في محيط الجذر انخفاض شدة مرض سقوط البادرات وازدياد عدد البادرات السليمة قياساً لعدد البادرات الناتجة في التربة الملوثة بالفطر المرض فقط. إن قدرة الفطر *R. solani* في إحداث موت البادرات قبل وبعد الظهور فوق سطح التربة ربما تعود لاحتواء رواشح البذور المزروعة وإفرازات الجذور حديثة الإنبات على مركبات لها تأثير مُحفز لنمو الفطر المرض وهذا ما أكد عليه El-Gali (2015b)، بينما تعزى كفاءة الفطر المضاد في تشجيع النبات على مُقاومة المرض إلى توغله ونفاذه داخل جذور النباتات المعاملة وتحفيزه على زيادة فعالية إنزيمي Peroxidase و Chitinase في النباتات المعاملة به (Yedidia et al. 1999)، كما أثبت عبد (2012) أن إضافة جميع أنواع الجنس *Trichoderma* spp. في التربة كان مفيداً في خفض نسبة الإصابة بالفطر *R. solani* المسبب لمرض سقوط بادرات الطماطم، وأشار Salman and Boyraz (2023) إلى انخفاض معنوي في شدة إصابة نباتات الفاصوليا بعفن الجذور الذي يسببه *R. solani*.

لوحظ ظاهرياً من الدراسة زيادة حجم المجموع الجذري وصلابة الجذور والذي ربما يكون له تأثير مباشر في الفعاليات الحيوية للنبات. نتائج مطابقة تحصل عليها الحيدري (2007) وعبد (2012)، وعزى الباحثان الزيادة في أطوال النباتات إلى قدرة الفطر على إنتاج مُنظمات النمو المحفزة للإنبات (Windham et al., 1986)، كما وثق Salman and Boyraz (2023) زيادة في ارتفاع المجموع الخضري وزيادة استطالة الجذور في نباتات الفاصوليا تحت تأثير الفطر المحفز *Trichoderma* على الرغم من وجود الفطر المرض *R. solani* في التربة. وفي دراسة أخرى سجلت أوزان طازجة أعلى للأجزاء فوق الأرضية الجذور مقارنة بأوزان منخفضة لعينات الشاهد وبالمثل أظهرت أطوال الأجزاء الهوائية والجذرية قيما أعلى من مجموعة الشاهد التي كانت منخفضة وذلك في نباتات الفراولة المزروعة في تربة معاملة بالفطر الحيوي *T. asperellum* وفي وجود الفطر *R. solani* (Azeddine *et al.*, 2024).

تفوق الفطر المضاد في زيادة تكوين وتفريع الجذور في وجود الفطر المرض تعود لقدرته على تكوين مُستعمرات حول الجذور (Montalvão et al., 2020) وإفراز بعض المواد السامة للممرضات التي توفر الحماية للجذور من الإصابة بالمسببات المرضة من جهة فضلاً عن دوره في وإفرازه نواتج أيض أو عوامل مُحفزة للنمو او هرمونات نمو وتحسين النبات وزيادة كفاءة امتصاص العناصر وجاهزيتها في التربة حول جذور النبات وبذلك يزداد نمو ونشاط المجموع الجذري (Kleified and Chet, 1992; Chinnaswami *et al.*, 2021; Azeddine *et al.*, 2024)، ومن التجربة اتضح أن الفطر يؤثر على بناء النظام الجذري عن طريق زيادة تطور الشعيرات الجذرية وحث الجذور الجانبية على النمو مما شكل مجموع جذري كبير وأكثر صلابة وهذا يتفق مع ما ذكر في دراسات سابقة (Ousley *et al.*, 1994 ؛ عبد، 2012).

الخلاصة

استهدفت الدراسة تقييم القدرة التضادية لعزلة محلية للفطر *T. harzianum* ضد الفطر الممرض *R. solani* المسبب لعفن البذور وموت البادرات، وأظهرت النتائج أن الفطر المضاد مُرشح جيد للسيطرة على المرض بسبب قدرته التثبيطية والتطفلية ضد/على الفطر الممرض على الوسط الغذائي، كما أظهر استخدامه كمُغلف للبذور زيادة في إنبات البذور وخفض إصابتها بالعفن، في حين أدى تدعيم التربة بالفطر المضاد إلى كفاءة عالية في حماية البادرات من الإصابة بالمرض والسيطرة على المجال الجذري باستعماره للجذور وتحسين انباتها.

نظراً لقدرة الفطر المضاد على حماية البذور من التعفن وموت البادرات فضلاً عن تحفيز نمو النباتات توصي الدراسة بتغليف بذور النباتات الحساسة للإصابة وبذور النباتات غالية الثمن بجراثيم الفطر قبل زراعتها أو تدعيم التربة بها لحماية النباتات وتحسين نموها في وجود الفطر الممرض في التربة.

الشكر وتقدير

الشكر موصول إلى كل من مد يد المساعدة لإنجاز هذا البحث، والله ولي التوفيق.

المراجع:

أبو عرقوب، محمد موسى (2000). المقاومة الحيوية لأمراض النبات. المكتبة الأكاديمية القاهرة.

حسين، صفاء نعمت. (2019). المكافحة البيولوجية لمرض تعفن جذور اللوبيا *Vigna unquiculata* المتسبب عن الفطر *Rhizoctonia solani* باعتماد بعض الأنواع الفطرية والبكتيرية. مجلة وقاية النبات العربية، 37(1): 31- 39. http://dx.doi.org/10.22268/AJPP-037.1.031039

الحيدري، علي عاجل جاسم (2007). عزل وتشخيص بعض الفطريات المسببة لتعفن بذور وموت نباتات الباميا ومُقاومتها بتقنيات مُختلفة بالفطر *Trichoderma harzianum* Rifai. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة الكوفة. 140صفحة.

الزحاف، أبوبكر سليمان محمد. (2016). دراسة الكفاءة التضادية للفطر الحيوي *Trichoderma harzianum* ضد مرض تبقع أوراق أشجار الخروب المتسبب عن الفطر *Alternaria alternata* . رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة عمر المختار. البيضاء. ليبيا. 101صفحة.

عبد الرضا، أمل صالح، كاظم جاسم حمادي، هيثم أيوب الحمداني (2010). تقييم كفاءة بعض عزلات جراثيم *Pseudomonas fluorescens* في حماية نباتات الطماطم من الإصابة بالفطر *Fusarium oxsysporum lycopersici* مع دراسة نسيجية لجذر العائل. مجلة ابحاث البصرة 36(6): 61-80. https://search.emarefa.net/detail/BIM-287150

عبد، أحمد فاضل. (2012). استخدام أنواع من الجنس *Trichoderma* كمُعاملة للبذور لمقاومة مرض سقوط البادرات *Rhizoctonia solani* Kuhn على نبات الطماطة. مجلة الفرات للعلوم الزراعية، 4(4): 103- 113.

Abrik S.A.; Farah A.F. and Abuhligha T.A. (2012). Evaluate effectiveness of some fungi in the biological control of the plant pathogenic fungus *Fusarium oxysporum*. Pre. Gulf Crop Protec. 1(1): 63-78.

Azeddine, E., Ouazzani Touhami, A., Selmaoui, K., Benkirane, A.R., Douira, A. (2024). *In Vitro* and *In Vivo* Biological Control by *Trichoderma Asperellum* Against *Rhizoctonia Solani* a Causal Agent of Collar and Root Rot in Strawberries. In: Mabrouki, J., Azrour, M. (eds) Advanced Systems for Environmental Monitoring, IoT and the application of Artificial Intelligence. Studies in Big Data,143: 213-235. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-50860-8_13

Babychan M. and Simon S. (2017). Efficacy of *Trichoderma* spp. against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. (FOL) infecting pre-and post-seedling of tomato. J. Pharmacog. & Phytochem., 6: 616-619.

Begum M.F.; Rahman M.A. and Alam M.F. (2010) Biological control of *Alternaria* fruit rot of chili by *Trichoderma* species under field conditions. Microbiol., 38(2): 113-117. DOI: 10.4489/MYCO.2010.38.2.113

Behiry S., Soliman S., Massoud M., Abdelbary M., Kordy A., Abdelkhalek A. and Heflish A. (2023). *Trichoderma pubescens* Elicit Induced Systemic Resistance in Tomato Challenged by *Rhizoctonia solani*. J. Fungi, 9(167): 2- 19. https://doi.org/10.3390/jof9020167

Bertagnolli B.L.; Daly S. and Sinclair B. (1998). Antimycotic compounds from the plant pathogen *Rhizoctonia solani* and its antagonist *Trichoderma harzianum*. Phytopath., 146: 131-`35. DOI:10.1111/j.1439-0434.1998.tb04669.x

Bhattacharjee R. and Dey U. (2013). An overview of fungal and bacterial biopesticides to control plant pathogens/diseases. African J. Microbiol. Res., 8(17): 1749-1762. DOI: 10.5897/AJMR2013.6356

Brent, K.J. and D.W. Hollomon. (1998). Pathogen risk list. FRAC Monograph No.2: 50 pp

Celar F. and Valic N. .(2005). Effects of *Trichoderma* spp. and *Gliocladium roseum* culture filtrates on seed germination of vegetables and maize, J. Plant Dis. Prot., 112 (4): 343–350. https://doi.org/10.1080/03235408.2013.80

Chaverri P.; Gazis R. and Samuels G.J. (2011). *Trichoderma amazonicum*, a new endophytic species on *Hevea brasiliensis* and *H. guianensis* from the Amazon basin. Mycologia 103:139-151. DOI: 10.3852/10-078

Chinnaswami K., Mishra D., Miriyala A., VellaichamyP., Kurubar B., Gompa J., Madamsetty SP. and Raman MS. (2021). Native isolates of *Trichoderma* as bio suppressants against sheath blight and stem rot pathogens of rice. Egyptian J. Biol. Pest Con., 31(12): 2- 10. https://doi.org/10.1186/s41938-020-00356-4

Datta B.S.; Das A.K. and Ghosh S.N. (2004). Fungal antagonists of some plant pathogens. J. Mycol. Plant Pathol., 42: 15-17.

https://www.researchgate.net/publication/228905928

Kumar V.; Shahid M.; Srivastava M.; Singh A.; Pandey S. and Antima Sharma A. (2014). Enhancing Seed Germination and Vigor of Chickpea by Using Potential and Effective Strains of *Trichoderma* species. Virol. & Mycol., 3(2): 2-3. DOI:10.4172/2161-0517.1000128

Lalitha P.; Srujana and Arunalakshmi, K. (2012). Effect of *Trichoderma viride* on germination of mustard and survival of mustard seedlings. I. J. Life Sci. Biotech. & Pharma Res.,1:137-140.

Lo C.T. and Lin C.Y. (2002). Screening strains of *Trichoderma* spp for plant growth enhancement in Taiwan. Plant Path. Bull. 11: 215-220.

Lopez-Valdez, F. and Fernandez-Luqueno, F. (2014) Fertilizers components, uses in agriculture and environmental impacts. Biotechnology in Agriculture, Industry and Medicine., New York: Nova Science Publishers. 326.

Matroudi S.; Zamani M.R. and Motallebi M. (2009). Antagonistic effects of three species of *Trichoderma* sp. on *Sclerotinia sclerotiorum*, the causal agent of canola stem rot. Egypt. J. Biol. 11: 37-44. DOI:10.4314/ejb.v11i1.56560

Meera M.; Shivanna S.; Kageyama M.B. and Hyakumachi M. (1995). Persistence of induced systemic resistance in cucumber in relation to root colonization by plant growth promoting fungal isolates. Crop Prot., 14:123–130. https://doi.org/10.1016/0261-2194(95)92866-L

Mirzaeipour Z., Bazgir E., Zafari D. and Darvishnia M. (2023). Selection and biocontrol efficiency of *Trichoderma* isolates against *Rhizoctonia* root rot and their growth promotion effects on strawberry plants. J. Plant Pathol., 105: 1563- 1579.

Mont lavão SCL., Marques E., Silva JBT., Silva JP. and Mello SCM. (2020). *Trichoderma* Activity in Seed Germination, Promoting Seedling Growth and Rhizocompetence in Tomato Plants. J. Agric. Sci., 12(10): 252- 262. https://doi.org/10.5539/jas.v12n10p252

Mukhtar I.; Hannan A.; Atiq M. and Nawaz A. (2012). Impact of *Trichoderma* species on seed germination in soybean Pak. J. Phytopathol., 24(2):159-162 DOI:10.2298/PIF1303181T

Ousley M.A.; Lynch J.M. and Whipps J.M. (1994). Potential of *Trichoderma* spp. as consistent plant growth stimulators. Biol. Fertil. Soils, 17: 85-90.

Pal K.K. and Gardener B.M. (2006). Biological Control of Plant Pathogens. The Plant Health Instructor, 1- 25. https://doi.org/10.1094/PHI-A-2006-1117-02

de Oliveira RS., Martins A., Martins ALL., Nunes HV., Nunes BHD., Chagas LFB. and Chagas AF. (2021). Biocontrol in vitro of *Trichoderma* spp. for pathogens *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, and *Curvularia lunata*. Revista de Ciências Agrárias, 44(1): 58-67. https://doi.org/10.19084/rca.21282

El-Gali Z.I. (2015a). Use of *Trichoderma harzianum* KRL-AG2 against phytopathogenic fungi, Libya. Danish J. Agric. & Animal Sci., 6: 6-10. DOI:10.6084/M9.FIGSHARE.1431133

El-Gali Z.I. (2015b). Influence of seeds and roots extracts and exudates of bean plant on growth of some pathogenic fungi. Open Access Library J. 2:1666. http://dx.doi.org/10.4236/oalib.1101666

El-Said A.H.M.; Saleem A.; Maghraby T.A. and Hussein M.A. (2014). Cellulase activity of some phytopathogenic fungi isolated from diseased leaves of broad bean. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci., 3(2): 883-900. DOI: 10.1080/03235408.2013.868698

Hoitink H.A.J.; Madden L.V. and Dorrance A.E. (2006). Systemic resistance induced by *Trichoderma* spp.: interactions between the host, the pathogen, the biocontrol agent, and soil organic matter quality. Phytopath., 96: 186-189. https://doi.org/10.1094/PHYTO-96-0186

https://doi.org/10.1007/BF00337738

Irtwange V.S. (2006). Application of biological control agents in pre- and postharvest operations. Agricultural Engineering International: the CIGR E J. Invited Over., 3: 1-12.

Islam M.S.; Rahman M.A.; Bulbul S.H. and Alam M.F. (2011) Effect of *Trichoderma* on seed germination and seedling parameters in chili. Int. J. Expt. Agric., 2(1): 21-26. https://doi.org/10.3329/jsf.v8i1-2.14637

John R.P.; Tyagi R.D.; Prévost D.; Brar S.K.; Pouleur S. and Surampalli R.Y. (2010). Mycoparasitic *Trichoderma viride* as a biocontrol agent against *Fusarium oxysporum* f. sp. *adzuki* and *Pythium arrhenomanes* and as a growth promoter of soybean. Crop Prot., 29(12): 1452-1459. Doi: 10.1016/j.cropro.2010.08.004

Kishan G.; Kumar M.; Tiwari R. and Sharma P. (2017). Deciphering the mechanism of mycoparasitism of *Sclerotinia sclerotiorum* by *Trichoderma* spp. Int. J. Pure App. Biosci., 5(6): 1246- 1250. DOI:10.18782/2320-7051.5226

Kleifeld O. and Chet I. (1992). *Trichoderma harzianum*-interaction with plants and effect on growth response. Plant and soil, 144: 267-272. https://doi.org/10.1007/BF00012884

Kodsueb R.; McKenzie E.H.C.; Lumyong S. and Hyde K.D. (2008). Diversity of saprobic fungi on Magnoliaceae. Fungal Div., 30:37-53.

wood components by steam-explosion pretreatment. Biomass & Bioenergy. 14(3): 195-203. 10.1016/s0961-9534(97)10044-7

Tančić S.; Skrobonja J.; Lalošević M.; Jevtić R. and Vidić M. (2013). Impact of *Trichoderma* spp. on soybean seed germination and potential antagonistic effect on *Sclerotinia sclerotiorum*. Pestic. Phytomed., 28(3): 181-185. DOI: 10.2298/PIF1303181T

Tholudur A., Ramirez W.F and McMillan J.D. (1999). Mathematical modeling and optimization of cellulase protein production using *Trichoderma reesei*, RL-P37. Biotech. Bioeng 66: 1–16 doi: 10.1002/(sici)1097-0290(1999)66:1<1::aid-bit1>3.0.co;2-k.

Vinale F.; Marra R. and Ruocco M.(2014) *Trichoderma* Secondary Metabolites Active on Plants and Fungal Pathogens Article in The Open Mycology J., 8:127-139. DOI:10.2174/1874437001408010127

Windham M.T.; Elad Y. and Baker R. (1986). A mechanism for increased growth induced by *Trichoderma* spp. Phytopath., 78: 518-521. DOI: 10.1094/Phyto-76-518.

Yedidia I.; Benhamou N. and Chet I. (1999). Induction of defense responses in cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) by the biocontrol agent *Trichoderma harzianum*. Appl. Environ. Microbiol., 65:1061–1070. DOI: 10.1128/AEM.65.3.1061-1070.1999

Parveen S.; Wani A. and Bhat M.Y. (2019). Effect of culture filtrates of pathogenic and antagonistic fungi on seed germination of some economically important vegetables. J. Biological Sci., 6(12): 133-139. https://doi.org/10.21472/bjbs.061212

Piotrowski M. and Volmer J.J. (2006). Cyanide metabolism in higher plants: cyanoalanine hydratase is a NIT4 homolog. Plant. Mol. Biol. 61:111-122. DOI:10.1007/s11103-005-6217-9

Rao N.S.S. (2003). Methods used in soil Microbiological studies Soil Microbiology. 4thEdition. Pp.: 61-72. (Oxford and IBH Publishing Co. Pvt. Ltd. New Delhi.

Saksirirat W.; Chareerak P. and Bunyatrachata W. (2009). Induced systemic resistance of biocontrol fungus, *Trichodrema* spp against bacterial and gray leaf spot in tomato. As J. Food Ag-Ind. 99-104.

Salman Ö and Boyraz N. (2023). Efficacy of Some *Trichoderma* Isolates as Biocontrol Agents Against *Rhizoctonia solani* Kühn in Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Selcuk J. Agr. Food Sci., 37(1): 133-144. DOI: 10.15316/SJAFS.2023.014

Sarrocco S.; Guidi L.; Fambrini S.; DesI‟Innocenti E. and Vannacci G. (2009). Competition for cellulose exploitation between *Rhizoctonia solani* and two *Trichoderma* isolated in the decomposition of wheat straw. J. Plant Pathol., 91: 331-338.

Shimizu K.S.; Ono H.; Ishihara M.; Fujii T. and Hishiyama S. (1997). Integrated process for total utilization of