



تقييم كفاءة تضاد أربعة عزلات من فطر *Trichoderma* مع أربعة عزلات من

فطر *Rhizoctoniasolani* مسبب مرض القشرة السوداء في البطاطس معملياً

حميدة سالم الغويل
قسم الحدائق والمشاتل، وزارة الزراعة،
طرابلس

خديجة فرج العربي*
قسم وقاية النبات، كلية الزراعة،
جامعة طرابلس

هيفاء محمد دوزان
قسم وقاية النبات، كلية الزراعة،
جامعة طرابلس

*khadija_faraj@yahoo.com

<https://doi.org/10.36602/jmuas.2021.v02.02.01>

استلم البحث في 19/12/2020 وأجيز البحث في 17/05/2021

الملخص

أجريت هذه الدراسة في معامل قسم وقاية النبات بكلية الزراعة، جامعة طرابلس لتقييم قدرة أربعة عزلات من فطر *Trichoderma*، المرض *Rhizoctoniasolani*، تم عزلها من التربة ودرنات بطاطس (*Solanum tuberosum* L.) مصابة بمرض القشرة السوداء جمعت من أربعة مناطق من طرابلس الكبرى وهي؛ تاجوراء (R1)؛ القره بولي (R2)؛ قصرين غشير (R3)؛ جنزور (R4). صممت تجارب هذه الدراسة بطريقة التصميم العشوائي الكامل (CRD). أظهرت نتائج تجارب تأثير التضاد الفطري في المزرعة المزدوجة والنواتج الأيضية غير المتطابرة أن قدرة عزلة (T1) على تثبيط الفطر المرض *R. solani* قد بلغت 100% على كل عزلات الفطر *R. solani* المختبرة. أظهرت العزلة (T4) نسبة تثبيط 80% لنمو العزلة (R1) في تجارب النواتج الأيضية المتطابرة، وكانت أقل نسبة تثبيط 5% لنمو عزلة (R2). أوضحت الدراسة المجهرية للتضاد الفطري لعزلات فطر *Trichoderma* حدوث تطفل مباشر وتحلل وتجبب والتفاف الميسيليوم على عزلات الفطر المرض.

الكلمات المفتاحية: *Trichoderma Rhizoctoniasolani* - مرض القشرة السوداء - التضاد المباشر - التضاد غير المباشر

1. المقدمة

ينتشر مرض القشرة السوداء (BlackScurf) المتسبب عن الفطر (*Rhizoctoniasolani* K.) في العديد من مناطق زراعة البطاطس في ليبيا (Parmeter, 1965؛ أبوغنية، 1998). ويصيب العديد من المحاصيل الحقلية والخضروات (بشيه، 2009-أ). سجل المرض في جميع أنحاء العالم وفي أنواع الترب والظروف المناخية المختلفة (Muriungi, et al., 2014). حيث تصاب النموات الحديثة للبطاطس بشدة خاصة عند درجات الحرارة المنخفضة (8-13م) مع نسبة رطوبة تربة 45%. ويتسبب في حدوث أعراض موت البادرات وعفن الجذور في الحقل وعفن الدرنا أثناء التسويق والتخزين (أبوغنية، 1998؛ Asscheman et. al., 1996). بينت دراسة حقلية لتسعة عشر موقعا من مزارع البطاطس بالمنطقة الغربية أن مرض القشرة السوداء كان أهم الأمراض التي تصيب البطاطس حيث بلغت نسبة الإصابة بالمرض 12.3% (بشيه وآخرون، 2009-أ).

يكافح مرض القشرة السوداء بإجراءات وقائية وعلاجية مختلفة (بشيه وآخرون، 2009-ب) من ضمنها استخدام المبيدات الزراعية في مكافحة هذا المرض التي تُثج عنها ظهور سلالات مقاومة من الفطريات الممرضة وتدني في خصوبة التربة (درياله، وآخرون، 2014). مما استدعى البحث عن بدائل فعالة لمكافحة الفطر المرض (*R. solani*) ومنها

المكافحة الحيوية. لقد تم تطوير تقنيات مختلفة لاستخدام الكائنات الدقيقة بنجاح خلال العقود الأخيرة؛ وطرق إدخالها على نطاق تجاري للوسط الذي تنمو فيه النباتات لمكافحة الأمراض النباتية (Elkot, 2008). سجل تثبيط نمو فطر (*R. solani*) وانخفاض عدد الأجسام الحجرية وفقدان حيويتها في حقول مزروعة البطاطس نتيجة لوجود فطريات مضادة في التربة من أهمها *Gliocladium roseum*، *G. virens*، *G. nigrovirens*، *Trichoderma hamatum* و *Verticillium biguttatum* (Tarek and Moussa, 2002). ويعتبر فطر *Trichoderma* من أهم عوامل المكافحة الحيوية التي درست منذ عقود التي ثبت فعاليتها في مكافحة عدة أمراض على مدى واسع من العوائل النباتية (أبو عرقوب، 2002).

تنتشر سلالات فطر *Trichoderma spp.* على الشكل الكونيدي لفطر *Hypocrea*، وتتميز بسهولة عزلها من التربة، وسرعة نموها على البيئات الغذائية، وتنتج كميات هائلة من الأبواغ الكونيدية المتغلظة المغمورة في الميسيليوم غالباً ما تأخذ اللون الأخضر (Druzhinina et. al., 2011). ويتميز فطر *Trichoderma spp.* بآليات تثبيطية متنوعة ضد الكائنات الممرضة للنبات تشمل التضاد الفطري المباشر، وغير المباشر (Verma et. al., 2007). أوضح Asad et. al., (2014) قدرة عزلات فطر *Trichoderma* على التطفل مباشرة على العديد من الفطريات المصاحبة لها في الوسط الذي تعيش به، وتعمل على تثبيطها أو قتلها. كما يعمل فطر *Trichoderma* على تعزيز نمو النبات عبر تحسين خصائص التربة المحيطة بالجذور، ورفع كفاءة التمثيل الضوئي وامتصاص المغذيات المعدنية في التربة والمضافة له من الأسمدة. وتهاجم سلالات الفطر *Trichoderma* الكائنات الممرضة بطريقة غير مباشرة حيث تعمل على تفكيك السليلوز المتاح كغذاء لها من بقايا المحصول الذي يحفر إنتاج إنزيم *Chitinase* ويستخدم في تحطيم كيتين جدران خلايا الفطر الممرض *R. solani* (Howell, 2003). عند التفاف ميسيليوم *T. hamatum* حول هيفات الفطر الممرض *R. solani* يخترق الفطر جدر الخلايا عن طريق إفراز أنزيمات من السيتوبلازم الخارجي (*B 1-3 Glucanase* و *Chitinase*) بعد تكوين تراكيب تشبه أعضاء الالتصاق (Elad, et. al., 1982).

أظهرت نتائج دراسة التضاد الفطري المباشر تفوق *T. harzianum* عن 44 عزلة من الفطريات المستخدمة في المكافحة في تثبيط نمو الفطر *R. solani* عزل من درنات بطاطس مصابة بمرض القشرة السوداء (Demirci et., al., 2011). سجل تباين تأثير 9 تضاد عزلات من سلالات نشطة لفطر *Trichoderma spp.* مع عزلة فطر *R. solani* مسبب مرض موت شتلات محاصيل الخضر في اختبار التضاد المباشر وغير المباشر وكانت جميع العزلات فعالة في تثبيط نمو فطر *R. solani* في اختبار المزرعة المزدوجة، بينما سجل تأثير تثبيطي ناتج عن إنتاج مواد أيضية غير المتطايرة من أربعة عزلات فقط (Cundom et. al., 2003). من ناحية أخرى كان تأثير النواتج الأيضية الذائبة في الماء لثلاثة عزلات (*T. harzianum*، *Trichoderma asperellum*، *T. viride*)، سجلت نتائج دراسات التضاد المباشر فعالية عزلات *Trichoderma (Tv1)*، (*T. harzianum*، *Trichoderma sp.*)، (*Tv2*)، و (*Th1*) *T. harzianum* في تثبيط نمو ميسيلوسوم وتكوين الأجسام الحجرية للكائنات الممرضة الساكنة في التربة: *R. solani* و *rolfsiiS* و *Sclerotinia sclerotiorum* (Amin et. al., 2010) ونمو الفطريات *R. solani*، *Fusarium oxysporum*، *Alternaria alternata* (Subash et. al., 2013).

أشارت العديد من الدراسات إلى كفاءة عزلات محلية من فطر *Trichoderma spp.* عزلت من مناطق مختلفة من ليبيا في تثبيط العديد من الفطريات الممرضة القاطنة بالتربة التي تصيب عوائل مهمة إقتصادياً مثل *R. solani*، *Fusarium spp.*

Al (Duzan et. al., 2007) *Botrytis cinerea*, *S. sclerotiorum*, *solani*؛ الغرياني وآخرون، 2008؛ Abadi et. al., 2017؛ 2013؛ العربي وآخرون، 2012؛ Arabi, et. al., 2012). أختبر تأثير المعاملة بخمس عزلات من فطر *Trichoderma* (ثلاث عزلات محلية *T. harzianum* 7955، *T. longibrachiatum* 7956 وعزلتين تجاريتين *T. atroviride* Tp1 و *T. harzianum* T22) على نمو ميسيليوم وتكوين الأجسام الحجرية للفطر *S. sclerotiorum* المسبب لمرض العفن القطبي على البازلاء، أوضحت النتائج قدرة كل عزلات فطر *Trichoderma* على تثبيط الفطر الممرض بآليات مختلفة (شليبيك وآخرون، 2013). وقد سجل نسبة تثبيط بلغت 91% في معدل تكوين الأجسام الحجرية عند المعاملة بالعزلة المحلية *T. lonigrachiatum* 7956 والتجارية *T. harzianum* T22 (شليبيك وآخرون، 2020). بينما تباين نتائج تضاد عزلة محلية *Trichoderma* sp. وعزلة تجارية *T. harzianum* مع عزلات فطر *S. sclerotiorum*. مسبب مرض العفن القطبي على ثمار الخضروات (الباذنجان، الجزر، الخس، الخيار، اللفت والقرع الأبيض) جمعت من أسواق طرابلس- ليبيا، حيث بلغت نسبة التثبيط 50% في اختبار المزرعة المزدوجة كما تباين تأثير راشح مزرعة *Trichoderma* على أعداد وأوزان الأجسام الحجرية للفطر الممرض *S. sclerotiorum* ومعدل تفتتها وعدم ظهورها في بعض المعاملاتوقد عزيلالقدرة بعض عزلات *Trichoderma* على التضاد الحيوي والتطفل الفطري المباشر (العربي وآخرون، 2013). لقدتم استخلاص وتعريف المركب Peptaibols من السلالتين *T. harzianum* و *T. longibrachiatum* 7956 المعزولة من التربة الليبية وتثبت كفاءتها وبآليات متنوعة في تثبيط الفطريات الممرضة للنبات *R. solani* و *Fusarium* (Duzan et. al., 2007). حالياً لا توجد دراسة محلية توضح قدرة عزل الفطر *Trichoderma* على التضاد مع الفطر *R. solani* تم عزله من نباتات بطاطس تظهر عليها أعراض الإصابة بمرض القشرة السوداء لذلك أجريت هذه الدراسة وهدفت إلى: عزل وتعريف فطر *R. solani* من درنات بطاطس مصابة بمرض القشرة السوداء جمعت من أربع مناطق من طرابلس الكبرى (تاجوراء، القره بوللي، قصر بن غشير، جنزور) ومقارنة آليات التضاد لعزلات فطر *Trichoderma* معزلات من الفطر الممرض *R. solani*.

2. المواد وطرق البحث

1.2. عزل وتعريف الفطر الممرض *Rhizoctonia solani*

أجريت هذه الدراسة في مختبرات قسم وقاية النبات بكلية الزراعة -جامعة طرابلس وذلك خلال مواسم 2016 - 2018. جمعت عينات الدراسة من أربعة مناطق من طرابلس الكبرى وهي؛ تاجوراء، قصر بن غشير، القره بوللي، جنزور (R1، R2، R3، R4) على التوالي وحددت 4 مواقع في كل حقل، وجمعت عينات درنات البطاطس التي تظهر عليها أعراض الإصابة بمرض القشرة السوداء المتسبب عن الفطر *R. solani*، وعينات من التربة المحيطة بدرنات البطاطس. وضعت العينات في أكياس بلاستيكية في حاوية مبردة وخزنت عند درجة حرارة 4°C. جمعت الأجسام الحجرية من درنات البطاطس المصابة ووضعت بعد تعقيمها مباشرة على وسط غذائي potato dextrose agar (PDA) وحضنت عند 25±2°C لمدة 7 أيام وحتى ظهور نمو ميسيليوم الفطر الممرض (Clarkson et al., 2002). جهزت مستعمرات نقية على أطباق بتري تحوي (PDA) من مستعمرات الفطر النامي وذلك بواسطة نقل الجزء الطرفي من قمم الهيفات Hyphal tip technique (HTT)، وحفظت العزلات على وسط (PDA slant Agar) بعد غمرها بزيت البارافين المعقم عند 4°C وكذلك في أنابيب تربة معقمة حتى إجراء الاختبارات اللاحقة عليها. تم العزل من عينات التربة

واستخلاص الفطر الممرض بالمختبر بطريقة (الغربة الرطبة) والطفو في محلول السكروز. جهاز معلق (10 جم من عينة التربة في 100 مل من الماء) تم رجه لمدة 15 دقائق وذلك لترسيب الشوائب والتخلص منها كررت عملية الرج مرة أخرى بواسطة جهاز الهزاز (Shaker) لفترة 12 ساعة. مرر المعلق من خلال (غرايل) متدرجة من (200 – 63 μ) تتابعاً و غسلت المواد المتبقية في غربال 63 μ بماء الحنفية و جمعت في معلق من محلول السكروز. جهاز معلق من 300 مل من محلول السكروز السابق بتركيز (M 2.5) وتم رجه مرة أخرى بالهزاز لمدة 15 دقيقة ثم مرر من خلال غربال 63 μ فقط، غسلت المواد المتبقية تحت مياه الحنفية وجمعت هذه المتبقيات على ورقة ترشيح وتركت 48 ساعة حتى جفت في درجة حرارة الغرفة. فحصت الأجسام الحجرية التي تم استخلاصها وفصلها بواسطة المجهر، غمرت في محلول هيبوكلووريت الصوديوم بتركيز 1.5% لمدة 3 دقائق. نقلت إلى أطباق بترى تحوي PDA (3 مكررات) لكل معاملة، وحضنت عند 25°C. تم متابعة نمو ميسيليوم الفطر الممرض يومياً وملاحظة ظهور الأجسام الحجرية (Saad, Clarkson, 2002). تم تعريف المرض اعتماداً على الأعراض التشخيصية لمرض القشرة السوداء والخصائص المجهرية لفطر *Rhizoctonia* (Banville et al., 1996, Barnett and Hunter, 1998)

2.2. عزلات الفطر *Trichoderma*

احتوت معاملات الفطر *Trichoderma* على اربعة عزلات؛ اثنتان محلية وهي *Trichoderma* (T1) تم عزلها وتعريفها من عينات التربة التي جمعت من منطقة تاجوراء، و عزلة محلية *T. longibrachiatum* (T2) و عزلتان غير محلية *T. koningii* (T3) و *T. viride* (T4).

3.2. دراسة آليات التثبيط في المختبر

1.3.2. تقييم قدرة *Trichoderma* على التطفل الفطري المباشر *Mycoparasitism* على فطر

R. solani

أجريت هذه الدراسة بطريقة اختبار أطباق المزارع المزدوجة (Dual culture plate test) على البيئة الغذائية PDA تحت ظروف التعقيم. اشتملت المعاملات على أربعة عزلات من فطر *Trichoderma* (T1, T2, T3, T4) وعزلات الفطر *R. solani* عزلت من مناطق: تاجوراء (R1)، القره بولي (R2)، قصرين غشير (R3)، جنزور (R4). وضعت أقراص (4 ملم) من نموات قمم الهيفات لكل من الفطر المضاد والفطر الممرض متقابلين في حافتي الطبق في نفس الوقت، وضعت أقراص من الفطر الممرض فقط في أطباق لكل المعاملات كشاهد. احتوت كل معاملة على عدد ثلاثة (3) مكررات، حضنت الأطباق عند درجة حرارة 25±2°C. سجلت نموات الفطر الممرض من بداية تكونها وحتى مدة 5 أيام تزامناً مع اكتمال نمو مستعمرات الفطر المضاد إلى حواف أطباق الشاهد (Asad, et. al., 2014). حسب نسبة التثبيط وفقاً للمعادلة التالية.

نسبة التثبيط %: (نمو قطر المستعمرة في الشاهد - نمو قطر المستعمرة المعاملة / نمو قطر المستعمرة في الشاهد) x 100

2.3.2. تقييم التضاد المباشر على الشريحة

جهزت شريحة تحوي طبقة من بيئة PDA داخل طبق تحت ظروف التعقيم. وضعت أقراص (4 ملم) من كل عزلات فطري *Trichoderma* و *R. solani* متقابلين من مزارع نشطة بعمر 7 أيام، اشتملت كل المعاملات على عدد ثلاثة

(3) مكررات. وأحكام إقفال الأطباق وحضنت عند درجة حرارة 25 ± 2 م. عند وصول نمو الميسيليوم إلى منتصف الشريحة نقلت الشريحة بالملقط من الطبق، ثم فحصت تحت المجهر للكشف عن وجود تداخل بين الفطرين (Ommati and Zaker, 2012).

3.3.2. تقييم تأثير المواد الأيضية المتطايرة من *Trichoderma* على نمو *R. solani* في التضاد غير المباشر
نقلت أقراص بقطر 4 ملم من مزارع نشطة بعمر 7 أيام من عزلات فطري *Trichoderma* و *R. solani* ووضعت في مركز طبق PDA كل على حدة تحت ظروف التعقيم. ثم نزع غطاء الأطباق ووضع الطبق المحتوي على طبق الفطر المرض مباشرة أعلى طبق الفطر المضاد، احتوت معاملات الشاهد على طبق PDA فقط وضع أعلى آخر تم حقنه بالفطر المرض فقط، أحكام إغلاق كل الأطباق بشرط بارافيلم. احتوت كل المعاملات على عدد (3) مكررات، سجلت النتائج وحسبت نسبة التثبيط وفق المعادلة (Ommati & Zaker, 2012).

نسبة التثبيط %: (نمو قطر المستعمرة في الشاهد - نمو قطر المستعمرة العاملة / نمو قطر المستعمرة في الشاهد) $\times 100$

4.3.2. تأثير المواد الأيضية غير المتطايرة من *Trichoderma* على نمو *R. solani*
جهز ورق السيلوفان بقطر 9 سم معقم ووضع على طبق PDA، وضع قرص 4 ملم من عزلات *Trichoderma* spp. فوق ورق السيلوفان المعقم، بينما وضع قرص قطره 4 ملم من PDA فقط في معاملات الشاهد على ورق السيلوفان بالأطباق. بعد مرور 24 - 48 ساعة تم استبدال قرص عزلات *Trichoderma* بأقراص من عزلات فطر *R. solani* وكذلك في معاملات الشاهد استبدلت أقراص PDA بقرص الفطر المرض *R. solani*، أشتملت كل المعاملات على عدد ثلاثة (3) مكررات. سجل معدل نمو المعاملات بعد 5 أيام وحسبت نسبة التثبيط وفقاً للمعادلة المدرجة في التجارب الأنفة (Ommati & Zaker, 2012).

3.2. التحليل الإحصائي

صممت التجارب بالتصميم العشوائي الكامل Complete Randomized design (CRD)، حُللت البيانات المتحصل عليها بواسطة تحليل التباين باستخدام البرنامج (SAS) Statistical Analysis System. أستخدم اختبار دانكن Duncan test للمقارنة بين المتوسطات عند مستوى معنوية ($P \leq 0.05$).

3. النتائج والمناقشة

1.3 عزل وتنقية وتعريف الفطر المرض *Rhizoctonia solani* من درنات البطاطس

تم عزل وتعريف 4 عزلات من الفطر المرض *R. solani* (R1، R2، R3، R4) من الأجسام الحجرية على درنات البطاطس التي جمعت من مناطق الدراسة. وجود الأجسام الحجرية على درنات البطاطس الناضجة يعتبر أحد الأعراض التشخيصية لحدوث مرض القشرة السوداء (Banville et al. 1996). ويعرف فطر *R. solani* على البيئات الغذائية اعتماداً على شكل ولون الميسيليوم الذي يتباين لونه من اللون القريب من الأبيض إلى البني الغامق الأقرب للون الأسود و ينتج أجسام حجرية غير منتظمة الشكل تأخذ اللون البني الخفيف إلى البني الغامق الأقرب للون (Ogoshi, 1987). سجل تباين في الصفات الظاهرية لمزارع الفطر النامية حيث تدرج لون المستعمرات من البني الفاتح إلى الداكن وقد لوحظ

اختلاف عزلة الفطر الممرض المعزولة من منطقة قصر بن غشير عن باقي العزلات الثلاثة، حيث سجل تغيير في لون مستعمرات العزلة من اللون البني إلى اللون الأبيض وإنتاج أجسام حجرية صغيرة جداً لا تظهر بوضوح إلا في البيئة السائلة. تتفق هذه النتائج مع دراسة (Gurav et. al., 2018) التي بينت وجود اختلاف في الخصائص الظاهرية في لون وطبيعة نمو مستعمرات 11 عزلة من فطر *R. solani* جمعت من مناطق مختلفة من حقول زراعة البطاطس. لم يتم عزل فطر *R. solani* من تربة الحقول التي تم استخلاصها بطريقة الغرايل.

2.3 عزل فطر *Trichoderma* من تربة حقول البطاطس بمناطق الدراسة

نفذت الدراسة على أربعة عزلات من فطر *Trichoderma* وقد تم الإشارة إلى مصادر ثلاثة منها في فقرة شكر وتقدير وهي *T. Longibrachiatum*، *T. koningii*، *T. viride* بينما تم عزل الرابعة من عينات تربة منطقة تاجوراء حيث لوحظ ظهور نمو مستعمرة فطرية مصاحبة لمستعمرات الفطر الممرض *R. solani* في كل المكررات التي عزلت من التربة المحيطة بدرنات البطاطس المصابة بطريقة الغرايل من تربة حقل تاجوراء مع ظهور أجسام حجرية. تم تجهيز مزارع نقيه من هذا الفطر وعرف على مستوى النوع *T. viride* (T1) وذلك بناء على صفاته المورفولوجية. حيث تميز الفطر عن الأنواع الأخرى بشكل جراثيمه المتغلظة مع تكون جراثيم كلاميذية *Chlamydo spores* بين خلوية وندر وجودها على الميسيليوم (Druzhinina et. al., 2011؛ Howell, 2003) شكل (1).



شكل (1) خواص الفطر المضاد *Trichoderma viride* (T1) الظاهري

3.3 آليات التثبيط في المختبر

1.3.3 التضاد الفطري المباشر Mycoparasitism (تأثير فطر *Trichoderma* spp. على نمو فطر *Rhizoctonia solani* في المزارع المزدوجة)

أظهرت نتائج التجربة قدرة عزلات *Trichoderma* على التطفل المباشر على الكائن الممرض *R. solani* وقد بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين قدرة عزلات *Trichoderma* spp. المختبرة على التضاد مع عزلات *R. solani*. سجلت أعلى نسبة تثبيط لنمو كل عزلات الفطر الممرض (R1، R2، R3، R4) في معاملة العزلة (T1)

حيث بلغت 100%، بينما انخفضت نسبة تثبيط عزلي (T2، T4) لنمو عذلة تاجوراء (R1) إلى 76% و 75.29%. لم تسجل أي فروقاً معنوية في نسب تثبيط كل عزلات *R. solani* عند المعاملة بعذلة (T2) وكانت أقل نسبة تثبيط لعذلة جنزور (R4) 79% جدول (1).

بينت النتائج أن العذلة (T4) كانت أقل قدرة على تثبيط نمو عذلة قصر بن غشير (R3) 50%، بينما سجلت أقل نسبة تثبيط 79% لعذلة جنزور (R4) عند معاملتها بعذلة *T. longibrachiatum* (T2) (جدول 1). قد ترجع كفاءة التثبيط العالية لعذلة تاجوراء (T1) إلى عاملين؛ الحالة النشطة للعذلة المتحصل عليها من عينات التربة مباشرة، ووجودها في نفس البيئة مع الكائن المرضي أي احتمال وجود تداخل سابق مع الفطر المرضي *R. solani* في عين المكان في ظروف مثلى لنمو ونشاط عذلة فطر *Trichoderma*. تواجد الكائنات المرضية للنبات في نفس البيئة مع الكائنات المضادة يعزز من فرص نجاح المكافحة الحيوية. استخدمت في هذه الدراسة عزلتان من نفس الجنس والنوع *T. viride* (T1 و T4) حيث بينت النتائج اختلاف تأثير كل منهما على الفطر *Rhizoctonia* قد يرجع هذا إلى اختلاف في السلالة. من المعروف تأثير درجات الحرارة وعوامل بيئية أخرى على نمو ونشاط بعض السلالات. العذلة التجارية من *T. atroviride* (viride) (TP1) من الأنواع التي تنمو بكفاءة تحت درجات حرارة منخفضة نسبياً مقارنة بـ *T. harzianum* (T22) (Duzan et al., 2007). في هذه الدراسة لم يتم تقييم تأثير درجات الحرارة على نمو عزلات *Trichoderma* غير المحلية التي انخفضت كفاءة التضاد فيها عن بعض العزلات المحلية وكانت العذلة المحلية *T. longibrachiatum* (T2) أقل كفاءة من (T1) وقد يعزى الفرق في التأثير إلى اختلاف النوع وحالة نشاط العذلة ومصدرها.

سجل ظهور مناطق تثبيط inhibition zones في المعاملات (R2-T4)، (R3-T1)، (R4-T1)، ويرجع هذا إلى قدرة عزلات فطر *Trichoderma spp.* على إنتاج مواد مضادة أدت إلى كبح نمو عزلات الفطر المرضي. تتفق نتائج هذه الدراسة مع نتائج (Amin et al., 2010) في تفوق عزلي فطر *T. viride* و *T. harzianum* في تثبيط نمو الميسيليوم والأجسام الحجرية لفطر *R. solani* كذلك مع نتائج دراسة (Subash, 2013) التي أكدت تثبيط *T. harzianum* لنمو فطر *R. solani*.

بينت الدراسة المجهريّة للتضاد المباشر شكل 2 (أ، ب، ج، د) تطفل والتفاف ميسيليوم عزلات الفطر المضاد *Trichoderma spp.* حول ميسيليوم عزلات الفطر المرضي *R. solani*، واختراق وتقطع الميسيليوم ثم تحلل وموت السيتوبلازم، تتفق هذه النتائج مع دراسات كل من (Elad, 1982؛ Duzan et al., 2007؛ Demirci et al., 2010؛ Abed et al., 2013؛ العربي وآخرون، 2013)

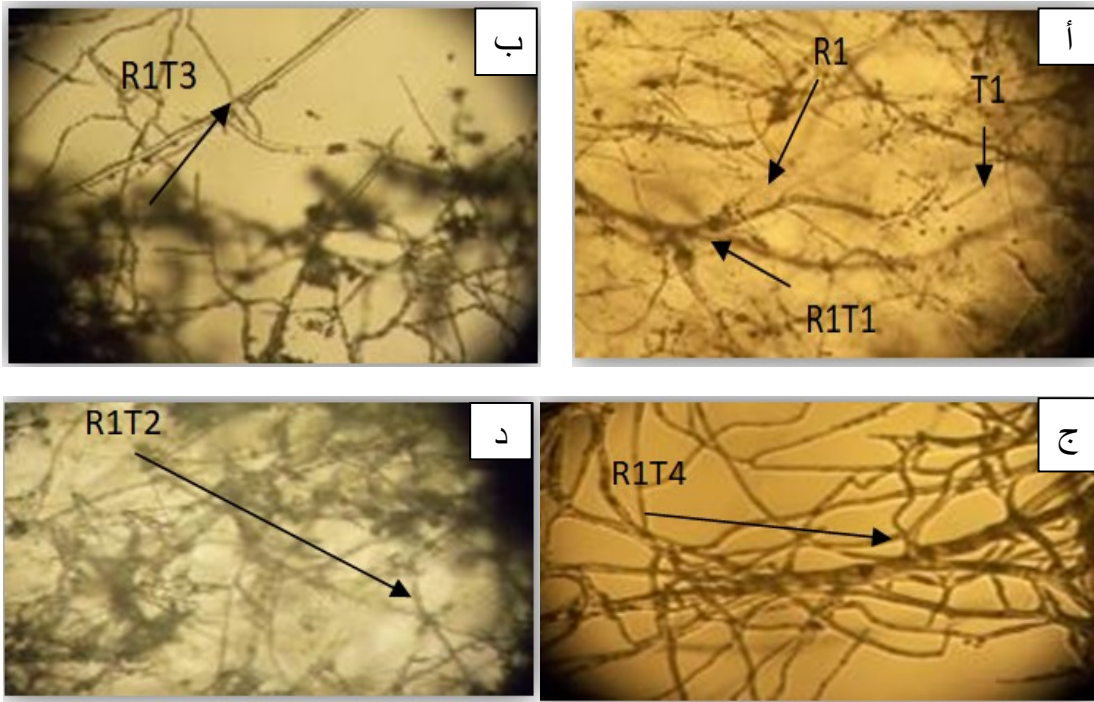
جدول (1) نسبة تثبيط نمو فطر *Rhizoctonia* عند التضاد المباشر مع عزلات *Trichoderma* في أختبارات المزرعة المزدوجة.

المعاملة	R1	R2	R3	R4
الشاهد	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a
T1	100 ^d	100 ^d	100 ^d	100 ^d
T2	76 ^b	77.25 ^b	68.54 ^{bc}	79 ^b
T3	90 ^c	87.84 ^{bc}	71.04 ^c	85 ^{bc}
T4	75.29 ^b	76.67 ^b	49.79 ^b	88.6 ^{bc}

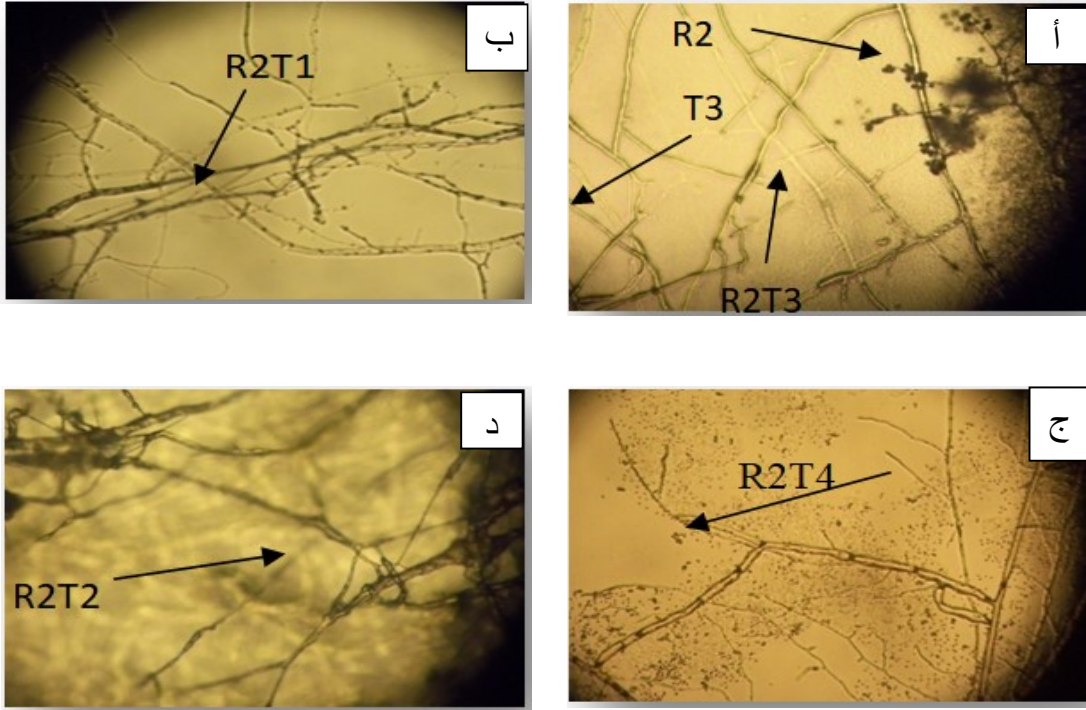
المتوسطات ذات الحروف المختلفة توجد بها فروقاً معنوية ($P \leq 0.05$).

R. solani =R ، R1 تاجوراء، R2 القره بوللي، R3 قصر بن غشير، R4 جنزور

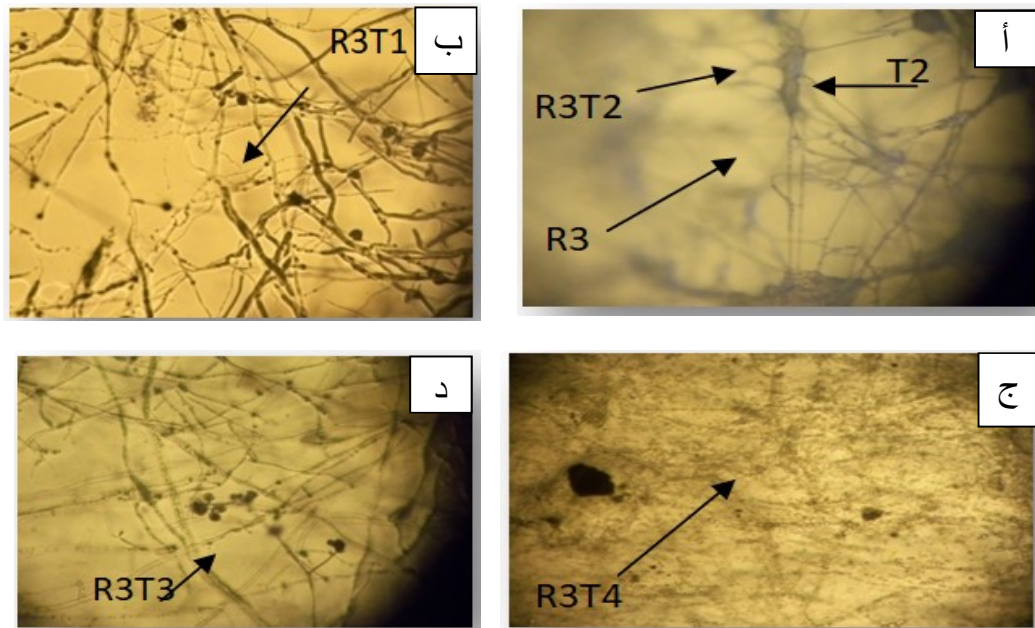
Trichoderma = T ، T1 *T. viride* ، T2 *T. longibrachiatum* ، T3 *T. koningii* ، T4 *T. viride*



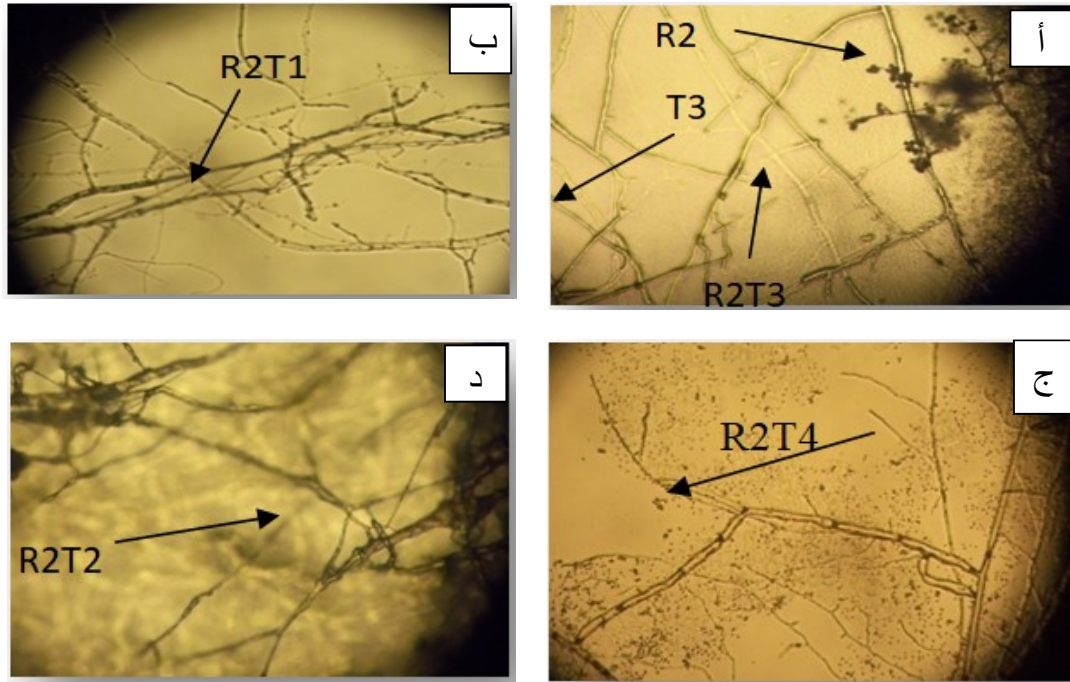
شكل (2-أ) التطفل الفطري المباشر لفطر *Trichoderma* (T1, T2, T3, T4) على عذلة تاجوراء (R1) من فطر *Rhizoctonia* (أ و د) تحلل الفطر الممرض *R. solani* (ب و ج) التفاف ميسيليوم فطر *T. viride* حول ميسيليوم فطر *R. solani* (R1)



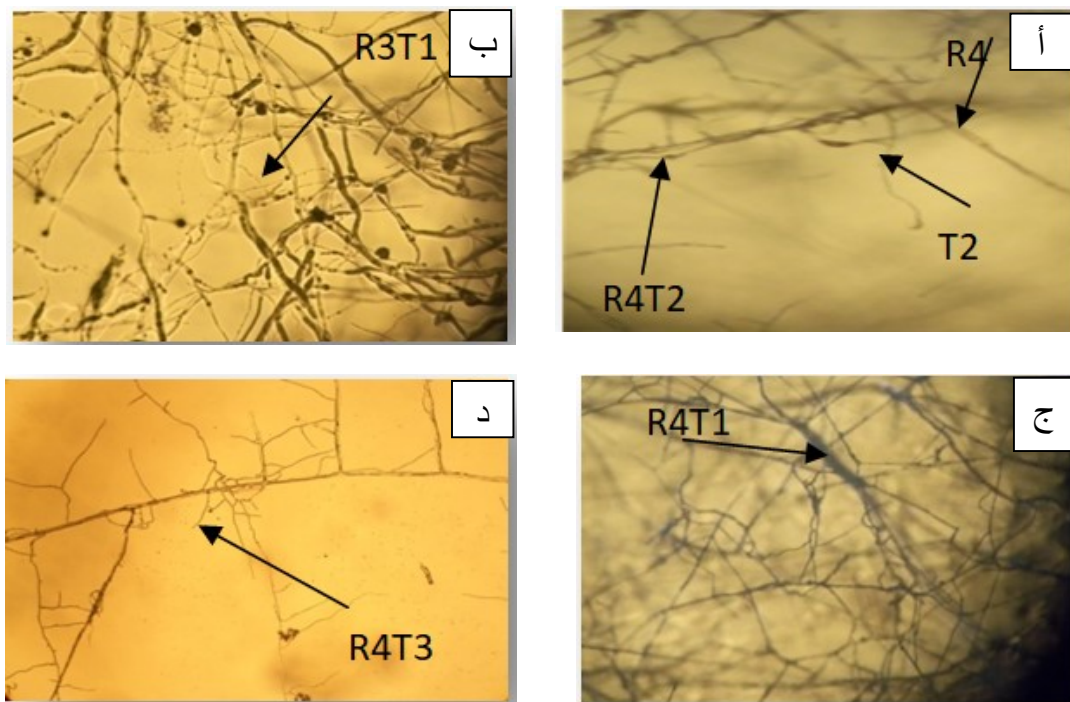
شكل (2-ب) التطفل الفطري المباشر لعزلات *Trichoderma* (T1, T2, T3,T4) على عزلة القربولي (R2) من فطر *Rhizoctonia*. (أ) تجيب وتحلل ميسيليوم فطر *R. solani* (ب ود) النفاث ميسيليوم عزلي *Trichoderma* (T2، T1) حول ميسيليوم الفطر الممرض *R. solani*. (ج) تداخل بين فطر *Trichoderma* و *R. solani* العزلة (R2)



شكل (2-ج) التطفل الفطري المباشر لعزلات *Trichoderma* (T1, T2, T3,T4) على عزلة قصر بن غشير (R3) من فطر *Rhizoctonia*. (أ) النفاث ميسيليوم فطر *Trichoderma* حول ميسيليوم فطر *R. solani* وتحلله، (ب) تحلل ميسيليوم الفطر الممرض *R. solani*، (ج) تحلل وتقطع ميسيليوم *R. solani*، (د) تجيب وتحلل ميسيليوم *R. solani* العزلة (R3)



شكل (2-ب) التطفل الفطري المباشر لعزلات *Trichoderma* (T1, T2, T3, T4) على عزلة القربولي (R2) من فطر *Rhizoctonia*. (أ) تجيب وتحلل ميسيليوم فطر *R. solani* (ب و د) التناف ميسيليوم عزلي *Trichoderma* (T1، T2) حول ميسيليوم الفطر الممرض *R. solani*. (ج) تداخل بين فطر *Trichoderma* و *R. solani* العزلة (R2)



شكل (2-د) التطفل الفطري المباشر لعزلات فطر *Trichoderma* (T1, T2, T3, T4) على عزلة جنزور R4 من فطر *Rhizoctonia* (أ و د) التناف ميسيليوم فطر *Trichoderma* حول ميسيليوم الفطر الممرض *R. solani*، (ب و ج) تشابك والتناف ميسيليوم فطر *Trichoderma* حول ميسيليوم فطر *R. solani* وتحلله العزلة (R4)

2.3.3 التضاد الفطري غير المباشر

1.2.3.3 تأثير المواد الأيضية المتطايرة لفطر *Trichoderma* spp. على نمو فطر *R. solani*

بينت نتائج تجارب تأثير المواد الأيضية المتطايرة وجود فروق معنوية بين معدلات تثبيط نمو عزلات الفطر الممرض *Rhizoctonia* (R1، R2، R3، R4) المعاملة بعزلات الفطر *Trichoderma* (T1، T2، T3، T4). سجلت أعلى نسبة تثبيط 80% و 62% لنمو عزلي (R1) و (R3) عند المعاملة بعزلة (T4) على التوالي بينما كانت (T4) أقل تأثيراً بين المعاملات على نمو فطر *Rhizoctonia* (R2) حيث سجلت نسبة تثبيط 5% لنمو الفطر الممرض ومن ناحية أخرى، أظهرت الدراسة تفاوت تأثير المواد المتطايرة من المعاملات الأخرى من فطر *Trichoderma* على نمو الفطر الممرض *Rhizoctonia* جدول (1). تتفق نتائج هذه الدراسة مع دراسة (Asad, 2014) التي سجلت تفاوت في نسبة تثبيط *T. harzianum* لنمو *Rhizoctonia solani*. يرجح أن يكون هذا التباين في التأثير ناتج عن اختلاف مناطق تجميع عينات الدراسة التي قد تختلف في السلالات أيضاً. تتفق نتائج عزلة قصر بن غشير مع نتائج (Semma and Dvaki, 2012) التي بينت أن العزلتين *T. viride*، *T. harzianum* قد تثبطا نمو ميسيليوم *R. solani*. ورجح أن يكون بسبب تأثير المركبات الأيضية المتطايرة المنبعثة من عزلات *Trichoderma*.

جدول (2) نسبة تثبيط نمو عزلات فطر *Rhizoctonia* الناتج عن المواد المتطايرة من عزلات *Trichoderma*

المعاملات	R1	R2	R3	R4
الشاهد	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a
T1	11.34 ^a	40.33 ^a	36.27 ^b	21.37 ^a
T2	27.18 ^a	33.54 ^a	44.02 ^b	33.32 ^b
T3	29.33 ^a	19.75 ^b	50.97 ^b	40.2 ^b
T4	80.08 ^b	4.53 ^c	61.76 ^b	26.47 ^{ab}

المتوسطات ذات الحروف المختلفة توجد بها فروقاً معنوية ($P \leq 0.05$).

R. solani = R1 تاجوراء، R2 القره بوللي، R3 قصر بن غشير، R4 جنزور

Trichoderma = T1 *T. viride*، T2 *T. longibrachiatum*، T3 *T. koningii*، T4 *T. viride*

2.2.3.3 تأثير المواد الأيضية الغير المتطايرة لفطر *Trichoderma* spp. على نمو فطر *R. solani*

أوضحت نتائج دراسة تأثير المواد الأيضية غير المتطايرة لعزلات *Trichoderma* على نمو عزلات الفطر الممرض *R. solani* مع وجود بعض الفروق المعنوية بين تأثير المعاملات المختلفة من فطر *Trichoderma* على نمو فطر *R. solani* مقارنة بالشاهد وكانت أعلى نسبة تثبيط 100% لكل عزلات الممرض عند المعاملة T1؛ و 84% تقريبا لعزلة الكائن الممرض R3 في معاملة T2 و T4 (جدول 3). بينت النتائج وجود تفاوت في نسبة تثبيط نمو عزلات الفطر الممرض *R. solani* حيث بلغت 100% في معاملات عزلات R1 مع (T1، T3، T4)، R2 مع (T1، T3)، (T4، R3 مع (T1)، R4 مع (T1)، وأقل نسبة تثبيط بلغت نحو 83.51% مقارنة بالشاهد جدول (3). تتفق هذه النتائج مع نتائج (Asad et. al., 2014, Cundom et., al., 2003) التي أوضحت التأثير التثبيطي للمواد الأيضية غير المتطايرة الناتجة عن عزلات الفطر *Trichoderma* على نمو الفطر *R. solani*، وتعارضت مع نتائج

(Ommati & Zaker, 2012، شليبيك، 2013) الذين بينوا أن تثبيط عزلات *Trichoderma* للفطر الممرض كان غير عالٍ في هذا الاختبار، ويرجح أن يكون هذا الاختلاف في تأثير عزلات فطر *Trichoderma* بسبب اختلاف مصادر ومناطق عزلها وإختلاف جنس الممرض وعزلات فطر *R. solani*.

جدول (3) نسبة تثبيط نمو عزلات فطر *Rhizoctonia* الناتج عن المواد الغير المتطيرة من عزلات *Trichoderma*

المعاملات	R1	R2	R3	R4
الشاهد	0.0 ^a	0.69 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a
T1	100 ^c	100 ^c	100 ^c	100 ^c
T2	91.76 ^b	83.51 ^b	93.23 ^b	93.52 ^b
T3	93.23 ^b	85.30 ^b	100 ^c	100 ^c
T4	86.47 ^b	83.87 ^b	100 ^c	100 ^c

المتوسطات ذات الحروف المختلفة توجد بها فروقاً معنوية ($P \leq 0.05$).

R. solani = R، R1 تاجوراء، R2 القره بوللي، R3 قصر بن غشير، R4 جنزور

Trichoderma = T، T1 *T. viride*، T2 *T. longibrachiatum*، T3 *T. koningii*، T4 *T. viride*

4. الخلاصة

دراسة كفاءة اربعة عزلات من فطر *Trichoderma* إثنان محليتان وإثنان غير محلية في تثبيط الممرض *Rhizoctonia solani* المسبب لمرض القشرة السوداء على البطاطس. جمعت عزلات الممرض من مناطق الدراسة (تاجوراء، القره بوللي، قصر بن غشير و جنزور). تم عزل وتعريف 4 عزلات لفطر *R. solani* (T1, T2, T3, T4). أظهرت النتائج قدرة عزلات فطر *Trichoderma* على تثبيط ميسيليوم الفطر الممرض. وكان تأثير العزلات متفاوتاً في تجارب دراسة آليات التثبيط التي تنوعت ما بين التطفل المباشر ومنتجات الأيض غير المتطيرة والمتطيرة. تراوحت نسبة تثبيط الفطر الممرض *R. solani* في دراسة التطفل المباشر بين 71-100% وكانت *T. viride* (T1) المعزولة من حقل تاجوراء الأكثر فعالية في تثبيط الممرض. سجلت أعلى نسبة تثبيط للفطر الممرض بالمواد المتطيرة 80% في معاملة الفطر الممرض (R1) بالعزلة غير المحلية (T4) والتي انحدرت إلى 16% على عزلة الفطر الممرض (R2). ارتفعت نسبة تثبيط الفطر الممرض *Rhizoctonia* في كل معاملات دراسة تأثير منتجات الأيض غير المتطيرة من فطر *Trichoderma* حيث بلغت نسبة التثبيط 100% في عزلة (R4, R3, R2, R1) في معاملة (T4, T3, T1) وكانت أقل نسبة تثبيط 81% عند معاملة الفطر الممرض (R3) بعزلة (T4) التي لم تختلف معنوياً عن المعاملات الأخرى لنفس التجربة. سجل التفاف عزلات *Trichoderma* في التطفل المباشر على ميسيليوم عزلات الفطر الممرض *Rhizoctonia solani* وتحلله. سجل تباين في نسب التثبيط وآلية التأثير على عزلات الفطر *Rhizoctonia* ما بين (T1 و T4) بالرغم من إنهما نفس الجنس والنوع *T. viride* وقد يرجع هذا إلى المنشأ المختلف للعزلتان أو إختلاف السلالات والحالة النشطة حيث أن (T1) عزلت من منطقة تاجوراء نفس التربة التي عزل منها الفطر الممرض (R1) وجود الكائنات في نفس البيئة قد

يكون السبب في وجود آلية دفاع تطورت خلال مرحلة التعرض والتعرف المسبق على الفطر الممرض بالرغم من أن نفس العزلة (T1) كانت فعالة في التضاد مع كل عزلات الفطر الممرض (R1, R2, R3, R4) في اغلب التجارب. يعتبر هذا التنوع في آليات التضاد بين العزلات المختبرة من فطر *Trichoderma* خاصة مهمة قد تساهم في مكافحة عزلات مختلفة من الفطر الممرض. يوصى بإجراء دراسة مستقبلية مستفيضة حول مقارنة أوجه الاختلاف الوراثي بين العزلات المتماثلة في التعريف إن وجد ودراسة الظروف البيئية المثلى لنمو كل عزلات الفطريات.

الشكر والتقدير

يتقدم الباحثون بجزيل الشكر والعرفان للسيدة/ أ.د. نجاة الغرياني بقسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة طرابلس على منح العزلة المحلية *T. longibrachiatum* (T3)، والسيدة/ أ. د. أماني سعد بقسم أمراض النبات، كلية الزراعة، جامعة المنصورة لمنح عزلتين غير محلية *T. koningii* (T3) و *T. viride* (T4). والسيد/ أ. د. محمد الرياني الأستاذ بكلية العلوم بجامعة الزاوية ومركز الفطريات في جامعة أسيوط بجمهورية مصر العربية على تأكيد تعريف العزلة المحلية *T. viride* (T1).

المراجع

- أبوعرقوب، م. م. (2002). المضادات الحيوية والمقاومات الثلاثة (مكتسبة - مستحثة - حيوية) ودورها في أمراض النبات. المكتبة الأكاديمية، القاهرة، مصر.
- الحرابي، أ. ر.، بوسلامة، م. (1986). استقرار وكفاءة الغلة لبعض أصناف الشعير وخطاته - راكس، 5(2)، 12-13.
- أبوغنية، ع. م. (1998). أمراض المحاصيل البستانية وطرق مكافحتها. الطبعة الثانية. شركة المطبوعات للتوزيع والنشر، بيروت، لبنان.
- العربي، خ. ف.؛ نورية، ع. ا.، الصقر، ر. م. (2013). اختبار تأثيرات عزلتين من فطر *Trichoderma spp*. على نمو وتطور عزلات محلية للكائن المسبب لمرض العفن القطني *Sclerotinia sclerotiorum*. المؤتمر الوطني السادس للتقنيات الحيوية، جامعة مصراتة. 158 - 173 .
- الغرياني، ن. خ.، العربي، خ. ف.، العامري، ع. ا.، فريوان، م. م.، ذياب، خ. م.، الرياني، م. م.، الزروق، ا. ا. (2008). تأثير فاعلية راشح عزلات فطر *Trichoderma* المحلية على بعض الفطريات الممرضة لأشجار نخيل التمر بليبيا. وقائع مؤتمر التقنيات الحيوية الخامس - صبراتة- ليبيا.
- بشيه، ف. ا.، الزنتوي، م. م.، معيوف، م. م. (أ). (2009). مسح أمراض البطاطس في المنطقة الغربية. في. المؤتمر العربي العاشر لعلوم وقاية النبات. 26-30 أكتوبر، مجلد 27، عدد خاص. بيروت، لبنان. (المستخلص) ص73

بشبهه، ف. ا؛ الزنتوتي، م. م.، معيوف، م. م. (ب). (2009). المكافحة الحيوية لمرض القشرة السوداء على البطاطس في ليبيا. المؤتمر العربي العاشر لعلوم وقاية النبات. 26-30 أكتوبر، مجلد 27، عدد خاص بيروت، لبنان. (المستخلص) ص 151-152.

دربالة، ع. س. (2014). تحليل متبقيات المبيدات أسسه وتطبيقاته. الدار العربية للنشر والتوزيع، مصر.

شليبيك، ع. ع. (2013). المكافحة الحيوية باستخدام عزلات محلية لفطر *Trichoderma spp* ضد فطر *Sclerotinia sclerotiorum* رسالة ماجستير. قسم علم النبات، كلية العلوم، جامعة طرابلس، ليبيا.

شليبيك، ع. ع.، دوزان، ه. م.، العامري، ن. ع.، القماطي، إ. ع.، القمودي، ف. أ.، أبوغنية، ع. م. (2020). التأثير التضادي لثلاث عزلات محلية مقارنة بعزلتين تجاريتين من فطر *Trichoderma* ضد فطر *Sclerotinia sclerotiorum*. المجلة الليبية للعلوم الزراعية (تحت النشر).

Abed, S. H., Elhassan, S. M. & Ali, T. A. (2013). *In vitro* evaluation of antagonism between *Trichoderma spp.* and *Rhizoctonia solani* causing black scurf disease on potato. *Yemeni Journal of Agriculture.Veterinary Sciences* 1(1):64-75.

Abadi, K., Duzan, H., El-Gamudi, F., Kashoor, M., & Lorito, M. (2017). Effect of Libyan *Trichoderma* isolated on plant growth and their potential in induction of systemic resistance in Tomato (*Solanum lycopersicum*) infected with *Botrytis cinerea*. *Journal of Agricultural and Biological Sciences*. 3(1): 85-93

Al Arabi, K. F., El-Amri, N. A., El-Gariani, N. K., Frewan, M. M., El-Riani, A., & Edongali, E. (2012). The antagonistic effects of culture filtrate of local isolates of *Trichoderma spp.* against some olive trees fungal pathogen. *The Libyan Journal of Plant Protection*. 2 (2): 43 – 54.

Amin, F., Razdan, V. K., Mohiddin, F. A., Bhat, K. A., & Banday, S. (2010). Potential of *Trichoderma* species as biocontrol agents of soil borne fungal propagules. *Journal of Phytopathology*. 2 (10):38-41.

Asad, S. A., Ali, N., Hameed, A., Khan, S. A., Ahmad, R., Bilal, M., Shahzad, M., & Tabassum, A. (2014). Biocontrol efficacy of different isolates of *Trichoderma* against soil borne pathogen *Rhizoctonia solani*. *Polish Journal of Microbiology*. 63(1): 95-103.

Asscheman, E., Brinkman, H., Bus, C. B., VanDelft, M., Hostma, P. H., Meijers, C. P., Mulder, A., Turkensteen, L. J., & Wustman, R. (1996). Potato diseases, diseases, pest and defects. The Nivaa, Netherlands.

Banville, G. J., Carling, D. E., & Otrysko B. E. (1996). *Rhizoctonia* diseases on potato. In. *Rhizoctonia* species: taxonomy, molecular biology, ecology, pathology and disease control. Eds. Sneha B, Jabaji-Hare S, Neate S, Dijst G. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands. pp. 321-33

Barnett, H. L. & Hunter, B. B. (1998). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Amer. Phytopathological Society APS, 4th. 240 pp.

- Clarkson, J. P., Payne, T., Mead, A., & Whipps, J. M. (2002). Selection of fungal biological control agents of *Sclerotiumcepivorum* for control of white rot by sclerotial degradation in a UK soil. *Plant Pathology*. 51 (6):735–745.
- Cundom, M. A., Mazza, S. M., & Gutierrez, S. A. (2003). Short communication selection of *Trichoderma* spp. isolates against *Rhizoctonia solani*. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 1(4) 79 – 82.
- Demirci, E., Dane, E., & Eken, C. (2011). *In vitro* antagonistic activity of fungi isolated from Sclerotia on potato tubers against *Rhizoctonia solani*. *Turkey Biology*. 35:457- 462.
- Druzhinina, I. S., Seidl- Seiboth, V., Herrera- Estrella, A., Horwitz, B. A., Kenerley, C. M., Monte, E., Mukherjee, P. K., Zeilinger, S., Grigoriev, I.V., & Kubicek, C.P. (2011). *Trichoderma*: The genomics of opportunistic success. *Nature Views Microbiology*. 9:749-759.
- Duzan, H., Abadi, K., Turra, D., Vinale, F., Sghaier, S., ElGamudi, F., Khushoor, M., Al-basher, A., & Lorito, M. (2007). Characterization of Libyan *Trichoderma* strains and *invitro* interactions with *Rhizoctonia* sp. and *Fusarium* sp. post session II – Biocontrol Interactions. XIII International Congress of Moleceular Plant Microbe Interactions. July 21-27, Sorrento, Italy.
- Elad, Y., Barak, R., Chet, I. & Henis, Y. (1982). Ultra-structural studies of the interaction between *Trichoderma* spp. and plant pathogenic fungi. *Phytopathology Z*. 107:168-175.
- EL Kot, G. A. N. (2008). Biological control of black scurf and dry rot of potato, Egypt. *Journal of Phytopathology*. 36(1-2): 45 – 56.
- Gurav, N. P., Singh, S., Basavaraj, K., Mehta, N., & Madane, A. J. (2018). Characterization of Cultural and Morphological Variability in *Rhizoctonia solani* Isolates Associated with Black Scurf of Potato. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 7(7): 2438-2445
- Howell, C. R. (2003). Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The History and Evolution of Current Concepts. The American Phytopathological Society, *Plant Disease*. 87(1): 4-10.
- Muriungi, S. J., Mutitu, E. W., & Muthomi, J. W. (2014). Efficacy of cultural method in the control of *R.solani* strains causing tomato damping- off in Kenya. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*. 14(2): 8776 – 8790.
- Ogoshi A. (1987). Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kühn. *Annual Review of Phytopathology*. 25:125-143.
- Ommati, F., & Zaker, M. (2012). Evaluation of some *Trichoderma* isolates for biological control of potato wilt disease (*Fusariumoxysporum*) under laboratory and greenhouse conditions. *Journal Crop Protection*. 1(4):279- 286.
- Parmeter, J. R. (1965). *Rhizoctonia solani* Biology and Pathology. American Phytopathological Society. USA.
- Saad, A. S. M. (2009). Study on onion white rot disease in North Egypt and Its control. Master of Agricultural Science. Plant Pathology Department- Faculty of Agriculture – University of Mansoura. Egypt.
- SAS system 9.1 for windows. (2003). SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Seema, M., & Devaki, N. S. (2012). In vitro evaluation of biological control agents against *Rhizoctonia solani*. *Journal of Agricultural Technology*. 8 (1): 233- 240.

Subash, N., Meenakshisundaram, M., & Sasikumar, C. (2013). *In vitro* evaluation of different strains of *Trichoderma harzianum* as biocontrol agents of Chilli. *International Journal of Biology Pharmacy and Applied Sciences*. 2 (2):495 –500.

Tarek, A., & Moussa, A. (2002). Studies on biological control of sugarbeet pathogen *Rhizoctonia solani* K. *Journal of Biological Sciences*. .2 (12):800 – 804.

Verma, M., Brar, S. K., Tyagi, R. D., Surampalli, R. Y., & Valero, J. R. (2007). Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: panoply of biological control. *Biochemical Engineering Journal*. 37(1): 1-20.

***In vitro* evaluation of antagonism efficacy of four *Trichoderma* isolates on four *Rhizoctonia solani* K isolates the causal agent of Potato black scurf disease**

Hamida S. Ghawel

Ministry of Agriculture, Tripoli,
Libya

Khadija F. Alarabi *

Department of Plant Protection -
Faculty of Agriculture - University
of Tripoli - Libya

*khadija_faraj@yahoo.com

Haifa Mohamed Duzan

Department of Plant Protection
- Faculty of Agriculture -
University of Tripoli - Libya

<https://doi.org/10.36602/jmuas.2021.v02.02.01>

Received: 19/12/2020; Accepted: 17/05/2021

Abstract

The current study was conducted in laboratories of department of Plant Protection, university of Tripoli to evaluate the ability of four *Trichoderma* isolates namely: *T. viride* (T1); *T. longibrachiatum* (T2); *T. koningii* (T3); *T. viride* (T4) to antagonize four isolates of the pathogenic fungi *Rhizoctonia solani* isolated from soil and potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) infected with black scurf disease collected from four areas of Tripoli: Tajourah (R1); Garabouli (R2); Gaser Benghasheer (R3); Janzour (R4). Experiments were conducted as Complete Randomized Design (CRD). Results of mycoparasitism and non-volatile metabolites showed 100% inhibitions of all tested *Rhizoctonia* isolates treated with (T1). Moreover, T4 isolate caused 80%, 5% inhibition of R1, R2 growth, respectively, in metabolite volatiles experiment. Microscopic studies of anatagonisim showed direct mycoparasitism including: lysis, granulation and coiling of *Rhizoctonia* by *Trichoderma* hyphae.

Keywords: *Trichoderma-Rhizoctonia*, *solani*-black scurf disease, direct antagonisms, indirect antagonisms