مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
مجلد 42 العدد 3(2026): 87-101

Damascus University Journal for Agricultural Sciences Vol 42-No.3 (2026): 87-101

تأثير مبيدي الفطريات Vitaflo وTopsin-m والفطر Trichoderma harzianum Rifai في تثبيط نمو بعض الفطريات المعزولة من حبوب القمح المعدة للزراعة

عمر جمال الحميدي[1*]، دعاس عز الدين[2]، زكريا الناصر[3]

1- طالب ماجستير، قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق.

2-دكتور قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق.

3-أستاذ دكتور في قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق.

الملخص:

هدف البحث إلى دراسة التوافق بين مبيدي الفطريات Vitaflo (Carboxin+Thiram) وTopsin-m (Thiophanate -methyl) وفطر Trichoderma harzianum ifai (1969) أو الرشاحة الفطرية في تثبيط نمو بعض الفطريات المعزولة من حبوب القمح المعدة للزراعة. وقد نُفذ البحث في عام 2025 في مخبر أبحاث المبيدات في قسم وقاية النبات في كلية الهندسة الزراعية- جامعة دمشق- سورية. استخدمت طريقة تسميم الوسط المغذي لدراسة تأثير المبيدات بتراكيز النصف والتركيز الموصى به والتركيز المضاعف في تثبيط نمو الفطريات T. harzianum وF.culmorum وAspergillus niger وAlternaria sp.، وتأثير الرشاحة للفطر (T. harzianum) بتراكيز 5 و10 و15% في تثبيط الفطريات المعزولة من حبوب القمح. واستخدمت طريقة الزرع المزدوج للتضاد بين الفطر T. harzianum والفطريات المختبرة. أظهرت النتائج تباين تأثير المبيدات في تثبيط نمو الفطر T.harzianum في الوسط المغذي (PDA) وفقا للتركيب الكيميائي والتركيز المستخدم والزمن بعد التحضين. وجد أنّ المبيد Vitaflo أعطى أعلى نسب تثبيط لنمو الفطر مقارنة مع المبيد Topsin-m عند جميع التراكيز وعند الفترات المختبرة. وزاد تأثير المبيدات في تثبيط النمو بزيادة التركيز. في حين انخفض التأثير مع مرور زمن التحضير. حيث بلغت نسبة التثبيط عند التركيز الموصى به 28.24 و15.29% لكل من مبيدي Vitaflo وTopsin-m بعد 6 أيام من التحضين. كما وجد من البيانات تباين تأثير المبيدات الفطرية المختبرة والرشاحة الفطرية والفطر T. harzianum في تثبيط الفطريات المختبرة F.culmorum وAspergillus niger وAlternaria sp.، وزاد التأثير بزيادة التركيز. وكان الفطر Alternaria sp. أقلها حساسية للمبيدات والفطر Aspergillus niger أكثرها حساسية. وأظهرت نتائج دمج المبيدات بالتركيز النصف مع الرشاحة بالتركيز 10% أو الفطر T. harzianum أعطت أعلى تأثير في تثبيط الفطريات المختبرة مقارنة مع المعاملات منفصلة. بالنتيجة يمكن دمج المبيدات الفطرية المختبرة مع الفطر أو الرشاحة الفطرية وإدخالها في برنامج المكافحة المتكاملة للفطريات بعد إجراء تجارب المعاملة قبل الزراعة.

الكلمات المفتاحية: مبيدات فطرية، قمح، Trichoderma harzianum.

تاريخ الإيداع:2025/06/03
تاريخ القبول:2025/08/21

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

The effect of the fungicides two Vitaflo, Topsin-M and the fungus Trichoderma harzianum Rifai in inhibiting the growth of some fungi isolated from wheat grains prepared for planting

Omar Jamal Alhumidi[1*], Ezz Al-dden[2], Zakrea Al –Naser [3]

1-MS. Student. Dept. of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Damascus University.

2- Professor, Dept. of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Damascus University.

3- Professor, Dept. of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Damascus University.

Received:03/06/2025
Accepted:21/08/2025

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

Abstract:

This research aimed to study the compatibility of the fungicides Vitaflo (Carboxin+Thiram) and Topsin-m (Thiophanate methyl) with the fungus Trichoderma harzianum Rifai (1969) or fungal filtrate in inhibiting the growth of some fungi isolated from wheat grains prepared for cultivation. The research was carried out in 2025 in the Pesticide Research Laboratory of the Plant Protection Department, Faculty of Agricultural Engineering, Damascus University, Syria.

The medium poisoning method was used to study the effect of the fungicides at half, recommended and double concentrations in inhibiting the growth of the fungi T. harzianum, F.culmorum, Aspergillus niger and Alternaria sp, and filtrate at concentrations of 5, 10 and 15% on the fungi isolated from wheat. The double culture method compared T. harzianum with the tested fungi. The results showed that the effect of fungicides on inhibiting T. harzianum growth in PDA varied according to the chemical composition, concentrations used and time after incubation. It was found that Vitaflo gave the highest inhibition rates of fungal growth compared to Topsin-M at all concentrations and tested periods. Vitaflo provided the highest inhibition rates for fungal growth compared to Topsin-M at all concentrations and tested periods. The growth-inhibiting effect of both fungicides increased with increasing concentration, while the effect decreased with the duration of preparation. The inhibition rate at the recommended concentration reached 28.24% and 15.29% for both Vitaflo and Topsin-M after 6 days of incubation. The data also showed that the effect of the tested fungicides, fungal filtrate, and T. harzianum fungi varied in inhibiting the tested fungi F.culmorum, Aspergillus niger and Alternaria sp. The effect increased with increasing concentration. Alternaria sp. was the least sensitive fungus to fungicides, and Aspergillus niger was the most sensitive to the fungicides. The results showed that combining the fungicides at half concentration with the filtrate at 10% concentration or T. harzianum fungi gave the highest effect in inhibiting the tested fungi compared to the separate treatments. As a result, the tested fungicides can be combined with the fungus or fungal filtrate and incorporated into integrated fungal control after field trials.

Keywords: Fungicides, Wheat, Trichoderma harzianum.

المقدمة:

يعد القمح (Poaceae:Triticum spp.) جزءًا مهمًا من تاريخ الزراعة في جميع دول العالم يعود تاريخه إلى حوالي 10,000 عام قبل الميلاد، (Venske et al., 2019). ويُعتقد أن القمح زُرع لأول مرة في الهلال الخصيب، وهي منطقة في الشرق الأوسط تمتد من الأردن وفلسطين ولبنان إلى سوريا وتركيا والعراق وإيران(Arzani and Ashra,2017). يزرع القمح في سورية بنوعيه القاسي (Triticum durum Desf.) والطري (Triticum aestivum L.) في سورية منطقتي الاستقرار الأولى والثانية بلغت المساحة المزروعة الكلية بالقمح (بعل ومروي) لعام 2023 في سورية 1335667 هكتار وإنتاجية 3080351 طن، وغلة 2306 كغ/هـ، وفي محافظة ريف دمشق20836 هكتار وإنتاجية 54826 وغلة 2631 كغ/هـ(المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية 2023). تصاب نباتات القمح في كل مراحل النمو بمسببات أمراض النبات والتي تسبب خفض الإنتاج بنسبة 20%. في حين تعطي الحبوب السليمة الخالية من ممرضات النبات بادرات قوية ونمو جيد ونباتات متحملة وإنتاجية عالية. ذكر Tabuc وآخرون(2011) أنّ أكثر من 150 نوع من الفطريات يمكن أن تعزل من نباتات وحبوب النجيليات ويمكن لكثير من الفطريات الممرضة أنّ تنتقل عن طريق الحبوب. وترافق حبوب القمح العديد من الفطريات منها Alternaria و Helminthosporium و Fusarium و Curvularia و Stemphylium و Rhizopus و Cladosporium و Aspergillus و Penecillium (Fakir, 1999). أشار العديد من الباحثين إلى وجود الفطريات المحمولة عن طريق حبوب القمح أهمها.Acremonium sp و.Alternaria sp و.Aspergillus sp و.Bipolaris sp و Drechslera sp. و.Cladosporium sp و.Curvularia sp و.Fusarium sp و.Mucor sp و.Penicillium sp و.Rhizopus sp و.Stemphylium sp و.Trichoderma sp (Pathak and Zaidi, 2013 Rajput et al., 2005). وأثبت الدعميس (2023) أنّ أهم الفطريات المرافقة لحبوب القمح القاسي والطري والمخزن في الصوامع في (حماة –سورية) كانت الفطريات التابعة للأجناس Alternaria و Fusarium و Penicillium و Aspergillus . يعد الجنس Alternaria من الفطور واسعة الانتشار بصورة رمية أو ممرضة للنباتات ومن الفطور المصاحبة للحبوب وهي مصدر الإصابة الأولية، كما تنتقل إلى النباتات عن طريق التربة الملوثة ويتميز الفطر A. alternata بقدرته على إنتاج أنواع مختلفة من السموم التي تساهم في غزو النسيج النباتي وإحداث الإصابة (Thomma, 2003). وتسبب الفطريات التابعة للجنس.Fusarium sp وأهمها فطر F. culmorum أمراض العفن التاجي الذي يسبب خسائر كبيرة للقمح في معظم دول العالم كما يسبب مرض أعفان الجذور (Bouanaka et al., 2021). وقد أكدت دراسات محلية (الخليفة، 2006) أن الأنواع التابعة للأجناس الفطرية Alternaria و Fusarium و Rhizoctonia تسبب أعفان جذور. وفطر Aspergillus sp. من الفطريات المحمولة عن طريق البذور وتسبب أعفان البذور (Pathak and Zaidi, 2013). تستخدم المبيدات الفطرية في معاملة حبوب القمح قبل الزراعة لمكافحة الفطريات المحمولة عن طريق البذور أو الموجودة بالتربة والتي تسبب أعفان الجذور أو البذور وتساهم إلى حد كبير بتحسين نمو البادرات وإعطاء نباتات قوية وإنتاج جيد (Freiberg et al., 2017). من أهم المبيدات المستخدمة Thiram و Mancozeb (Carbamate) و Carboxin (Carboxamide) و Difenoconazole (Triazoles) و– Thiophanate methyl(Benzimidazoles) (Mann,2004). ونتيجة التكلفة الاقتصادية للمبيدات والآثار البيئية السلبية وظهور صفة المقاومة أدى إلى التوجه لاستخدام المكافحة الحيوية لمسببات أمراض النبات لخفض استخدام المبيدات الكيميائية وأثارها السلبية. ويعد الفطر Trichoderma harzianum Rifai من أهم الفطريات التي لها تضاد فطري واسع مع كثير من الفطريات الممرضة للنباتات (Hardoim, 2015) مثل Fusarium sp. (Sivan et al,1987) و Pythium sp. و Rhizoctonia solani (Howell،1982) ذكر Rudresh وآخرون (2005) أن فطر T. harzianum, ثبط نمو الفطرين F. oxysporum و R.solani بنسبة 86.3 و69.2% على

الترتيب. تعد أنواع الجنس Trichoderma من أكثر عوامل المكافحة الحيوية تضادا للفطريات المسببة لأمراض نباتية إضافة كونها تنتشر في محيط جذور النباتات (الرايزوسفير) وتعمل على تحليل المواد العضوية وتزيد من خصوبة التربة وزيادة إنتاج النبات ونمو الجذور وخفض من استخدام المواد الكيميائية نتيجة التضاد الحيوي للفطر (Pandya & Saraf, 2010; Chagas et al., 2017). وتستخدم فطريات الجنس Trichoderma لسهولة عزلها وسرعة نموها واحتياجاتها الغذائية القليلة (Bogumi et al., 2013). وإضافة الفطريات التابعة للجنس Trichoderma تفرز إلى التربة أنزيمات تحلل الجدر الخلوية للفطريات مثل الكيتيناز يفيد في المكافحة الحيوية للفطريات (Jain et al., 2017). وتحسين من خصوبة التربة (Srivastava et al, 2009). كما تنتج هذه الفطريات العديد من نواتج التمثيل والانزيمات وبعض المواد المحفزة لنمو النبات (Kumar et al., 2013) . وذكر Kumar و Sahu(2015) أنّ فطر Trichoderma أعطى فاعلية في تثبيط الفطريات Rhizoctonia . تستخدم أنواع الفطر Trichoderma طريقة تسمى بالتطفل الفطري المباشر (Mycoparasitism)، وفيها تنمو خيوط الميسليوم للفطر المضاد بموازاة خيوط ميسليوم الفطر الممرض أو تلتف عليها وتبدأ في اختراق الميسليوم أو دون أنّ يحدث إختراق وذلك يؤدي لضعف نمو ميسليوم الفطر الممرض وتقزم الخلايا وتغلظ أو سماكة الجدر الخلوية ونتيجة ذلك يحدث تشوهات للخلايا الفطرية (Kishan et al., 2017) وهي الأكثر الآليات المهمة في إنتاج الأنزيمات المحللة لجدر الفطريات الممرضة للنبات (Anand و Reddy ،2009). واستخدام الفطر Trichoderma في معاملة البذور بشكل منفرد أو مع المبيدات الكيميائية المتوافقة لمكافحة الفطريات المحمولة عن طريق البذور أو الموجودة بالتربة أصبح شائعا لدى المزارعين (Ashwani et al., 2012). يؤدي استخدام الفطر Trichoderma مع المبيدات الفطرية المتوافقة بتراكيز منخفضة إلى تثبيط الفطريات الممرضة للنبات وخفض سمية النباتات وزيادة الإنتاجية والتقليل من الآثار السلبية للمبيدات على الكائنات الحية في التربة والبيئة (Srivastava et al., 2011). وتحتاج عملية إضافة المبيدات الفطرية مع إضافة الفطر Trichoderma إلى دراسات التوافق بين المبيد والفطر، كون المبيدات الكيميائية قد يكون لها تأثيرات سلبية في نمو ونشاط الفطر. فقد أثبت العديد من الباحثين تباين في تأثير المبيدات الفطرية في نمو ونشاط الفطر، وذلك وفقا للتركيب الكيميائي للمبيد والتركيز المستخدم والعزلة الفطرية من فطر Trichoderma. وجد Gowdar وآخرون (2006) أن المبيدان Thiram و hiophanate methyl ثبطا الفطر Trichoderma harzianum عند التركيز 0.3% بمعدل (67.81%) Thiram و(96.88%) Thiophanate methyl بعد 24 ساعة، بينما انخفضت التأثير المثبط للمبيدات مع طول فترة التحضين حيث بلغت نسب التثبيط عند التركيز السابق (27.69%) Thiram و(37.35%) Thiophanate methyl بعد 72 ساعة على الترتيب. في حين أثبت Elshahawy وآخرون (2016) أنّ العزلات الفطرية التابعة للنوعين T.harzianum و T. viride مقاومة لمبيد Thiophanate methyl عند جميع التراكيز المختبرة من 50-800 ppm، ووجد أن المبيد ثبط نمو الفطريات الممرضة للنبات R. solani و F. oxysporum و F. solani عند التركيز 600 ppm بنسب 64.8 و71.5 و100% على الترتيب. بالمقابل ثبطت عزلات الفطر T.harzianum منفردة نمو الفطريات المختبرة بنسب (59.2 -61.5%) و (52.2 -58.2 %،) و(38.2 – 48.2%) على الترتيب. وأعطى المبيد Thiophanate methyl عند التركيز 100 ppm إضافة للفطر T.harzianum تثبيط الفطريات الثلاثة بنسبة 51.1 و100 و87.8%. ذكر Singh وآخرون (2021) أنّ عزلات الفطر T.harzianum مقاومة بدرجة متباينة للمبيدات الفطرية وفقا للتركيب الكيميائي للمبيدات. في حين أثبت Sunkad وآخرون (2023) أن الفطر T.asperellum غير متوافقة مع المبيدين Thiophanate methyl والمزيج Carboxin+ Thiram حتى عند التراكيز المنخفضة 0.05 و1% حيث أعطت نسبة تثبيط للفطر 100%. وجد Dinkwar وآخرون (2023) أن مزيج المركبين Carboxin 37.5% + Thiram 37.5% أعطى تأثيرات متباينة في تثبيط الفطر Trichoderma وفقاً للنوع والتركيز المستخدم. بينما كان المزيج متوافق مع الأنواع التابعة للجنس Trichoderma عند التركيز 50 ppm وأعطى نسب منخفضة لتثبيط

النمو 0.00 للنوع T. asperellum و33.33% للنوع T. harzianum في حين كان له تأثير كبير عند التركيز المرتفع حيث بلغت نسب التثبيط بين 39.25 و92.58% عند التركيز 250ppm للنوعين على الترتيب.

هدف البحث لدراسة تأثير التوافق بين المبيدات الفطرية Vitaflo و Topsin-M والفطر Trichoderma harzianum في نمو بعض الفطريات المحمولة على حبوب القمح المعدة للزراعة.

مواد وطرق البحث:

- أجري البحث في عام 2025 في مختبر أبحاث المبيدات في قسم وقاية النبات في كلية الهندسة الزراعية –جامعة دمشق –سورية.

المبيدات الفطرية المستخدمة:

VitaFlo280 Red FS: المادة الفعالة مزيج (Carboxin….15.59% +Thiram 13.25%) يستخدم بتركيز 2مل/ كغ بذور.

Topsin -M: المادة الفعالة ونسبتها Thiophanate methyl WP70%

المبيد الحيوي: تريكوديرما بيو Bio- H WP TH مستحضر تجاري وهو عزلة من فطر Trichoderma Bio Th WP TH (Trichoderma harziaum1.15%)(10^7X1بوغة/ غ) مادة تجارية معدل الاستخدام 3 كغ / دنم.

- **جمع عينات حبوب القمح:**

تم الحصول على حبوب القمح صنف شام 7 من أحد المزارعين في الغوطة (دير العصافير)والمعدة للزراعة وغير معاملة بالمبيدات (كما تم التأكد من المزارع عدم رش الحقل بمبيدات الحشرية والفطرية تجاه السونة أو الصدأ قبل الحصاد).

- **عزل الفطريات وتعريفها:**

استخدمت طريقة International Seed Testing Association (ISTA, 1999) مع التعديل إذ استخدم وسط مغذي (PDA) بدل أوراق الترشيح (فقد أثبت العديد من الباحثين أنّ استخدام وسط الزرع بطاطا دكستروز أجار أفضل من استخدام ورق الترشيح في عزل الفطريات المحمولة عن طريق الحبوب(Nasir, Hoppe 2003). تم تحضير 25 طبق بتري قطر 9 سم معقمة ثم مُلئت بـ15 مل وسط مغذي (بيئة PDA) معقم وتركت حتى درجة التصلب وضعت 4 حبوب قمح صنف شام 7 في كل طبق وحضنت الأطباق في حاضنات خاصة عند درجة حرارة 25 س° لمدة 7 أيام لتسمح للفطريات المحمولة على الحبوب بالنمو.

تم تعريف الفطريات وفقاً لصفات المستعمرة الشكلية واللون وصفات الميسليوم والأبواغ تحت الميكروسكوب وفقاً للمفاتيح التصنيفية Booth (1971) و Booth (1984) و Barnett, and Hunter. 1987. تم تنقية وإكثار الفطريات الأكثر تردداً في الحبوب للفطريات F.culmorum و Aspergillus niger و Alternaria sp. تم أخذ أطباق بتري يحتوي على مستعمرات بعمر ثلاثة أيام من الفطريات. تم إكثارها بأخذ أقراص بقطر 5 مم من أطراف المستعمرة وتوضع في مركز أطباق بتري تحتوي على وسط مغذي بطاطا دكستروز أجار PDA وتم تحضينها عند درجة حرارة 2 ± 25 س° المناسبة للفطر لمدة 7 أيام.

- **تحضير الفطر Trichoderma harziaum والرشاحة الفطرية:**

حُضر الوسط المغذي بطاطا دكستروز آجار وعُقمت بالاوتكلاف عند درجة حرارة 121 س° لمدة 20 دقيقة . وصُبت بأطباق بتري معقمة وتُركت حتى التصلب. زرعت بمعلق محضر من الفطر Trichoderma harzianum بتوزيع 100 ميكروليتر من المعلق على سطح الطبق وتُركت 5 أيام في التحضين لتحضير المستعمرة الأم.

حُضر الراشح الخام للفطر من خلال تهيئة دورق زجاجي سعة 500 مل يحوي 250 مل من الوسط الغذائي السائل Potato Dextrose Broth، يلقح ب1غرام من الفطر. حُضن الدورق عند درجة حرارة 2± 25 س° لمدة 14 يوم مع مراعاة رج الدورق يومياً، وبعد انتهاء مدة الحضن فُصل الميسليوم الفطري باستخدام أوراق ترشيح Whatman No.1، وبعد ذلك يتم إمرار الراشح

عبر مرشح دقيق (20 ميكرون) بمساعدة جهاز التفريغ الهوائي Vacuum Pump وجُمع الراشح في دورق زجاجي معقم وتحت ظروف التعقيم، ثم يحفظ الراشح في الثلاجة لحين الاستعمال (Manimegalai وآخرون، 2024).

- الكشف النوعي عن الفلافونيدات: تم مزج 1 مل من الرشاحة في 1 مل من حامض الكبريتك المركز ظهور اللون الأصفر الداكن دليل على وجود الفلافونيدات (Al-khazragi، 1991).

- الكشف النوعي عن التانينات: اعتمدت طريقة دالي والحكيم (1987). حيث أضيف للراشح كلوريد الحديديك بتركيز 1%. ظهور اللون الأخضر المزرق يدل على توافر التانينات.

-اختبار التوافقية بين المبيدات الفطرية والفطر:

اختبرت التوافقية لكل من المبيدين Vitaflo و Topsin-M مع الفطر T. harzianum بالتركيز الموصى به والتركيز النصف والتركيز المضاعف (حُضر المحلول الأم من المبيدات بتركيز 1000ppm بوضع كمية مناسبة من المستحضر التجاري للمبيد في 100 مل ماء معقم مقطر وتم الرج للتجانس). استخدمت طريقة تسميم الوسط المغذي (The Poison Food Technique) Falck (1907). حيث حُضر وسط البطاطا دكستروز آغار في عبوات زجاجية سعة 100 مل وعُقمت بالاوتكلاف وبعد التبريد أضيفت الكميات المناسبة من المبيدات وتركت دوارق دون إضافة المبيد (شاهد) وصُبت بأطباق بتري قطر 90 مم بمعدل 20 مل للطبق. وتركت تتصلب. نُقل 5 مم من مستعمرة الفطر بعمر 5 أيام ووضعت في وسط الطبق بمعدل 5 أطباق لكل تركيز. وتركت أطباق بتري غير معاملة بالمبيدات وزرعت بالفطر كشاهد. حُضنت الأطباق عند درجة حرارة 25 س° لمدة 6 أيام (اكتمال نمو المستعمرة في الشاهد). تم قياس متوسط قطر المستعمرات بقياس قطرين متعامدين لكل مستعمرة بعد 2 و4 و6 أيام من التحضين.

وحسبت نسبة التثبيط وفقاً لمعادلة Vincent, 1947

$$\% \text{ لتثبيط نمو المشيجة} = \frac{\text{قطر المستعمرة في الشاهد} - \text{قطر المستعمرة في المعاملة}}{\text{قطر المستعمرة في الشاهد}} \times 100$$

- دراسة تأثير الراشح الفطري والمبيدات الفطرية المختبرة في تثبيط نمو الفطريات المدروسة:

تم اختبار تأثير الراشح الفطري والمبيدين Vitaflo و Topsin-m في تثبيط نمو الفطريات F.culmorum و Aspergillus niger و Alternaria sp.على المستنبت المغذي بالمخبر بطريقة تسميم الوسط الغذائي. اعتمدت التراكيز النصف والموصى به والمضاعف للمبيدات الفطرية و5 و10 و15% للراشح الفطري (Trichoderma) كما سبق. وحضنت الأطباق عند درجة حرارة 2 ± 25 س° لمدة 7 أيام. تم قياس المستعمرات وذلك بقياس قطرين للمستعمرة متعامدين وأُخذ المتوسط، وتستخرج نسبة تثبيط نمو الميسليوم.

-القدرة التضادية للفطر T.harzianum مع الفطريات المختبرة:

استخدمت طريقة الزرع المزدوج (Dual Culture: Vitti et al., 2022). زرع كل من الفطر المضاد والفطر المُمرض في أطباق بتري (90 مم) المعقمة وتحوي وسط بطاطا دكستروز أغار (PSA)، إذ قسم الطبق إلى نصفين، وضع قرص(بقطر 5 مم) للفطر المضاد بعمر 5 أيام في النصف الأول للطبق على بعد 1سم من حافة الطبق. وقرص مماثل له للفطر المعرض أخذ من حافة مستعمرة بعمر 5 أيام في النصف الثاني من الطبق، وعلى نحو مقلوب حتى يلامس ميسليوم الفطر سطح الوسط المغذي، أما أطباق المقارنة فقد لُقح نصف الطبق بالفطر الممرض والمضاد كلا على انفراد مع ترك النصف الثاني خالياً من التلقيح بأي فطر، وحضنت عند درجة حرارة 2 ± 24 س°، وأخذت النتائج بعد أن غطى الفطر الممرض كامل مساحة الطبق في معاملة المقارنة، إذ سجل نصف قطر نمو مستعمرة الفطر الممرض على المحور الواصل بين مركزي المستعمرتين المتضادتين في الطبق الواحد.

حسبت نسبة التثبيط وفقاً لمعادلة وحسبت نسبة التثبيط وفقاً (1947) Vincent وقُومت درجة التضاد وفقاً لسلم التقييس (Sookchaoy et al., 2009)، حيث 1= درجة التضاد منخفضة (R<51)، 2= درجة التضاد متوسطة (R=51−60)، 3= درجة التضاد عالية (R=61−75)، 4= درجة التضاد عالية جداً (R>75).

دراسة دمج التضاد الفطري لفطر Trichoderma والراشح الفطري والمبيدات الفطرية المختبرة في تثبيط نمو الفطريات المدروسة:

استخدمت طريقة تسميم الوسط المغذي في اختبار دمج المبيدات الفطرية بالتركيز النصف مع الراشح الفطري بتركيز 10%. وطريقة تسميم الوسط المغذي في اختبار دمج المبيدات الفطرية بالتركيز النصف، حيث أضيفت المبيدات بالتركيز النصف إلى الوسط المغذي قبل التصلب وصبت بأطباق بتري وتركت أطباق البتري حتى يتصلب الوسط المغذي. وثم استخدم الفطر T.harzianum بطريقة الزرع المزدوج. وبمعدل ثلاث مكررات لكل معاملة. حضنت الأطباق عند درجة حرارة 2 ± 24 س°، وأخذت النتائج بعد أن غطى الفطر الممرض كامل مساحة الطبق في معاملة المقارنة، إذ سجل نصف قطر نمو مستعمرة الفطر الممرض على المحور الواصل بين مركزي المستعمرتين المتضادتين في الطبق الواحد. حسبت نسبة التثبيط وفقاً لمعادلة Vincent (1947)

التحليل الإحصائي:

تم تحليل النتائج وفق برنامج التحليل الإحصائي SPSS 20، حيث استخدم التصميم العشوائي الكامل Completely Randomized Design كما تم تحليل التباين عند مستوى معنوية 0.01.

النتائج والمناقشة:

-الكشف النوعي عن الفلافونيدات والتانينات بالرشاحة الفطر Trichoderma harzianum:

وجد أن الرشاحة الفطرية تحتوي على التانينات والفلافونات بشكل عام نتيجة التقديرات اللونية . وقد أثبت العديد من الباحثين وجود المركبات الفعالة في الرشاحة الفطرية. فقد ذكر الجبوري (2013) أن الراشح الفطري لفطر Trichoderma harzianum يحتوي القلويدات والتانينات والغليكوزيدات والكربوهيدرات . وهذه المواد لها فاعلية في تثبيط الفطريات. أثبت Lakhdari وآخرون (2023) أنّ فاعلية مستخلصات للفطر T. harzianum تعود لوجود المركبات الفعالة مثل phenolics وflavonoids وalkaloids وtannins.

- التوافقية بين المبيدات الفطرية وفطر T. harzianum في الوسط المغذي:

دُرست مدى التوافق بين المبيدين الفطرين Vitaflo و Topsin-m وفطر T. harzianum العزلة التجارية المتواجدة بالأسواق عند التراكيز النصف (1/2 X) والتركيز الموصى به (1X) والتركيز المضاعف (2X) باستخدام تقانة تسميم الوسط المغذي. أظهرت النتائج بالجدول 1 تباين تأثير المبيدين وفقا للتركيز المستخدم والتركيب الكيميائي والزمن بعد التحضين. حيث أعطى مبيد Vitaflo أعلى تثبيط للفطر وبفروق معنوية عند جميع التراكيز والزمن مقارنة بالمبيد Topsin-m. حيث بلغت نسب التثبيط 16.47 و28.24 و74.12 % عند التراكيز النصف والموصى به والمضاعف بعد 6 أيام من التحضين، على الترتيب. في حين بلغت نسب التثبيط في حالة المبيد Topsin-m 7.06 و15.29 و43.53% على الترتيب. في حين زاد التأثير المثبط للمبيدين بزيادة التركيز حيث أعطى التركيز المضاعف أعلى تثبيط لنمو الفطر في الوسط المغذي. حيث بلغت نسبة التثبيط الفطر 91.67 % (Vitaflo) و68.75% (Topsin-m) عند اليوم الثاني للتحضين. في حين أعطى التركيز النصف أقل تثبيط وأكثر توافقية مع الفطر مقارنة بالتركيز الموصى به والمضاعف. من جهة أخرى انخفض تأثير المبيدات المختبرة مع مرور الوقت بعد التحضين. بينت الكثير من الدراسات تباين تأثير المبيدات الفطرية على الفطر الحيوي .Trichoderma spp في الوسط المغذي وذلك وفقاً للتركيب الكيميائي للمبيد والتركيز المستخدم والعزلة الفطرية والزمن بعد التحضين (Gowdar,et al 2006 و Singh et al 2021). تفسر النتائج كون المبيد Vitaflo مزيج لمركبين Carboxin+ Thiram ينتمي كل منهما مجموعة كيميائية مختلفة وبطيف واسع

من التأثير على الفطريات. المبيد Thiram من مجموعة الكربمات العضوية من المبيدات الفطرية التلامسية الوقائية عام، في حين المركب Carboxin مركب من مجموعة الكربوكساميد جهازي مستأصل ومتخصص (Maan,2004). وأثبت العديد من الباحثين تأثير المبيد Carboxin أو Thiram بشكل منفرد منخفض على الفطريات التابعة للجنسTrichoderma. في حين كان تأثير المزيج متباينا وفقا للدراسات والعزلة. فقد ذكر Roberti et al.,2007 أن الفطر T. harzianum كان متوسط الحساسية للمبيدين Carboxin و Thiram. ذكر Bagwan (2010) أنّ الفطر T. harzianum غير متوافق مع المزيج Carboxin+ Thiram عند التركيز الموصى به تام للفطر في الوسط المغذي Carboxin+ Thiram Thiophanate methyl. وجد Dinkwar وآخرون (2023) أن مزيج المركبين Carboxin + Thiram أعطى تأثيرات متباينة وفق لنوع الفطر التابع للجنس Trichoderma والتركيز المستخدم. مهما يكن كان متوافق مع الفطريات التابعة للجنس Trichoderma عند التركيز المنخفض في حين كان له تأثير كبير عند التركيز المرتفع. بينما يعد المبيد Thiophanate methyl من مجموعة البنزاميدازول الجهازية المتخصصة في تثبيط تشكيل المغزل في الموقع (β-tubulin) أثناء عملية الانقسام المنصف مما يعطل الانقسام الخلوي ويمنع تشكل أنبوبة الانتاش والممصات ونمو المشيجة الفطرية والانقسام الخلوي في الخلية الفطرية (Leroux et al., 1999 و Maan,2004). وأظهرت العديد من الدراسات تباين تأثير المبيد Thiophanate methyl على الفطريات التابعة للجنس Trichoderma. فقد أثبت Elshahawy وآخرون (2016) أن مبيد Thiophanate methyl منخفض التأثير على الفطر Trichoderma. في حين خالفت النتائج ما وجده Shahzad و Khan (2007) فقد أعطى المبيد Topsin-M تثبيط تام للفطر T. harzianum عند التركيز 10ppm يفسر الاختلاف بالنتائج إلى اختلاف العزلة الفطرية والظروف التجريبية.

الجدول1. التوافقية بين المبيدات الفطرية Vitaflo و Topsin-M وفطر T. harzianum في الوسط المغذي.

المبيد	التركيز	عدد الأيام			$L.S.D_{0.01}$
		2	4	6	
		نسبة التثبيط %			
Vitaflo	X 1/2	31.25eA	22.22eB	16.47fC	3.21
	X1	43.75dA	36.11dB	28.24dC	5.21
	X2	91.67aA	83.33aB	74.12bC	3.47
Topsin-M	X 1/2	18.75A	12.50fB	7.06gC	3.14
	X1	25.00fA	23.61eA	15.29eB	4.11
	X2	68.75bA	51.83cB	43.53cC	3.89
T. harzianum	–	48cC	72bB	85aA	4.09
$L.S.D_{0.01}$	–	4.29	3.09	3.51	–

- الأحرف الكبيرة المتشابهة تدل على عدم وجود فروق معنوية بالسطر.
- الأحرف الصغيرة المتشابهة تدل على عدم وجود فروق معنوية بالعامود.
- تأثير المبيدات الفطرية Vitaflo و Topsin-m والفطر T. harzianum أو الرشاحة في تثبيط نمو الفطريات المعزولة من حبوب القمح في الوسط المغذي

أُختبر المبيدان الفطريان Vitaflo و Topsin-m بالتراكيز الموصى به للاستخدام والنصف والمضاعف والرشاحة الفطرية الناتجة عن العزلة التجارية للفطر بالتراكيز 5 و10 و15% وفطر T. harzianum في تثبيط نمو الفطريات المعزولة من حبوب القمح المخزنة والمعدة للزراعة (Aspergillus niger و F.culmorum و Alternaria sp.). أظهرت النتائج أنّ المبيدات الفطرية والرشاحة الفطرية تباينت بالتأثير وفقا لتركيب الكيميائي والتركيز ونوع الفطر المختبر. وزادت الفاعلية بزيادة التركيز بفروق معنوية بين التراكيز. أعطى المبيدان الفطريان Vitaflo و Topsin-m عند التركيز المضاعف والرشاحة الفطرية بتركيز 15% تثبيط تام

(100 %) للفطريات الثلاثة في الوسط المغذي وبفروق معنوية مع باقي التراكيز والمعاملات. في حين أعطى الفطر T.Harzianum نسب تثبيط 82.35 و68.23 و47.06 للفطريات F.culmorum و A. niger و Alternaria sp. على الترتيب. وأعطى التركيز الموصى به للمبيدين نسب تثبيط أعلى من 80% للفطرين F.culmorum و A. niger، بينما كانت نسب التخفيض للفطر Alternaria sp. أقل من 80%. من جهة أخرى، وجد أنّ التركيز النصف للمبيدات والرشاحة أعطت أقل تثبيط لنمو الفطريات وبفروق معنوية مع باقي التركيز. ووجد أنّ الفطر A. niger كان أكثر حساسية للمبيدين، في حين وجد أنّ الفطر Alternaria sp. أقلها حساسية. وأظهر الفطر F.culmorum أعلى حساسية من الفطرين للرشاحة الفطرية والتضاد مع الفطر T. harzianum. إنّ زيادة تراكيز المبيدات عن التركيز الموصى به يؤدي لتلوث البيئة وأضرار سمية للنبات وزيادة التأثير على الكائنات غير المستهدفة وزيادة سرعة ظهور صفة المقاومة للفطريات الممرضة تجاه المبيدات (Islam et al., 2024). يعد المبيدان Vitaflo و Topsin-m من المبيدات الفطرية المستخدمة في معاملة البذور للتخلص من فطريات الساكنة بالتربة أو المحمولة على البذار (Mann, 2004). استخدام الرشاحة الفطرية أو الفطر T. harzianum أصبح في متناول المزارعين في الوقت الحالي حيث تنتج كميات كبيرة من الفطر بأسماء تجارية مختلفة. وتعود فاعلية الفطر T. harzianum الأكثر انتشاراً في مجال المكافحة الحيوية. حيث يفرز الانزيمات التي لها دور في تحطيم الجدار الخلوي لمسببات أمراض النبات مثل Tri5 Gene المسؤول عن انتاج Trichothecene الذي يثبط انتاج DNA والبروتين في خلايا الفطريات وتثبيط نموها. كما تعمل المفرزات على إيقاف انتاج أنزيمي Cellulase و Xylanase في جدر الخلوية الممرضة للنبات وإنتاج أنزيم Serine Protease (Sharma وآخرون، 2011). وينتج الفطر مركبات متطايرة لها فاعلية عالية ضد الفطريات (Cherkupally 2017). كما وجد أن الفطر Trichoderma قادر على إنتاج مضادات حيوية تؤثر مباشرة على الفطريات الممرضة فقد عزل . Choudary وآخرون (2007) بعض المضادات الحيوية من راشح الفطر T. harzianum وأختبر فاعليتها على نمو الفطريات Sclerotium rolfsii و R. Solan و F. oxysporum في الوسط المغذي وأظهرت تثبيط تام لنمو الفطريات. تحتوي الرواشح الفطرية على العديد من المركبات الفعالة. واختبر الباحث Mamatha وزملاؤه (2006) تأثير خمس مبيدات فطرية جهازية وخمس مبيدات فطرية تلامسية في نمو فطر A. alternata في المخبر، وجد أن المبيدات الفطرية الجهازية من مجموعة التريازول Hexaconazole و Penconazole و Propiconazole والمبيد التلامسي mancozeb أعطت نسبة تثبيط % 100 عند التراكيز المختبرة. بينما أعطت المبيدات الجهازية من مجموعة بنزاميدازول carbendazim و thiophenate- methyl نسبة تثبيط 30.11% و21.48% عند التركيز 0.3 % على التوالي. وأثبت Arzanlou وآخرون(2014) أنّ الفطر Trichoderma أعطى تثبيط للفطر Alternaria. ذكر Leelavathi وآخرون (2014) التضاد الفطري لفطر T. harzianum على الفطرين F. graminarium و A. terreus. وجد Gajera وآخرون(2011) أن قدرة التضاد لفطر T. harzianum مع الفطر A. niger بلغت حتى 80.4% بالوسط المغذي، وتباينت وفقا للعزلة الفطرية من فطر Trichoderma . حيث أعطت بعض العزلات تضاداً كبيراً في حين أعطت عزلات أخرى تضاد منخفض.

الجدول2. تأثير المبيدات الفطرية Vitaflo و Topsin-m والفطر T. harzianum أو الرشاحة على الفطريات المعزولة من حبوب القمح في الوسط المغذي.

المعاملة	التركيز	% للتثبيط			$L.S.D_{0.01}$
		F. culmorum	A. niger	Alternaria sp.	
Vitaflo	X 1/2	61.17eB	64.71dA	52.94dC	2.12
	X1	87.06bB	95.29bA	74.12bC	2.78
	X2	100a	100a	100a	-

5.80	28.23fC	67.06dA	44.71fB	X 1/2	Topsin-M
3.02	44.71eB	85.88cA	82.35cA	X1	
–	100a	100a	100a	X2	
3.42	15.29gB	17.65fAB	20.22gA	%5	رشاحة الفطر
4.25	58.83cB	47.06eD	69.41dA	%10	
–	100a	100a	100a	%15	
5.63	47.06eD	68.23dB	82.35cA		T. harzianum
–	5.08	3.42	2.65	–	$L.S.D_{0.01}$

– الأحرف الكبيرة المتشابهة تدل على عدم وجود فروق معنوية بالسطر.

– الأحرف الصغيرة المتشابهة تدل على عدم وجود فروق معنوية بالعامود.

- تأثير دمج المبيدات Vitaflo و Topsin-m بالتركيز النصف مع الرشاحة الفطرية بالتركيز 10% أو الفطر T. harzianum على فطريات المعزولة من حبوب القمح في الوسط المغذي

تظهر النتائج بالجدول3 فاعلية دمج المبيدان Vitaflo و Topsin-m بالتركيز النصف مع رشاحة الفطر بالتركيز 10% أو دمج المبيدان مع الفطر في الوسط المغذي. وجد أنّ دمج المبيد الفطري Vitaflo مع الرشاحة الفطرية زاد من فاعلية المبيد في تثبيط نمو الفطريات الثلاثة مقارنة بفاعلية المبيد أو الرشاحة الفطرية بشكل منفصل لكل منهما. حيث أعطت المعاملة تثبيط تام (100%) للنمو الفطريات الثلاثة في الوسط المغذي. تلاه في ذلك معاملة المبيد Topsin-m مع الرشاحة حيث أعطت تثبيط تام للفطرين Aspergillus niger و F.culmorum . في حين أعطت تثبيط للفطر Alternaria sp. بنسبة 74.11%. من جهة أخرى معاملة دمج المبيدات Vitaflo و Topsin-m مع الفطر T. harzianum أعطت فاعلية أعلى من معاملة الفطر أو المبيدات بشكل منفصل لكل من الفطرين,spergillus niger و F.culmorum حيث بلغت نسب التثبيط أعلى من 75% دون فروق معنوية بين المعاملتين. في حين كان تأثير على نمو الفطر Alternaria sp.أقل من 70%. أثبت Lakhdari وآخرون (2023) أنّ فاعلية مستخلصات الفطر T. harzianum تعود لوجود المركبات الفعالة مثل phenolics و flavonoids و alkaloids و tannins. حيث وجد أنّ تأثير مستخلصات خلات الايثيل و n-butanol للفطر أعطت فاعلية متوسطة للفطر Alternaria sp. وضعيفة للفطر Fusarium solani وزاد التأثير المثبط بزيادة التركيز المستخلص. وجد أن مستخلصات الفطريات التابعة للجنس Trichoderma تحتوي تربينات واللكيدات ولاكتونات (Khan et al., 2020). والمركبات التربينية من فطريات الجنس Trichoderma harzianum التي لها تضاد فطري (Zhang et al, 2021). وتتوافق النتائج مع Elshahawy وآخرون (2016) حيث أن دمج المبيد Thiophanate methyl مع T. harzianum ثبط نمو الفطريات التابعة للجنس Fusarium. أثبت Barakat و Al-Masri (2017) أن دمج الفطر T. harzianum مع المبيدات الفطرية pyrimethanil أو المزيج (cyprodinil + flydioxonil) أعطى فاعلية عالية في تثبيط نمو الفطر Botrytis cinerea مقارنة مع كل معاملة منفصلة.

الجدول3. تأثير المبيدات الفطريان Vitaflo و Topsin-m بالتركيز النصف مع الرشاحة الفطرية بالتركيز 10% أو الفطر T. harzianum على فطريات المعزولة من حبوب القمح في الوسط المغذي.

المعاملة	% للتثبيط			$L.S.D_{0.01}$
	F.culmorum	A. niger	Alternaria sp.	
X Vitaflo 1/2	61.17dA	64.71cA	52.94B	4.12
الفطر +Vitaflo	81.18bA	74.12bB	68.24cD	2.03
Vitaflo+	100a	100a	100a	–

				الرشاحة10%
4.18	28.23D	67.06cA	44.71eB	X Topsin-m 1/2
4.25	62.35dB	76.47bA	78.82bA	+ الفطر Topsin-M
-	74.11b	100a	100a	Topsin-m + الرشاحة10 %
3.08	58.83dB	47.06dD	69.41cA	الرشاحة10%
4.52	47.06eA	68.23cA	82.35bA	T. harzianum
-	3.87	5.29	4.12	$L.S.D_{0.01}$

- الأحرف الكبيرة المتشابهة تدل على عدم وجود فروق معنوية بالسطر.
- الأحرف الصغيرة المتشابهة تدل على عدم وجود فروق معنوية بالعامود.

الاستنتاجات والتوصيات:

أظهر المبيدان Vitaflo و Topsin-m تأثيراً مثبطاً للفطر T. harzianum عند التركيز المضاعف في حين انخفض تأثير المبيدان المثبط للنمو مع خفض التركيز المستخدم ومع فترة التحضين. كما وجد أن المبيدات الفطرية Vitaflo و Topsin-m عند التركيز الموصى به والرشاحة الفطرية والفطر بشكل منفصل أعطت فاعلية جيدة في تثبيط الفطريات المختبرة. في حين إنّ دمج المبيدان بنصف التركيز مع الفطر أو الرشاحة الفطرية بالتركيز 10% زاد من فاعلية المبيدات المختبرة حتى أعطى تثبيط أعلى من 80% وهذه النسبة مقبولة في استخدام المبيدات في المكافحة.

يوصى بإجراء تجارب نصف حقلية وحقلية لتأكيد التجارب المخبرية في دمج المبيدات الفطرية مع الفطر أو الرشاحة الفطرية كمرحلة لاحقة لخفض تراكيز المبيدات في معاملة البذار أو التربة وبالتالي إدخال الفطر في برامج المكافحة المتكاملة لفطريات أعفان البذور.

التمويل:

هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل:(501100020595).

المراجع:

1. الجبوري، ميثم ناصر نعمة. 2013. تأثير الفطر Trichoderma harzianum وبعض الفطريات المرافقة للفطر Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary والعوامل البيئية في الأجسام الحجرية للفطر وإنتاج حمض الأوكزاليك. رسالة ماجستير في علوم الحياة انبات – الفطريات. كلية التربية للعلوم الصرفة– جامعة كربلاء– العراق. ص112.
2. الخليفة، محمد. 2006. مرض تعفن الجذور الشائع على القمح في سورية والتباين الوراثي ضمن كأحد مسبباته الرئيسية. رسالة أعدت لنيل درجة الدكتوراه في الهندسة الزراعية. قسم وقاية النبات– جامعة حلب. 101ص.
3. دالي، باسل كامل والحكيم، صادق حسن. 1987. تحليل الأغذية، دار الكتب. جامعة الموصل. ص465.
4. الدعميس، محمد دوش .2023. تحري نشاط بعض الفطور الملوثة لحبوب القمح تحت ظروف التخزين في الصوامع لموسمين متتاليين. المجلة السورية للبحوث الزراعية.10 (1). 1–10
5. المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2023. الجمهورية العربية السورية وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي مديرية الإحصاء والتخطيط، قسم الإحصاء. سورية .
6. Al-Khazragi, S.M. 1991. Biopharmacological study of Artemisia herba alba .M.Sc. Thesis. Univ. Baghdad .p.124.
7. Anand, S. and Reddy, J. 2009. Biocontrol potential of Trichoderma sp. Against plant pathogens, International Journal of Agriculture Sciences, 1(2): 30 – 39.
8. Arzani, A. and Ashraf, M. 2017. Cultivated ancient wheats (Triticum spp.): A potential source of health-beneficial food products. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 16, 477–488.
9. Arzanlou, M.; Khodaei, S.; Narmani, A.; Babai-Ahari, A. and Azar, A.M. 2014. Inhibitory Effect of Trichoderma Isolates on Growth of Alternaria Alternata, the Causal Agent of Leaf Spot Disease on Sunflower, under Laboratory Conditions. Arch. Phytopathol. Plant Prot. , 47, 1592–1599.
10. Ashwani, T., R. Kumar, N. Gautam and Pandey, S. 2012. Compatibility of Trichoderma viride for selected fungicides and botanicals. Int. J. Plant. Pathol., 3,2: 89-94.
11. Bagwan, N.B. 2010. Evaluation of Trichoderma compatibility with fungicides, pesticides, organic cakes and botanicals for integrated management of soil-borne diseases of soybean (Glycine max L. Merril). International Journal of Plant Protection. 3, 2: 206-209.
12. Barakat, R.M. and Al-Masri, M.I. 2017. Effect of Trichoderma harzianum in Combination with Fungicides in Controlling Grey Mould Disease (Botrytis cinerea) of Strawberry. American Journal of Plant Sciences, 8, 651-665.
13. Barnett, H. L. and Barry B. Hunter. 1987. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Fourth Edition. New York, P.218.
14. Bogumi, A.; L.S. Paszi; A. Lisek; P. Trzciński, and harbuzov, A. 2013. Identification of new Trichoderma strains with antagonistic activity against Botrytis cinerea. Folia Hort., 25(2):123-132.
15. Booth, C. 1971. The genus Fusarium. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England 237. pp.
16. Booth, C. 1984. The Fusarium problem: Historical, economic, and taxonomic aspects, pages 1 – 13 in: The Applied Mycology of Fusarium. M.O. Moss and J.E. Smith, eds. Cambridge University Press, Cambridge.P.151.
17. Bouanaka, H.; Bellil, I. and D. Khelifi. 2021. Multiple methods for varietal resistance assessment of durum wheat cultivars against Fusarium culmorum, the causal agent of Fusarium head blight and crown rot in Algeria. Physiol. Mol. Plant. Pathol. 115, 101683.
18. Chagas, L. F. B. 2017. Trichoderma asperellum efficiency in soybean yield components. Comunicata Scientiae, 8: 165-169.
19. Cherkupally, R.; H. Amballa; and B.N. Reddy. .2017. In vitro antagonistic activity of Trichoderma species against Fusarium oxysporum f. sp. melongenae. Int. J. Appl. Agric. Res., 12,1:87-95.

20. Choudary, K.A.; K.R.N. Reddy; and M.S. Reddy. 2007. Antifungal activity and genetic variability of Trichoderma harzianum isolates. J. Mycol. Pl. Path., 37, 2: 1-6.
21. Dinkwar, G. T., V. K. Yadav, A. Kumar, S. Nema and S. Mishra. 2023. Compatibility of Fungicides with Potent Trichoderma Isolates. International Journal of Plant & Soil Science, 35: 18, P. 1934-1948,
22. Elshahawy, L.E., Karima H. E. Haggagb, and H. Abd-El-Khair. 2016. Compatibility of Trichoderma spp. with Seven Chemical Fungicides Used in the Control of Soil-Borne Plant Pathogens. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 7,1: P. 1772.
23. Fakir, G.A. 1999. Seed Health-an Indispensable Agro-technology for crop production. Lecture notes for a course on Agro-technology and Environment Management for the CARITAS officers at GTI, BAU, Mymensingh from June 21-30, 1999. 1-4 pp.
24. Falck, R. 1907. Walchstumesetze, Wachstumtaktoren und temperature wertter Holzerstercn-den. Mycelien. 1:153-154.
25. Freiberg, J. A.Ludwing, M.P., Avelar, S. A. G., and E. Girotto. 2017. Seed treatment and its impact on wheat crop yield potential. Journal of Seed Science, 39:3, 281-289.
26. Gajera, H. K. Rakholiya and D. Vakharia,D. 2011. Bioefficacy of Trichoderma isolates against Aspergillus niger van tieghem inciting collar rot in groundnut (Arachis hypogaea). Journal Of Plant Protection Research. 51, (3),240-247.
27. Gowdar, S.B., H.N. Ramesh Babu, V.B. Nargund and M. Krishnappa. 2006. compatibility of fungicides with Trichoderma harzianum. Agric. Sci. Digest, 26, 4: 279 – 281,
28. Hardoim, P. R. 2015. The hidden world within plants: ecological and evolutionary considerations for defining the functioning of microbial endophytes. Microbiology and Molecular Biology Reviews, 79: 293-320.
29. Howell, C.R., 1982. Effect of Gliocladium virens on Pythium ultimum, Rhizoctonia solani and damping off of cotton seedlings. Phytopathology, 72: 496-498.
30. Islam, T.; Danishuddin; Tamanna, N.T.; Matin, M.N.; Barai, H.R.and M.A. Haque. 2024.. Resistance Mechanisms of Plant Pathogenic Fungi to Fungicides, Environmental Impacts of Fungicides, and Sustainable Solutions. Plants, 13, 737.
31. ISTA, International Rules for Seed Testing, Rules, 1999. International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland, 333. pp.
32. Jain, AK, Kumar, A, Chouhan, S.S. and Tripathi, S.K. 2017. Cultural characteristics and evaluation of Trichoderma isolates against Rhizoctonia solani Kühn causing banded leaf and sheath blight of Little Millet. Annals of Plant Protection Sciences. ;25(1):140-143.
33. Khan, M.O. and Shahzad, S.2007. Screening of Trichoderma species for tolerance to fungicides. J.Bot.Pak.,39,3,945 – 951.
34. Khan, R.A.A.; Najeeb, S.; Hussain, S.; Xie, B.and Y. L.2020. Bioactive Secondary Metabolites from Trichoderma spp. against Phytopathogenic Fungi. Microorganisms, 8, 817.
35. Kishan. G. 2017. Deciphering the Mechanism of Mycoparasitism of Sclerotinia sclerotiorum by Trichoderma spp. International Journal of Pure and Applied Biosience. 5,6:1246-1250.
36. Kumar A, Sahu TK, Bhalla A and Jain AK. 2013. Morphological characterisation of Trichoderma harzianum from Madhya Pradesh. Annals of Plant Protection Sciences. 22, 1: 190-239.
37. Kumar, A. and Sahu, TK. 2015. Use of local isolates of Trichoderma from Madhya Pradesh against Rhizoctonia solani causing wet root rot of chickpea. Environment and Ecology. 33, 4: 1553-1557.
38. Lakhdari, W.; Benyahia, I.; Bouhenna, M.M.; Bendif, H.; Khelafi, H.; Bachir, H.; Ladjal, A.; Hammi, H.; Mouhoubi, D.; Khelil, H. 2023. Exploration and Evaluation of Secondary Metabolites from Trichoderma harzianum: GC-MS Analysis, Phytochemical Profiling, Antifungal and Antioxidant Activity Assessment. Molecules, 28, 5025.2-20.
39. Leelavathi, M.S.; Vani, L.; Reena, P.2014. Antimicrobial Activity of Trichoderma harzianum against Bacteria and Fungi. Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci., 3, 96–103.
40. Mamatha, M., Y. Gorawar, R. Hegde and Srikant, K. 2006. Screening of genotypes and effect of fungicides against leaf blight of turmeric. Indian J. Crop Science, 1(1-2): 158-160.

41. Manimegalai, V. V., Ambikapathy and Panneerselvam, A. 2024. GC-MS analysis of culture filtrates of Trichoderma harzianum and their efficacy of biocontrol measures of plant pathogens. International Journal of Biosciences. 25 4,p 60-67.
42. Mann, P.J 2004. The Pesticide Manual. 3th ed. Database Right © 2004 BCPC (British Crop Protection Council.
43. Nasir, M. and H. Hoppe. 1998. Evaluation of seed treatments to control Mycosphaerella pinodes. Ann. Appl. Biol. 112 (Supplement), Testing agrochemical and cultivars 19: 20 - 21.
44. Pandya, U. and Saraf, M. 2010. Application of fungi as a biocontrol agent and their Biofertilizer potential in agriculture, J. Adv. Dev. Res., 1(1): 90– 99.
45. Pathak N., Zaidi R.K. (2013). Studies on seed-borne fungi of wheat in the seed health testing programme. Arch. Phytopathol. Plant Prot. 46 (4): 389–401. Fakhrunnisa S.A., Hashmi M.H., Ghaffar A. 2006. Seed-borne mycoflora of wheat, sorghum and barley. Pakistan J. Bot. 38, 1: 185–192.
46. Rajput M.A., Pathan M.A., Lodhi A.M., Shah G.S. and Khanzada K.A. (2005). Studies on seed-borne fungi of wheat in Sindh Province and their effect on seed germination. Pakistan J. Bot. 37, 1: 181–185.
47. Roberti, R.; Badiali, F.; Pisi,A .;Pancaldi,D., and Cesari, A. 2006. Sensitivity of Clonostachys rosea and Trichoderma spp. as potential biocontrol agents to pesticides. Phytopathology, 154, P.100 – 109.
48. Rudresh, D., Shivaprakash, M. and R. Prasad. 2005. Effect of Combined Application of Rhizobium, Phosphate-Solubilising Bacterium and Trichoderma spp. on Growth, Nutrient Uptake and Yield of Chickpea (Cicer arietinum L.). Applied Soil Ecology, 28, 139-146.
49. Sharma, P., V. Kumar, R, Ramesh, K, Saravanan, S, Deep, M, Sharma, S, Mahehsh and Dinesh, S. 2011. Biocontrol genes from Trichoderma species: a review, African Journal of Biotechnology, 10(86): 19898 – 19907.
50. Singh, M., R. Singh, P. Mishra, R.S.pp. Sengar and U.P. Shahi. 2021. In vitro compatibility of Trichoderma harzianum with systemic fungicides. International Journal of Chemical Studies; 9, 1: 2884-2888
51. Sivan, A., O. Ucko and Chet, I. 1987. Biological control of Fusarium crown rot of tomato by Trichoderma harzianum under field conditions. Plant Disease, 71: 587-592.
52. Sookchaoy K.; S. Panthhachode; and Thipchu, J. 2009. Screening of Trichoderma spp. for Phytophthora root and foot rot on Citrus sinensis biocontrol. Intl Conf. on the Role of Universities in Hands-On Education, 23-29 August, Thailand: 356-362.
53. Srivastava R, Joshi M, Kumar A, Pachauri S. and Sharma, A. K. 2009. Biofertilizers for sustainable agriculture. In. Agricultural Diversification: Problems and Prospects (Eds. By A.K. Sharma, S. Wahab and R. Srivastava). I.K. International, New Delhi;5:7-71.
54. Srivastava, S., V.P. Singh, R. Kumar, M. Srivastava, A. and Simon, S. 2011. In vitro evaluation of carbendazim 50%WP and antagonistic and botanicals against Fusarium oxysporum f.sp. psidii associated with the Rhizosphere soil of Guava. Asian J. Plant. Pathol., 5: 46-53.
55. Sunkad, G., R. Joshi and M. Patil. (2023). Compatibility of indigenous Trichoderma asperellum with chemical fungicides for the management of chickpea wilt. Journal of Biological Control, 37(1): 06-12.
56. Tabuc C, Taranu I and Calin, L. (2011). Survey of moulds and mycotoxin contamination of cereals in South-Eastern Romania in 2008-2010. Archiva Zootechnica, 14 (4):25.
57. Thomma, Bart P. H. J. (2003). Alternaria spp. from a general saprophyte to a specific parasite. Molecular Plant Pathology, 4, 225-236.
58. Venske, E.; Dos Santos, R.S.; Busanello, C.; Gustafson, P.; Costa de Oliveira. 2019. A. Bread wheat: A role model for plant domestication and breeding. Hereditas. 156, 16.
59. Vincent, J. M.(1947).Distortion of fungal hyphae in the presence of certain inhibitors. Nature, 159: 850–853. https://doi.org/10.1038/159850b0.
60. Vitti, A., Bevilacqua, V., Logozzo, G., Bochicchio, R., Amato, M., & Nuzzaci, M. (2022). Seed coating with Trichoderma harzianum T-22 of Italian durum wheat increases protection against Fusarium culmorum-induced crown rot. Agriculture, 12(5), 714; https://doi.org/10.3390/agriculture12050714
61. Zhang, J.-L.; Tang,W.-L.; Huang, Q.-R.; Li, Y.-Z.;Wei, M.-L.; Jiang, L.-L.; Liu, C.; Yu, X.; Zhu, H.-W. and G. Z. Chen. 2021.Trichoderma: A Treasure House of Structurally Diverse Secondary Metabolites with Medicinal Importance. Front. Microbiol., 12: 723828. doi: 10.3389/fmicb.2021.723828.