

تقييم بعض العناصر الحيوية والكيميائية في مكافحة بعض فطور التربة وتحفيز نمو النبات

صفاء نعمت حسين^{1*}، عبد الزهرة جبار علي² وحرية حسين الجبوري³

(1) قسم هندسة البيئة، كلية الهندسة، الجامعة المستنصرية، العراق؛ (2) دائرة البحث والتطوير، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق؛

(3) قسم وقاية النبات، كلية علوم الهندسة الزراعية، جامعة بغداد، العراق.

*البريد الإلكتروني للباحث المراسل: safaahusseini1979@uomustansiriyah.edu.iq

الملخص

حسين، صفاء نعمت، عبد الزهرة جبار علي وحرية حسين الجبوري. 2022. تقييم بعض العناصر الحيوية والكيميائية في مكافحة بعض فطور التربة وتحفيز نمو النبات. مجلة وقاية النبات العربية، 40(1): 37-47. <https://doi.org/10.22268/AJPP-40.1.037047>

أجري هذا البحث لتقييم كفاءة فطور المقاومة الحيوية *Saccharomyces cerevisiae* و *Trichoderma viride*، *Chaetomium cupreum* وعدد من العناصر الكيميائية المعدنية المغذية المحفزة لنمو النبات (نترات الكالسيوم، وفوسفات الأمونيوم، وكبريتات المغنسيوم المائبة، والنحاس، والبورون) في مقاومة بعض فطور التربة الشائعة المسببة للأمراض لطيف واسع من النباتات، وتقييم دورها في تشجيع نمو النبات. أظهرت النتائج المخبرية لتقييم القابلية التضادية لفطور المقاومة الحيوية ضد فطور التربة الممرضة *Rhizoctonia* و *Pythium aphanidermatum*، *Macrophomina phaseolina*، *F. solani*، *Fusarium oxysporum*، *Drechslera halodes* و *solani* تفوق جميع فطور مكافحة الحيوية في تثبيط نمو الفطور الممرضة. وفي تجارب البيت الزجاجي، أظهرت النتائج تفوق معاملة التركيبة البيوكيميائية (BC) (المكونة من توليفة من العناصر الحيوية والعناصر الكيميائية) في تحقيق أعلى نسبة إنبات لبذور البندورة/الطماطم والخيار واللوبياء وبفرق معنوي عن بقية المعاملات، حيث وصل معدل نسبة الإنبات إلى حدود 95.83-100.00% في معاملات الملونة بالفطور الممرضة المذكورة أعلاه في حين قابلتها النسبة 36.67-47.50% في معاملة الشاهد المعدي وذلك بعد عشرة أيام من الزراعة. كذلك تفوقت معاملة التركيبة BC في خفض النسبة المئوية للمرض وشدة، إذ بلغ معدل نسبة المرض 0% في المعاملات الملونة بالفطور الممرضة كل على حدة لنباتات البندورة/الطماطم والخيار واللوبياء مقارنة مع معاملات الشاهد المعدي التي كانت بحدود 99.17-95.83%، ولم تختلف معنوياً عن معاملة الشاهد غير المعدي التي بلغت 0.00%. كما بلغ معدل شدة المرض في معاملة التركيبة BC 0% مقارنة مع معاملات الشاهد المعدي التي كانت بحدود 85.83-82.58%، ولم تختلف معنوياً عن معاملة الشاهد غير المعدي التي بلغت 0%. كما تفوقت معاملة التركيبة BC أيضاً على بقية المعاملات في زيادة الوزن الجاف للنباتات.

كلمات مفتاحية: *Saccharomyces cerevisiae*، *Trichoderma viride*، *Chaetomium cupreum*، فطور التربة الممرضة، مكافحة الحيوية.

المقدمة

البدائل المستحدثة، كونها طريقة آمنة وفعالة في مكافحة آفات النبات عموماً وليس لها تأثيرات ضارة بالبيئة (Agrios, 2005). تسهم الأحياء المجهرية النافعة الموجودة في التربة بشكل كبير في تنظيم حركة المواد العضوية المتحللة وتوفير العناصر الغذائية المهمة للنبات (مثل الفوسفور والنيتروجين والكربون) وزيادة جاهزيتها، والتي تؤدي إلى تحسين معايير النمو وزيادة الإنتاج، فضلاً عن دورها في حماية النبات من مسببات المرضية وفق آليات مباشرة وغير مباشرة (Joseph et al., 2007).

استخدمت بعض أنواع الفطور في مكافحة الحيوية للعديد من مسببات المرضية، وذلك لقدرتها العالية على المنافسة مع الأحياء الأخرى، وتحملها للظروف غير الملائمة، ولما تمتلكه من آليات متنوعة في السيطرة على مسببات المرضية كالتطفل المباشر وإفراز الإنزيمات مثل الكيتيناز Chitinase والغلوكاناز β -1,3-glucanase المحللة للجدار

تحدث الفطور الممرضة المستوطنة في التربة خسائر اقتصادية كبيرة في الإنتاج الزراعي، إذ تسبب أمراضاً متنوعة ومهمة كمرض تعفن البذور، وموت البادرات وتعفن الجذور وقواعد السوق والتعفن الفحمي والذبول الفيوزاريومي وغيرها من الأمراض. وعلى الرغم من فعالية المبيدات الكيميائية وسرعتها في مكافحة أمراض النبات، إلا أن الاستخدام العشوائي والمفرط أدى إلى ظهور العديد من المشاكل والجوانب السلبية كتأثيراتها الضارة في البيئة وصحة الإنسان والحيوان، وقتل الأحياء غير المستهدفة مما أدى لتكشّف أمراض جديدة، وظهور صفة المقاومة ضد العديد من المبيدات، إضافة إلى تكلفتها العالية (Panth et al., 2020).

ازداد اهتمام الباحثين والمختصين في مجال أمراض النبات بإيجاد البدائل المناسبة للمبيدات الكيميائية، وتعدّ مكافحة الحيوية من أهم

الخلوي للفطور الممرضة، والتنافس على المكان ومصادر الغذاء، والتضاد، وتحريض المقاومة الجهازية في النبات، إضافة إلى تحفيز نمو النبات. وقد استخدم الفطر *Trichoderma spp.* في برامج مكافحة الحيوية للمسببات المرضية (Abod & Saeed, 2008).

يتصدر فطر مكافحة الحيوية *Trichoderma viride* Pers قائمة عوامل مكافحة الأحيائية لما يتمتع به من صفات المتطفل الأحيائي الجيد من خلال تأثيره على مجاميع كبيرة من المسببات المرضية للنبات، إذ يمتلك نظاماً إنزيمياً يمكنه من تفكيك جدر خلايا الفطور الممرضة، إضافة لكونه منافساً جيداً على المكان والغذاء، كما أنه قادر على إنتاج مواد حيوية مضادة (Antibiosis)، أو نتيجة قدرته على تحريض المقاومة الجهازية في النبات، وتحفيزه على النمو (Sood et al., 2020).

ويعد استخدام الخمائر في مجال مكافحة الحيوية للمسببات المرضية من الطرائق الحديثة التي أثبتت نجاحها في الوقت الحاضر، لكفاءتها في تثبيط نمو العديد من المسببات المرضية، وفي الوقت نفسه تعدّ طريقة آمنة على الإنسان والبيئة، كما تؤدي إلى تحسين خواص التربة (Shalaby & El Nady, 2008)، وتعدّ بعض أنواع الخمائر مثل *Saccharomyces cerevisiae* و *Kluyveromyces lactis* المضادة للفطور المستوطنة في التربة مثل *Rhizoctonia solani*، *Fusarium sp.* و *Pythium sp.* (Porhanife, 2010).

تشير الدراسات إلى الدور المهم للعناصر المعدنية المغذية الكبرى والصغرى في نمو النباتات وعمليات التزهير وعقد ونضج الثمار، حيث يستفيد منها النبات في عملية تكوين الأحماض الأمينية والكاربوهيدرات وتشكيل البروتينات، إضافة لكونها منشطة لعملية التركيب الضوئي والفسفرة الضوئية، وتكوين الجلوكوز والكلوروفيل والفيتامينات، وتنشيط الإنزيمات وتشجيع نمو وانتشار المجموعتين الجذري والخصري (Panth et al., 2020). وقد هدفت هذه الدراسة إلى تقييم فعالية فطور المقاومة الحيوية *Trichoderma viride*، *Chaetomium cupreum* و *Saccharomyces cerevisiae* وعدد من العناصر الكيميائية المعدنية المغذية المحفزة لنمو النبات وهي: نترات الكالسيوم، وفوسفات الأمونيوم، وكبريتات المغنسيوم المائية، والنحاس، والبورون في مكافحة بعض فطور التربة الشائعة وتحسين معايير نمو النبات.

مواد البحث وطرقه

عزل فطور مكافحة الحيوية

تم عزل الفطر *T. viride* عن طريق جمع 10 عينات (5-10 غ/ عينة) تربة زراعية من حقول مختلفة في محافظة ذي قار (الرفاعي)، وذلك من منطقة المحيط الجذري (Rhizosphere) لنباتات بندورة/طماطم سليمة

بعد خلطها جيداً، ثم تركت في المختبر لتجف هوائياً، ونُخلت بواسطة منخل قطر فتحاته 2 مم. حضرت سلسلة تخفيفات بالماء المعقم من عينات التربة إلى 10^{-8} ، بإضافة 1 غ تربة إلى 99 مل ماء مقطر معقم، ثم نقل 1 مل من التخفيف الأول إلى الثاني وصولاً إلى التخفيف الثامن. نقل 1 مل من كل تخفيف إلى أطباق بتري معقمة قطرها 9 سم، وأضيف لها الوسط الغذائي آجار دكستروز البطاطا/البطاطس Potato dextrose agar (PDA) المعقم والمضاف إليه المضاد الحيوي Amoxicillin (200 مغ/لتر)، بمعدل أربعة مكررات لكل تخفيف. حركت الأطباق حركةً رجوية لضمان توزيع وتجانس العينة مع الوسط الغذائي. حضنت الأطباق في الحاضنة عند حرارة $25 \pm 1^\circ\text{C}$ لمدة 7 أيام، ثم عُرف الفطر *T. viride* اعتماداً على الصفات المظهرية (Rifai, 1969). ولعزل الفطر *C. cupreum* تم جمع 8 عينات (100 غ/عينة) من بذور حبة البركة/الحبة السوداء *Nigella sativa* من الأسواق المحلية في محافظة بغداد. زرعت 50 بذرة من كل عينة بواقع 10 بذور/طبق على الوسط المغذي PDA، وحضنت عند حرارة $25 \pm 1^\circ\text{C}$ لمدة 7 أيام (Al Zubaidy et al., 2014). نُقيت العزلات الفطرية وعُرف الفطر *C. cupreum* اعتماداً على الصفات المظهرية والمجهرية (Domsch et al., 1980؛ Pornsuriya et al., 2008). كما تم عزل الخميرة *Saccharomyces cerevisiae* من المنتج التجاري Saf. instant من إنتاج شركة Ozmaya San. A.S. التركية، إذ تمّت إضافة 10 غ من الخميرة إلى 100 مل ماء مقطر ومعقم، ثم تركت لمدة 30 دقيقة مع الرج المستمر، أُضيف بعدها 1 مل من معلق الخميرة إلى طبق بتري (9 سم) وصبّ فوقه الوسط المغذي PDA المعقم، وحُركت الأطباق بشكل دائري لتوزيع وتجانس اللقاح مع الوسط المغذي، وتركت لتتصلب، ثم حضنت عند حرارة $25 \pm 1^\circ\text{C}$ لمدة 7 أيام.

تنمية فطور التربة الممرضة

تم الحصول على عزلات الفطور *Drechslera halodes* (Dh)، *Fusarium solani* (Fs)، *Fusarium oxysporum* (Fo) و *Macrophomina phaseolina* (Mp) من قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة بغداد؛ وعلى عزلات الفطر *Rhizoctonia solani* (Rs) من دائرة البحوث الزراعية، وزارة العلوم والتكنولوجيا. نُميت العزلات الفطرية على الوسط المغذي PDA، وحُضنت عند حرارة $25 \pm 1^\circ\text{C}$ لمدة سبعة أيام. كما تم عزل الفطر *Pythium aphanidermatum* (Pa) من عينات تربة جمعت من حقول مزروعة بمحصول الخيار في محافظة بابل (المهناوية). وضع 500 غ من التربة في أطباق زجاجية قطر 25 سم معقمة ورطبت بماء معقم. عمقت ثمار خيار سليمة سطحياً باستخدام الكحول الإيثيلي 70%، وقطعت إلى قطع بطول 4 سم، وغرست

بعدها المزيج في الفرن عند حرارة 40 °س لمدة 24 ساعة، ثم طُحن بواسطة مطحنة كهربائية.

تم تحضير بادئ الخميرة *S. cerevisiae* بإضافة 10 مل ماء مقطر ومعقم إلى طبق بتري يحتوي على مستعمرات الخميرة بعمر 7 أيام على الوسط المغذي PDA، وجمعت الكتلة الحيوية بواسطة قضيب زجاجي مقوس ومعقم. تم تحضير مستخلص بطاطا بإضافة 250 غ من قطع البطاطا إلى 500 مل ماء، وترك لمدة 30 دقيقة على نار هادئة، ثم رُشح خلال طبقتين من الشاش وترك ليبرد. أضيف إلى كل 10 مل من الرشاحة 1 غ من معلق الخميرة ورج جيداً وترك لمدة 30 دقيقة. أضيف المزيج إلى عجيبة مكونة من 300 غ سكرورز، و500 غ دقيق قمح/حنطة، و200 غ بطاطا/بطاطس مسلوقة ومهروسة بشكل جيد، و30 غ مسحوق زنجبيل. خلطت المكونات جيداً، وغطّي الخليط لتوفير جو مُعتم، وترك لمدة 12 ساعة في درجة حرارة المختبر. أضيف 250 غ من دقيق الذرة لكل 1000 غ من الخليط بشكل دوري لحين تماسكه، ثم فرش العجين على طبقة من دقيق الذرة فوق لوح معدني، وأضيف إلى الطبقة العلوية طبقة أخرى من دقيق الذرة، وجفف في الفرن عند حرارة 40 °س لمدة 24 ساعة (Instructables, 2012). قُطع خليط الخميرة إلى قطع صغيرة، ثم طحن بالمطحنة الكهربائية على شكل مسحوق جاف من خميرة *S. cerevisiae*.

تحضير العناصر الكيميائية المعدنية المغذية

حُضِر خليط من العناصر المغذية للنبات والذائبة في الماء (جدول 1). تم طحن كل مادة إفرادياً، ثم مزج الخليط بشكل جيد.

جدول 1. العناصر الكيميائية المعدنية المغذية المستخدمة في الدراسة
Table 1. Chemical nutrients used in this study.

الكمية (غ/لتر) Quantity (g/L)	الصيغة الكيميائية Chemical formula	اسم المادة الكيميائية Name of chemical
236	1M Ca(NO ₃) ₂ •4H ₂ O	نترات الكالسيوم Calcium nitrate
136	1M (NH ₄) ₂ HPO ₄	ثنائي فوسفات الامونيوم Diammonium phosphate
62	2M MgSO ₄ •7H ₂ O	كبريتات المغنسيوم المائية Magnesium sulphate heptahydrate
0.05	CuSO ₄ •5H ₂ O	كبريتات النحاس Copper Sulfate
2.86	H ₃ BO ₃	حامض البوريك Boric Acid

هذه القطع في التربة المرطبة إلى حوالي نصف طولها، ثم حُضنت الأطباق عند حرارة 25±1 °س مع المتابعة اليومية لحين ظهور نمو أبيض قطني على سطح الثمار. نقل جزء من ميسيليوم الفطر إلى الوسط المغذي PDA، وحُضنت الأطباق عند حرارة 25±1 °س (Wolk & Sarkar, 1994). تم تعريف الفطر بالاعتماد على الصفات المظهرية والفحص المجهرى حسب Waterhouse (1967).

اختبار القدرة التضادية لفطور المكافحة الحيوية ضد فطور التربة الممرضة مختبرياً

اختبرت الفعالية التضادية لفطور المكافحة الحيوية مختبرياً ضدّ العزلات الممرضة للفطور المدروسة، وذلك بتقنية الزرع المزدوج على الوسط المغذي PDA في أطباق بتري قطر 9 سم. تم إلقاء طرف أحد أطوار الطبق بقرص (0.5 سم) مأخوذ من حواف المستعمرة الفطرية بعمر 7 أيام بواسطة تاقب فليني معقم، ولقح الطرف المقابل بقرص مماثل من مستعمرات الفطور الممرضة كل على حدة. كررت كل معاملة أربع مرات مع ترك أطباق ألقت بالفطر الممرض للمقارنة. حُضنت الأطباق عند حرارة 25±1 °س لحين وصول النمو الفطري لحافة الطبق في معاملة المقارنة. سُجّل معدل نمو كل عامل أحيائي، وحسبت درجة التضاد حسب مقياس خماسي (1-5) (Bell et al., 1982) حيث: 1= نموات الفطر المضاد تغطي كامل الطبق، 2= نموات الفطر المضاد تغطي ثلاثة أرباع الطبق، 3= نموات الفطر المضاد والمسبب المرضي تغطي كل منها نصف الطبق، 4= المسبب المرضي يغطي ثلاثة أرباع الطبق، 5= المسبب المرضي يغطي كامل الطبق. واعتبر فطر المقاومة الإحيائية فعالاً عند إظهاره قدرة تضادية 2 أو ما دون.

تجارب البيت الزجاجي

تحضير لقاخ الفطور المستخدمة في المكافحة الحيوية

تمت تنمية الفطرين *C. cupreum* (Cc) و *T. viride* (Tv) في أطباق بتري (قطر 9 سم) تحتوي على الوسط المغذي Potato sucrose agar (PSA)، المكوّن من 200 غ بطاطا/بطاطس و10 غ سكرورز و10 غ آجار في لتر ماء، وحُضنت عند حرارة 25±1 °س لمدة 7 أيام (Hussein & Juber, 2015). تم تحضير معلق بوعي لكل من الفطرين السابقين بإضافة 10 مل ماء مقطر ومعقم إلى كل طبق، وجمعت الأبواغ مع الميسيليوم الفطري باستعمال قضيب زجاجي مقوس معقم، ورُشح المعلق خلال طبقتين من الشاش، ثم ضبط تركيز المعلق البوعي لكل فطر إلى 10⁴ بوغ/مل باستخدام شريحة العدّ. حُققت الكتلة الحيوية بإضافة 10 غ دقيق قمح/حنطة لكل 1 غ من الكتلة الحيوية، وجُفف

مكررات لكل معاملة. تمت متابعة التجربة، وسقايتها عند الحاجة، وبعد 10 أيام من الزراعة حسب النسبة المئوية للإنبات (Hussein, 2016). وبعد مرور ثلاثة أشهر من الزراعة، حسب النسبة المئوية للنباتات المصابة وفق المعادلة التالية (Hussein, 2018):

$$\text{النسبة المئوية للإصابة} = \frac{\text{عدد النباتات المصابة}}{\text{العدد الكلي للنباتات}} \times 100$$

وقدّرت شدة المرض (الإصابة) بالفطريات *F. solani*، و*D. halodes*، *R. solani* و *P. aphanidermatum* حسب الدليل المرضي التالي: 0= جذور سليمة خالية من الأعراض المرضية، 1= تلون طفيف في الجذور بلون بني فاتح مع بقاء قاعدة الساق سليمة، 2= تلون أقل من نصف المجموع الجذري بلون بني فاتح مع بقاء قاعدة الساق سليمة، 3= تلون أكثر من نصف المجموع الجذري بلون بني وامتداد التلون إلى قاعدة الساق، 4= تلون معظم المجموع الجذري وقاعدة الساق بلون بني قاتم، 5= تلون كلي للجذور وقاعدة الساق بلون بني داكن أو موت النبات (Nagao et al., 1994).

وقدّرت شدة المرض أو الإصابة بالفطر *F. oxysporum* حسب الدليل المرضي التالي: 0= نباتات سليمة خالية من الاعراض المرضية، 1= اصفرار وذبول طفيف في أوراق النبات، 2= اصفرار وذبول معظم الأوراق، 3= تقزم الساق وذبول جميع الأوراق 4= موت النبات.

وقدّرت شدة المرض أو الإصابة بالفطر *M. phaseolina* حسب الدليل المرضي التالي: 0 = لا توجد إصابة ظاهرة على النبات، 1= تلون معظم الجذور وقاعدة الساق بلون بني فاتح، 2= وجود تقرحات سوداء صغيرة الحجم تغطي 11-20% من قاعدة الساق والجذر، 3= وجود تقرحات سوداء كبيرة الحجم تغطي 21-50% من قاعدة الساق والجذر، 4= وجود تقرحات وتلطخات كبيرة الحجم تغطي 51-75% من قاعد الساق والجذر وتعفن الجذور، 5= موت النبات (Al Mousawy & Juber, 2012).

حُسب معامل الإصابة بالمرض (Disease Index) وفق معادلة Mckinney (1923)، كما تم حساب الوزن الجاف للنباتات.

$$\text{معامل المرض} = \frac{\text{عدد النباتات في الدرجة } (0 \times 0) + \dots + \text{عدد النباتات في الدرجة } (5 \times 5)}{\text{العدد الكلي للنباتات المفحوصة} \times 5} \times 100$$

النتائج والمناقشة

عزل وتصنيف فطور مكافحة الحيوية

تم في هذه الدراسة الحصول على عزلات من الفطر *T. viride* من عينات ترب جمعت من محافظة ذي قار/الرفاعي، وكانت مطابقة في صفاتها المظهرية لما ذكره Rifai (1969)، وتم عزل الفطر

تحضير خليط من العناصر الحيوية والعناصر الكيميائية المغذية (BC) تم خلط 50 غ من مسحوق لقاح الفطرين *T. viride* و *C. cupreum* (كل على حدة) مع 850 غ من مسحوق الخميرة *S. cerevisiae* مع 50 غ من خليط العناصر المغذية (جدول 1). مزجت المكونات جيداً بواسطة خلاط كهربائي، وغُبّنت في قارورة معقمة للحصول على التركيبة البيوكيميائية BC. تم التأكد من حيوية الفطريات الموجودة في التركيبة بإضافة 1 غ منها إلى أطباق بتري تحتوي على الوسط المغذي PDA، وحضنت عند حرارة 25 °س لمدة 7 أيام، وأظهرت النتائج وجود الفطريات *C. cupreum* و *T. viride* والخميرة *S. cerevisiae*.

تقييم كفاءة فطور مكافحة الحيوية والتركيبة البيوكيميائية في مكافحة فطور التربة الممرضة تحت ظروف البيت الزجاجي.

عُقمت التربة المستخدمة في هذه التجربة بغاز بروميد الميثيل، وتركت 15 يوماً قبل الاستعمال، ثم وزعت في أصص بلاستيكية بقطر 13 سم بمعدل 1 كغ/أصيص. استخدمت بذور ثلاثة محاصيل تعود إلى ثلاث فصائل نباتية رئيسية وهي: البندورة/الطماطم من العائلة الباذنجانية، الصنف Super Marmande؛ والخيار من العائلة القرعية، الصنف بيتا ألفا؛ واللوبياء من العائلة البقولية، الصنف بيدار، وهي غير معاملة بالمبيدات الكيميائية. حُضِر اللقاح الفطري لفطور مكافحة الحيوية ولفطور الممرضة بتسمية عزلات الفطور على بذور الدخن المحلي *Panicum miliaceum* (50 غ بذور دخن و25 مل ماء مقطر لكل دورق). استخدمت دوارق زجاجية سعة 250 مل حاوية على بذور الدخن، وعقمت بجهاز المؤصدة/الأوتوكلاف عند حرارة 121 °س لمدة 15 دقيقة، وكررت عملية التعقيم مرتين بفواصل يومين، وبعد ذلك ألقت بخمسة أفراس بقطر 0.5 سم مأخوذة من حواف مستعمرات بعمر 7 أيام على الوسط المغذي PSA لكل من الفطور المدروسة، وحُضنت عند حرارة 25±1 °س لمدة 14 يوماً مع مراعاة تحريك الدوارق يدوياً لمدة خمس دقائق يومياً لضمان التهوية وتوزيع اللقاح بشكل منتظم (Hussein & Ibrahim, 2018). حُضِر لقاح الخميرة Sc كما تم ذكره آنفاً. أُضيف لقاح الفطور الممرضة كل على حدة إلى تربة الأصص بنسبة 1% (وزن/وزن) في جميع المعاملات. سُقيت الأصص بالماء، وغُلِّفت بأكياس بولي إيثيلين متقبة لمدة ثلاثة أيام. عُقمت بذور البندورة/الطماطم والخيار واللوبياء سطحياً بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم 1% كلور حر لمدة دقيقتين، وغسلت بالماء المقطر والمعقم. تمت إضافة لقاح فطور مكافحة الحيوية والتركيبة البيوكيميائية BC كل على حدة بواقع 10 غ/أصيص، ثم زرعت البذور مباشرة بمعدل 10 بذور/أصيص. وضعت الأصص في البيت الزجاجي وفق التصميم العشوائي التام (CRD) Complete randomized design بطريقة الألواح المنشفة، وبأربعة

جدول 2. تقييم القدرة التضادية لفطور المكافحة الحيوية ضد بعض فطور التربة الممرضة.

Table 2. Evaluation of antagonistic property of biological control fungi against some soil-borne pathogenic fungi.

معدل درجة التضاد لفطور المكافحة الحيوية (أربع مكررات)			الفطور الممرضة Pathogenic fungi
S. <i>cerevisiae</i>	C. <i>cupreum</i>	T. <i>viride</i>	
2.25	1.00	1.00	<i>F. oxysporum</i>
1.00	1.50	1.00	<i>F. solani</i>
2.50	1.25	1.00	<i>M. phaseolina</i>
2.00	2.00	1.00	<i>D. halodes</i>
.002	1.00	1.00	<i>P. aphanidermatum</i>
2.00	2.00	1.00	<i>R. solani</i>
1.95	1.45	1.00	Mean

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% بين فطور المكافحة الحيوية = 0.26، بين الفطور الممرضة = 0.37، والتداخل بين فطور المكافحة الحيوية والفطور الممرضة = 0.65.

LSD at P=0.05 between biological control fungi=0.26, between pathogenic fungi= 0.37, interaction between biological control fungi and pathogenic fungi=0.65

تقييم كفاءة فطريات المكافحة الحيوية والتركيبية البيوكيميائية في

مكافحة فطريات التربة الممرضة تحت ظروف البيت الزجاجي

أوضحت النتائج أن جميع المعاملات أدت إلى زيادة نسبة إنبات البذور، إذ سجلت معاملة الشاهد المعدي بالفطور الممرضة على البندورة/ الطماطم والخيار واللوبياء نسبة إنبات بحدود 36.67-47.50% مقارنة مع معاملة الشاهد غير المعدي التي بلغت 99.17% (جدول 3)، كما تفوقت معاملة المقاوم الحيوي *T. viride*، *C. Cupreum* و *S. cerevisiae* في زيادة نسبة إنبات البذور إذ تراوحت في معاملاتها الملوثة بالفطريات الممرضة ما بين 48.50-60.83، 55.83-66.67، و 54.71-58.33%، على التوالي، وقد تفوقت معاملة التركيبية البيوكيميائية BC في تحقيق أعلى نسبة إنبات وبفرق معنوي عن بقية المعاملات فكانت بحدود 95.83-100.00% مقارنة مع معاملة الشاهد المعدي (جدول 3)، وتتفق هذه النتائج مع خلاصة دراسات سابقة قام بها العديد من الباحثين (Hussein, 2019a؛ Fawole et al., 2006).

أظهرت النتائج أيضاً أن النسبة المئوية للإصابة بمرض تعفن الجذور وقواعد السوق المتسببة عن الفطور *D. halodes*، *F. solani*، *P. aphanidermatum* و *R. solani* والتعفن الفحامي المتسبب عن الفطر *M. phaseolina*، والذبول الوعائي المتسبب عن الفطر *F. oxysporum* لنباتات البندورة/الطماطم والخيار واللوبياء في معاملات الشاهد المعدي قد بلغت 99.17، 98.33، 95.83، 97.50، 98.33 و 99.17%،

C. cupreum من بذور حبة البركة/الحبة السوداء، وكانت مطابقة للصفات المظهرية والمجهريّة المذكورة من قبل Domsch وآخرين (1980) و Pornsuriya وآخرين (2008). كما تم عزل الخميرة *S. cerevisiae* من المنتج التجاري Saf. instant.

اختبار القدرة التضادية لفطور المكافحة الحيوية ضد فطور التربة الممرضة مختبرياً.

أظهرت النتائج (جدول 2) أن معدل درجة القدرة التضادية لفطور المكافحة الحيوية *S. cerevisiae* و *C. Cupreum*، *T. viride* ضد الفطور الممرضة *F. solani*، *F. oxysporum*، *D. halodes*، *P. aphanidermatum* و *R. solani* بطريقة الزرع المزدوج على الوسط المغذي PDA كانت أقل من 2، وهي درجة تضاد عالية حسب Bell et al. (1982). وقد تفوق الفطر *T. viride* بإعطائه أعلى معدل درجة تضاد تلاه الفطر *C. Cupreum* والخميرة *S. cerevisiae*، إذ بلغ 1، 1.45 و 1.95، على التوالي، قياساً بمعاملات المقارنة (الفطر بمفرده) التي ملأت الطبق بعد سبعة أيام من التحضين. وتتوافق هذه النتائج مع ما وجدته آخرون (Alwan et al., 2012؛ Hussein & Al Zubaidi, 2019)، وتعزى القدرة التضادية للفطرين *T. viride* و *C. Cupreum* إلى الآليات المتنوعة التي يؤثران من خلالها في الفطور الممرضة، وتتميز طبيعتها علاقتها التضادية أنها من نوع Biotrophic، إذ تنمو خيوطها الفطرية على مستعمرات الفطريات الممرضة وتتطفل عليها مباشرة، وذلك بالتنافس خيوطها الفطرية حول خيوط الفطر الممرض، أو يعود لقدرتهما على إفراز مركبات لها خصائص المضادات الحيوية، وبعض الأنزيمات المحللة لجرر خلايا الفطر الممرض مثل البروتياز Protease، والغلوكاناز B-1,3-glucanase، والكيبتيناز Chitinase، أو إنتاج سموم ومواد تثبط نمو مسببات المرضية وتحد من تكاثرها (Limon et al., 1999؛ Sood et al., 2020)، أو من خلال جملة هذه الآليات مجتمعة، فضلاً عن التنافس على الغذاء والمكان. كما تعزى فعالية الخميرة Sc في تثبيط نمو الفطور الممرضة إلى قدرتها العالية على إنتاج المضادات الحيوية والأنزيمات المحللة لجرر الخلايا، إضافة إلى قدرتها على إنتاج غازات سامة ومواد مضادة للفطريات الممرضة، الأمر الذي يسبب خللاً في سير العمليات الحيوية داخل الخلية الفطرية (Suprapta, 2012). اتفقت هذه النتائج مع ما ذكره El-Sayed Shalaby & El-Nady (2008)، إذ وجدا أن الخميرة *S. cerevisiae* قد تمكنت من تثبيط نمو مستعمرات الفطر *F. oxysporum* بنسبة 39.52% على الوسط المغذي PDA.

التركيبية البيوكيميائية (BC) فقد تفوقت على جميع المعاملات بتحقيقها أعلى خفض في النسبة المئوية للإصابة التي بلغت 0.00% وبفرق معنوي عن معاملة الشاهد المعدي، ولم تسجل فرقاً معنوياً عن معاملة الشاهد السليم غير المعدي (جدول 4).

كما بينت النتائج وجود فرق معنوي في النسبة المئوية لشدة الإصابة بالفطور الممرضة *F. solani*، *F. oxysporum*، *R. solani*، *P. aphanidermatum*، *D. halodes*، *M. phaseolina* على نباتات البندورة/الطمطم والخيار واللوبياء في معاملات الشاهد المعدي، والتي بلغت 85.75، 83.42، 84.17، 85.83، 85.75 و82.58%، على التوالي، مقارنةً مع معاملة الشاهد غير المعدي حيث كانت 0.00% (جدول 5).

على التوالي، قياساً بمعاملة الشاهد غير المعدي التي بلغت 0.00% (جدول 4). وقد حَققت جميع معاملات العامل الحيوي *T. viride* خفضاً معنوياً في نسبة الإصابة وبلغت 58.33-64.17%، وتباينت نسبة الإصابة في معامليتي *C. Cupreum* و *S. cerevisiae*، فعلى الرغم من أن معاملة العامل الحيوي *C. Cupreum* قد حَققت خفضاً معنوياً في المعاملات الملوثة بالفطور الممرضة *F. solani*، *F. oxysporum* و *R. solani* إلا أنها لم تحقق خفضاً معنوياً في معاملات الفطور الممرضة *M. phaseolina* و *D. halodes*، وكذلك العامل الحيوي *S. cerevisiae* الذي حَقَّق خفضاً معنوياً في معاملات الفطور الممرضة *F. solani*، *M. phaseolina* و *R. solani* ولم يحَقَّق ذلك في معاملات *F. oxysporum*، *D. halodes* و *P. aphanidermatum*، أما معاملة

جدول 3. تأثير فطريات المكافحة الحيوية والتركيبية البيوكيميائية في إنبات بذور البندورة/الطمطم والخيار واللوبياء تحت ظروف العدوى الاصطناعية بالفطريات الممرضة في البيت الزجاجي.

Table 3. Effect of biological control fungi and biochemical mixed treatment on germination (%) of tomato, cucumber and cowpea seeds under artificial infection with pathogenic fungi in the greenhouse.

المتوسط Mean (%)	نسبة إنبات البذور بعد الإعداء بالفطور الممرضة (%) (أربعة مكررات) Seed germination in the presence of pathogenic fungi (%) (Four replicates)						الشاهد Control	أنواع النباتات Plant species	فطور المكافحة الحيوية Biological control fungi
	<i>R. solani</i>	<i>P. aphanid-ermatum</i>	<i>D. halodes</i>	<i>M. phaseolina</i>	<i>F. solani</i>	<i>F. oxysporum</i>			
40.00	50.00	47.50	37.50	40.00	30.00	35.00	100.00	بندورة/طمطم	الشاهد
41.67	45.00	37.50	40.00	47.50	35.00	45.00	100.00	Cucumber	خيار
44.14	47.50	40.00	42.50	47.50	45.00	42.50	97.50	Cowpea	لوبياء
	47.50	41.67	40.00	45.00	36.67	40.83	99.17	Mean	المتوسط
64.17	60.00	67.50	70.00	67.50	57.50	62.50	100.00	بندورة/طمطم	<i>T. viride</i>
57.50	50.00	47.50	57.50	67.50	65.00	57.50	97.50	Cucumber	خيار
65.00	57.50	65.00	70.00	65.00	60.00	73.50	100.00	Cowpea	لوبياء
	55.83	60.00	65.83	66.67	60.83	64.17	99.17	Mean	المتوسط
60.36	57.50	62.50	55.00	50.50	50.50	47.50	100.00	بندورة/طمطم	<i>C. cupreum</i>
61.69	55.00	57.50	60.00	45.00	55.00	60.00	100.00	Cucumber	خيار
65.71	57.50	62.50	67.50	50.00	65.00	57.50	100.00	Cowpea	لوبياء
	56.67	60.83	60.83	48.50	56.83	55.00	100.00	Mean	المتوسط
52.92	47.50	60.00	57.50	47.50	55.00	50.00	97.50	بندورة/طمطم	<i>S. cerevisiae</i>
62.08	60.00	57.50	67.50	65.00	65.00	57.50	100.00	Cucumber	خيار
53.75	60.00	57.50	47.50	50.00	47.50	60.00	100.00	Cowpea	لوبياء
	55.83	58.33	57.50	54.17	55.83	55.83	99.17	Mean	المتوسط
98.33	97.50	100.00	95.00	100.00	100.00	97.50	100.00	بندورة/طمطم	التركيبية
98.75	100.00	100.00	97.50	100.00	100.00	95.00	100.00	Cucumber	البيوكيميائية
98.33	100.00	100.00	97.50	100.00	97.50	95.00	100.00	Cowpea	لوبياء
	99.17	100.00	96.67	100.00	99.17	95.83	100.00	Mean	المتوسط

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% بين فطريات المكافحة الحيوية = 1.06، بين الفطريات الممرضة = 0.36 بين المحاصيل = 0.56، بين فطريات المكافحة الحيوية والمحاصيل = 1.23، بين فطريات المكافحة الحيوية والفطريات الممرضة = 1.54، بين الفطريات الممرضة والمحاصيل = 0.97، بين فطريات المكافحة الحيوية والمحاصيل والفطريات الممرضة = 2.34.

LSD at P=0.05 between the biological control fungi = 1.06, between the pathogenic fungi = 0.36, between the crops = 0.56, between the biological control fungi and plants = 1.23, between the biological control fungi and the pathogenic fungi = 1.54, between the pathogenic fungi and plants = 0.97, between the biological control fungi, plants and pathogenic fungi = 2.34.

جدول 4. تأثير فطريات مكافحة الحويبة والتركيبية البيوكيميائية في النسبة المئوية للإصابة تحت ظروف البيت الزجاجي.

Table 4. Effect of biological control fungi and biochemical mixed treatment (BC) on disease incidence (%) under greenhouse conditions.

المتوسط Mean (%)	معدل نسبة المرض (%) (أربعة مكررات) للإصابة بالفطور الممرضة Disease incidence (%) (four replicates) for infection with pathogenic fungi							النباتات Plants	فطور المكافحة الحيوية Biological control fungi	
	P. <i>solani</i>	<i>aphanid- ermatum</i>	D. <i>halodes</i>	M. <i>phaseolina</i>	F. <i>solani</i>	F. <i>oxysporum</i>	الشاهد Control			
98.33	100.00	97.50	97.50	97.50	100.00	97.50	0.00	Tomato	بندورة/طماطم	الشاهد
95.83	92.50	90.00	97.50	97.50	97.50	100.00	0.00	Cucumber	خيار	Control
100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	Cowpea	لوبياء	
	97.50	95.83	98.33	98.33	99.17	99.17	0.00	Mean	المتوسط	
66.25	67.50	75.00	57.50	70.00	70.00	57.50	0.00	Tomato	بندورة/طماطم	<i>T. viride</i>
56.25	77.50	45.00	67.50	50.00	37.50	60.00	0.00	Cucumber	خيار	
59.58	47.50	57.50	67.50	55.00	72.50	57.50	0.00	Cowpea	لوبياء	
	64.17	59.17	64.17	58.33	60.00	58.33	0.00	Mean	المتوسط	
75.83	92.50	72.50	92.50	82.50	47.50	67.50	0.00	Tomato	بندورة/طماطم	<i>C. cupreum</i>
68.75	75.00	65.00	72.50	72.50	65.00	62.50	0.00	Cucumber	خيار	
71.67	85.00	80.00	77.50	67.50	50.00	70.00	0.00	Cowpea	لوبياء	
	84.17	72.50	80.83	74.17	54.17	66.67	0.00	Mean	المتوسط	
73.33	70.00	90.00	75.00	62.50	70.00	72.50	0.00	Tomato	بندورة/طماطم	<i>S. cerevisiae</i>
67.86	67.86	67.86	67.86	67.86	67.86	67.86	0.00	Cucumber	خيار	
75.42	77.50	72.50	92.50	57.50	67.50	85.00	0.00	Cowpea	لوبياء	
	71.79	76.79	78.45	62.62	68.45	75.12	0.00	Mean	المتوسط	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Tomato	بندورة/طماطم	التركيبية
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Cucumber	خيار	البيوكيميائية
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Cowpea	لوبياء	Biochemical
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Mean	المتوسط	mixed

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% بين فطريات مكافحة الحويبة = 8.24، بين الفطريات الممرضة = 4.15 بين المحاصيل = 6.34، بين فطريات مكافحة الحويبة والمحاصيل = 10.93، بين فطريات مكافحة الحويبة والفطريات الممرضة = 15.22، بين الفطريات الممرضة والمحاصيل = 10.98، بين فطريات مكافحة الحويبة والمحاصيل والفطريات الممرضة = 25.15

LSD at P=0.05 Between biological control fungi = 8.24, between pathogenic fungi = 4.15, between plants = 6.34, between biological control fungi and plants = 10.93, between biological control fungi and pathogenic fungi = 15.22, between pathogenic fungi and plants = 10.98, between biological control fungi, plants and pathogenic fungi = 25.15

إذ حققت 0.00% إصابة ويفرق معنوي عن معاملة الشاهد المعدي، ولم تسجل فرقاً معنوياً عن معاملة الشاهد السليم غير المعدي (جدول 5). إن تأثير الفطور الممرضة على النسبة المئوية لإنبات البذور، ونسبة المرض وشدته قد يعزى إلى مقدرتها على إنتاج العديد من مركبات الاستقلاب الثانوية والسموم والأنزيمات المحللة للبكتين والسيليلوز في المراحل الأولى من الإصابة، والتي لها أثر كبير في القدرة المرضية للفطر واختراق الدفاعات البنائية للعائل (Al Juboory et al., 2016)، إذ أشارت دراسات عديدة إلى المقدر العالية لبعض فطور التربة الممرضة على إنتاج الأنزيمات مثل الكيتيناز Cutinase والأنزيمات المفككة للسيليلوز Cellulolytic enzymes والمفككة للبكتين Pectolytic والبروتياز (Hussein, 2019c).

وقد حققت معاملات العامل الحيوي *T. viride* خفضاً معنوياً في النسبة المئوية لشدة المرض بحدود 48.58-63.67%، كما حققت معاملة العامل الحيوي *C. Cupreum* خفضاً معنوياً في شدة المرض في جميع المعاملات ما عدا المعاملة الملوثة بالفطر الممرض *R. solani* إذ بلغت شدة المرض فيها 75.33%، أما العامل الحيوي *S. cerevisiae* فقد حقق خفضاً معنوياً في معاملات الفطور الممرضة *F. oxysporum*، *F. solani* و *D. halodes* ولم يحقق ذلك في معاملات *M. phaseolina*، *P. aphanidermatum* و *R. solani*، وقد حققت معاملة التركيبية البيوكيميائية BC أعلى خفض في النسبة المئوية لشدة المرض بجميع الفطور الممرضة على البندورة/الطماطم والخيار واللوبياء،

جدول 5. تأثير فطور مكافحة الحويبة والتركيبية البيوكيميائية في النسبة المئوية لشدة المرض تحت ظروف البيت الزجاجي.

Table 5. Effect of biological control fungi and biochemical mixed treatment (BC) on the disease index under greenhouse conditions.

المتوسط Mean (%)	معامل المرض (%) (أربعة مكررات) للإصابة بالفطور الممرضة Disease index (%) (Four replicates) for infection with pathogenic fungi						الشاهد Control	أنواع النباتات Plant species	فطور مكافحة الحيوية Biological control fungi	
	R. solani	P. aphanid- ermatum	D. halodes	M. phaseolina	F. solani	F. oxysporum				
84.92	81.25	90.75	81.75	83.00	83.50	89.25	0.00	Tomato	بندورة/طماطم	الشاهد
81.04	75.75	83.25	86.50	83.25	77.50	80.00	0.00	Cucumber	خيار	Control
87.79	90.75	83.25	89.25	86.25	89.25	88.00	0.00	Cowpea	لوبياء	
	82.58	85.75	85.83	84.17	83.42	85.75	0.00	Mean	المتوسط	
58.54	63.50	56.25	69.00	50.50	62.50	49.50	0.00	Tomato	بندورة/طماطم	<i>T. viride</i>
56.33	63.50	57.25	65.50	45.50	52.25	54.00	0.00	Cucumber	خيار	
53.75	44.00	58.25	56.50	49.75	58.75	55.25	0.00	Cowpea	لوبياء	
	57.00	57.25	63.67	48.58	57.83	52.92	0.00	Mean	المتوسط	
63.38	73.75	76.50	62.75	55.00	50.25	62.00	0.00	Tomato	بندورة/طماطم	<i>C. cupreum</i>
69.58	74.50	65.25	81.25	67.50	63.75	65.25	0.00	Cucumber	خيار	
74.67	77.75	73.50	63.50	83.75	73.00	76.50	0.00	Cowpea	لوبياء	
	75.33	71.75	69.17	68.75	62.33	67.92	0.00	Mean	المتوسط	
76.29	83.75	77.25	73.25	78.25	69.25	76.00	0.00	Tomato	بندورة/طماطم	<i>S. cerevisiae</i>
74.21	78.75	78.75	77.75	73.25	68.75	68.00	0.00	Cucumber	خيار	
68.00	66.50	73.50	57.25	80.25	70.75	59.75	0.00	Cowpea	لوبياء	
	76.33	76.50	69.42	77.25	69.58	67.92	0.00	Mean	المتوسط	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Tomato	بندورة/طماطم	التركيبية
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Cucumber	خيار	البيوكيميائية
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Cowpea	لوبياء	Biochemical
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Mean	المتوسط	mixed

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% بين فطريات مكافحة الحويبة = 3.87، بين الفطريات الممرضة = 1.87 بين المحاصيل = 2.85، بين فطريات مكافحة الحويبة والمحاصيل = 5.04، بين فطريات مكافحة الحويبة والفطريات الممرضة = 6.94، بين الفطريات الممرضة والمحاصيل = 4.95، بين فطريات مكافحة الحويبة والمحاصيل والفطريات الممرضة = 11.38

LSD at P=0.05 between the biological control fungi = 3.87, between the pathogenic fungi = 1.87, between the plants = 2.85, between the biological control fungi and plants = 5.04, between the biological control fungi and the pathogenic fungi = 6.94, between the pathogenic fungi and the plants = 4.95, between the biological control fungi, plants and pathogenic fungi = 11.38

إلى تحفيز زيادة فعالية أنزيم Peroxidase في النباتات المعاملة (Panth *et al.*, 2020)، كما وقد يعود إلى قدرتهما على التطفل المباشر على نموات الفطور الممرضة، أو إفراز مركبات لها خواص المضادات الحيوية وبعض الأنزيمات المحللة لجدر خلايا الفطريات الممرضة مثل B-1,3- glucanase، و Chitinase (Limon *et al.*, 1999)، أو التنافس على الغذاء والمكان في المحيط الجذري.

تأثير فطور مكافحة الحويبة والتركيبية البيوكيميائية في الوزن الجاف للنباتات

سجلت معاملات *T. viride* و *C. Cupreum* و *S. cerevisiae* والتركيبية البيوكيميائية زيادة معنوية في الوزن الجاف للنباتات (جدول 6)، وقد أظهرت النتائج وجود فرق معنوي بين معاملات الشاهد المعدي بالفطور الممرضة على البنندورة/الطماطم والخيار واللوبياء والتي بلغت -0.201 غ مقارنةً مع معاملة الشاهد غير المعدي التي بلغت 0.656 غ،

كما تشير الدراسات والبحوث إلى أن أغلب الأعراض التي تظهر على النباتات نتيجة إصابتها بالفطر *F. solani* سببها إفراز الفطر مركبات استقلاب ثانوية تنتقل إلى المجموع الجذري ومن هذه المركبات Anhydro و Polyptide toxin، Javanic acid، Fusaric acid و fusarbin (Hussein & Juber, 2014)، كما أن القدرة الإراضية للفطر *M. phaseolina* قد تعود إلى تباين قدرته على إنتاج المركبات السامة، مثل المركب Phaseolina، إذ أشار Smith & Wyllie (1999) إلى أن لهذا المركب تأثير كبير على الأداء الوظيفي للنبات، ويؤدي في حالات الإصابة الشديدة إلى موت النبات. ولقد أشار Abdou وآخرون (2001) إلى دور التطفل المباشر للفطور الممرضة على نسبة إنبات البذور، إذ تغطي العزلات شديدة الإراضية البذور بغزلها الفطري ولا تسمح لها بالإنبات. قد يعزى سبب تأثير الفطرين *T. viride* و *C. Cupreum* في خفض نسبة المرض وشدة إلى اختراق خيوطهما الفطرية داخل جذور البادرات ونموها وبين الخلايا مما يؤدي

إليه Erwin وآخرون (1991) من أن تلقيح نباتات اللوبياء بالفطر *F. solani* سبب خفضاً معنوياً في الوزن الجاف للنباتات، فضلاً عن توافقه مع نتائج دراسات سابقة (Al Mousawy & Juber, 2012; Hussein, 2019b).

شكر وتقدير

نتقدم بالشكر والتقدير إلى الجامعة المستنصرية، بغداد، العراق www.uomustansiriyah.edu.iq، لدعمها إنجاز هذه الدراسة.

كما تفوقت معاملة المقاوم الحيوي *T. viride*، *C. Cupreum* و *S. cerevisiae* في زيادة معدل الوزن الجاف لجميع المعاملات، إذ تراوحت في معاملاتها الملوثة بالفطور الممرضة ما بين 0.528-0.593 و 0.571-0.620 و 0.600-0.698 غ، على التوالي، وقد تفوقت معاملة التركيبة البيوكيميائية BC على بقية المعاملات في تحقيق أعلى معدل وزن جاف للنباتات فبلغت 1.089-1.162 غ مقارنةً مع معاملة الشاهد المعدي والشاهد السليم غير المعدي (جدول 6). تتفق هذه النتائج مع الدراسة التي قام بها Killani وآخرون (2011) حيث وجدوا أن الفطرين *R. solani* و *Fusarium spp.* قد أحدثا انخفاضاً في مؤشرات النمو لنباتات اللوبياء تحت ظروف البيت الزجاجي. كما تتفق مع ما توصل

إليه **جدول 6.** تأثير فطريات مكافحة الحبوبية والتركيبية البيوكيميائية في الوزن الجاف لنباتات البندورة/الطماطم والخيار واللوبياء المعدة اصطناعياً بالفطريات الممرضة تحت ظروف البيت الزجاجي.

Table 6. Effect of biological control agents and the biochemical mixed treatment on the dry weight of tomato, cucumber and cowpea plants inoculated with pathogenic fungi under greenhouse conditions.

المتوسط Mean (%)	معدل الوزن الجاف مقارنة بالشاهد (%) بعد الإعداء بالفطور الممرضة (أربعة مكررات) Average dry weight compared to the control (%) after infection with pathogenic fungi (Four replicates)						الشاهد Control	أنواع النباتات Plant species	فطور مكافحة الحيوية Biological control fungi
	<i>R.</i> <i>solani</i>	<i>P.</i> <i>aphanid- ermatum</i>	<i>D.</i> <i>halodes</i>	<i>M.</i> <i>phaseolina</i>	<i>F.</i> <i>solani</i>	<i>F.</i> <i>oxysporum</i>			
0.115	129.0	110.0	124.0	145.0	090.0	092.0	60.36	بندورة/طماطم	الشاهد
106.0	133.0	092.0	134.0	075.0	112.0	092.0	0.469	Cucumber	Control
512.0	447.0	400.0	581.0	487.0	502.0	656.0	1.134	Cowpea	لوبياء
	0.236	0.201	0.280	0.236	0.235	0.280	0.656	Mean	المتوسط
269.0	0.129	0.286	0.296	0.321	0.280	0.302	0.541	بندورة/طماطم	<i>T. viride</i>
401.0	0.420	0.375	0.410	0.399	0.386	0.415	0.663	Cucumber	خيار
171.0	1.035	1.051	0.959	0.990	1.002	1.063	1.311	Cowpea	لوبياء
	0.528	0.571	0.555	0.570	0.556	0.593	380.8	Mean	المتوسط
830.3	0.360	0.357	0.325	0.328	0.308	0.347	0.411	بندورة/طماطم	<i>C. cupreum</i>
310.4	0.422	0.399	0.473	0.459	0.403	0.430	0.515	Cucumber	خيار
0.21.0	0.993	0.958	0.937	1.034	1.007	1.084	123.1	Cowpea	لوبياء
	0.592	0.571	0.578	0.607	0.573	0.620	0.719	Mean	المتوسط
230.3	0.346	0.292	0.329	0.308	0.314	0.348	0.404	بندورة/طماطم	<i>S. cerevisiae</i>
350.4	0.417	0.426	0.460	0.418	0.437	0.452	0.500	Cucumber	خيار
671.0	1.036	1.076	1.045	511.1	1.082	1.049	195.1	Cowpea	لوبياء
	0.600	0.698	0.611	0.614	0.611	0.616	0.700	Mean	المتوسط
771.0	804.0	676.0	781.0	734.0	754.0	0.874	0.988	بندورة/طماطم	التركيبة البيوكيميائية
480.9	1.015	0.949	0.967	1.000	0.935	0.819	1.167	Cucumber	خيار
401.6	1.666	1.668	1.650	1.653	1.578	1.627	1.721	Cowpea	لوبياء
	1.162	1.098	1.133	1.129	1.089	1.107	1.292	Mean	المتوسط mixed

أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5% بين فطريات مكافحة الحبوبية = 0.025، بين الفطريات الممرضة = 0.019 بين المحاصيل = 0.029، بين فطريات مكافحة الحبوبية والمحاصيل = 0.043، بين فطريات مكافحة الحبوبية والفطريات الممرضة = 0.066، بين الفطريات الممرضة والمحاصيل = 0.051، بين فطريات مكافحة الحبوبية والمحاصيل والفطريات الممرضة = 0.115

LSD at P=0.05 between the biocontrol fungi = 0.025, between the pathogenic fungi = 0.019, between the plants = 0.029, between the biocontrol fungi and plants = 0.043, between the biocontrol fungi and the pathogenic fungi = 0.066, between the pathogenic fungi and the plants = 0.051, between the biocontrol fungi, plants and pathogenic fungi = 0.115

Abstract

Hussein, S.N., A.Z.J. Ali and H.H. Al-Juboory. 2022. Evaluation of Some Biological and Chemical Elements in Controlling Some Soil-borne Fungi and Stimulating Plant Growth. Arab Journal of Plant Protection, 40(1): 37-47. <https://doi.org/10.22268/AJPP-40.1.037047>

This study was conducted to evaluate the efficacy of the biocontrol fungi *Chaetomium cupreum*, *Trichoderma viride*, and *Saccharomyces cerevisiae* and some chemical nutrients that stimulate plant growth, such as calcium nitrate, ammonium phosphate, aqueous magnesium sulfate, copper and boron in controlling some common soil-borne pathogenic fungi and evaluating their role in stimulating plant growth. All the bioagents showed significant antagonistic efficiency *In vitro* against the pathogenic fungi *Drechslera Halodes*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina*, *Pythium aphanidermatum* and *Rhizoctonia solani*. Under greenhouse conditions, BC treatment composed of biological and chemical elements, achieved the highest germination rate for tomato, cucumber and cowpea seeds inoculated with the pathogenic fungi, and reached 95.83-100.00% compared to 36.67- 47.50% for the control treatment. BC treatment also excelled in reducing disease incidence and severity, as the disease rate reached 0% compared to 95.83-99.17 % for the inoculated control treatment, and without significant difference with the non-inoculated (healthy) control. In addition, the BC treatment produced 0 % disease severity rate as compared to 82.58-85.83% for the inoculated control, and without significant difference with non-inoculated control. Furthermore, the BC treatment was superior to the rest of the treatments in increasing dry weight of all the plant species tested.

Keywords: *Chaetomium cupreum*, *Trichoderma viride*, *Saccharomyces cerevisiae*, Soil-borne fungi, biological control.

Affiliation of authors: S.N. Hussein^{1*}, A.Z.J. Ali² and H.H. Al-Juboory³. (1) Department of Environmental Engineering, College of Engineering, Mustansiriyah University, Iraq; (2) Research and Development Division, Ministry of Higher Education and Scientific Research, Iraq; (3) Department of Plant Protection, College of Agriculture, Baghdad University, Iraq. *Email of corresponding author: safaahussein1979@uomustansiriyah.edu.iq

References

المراجع

- Abdou, E., H.M. Abd-Alla and A.A. Galal. 2001. Survey of sesame root rot/wilt disease in Minia and their possible control by ascorbic and salicylic acids. Assiut Journal of Agricultural Sciences, 1: 135-152.
- Abod, H. and F. Saeed. 2008. Screening of similar materials of gibberelins, xenate and ethylene hormones in the leaky growth of three isolates of the fungus *Trichoderma harzianum*. Iraqi Agricultural Science Journal, 39: 12-18.
- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology. 5th Ed. Elsevier Inc. USA. 998 pp.
- Al Juboory, H.H., K.S. Juber and S.N. Hussein. 2016. Identification, pathogenicity and controlling of the *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid the causal agent of the charcoal rot disease on watermelon. Journal of University of Duhok, 19(1): 558-564.
- Al Mousawy, M. and K.S. Juber. 2012. Isolation and identification of the pathogen causing root and stem rot disease on cowpea and evaluation of the *Azotobacter vinelandii* efficacy for controlling the disease under laboratory conditions. Iraqi Journal of Agricultural Science, 43(2): 67-75.
- Al Zubaidy, N., A. Al Kirtani and D. Alwan. 2014. Detecting the fungi associated with seeds of *Nigella sativa* L. and evaluating their effect on germination. Diyala Journal of Pure Sciences, 10(1): 1-12.
- Alwan, S., A.K. Uraibi and N. Abdullah. 2012. Evaluation of the efficacy of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* in protecting seed and seedlings of black seed (*Nigella sativa* L.) and their seedlings of pathogenic fungi *Fungarium lateritium*, *Fusarium solani* and *Rhizctonia solani* and their effect on some growth traits. Diyala Journal of Agricultural Sciences, 4(2): 105-115.
- Bell, D.K., H.D. Wells and G.R. Markham. 1982. *In vitro* antagonism of *Trichoderma* spp. against six fungal plant pathogens. Phytopathology, 72: 379-382. <https://doi.org/10.1094/Phyto-72-379>
- Domsch, K.H., W. Gams and T. Anderson. 1980. Compendium of Soil Fungi. Academic Press. 859 pp.
- El-Sayed Shalaby, M. and M.F. El-Nady. 2008. Application of *Saccharomyces cerevisiae* as a biocontrol agent against *Fusarium* infection of sugar beet plants. Acta Biologica Szegediensis, 52(2): 271-275.
- Erwin, D.C., A. Khan, C. VerLinden, C. Frate and D. Munier. 1991. Blackeye bean root rot disease identified. California Agriculture, 45(4): 27-29.
- Fawole, O.B., O. Ahmed and O.S. Balogun. 2006. Pathogenicity and cell wall-degrading enzyme activities of some fungal isolates from cowpea *Vigna unguiculata* (L) Walp. Biokemistri, 18: 45-51.
- Hussein, S. and L. Al Zubaidi. 2019. Biological control for crown and root rot disease of tomato caused by *Drechslera halodes* in Iraq. Journal of Physics: Conference Series, 1294 062068. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1294/6/062068>
- Hussein, S.N. 2016. Molecular identification and integrated management of the *Fusarium* f. sp. *cucumerinum* the causal agent of *Fusarium* wilt disease of *Cucumis sativus* L. in Iraq. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. 4(4): 389-397. [https://doi.org/10.18006/2016.4\(4\).389.397](https://doi.org/10.18006/2016.4(4).389.397)
- Hussein, S.N. 2018. Integrated management of the *Fusarium* vascular wilt disease of *Cucurbita pepo* in Iraq. Journal of Agricultural and Marine Sciences, 23: 40-47. <https://doi.org/10.24200/jams.vol23iss1pp40-47>
- Hussein, S.N. 2019a. Biological control of root rot disease of cowpea *Vigna unguiculata* caused by the fungus *Rhizoctonia solani* using some bacterial and fungal species. Arab Journal of Plant Protection, 37(1): 31-39. <https://doi.org/10.22268/AJPP-037.1.031039>
- Hussein, S.N. 2019b. Evaluate some chimerical and biological agents in controlling root rot disease of cowpea *Vigna unguiculata* (L) walp. Iraqi Journal of Agriculture Research, 24(1): 125-135.

- Hussein, S.N.** 2019c. Identification and control the causal agent of root rot disease of cucumber in Iraq. *Journal of Agriculture, Environmental and Veterinary Sciences*, 3(3): 122-133
- Hussein, S.N. and K.S. Juber.** 2014. First report of identification *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae* race 1 and 2 the causal agent of crown and root rot disease of watermelon in Iraq. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 3: 2319-1473.
- Hussein, S.N. and K.S. Juber.** 2015. Identification of the causal agent of crown and root rot disease of watermelon and efficiency of disease control under greenhouse conditions. *The Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 46(1): 11-20
- Hussein, S.N. and T.A. Ibrahim.** 2018. Biological Control of the Charcoal Rot Disease of Pepper Caused by *Macrophomina phaseolina*. *Scientific Journal of King Faisal University*, 19(2): 27-36.
- Instructables.** 2012. Retrieved from <https://www.instructables.com/Stop-Paying-for-Yeast-Make-Your-Own/>
- Joseph, B., R.R. Patra and R. Lawrence.** 2007. Characterization of plant growth promoting rhizobacteria associated with chickpea (*Cicer arietinum* L). *International Journal of Plant Production*, 1(2): 141-152.
- Killani, A.S., R.C. Abaidoo and A.K. Akintokun.** 2011. Rice husk extract is potentially effective as a phytopesticide against root-/soil-borne fungal pathogens of cowpea. *Nature and Science*, 9(3): 72-79.
- Limón, M.C., J.A. Pintor-Toro and T. Benítez.** 1999. Increased antifungal activity of *Trichoderma harzianum* transformants that over express a 33-kDa chitinase. *Phytopathology*, 89(3): 254-261. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.1999.89.3.254>
- McKinney, H.H.** 1923. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. *Journal Agriculture Research*, 26: 195-218.
- Nagao, H., K. Sato and S. Ogiwara.** 1994. Susceptibility of *Cucurbita* spp. to the cucurbit root-rot fungus, *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae* race 1. *Agronomie*. 2: 95-102.
- Panth, M., S. Hassler and F. Baysal-Gurel.** 2020. Methods for Management of Soilborne Diseases in Crop Production. *Agriculture*, 10(1): 16. <https://doi.org/10.3390/agriculture10010016>
- Porhanife, H.** 2010. Biological fertilizer agriculture world. Available on the www.worldagronomy.blogfa.com
- Pornsuriya I.C., F.C. Lin, S. Kanokmedhakuland and K. Soyong.** 2008. New record of *Chaetomium* species isolated from soil under pineapple plantation in Thailand. *Journal of Agriculture Technology*, 4(2): 91-103.
- Rifai, M.A.** 1969. A Revision of The Genus *Trichoderma*. *Commonwealth Mycological Paper*, 116: 1-56.
- Shalaby, M. and M. El Nady.** 2008. Application of *Saccharomyces cerevisiae* as a biocontrol agent against *Fusarium* infection of sugar beet plants. *Acta Biologica Szegediensis*, 52(2): 271-275.
- Smith, G.S. and T.D. Wyllie.** 1999. Charcoal rot. Pages 29-31. In: *Compendium of Soybean Diseases*, 4th ed. G.L. Hartman, J.B. Sinclair and J.C. Rupe (eds.). American Phytopathological Society, St. Paul, MN, USA.
- Sood, M., D. Kapoor, V. Kumar, M.S. Sheteiwy, M. Ramakrishnan, M. Landi, F. Araniti and A. Sharma.** 2020. *Trichoderma*: The “Secrets” of a Multitalented Biocontrol Agent. *Plants*, 9: 762. <https://doi.org/10.3390/plants9060762>
- Supranta, D.N.** 2012. Potential of microbial antagonists as biocontrol against plant fungal pathogens. *International Society for Southeast Asian Agriculture Sciences*, 18(2): 1-8.
- Waterhouse, G.M.** 1967. Key to *Pythium pringsheim*. *Commonwealth Mycological Institute*. England. 109 pp.
- Wolk, M. and S. Sarkar.** 1994. Pathogenicity of *Pythium aphanidermatum* on Cucumber (*Cucumis sativus*). *Microbiological Research*, 149(1): 95-98. [https://doi.org/10.1016/S0944-5013\(11\)80148-5](https://doi.org/10.1016/S0944-5013(11)80148-5)

Received: August 17, 2020; Accepted: November 10, 2021

تاريخ الاستلام: 2020/8/17؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2021/11/10