القدرة الإمراضية لعزلات محلية من الفطر *Beauveria bassiana* على بيض وبالغات حافرة أوراق البندورة/الطماطم (*Tuta absoluta*)

أمل حاج حسن[1،2*]، محمد أحمد[1]، عمر حمودي[2] وماجدة مفلح[2]

(1) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية؛ (2) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

*البريد الإلكتروني للباحث المراسل: amal.haj@gmail.com

الملخص

حاج حسن، أمل، محمد أحمد، عمر حمودي وماجدة مفلح. 2024. القدرة الإمراضية لعزلات محلية من الفطر *Beauveria bassiana* على بيض وبالغات حافرة أوراق البندورة/الطماطم (*Tuta absoluta*). مجلة وقاية النبات العربية، 42(3): 340–348.

https://doi.org/10.22268/AJPP-001252

تمّ اختبار فعالية أربع عزلات محلية للفطر الممرض للحشرات *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) على طوري بيض وبالغات حافرة أوراق البندورة/الطماطم (*Tuta absoluta*)، وهي: العزلة b6 المعزولة من تربة بستان حمضيات (حريصون)، العزلة b7 المعزولة من تربة بيت بلاستيكي (الخراب)، العزلة b8 المعزولة من عذراء سوسة النخيل (مدينة اللاذقية) والعزلة b10 المعزولة من تربة بستان زيتون (منجيلا)، وذلك بالرشّ المباشر لكل طور بثلاثة تراكيز مختلفة من المعلق البوغي (2×10^4، 2×10^6 و 2×10^8 بوغة/مل) لكل عزلة من العزلات الأربع للفطر. أظهرت النتائج حساسية كلا الطورين للإصابة بالفطر بدرجات متفاوتة، وسجلت فروقات معنوية في متوسطات النسب المئوية لفقس البيض وموت البالغات بين العزلات الأربع، مقارنة فيما بينها ومع الشاهد. وكانت العزلتان b8 و b10 هما الأكثر فعالية على كلا الطورين وبكافة التراكيز المدروسة. أحدث التركيز الأعلى التأثير الأشد على طوري الحشرة، فكانت نسب الموت المصححة لفقس البيض المتسببة عن التركيز الأعلى للعزلة b8 82.59% وعن العزلة b10 86.30%، وكان التركيز القاتل النصفي (LC_{50}) لهما 1×10^6 بوغة/مل و 8×10^5 بوغة/مل، على التوالي، في حين سببت كلتا العزلتان موتاً بنسبة 100% لبالغات الحشرة في اليوم الأخير للتجربة وعند التركيز الأعلى بزمن قاتل نصفي (LT_{50}) 3.2 يوماً لكليهما، أما التركيز القاتل النصفي فكان 2×10^4 بوغة/مل للعزلة b8 و 1×10^5 بوغة/مل للعزلة b10 تحت الظروف المختبرية.

كلمات مفتاحية: مكافحة حيوية، حافرة أوراق البندورة/الطماطم، *Tuta abosluta*، *Beauveria bassiana*، الزمن القاتل النصفي، التركيز القاتل النصفي.

المقدمة

تلعب المكافحة الحيوية دوراً مهمّاً في برامج الإدارة المتكاملة للآفات وتعدّ الفطور الممرضة للحشرات إحدى أهم عناصرها حيث تصيب عوائلها عن طريق الاختراق المباشر لكيوتيكل الجسم لإحداث العدوى. ويعدّ النوع *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. من أهم هذه الفطور وأكثرها دراسةً، ولديه مجموعة واسعة من العوائل المضيفة (Hajek & Delalibera, 2009). وقد تم تسجيل ما يقارب 700 نوعاً من الحشرات كعائل لهذا النوع من جميع الرتب الحشرية تقريباً (Inglis *et al.*, 2001؛ Li, 1987). وبحسب Eilenberg & Meyling (2007) فإنّ النوع *B. bassiana* موسوم كفطرٍ عالمي ويمكن عزله من كل من الحشرات والعناكب والتربة.

تعدّ حافرة أوراق البندورة/الطماطم (*Tuta absoluta* Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) من أهم الحشرات التي تصيب محصول البندورة/الطماطم في معظم بلدان العالم ومنها دول حوض المتوسط كونها آفة عابرة للحدود وتشكل تهديداً لإنتاج البندورة/الطماطم في البيوت المحمية والحقول المكشوفة (Desneux *et al.*, 2010).

سجلت هذه الآفة لأول مرة في سورية في شهر شباط/فبراير من عام 2010 (Hatim, 2010)، وتصيب نباتات البندورة/الطماطم في كافة مراحل نموها حيث تهاجم كافة أجزاء النبات فوق سطح التربة. تضع الأنثى بيضها إفرادياً بمعدل 230–250 بيضة غالباً على السطح السفلي للأوراق، كما يوضع البيض على القمم النامية والساق (Harizanova *et al.*, 2009). وتخترق اليرقات الأوراق وتتغذى على النسيج النباتي بين بشرتي الورقة مُحدثةً أنفاقاً غير منتظمة رفيعة ومتعرجة لتتغذى وتنمو داخلها، وتصبح الأنفاق أكثر اتساعاً مع تقدم

https://doi.org/10.22268/AJPP-001252
© 2024 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

العمر اليرقي لتحتل معظم المسطح الورقي مما يخفض عملية التمثيل الضوئي وبالتالي ينخفض الإنتاج (Vargas, 1970).

إن وجود اليرقات ضمن الأنفاق يؤمن حمايتها من التأثير المباشر للمبيدات مما يجعل عملية المكافحة من الصعوبة بمكان، لذلك يتم اللجوء إلى محاولة السيطرة على الأطوار غير المختفية للحشرة كطور البيض والبالغات لتفادي هذه المشكلة (Larrain, 1992). وقد أصبح استخدام المبيدات الكيميائية من الأمور المعقدة وذلك لمقدرة الحشرة على تطوير صفة المقاومة للمبيدات بسرعة عالية بعد عمليات الرشّ المتكرر (Abdel-Baky *et al.*, 2019)، لذلك استخدمت الفطور الممرضة للحشرات كبديل للمكافحة الكيميائية بعد أن بيّنت العديد من الدراسات قدرة الممرضات الفطرية على مكافحة الحشرات من حرشفية الأجنحة ذات الأهمية الاقتصادية مثل: *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae) (Destéfano *et al*., 2004)، *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) (Grimm, 2001؛ Vandenberg *et al*., 1998)، *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) (Alves *et al*., 1987؛ Lezama-Gutiérrez *et al.*, 2000).

أما بالنسبة لحافرة أوراق البندورة/الطماطم، فقد اختبرت عزلات من الفطرين *B. bassiana* و *Metarhizium anisopliae* معزولة محلياً في تشيلي لمكافحة بيض هذه الحشرة، وكان هناك تفاوت في مستويات إصابة العزلات المختبرة للبيوض، إذ أحدثت العزلة QU-B912 من الفطر *B. bassiana* والعزلة QU-M558 من الفطر *M. anisopliae* نسب موت بلغت 80 و 60%، على التوالي (Rodriguez *et al*., 2006). أما عندما استخدم كلا الفطرين على بيض حافرة أوراق البندورة/الطماطم من قبل Abdel-Baky *et al.* (2021) بتراكيز مختلفة أحدثت موت بنسبة 50 و 37.6% لكل من الفطر *B. bassiana* والفطر *M. anisopliae* على التوالي عند التركيز الأعلى، وكان للفطر *B. bassiana* تأثيرٌ معنوي في نسبة هلاك بالغات الحشرة إذ كانت 90.45% مقارنة بمعاملة الشاهد التي لم تظهر أي نسبة موت (عزيز وآخرون، 2012).

هدف هذا البحث إلى دراسة القدرة الإمراضية لأربع عزلات محلية من الفطر الممرض للحشرات *B. bassiana* على كلا طوري البيض وبالغات حافرة أوراق البندورة/الطماطم (*T. absoluta*) عند مستويات مختلفة من التراكيز، وتحديد العزلات الأشدّ إمراضية تحت ظروف المختبر.

مواد البحث وطرائقه

عزلات الفطر *Beauveria bassiana*

استخدمت في البحث أربع عزلات مختلفة من النوع *B. bassiana*، وهي b10، b8، b7 و b6 (جدول 1) عزلت من ترب نظم زراعية مختلفة خلال عامي 2018 و 2019 بطريقة طعم الغاليريا الموصوفة من قبل Zimmermann (1986). وتمّ تعريف الفطور بناءً على مظهر الإصابة على اليرقات ثم على المواصفات الشكلية للمستعمرات الفطرية وعلى شكل وحجم وأبعاد الأبواغ من خلال الفحص المجهري وباعتماد المفاتيح التصنيفية المنشورة سابقاً (Humber, 2012؛ Poinar & Thomas, 1984؛ Samson, 1981).

حشرات الاختبار

جُمعت أوراق البندورة/الطماطم مصابة بالحافرة من بيوت محمية من مناطق جبلة وبانياس (محافظة اللاذقية) ونقلت إلى أقفاص تحوي نباتات بندورة/الطماطم مزروعة في أصص بلاستيكية سعة 4 ليتر، وبعد تكاثرها والتأكد من خلو المستعمرات من الإصابة بأي عدو حيوي أو ممرضات حشرية، نقلت فراشات الجيل الجديد إلى حجرة في البيت الزجاجي في مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية تحوي أصص بلاستيكية مزروعة بالبندورة/الطماطم، صنف مندلون، ومُعدَّة لتربية الحشرة وتُركت للتكاثر على النباتات مع مراعاة تجديد النباتات بشكل دوري للحفاظ على العدوى.

تحضير المعلق البوغي

نُمّيت عزلات الفطر المراد اختبارها في أطباق بتري 9 سم تحوي مستنبت (Potato Dextrose Agar, PDA) مضافاً إليه المضاد الحيوي أمبيسيلين بنسبة 1غ/ليتر، حيث زرعت ثلاثة أطباق من كل عزلة فطرية مراد اختبارها، ثمّ حضنت الأطباق في الظلام عند درجة حرارة 25±2°س لمدة 10 أيام حتى تمام التبوّغ. حُصدت الأبواغ بإضافة 10 مل من الماء المقطر المعقم المضاف إليه محلول Tween 80 بتركيز 0.05%، وتمّ ترشيح المعلق البوغي عبر طبقتين من ورق الترشيح المعقم. حُسب تركيز المعلق البوغي باستخدام شريحة ميكرومترية. وعُدّل المعلق البوغي بإضافة ماء معقم مضافاً له محلول Tween 80 للوصول إلى التراكيز الثلاثة المراد اختبارها على طوري البيضة والبالغة للحشرة، وهي 2×10^4، 2×10^6 و 2×10^8 بوغة/مل. قُدّرت نسبة إنبات الأبواغ من خلال تلقيح طبقي بتري بقطرة من المعلّق البوغي لكل عزلة ثم حُضنت الأطباق عند درجة حرارة 25±2°س لمدة 24 ساعة ثُم فحصت حوالي 200 بوغة كونيدية على الأقل من كل طبق واعتبرت البوغة منتشة إذا تجاوز طول أنبوبة الإنبات نصف طول البوغة.

جدول 1. مصدر عزلات النوع *B. bassiana* المستخدمة لمكافحة بيض وبالغات حافرة أوراق البندورة/الطماطم (*T. absoluta*).
Table 1. Source of isolates of *Beauveria bassiana* used to infect tomato leafminer, *T. absoluta* eggs and adults.

رمز العزلة Isolate code	مصدر العزلة Source of isolate	المنطقة Location	الإحداثيات الجغرافية Geographical coordinates	تاريخ العزل Isolation date
b6	تربة بستان حمضيات Citrus orchard soil	طرطوس (حريصون) Tartous (Horaison)	35º08'N 35º 55'E	2018/6/5
b7	تربة بيت بلاستيكي Green house soil	طرطوس (الخراب) Tartous (Al khrab)	35º34'0"N 35º53'53"E	2019/3/26
b8	عذراء سوسة النخيل Palm weevil pupa	اللاذقية (مدينة النخيل) Latakia (Palm city)	35º31'N 35º 47'E	2018/11/19
b10	تربة (بستان زيتون) Olive soil	منجيلا Manjila	35º32'53"N 35º55'8"E	2019/3/12

الاختبارات الحيوية على بيض حافرة أوراق البندورة/الطماطم

جُمعت بيوض حافرة أوراق البندورة/الطماطم الموجودة على أوراق نباتات البندورة/الطماطم في حجرة التربية، وقطعت هذه الأوراق بحيث تحمل كل قطعة بيضة واحدة على الأقل ووضعت في طبق بتري معقم (9 سم) مزود بغطاء يحوي فتحةً بقطر 2 سم مغطاة بالموسيلين الناعم بمعدل 10 بيوض/طبق وخصص لكل عزلة 15 طبق وزّعت في مجاميع بواقع 5 مكررات لكلّ تركيز مدروس، بالإضافة إلى معاملة الشاهد. تم رشّ البيض بـ 1.5 مل من المعلق البوغي من كل تركيز ولكلّ عزلة من العزلات الأربع المدروسة بواسطة مرشة يدوية صغيرة، أما البيض في مكررات الشاهد فقد تمّ رشّه بالماء المعقم مضافاً إليه Tween 80 تركيز 0.05%، ثم حفظت الأطباق في الحاضنة عند درجة حرارة 25±2°س ورطوبة نسبية 75±5% وفترة ضوئية 8/16 ساعة (ضوء/ظلام).

أخذت القراءات بعد 2، 4 و 6 يوماً من التجربة، وسُجل عدد البيوض الفاقسة وحسبت النسبة المئوية للبيض الفاقس والميت، وكانت الملاحظة والمتابعة مستمرة للكشف عن البيض الميت نتيجة الإصابة بالفطر والكشف عن أي تغير شكلي غير طبيعي لدى البيوض المعاملة، وفحصها مجهرياً، وفي حال وجود أي نمو للفطر على البيوض تم تعريفه بالطريقة الموصوفة من قبل Lacey *et al.* (2007)، حيث أخذت البيوض الميتة وعقمت سطحياً بوضعها بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم 0.5% لمدة دقيقتين، ثم غسلها 3 مرات بالماء المعقم ثم تركت لتجفّ. ولتحديد فيما إذا كانت العدوى الفطرية هي القاتلة أم غيرها، حضنت البيوض المعقمة في أطباق بتري معقمة تحتوي ورقة ترشيح مرطبة في وسط معقم ضمن غرفة العزل وعند درجة حرارة الغرفة.

الاختبارات الحيوية على بالغات حافرة أوراق البندورة/الطماطم

جمعت الفراشات بعمر 1–3 أيام حيث وضعت في وعاء بلاستيكي سعة 1 ليتر تقريباً، مزوّد بمحلول العسل 10% بواسطة قطعة قطن مربوطة بسلك معدني أعلى الوعاء لتغذية الفراشات مع مراعاة تبديلها دورياً لتجنب تلوثها، وتمّت تغطية الأوعية البلاستيكية بقماش الموسلين الناعم. وزّعت الفراشات في الأوعية البلاستيكية بمعدل 10 فراشات بغض النظر عن جنسها وخصص لكلّ عزلة من العزلات الأربع المدروسة 9 أوعية وزعت في 3 مجموعات بمعدل 3 أوعية لكل تركيز لكل عزلة (2×10^4، 2×10^6 و 2×10^8 بوغة/مل). تمّ تقليل نشاط الفراشات عن طريق وضعها في الثلاجة لمدة ربع ساعة قبل إجراء الرش وذلك لضمان وصول قطرات المعلق البوغي إليها. رشّت الأوعية بمعدل 3 مل من كل تركيز باستخدام مرشة يدوية صغيرة. أحكم إغلاق الأوعية بالموسيلين الناعم والمطاط. أما معاملة الشاهد فقط رشّت بـ 3 مل ماء معقم يحوي Tween 80 بمعدل 0.05%، ثم حضنت الأوعية عند درجة حرارة المختبر.

تمّت مراقبة الفراشات كل يومين لمدة ثمانية أيام، وأخذت الأفراد الميتة من كل مكرر وعقمت سطحياً بهيبوكلوريت الصوديوم 0.5% لمدة دقيقتين، ثم غسلت بالماء المعقم مرتين (Lacey *et al.*, 2007) ووضعت في طبق بتري معقم يحوي ورقة ترشيح مرطّبة في الحاضنة للتأكد من أن الموت حدث بسبب الإصابة بالفطر.

التحليل الإحصائي

تمّ حساب النسبة المئوية لعدد البيوض والبالغات الميتة وصححت نسب الموت المتحصل عليها باستخدام معادلة Abbott (Abbott, 1925):

$$\%\ \text{المصححة للموت} = \frac{\%\ \text{للموت في المعاملة} - \%\ \text{للموت في الشاهد}}{100 - \%\ \text{للموت في الشاهد}} \times 100$$

حلّلت النتائج احصائياً باستخدام البرنامج الإحصائي CO-STAT6.4 حيث قورنت المعاملات لاختبار معنوية الفروق بين المتوسطات باختبار أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%. تم تحديد قيم التراكيز القاتلة النصفية (LC_{50}) لكل عزلة من العزلات المدروسة عند حدود ثقة 95% من خلال تحليل البروبيت (Probit analysis) باستخدام برنامج التحليل الاحصائي SPSS، كما حسب الزمن القاتل النصفي (LT_{50}) باستخدام التحليل نفسه.

النتائج والمناقشة

حيوية عزلات الفطر *B. bassiana*

كانت حيوية أبواغ الفطر *B. bassiana* مرتفعة وتراوحت نسبة إنبات الأبواغ لكافة العزلات المستخدمة (b6، b7، b8 و b10) ما بين 94 و 99% (جدول 2) .

إصابة بيض حافرة أوراق البندورة/الطماطم (*T. absoluta*) بعزلات الفطر *B. bassiana*

تبين انخفاض بمعدل فقس بيض حافرة أوراق البندورة/الطماطم في كافة المعاملات والتراكيز قياساً بمعاملة الشاهد منذ اليوم الثاني للتجربة وفي كافة التراكيز، حيث بلغت نسبة فقس البيض لدى الشاهد 60% في حين كانت (46.67، 43.67، 30.0 و 26.67%) لكل من العزلات b6، b7، b8 و b10، على التوالي، عند معاملتها بالتركيز 2×10^4 بوغة/مل، وكانت نسب الفقس أقلّ مع زيادة التركيز حيث بلغت (36.67، 30، 3.33 و 0%) لدى العزلات السابقة نفسها على التوالي، عند استخدام التركيز 2×10^8 بوغة/مل مع وجود فرق معنوي بينها وبين الشاهد (جدول 3).

جدول 2. متوسط النسب المئوية لإنبات أبواغ العزلات المحلية للفطر *B. bassiana* بعد 24 ساعة من التحضين.

Table 2. Means of germination rates of native isolates of *B. bassiana* after 24 hr. of incubation.

رمز العزلة Marking	مصدر العزلة Source of isolates	النسبة المئوية للإنبات (المتوسط ± الخطأ القياسي) Germination rate (%) (Average ± SE)
b6	تربة (بستان حمضيات) Citrus soil	98.25±0.60
b7	تربة بيت بلاستيكي Green house soil	99.00±0.00
b8	عذراء سوسة النخيل palm weevil pupa	94.25±1.50
b10	تربة (بستان زيتون) olive soil	98.00±0.41

جدول 3. نسبة البيض الفاقس ونسبة البيض الميت المصححة لطور بيض حافرة أوراق البندورة/الطماطم (*T. absoluta*) خلال 6 أيام وباستخدام ثلاثة تراكيز مختلفة لأربع عزلات محلية من الفطر *B. bassiana*

Table 3. Means of hatched and corrected mortality of *T. absoluta* eggs for 6 days using three different concentrations of four local isolates of the entomopathogenic fungus *B. bassiana*.

المعاملة Treatment	التركيز (بوغة/مل) Concentration conidia/ml	معدل نسبة فقس البيض (%) Mean of hatching rate of eggs (%)			نسبة موت البيض المصححة% Corrected eggs mortality rate (%)
		اليوم الثاني 2nd day	اليوم الرابع 4th day	اليوم السادس 6th day	
الشاهد Control	0	60.00 a	73.33 a	90.00 a	
b6	2×10^4	46.67 ab	60.00 ab	73.33 c	23.70
b7		43.33 bc	70.00 b	80.00 ab	17.04
b8		30.00 cd	36.67 c	63.33 c	34.44
b10		26.67 d	30.00 c	63.33 c	34.07
$LSD_{0.05}$		14.09	10.50	14.09	
الشاهد Control	0	60.00 a	73.33 a	90.00 a	
b6	2×10^6	40.00 b	56.67 b	66.67 b	30.74
b7		36.67 b	56.67 b	60.00 b	37.78
b8		6.67 c	10.00 c	23.33 c	75.93
b10		3.33 c	13.33 c	16.67 c	82.96
$LSD_{0.05}$		14.09	9.39	14.09	
الشاهد Control	0	60.00 a	73.33 a	90.00 a	
b6	2×10^8	36.67 b	56.67 b	60.00 b	37.15
b7		30.00 b	40.00 c	46.67 b	51.85
b8		3.33 c	10.00 d	16.67 c	82.59
b10		0.00 c	6.67 d	13.33 c	86.30
$LSD_{0.05}$		15.58	14.09	14.09	-

المتوسطات التي تتبعها الحروف نفسها في العمود نفسه لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%.

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05

ومع تقدم الزمن تزايدت نسبة فقس البيض لدى الشاهد لتصل إلى 90% في اليوم السادس، مع ملاحظة انخفاضها بشكل كبير لدى العزلتين b8 و b10 لتحققا أقل نسبة فقس عند التركيز 2×10^8 بوغة/مل حيث بلغت 13.33% لدى العزلة b10 و 16.67% لدى العزلة b8 بدون وجود فرق معنوي بينهما، واختلفتا معنوياً عن العزلة b6 التي حققت فقساً بنسبة 60%، والعزلة b7 بنسبة 46.67%. وحققت العزلات b6، b7، b8 و b10 بالتركيز المنخفض 2×10^4 بوغة/مل أعلى نسب فقس فكانت 73.33، 80، 63.33 و 63.33%، على التوالي، وقابلها نسبة فقس 90% لدى الشاهد. ويبين الجدول 3 أن العزلة b10 سببت أعلى نسب موت مصححة لبيض الحافرة وذلك بالتراكيز الثلاثة المدروسة، تلتها العزلة b8، فالعزلة b7 وأخيراً العزلة b6. هذا وحققت العزلات الأربع أعلى نسب موت مصححة للبيض عند تطبيقها بالتركيز المرتفع 2×10^8 بوغة/مل حيث وصلت إلى 37.15، 51.85، 82.59 و 86.30% لكل من b6، b7، b8 و b10، على التوالي، ثم انخفضت تلك النسب إلى 30.74، 37.78، 75.93 و 82.96% للعزلات ذاتها، على التوالي، عند استخدامها بالتركيز الأوسط 2×10^6 بوغة/مل. بالمقابل كانت أقل نسب موت مصححة عند المعاملة بالتركيز الأدنى 2×10^4 بوغة/مل فكانت 23.70، 17.04، 34.44 و 34.07% لكل من العزلات b6، b7، b8 و b10، على التوالي. وقد حسبت قيم التركيز القاتل النصفي لكل عزلة من العزلات الأربع المختبرة من خلال تحليل البروبيت (Probit analysis) بنهاية عملية الفقس لدى البيض وكانت هذه القيم 4×10^{10}، 8×10^8، 1×10^6 و 8×10^5 بوغة/مل للعزلات b6، b7، b8 و b10، على التوالي (جدول 4).

تقاربت النتائج التي تمّ الحصول عليها في هذه الدراسة مع ما أشار إليه عزيز وآخرون (2012)، حيث أظهر استخدام الفطر *B. bassiana* ضدّ بيض حافرة أوراق البندورة/الطماطم (*T. absoluta*) فروقات معنوية في النسبة المئوية للبيوض الفاقسة، وكانت أعلى نسبة فقس عند معاملة الشاهد 100% مقابل 0% لمعاملة الفطر الممرض عند تعريض البيض له لمدة 6 أيام، أما في دراستنا فكانت أقل نسبة مسجلة للعزلة الأشد فاعلية b10 بعد 6 أيام هي 13.33%. في حين أظهرت دراسة لاختبار أربعة تراكيز مختلفة من الفطر على بيض الحافرة أن التركيز الأعلى المستخدم 1×10^6 بوغة/مل سبب موتاً بنسبة 50% وفي دراستنا وصلت هذه النسبة للعزلة الأشد فاعلية 82.96% عند التركيز 2×10^6 بوغة/مل، كما ذكرت الدراسة أنه كلما زاد التركيز وزادت مدة التعرض للفطر كلما زاد تأثير الفطر على البيض كما نشر سابقاً (Abdel-Baky *et al.*, 2021). وفي دراسة قام بها السعود وآخرون (2017) باستخدام ثلاث عزلات محلية للفطر (B، C و D) وبثلاثة تراكيز مختلفة ضدّ فراشة درنات البطاطا/البطاطس التابعة لنفس فصيلة حافرة أوراق البندورة/الطماطم أظهرت نتائجها وجود فروق معنوية في متوسطات النسب المئوية للفقس بين الشاهد وكلتا العزلتين B و C عند التركيز 1×10^6 بوغة/مل بمعدل 18.3 و 26.6% مقابل 38.3% للعزلة D، وهذا متقارب مع نتائج هذه الدراسة. وقد يعود تأثير الفطر على البيض نتيجة قدرته على إنتاج بعض السموم ومنهما أنزيم الكايتينيز الذي يقوم بتحليل غلاف البيضة مما يسهل عملية اختراقها بواسطة الخيوط الفطرية وبالتالي قتلها، فقد ذكر Samson (1981) أن الفطر *B. bassiana* فعال في قتل جميع أطوار الحشرات.

إصابة بالغات حافرة أوراق البندورة/الطماطم (*T. absoluta*) بعزلات الفطر *B. bassiana*

بيّنت نتائج معاملة فراشات حافرة أوراق البندورة/الطماطم بعزلات الفطر *B. bassiana* الأربع أنها أثّرت جميعها بدرجات متفاوتة على الفراشات، وتراوحت ما بين 37.78% للعزلة الأقل فعالية عند أدنى تركيز إلى 100% للعزلة الأشد فعالية عند أعلى تركيز في نهاية التجربة (جدول 5). حيث كانت نسب الموت التي سببتها العزلات b6، b7، b8 و b10 عند تطبيقها بالتركيز 2×10^4 بوغة/مل 0، 3.33، 6.67، 3.33%، على التوالي، في اليوم الثاني دون وجود فرق معنوي بينها وبين الشاهد، ليزداد التأثير في اليوم الرابع ويصبح 10، 30، 23.33 و 26.67%، على التوالي، للعزلات ذاتها مع وجود فرق معنوي بينها وبين معاملة الشاهد، ومع تقدم الزمن وفي اليوم السادس ارتفعت نسبة الموت لتصل إلى 36.44، 33.33، 56.67 و 50%، على التوالي، مع وجود فرق معنوي بينها وبين الشاهد وعدم وجوده ما بين العزلات b6، b7 و b10 وكذلك عدم وجوده بين العزلتين b8 وb10، أما في اليوم الأخير للتجربة وعند التركيز ذاته 2×10^4 بوغة/مل فقد بلغت نسب الموت التي أحدثتها العزلات السابقة 43.33، 40، 70 و 56.67%، على التوالي، مع عدم وجود فرق معنوي بين العزلتين b6 و b7 وعدم وجوده بين العزلتين b8 و b10 مع وجود الفرق المعنوي مع الشاهد. وكانت قيم الزمن القاتل النصفي LT_{50} المسجلة لدى عزلات الفطر الأربع b6، b7، b8 و b10 عند التركيز 2×10^4 بوغة/مل 8، 9، 6.1 و 6.9 يوماً في حين كانت قيم LT_{90} لها 11.9، 16.2، 10 و 11.5 يوماً، على التوالي (جدول 6). أما عند استخدام العزلات الأربع بالتركيز 2×10^6 بوغة/مل على الفراشات كان تأثيرها في اليوم الثاني أعلى مما كان عليه في التركيز السابق وكانت نسب الموت 13.33، 10.00، 16.67 و 20.00%، على التوالي، دون وجود فرق معنوي بينها، ولكن اختلفت معنوياً مع الشاهد. وكانت قيم الزمن القاتل النصفي LT_{50} عند هذا التركيز 6.5، 7.2، 3.9 و 3.7 يوماً وكانت قيم LT_{90} 11.9، 13.2، 7.4 و7.6 يوماً للعزلات الأربع b6، b7، b8 و b10، على التوالي (جدول 6).

جدول 4. التركيز القاتل النصفي (LC_{50}) والتركيز القاتل (LC_{90}) لأربع عزلات محلية من الفطر الممرض *B. bassiana* على بيض وبالغات حافرة أوراق البندورة/الطماطم.

Table 4. LC_{50} and LC_{90} of four local isolates of the entomopathogenic fungus *B. bassiana* on *T. absoluta* eggs and adults.

البالغات Adults				البيض Eggs				
Intercept(a)±SE	Slope(b)±SE	LC_{90}	LC_{50}	Intercept(a)±SE	Slope(b)±SE	LC_{90}	LC_{50}	العزلة Isolate
0.296±0.998-	0.46±0.195	$10^{11}\times4$	$10^{6}\times1$	0.310±1.125-	0.47±0.097	$^{23}10\times7$	$^{10}10\times4$	b6
0.293±0.934-	0.045±0.156	$10^{14}\times1$	$10^{6}\times9$	0.321±1.949-	0.048±0.246	$^{13}10\times1$	$^{8}10\times8$	b7
0.448±1.609-	0.084±0.479	$10^{7}\times1$	$10^{4}\times2$	0.312±1.764-	0.050±0.347	$^{9}10\times5$	$^{6}10\times1$	b8
0.435±2.388-	0.081±0.575	$10^{7}\times2$	$10^{5}\times1$	0.322±1.974-	0.094±0.511	$^{9}10\times1$	$^{5}10\times8$	b10

القيم مأخوذة من تحليل البروبيت في برنامج SPSSعند حد الثقة 95% وفق المعادلة: Y=a+ bX: حيث X =قيمة اللوغاريتم العشري للتركيز وY =قيم بروبيت نسب الموت المصححة، b = ميل خط السمية (Slope) و a = قيمة الثابت (Intercept) في معادلة انحدار خط السمية.

The values are taken from the probate analysis in the spss program at P=0.05 according to the equation: Y = a + bX: where X is the logarithm value of concentration and Y is the Probit value of the corrected mortality rate.

جدول 5. نسب الموت ونسب الموت المصححة % لطور البالغة لحشرة حافرة أوراق البندورة/الطماطم (*T. absoluta*) خلال 8 أيام وباستخدام ثلاثة تراكيز مختلفة لأربع عزلات محلية من الفطر *B. bassiana*

Table 5. Means of mortality and corrected mortality rates of *T. absoluta* adults during 8 days after application using three different concentrations of four local isolates of the entomopathogenic fungus *B. bassiana*.

نسبة الموت المصححة لطور البالغات % Corrected mortality rates of adults %				نسبة الموت لطور البالغات % Mortality rates of adults %				التركيز بوغ/مل concentration Conidia/ml	المعاملة Treatment
اليوم الثامن 8th day	اليوم السادس 6th day	اليوم الرابع 4th day	اليوم الثاني 2nd day	اليوم الثامن 8th day	اليوم السادس 6th day	اليوم الرابع 4th day	اليوم الثاني 2nd day		
-	-	-	-	3.33 d	3.33 c	0.00 c	0.00 a	0	الشاهد Control
41.11	34.44	10.00	0.00	43.33 c	36.67 b	10.00 bc	0.00 a	$^{4}10\times2$	b6
37.78	30.74	30.00	3.33	40.00 c	33.33 b	30.00 a	3.33 a		b7
68.89	55.19	23.33	6.67	70.00 a	56.67 a	23.33 ab	6.67 a		b8
54.81	47.78	26.67	3.33	56.67 b	50.00 b	26.67 a	3.33 a		b10
				11.51	16.94	15.58	8.14		$LSD_{0.05}$
-	-	-	-	3.33 c	3.33 c	0.00 c	0.00 b	0	الشاهد Control
59.26	52.22	26.67	13.33	60.00 b	53.33 b	26.67 b	13.33 b	$^{6}10\times2$	b6
55.56	38.52	30.00	10.00	56.67 b	40.00 b	30.00 b	10.00 ab		b7
89.63	79.63	63.33	16.67	90.00 a	80.00 a	63.33 a	16.67 a		b8
86.67	83.33	63.33	20.00	86.67 a	83.33 a	63.33 a	20.00 a		b10
				19.93	24.41	19.93	15.58		$LSD_{0.05}$
-	-	-	-	3.33 c	3.33 c	0.00 b	0.00 b	0	الشاهد Control
72.96	65.93	50.00	20.00	73.33 b	66.67 b	50.00 a	20.00 a	$^{8}10\times2$	b6
62.22	55.19	46.67	23.33	63.33 b	56.67 b	46.67 a	23.33 a		b7
100.00	96.67	66.67	23.33	100.00 a	96.67 a	66.67 a	23.33 a		b8
100.00	90.00	66.67	26.67	100.00 a	90.00 a	66.67 a	26.67 a		b10
				14.0.9	22.03	23.01	14.09		$LSD_{0.05}$

المتوسطات التي تتبعها الحروف نفسها في العمود نفسه لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%.

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05

أما عند التركيز الأعلى $^{8}10\times2$ بوغة/مل، كان التأثير المعنوي للعزلات b6، b7، b8 و b10 مماثلاً لما كانت عليه في التركيز السابق في اليوم الأخير من التطبيق، وكانت نسب الموت المسجلة لديها 72.96، 62.22، 100.00 و 100.00%، على التوالي. وحققت أقل قيم للزمن القاتل النصفي عند هذا التركيز، فقد تراوحت قيم LT_{50} ما بين 5.5 و 3.2 يوماً من العزلة الأقل إمراضية b7 وصولا للعزلة الأشد إمراضية b8، أما قيم LT_{90} تراوحت بين 13.4 و5.2 يوما لدى نفس العزلات (جدول 6).

التراكيز القاتلة النصفية لبالغات حافرة أوراق البندورة/الطماطم

بيّنت نتيجة تحليل البروبيت لعزلات الفطر الأربع المدروسة في اليوم الأخير للتجربة (اليوم الثامن) أن قيم التركيز القاتل النصفي (LC_{50}) تراوحت بين $^{6}10\times9$ و $^{4}10\times2$ بوغة/مل (جدول 4). حيث ظهرت القيمة الأقل لدى العزلة b8 تلتها العزلة b10 وكانت أعلى قيمة للعزلة b7.

ويمثل شكل 1 خطوط انحدار العلاقة ما بين قيم بروبيت نسب الموت المصححة ولوغاريتم التركيز المستخدم لكل عزلة، حيث يبدو التقارب لدرجة التطابق بين العزلتين b8 و b10 الأشد إمراضية والفرق

بينهما وبين العزلتين b6 و b7 الأقل فاعلية. وتجدر الإشارة هنا إلى أنه كلما زاد انحدار الخط دلّ على ارتفاع السمية.

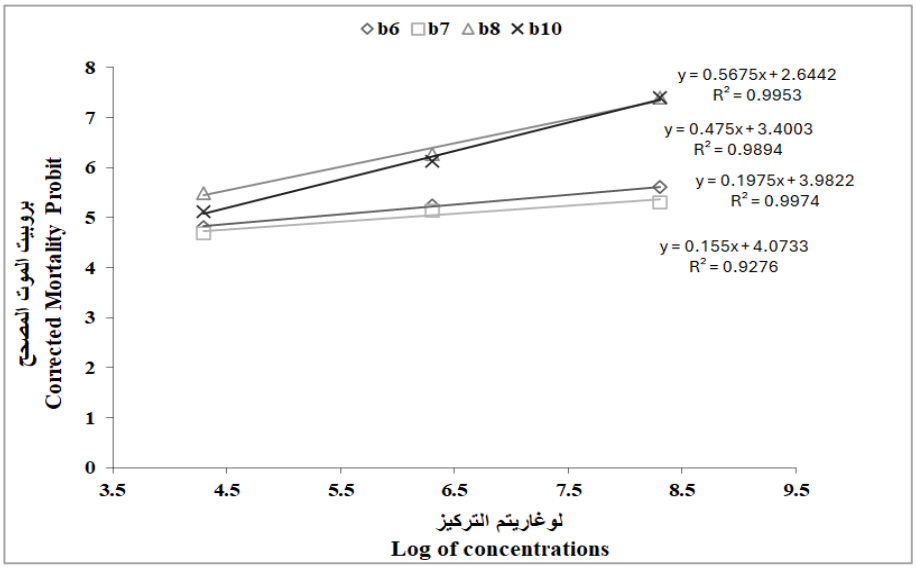
كانت نتائج استخدام بعض العزلات المحلية للفطر *B. bassiana* على بالغات حافرة أوراق البندورة/الطماطم (*T. absoluta*) متطابقة مع ما حققه استخدام راشح الفطر عليها من قبل عزيز وآخرون (2012)، فقد بلغت نسبة الموت للبالغات المعاملة بالفطر 100% مقابل 0.0 % للشاهد، وقد سُجلت نفس نسبة الموت لدى العزلتان b8 و b10 في اليوم الأخير للتجربة في دراستنا، وعندما قام Kaoud (2014) برش بالغات الحشرة بالمعلق البوغي للفطر بتركيز 32×10^{3} بوغة/مل سبب موتاً بنسبة 60% وهذا يتفق مع دراستنا حيث أن استخدام الفطر بالتراكيز المنخفضة نسبياً يقلل نسبة الموت لدى الحشرة.

يتضح من هذه الدراسة قدرة العزلات المحلية من الفطر *B. bassiana* على إمراضية كلٍّ من بيض وفراشات حافرة أوراق البندورة/الطماطم بدرجات متفاوتة تحت الظروف المخبرية وهذا يجعلها مرشحة لمزيد من الدراسات وبخاصةٍ العزلات الأشد إمراضية منها لمتابعة الدراسة عليها وتحديد كفاءتها في السيطرة على الإصابة ضمن ظروف البيت المحمي.

جدول 6. الزمن القاتل النصفي (LT_{50}) والزمن القاتل (LT_{90}) للعزلات المحلية للفطر *B. bassiana* على بالغات حافرة أوراق البندورة/الطماطم.
Table 6. LT_{50} and LT_{90} of four local isolates of the entomopathogenic fungus *B. bassiana* on *T. absoluta* adults.

SE ± Intercept(a)	SE ± Slope(b)	LT_{90}	LT_{50}	التركيز بوغة/مل Concentration (Conidia/ml)	العزلة Isolate
0.265±2.630-	0.042±0.328	11.9	8.0	$^{4}10\times2$	b6
0.179±1.529-	0.031±0.236	11.9	6.5	$^{6}10\times2$	
0.166±1.121-	0.030±0.236	10.2	4.8	$^{8}10\times2$	
0.195±1.602-	0.031±0.178	16.2	9.0	$^{4}10\times2$	b7
0.183±1.556-	0.032±0.216	13.2	7.2	$^{6}10\times2$	
0.162±0.904	0.029±0.164	13.4	5.5	$^{8}10\times2$	
0.20±2.051-	0.034±0.334	10.0	6.1	$^{4}10\times2$	b8
0.177±1.425-	0.035±0.367	7.40	3.9	$^{6}10\times2$	
0.231±2.034-	0.061±0.633	5.20	3.2	$^{8}10\times2$	
0.20±1.916-	0.034±0.277	11.5	6.9	$^{4}10\times2$	b10
0.172±1.249-	0.034±0.335	7.6	3.7	$^{6}10\times2$	
0.203±1.639-	0.049±0.508	5.7	3.2	$^{8}10\times2$	

القيم مأخوذة من تحليل البروبيت في برنامج SPSS عند حد الثقة 95% وفق المعادلة: Y=a+ bX : حيث X = قيمة اللوغاريتم العشري للتركيز، و Y = قيم بروبيت نسب الموت المصححة. b = انحدار خط السمية (Slope) و a = قيمة الثابت (Intercept) في معادلة انحدار خط السمية.
The values are taken from the probit analysis in the SPSS program at P=0.05 according to the equation: Y = a + bX, where X is the logarithmic value of concentration and Y is the probit value of the corrected mortality rate.



شكل 1. العلاقة بين التراكيز المختلفة لعزلات الفطر *B. bassiana* ونسبة الموت المصحح لفراشات حافرة أوراق البندورة/الطماطم (*T. abslouta*).
Figure 1. The relationship between different concentrations of *B. bassiana* isolates and the corrected mortality rate of *T. abslouta* Adults.

Abstract

Hasan, A.H., M. Ahmad, O. Hamoudi and M. Moufleh. 2024. Virulence of Local Isolates of The Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* on Egg and Adult Stages of Tomato Leaf Miner, *Tuta absoluta*. Arab Journal of Plant Protection, 42(3): 340-348. https://doi.org/10.22268/AJPP-001252

The efficacy of four local isolates of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales), (b6 isolated from citrus orchard soil (Harisoon), b7 from greenhouse soil (Alkhrab), b8 from palm weevil pupae (Lattakia) and b10 from olive orchard soil (Mengella), were tested on the egg and adult stages of the tomato leafminer *Tuta absoluta* by direct spraying for each stage with three different concentrations of fungal spore suspensions 2×10^4, 2×10^6 and 2×10^8 spores/ml. The results obtained showed that both insect stages were very sensitive to fungal infection to varying degrees and there were significant differences in the hatching rate and adult mortality rate caused by the four isolates in comparison with the control treatment. The b8 and b10 isolates were the most effective on both insect stages at all concentrations tested. Corrected mortality rates at the highest concentration (2×10^8 spore/ml) were 82.59% for b8 isolate and 86.30% for b10 isolate on eggs and LC_{50} was 1×10^6 spores/ml for b8 isolate and 8×10^5 spores/ml for b10 isolate, whereas the corrected mortality rate for both were 100% on adults, 8 days after treatment, and by using the highest spore concentration. The LT_{50} was 3.2 days for both isolates and the LC_{50} was 2×10^4 spores/ml for b8 isolate and 1×10^5 spores/ml for b10 isolate under laboratory conditions.

Keywords: Biological control, *Beauveria bassiana*, *Tuta absoluta*, mortality, LT_{50}, LC_{50}.

Affiliation of authors: *A.H. Hasan[1,2*], M. Ahmad[1], O. Hamoudi[2] and M. Moufleh[2]. (1) Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Latakia, Syria; (2) General Authority for Scientific Agricultural Research, Syria. [*]Email address of the corresponding author: amal.haj@gmail.com*

References

cartucho do milho no Estado do Ceará. Ciên. Agronomy, 18:35-39

Desneux, N., E. Wajnberg, K.A.G. Wyckhuys, G. Burgio, S. Arpaia, C.A. Narváez-Vasquez, J. González-Cabrera, D. C. Ruescas, E. Tabone, J. Frandon, J. Pizzol, C. Poncet, T. Cabello and A. Urbaneja. 2010. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, history of invasion and prospects for biological control. Journal of Pest Science, 83:197-215. https://doi.org/10.1007/s10340-010-0321-6

Destéfano, R.H.R., S.A.L. Destéfano and C.L. Mesias. 2004. Detection of *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* within infected sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera, Pyralidae) using specific primers. Genetics and Molecular Biology, 27(2):245-252.

Eilenberg, J. and N.V. Meyling. 2007. Occurrence and distribution of soil borne entomopathogenic fungi within a single organic agroecosystem. Agriculture Ecosystems and Environment, 113(1):336-341. https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.10.011

Grimm, C. 2001. Economic feasibility of a small-scale production plant for entomopathogenic fungi in Nicaragua. Crop Protection, 20(7):623-630. https://doi.org/10.1016/S0261-2194(01)00021-7

Hajek, A.E. and I. Delalibera. 2009. Fungal pathogens as classical biological control agents against invasive arthropods. BioControl, 55(1):147-158. https://doi.org/10.1007/s10526-009-9253-6

Harizanova, V., A. Steva and M. Mohamedova. 2009. Tomato leaf miner, *Tuta absoluta*(Povolny) (Lepidoptera; Grlechiidae) - first record in Bulgaria. Agricultural Science and Technology, 1(3):95-98.

Hatim, N. 2010. Final Report of the Consultancy Mission On the tomato leaf miner: *Tuta absoluta* (Meyrick) in Syrian Arab Republic. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 13 pp.

المراجع

السعود، نسرين حسين، دمر هاشم نمور وعلي ياسين علي. 2017. حساسية بيض عثة درنات البطاطا/البطاطس *Phthorimaea operculella* لعزلات محلية من الفطر الممرض *Beauveria bassiana*. مجلة وقاية النبات العربية، 35(2):110-116.

***[Alsaoud, N.H., D.H. Nammour and A.Y. Ali**. 2017. Susceptibility of the egg stage of potato tuber moth Phthorimaea operculella to native isolates of Beauveria bassiana. Arab Journal of Plant Protection, 35(2):11 0-116. (In: Arabic)]*

عزيز، خضير عباس، صباح لطيف علوان، سعدي محمد هلال وعلي عبد الحسين كريم .2012. المكافحة الحيوية لعثة الطماطة الأمريكية الجنوبية (Meyrick) *T. absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) مختبرياً. مجلة الكوفة للعلوم الزراعية، 4(1):195-209.

[Aziz, K.A., S.L. Alwan, S.M. Hilal and A.A. Kareem.** 2012.Biological Control of Tuta absoluta (Meyrick, 1917) (Lepidoptera:Gelechiidae) in Laboratory. Al Kufa Journal of Agricultural Sciences, 4(1):195-209. (In: Arabic)**].

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology, 18:265-267. http://dx.doi.org/10.1093/jee/18.2.265a

Abdel-Baky, N.F., S.S. Alhewairini and M.M.S. Bakry. 2019. Emamectin Benzoate against *Tuta absoluta* and *Spodoptera littoralis* boisduval larvae. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 56:801-808. https://doi.org/10.21162/PAKJAS/19.8082

Abdel-Baky, N.F., S.S. Alhewairini, M.M. Al-Azzazy, N.Z. Qureshi, M. Al-Deghairi and J. Hajjar. 2021. Efficacy of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* against *Tuta absoluta* (lepidoptera: Gelechiidae) eggs under laboratory conditions. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 58(2):743-750. https://doi.org/10.21162/PAKJAS/21.52

Alves, A.M.A., J.H.R. Santos, J.F. Alves and J.P. Oliveira. 1987. Controladores naturais da lagarta do

Li, Z. 1987. A list of the insect hosts of *Beauveria bassiana*. In: First National Symposium on entomogenous fungi. Gongzhuling, Jilin, People's Republic of China

Poinar, J.R. and G.O. Thomas. 1984. Laboratory Guide to Insect Pathogens and Parasites. Plenum Press, New York. 379 pp.

Rodriguez, M.S., M.P. Gerding and A. France. 2006. Selección de aislamientos de hongos entomopatógenos para el control de huevos de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidóptera: Gelechiidae). Agricultura Técnica, 66(2):151-158. http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072006000200005

Samson, R.A. 1981. Identification Entomopathogenic Deuteromycetes. Pp. 93-106 In: Microbial control of pests and plant disease 1970–1980. H. D. Burges (ed.). Academic Press, London.

Vandenberg, J.D., A.M. Shelton, W.T. Wilsey and M. Ramos. 1998. Assessment of *Beauveria bassiana* sprays for control of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) on crucifers. Journal of Economic Entomology, 91(3):624-630. https://doi.org/10.1093/jee/91.3.624

Vargas, H. 1970. Observaciones sobre la biologia enemigos naturales de las polilla del tomate, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick). IDESIA, Universidad del Norte-Arica, 1:75-110.

Zimmermann, G. 1986. The 'Galleria bait method' for detection of entomopathogenic fungi in soil. Journal of Applied Entomology, 102(1-5):213-215. https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1986.tb00912.x

Humber, R.A., 2012. Identification of entomopathogenic fungi. Pp. 151-187. In*:* Manual of Techniques in Invertebrate Pathology. Second Edition. L.A. Lacey (ed.). Elsevier, London, UK. https://doi.org/10.1016/C2010-0-66784-8

Inglis, G.D., M.S. Goettel, T.M. Butt and H. Strasser. 2001. Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests, Pp. 23-69. In*:* Fungi as Biocontrol Agents: Progress, Problems and Potential. T.M. Butt, C. Jackson and N. Magan, (eds.). CABI Publishing, Wallingford, UK.

Kaoud, H.A. 2014. Alternative methods for the control of *Tuta absoluta*. Global Journal of Multidisciplinary and Applied Sciences, 2:41-46.

Lacey, L.A., S.P., Arthurs, A.L. Kinght and J. Huber. 2007. Microbial control of lepidopteran pests of apple orchards. Pp. 527-546. In*:* Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology. L A. Lacey and H.K. Kaya (eds.). Springer Dordrecht, Germany. https://doi.org/10.1007/978-94-017-1547-8

Larrain, P. 1992. Plagas en cultivos bajo plastico. Investigacion y Progreso Agropecuario. La Platina, 73:41-52.

Lezama-Gutiérrez, R., J.J. Hamm, J. Molina-Ochoa, M. López-Edwards, A. Pescador-Rubio, M. González-Ramirez and E.L. Styer. 2000. Occurrence of entomopathogens of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Mexican states of Michoacán, Colima, Jalisco and Tamaulipas. Florida Entomologist, 84(1):23-30. https://doi.org/10.2307/3496658

Received: November 22, 2022; Accepted: September 1, 2023

تاريخ الاستلام: 2022/11/22؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2023/9/1