اختبار كفاءة عزلات محلية من فطر *Beauveria bassiana* تجاه الأطوار غير الكاملة لدودة الحشد الخريفية (*Spodoptera frugiperda*)

باسل الشديدي[1،2]، جودة فضول[2] وعبد النبي بشير[1،2*]

(1) مركز بحوث ودراسات المكافحة الحيوية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية؛ (2) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

*البريد الإلكتروني للباحث المراسل: basherofeckey11@gmail.com

الملخص

الشديدي، باسل، جودة فضول وعبد النبي بشير. 2023. اختبار كفاءة عزلات محلية من فطر *Beauveria bassiana* تجاه الأطوار غير الكاملة لدودة الحشد الخريفية (*Spodoptera frugiperda*). مجلة وقاية النبات العربية، 41(4): 384–390.

https://doi.org/10.22268/AJPP-41.4.384390

تُعدّ دودة الحشد الخريفية (*Spodoptera frugiperda* J E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) واحدة من الآفات الرئيسة على محصول الذرة، وتُعدّ الفطور الممرضة للحشرات من أهم الاستراتيجيات المستخدمة في إدارة هذه الآفة على عكس مبيدات الآفات الصنعية التي تشكل خطراً على الإنسان والبيئة والتنوع الحيوي. أجريت التجارب في مركز بحوث ودراسات المكافحة الحيويّة (BCSRC) في كلية الزراعة، جامعة دمشق، خلال الأعوام 2020–2022. تم تقييم كفاءة 7 عزلات من فطر *Beauveria bassiana* (Bals-Criv) Vuill. على الأطوار غير الكاملة لدودة الحشد الخريفية. حققت العزلة KA.1 والعزلة BS.5 أعلى نسبة مئوية لموت البيض بلغت 88.17 و83.40%، على التوالي، عند تطبيقها بتركيز 1×10^8 بوغ/مل بعد 7 أيام من المعاملة. وأدت المعاملة بالعزلة BS.5 إلى موت اليرقات حديثة الفقس بنسبة 54.77% عند تطبيق التركيز نفسه، ولم يكن هناك تأثيرٌ كبير على يرقات العمر الثاني والعذارى، وكانت أعلى نسبة مئوية لموت العذارى للعزلة KA.1 21.27% بعد أسبوعين من المعاملة، وبالتالي يمكن استخدام فطر *B. bassiana* في مكافحة وضبط مجتمع حشرة دودة الحشد خاصة في الأعمار اليرقية الأولى من حياتها.

كلمات مفتاحية: ممرضات الحشرات، الفطور، الأعمار اليرقية، *Spodoptera frugiperda*.

المقدمة

تُعدّ الذرة من أهم محاصيل الحبوب الغذائية والصناعية في جميع أنحاء العالم، وتأتي في المرتبة الثالثة بعد القمح والأرز من حيث المساحة المزروعة والإنتاج (FAO, 2017)، وتحتل الذرة الصفراء في سورية المرتبة الثالثة بعد القمح والشعير (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2011). يتعرض محصول الذرة للعديد من الآفات والأمراض وتُعدّ دودة الحشد الخريفية (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) حالياً من أهم وأخطر الآفات والتي تصيب أكثر من 350 نوع من النباتات المضيفة إلا أنها تفضل التغذية على محصول الذرة (Udayakumar *et al.*, 2021).

تعرضت محاصيل الذرة للتهديد بسبب الغزو الأخير لدودة الحشد الخريفية في العديد من البلدان وخاصة الصين (He *et al.*, 2021؛ Yeboah *et al.*, 2021)، حيث تتغذى يرقات هذه الحشرة على جميع أجزاء النبات، وتسبب خسائر فادحة في المحصول إذا لم تتم مكافحتها والسيطرة عليها في الوقت المناسب (Toepfer *et al.*, 2021). يفضل معظم مزارعي الذرة في العالم استخدام المبيدات الكيميائية لمكافحة هذه الآفة والتقليل من أضرارها (Susanto *et al.*, 2021)، ولكن الاستخدام المستمر للمبيدات أدى إلى ظهور صفة المقاومة تجاه المبيدات عند هذه الحشرة والآفات الحشرية المختلفة في جميع أنحاء العالم (Bolzan *et al.*, 2019؛ Liu *et al.*, 2022). إن برامج الإدارة القائمة على استخدام المبيدات الكيميائية غير مستدامة بالإضافة إلى تأثيرها السلبي على النظام البيئي والأعداء الحيوية والإنسان (Gu *et al.*, 2018)، لذلك ركزت الدراسات الحديثة على تطوير واستخدام استراتيجيات آمنة بيئياً لإدارة هذه الآفة (Zhang *et al.*, 2019). تعد المبيدات الحيوية حالياً من أكثر الممارسات استدامة واقتصادية والتي يمكن أن تكون مكوناً رئيساً للإدارة المتكاملة للآفات (Qadir *et al.*, 2021). هناك العديد من المسببات المرضية بما في ذلك البكتيريا والفيروسات والفطور التي لها تأثير واضح على دودة الحشد الخريفية

https://doi.org/10.22268/AJPP-41.4.384390
© 2023 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

(Gardner *et al.*, 1984). تتمتع الفطور الممرضة للحشرات بفعالية مميزة وتظهر بسرعة كبدائل أولية عن المبيدات الحشرية الصناعية، ومن الفطور الممرضة للحشرات *Metarhizium anisopliae* و *B.* bassiana التي تعد من أكثر عوامل المكافحة الحيوية فاعلية بالنسبة لمنتجات المبيدات الحيوية النشطة التي تم تسجيلها من قبل وكالة حماية البيئة الأمريكية عام 2016 (Montalva *et al*., 2016).

تم عزل فطر *B. bassiana* لأول مرة في القرن التاسع عشر من يرقات دودة القزّ (الحرير) ومنذ ذلك الحين أصاب أكثر من 200 نوع من الحشرات التي تنتمي إلى رتب مختلفة (Nakahara *et al.*, 2009). ويتكامل الفطر الممرض *B. bassiana* مع المبيدات الحشرية ضد الآفات الحشرية في الغابات والمزارع في الصين (Feng *et al.*, 1994)، ويمكن للفطور الممرضة للحشرات أن تعزز برامج الإدارة المتكاملة للآفات، وتقلل من التأثير البيئي السلبي للمبيدات الحشرية (Ramiro *et al*., 2013). وتعدّ عزلات *B. bassiana* عامل مكافحة حيوية سليم للسيطرة على دودة الحشد الخريفية (Idrees *et al.*, 2021)، وتضمن الفطور الممرضة للحشرات بيئة صحية وعالم آمن غذائياً عند استخدامها في المكافحة الحيوية للآفات (Rajula *et al.*, 2020).

تم اختبار الفطور الممرضة للحشرات على الأطوار المختلفة لحشرة دودة الحشد الخريفية وذلك من أجل تحديد العزلات الأكثر كفاءة في مكافحة الأطوار المختلفة لحشرة دودة الحشد الخريفية لتحديد العمر أو الطور الأكثر ملاءمة لاستهدافه في برامج المكافحة الحيوية والإدارة المتكاملة لهذه الآفة (Akutse *et al*., 2019)، كما تم التأكيد على مقدرة الفطور الممرضة للحشرات على إصابة أي طور من أطوار الحشرات ومع ذلك فإن هذا لا يعني أن جميع أطوار الحشرة معرضة للإصابة بالدرجة نفسها (Opisa *et al*., 2018). نظراً لقلة الدراسات في سورية حول اختبار عزلات محلية من الممرضات الحشرية ومنها الفطر *B. bassiana* لمكافحة دودة الحشد الخريفية الغازية حديثاً في سورية، وللتوجّه إلى نظام الإدارة المتكاملة لهذه الآفة بالاعتماد على المبيدات الحيوية ذات القدرة على التقليل من أعداد الآفة المُستهدفة أو القضاء عليها، فقد هدف هذا البحث إلى تحديد العزلات الأكثر كفاءة من فطر *B. bassiana* في مكافحة الأطوار غير الكاملة لدودة الحشد الخريفية.

مواد البحث وطرائقه

جمع العينات الحشرية

جُمعت بيوض ويرقات وعذارى دودة الحشد الخريفية من حقول ذرة صفراء مصابة بهذه الآفة ومن مناطق مختلفة في المنطقة الجنوبية من سورية (دمشق وريف دمشق) وغير معاملة بالمبيدات. تم وضع لطع البيض في أطباق بتري قياس 9 سم لوقت فقس البيوض وتم تربية اليرقات مختبرياً على أوراق الذرة الغضة في صواني بلاستيكية بأبعاد 25×15×5 سم، حيث وضعت في كل صينية 15 يرقة، وتم تغطيتها من الأعلى بالموسلين لغرض التهوية. أما العذارى فقد وضعت في حوجلات زجاجية كبيرة سعة 1 لتر تحتوي على ورق ترشيح رُطِب بالماء المقطر للحفاظ عليها من الجفاف. حُضنت جميع العبوات عند حرارة 25±1°س ورطوبة نسبية 70±5% وفترة إضاءة 12:12 ساعة (ضوء: ظلام). نُقلت بالغات الحشرة عند خروجها من العذارى إلى نباتات ذرة مزروعة في أصص بلاستيكية صغيرة ثُبث على كل منها ناقوس زجاجي، سدّت فوهتها العليا بالموسلين وبواقع 3 إناث و5 ذكور للناقوس الواحد لغرض التزاوج ووضع البيض. وضع بأرضية كل ناقوس طبق زجاجي صغير به قطن مرطب بمحلول سكري 10% لتغذية البالغات. جُمع البيض الذي وضعته الإناث بعد 48 ساعة وتم توزيعه على صواني حاوية على قطع من أوراق نبات الذرة الغضة لتغذية اليرقات بعد الفقس، وبتكرار هذه الطريقة حصلنا على الحشرات المطلوبة لإتمام الاختبارات عليها (Idrees *et al*., 2021).

جمع العزلات الفطرية

تم الحصول على بعض العزلات الفطرية من التربة باستخدام طريقة المصيدة ذات الطعم، وعزلات أخرى تم الحصول عليها من حشرات مصابة تم جمعها من حقول مختلفة. تم توصيف هذه العزلات بالاعتماد على المفاتيح التصنيفية المعروفة بناءً على الخصائص الشكلية والمجهرية (شكل، لون، أبعاد وبنية المزرعة الفطرية وشكل الأبواغ) باستخدام المجهر الضوئي نوع Nikon - Eclipse 80i Digital microscopy في مختبر الممرضات الحشرية، مركز بحوث ودراسات المكافحة الحيوية، كلية الزراعة، جامعة دمشق. جُددت هذه العزلات بإعادة زراعتها على وسط PDA وتحضينها عند حرارة 25±1°س في الظلام (جدول 1).

تحضير المعلق البوغي

حُضر المعلق البوغي للعزلات الفطرية بإضافة 5 مل من الماء المقطر المعقم إلى مزرعة فطرية بعمر سبعة أيام مع إضافة 0.2 مل من مادة Tween-80 بتركيز 0.05%. كُشط سطح المزرعة الفطرية بوساطة أداة كاشطة ومعقمة على شكل حرف L لتحرير الأبواغ.

رُشحت محتويات الطبق بواسطة قمع زجاجي مثبت يحتوي على قطعة شاش معقمة مع إضافة 5 مل من الماء المقطر المعقم مرة أخرى لضمان ترشيح جميع الأبواغ الفطرية، وجُمع الراشح ومقداره 10 مل في دورق زجاجي واستخدم كمحلول أساس (Stock solution)

(Scott & Chakraborty, 2010). أُخذ 1 مل من هذا الراشح ووضع على شريحة عدّ كريات الدم لعدّ الأبواغ والحصول على التراكيز المطلوبة من كل عزلة 1×10^{6}، 1×10^{7}، 1×10^{8} بوغ/مل. ثم إضافة بضع قطرات من Tween-80 بتركيز 0.05% كمادة ناشرة، بينما أُستخدم الماء المقطر المعقم بدون أي إضافة كشاهد (Lacey,1997).

اختبار كفاءة عدّة تراكيز من معلق أبواغ الفطر *B. bassiana* على البيوض واليرقات حديثة الفقس لدودة الحشد الخريفية

تم الحصول على البيض بعمر 1–2 يوماً من الحشرات البالغة التي تم تربيتها مختبرياً، وباستخدام مكبرة OLYMPUS (SZ61-JAPAN-WD38) وفرشاة شعر السامور رقم 0. تم وضع 30 بيضة في كل طبق بتري يحوي ورق ترشيح معقم، ورُشت البيوض باستخدام مرشة يدوية بواقع ثلاثة مكررات لكل تركيز وتم تسجيل النسبة المئوية لفقس البيض بعد 7 أيام من المعاملة. وضعت اليرقات حديثة الفقس على أوراق الذرة الطازجة في صواني بلاستيكية مستطيلة بأبعاد 25×15×5 سم بعد وضع ورق ترشيح معقم في أسفلها وحُضنت الصواني عند حرارة 25±1°س ورطوبة نسبية 70±5% مع المراقبة اليومية لتسجيل النسبة المئوية للموت لمدة 7 أيام، بهدف معرفة تأثير التراكيز المستخدمة، تم حساب نسبة الموت كل 5 أيام ولمدة 15 يوماً، ثم استخرجت النسبة وصححت نسبة الموت في الشاهد باستخدام معادلة Abbott's التالية (Abbott,1925):

$$\text{نسبة الموت المصححة (\%)} = \frac{\text{نسبة الموت في المعاملة - نسبة الموت في الشاهد}}{\text{100- نسبة الموت في الشاهد}} \times 100$$

جُمعت اليرقات الميتة وتم إجراء تعقيمٍ سطحي لها ثم غسلها بالماء المقطر المعقم ووضعت في أطباق بتري تحوي ورق ترشيح معقم وحضنت، وتمت مراقبة نمو الفطور عليها (Idrees *et al*., 2021).

اختبار كفاءة عدّة تراكيز من معلق أبواغ الفطر *B. bassiana* على يرقات العمر اليرقي الثاني لدودة الحشد الخريفية

استخدمت التراكيز 1×10^{6}، 1×10^{7} و 1×10^{8} بوغ/مل وتمت دراسة تأثيرها في الأعمار اليرقية لحفار ساق الذرة، بنقل 20 يرقة من العمر الثاني من حجرة التربية إلى صواني بلاستيكية بأبعاد 25×15×5 سم تحوي أوراق الذرة الطازجة التي تم رشها بالمعلق البوغي بالتراكيز التي تم تحضيرها سابقاً، ثم رشت اليرقات بـ 2 مل من معلق أبواغ الفطر من التراكيز سابقة الذكر المضاف إليها Tween-80 بتركيز 0.05% بوساطة مرشة يدوية سعتها 20 مل رشاً مباشراً من مسافة 10–15 سم وذلك لضمان وصول المعلق البوغي لليرقات.

غُطيت الأوعية المعاملة بالموسلين لمنع خروج اليرقات، وذلك في ثلاثة مكررات لكل معاملة بينما رُشت معاملة الشاهد بالماء المقطر المعقم، ثم وضعت اليرقات المعداة في الحاضنة عند حرارة 25±1°س ورطوبة نسبية 70% وتمت مراقبتها بشكل يومي مع تسجيل عدد اليرقات الميتة وذلك لحساب النسبة المئوية للموت كما في المعادلة السابقة (Sharififard *et al*., 2011).

اختبار كفاءة عدّة تراكيز من معلق أبواغ الفطر *B. bassiana* على عذارى دودة الحشد الخريفية

نُقلت 10 عذارى من حجرة التربية بعمر 24 ساعة إلى حوجلة زجاجية سعة 500 مل وضع في أسفلها ورق ترشيح معقم، حيث تم رش العذارى بـ 2 مل من كل معلق بوغي من التراكيز المحضرة سابقاً بوساطة مرشة يدوية سعة 20 مل، وثم تغطية الحوجلات بالموسلين، وكُررت العملية ثلاث مرات، أما معاملة الشاهد فقد رُشت بالماء المقطر المعقم بعد إضافة المادة الناشرة Tween-80 له بتركيز 0.05%. حُضنت الأوعية في الحاضنة عند حرارة 25±1°س ورطوبة نسبية 70% وتمت مراقبتها بشكل يومي وتسجيل النسبة المئوية للموت والتشوه للعذارى ونسبة خروج الحشرات الكاملة (Liu *et al*., 2022).

جدول 1. بيانات العزلات المستخدمة في هذه الدراسة لمكافحة دودة الحشد الخريفية.

Table 1. Information related to *B. bassiana* isolates tested against fall armyworm in this study.

العزلات Isolates	العائل Host	مكان الجمع Site of collection	عام العزل Year of isolation
KA.1 BS.5 SA.3 HE	تربة حقول الذرة Soil of maize field	ريف دمشق Damascus countryside	2020
AJR	حفارات ساق الذرة Maize stem borer	كلية الزراعة Faculty of Agriculture	2021
BC.2 BC.P	يرقات دودة الحشد Fall army worm larvae	مركز المكافحة الحيوية Biological control Center	2022

التحليل الاحصائي

تم تحليل البيانات باستخدام التصميم العشوائي الكامل (Completely randomized design, CRD) وحُللت النتائج باستعمال طريقة تحليل التباين ONE-WAY ANOVA والمقارنة بين المتوسطات باستخدام أقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى احتمال 0.01 باستخدام برنامج SPSS 22 (IBM Corp, 2013).

النتائج

تأثير عزلات *B. bassiana* في بيوض دودة الحشد الخريفية

أوضحت النتائج (جدول 2) أن النسبة المئوية لنفوق البيض تأثرت باختلاف تركيز عزلات الفطر. كان أعلى متوسط للنسبة المئوية للنفوق في البيض 31.40 و 29.07% للعزلات KA.1 و SA.3، على التوالي، والتي اختلفت معنوياً عن بقية العزلات تلاها العزلة BS.5 التي تسببت بموت 25.90% عند التركيز 1×10^{6} بوغ/مل، كما ارتفع متوسط النسبة المئوية لنفوق البيض عند هذه العزلات في التركيز 1×10^{7} بوغ/مل ليبلغ 70.71، 65.23 و 56.27% للعزلات KA.1، BS.5، SA.3، على التوالي، وكان أعلى نسبة مئوية لنفوق البيض الناتج عن العزلتين KA.1 و BS.5 (88.17 و 83.40%، على التوالي)، وكذلك العزلتين SA.3 و AJR (78.73 و 58.57%، على التوالي)، عند استخدام تركيز 1×10^{8} بوغ/مل، وكانت أقل نسبة نفوق أحدثتها العزلة BC.P (31.67%) عند استخدام نفس التركيز.

تأثير عزلات *B. bassiana* في اليرقات حديثة الفقس

أشارت النتائج إلى انخفاض متوسط النسبة المئوية لموت اليرقات الفاقسة حديثاً مقارنة مع النسبة المئوية لموت البيض، وكانت أعلى نسبة مئوية عند استخدام العزلة SA.3 (15.43%) وأقل نسبة للعزلة HE (3.93%) عند استخدام التركيز 1×10^{6} بوغ/مل، وتسببت العزلات BS.5، SA.3 و AJR بموت اليرقات حديثة الفقس بنسبة 35.50، 30.23 و 26.0%، على التوالي، تلتها العزلتان BC.2 و KA.1 (22.13 و21.67%، على التوالي) عند استخدام التركيز 1×10^{7} بوغ/مل، كما تفوقت العزلة BS.5 بأعلى نسبة موت لليرقات حديثة الفقس (54.77%) تلاها العزلتين KA.1 و SA.3 (48.83 و 43.76%) عند استخدام التركيز 1×10^{8} بوغ/مل، في حين ظهرت الإصابة الفطرية على اليرقات حديثة الفقس بنسبة 12% فقط.

تأثير عزلات *B. bassiana* في يرقات العمر الثاني

بينت النتائج أن عزلات *B. bassiana* المستخدمة لم تظهر أي فروق معنوية في قدرتها على التسبب في موت يرقات العمر الثاني لدودة الحشد عند معاملتها بتركيز 1×10^{6} بوغ/مل، حيث تسببت العزلة KA.1 بنسبة موت 10.43% عند المعاملة بالتركيز 1×10^{6} بوغ/مل، وتسببت العزلات SA.3، BS.5 و AJR بمعدل موت 15.43، 13.93 و12.73%، على التوالي عند التركيز 1×10^{7} بوغ/مل. وارتفعت نسبة الموت عند استخدام العزلتين KA.1 و BS.5 (26.57 و 20.47%، على التوالي)، تلتها العزلة SA.3 التي تسببت بنسبة موت بلغت 18.37% عند المعاملة بالتركيز 1×10^{8} بوغ/مل.

تأثير الفطر *B. bassiana* في عذارى دودة الحشد

لم تؤثر عزلات الفطر *B. bassiana* بشكل كبير على موت عذارى دودة الحشد عند معاملتها بالتركيزين 1×10^{6} و1×10^{7} بوغ/مل، تسببت العزلتان KA.1 و BS.5 في موت ما نسبته 21.27 و 17.03% عند استخدام التركيز 1×10^{8} بوغ/مل بعد أسبوعين من المعاملة.

المناقشة

قيمت هذه الدراسة القدرة الإمراضية لسبع عزلات محلية من الفطر *B. bassiana* على الأطوار المختلفة لدودة الحشد الخريفية، وكان من السهل التحكم بمعاملة هذه العزلات بطور البيضة أثناء تطورها وقبل الفقس لأن البيض غير متحرك (Trougakos & Margaritis, 2002). بينت هذه الدراسة مقدرة بعض عزلات الفطر *B. bassiana* على قتل 88.17% من البيض، وتتطابق هذه النتائج مع نتائج سابقة تعرفت على عزلات مختلفة من *B. bassiana* قادرة على التسبب بنسبة مئوية مرتفعة لنفوق بيض دودة الحشد (*S. frugiperda*) (Idrees *et al*., 2021)، ودودة ورق القطن (*Spodoptera exigua*) (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) (Al-Kherb, 2014) و *Maruca vitrata* (Lepidoptera: Crambidae) (Ekesi *et al*., 2002). تطابقت نتائج هذه الدراسة مع ما ذكره Bahar *et al.* (2011) من خلال تأثير الفطر في اليرقات حديثة الفقس، حيث ارتبطت القدرة الإمراضية لبعض العزلات الفطرية ارتباطاً مباشراً بالمرحلة العمرية وأثبتت العزلات الفطرية أنها أكثر فاعلية على يرقات الأعمار الأولى من الأعمار الأخيرة في يرقات حرشفية الأجنحة، كما سببت العزلات المعزولة من التربة أعلى معدل موت من العزلات المعزولة من حفارات الذرة وهذا يتطابق مع ماذكره Ramirez-Rodriguez & Sánchez-Peña (2016). وانخفضت النسبة المئوية للموت في يرقات العمر الثاني بسبب عدم وصول معلق الأبواغ إلى اليرقات بالتركيز الكافي وبالتالي التقليل من فرص الإصابة بالفطور وهذا يتطابق مع ما ذكره Meekes (2001).

لم يكن هناك فروق معنوية في فاعلية عزلات *B. bassiana* في موت عذارى دودة الحشد، ولوحظ أن المراحل المبكرة غير الناضجة كانت أكثر حساسية للعزلات الفطرية الممرضة من المراحل المتأخرة للحشرات، وهذا يتطابق مع دراسات سابقة (Asi et al., 2013؛ Anand, 2009)، التي وجدت أن عزلات الفطر *B. bassiana* لم تُظهر أي فروق معنوية بالنسبة للقدرة الإمراضية في عذارى *Spodoptera litura*، لذلك نوصي بالمكافحة في المراحل المبكرة من حياة دودة الحشد الخريفية للتقليل ما أمكن من الأضرار الناتجة عنها.

جدول 2. النسبة المئوية للموت (المتوسط ± الخطأ المعياري) للأطوار غير الكاملة لدودة الحشد الخريفية المُعاملة بتراكيز مختلفة من عزلات فطر *Beauveria bassiana*.

Table 2. Mortality rate (Mean ± SE) of immature stages of the fall army worm treated with different concentrations of *Beauveria bassiana* isolates.

العذارى Pupae	يرقات العمر الثاني Second instar larvae	يرقات حديثة الفقس Neonates	البيض Eggs	العزلة Isolate
			1×10⁶ conidia/ml	**1×10⁶ بوغ/مل**
0.74±7.08	0.81±10.43	1.12±9.97	1.07±31.40	KA.1
0.43±3.75	0.78±8.67	0.94±13.87	0.98±25.90	BS.5
0.58±3.92	0.61±8.20	0.30±15.43	0.74±29.07	SA.3
0.87±3.85	0.63±8.10	0.59±13.87	1.01±21.23	AJR
0.58±1.10	1.08±4.87	0.87±9.83	0.88±24.33	BC.2
0.10±3.90	1.23±4.70	1.07±6.47	0.63±11.23	BC.P
0.33±1.07	0.32±1.50	1.05±3.93	0.95±11.90	HE
2.16	3.50	3.77	3.82	$LSD_{0.01}$
			1×10⁷ conidia/ml	**1×10⁷ بوغ/مل**
0.87±11.30	0.69±10.13	0.60±21.67	1.35±70.71	KA.1
0.11±7.80	0.64±13.93	1.04±35.50	0.67±65.23	BS.5
0.27±7.97	0.30±15.43	0.95±30.23	1.03±56.27	SA.3
0.58±7.40	0.59±12.73	0.97±26.00	1.20±41.23	AJR
0.32±4.10	0.73±10.03	1.36±22.13	1.01±34.97	BC.2
0.22±3.77	0.75±7.57	0.93±13.07	0.93±14.63	BC.P
0.18±3.37	1.01±4.90	0.95±11.03	1.10±18.20	HE
1.87	2.94	4.18	4.47	$LSD_{0.01}$
			1×10⁸ conidia/ml	**1×10⁸ بوغ/مل**
0.50±21.27	0.84±26.57	0.64±48.83	1.01±88.17	KA.1
1.01±17.03	1.24±20.47	1.32±54.77	0.81±83.40	BS.5
0.6±13.87	0.78±18.37	0.18±43.76	0.82±78.73	SA.3
1.05±10.17	0.92±15.60	0.93±36.07	1.50±58.57	AJR
0.49±7.03	1.33±11.37	0.72±31.40	1.23±51.20	BC.2
0.55±6.97	0.98±11.03	1.19±21.70	1.71±31.67	BC.P
0.71±3.77	0.79±8.30	0.29±18.53	0.77±41.47	HE
3.14	4.23	3.58	4.62	$LSD_{0.01}$

Abstract

Alshadidi, B., J. Faddoul and A. Basheer. 2023. Efficacy of Some Local Isolates of the Fungus *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill Towards the Immature Stages of the Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). Arab Journal of Plant Protection, 41(4): 384-390. https://doi.org/10.22268/AJPP-41.4.384390

The fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) is one of the major pests that attack the maize crop. The use of entomopathogenic fungi is considered one of the most important strategies in managing this invasive pest as opposed to synthetic pesticides that are hazardous to human, environment and biodiversity. The experiments were conducted at the Biological Control Studies and Research Center (BCSRC), Faculty of Agricultural Engineering, University of Damascus during the period 2020-2022. The efficiency of seven *Beauveria bassiana* isolates was evaluated on the immature stages of armyworm. Isolates KA.1 and BS.5 caused the highest eggs mortality rate, 88.17 and 83.40%, respectively, when applied at a concentration of 1 x 10^8 spores/ml^7 days after treatment. Isolate BS.5 caused the highest mortality rate of 54.77% at the same spore concentration and there was no significant effect on second instar larvae and pupae. However, when the isolate KA.1 was used, the highest mortality rate was in the pupa and reached 21.27 % two weeks after treatment. Thus, *B. bassiana* fungus can be applied with high efficiency in controlling the armyworm community, especially in the early larval stages.

Keywords: Entomopathogenic fungi, larval stages, *Spodoptera frugiperda.*

Affiliation of authors: *B. Alshadidi[1,2], J. Faddoul[2], A. Basheer[1,2*]. (1) Biological Control Studies and Research Center, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria; (2) Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Damascus, Syria. *Email address of corresponding author: basherofeckey11@gmail.com*

References

المراجع

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. 2011. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية.

*[**Annual Agricultural Statistical Collection.** 2011. Ministry of Agriculture and Agrarian Reform (MAAR), Damascus, Syria (In Arabic)].*

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

Akutse, K.S., J.W. Kimemia, S. Ekesi, F.M. Khamis, O.L. Ombura and S. Subramanian. 2019. Ovicidal effects of entomopathogenic fungal isolates on the invasive fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Journal of Applied Entomology, 143:626-634. https://doi.org/10.1111/jen.12634

Al-Kherb, W.A. 2014. Virulence bio-assay efficiency of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* for the biological control of *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) eggs and the 1st instar larvae. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 8(3):313-323.

Anand, R., B. Prasad and B.N. Tiwary. 2009. Relative susceptibility of *Spodoptera litura* pupae to selected entomopathogenic fungi. BioControl, 54:85-92. https://doi.org/10.1007/s10526-008-9157-x

Asi, M.R., M.H. Bashir, M. Afzal, K. Zia and M. Akram. 2013. Potential of entomopathogenic fungi for biocontrol of *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Animal and Plant Sciences, 23(3):913-918.

Bahar, M.H., D. Backhouse, P.C. Gregg and R. Mensah. 2011. Efficacy of a *Cladosporium* Sp. fungus against *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), other insect pests and beneficial insects of cotton. Biocontrol Science and Technology, 21:1387-1397. https://doi.org/10.1080/09583157.2011.622036

Bolzan, A., F.E.O. Padovez, A.R.B. Nascimento, I.S. Kaiser, E.C. Lira, F.S.A. Amaral, R.H. Kanno, J.B. Malaquias and C. Omoto. 2019. Selection and characterization of the inheritance of resistance of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to chlorantraniliprole and cross-resistance to Other diamide insecticides. Pest Management Science, 75(10):2682-2689. https://doi.org/10.1002/ps.5376

Ekesi, S., R.S. Adamu and N.K. Maniania. 2002. Ovicidal activity of entomopathogenic hyphomycetes to the legume pod borer *Maruca vitrata* and the pod sucking bug *Clavigralla tomentosicollis*. Crop Protection, 21(7):589-595. https://doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00015-7

FAO. 2017. A report on the fall Armyworm outbreak, a blow to prospects of recovery for southern Africa. FAO, Rome, Italy.

Feng, M.G., G.G. Khachatourians and T.J. Poprawski. 1994. Production, formulation and application of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* for insect control: Current status. Biocontrol Science and Technology, 4(1):3-34. https://doi.org/10.1080/09583159409355309

Gardner, W.A., R. Noblet and R.D. Schwehr. 1984. The Potential of microbial agents in managing populations of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). Florida Entomologist, 67(3):325-332. https://doi.org/10.2307/3494708

Gu, X., P. Cai, Y. Yang, Q. Yang, M. Yao, A. Idrees, Q. Ji, J. Yang and J. Chen. 2018. The response of four braconid parasitoid species to methyl eugenol: Optimization of a biocontrol tactic to suppress *Bactrocera dorsalis*. Biological Control, 122:101-108. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.04.002

He, L.M., S.Y. Zhao, X.W. Gao and K.M. Wu. 2021. Ovipositional responses of *Spodoptera frugiperda* on host plants provide a basis for using Bt-transgenic maize as trap crop in China. Journal of Integrative Agriculture, 20(3):804-814. https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63334-2

IBM. 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. IBM Corp, Armonk, NY.

Idrees, A., Z.A. Qadir, K.S. Akutse, A. Afzal, M. Hussain, W. Islam, M.S. Waqas, B.S. Bamisile and J. Li. 2021. Effectiveness of entomopathogenic fungi on immature stages and feeding performance of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. Insects, 12(11):1044. https://doi.org/10.3390/insects12111044

Lacey, M.E. 1997. Painting as an aid in identifying fungal spores. Pages 7-12. In*:* Aerobiology. S.N. Agashe (ed.). India Oxford and IBH Publishing Co, New Delhi.

Liu, Z.K., X.L. Li, X.F. Tan, M.F. Yang, A. Idrees, J.F. Liu, S.J. Song and J. Shen. 2022. Sublethal effects of emamectin benzoate on fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Agriculture, 12(7):959. https://doi.org/10.3390/agriculture12070959

Meekes, E.T.M. 2001. Entomopathogenic Fungi Against Whiteflies: Tritrophic Interactions between *Aschersonia* Species, *Trialeurodes Vaporariorum* and *Bemisia Argentifolii*, and Glasshouse Crops. Wageningen University, Wageningen, The Netherlands. 174 pp.

Montalva, C., L.F.N Rocha, É.K.K. Fernandes, C. Luz and R.A. Humber. 2016. *Conidiobolus macrosporus* (Entomophthorales), a mosquito pathogen in central Brazil. Journal of Invertebrate Pathology, 139:102-108. https://doi.org/10.1016/j.jip.2016.08.003

Nakahara, Y., S. Shimura, C. Ueno, Y. Kanamori, K. Mita, M. Kiuchi and M. Kamimura. 2009. Purification and characterization of silkworm Hemocytes by flow cytometry. Developmental and Comparative Immunology, 33(4):439-448. https://doi.org/10.1016/j.dci.2008.09.005

Susanto, A., W. Setiawati, B.K. Udiarto and D. Kurniadie. 2021. Toxicity and efficacy of selected insecticides for managing invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on maize in Indonesia. Research on Crops, 22(3):652-665. https://doi.org/10.31830/2348-7542.2021.114

Toepfer, S., P. Fallet, J. Kajuga, D. Bazagwira, I.P. Mukundwa, M. Szalai and T.C.J. Turlings. 2021. Streamlining leaf damage rating scales for the fall armyworm on maize. Journal of Pest Science, 94:1075-1089. https://doi.org/10.1007/s10340-021-01359-2

Trougakos, I.P and L.H. Margaritis. 2002. Novel morphological and physiological aspects of insect eggs. Pages 3-36. In*:* M. Hilkers and T. Meiners (eds.), Chemoecology of Insect Eggs and Egg Deposition. Blackwell, Oxford, UK. https://doi.org/10.1002/9780470760253.ch1

Udayakumar, A., T.M. Shivalingaswamy and N. Bakthavatsalam. 2021. Legume-based intercropping for the management of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* L. in maize. Journal of Plant Diseases and Protection, 128:775-779. https://doi.org/10.1007/s41348-020-00401-2

Yeboah, S., S.A. Ennin, A. Ibrahim, P. Oteng-Darko, D. Mutyambai, Z.R. Khan, M.B. Mochiah, S. Ekesi and S. Niassy. 2021. Effect of spatial arrangement of push-pull companion plants on fall armyworm control and agronomic performance of two maize varieties in Ghana. Crop Protection, 145:105612. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105612

Zhang, H.H., Q.W. Zhang, A. Idrees, J. Lin, X.S. Song, Q.E. Ji, Y.G. Du, M.L. Zheng and J.H. Chen. 2019. Tyrosine hydroxylase is crucial for pupal pigmentation in *Zeugodacus tau* (Walker) (Diptera: Tephritidae). Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology, 231:11-19. https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2019.01.017

Opisa, S., H. du Plessis, K.S. Akutse, K.K.M. Fiaboe and S. Ekesi. 2018. Effects of entomopathogenic fungi and *Bacillus thuringiensis*-based biopesticides on *Spoladea recurvalis* (Lepidoptera: Crambidae). Journal of Applied Entomology, 142(6):617-626. https://doi.org/10.1111/jen.12512

Qadir, Z.A., A. Idrees, R. Mahmood, G. Sarwar, M.A. Bakar, S. Ahmad, M.M. Raza and J. Li. 2021. Effectiveness of different soft acaricides against honeybee ectoparasitic mite *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). Insects, 12(11):1032. https://doi.org/10.3390/insects12111032

Rajula, J., A. Rahman and P. Krutmuang. 2020. Entomopathogenic fungi in southeast Asia and Africa and their possible adoption in biological control. Biological Control, 151:104399. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104399

Ramirez-Rodriguez, D. and S.R. Sánchez-Peña. 2016. Endophytic *Beauveria bassiana* in *Zea mays*: pathogenicity against larvae of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* Southwest. Entomology, 41(3):875-878. https://doi.org/10.3958/059.041.0330

Ramiro, E.R.N., A.R.E. Ramiro, M.S.Y. Juan, M.O. Jaime, R.S. Steven, C.R. Roberto, P.R. René, G.H. Francisco and E.F. John. 2013. Occurrence of entomopathogenic fungi and parasitic nematodes on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae collected in central Chiapas, México. Florida Entomologist, 96(2):498-503. https://doi.org/10.1653/024.096.0215

Scott, J.B. and S. Chakraborty. 2010. Genotypic diversity in *fusarium pseudograminearum* population in Australian wheat fields. Plant Pathology, 59(2):338-347.https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2009.02219.x

Sharififard, M., M. Mossadegh, B. Vazirianzadeh and A. Zarei-Mahmoudabadi. 2011. Interactions between entomopathogenic fungus, *Metarhizium* anisopliae and sublethal doses of Spinosad for control of house fly, *Musca domestica*. Iranian Journal of Arthropod Borne Diseases, 5(1):28-36.

Received: November 30, 2022; Accepted: January 24, 2023

تاريخ الاستلام: 2022/11/30؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2023/1/24