تأثير الحرارة في فعالية الفطرين الممرضين للحشرات *Beauveria bassiana* و *Metarhizium anisopliae* على حشرة السونة (*Eurygaster integriceps*)

علي عبد الله المخلف[1]*، شعلة العبود خاروف[2] وأحمد الخلف[3]

(1) مديرية وقاية النبات، وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي، دمشق، سورية؛ (2) كلية الهندسة الزراعية، جامعة الفرات والهيئة العامة للتقانة الحيوية، دمشق، سورية؛ (3) الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية. *البريد الإلكتروني للباحث المراسل: alialmekhlef83@gmail.com

الملخص

المخلف، علي عبد الله، شعلة العبود خاروف وأحمد الخلف. 2023. تأثير درجات الحرارة في فعالية الفطرين الممرضين للحشرات *Beauveria bassiana* و *Metarhizium anisopliae* على حشرة السونة (*Eurygaster integriceps*). مجلة وقاية النبات العربية، 41(2): 134–139.
https://doi.org/10.22268/AJPP-41.2.134139

تمّت دراسة تأثير درجة الحرارة في فعالية الفطرين *Beauveria bassiana* و *Metarhizium anisopliae* على الحشرة الكاملة للسونة في مختبر وقاية النبات التابع لمديرية زراعة الرقة عام 2013. عُومل الوجه الظهري للحشرات المختبرة بلقاحٍ بوغي بتركيز 1.5×10^3 بوغة/حشرة باستخدام الميكروبايبت، كما اختبرت كفاءة قتل أربعة تراكيز مختلفة (1.5×10^2 و 1×10^3 و 1×10^4 و 1×10^5 بوغة/حشرة) من معلق أبواغ كلا الممرضين تحت الظروف المثالية لنمو ونشاط كلٍّ منهما. سبّب الفطر *B. bassiana* موتاً لجميع الحشرات المعاملة عند درجة حرارة 22–131°س، وكانت درجة الحرارة المثلى لنشاط الفطر هي 25°س مما سبب موتاً أسرع للحشرات. وكانت الفترة الزمنية اللازمة لموت نصف أفراد التجربة (LT_{50}) 5.3 يوماً، ولم يلاحظ وجود أيّ نشاط أو تبوّغ للفطر عند درجة حرارة 34°س. وفي المقابل، كان للفطر *M. anisopliae* مدى حراري أوسع، وسبّب موتاً للحشرات المعاملة عند درجة حرارة 37°س، وتراوحت درجة الحرارة المثلى لنمو ونشاط الفطر بحدود 28–31°س، والفترة الزمنية اللازمة لموت نصف أفراد التجربة 5 أيام. ولم تكن الفروقات معنوية بين الفطرين عند استخدام التركيزين 1.5×10^3 و 1.5×10^5 بوغة/حشرة تحت الظروف المثالية لكلّ فطر. وكانت الفترة الزمنية اللازمة لموت نصف أفراد التجربة متقاربة جداً عند كلّ تركيز، في حين كانت الفروقات معنوية بين الفطرين عند التركيزين 1.5×10^2 و 1.5×10^4، حيث أظهر الفطر *B. bassiana* عند التركيز 1.5×10^4 فعاليةً أكبر من الفطر *M. anisopliae*، وعلى العكس من ذلك كانت فعالية الفطر *M. anisopliae* أعلى مقارنةً مع الفطر *B. bassiana* عند التركيز 1.5×10^2 بوغة/حشرة.

كلمات مفتاحية: *Metarhizium anisopliae*، *Beauveria basiana*، *Eurygaster integriceps*، السونة، مكافحة حيوية.

المقدمة

تعدّ حشرة السونة (*Eurygaster integriceps* Puton) من الآفات الحشرية المهمة التي تصيب محصول القمح في وسط وغرب أسيا وشرق أوروبا (El-Bouhssini *et al.*, 2009؛ Critchley, 1998)، وتسبب خسائراً فادحة في كمية الإنتاج بحدود 20–30% في الشعير و50–90% في القمح. كما تؤدي الإصابة بهذه الحشرة إلى انكماش الحبوب وخفّة وزنها، وإلى تخرّب مادة الغلوتين وبالتالي عدم صلاحيتها للطحين (Javahery, 1995؛ Hariri *et al.*, 2000). ولا تزال المبيدات الكيميائية البيرثرويئيدية هي الأكثر استخداماً في مكافحتها، حيث تمّ رشّ ما يقارب 282,000 هكتار في عام 2005. وتتجه الأنظار حديثاً لإيجاد بدائل للمبيدات الكيميائية لما لها من تأثير سلبي في صحة الإنسان ومن انعكاسات سلبية على البيئة.

تعدّ المكافحة الميكروبية استراتيجية تطبيقية مهمّةً كمبيدات حيوية لمكافحة العديد من الآفات (Tafoya *et al.*, 2003)، حيث يوجد ما يزيد عن 700 نوع و90 جنس من الفطور التي تنتمي لصف الفطور الناقصة *Deuteromycetes* (Hong, 2003)، ومن أهمها *Beauveria bassiana* و *Metarhizium anisopliae* (Feng *et al.*, 1998؛ Wraight *et al.*, 1998). وقد أشارت دراسة سابقة (Talaei & Kharazzi, 2002) أنَ للفطر *B. bassiana* فاعلية عالية في مكافحة الأطوار الحياتية المختلفة (الحورية والحشرة الكاملة) للسونة. وتعدّ الظروف البيئية هي العامل المحدد لفعالية الممرضات الفطرية

https://doi.org/10.22268/AJPP-41.2.134139
© 2023 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

وقدرتها على إعداء العائل، ومن أهمها الرطوبة ودرجة الحرارة (Hall & Papieerok, 1982 ؛Ferron *et al*.,1991).

لذا هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير درجات الحرارة على فعالية الفطرين *B. bassiana* و *M. anisopliae* على الحشرة الكاملة لحشرة السونة.

مواد البحث وطرائقه

الحشرات المختبرة

تمّ جمع الحشرات من أماكن البيات الشتوي تحت الأشجار ومن حقول القمح في قرى كسرة سرور وكسرة محمد علي في محافظة الرقة.

الممرضات الفطرية

استخدمت في البحث أبواغ الفطر *M. anisopliae* العزلة IMI330189، في حين تمّ عزل أبواغ الفطر *B. bassiana* من حشرات كاملة للسونة والتي تطفَّل عليها أثناء فترة البيات الشتوي. تمَّت تنمية الفطرين على مستنبت انتخابي (oatmeal dodine agar) يمنع نمو الفطور الأخرى والبكتريا (Beilharaz & Paberry, 1982 ؛Chase *et al*., 1986). حُضّر المعلق الفطري بسكب ما يقارب 5 مل من الزيت النباتي لحماية الأبواغ الفطرية من الجفاف على المستنبت المغذي وكشط مستعمرة الفطر من سطح المستنبت. تمّ تكسير المعلّق الفطري بالرجّاج لمدة دقيقة واحدة لكسر السلاسل الفطرية، ثمّ صبّه على مصفاة 90 مللي ميكرون للحصول على معلّق بوغي بدون ميسليوم الفطر، وتمّ عدّ الأبواغ الفطرية بواسطة شريحة العدّ (Haemocytometer).

تأثير درجات الحرارة في فعالية الفطرين الممرضين على الحشرة الكاملة للسونة

لُقّحت الحشرات الكاملة بلقاح بوغي معدي بمعدل 1.5×10^3 بوغة/حشرة كاملة لكل فطر ممرض على حدة بوساطة المعاملة الموضعية باستخدام الميكروبايبت (micropipette) على الوجه الظهري للحشرة. تمّ وضع سبع حشرات بعد المعاملة بالفطر الممرض داخل أسطوانة بلاستيكية مفتوحة (نصف قطر 8 سم وطول 25 سم) مغطاة بقطعة من القماش بما يسمح بالتهوية، وتمّت تغذية الحشرات على أوراق القمح الغضّة يومياً حتى نهاية التجربة. اختبرت خمس درجات حرارة: 25، 28، 31، 34 و37°س للفطر *M. anisopliae* بينما اختبرت درجات الحرارة: 22، 25، 28، 31 و34°س للفطر *B. bassiana*. ومن ثمّ وضعت الحشرات المُعاملة في الحاضنة مع استعمال ثلاثة مكررات لكل معاملة، وتركت معاملة شاهد تمّت معاملتها بمعدل 10 ميكروليتر بالزيت النباتي الصافي وبثلاثة مكررات، وتمّ وضعها عند درجات الحرارة للمعاملات ذاتها.

تمّ فحص طبقة التبوغ للممرض الفطري على الحشرات بعد موتها، وكذلك حساب النسبة المئوية للموت بعد يومٍ من المعاملة وحتى موت كلّ الحشرات المعاملة. وتمّ تصحيح النسبة المئوية للموت حسب ما أشار إليه (Punter, 1981). وضعت كلّ حشرة ميتة أثناء معاملة التقييم الحيوي في طبق بتري لوحدها بعد تعقيمها خارجياً بالكحول، وحُضّنت عند حرارة 25°س بالنسبة لفطر *B. bassiana*، ومن ثمّ سجلت النسبة المئوية للفطر الذي نما على سطح جسم الحشرة. وتمّ تحليل النسبة المئوية لموت الحشرات حسب ما نشر سابقاً (Finney, 1971) لحساب الفترة الزمنية اللازمة لموت 50 و 90% من الحشرات المعاملة (LT_{50} و LT_{90}).

التقييم الحيوي لفعالية الفطرين الممرضين *M. anisopliae* و*B. bassiana* على الحشرة الكاملة للسونة

تمّت معاملة الحشرات الكاملة لحشرة السونة وفق الخطوات السابقة نفسها، واختبرت خمسة تراكيز من المعلق البوغي لكل ممرض، شملت 1.5×10^2، 1.5×10^3، 1.5×10^4 و 1.5×10^5 بوغة/حشرة. حُضّنت الحشرات المعاملة بكلّ ممرض فطري على حده عند درجات الحرارة المثلى لكلّ ممرض. سُجّلت أعداد الحشرات الميتة وحسبت النسبة المئوية لموت الحشرات، وحُسبت المدة اللازمة لقتل 50% و90% من الحشرات المعاملة (LT_{50} و LT_{90})، ومن ثم تحليلها إحصائياً (Finney, 1971).

النتائج

تأثير درجات الحرارة في فعالية الممرض الفطري *B. bassiana* على الحشرة الكاملة للسونة

أكدّت النتائج (شكل A-1) أنّ درجة الحرارة أثّرت بشكل معنوي في فعالية الفطر *B. bassiana* على الحشرة الكاملة للسونة. وكذلك في تطور المرض بشكل أسرع على حشرات السونة البالغة المعاملة بالفطر عند درجة حرارة 25°س، حيث بدأ موت الحشرات المعاملة في اليوم الثالث، بينما بدأ الموت في اليومين الرابع والخامس بعد المعاملة عند درجتي الحرارة 28 و 22°س، على التوالي. وقد بلغت نسبة موت الحشرات المعاملة المحضنة 100% عند درجة حرارة 25°س بعد سبعة أيام من المعاملة، بينما وصلت نسبة الموت إلى 100% بعد 15 و 16 يوماً من تاريخ المعاملة في حالة الحشرات المعاملة المحضنة عند درجتي الحرارة 28 و 22°س، على التوالي. فيما وصلت نسبة الموت عند درجة حرارة 31°س إلى 40% فقط بعد 20 يوماً من المعاملة، ولم يلاحظ أيّ نشاط للفطر عند حرارة 34°س.

بلغت الفترة الزمنية لموت 50% من الحشرات المعاملة المحضنة 5.3 يوماً عند درجة حرارة 25°س (جدول 1) بفارق معنوي عن الفترة الزمنية اللازمة لموت 50% من الحشرات المعاملة المحضنة عند درجتي حرارة 28°س 22°س حيث بلغت 10 و10.5 يوماً، على التوالي، بدون فارق معنوي بينهما. وصلت الفترة الزمنية لموت 50% من الحشرات المعاملة المحضنة إلى 28.6 يوماً عند حرارة 31°س بفارق معنوي عن درجات الحرارة الأخرى.

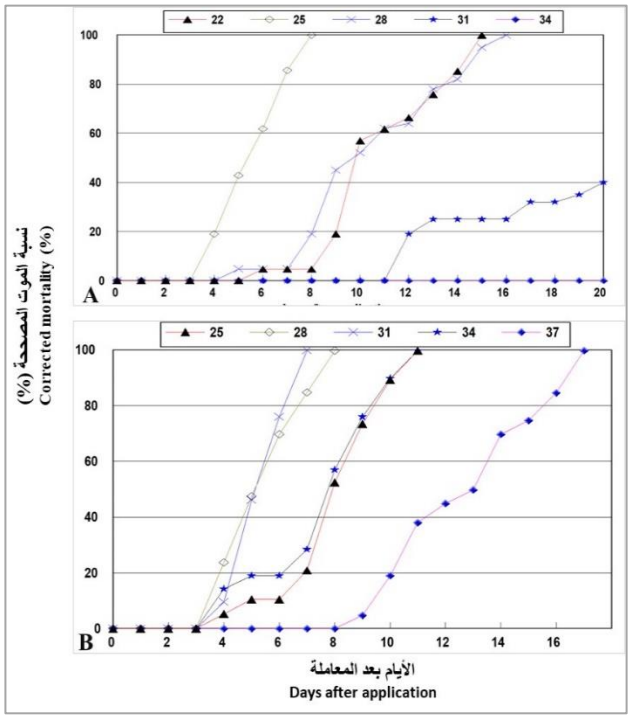
من ناحية أخرى بلغت قيمة الفترة الزمنية لموت 90% من الحشرات المعاملة المحضنة إلى 7.7 يوماً عند حرارة 25°س (جدول 1) بفارق معنوي عن الفترة الزمنية اللازمة لموت 90% من الحشرات المعاملة المحضنة عند درجتي حرارة 28 و 22°س حيث بلغت 15 و 14.7 يوماً، على التوالي، بدون فارق معنوي بينهما.

تأثير درجات الحرارة في فعالية الممرض الفطري *M. anisopliae* على الحشرة الكاملة للسونة

أظهرت النتائج (شكل B-1) بوضوح وجود فروق معنوية بين نسب موت حشرات السونة المعاملة بالفطر *M. anisopliae* المحضنة عند درجات الحرارة المختلفة. وكان تطور المرض أسرع في الحشرات الكاملة المعاملة عند درجتي حرارة 28 و 31°س، حيث بدأ موت الحشرات المعاملة في اليوم الثالث بعد المعاملة عند درجات الحرارة 25، 28، 31 و 34°س، بينما بدأ الموت في الحشرات المعاملة في اليوم الثامن من التحضين عند درجة الحرارة 37°س. ووصلت نسبة الموت في الحشرات المعاملة إلى 100% بعد 11، 8، 7، 11 و 17 يوماً من المعاملة عند درجات الحرارة 25، 28، 31، 34 و 37°س، على التوالي.

بلغت الفترة الزمنية اللازمة لموت 50% (LT_{50}) من الحشرات المعاملة والمحضنة عند درجة الحرارة 28°س 5 يوماً، و5.1 يوماً عند درجة حرارة 31°س، دون أي فروق معنوية بينهما (جدول 1). وبالمقابل بلغت قيمة LT_{50} عند تحضين الحشرات المعاملة عند درجة الحرارة 25°س 7.6 يوماً، و 17.1 يوماًعند درجة الحرارة 34°س دون أي فروق معنوية بينهما، فيما وصلت عند درجة الحرارة 37°س إلى 12.4 يوماً بفارق معنوي مع درجات الحرارة السابقة.

من ناحية أخرى بلغت الفترة اللازمة لموت 90% من الحشرات المعاملة عند درجات الحرارة ذاتها، فقد بلغت قيمة LT_{90} للحشرات المعاملة والمحضنة عند درجة حرارة 25°س إلى 10.7 يوماً، و 11 يوماً عند درجة الحرارة 34°س دون أية فروق معنوية بينهما أيضاً. وبالمقابل وصلت تلك القيمة LT_{90} عند مثيلاتها المحضنة عند درجة حرارة 28°س إلى 7.8 يوماً و 7.9 يوماً عند حرارة 31°س بدون فروقات معنوية بينهما (جدول 1). وبالنتيجة، تبيّن أنّ أفضل درجة حرارة لنمو وتطفل الفطر الممرض للحشرات *B. bassiana* هي 25°س، بينما كانت درجات الحرارة 28–31°س هي أفضل درجات حرارة لنمو وتطفل الفطر الممرض للحشرات *M. anisopliae*.



شكل 1. تأثير درجات الحرارة في فعالية (A) فطر *B. bassiana* و (B) فطر *M. anisopliae* على الحشرة الكاملة للسونة.
Figure 1. Effect of temperature on efficiency of (A) *B. bassiana* and (B) *M. anisopliae* against Sunn pest adults.

جدول 1. قيم LT_{50} و LT_{90} لموت الحشرات الكاملة للسونة والمعاملة بفطري *B. bassiana* و *M. anisopliae* عند درجات حرارة مختلفة.
Table 1. LT_{50} and LT_{90} values for Sunn pest adults mortality treated with *B. bassiana* and *M. anisopliae* under different temperatures.

M. anisopliae		*B. bassiana*		درجة الحرارة (°س)
LT_{90}	LT_{50}	LT_{90}	LT_{50}	Temperature (°C)
-	-	14.7 b	10.5 b	22
10.7 b	7.6 b	7.7 a	5.3 a	25
7.8 a	5.0 a	15.0 b	10.0 b	28
7.9 a	5.1 a	45.0 c	28.6 c	31
11.0 b	7.1 b	0.0 d	0.0 d	34
16.5 c	12.4 c	-	-	37

القيم التي يليها أحرف متشابهة في العمود نفسه تدل على عدم وجود فروق معنوية عند مستوى احتمال 1%.
Values followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.01.

التقييم الحيوي لفعالية الممرضين الفطرين *M. anisopliae* و *B. bassiana* على الحشرة الكاملة للسونة

أكّدت النتائج (جدول 2) أنَ الفترة الضرورية لقتل 50% من أعداد حشرة السونة البالغة (LT_{50}) المعاملة بفطر *B. basaina* كانت: 4.51، 4.16، 6.6 و14.2 يوماً بعد المعاملة بالتراكيز: 1.5×10^5، 1.5×10^4، 1.5×10^3 و 1.5×10^2 بوغة/حشرة، على التوالي. كما بيّنت النتائج عدم وجود فروق معنوية بين التركيزين 1.5×10^5 و 1.5×10^4، بينما كانت هناك فروق معنوية بين باقي التراكيز المختبرة. وكانت قيم LT_{50} للحشرات المعاملة بالفطر *M. anisopliae* 4.85، 5.36، 6.7 و9.1 يوماً بعد المعاملة بالتراكيز 1.5×10^5، 1.5×10^4، 1.5×10^3 و 1.5×10^2، على التوالي. وكانت الفروقات أيضاً غير معنوية بين التركيزين 1.5×10^5 و 1.5×10^4، ولم تكن الفروقات معنوية أيضاً بين كفاءة الفطرين عند التركيزين 1.5×10^5 و 1.5×10^3 بوغة/حشرة، إذ كانت الفترة الزمنية لموت نصف أفراد التجربة متقاربة بينهما وتراوحت ما بين 4.16 و 6.66 يوم. إلا أن تلك الفروقات في فعالية الفطرين قد ظهرت معنوية التركيزين 1.5×10^4 و 1.5×10^2، حيث سبب الفطر *B. bassiana* عند التركيز 1.5 فعاليةً أعلى معنوية (14.2 يوم) مقارنة مع الفطر *M. anisopliae* (15.0 يوم) (جدول 2). وعلى مستوى معدل قتل 90% من الأفراد المعاملة (LT_{90})، فقد سبّبت المعاملة بمعلّق أبواغ الفطر *B. bassiana* بتركيز 1.5×10^2 بوغة/حشرة معدل قتل وصلت عندها قيم LT_{90} إلى 28 بفارق أعلى معنوياً مقارنة مع 15 لمعلق أبواغ الفطر *M. anisopliae* عند التركيز ذاته (جدول 2).

المناقشة

تتوافق النتائج التي تم الحصول عليها مع ما نشر سابقاً (Abdulhai *et al.*, 2010)، حيث تبيّن أنَ أفضل درجة حرارة لنمو العديد من عزلات الفطر *B. bassiana* الممرض للحشرات هي 25°س، وأنَ موت 85–100% من الحشرات المعاملة قد تمّ بعد 14 يوماً من المعاملة بالفطر.

وأكدَ Edgington *et al.* (2007) أيضاً أنه عند درجة حرارة 35°س لم يكن هناك أيّ نمو أو نشاط للفطر، وأوضحوا في تجاربهم خلال الفترة 2004–2005 بأنَ الفطر *B. basaaina* خفّضَ من تعداد حشرة السونة عند رشّها حقلياً بمعدل 70–80%.

جدول 2. قيم LT_{50} و LT_{90} (يوم) للحشرات الكاملة للسونة المعاملة بتراكيز مختلفة من معلق فطري *B. bassiana* و *M. anisopliae*.

Table 2. LT_{50} and LT_{90} values (days) for Sunn pest adults treated with the entomopathogens *B. Bassiana* and *M. anisopliae* suspensions.

M. anisopliae		*B. bassiana*		التركيز (بوغة/حشرة)
LT_{90}	LT_{50}	LT_{90}	LT_{50}	Conc. (spore/insect)
6.72	4.85 cA	6.75	4.51 cA	10×1.5^5
7.45	5.36 cB	6.15	4.16 cA	10×1.5^4
7.79	6.70 bA	10.00	6.66 bA	10×1.5^3
15.00	9.10 aA	28.00	14.20 aB	10×1.5^2

قيم LT_{50} التي يتبعها أحرف صغيرة متشابهة في العمود نفسه تعني أنّه لا يوجد فروق معنوية بينها عند مستوى احتمال 1%. كما أن قيم LT_{50} التي يتبعها أحرف كبيرة متشابهة في السطر نفسه تعني أنّه لا يوجد فروق معنوية بينها عند مستوى احتمال 1%.

LT_{50} values followed by the same small letters in the same column are not significantly different at P=0.01, and LT_{50} values followed by the same capital letters in the same row are not significantly different at P=0.01.

توافقت نتائجنا أيضاً مع باحثين آخرين (Parker *et al.*, 2003) بيّنوا أن أفضل درجة حرارة لتبوغ الفطر ونموه هي 25°س. وفي دراسة سابقة اختبرت عدّة عزلات من الفطر *B. bassiana* و *M. anisopliae* على يرقات حشرة حفار الساق المرقّط (*Chilo partellus*)، وتبيّن بأن جميع العزلات سببت موت 100% من اليرقات في غضون ستة أيام (Tefera & Pringle, 2003). واستخدم آخرون (Prior *et al.*, 1992) تركيز 75000 بوغة/حشرة من الفطر *M. anisopliae* على حشرة الجراد الصحراوي فأدّت إلى موت 50% من أفراد التجربة خلال 4–5 أيام عند هذا التركيز.

تدعم النتائج المتحصّل عليها في هذا البحث فكرة إدخال الفطر *B. bassiana* في الإدارة المتكاملة لحشرة السونة للحدّ من انتشارها، وخصوصاً أنه وجدت العديد من عزلات هذا الفطر في الترب السورية، وأنَ درجة الحرارة المثلى لهذا الفطر مماثلة تقريباً لدرجات الحرارة التي تنتشر فيها حشرة السونة، ولا سيما عند خروجها من البيات الشتوي. كما يدعم البحث فكرة استخدام الفطر *M. anisopliae* في إدارة آفة السونة لعدم وجود فروق معنوية بين التراكيز المختلفة لمعلق أبواغ كلٍّ من الفطرين *M. anisopliae* و *B. bassiana* مع مراعاة اختلافهما في درجات الحرارة المثلى لكل فطر.

Abstract

El-Mukhlef, A.A., Sh.A. Kharouf and A. Al-Khalaf. 2023. Effect of Temperature on Efficacy of the Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizum anisopliae* Against the Sunn Pest, *Eurygaster integriceps* Puton. Arab Journal of Plant Protection, 41(2): 134-139. https://doi.org/10.22268/AJPP-41.2.134139

An experiment was conducted in the plant protection laboratory of the Directorate of Agriculture and Agrarian Reform in Raqqa Province during 2013, to assess the effect of temperature and four spores suspension concentrations (1.5×10^2, 10^3, 10^4 and 10^5 spores/insect) on the efficacy of *Beauveria bassiana* and *Metarhizum anisopliae* against the Sunn pest (*Eurygaster inegriceps* Puton). Insect adults dorsal side were inoculated with 1.5×10^3 spores/insect of *B. bassiana* and caused insects mortality at a temperature range of 22-31°C, with optimum effect at 25°C, with a LT_{50} of 5.3 days after inoculation. In contrast, *M. anisopliae* had a wider temperature range up to 37°C, with optimal effect at 28-31°C with LT50 of 5 days. No significant differences were observed between the fungal concentrations of 1.5×10^3 and 1.5×10^5. Results obtained for using the four fungal spore suspension concentrations (1.5×10^2, 1.5×10^3, 1.5×10^4, 1.5×10^5 spores/insect) under optimum conditions for each fungus indicated that the LT_{50} was close among concentrations, whereas, there was significant difference between the fungal two concentrations 1.5×10^2 and 1.5×10^4, and *B. bassiana* was most effective at 1.5×10^4 spores/insect, in contrast to *M. anisopliae* which was most effective at 1.5×10^2 spores/insect.

Keywords: *Beauveria bassiana*, *Metarhizum anisopliae*, *Eurygaster inegriceps*, Sunn Pest, biological control.

Affiliation of authors: *A.A. El-Mukhlef[1*], Shoala A. Kharouf[2] and A. Al-Khalaf[3]. (1) Directorate of Plant Protection, Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Damascus Syria, (2) Faculty of Agriculture, Al Furat University and General Biotechnology Authority, Damascus, Syria; (3) General Authority of Scientific Agricultural Research, Damascus, Syria. *Email address of corresponding author: alialmekhlef83@gmail.com*

References

المراجع

Abdulhai, M., M. El Bouhssini, M. Jamal, A.N. Trissi, Z. Sayyadi, M. Skinner and B.L. Parker. 2010. *Beauveria bassiana* characterization and efficacy vs. sunn pest Eurygaster integriceps Put. (Hemiptera, Scutelleridae) Pakistan Journal of Biological Science, 13(21): 1052-1056. https://doi.org/10.3923/pjbs.2010.1052.1056

Beilharaz, V.C. and D.G. Parberry. 1982. Dodine: A selective agent for certain soil fungi. Transactions of the British Mycological Society, 79(3):507-511. https://doi.org/10.1016/S0007-1536(82)80043-0

Chase, A.R., L.S. Osborne and V.M. Ferguson. 1986. Selective isolation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* from an artificial potting medium. Florida Entomologist, 69(2):285-292. https://doi.org/10.2307/3494930

Critchley, B.R. 1998. Literature review of sunn pest *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera, Scutelleridae). Crop Protection 17(4):271-287. https://doi.org/10.1016/S0261-2194(98)00022-2

Edgington, S., D. Modre, M. El Bouhssini and Z. Sayyadi. 2007. *Beauveria bassiana* for the control of Sunn Pest (*Eurygaster integriceps*) (Hemiptera: Scutelleridae) and aspects of the insect's daily activity relevant to a mycoinsecticide. Biological Science and Technology, 17(1):63-79. https://doi.org/10.1080/09583150600936990

El-Bouhssini, M., K. Street, A. Joubi, Z. Ibrahim and F. Rihawi. 2009. Sources of wheat resistance to sunn pest, *Eurygaster integriceps* Put. in Syria. Genetic Resources and Crops Evolution, 56:1056-1069. http://dx.doi.org/10.1007/s10722-009-9427-1

Feng, M.G., J.B. Johnson and L.P. Kish. 1998. Virulence of *Verticillium lecani* and an aphid-derived isolate of *Beauveria bassiana* (Fungi: Hyphomycetes) for six species of cereal aphids (Homoptera: Aphididae), Environmental Entomology, 19(3):815-820. https://doi.org/10.1093/ee/19.3.815

Ferron, P., J. Fragues and G. Riba. 1991. Fungi as biological insecticide agents for pests. Pages 613-633 In*:* Handbook of Applied Mycology: Humans, animals and insects. D.K. Arora, L. Ajello, K.G. Mukerji (eds.), Marcel Dekker, New York.

Finney, D.J. 1971. Probit Analysis. Cambridge University Press, Cambridge. 333 pp.

Hall, R.A. and B. Papieerok. 1982. Fungi as biological control agents of arthropods of agricultural and medical importance. Parasitology, 84(4):204-205. http://dx.doi.org/10.1017/S0031182000053658

Hariri, G., P.C. Williams and F.G. El-Haramein. 2000. Influence of pentatomid insects on the physical dough properties and two layered flat-bread baking quality of Syrian wheat. Journal of Cereal Science, 31(2):111-118. https://doi.org/10.1006/jcrs.1999.0294

Hong, W. 2003. Molecular biology of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*: insect-cuticle degrading enzymes and development of a new selection marker for fungal transformation. PhD thesis in Natural Science, University of Heidelberg, Germany. 138 pp.

Javahery, M. 1995. A technical review of Sunn pest (Heteroptera- Pentatomidae) with special references to *Eurygaster integriceps* Puton. Food and Agricultural Organization, Cairo, Egypt. 80 pp.

Parker, B.L., M.L. Skinner, S.D. Costa, S. Gouli, W. Reid and M. El Bouhssini. 2003. Entomopathogenic fungi of *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae): collection and characterization for development. Biological Control, 27(3):260-272. https://doi.org/10.1016/S1049-9644(03)00017-3

Prior, C., C.J. Lomer, H. Herren, A. Paraiso, C. Kooyman and H. Smith. 1992. Biological control of Locust and Grasshoppers. Pages 8-20. In*:* Proceedings of a workshop held at the International Institute of Tropical Agriculture. 29 April-1 May 1991, Cotonou, Republic of Benin.

Punter, W. 1981. Manual for field trials in plant protection. Ciba-Geiy limited, Basle, Switzerland. 205 pp.

Tafoya, F., M. Zuniga-Delgadillo, R. Allatore, C.T. Juan and D. Stanley. 2003. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* against the cactus weevil, *Metamasius spinolae* (Coleoptera: Curculionidae) under laboratory conditions. Florida Entomology, 87:533-536. http://dx.doi.org/10.1653/0015-4040(2004)087[0533:POBBDH]2.0.CO;2

Talaei, R. and P.A. Kharazzi. 2002. Evaluation of sunn pest, *Eurygaster integriceps* susceptibility in different developmental stages to *Beauveria bassiana*. Pages 588-592 In*:* Proceedings of 2nd International Conference on Alternative Methods Against Plant Pest and Disease Control. 4-7 March 2002, Lille, France.

Tefera, T. and K. Pringle. 2003. Germination, radial growth, and sporulation of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates and their virulence to Chilo partellus (Lepidoptera: Pyralidae) at different temperatures. Biocontrol Science and Technology, 13(7):699-704. http://dx.doi.org/10.1080/0958315031000151756

Wraight, S.P., R.L. Carrothers, C.A. Bradleg, S.T. Jaronski, L.A. Lacey, P. Wood and W.S Galaini. 1998. Pathogenicity of the entomopathogenic fungi *Paecilomyces* spp. and *Beauveria bassiana* against the silver leaf whitefly, *Bemisia argentifolii.* Journal of Invertebrate Pathology, 71(3):217-226. https://doi.org/10.1006/jipa.1997.4734

Received: October 19, 2021; Accepted: October 31, 2022

تاريخ الاستلام: 2021/10/19؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2022/10/31