

تقييم كفاءة عزلات محلية من الفطر *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) في مكافحة فراشة درنات البطاطا *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) في المخزن

نسرين السعود⁽¹⁾ ودمر نمور⁽¹⁾ وعلي ياسين علي⁽²⁾

- (1). قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة البعث، حمص، سورية. البريد الإلكتروني: (2). مركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية. (*للمراسلة: م. نسرين السعود. البريد الإلكتروني: nisreensoud@gmail.com).

تاريخ القبول: 2017/10/01

تاريخ الاستلام: 2017/07/16

الملخص

دُرست كفاءة العزلات المحلية، B، C و D بتركيز 10×10^7 بوغة/مل من الفطر الممرض للحشرات *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) في مكافحة فراشة درنات البطاطا *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) في المخزن غير المبرّد (درجة حرارة 28 ± 2 °س، ورطوبة نسبية 50 ± 5 %). أظهرت النتائج كفاءة العزلات الثلاث بالتركيز المدروس في مكافحة الآفة بالمخزن وتوقفت هذه العزلات على الشاهد، فكانت نسب الدرنات المصابة 67%، 83%، 87.9% و 100% للعزلات C، D و B والشاهد على التوالي. كما خفّضت متوسط شدة إصابة الدرنات إلى 50.7%، 63.2%، 70.8% و 99.2% للعزلات C، B، D والشاهد على التوالي، وكانت أعداد الحشرات المنبثقة من الدرنات المعاملة 25، 15، 6.3 و 44.3 للعزلات D و B و C والشاهد على التوالي. دلّت النتائج على أهمية الفطر *B. bassiana* في برامج مكافحة المتكاملة لفراشة درنات البطاطا في المخازن غير المبردة.

الكلمات المفتاحية: مخزن، فراشة درنات البطاطا، *Beauveria bassiana*، *Phthorimaea operculella*، مكافحة بيولوجية.

المقدمة:

تحتل البطاطا *Solanum tuberosum* L. المركز الرابع بعد القمح والذرة والأرز، فدرناتها غنية بالمواد الغذائية. تتعرض البطاطا في المخزن للعديد من الآفات، وفراشة درنات البطاطا *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) من أهم وأخطر هذه الآفات في مختلف أماكن زراعة هذا المحصول (Rondon, 2010; Gill et al., 2013)، وتسبب له أضراراً كبيرة في الحقول والمخازن، وتؤدي إصابة الدرنات في الحقل إلى زيادة الأضرار أثناء التخزين، نتيجة تكاثر الحشرة بشكل متلاحق، فتنتقل الإصابة إلى الدرنات السليمة (Das and Raman, 1994; Sporleder et al., 2008)، وقد تصل نسبة الدرنات المصابة بالحشرة إلى 100% في المخازن غير المبردة في بلدان العالم الثالث (Visser, 2005). تعرف الإصابة على الدرنات من خلال وجود مخلفات حول العيون (البراعم) على شكل فضلات بنية أو سوداء اللون (Rondon, 2010) وتصبح بعد ذلك عرضة للإصابة بالأعفان.

إنّ استخدام المبيدات الحشرية الكيميائية كان وما يزال خياراً ممكناً لمكافحة فراشة درنات البطاطا في المخزن (Rondon, 2010)، ولكنه ليس الخيار الأمثل بالنسبة لعموم المواد الغذائية المعدة للاستهلاك ومنها البطاطا. لذلك فإنّ التعامل مع آفات المخازن يتطلب تطبيق أساليب أخرى أكثر أماناً على البيئة وصحة المستهلك، وسلامة الأعداء الحيوية، وهناك العديد من الأساليب المتبعة لمكافحة فراشة درنات البطاطا في المخزن منها: استخدام المستخلصات النباتية كالأزدرخت *Azadirachta indica* والفلفل المستحي *Schinus molle* واللاتانا *Lantana spp.* والنعناع طويل الأوراق *Mentha longifolia* وغيرها (السعود، 2005) و (Tanasković et al., 2016)، واستخدام المصائد الفرمونية (Raman, 1988)، والمبيدات الميكروبية المتخصصة.

أخذت التطبيقات العملية لمرضات الحشرات من أجل مكافحة فراشة درنات البطاطا حيز التطبيق في العقود الثلاثة الأخيرة، كتطبيق البكتريا *Bacillus thuringiensis* والفيروسات *granulosis virus* والنيماطودا (Arx and Gebhardt, 1990; Hassani-، 2013). وقد اقتصرت تطبيقات النيماطودا الممرضة للحشرات وتطبيقات الفطر *B. bassiana* في مكافحة فراشة درنات البطاطا على الدراسات البيولوجية المخبرية، من حيث تأثير الفطر على الأطوار المختلفة للحشرة وتحديد الجرعات القاتلة النصفية (Hassani-Kakhki et al., 2013; Hafez et al., 1997) و (السعود وآخرون، 2016، 2017؛ مهدي وعبد الله محمد، 2010) في حين بقي التطبيق العملي على هذه الآفة محدوداً.

تقدم الممرضات الفطرية مثل *Beauveria sp.* و *Metarhizium sp.* واحدة من أحدث الطرائق الوقائية لإدارة الآفات، فقد أعطت نتائج مشجعة في مكافحة آفات المخازن وغيرها من الآفات الحشرية، سواء لوحدها كما هو الحال في مكافحة كل من ثاقبة الحبوب الصغرى *Rhyzopertha dominica* وسوسة الرز *Sitophilus oryzae* وخنفساء الحبوب المنشارية *Oryzaephilus surinamensis* وخنفساء الفاصولياء *Callosobruchus maculatus* أو بالتآزر مع إضافة الرماد للمواد المخزونة كما هو الحال في مكافحة ثاقبة الحبوب الصغرى *R. dominica* وخنفساء الحبوب المنشارية *O. surinamensis*، وعثة الحبوب *Plodia interpunctella* (Lord, 2001; Arooni-Hesari et al., 2015)، أو بالتوافق مع بعض المبيدات الحشرية القابلة للبلل كما في مكافحة خنفساء البطاطا الكولورادية *Leptinotarsa decemlineata* (Anderson and Roberts, 1983).

يهدف هذا البحث إلى دراسة كفاءة ثلاث عزلات محلية من الفطر الممرض للحشرات *B. bassiana* في مكافحة فراشة درنات البطاطا في المخزن غير المبرّد.

مواد البحث وطرائق:

مكان تنفيذ البحث:

مخابر كلية الزراعة، جامعة البعث، حمص، سورية.

تربية الآفة الحشرية:

جمعت درنات بطاطا مصابة بفراشة درنات البطاطا من الأسواق المحلية، ووضعت ضمن أقفاص تربية زجاجية (45×30 سم) مفروشة بالرمال الناعم ومزودة بفتحات تهوية، وضبطت درجات الحرارة عند 28 ± 2°م، ورطوبة نسبية 50 ± 5% بحيث تحاكي ظروف التخزين الطبيعية للمخازن غير المبرّدة في بلدان العالم الثالث. تمت تربية الفراشات ضمن الأقفاص بأعداد كبيرة، وغذيت بمحلول سكري 90%. زوّدت الأقفاص باستمرار بدرنات جديدة، بعضها سليم وبعضها الآخر مصاب، للمحافظة على استمرارية تربية الحشرات في المخبر.

تنمية العزلات:

استخدمت في التجربة ثلاث عزلات محلية من الفطر *B. bassiana* مأخوذة من مناطق مختلفة من سورية (الجدول 1). حُضرت مادة العدوى في غرفة العزل. تمت تنمية العزلات على بيئة MEA (Malt Extract Agar) ضمن أطباق بتري بقطر 9 سم. ووضعت في حاضنة مظلمة على درجة حرارة 25 °م. جُمعت الأبواغ من الأطباق بعد أسبوعين، وذلك بإضافة 5 مل ماء معقم لكل طبق، ثم ترشيح محتويات الطبق عبر 3 طبقات من الشاش. أضيف 5 مل ماء معقم أخرى فوق الشاش لضمان الحصول على الأبواغ بالكامل (Lacey, 1997; Ali, 2010)، واعتُبر الراشح الناتج هو المحلول الأساس الذي أضيف له محلول توين بمعدل 0.05%.
الجدول 1. العزلات المحلية للفطر الممرض للحشرات *B. bassiana* ومصادرها وأماكن عزلها.

اسم العزلة	رمز العزلة في البحث	المصدر	مكان العزل
اللاذقية B	B	مركز الأعداء الحيوية، اللاذقية	من تربة بستان حمضيات في اللاذقية
إيكاردا spt273	C	المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة ICARDA، حلب	معزولة من حشرات السونة في حلب
دمشق	D	مركز التقانة الحيوية، دمشق	معزولة من حشرات السونة في دمشق

تمّ تحديد تركيز المحلول الأساس لكل عزلة باستخدام شريحة عد الأبواغ Neubauer improved، وضُبطت التركيز في العزلات الثلاث ليكون 10×10^7 بوغة/مل. أما الشاهد فكان عبارة عن ماء معقم مع محلول توين بمعدل 0.05%.
تمّ التأكد من حيوية أبواغ الفطر قبل تطبيقها بإجراء اختبار انبات للعزلات الثلاث بأخذ 5 ميكرو ليتر من التركيز 10^4 بوغة/مل لكل عزلة وتوزيعها على ثلاث دفعات ضمن طبق بتري صغير بقطر 5 سم فيه بيئة آغار-آغار، وذلك بعد تغطية المكررات الثلاث بساترات فوق نقاط المعلق، ومن ثمّ تغطية الأطباق ووضعها في حجرة مظلمة على درجة حرارة المخبر 28 ± 2 °م. تمّ تحت الميكروسكوب عدّ الأبواغ المنتشرة من 100 بوغة بعد 24 ساعة تحت كل ساترة بعد تلويها بأزرق القطن، وتمّ حساب متوسط نسب الإنبات الخاص بكل عزلة (Ali, 2010).

الاختبار الحيوي للعزلات وإحداث العدوى:

حُضرت 120 درنة بطاطا من الصنف سبونتتا عن طريق تغطيسها بالكحول 75% لمدة دقيقة، ومن ثمّ في محلول هيبوكلوريد الصوديوم 0.7% لمدة دقيقة، وغُطست بالماء المعقم لمدة دقيقة بهدف تعقيمها سطحياً حسب طريقة (Lacey, 1997). وُزعت الدرنات على أربع معاملات بمعدل 30 درنة لكل معاملة، ثلاث معاملات للعزلات بالتركيز 10×10^7 بوغة/مل، بالإضافة إلى معاملة الشاهد. وزعت درنات كل معاملة على ثلاثة مكررات بمعدل 10 درنات/مكرر.

رُشت درنات كل مكرر ب 3 مل من المعلق البوغي للفطر، كما رُشت درنات الشاهد بنفس المعدل من الماء المعقم مضافاً له محلول توين Tween80 0.05%. تركت الدرنات لتجف في المكان المخصص لها ضمن حجرة التخزين بدون تبريد (درجة حرارة 28 ± 2 °م، ورطوبة نسبية 50 ± 5 %)، تمّ إدخال 3 أزواج متجانسة من الفراشات (3ذكور + 3إناث) بعمر 72 ساعة إلى كل مكرر بما في ذلك مكررات الشاهد مما يضمن حدوث الإصابة على الدرنات بشكل يسمح بالمقارنة بين المعاملات. تمت تعبئة درنات كل مكرر بعد أسبوع من المعاملة في أكياس وأغلقت هذه الأكياس وتمّ فحص الدرنات بعد 3 أسابيع من تاريخ العدوى. عندئذ سُجلت أعداد الدرنات السليمة والمصابة وحسبت النسبة المئوية للإصابة عن طريق تقسيم عدد الدرنات المصابة على عدد الدرنات الكلي وضربها ب 100.

سُجّلت أعداد الثقوب على كل درنة مصابة من درنات المكرر لحساب شدة الإصابة حيث تمّ استخدام مقياس خماسي مدرج من 0-4 حيث أن $T_0 = 0$ درنات خالية من الثقوب، $T_1 = 1$ درنات فيها ثقب واحد، $T_2 = 2$ درنات فيها ثقبين، $T_3 = 3$ درنات فيها ثلاثة ثقوب، $T_4 = 4$ درنات فيها أربع ثقوب أو أكثر وباستخدام معادلة McKinney (McKinney and Davis, 1925) تم تحويل هذه الإصابة وتكرارها على الدرنات إلى النسبة المئوية لشدة الإصابة وفق المعادلة التالية:

$$\text{شدة الإصابة} = 100 \times \frac{(N_0 \times T_0) + (N_1 \times T_1) + (N_2 \times T_2) + (N_3 \times T_3) + (N_4 \times T_4)}{N \times T_4}$$

حيث أن $N_0 =$ عدد الدرنات التي لا يوجد فيها إصابة، $N_1 =$ عدد الدرنات التي فيها إصابة واحدة، $N_2 =$ عدد الدرنات التي فيها إصابتين، $N_3 =$ عدد الدرنات التي فيها ثلاث إصابات، $N_4 =$ عدد الدرنات التي فيها أربع إصابات، أما $N =$ عدد الدرنات الكلي في المكرر.

أحصيت أعداد الأفراد الميتة والحية (من يرقات وغازى وفرشات) الناتجة من الدرنات المعاملة في كل مكرر لحساب معدلات البقاء (النسبة المئوية للأفراد التي بقيت على قيد الحياة من كل الأفراد المنبثقة من الدرنات) بعد 3 أسابيع من المعاملة.

التحليل الاحصائي:

حللت النتائج باستخدام برنامج SPSS واختبرت الفروق المعنوية بين متوسطات كل من نسبة وشدة الإصابة (One-Way ANOVA عند مستوى معنوية 1%)، وعند وجود فروق تم استخدام اختبار Tukey لتحديد المتوسطات التي تختلف عن بعضها.

النتائج:

تمّ التأكّد من حيوية أبواغ العزلات المدروسة وتبين أنها تجاوزت 90%، وهي نسب جيدة تسمح بإجراء الاختبارات اللاحقة. نسبة وشدة الإصابة:

أظهرت النتائج دوراً واضحاً للفطر *B. bassiana* في تخفيض نسب وشدة الإصابة بفراشة درنات البطاطا عن الشاهد، واختلفت النتائج باختلاف العزلات، فقد كانت نسبة إصابة الدرنات بفراشة درنات البطاطا 67، 83.3، 87.9 و 100% للعزلات، D، C، B والشاهد على التوالي، كما هو موضح في الجدول (2).

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية في نسب الإصابة فقد تفوقت العزلة C على العزلتين الباقيتين والشاهد، ولم تلاحظ فروق معنوية بين متوسطات الإصابة للعزلتين الباقيتين، أو بين العزلة B والشاهد. بلغت شدة الإصابة 50.7، 63.2، 70.8 و 99.2% للعزلات C، B، D والشاهد على التوالي كما هو واضح في الجدول (2).

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية في شدة الإصابة، وتفوقت جميع العزلات على الشاهد، كما تفوقت العزلة C على العزلة D ولم تلاحظ فروق معنوية بين بقية المعاملات.

الجدول 1. نسبة وشدة إصابة درنات البطاطا بفراشة درنات البطاطا *P.operculella* في المخزن بعد معاملتها بالعزلات المحلية للفطر *B. bassiana*

اسم المعاملة	متوسط نسبة الإصابة ± الخطأ القياسي	متوسط شدة الإصابة ± الخطأ القياسي
الشاهد	100±0.0a	99.2±0.8a
العزلة B	87.9±0.4ab	63.2±2.4bc
العزلة C	67±7.4c	50.7±7.2c
العزلة D	83.3±3.3b	70.8±9.3b
LSD _{0.01}	10.59	15.75

الأحرف الصغيرة المتشابهة في نفس العمود تدل على عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات عند مستوى معنوية 0.01

معدل بقاء الأفراد المنبتة:

أظهرت النتائج وجود انخفاض واضح في متوسطات أعداد أفراد فراشة درنات البطاطا (يرقات وعذارى وحشرات كاملة) المنبتة من درنات معاملة بالعزلات المحلية من الفطر الممرض *B. bassiana* بالمقارنة مع متوسط أعداد الأفراد المنبتة من الشاهد علماً بأن معظم الأفراد الحية الناتجة كانت في طور البالغات كما اختلفت متوسطات أعداد الأفراد باختلاف العزلات، فقد بلغت هذه المتوسطات 25، 15، 6.3 و 44.3 فرداً للعزلات D، B، C والشاهد على التوالي (الجدول 3).

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي فروقاً معنوية في متوسطات أعداد الأفراد الإجمالية المنبتة من الدرنات المعاملة حيث تفوقت كافة المعاملات على الشاهد، كما تفوقت المعاملة C على المعاملتين الباقيتين، ولم تلاحظ أية فروق معنوية بين المعاملتين بالعزلات D و B. وأظهرت النتائج عدم وجود فروق معنوية بين هذه المعاملات والشاهد، في النسب المئوية للأفراد الحية المنبتة التي بقيت على قيد الحياة بعد 3 أسابيع من المعاملة (معدل البقاء)، كانت معدلات البقاء، 98.33، 86.1، 87.6 و 86.8 % للمعاملات B، C، D والشاهد على التوالي. مما يعني أن الأفراد التي بقيت على قيد الحياة انبثقت بمعدلات عالية ومتقاربة مع بعضها ومع الشاهد. تم ملاحظة وجود بعض الفراشات المشوهة من بين الحشرات المنبتة عن الدرنات المعاملة بالعزلات الثلاثة.

الجدول 2 أعداد ومعدلات بقاء أفراد فراشة درنات البطاطا *P.operculella* المنبتة من الدرنات المعاملة بالعزلات المحلية للفطر *B. bassiana* في المخزن.

اسم العزلة	عدد الأفراد الإجمالي الناتج ± الخطأ القياسي SE	معدل البقاء ± الخطأ القياسي SE
شاهد	44.3±4.7a	86.8±5.8a
B	15±3.2b	98.33±1.6a
C	6.3±0.88c	86.1±7.3a
D	25±5.5b	87.6±2.9a
LSD _{0.01}	10.48	12.99

الأحرف الصغيرة المتشابهة في نفس العمود تدل على عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات عند مستوى معنوية 0.01

المناقشة:

أظهرت نتائج هذه الدراسة تأثيراً للعزلات المحلية المختبرة للفطر *B. bassiana* على نسبة وشدة إصابة درنات البطاطا بفراشة درنات البطاطا في المخزن، وعلى أعداد الفراشات الإجمالية المنبتة بعد ثلاثة أسابيع من درنات معاملة بأبواغ الفطر.

يعود تأثير العزلات المحلية على الآفة المستهدفة في هذا البحث لنوعين من التأثيرات، الأولى مباشرة على الفراشات المدخلة إلى المخزن وناتجة عن احتكاكها بأبواغ الفطر الموجودة على سطح الدرنات المعاملة في المخزن، وذلك أثناء سيرها وتواجدها على الدرنات للتزواج

ووضع البيض، مما أدى إلى موت أو مرض بعض هذه الفراشات وانخفاض في خصوبة البيض الآخر، ويتفق هذا التفسير مع ما ورد في دراسات سابقة في المخبر عن الحساسية العالية عند بالغات فراشة درنات البطاطا تجاه عزلات الفطر *B. bassiana* التي استخدمت في هذا البحث (السعود وآخرون، 2016؛ مهدي وعبد الله محمد، 2010). وتأثيرات غير مباشرة، والتي تعود إلى العدوى بالفطر عند أفراد النسل الناتج عن الفراشات المسببة لإصابة الدرنات في التجربة (البيض واليرقات)، قبل دخولها إلى الدرنه المعاملة، فقد أظهرت السعود وآخرون (2016، 2017) وكذلك مهدي وعبد الله محمد (2010) حساسية كافة أطوار فراشة درنات البطاطا لعزلات الفطر *B. bassiana* التي درست في هذا البحث بما في ذلك طور البيضة واليرقة، كما أن التركيز المدروس في هذا البحث عالي وتجاوز الجرعات القاتلة النصفية لمعظم أطوار الآفة المستهدفة، مما أدى إلى قتل بيض ويرقات العمر الاول قبل دخولها الدرنه وخفض نسبة الإصابة.

أظهرت دراسات سابقة على فراشات فصيلة Gelechiidae مثل فراشة درنات البطاطا (السعود وآخرون، 2016) وعتة الحبوب *Sitotroga cerealella* (Ekesi et al, 2000)، وعتة البندورة *Tuta absoluta* (Shalaby et al, 2013) أن الزمن القاتل النصفى للفطر *B. bassiana* لا يتجاوز أسبوع، وبالتالي فإن المدة الزمنية الفاصلة ما بين تاريخ إحداث العدوى الإصطناعية على الدرنات وأخذ القراءات في هذا البحث كافية ليظهر تأثير الفطر المباشر وغير المباشر على أطوار الآفة المختلفة.

أظهرت نتائج هذه الدراسة كفاءة واضحة عند العزلات المحلية للفطر *B. bassiana* في مكافحة فراشة درنات البطاطا *P. operculella* في المخزن بالرغم من التقوق النسبي للعزلة C على باقي العزلات. حيث يمكن من خلال نتائج هذا البحث تلخيص فوائد المعاملة بعزلات الفطر المدروسة بتخفيض نسبة وشدة إصابة الدرنات المعاملة من جهة، وبتخفيض معدلات البقاء عند الآفة من جهة أخرى، مما يساهم لاحقاً في تخفيض أعداد الأفراد الناتجة من جيل إلى آخر وبالتالي تخفيض الأضرار التي يمكن أن تتجم عنها.

تعتبر ظروف المخازن بشكل عام غير ملائمة لنمو الفطر *B. bassiana*، فشرط التخزين تتطلب جفاف بينما يتطلب نمو الفطر وجود رطوبة عالية، وبالنسبة لظروف التخزين في هذا البحث (درجة حرارة 28 ± 2 م° تعتبر درجة حرارة مناسبة لنمو الفطر، ورطوبة نسبية 50 ± 5 % لا تناسب نموه، ويتطلب وجود رطوبة نسبية 100%) (Walstad et al., 1970)، ومع ذلك اظهر الفطر كفاءة في مكافحة فراشة درنات البطاطا.

تعتمد عملية اختراق الفطر لكيوتيكال الحشرة على خصائص الكيوتيكال مثل الثخانة ومحتوى الكيوتيكال من البروتين والأحماض الدهنية بالإضافة إلى الأنزيمات التي ينتجها الفطر لتحطيم الكيوتيكال (Leger et al., 1991; St Leger et al., 1996)، وبما أن الليبيدات الموجودة في حلقات جسم الآفة هي التي تحميها من دخول العوامل الممرضة إليها فإن أي عامل يؤثر على هذا الحاجز (مثل الصخور الدياتومية) من المتوقع منه أن يساهم في اختراق أفضل للكيوتيكال من قبل العوامل الممرضة بحيث يزيد من تأثيراتها الممرضة ويخفض من المعدلات العالية التي يتطلبها تطبيق الفطر *B. bassiana*، حيث تبين مثلاً أن استعمال الفطر *B. bassiana* في مكافحة يرقات فراشة الطحين الهندية *Plodia interpunctella* بالتآزر مع الصخور الدياتومية مثلاً لا تقلل فقط من التراكيز اللازمة من الفطر (خفضت LC50 للفطر على يرقات هذه الحشرة من 10×9.8 بوغة/مل إلى 10×4.6 بوغة/مل)، بل وتقتصر من الفترة الزمنية لظهور تأثير المبيد (Arooni-Hesari et al., 2015).

الاستنتاجات:

أثبتت العزلات المحلية للفطر الممرض للحشرات *B. bassiana* فعالية في مكافحة فراشة درنات البطاطا *P. operculella* في المخزن مما يشجع على استخدامها في برنامج الإدارة المتكاملة لآفات البطاطا في المخازن غير المبردة.

التوصيات:

توصي الدراسة بإجراء أبحاث لاحقة على حيوية وخصوبة الفراشات المشوهة المنبتقة بعد المعاملة بالعزلات المختلفة.

المراجع:

السعود، نسرین (2005). دراسة بيولوجية وبيئية على فراشة درنات البطاطا وطرق مكافحتها في محافظة حمص. أطروحة ماجستير. جامعة دمشق. 131 صفحة.

السعود، نسرین، دمر نمور، علي ياسين علي (2016). حساسية بالغات عثة درنات البطاطا *Phthorimaea operculella* لعزلات محلية من الفطر الممرض *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. مجلة جامعة البعث 38 (14): 115-144.

السعود، نسرین، دمر نمور، علي ياسين علي (2017). حساسية بيض عثة درنات البطاطا *Phthorimaea operculella* لعزلات محلية من الفطر الممرض *Beauveria bassiana*. مجلة وقاية النبات العربية. 35(2).

مهدي، فيحاء عبود، حسام الدين عبد الله محمد (2010). استعمال الفطر الأحيائي *Beauveria bassiana* (Balsamo) في مكافحة عثة درنات البطاطا بالمختبر. مجلة الأنبار للعلوم الزراعية. 8 (4): 334-341.

Ali, Y.A. (2010). Untersuchungen zur Effektivität entomopathogener Pilze im integrierten Pflanzenschutz am Beispiel der Fruchtfliegen *Ceratitis capitata* und *Rhagoletis cerasi* (Diptera, Tephritidae), Ph.D: Division Phytomedicine. Humboldt-Universität zu Berlin.

Anderson, T.E.; and D.W. Roberts (1983). Compatibility of *Beauveria bassiana* isolates with insecticide formulations used in Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) control. Journal of Economic Entomology, 76(6): 1437-1441.

Arooni-Hesari, M.; R. Talaei-Hassanlou; and Q. Sabahi (2015). Simultaneous use of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* and diatomaceous earth against the larvae of indianmeal moth, *Plodia interpunctella*: Advances in Bioscience and Biotechnology. 6(8): 501-507. doi:10.4236/abb.2015.68052.

Arx, R.V.; and F. Gebhardt (1990). Effects of a granulosis virus, and *Bacillus thuringiensis* on life-table parameters of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella*. Journal of Entomophaga. 35(1): 151-159.

Das, G.P.; and K.V. Raman (1994). Alternate hosts of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller): Crop Protection. 13(2): 83-86.

Ekesi, S.; A.D. Akpa; and I. Onu (2000). Relative pathogenicity of different entomopathogenic fungi to *Sitotroga cerealella* in stored sorghum. Tropical Science. 40(4):206-210.

Gill, H.K.; G. Chahil; G. Goyal; A.K. Gill; J.L. Gillett-Kaufman; and S.I. Rondon (2013). Protection of potato crop against *Phthorimaea operculella* (Zeller) infestation using grass extract of two noctuid insect pests under laboratory and storage simulation conditions.

- online:http://entnemdept.ufl.edu/creatures/VEG/POTATO/potato_tuberworm.htm. (accessed April 28, 2014).
- Hafez, M.; F.N. Zaki, A. Moursy; and M. Sabbour (1997). Biological effects of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* on the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Seller): Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz. 70(8):158–159.
- Hassani-Kakhki, M.; J. Karimi; and M. Hosseini (2013). Efficacy of entomopathogenic nematodes against potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) under laboratory conditions: Biocontrol Science and Technology. 23(2):146–159. doi:10.1080/09583157.2012.745481.
- Lacey, L.A. (1997). Manual of Techniques in Invertebrate Pathology: USA, ACADEMIC PRESS.
- Leger, R.J.S.; M. Goettel, D.W. Roberts; and R.C. Staples (1991). Prepenetration events during infection of host cuticle by *Metarhizium anisopliae*. Journal of Invertebrate Pathology. 58(2):168–179. doi:10.1016/0022-2011(91)90061-T.
- Lord, J.C. (2001). Desiccant Dusts Synergize the Effect of *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes: Moniliales) on Stored-Grain Beetles: Journal of Economic Entomology. 94(2): 367–372.
- McKinney, H.H.; and R.J. Davis (1925). Influence of soil temperature and moisture on infection of young wheat plants by *Ophiobolus graminis*. Journal of Agricultural Research. 31(9):827–840.
- Raman, K.V. (1988). Control of potato tuber moth *Phthorimaea operculella* with sex pheromones in Peru. Agriculture Ecosystems & Environment. 21(1–2). 85–99.
- Rondon, S.I. (2010). The potato tuber worm: A literature review of its biology, ecology, and control. American Journal of Potato Research. 87(2): 149–166.
- Shalaby, H.H.; F.H. Faragalla; H.M. El-Saadany; and A.A. Ibrahim (2013). Efficacy of three entomopathogenic agents for control the tomato borer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Journal of Nature and Science. 11(7): 63–27.
- Sporleder, M.; O. Zegarra; E.M.R. Cauti; and J. Kroschel (2008). Effects of temperature on the activity and kinetics of the granulovirus infecting the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). Journal of Biological Control. 44(3): 286–295.
- St Leger, R.J.; L. Joshi, M.J. Bidochka, N W. Rizzo; and D.W. Roberts (1996). Characterization and ultrastructural localization of chitinases from *Metarhizium anisopliae*, *M. flavoviride*, and *Beauveria bassiana* during fungal invasion of host (*Manduca sexta*) cuticle. Applied and Environmental Microbiology. 62(3): 907–912.
- Tanasković, S.; V. Djurović; B. Popović; D. Knežević; S. Gvozdenac; and D. Prvulović (2016). Plants as bio-insecticides in the service of the suppression of potato tuber moth in storage. Zbornik radova. 21(23): 453–458.
- Visser, D. (2005). Guide to potato pests and their natural enemies in South Africa. Pretoria, Arc-Roodeplaat Vegetable and Ornamental Plant Institute. 464 p.
- Walstad, J.D., R.F. Anderson; and W.J. Stambaugh (1970). Effects of environmental conditions on two species of muscardine fungi (*Beauveria bassiana* and *Metarrhizium anisopliae*). Journal of Invertebrate Pathology. 16(2): 221–226.

**Evaluation of Local Isolates of *Beauveria bassiana*
(Ascomycota: Hypocreales) As control Agent for Potato Tuber
Moth
Phthorimaea operculella (Gelechiidae:Lepidoptera) Under Non-
refrigerated Storage conditions**

Nisreen Alsaoud⁽¹⁾ Doummar Nammour⁽¹⁾ and Ali Yaseen Ali⁽²⁾

(1). Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Albaath University, Homs, Syria,

(2). Tarsus Research Center, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria.

(*Corresponding author: Eng. Nisreen Alsaoud. E. mail nisreensoud@gmail.com).

Received: 16/07/2017

Accepted: 01/10/2017

Abstract

The efficacy of three native isolates of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales), with concentration of 1×10^7 spore/ml, were tested on potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Gelechiidae:Lepidoptera) under non-refrigerated storage conditions (28 ± 2 C and R.H= $50\% \pm 5$). The results showed the efficiency of the three isolates in the studied concentration to control the pest in store. These isolates showed superiority on control, where infection rates of tubers were 67, 83, 87.9, 100% for isolates C, D, B and control respectively, and reduced the severity of infection to 50.7, 63.2, 70.8, and 99.2% for isolates C, B, D and control respectively. The averages of emerged adults were 25, 15, 6.3, and 44.3 adults for isolates C, B, C and control respectively. Results showed that the fungus *B. bassiana* is an important control agent in integrated pest management for potato tuber moth in non-refrigerated stores.

Key words: Potato tuber moth, *Beauveria bassiana*, *Phthorimaea operculella*, Biological control.