فعالية الفطر *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin الممرض للحشرات إزاء حشرة حافرة أوراق البندورة/الطماطم *Tuta absoluta* (Meyrick)

زياد العيسى[1]، عبد الناصر تريسي[2]، فاتح خطيب[2] ومصطفى البوحسيني[3]

(1) مؤسسة إكثار البذار، مختبر زراعة الأنسجة، حلب، سورية؛ (2) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة حلب، حلب، سورية، البريد الإلكتروني: n_trissi@yahoo.com؛ (3) المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا)، ص ب 6299، الرباط، المغرب.

الملخص

العيسى، زياد، عبد الناصر تريسي، فاتح خطيب ومصطفى البوحسيني. 2017. فعالية الفطر *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin الممرض للحشرات إزاء حشرة حافرة أوراق البندورة/الطماطم *Tuta absoluta* (Meyrick). مجلة وقاية النبات العربية، 35(2): 103–109.

تعد حشرة حافرة أوراق البندورة *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) آفة هدامة في بلدان حوض البحر المتوسط. ومن الاستراتيجيات المهمة للمكافحة الفعالة والمستدامة لهذه الآفة الغازية استخدام الفطور الممرضة للحشرات، ومن بينها الفطر *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin الذي يعد من ممرضات الحشرات المهمة. تم في هذه الدراسة اختبار قدرة عزلتي الفطر EPA2 و EPH1 على التعايش الداخلي مع نباتات البندورة/الطماطم وعلى فاعليتهما على الحشرة تحت الظروف الحقلية. أظهرت النتائج قدرة كلتا العزلتين على التعايش داخل أوراق البندورة عند معاملتها بأبواغ الفطر كما انخفضت نسب الأوراق المصابة بالآفة عند معاملة النباتات حقلياً بكلتا العزلتين، في حين بلغت نسب إصابة الشاهد (غير المعامل) 30% من الأوراق. كذلك انخفضت نسبة الثمار المصابة بالحشرة عند معاملة النبات بعزلتي الفطر مقارنة مع النباتات غير المعاملة التي بلغت فيها نسبة إصابة الثمار 44%. وبالتالي فان قدرة عزلتي الفطر المدروستين على تخفيض مستويات الإصابة في الحقل يجعلهما من العزلات الواعدة ضمن برامج الإدارة المتكاملة للآفة.

كلمات مفتاحية: حفار أوراق البندورة، *Tuta absoluta*، الفطور الممرضة للحشرات، Endophyte، *Beauveria bassiana*.

المقدمة

تصاب نباتات البندورة/الطماطم *Lycopersicon esculentum* L. بالعديد من الإجهادات الأحيائية واللا أحيائية، وتتصدر الإصابات الحشرية قائمة الآفات التي تصيب هذا المحصول، ومن أهمها حشرة حافرة أوراق البندورة *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) والتي أصبحت الآفة الرئيسة في بلدان حوض البحر المتوسط حيث تسبب خسائر اقتصادية كبيرة قد تصل إلى100% في بعض الحالات (4، 8). تتزايد أضرار هذه الآفة في سورية عاماً بعد عام منذ وفودها في عام 2010 (1)، حيث تصيب المحصول خلال مراحل تطوره المختلفة. تضع البالغات 73% من بيوضها على الأوراق، و 21% على عروق الأوراق والسوق الطرفية و5% على كأس الزهرة و1% فقط على الثمار غير الناضجة (7). تخترق اليرقات المنبثقة حديثاً الأوراق أو السوق أو الثمار لتتغذى وتتطور ضمن أنفاق تحدثها في الأجزاء المصابة. تسبب هذه الحشرة تدني نوعية ثمار البندورة المزروعة في البيوت المحمية والحقل مما يقلل من قيمتها التسويقية (8). تقتصر مكافحة هذه الحشرة حالياً على استخدام المبيدات الكيميائية (15)، رغم ظهور صفة المقاومة للمبيدات عند هذه الحشرة في بعض المناطق (18، 28)، إضافة للأضرار المحتملة لهذه المبيدات على اللكائنات الحية غير المستهدفة، وكذلك المحاذير البيئية والمخاطر على صحة الأنسان (14). لذلك فإن العديد من الإجراءات يمكن تطبيقها ضمن برامج الإدارة المتكاملة بما فيها المكافحة الحيوية والكيميائية للحد من انتشار هذه الآفة، وتعد الفطور الممرضة للحشرات من عوامل المكافحة الحيوية المهمة والتي زاد استخدامها مؤخراً نظراً لإمكانية انتاجها بشكل اقتصادي (23). أضف إلى ذلك أن العديد من الدراسات أظهرت أن بعض هذه الفطور تمتلك خاصية استعمار أنسجة النباتات كمتعايشات داخلية ضمن العديد من الأنواع النباتية (24، 26). يمكن أن تتعايش هذه الفطور داخلياً ضمن جذور وأوراق النبات العائل دون أن تظهر عليه أي أعراض (29).

يمتلك الفطر *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin الممرض للحشرات خاصية التعايش الداخلي حيث أمكن عزله طبيعياً أو بعد إجراء عدوى اصطناعية من عدد من النباتات مثل الذرة (6،

http://dx.doi.org/10.22268/AJPP-035.2.103109
© 2016 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

17)، البطاطا/البطاطس (10)، القطن والبندورة/الطماطم (16)، النخيل (9)، الموز (3)، القهوة (21)، والكاكاو (20). إن وجود الفطور المتعايشة ضمن العائل يمكن أن يؤثر في مجتمعات الآفات، فتعايش الفطر *B. bassiana* ضمن نسيج نباتات الذرة تسبب في خفض أعداد الأنفاق التي تحدثها يرقات حفار ساق الذرة الأوربي *Ostrinia nubilalis* (Hübner) ويرقات النوع *Sesamia calamistis* (Hampson) (6). كذلك سُجل انخفاض الأضرار الناتجة عن حفار جذور الموز *Cosmopolites sordidus* (Germar) نتيجة تعايش الفطر السابق الذكر مع نباتات الموز(3)، وقد عُزي ذلك إلى إفراز السموم الفطرية ضمن أنسجة النباتات العائلة.

إن زيادة مخاطر استخدام المبيدات الكيميائية وأثرها المتبقي في الغذاء والبيئة بالمقارنة مع الاستخدام الآمن للفطر *B. bassiana* الممرض للحشرات جعل من تقصي القدرة الامراضية لهذا الفطر إزاء حشرة حافرة أوراق البندورة وإمكانية تعايش بعض عزلاته داخلياً مع العائل أمراً بالغ الأهمية والهدف الرئيس لهذا البحث.

مواد البحث وطرائقه

عزلات الفطر المستخدمة

تمّ الحصول على عزلتي الفطر الممرض *B. bassiana* (EPH1 وEPA2) من المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا)، حيث عُزلت كلتا العزلتين من عينات سعف النخيل تم جمعها من منطقة طرطوس عام 2014.

تحضير المعلق البوغي

زُرعت عزلات الفطور المدروسة في أطباق بتري على وسط ¼SDYA (¼sabouraud dextrose yeast extract agar) بمعدل عشرين طبق لكل عزلة، وذلك بنشر كمية 100 ميكرولتر من المعلق البوغي (تركيز 1×10^6 بوغة/مل) على الطبق، ثم حضنت لمدة 15 يوماًعند 22°س في الظلام للحصول على أعلى نسبة تبوغ. حُصدت الأبواغ بعد ذلك باستخدام قضيب زجاجي بعد إضافة 10 مل ماء مقطر ومعقم مضافاً له 0.05% من مادة Tween 80، ثم نقل المعلق البوغي إلى أنبوب اختبار. رُج الأنبوب لمدة ثلاث دقائق لتحطيم الحوامل البوغية وبعثرة الأبواغ، ثم مُرر المعلق عبر أربع طبقات من الشاش الطبي المعقم لفصل الأبواغ عن الميسليوم وبقايا وسط النمو. تم حساب تركيز المعلق البوغي (بوغة كونيدية/مل) باستخدام شريحة عد كريات الدم الحمراء. كما حسبت نسبة إنبات أبواغ العزلتين المدروستين من خلال تلقيح ثلاثة أطباق بتري بقطرة من المعلق البوغي لكل عزلة، ثم حضنت الأطباق عند 22 °س لمدة 24 ساعة. اختبرت حيوية الأبواغ بفحص200 بوغة كونيدية على الأقل من كل طبق تحت المجهر، واعتبرت البوغة نابتة إذا تجاوز طول أنبوبة الإنبات نصف طول البوغة.

اختبار إمكانية التعايش الداخلي للفطر تحت ظروف المختبر

زُرعت بذور بندورة من الصنف البلدي في أصص قطرها 15 سم تحوي خلطة معقمة من التربة والرمل والبيتموس peatmoss بنسب متساوية في مختبر أبحاث وقاية النبات، جامعة حلب. استخدم التصميم العشوائي الكامل في التوزيع، وبمعدل ثلاثة مكررات لكل معاملة. رُشت الشتول عند تشكل أربع أوراق حقيقية بالمعلق البوغي للعزلتين المدروستين وبتركيز 10^7 بوغة كونيدية/مل، في حين رشت نباتات الشاهد بالماء. أُخذت ثلاث أوراق (9 وريقات) من كل مكرر ومن مناطق مختلفة من الشتول ولكل من المعاملات المدروسة، بعد 15 يوماً من العدوى. أُجري التطهير السطحي لهذه الأوراق وفق طريقة نشرت سابقاً (13). غسلت الأوراق بالماء، ثم غمرت بالكحول الايثيلي تركيز 70% لمدة 15 ثانية، وغسلت بعدها بالماء للتخلص من الكحول، ونقلت بعد ذلك إلى محلول هيبوكلوريت الصوديوم تركيز 1% لمدة دقيقة واحدة، ثم غسلت ثلاث مرات بالماء المقطر والمعقم. قُطعت الأوراق لعدة قطع ثم نقلت لأطباق بتري تحوي مستنبت ¼SDYA مدعم بالبنيسلين (0.02%) والستربتومايسين (0.004%). أغلقت الأطباق بشريط من البارافيلم ثم حضنت عند 22±2 °س لحين ظهور النمو الخارجي لعزلات الفطر *B. bassiana* على سطح الأوراق. كما لقحت بعض الأطباق بماء الغسيل للتأكد من فاعلية التطهير السطحي.

فاعلية العزلتين EPH1 وEPA2 في خفض نسب الإصابة بحافرة أوراق البندورة حقلياً

تصميم التجربة – نفذت التجربة في حقل مزروع بنباتات البندورة، خصص منه مساحة 160 م^2 لتنفيذ التجربة، في قرية المستورة التابعة لمنطقة عفرين من محافظة حلب، سورية. ضمت التجربة ثلاث معاملات (عزلتي الفطر ومعاملة شاهد). زُرعت شتول البندورة/الطماطم في الحقل بتاريخ 21 آذار/مارس 2016، على خطوط بطول 9 م، وبمعدل 15 نباتاً في الخط الواحد، البعد بين الخط والآخر 60–70 سم، وبفاصل 30–40 سم بين الشتول. فصلت القطع التجريبية بمسافة خالية من النباتات بطول 3 م. كما تمّ توزيع مصيدتين فيرمونيتين لرصد نشاط الحشرة ومراقبة كثافة مجتمعاتها.

تنفيذ التجربة– تم تنفيذ الرش الحقلي لنباتات البندورة بعزلتي الفطر *B. bassiana* المدروستين EPH1 وEPA2 مرتين خلال الموسم. أجريت الرشة الأولى بعد أسبوع من زراعة الشتول في الحقل (2016/3/30)، بكمية 20 مل لكل نبات وبتركيز 2.5×10^{7} بوغة كونيدية/مل. نفذت الرشة الثانية بالمعلق البوغي لعزلتي الفطر بتاريخ 2016/6/14، بالتركيز ذاته المستخدم في الموعد الأول، كما رشت نباتات الشاهد بالماء المقطر. أجريت عملية الرش قبيل غروب الشمس باستخدام مرش يدوي. وقد نفذت الرشة الثانية عند ملاحظة ارتفاع عدد الحشرات الملتقطة على المصائد الفيرمونية.

تمّ أخذ القراءات بشكل منتظم كل خمسة عشر يوماً بدءاً من تاريخ معاملة النباتات بالعزلات الفطرية، حيث تم عدّ أوراق البندورة المصابة بهذه الحشرة (ظهور انفاق فى الأوراق) في كل نبات وعدد الأوراق الكلية ونسبة الضرر (عدد الأوراق المصابة بالنبات الواحد/عدد الأوراق الكلية في النبات الواحد × 100).

التحليل الإحصائى – صُممت التجربة بطريقة القطاعات العشوائية الكاملة، وبواقع ثلاثة مكررات لكل معاملة. أُجري التحليل الإحصائي باستخدام برنامج التحليل GEN STAT (19)، وتمت مقارنة الفروق عند أقل مستوى فرق معنوي عند مستوى إحتمال 0.05 باستخدام اختبار دنكن.

النتائج والمناقشة

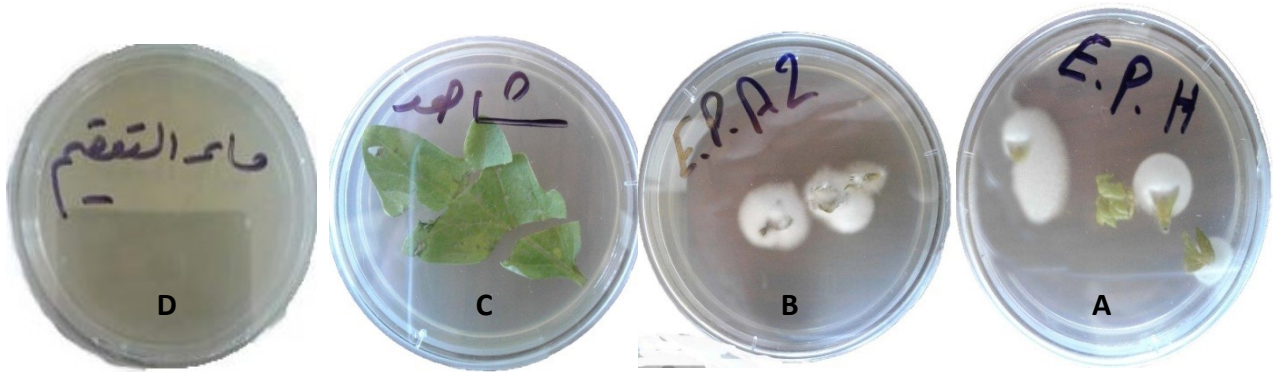
أظهرت نتائج اختبار حيوية الأبواغ للعزلتين المدروستين (EPA2 وEPH1)، حيث تراوحت نسبة الإنبات بين 94–96% في تجارب المختبر والحقل.

التعايش الداخلي للفطر *B. bassiana*

أظهرت نتائج عزل الفطر من نباتات البندورة بعد 15 يوماً من الإعداء تحت ظروف المختبر، إمكانية تعايش عزلات الفطر المدروسة ضمن نباتات العائل، حيث أمكن عزله من 80% وسطياً من الوريقات المعاملة بالفطر *B. bassiana* (90% من الوريقات المعاملة بالعزلة EPA2 و70% من تلك المعاملة بـــالعزلة EPH1). اعتبرت الورقة مستعمرة بعزلة الفطر المدروسة عند عزل الفطر من أي من مقاطع الوريقات المعاملة، واعتبر الفطر عند ذلك متعايشاً مع كامل النبات خلال هذه الفترة، وبالتالي سجل الفطر قدرة على التعايش ضمن 100% من نباتات البندورة المعاملة بالفطر الممرض. في حين لم تتم أي من عزلات الفطر *B.bassiana* في جميع نباتات الشاهد، كذلك لم يسجل أي نمو فطري في الأطباق التي أعديت بماء الغسيل (شكل 1).

فاعلية العزلتين EPH1 وEPA2 في خفض نسبة الإصابة بحافرة أوراق البندورة حقلياً

أظهرت النتائج الحقلية بعد إجراء الرشة الأولى وجود فروق عالية المعنوية ($F_{(6, 22)}= 13.95, P<0.001$)، في نسبة إصابة النباتات بحشرة حافرة أوراق البندورة بين النباتات المعاملة بعزلتي الفطر *B. bassiana* مقارنة مع الشاهد المعامل بالماء المقطر. الأمر الذي يشير إلى أن عزلتي الفطر المستخدمتين حققتا انخفاضاً في نسب الإصابة منذ بداية المعاملة عندما كان النبات بالورقة الحقيقية السابعة ولغاية مرحلة الإزهار وعقد الثمار (جدول 1).



شكل 1. عزل الفطر *B. bassiana* المتعايش داخلياً من نباتات البندورة. A= الغزل الفطري للعزلة EPA2، B= الغزل الفطري للعزلة EPH1، C=نباتات الشاهد، D= العزل من ماء الغسيل.

Figure 1. Isolation of the endophytic fungus *Beauveria bassiana* from tomato plants. A= EPA2 isolate, B= EPH1 isolate, C= control plants, D= rinsing water.

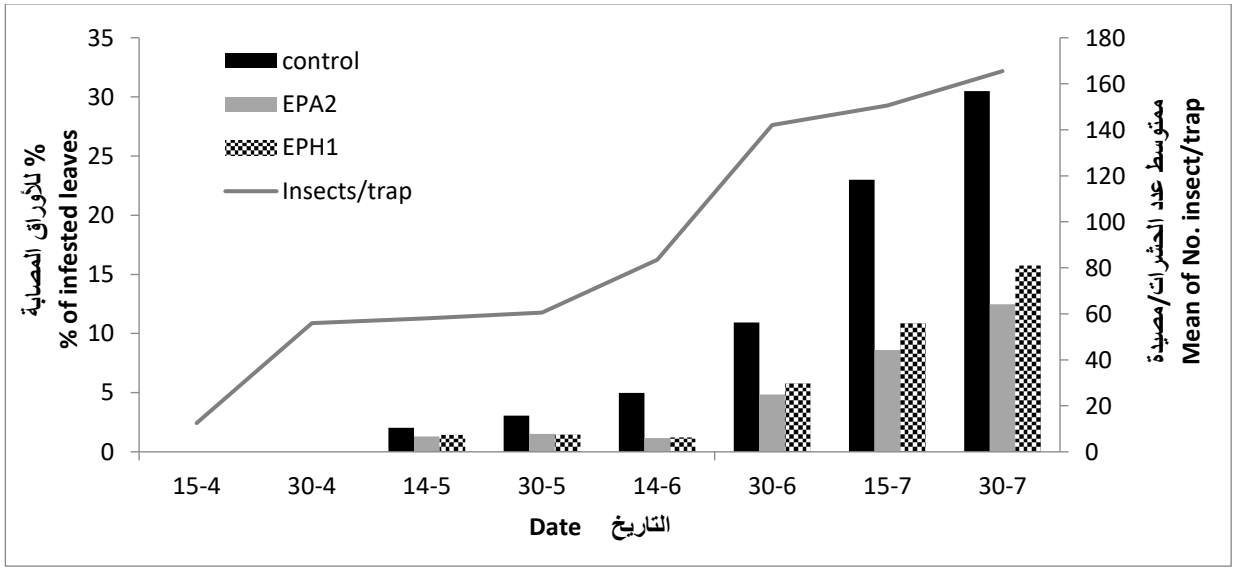
حققت الرشة الداعمة بالمعلق البوغي للفطر في 2016/6/14 حماية لنباتات البندورة وحافظت على مستويات إصابة الأوراق في حدها الأدنى، رغم ارتفاع عدد الحشرات في المصيدة بشكل ملحوظ لأكثر من 50 حشرة/مصيدة، ولفترة تجاوزت 45 يوماً بعد المعاملة، حيث كانت نسب الإصابة في حدود 12–15% تقريباً مقارنة مع نباتات الشاهد التي وصلت فيها نسب الإصابة لأكثر من 30% من الأوراق وذلك عند مستويات مرتفعة من الحشرات البالغة الممسوكة بالمصيدة والتي بلغت 160 حشرة/مصيدة. وقد استطاعت العزلات الفطرية حماية المجموع الورقي خلال الرشة الثانية رغم الكثافة العالية لأعداد الحشرات الملتقطة في المصائد الفيرمونية وارتفاع درجات الحرارة خلال شهري حزيران/يونيو وتموز/يوليو الأمر الذي يشير إلى فاعلية هاتين العزلتين في تعزيز مقاومة النبات (شكل 2).

كما أظهرت نتائج معاملة النباتات بعزلتي الفطر حقلياً، وجود فروق عالية المعنوية ($F_{(2, 8)}$= 34.89, P<0.001)، في عدد الثمار المصابة بحشرة حافرة أوراق البندورة وبالتالي في نسب الإصابة مقارنة مع الشاهد غير المعامل بالفطر الممرض للحشرات. تراوحت نسب إصابة الثمار بين 4.11 و4.32% في النباتات المعاملة بعزلتي الفطر الممرض *B. bassiana* في حين تجاوزت هذه النسبة 44% في نباتات الشاهد المعاملة بالماء المقطر (جدول 2). وقد أظهرت النتائج انخفاض عدد الثمار في نباتات الشاهد مقارنة مع النباتات المعاملة بعزلتي الفطر المدروسة.

جدول 1. نسبةالإصابة بحشرة حافرة أوراق البندورة/الطماطم بعد المعاملة بعزلتي الفطر *B. bassiana*.

Table 1. Infestation rate with tomato leaf miner after treatment with two isolates of *B. bassiana*

Infestation % الإصابة %				
العزلة EPA2 Isolate EPA2	العزلة EPH1 Isolate EPH1	الشاهد Control	Date	التاريخ
0.19±1.30	0.22±1.44	0.30±2.03	15 April	15 نيسان/أبريل
0.68±1.51	0.42±1.47	0.32±3.07	30 April	30 نيسان/أبريل
0.47±1.17	0.41±1.23	0.60±4.99	15 May	15 أيار/مايو
0.86±4.36	1.15±5.08	1.43±9.93	1st June	1 حزيران/يونيو
0.84±4.80	1.40±5.36	0.66±15.18	14 June	14 حزيران/يونيو
0.24±5.95	0.88±6.58	1.14±17.35	30 June	30 حزيران/يونيو
1.07±8.60	0.31±10.88	4.05±23.04	15 July	15 تموز/يوليو
1.74±12.47	1.74±15.76	7.96±30.48	30 July	30 تموز/يوليو



شكل 2. نسب الأوراق المصابة بحافرة أوراق البندورة على النباتات المعاملة بالعزلتين الفطريتين EPA2 وEPH1.

Figure 2. Percent of tomato leaves infested with tomato leaf miner following treatment with the two fungal isolates (EPA2 and EPH1) of *B. bassiana*.

جدول 2. عدد الثمار ومتوسط نسب الإصابة بحشرة حافرة أوراق البندورة بعد معاملة النباتات بعزلتي الفطر *B. bassiana*

Table 2. Fruit number and infestation rate with tomato leaf miner following treatment with two isolates of *B. bassiana.*

عزلة الفطر الممرض Entomopathogenic fungal isolate	متوسط عدد الثمار المصابة على النبات Average number of infested fruits/plant	متوسط عدد الثمار الكلي على النبات Average total number of fruits/plant	% الثمار المصابة/النبات % Infested fruits/plant
EPA2	0.33±1.3	3.85±35.6	0.78±4.11
EPH1	0.88±1.6	3.34±38.6	2.74±4.32
الشاهد Control	0.58±9.0	2.52±21.0	6.13±44.09

المناقشة

أكدت نتائج اختبارات قدرة التعايش إمكانية استعمار عزلتي الفطر *B. bassiana* المدروستين أوراق نبات البندورة بنسب متفاوتة حيث توافقت مع ما ذكره Powell وآخرون (22) بأن العزلة GHA وهي عزلة تجارية من الفطر الممرض للحشرات *B. bassiana* تمكنت من استعمار أجزاء النبات المختلفة بعد تغليف بذور نباتات البندورة بهذه العزلة، حيث أظهرت قدرة على الحد من أضرار يرقات حشرة *Helicoverpa zea*. كما تمكن Leckie (16) من الكشف عن نموات الفطر ضمن أنسجة نباتات البندورة بعد أسبوعين من العدوى بعزلتين من الفطر *B. bassiana* باستخدام التفاعل السلسلي للبوليميراز Polymerase chain reaction (PCR) لمكاثرة الفاصل الداخلي المنسوخ Internal transcribed spacer (ITS) (9).

إن انخفاض نسبة إصابة نباتات البندورة بالآفة بعد معاملتها بالعزلتين EPH1 و EPA2 المدروستين وخلال كامل موسم النمو تُظهر قدرة هاتين العزلتين على الحفاظ على فاعليتهما وتأثيرهما في حياتية الآفة المستهدفة من خلال تعايشهما ضمن نباتات العائل، الأمر الذي يزيد من إمكانية استخدامهما في برامج المكافحة المتكاملة لهذه الحشرة، حيث انخفضت نسب إصابة الأوراق لأقل من 50% مقارنة مع الشاهد، وتوافق ذلك مع ما نشر سابقاً (12)، من أن تأثير عزلات تجارية متعايشة داخلياً من الفطر *B. bassiana* في الأعمار اليرقية الثلاثة الأولى لحافرة أنفاق أوراق البندورة كانت مرتفعة وسببت نسب نفوق في حدود 90–100%، في حين سببت نسب نفوق ليرقات العمر الرابع بحدود 30–50%. وكذلك أشار Kaoud (11) أن نسب نفوق يرقات حافرة أنفاق البندورة مختبرياً كانت بحدود 60%، وتوافق ذلك مع كل من خضير (2) و Shalaby وآخرون (27) الذين أشارو لفاعلية الفطر *B. bassiana* في مكافحة يرقات حافرة أوراق البندورة/الطماطم.

كما أظهرت النتائج فاعلية كلتا العزلتين EPH1 و EPA2 في خفض نسب إصابة ثمار البندورة بحشرة حافرة أوراق البندورة بحدود 90% مقارنة مع الشاهد. جاءت هذه النتائج متوافقة مع دراسة أجراها Bue وآخرون (5)، الذين حصلوا على نتائج جيدة من استخدام عزلات من الفطر *B. bassiana* في تخفيض نسب إصابة الثمار في الحقل. وكذلك أشار Sabbour (25) إلى أن تطبيق الفطر الممرض للحشرات *Metarhizium anisopliae* var. *frigidum* خفض نسب إصابة ثمار البندورة في الحقول المعاملة.

إن فاعلية عزلتي الفطر الممرض للحشرات EPH1 و EPA2 جراء تطبيقها في حقول البندورة في الحد من نسب إصابة الأوراق والثمار من خلال تعايشها الداخلي مع أنسجة النبات يجعل من استخدامها في برامج الإدارة المتكاملة لحشرة حافرة أوراق البندورة أمراً واعداً.

Abstract

Al Eisa, Z., A.N. Trissi, F. Khatib and M. El Bouhssini. 2017. Virulance of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* against the tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick). Arab Journal of Plant Protection, 35(2): 103-109.

The tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) is a destructive pest of tomato in the Mediterranean region. Among the best strategies for effective and sustainable control of this invasive insect pest are the entomopathogenic fungi. *Beauveria bassiana* is an important entomopathogen, and its capacity to colonize crop plants is becoming widely recognized. Herein the ability of the isolates EPA2 and EPH1 of *B. bassiana* to colonize tomato plants was tested. The performance of the pest was affected by entomopathogen in plants in the field trial. Results showed that both isolates colonized the leaves of tomato plants when inoculated as conidia. Under field conditions, leaf infestation with the pest was significantly decreased when plants were treated by the two isolates, while the insect infested 30% of leaves in the untreated plots. Less percentage of infested tomato fruits was recorded when plants were treated by both fungal isolates compared with untreated plants, where 44% of fruits was affected. Accordingly, the endopytic isolates of *B. bassiana* decreased the infestation levels of *T. absoluta* in tomato field, which is of particular relevance for the design of efficient management strategies.

Keywords: Tomato leaf miner, *Tuta absoluta*, Endophyte, *Beauveria bassiana*.

Coressponding author: Abdul Nasser Trissi, Aleppo University, Faculty of Agriculture, Aleppo, Syria. Email: n_trissi@yahoo.com

References

المراجع

1. **إبراهيم، محمد**. 2010. نشرة إرشادية عن حشرة حافرة أوراق البندورة. مركز البحوث العلمية الزراعية، حمص. 25 صفحة.
2. **خضير، عباس عزيز، صباح لطيف علوان، سعدي محمد هلال وعلي عبد الحسين كريم.** 2012. المكافحة الحيوية لعثة الطماطم الأمريكية الجنوبية *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) مختبرياً. مجلة الكوفة للعلوم الزراعية، 4: 195-209.
3. **Akello, J., T. Dubois, D. Coyne and S. Kyamanywa**. 2007. The effects of *Beauveria bassiana* dose and exposure duration on colonization and growth of tissue cultured banana (*Musa* sp.) plants. Biological Control, 49: 6-10.
4. **Alzaidi, Sh. and M.N. Hassan.** 2009. *Tuta absoluta* – a serious pest advancing in the Mediterranean region. Role of pheromones in management strategies. International Journal of Pest Management, 51: 85–87.
5. **Bue, P.L.O., S. Abbas, E. Peri and S. Colazza**. 2012. Use of biorational insecticides for the control of *Tuta absoluta* (Meyrick) infestations on open field tomato. New Medit, 11: 39-41.
6. **Cherry, A., A. Banito, D. Djegui and C. Lomer**.2004. Suppression of the stem-borer *Sesamia calamistis* (Lepidoptera; Noctuidae) in maize following seed dressing, topical application and stem injection with African isolates of *Beauveria bassiana*. International Journal of Pest Management, 50: 67-73.
7. **Desneux, N., E. Wajnberg, K.A.G. Wyckhuys, G.Burgio and S. Arpaia**. 2010. Biologicalinvasion of European tomato crops by *Tutaabsoluta*: ecology, geographic expansionand prospects for biological control. Journal of Pest Science, 83: 197-215
8. **EPPO**. 2005. EPPO datasheets on quarantine pests: *Tuta absoluta*. EPPO Bulletin, 35: 434-435.
9. **Gomez-Vidal, S., L.V. Lopez-Llorca, H.B. Jansson and J. Salinas**.2006. Endophytic colonization of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) leaves by entomopathogenic fungi. Micron, 37: 624–632.
10. **Jones, K.D.** 1994. Aspects of the biology and biological control of the European comborer in North Carolina. Ph.D. Dissertation. North Carolina State University, Raleigh. 127 pp.
11. **Kaoud, H.A**. 2014. Alternative methods for the control of *Tuta absoluta*. Global journal of multidisciplinary and applied sciences Available online at www.gjmas.com ©2014 GJMAS Journal-2014-2-2/41-46.
12. **Klieber, J. and A. Reineke.** 2015. The entomopathogen *Beauveria bassiana* has epiphytic and endophytic activity against the tomato leafminer *Tuta absoluta*. Journal of Applied Entomology, 140: 580-589.
13. **Lacey, L.A. and W.M. Brooks.** 1997. Initial handling and diagnosis of diseased insects. Pages 1-15. In: Manual of Techniques in Insect Pathology. L.A. Lacey (ed.). Academic Press, New York. 409 pp.
14. **Landgren, O., R.A. Kyle, J.A. Hoppin, L.E. Beane Freeman, J.R. Cerhan, J.A. Katzmann, S.V. Rajkumar and M.C. Alavanja.** 2009. Pesticides exposure and risk of monoclonal gammopathy of undetermined significance in the agricultural Health study. Blood, 113: 6386-6391.
15. **Lebdi-Grissa, K., M. Skander, M. Mhafdhi and R.Belhadj**. 2010. Lutte intégrée contre la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* Meyric (Lepidoptera: Gelechiidae) en Tunisie. Entomologie faunistique - Faunistic Entomology, 63: 125–132.
16. **Leckie, B.M**. 2002. Effects of *Beauveria bassiana* mycelia and metabolites incorporated into synthetic diet and fed to larval *Helicoverpa zea*, and detection of endophytic *Beauveria bassiana* in tomato plants using PCR and ITS. M.S. Thesis, the University of Tennessee. 96 pp.
17. **Lewis, L.C., D.J. Bruck, R.D. Gunnarson and K.G. Bidne.** 2001. Assessment of plant pathogenicity of endophytic *Beauveria bassiana* in *Bt* transgenic and nontransgenic corn. Crop Science, 41: 1395-1400.
18. **Lietti, M., E.Botto and R.A. Alzogaray**. 2005. Insecticide resistance in Argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Neotropical Entomology, 34: 113-119.
19. **Payne, R.W.** 2011. The Guide to GenStat® Release 14. Part 2: Statistics. VSN International, Hemel Hempstead, UK.
20. **Posada, F. and F.E. Vega**. 2005. Establishment of the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) as an endophyte in cocoa seedlings (*Theobroma cacao*). Mycologia, 97: 1195-1200.
21. **Posada, F., M.C. Aime, S.A. Peterson, S.A. Rehner and F.E. Vega**. 2007. Inoculation of coffee plants with the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales). Mycological Research, 111: 749-758.
22. **Powell, W.A., W.E. Klingeman, B.H. Ownley and K.D. Gwinn**. 2009. Evidence of endophytic *Beauveria bassiana* in seed-treated tomato plants acting as a systemic entomopathogen to larval *Helicoverpazea* (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Entomological Science, 44: 391-396.
23. **Qazzaz, F.O., M.I. Al-Masri and R.M. Barakat**. 2015. Effectiveness of *Beauveria bassiana* native isolates in the biological control of the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*). Advances in Entomology, 3: 44-55.
24. **Quesada-Moraga, E., C. Lopez-Diaz and B.B. Landa.** 2014. The hidden habit of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*: first demonstration of vertical plant transmission. PLoS ONE, 9: e89278.

25. **Sabbour, M.M**. 2014. Biocontrol of the Tomato Pinworm *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Egypt. Middle East Journal of Agriculture Research, 3: 499-503.
26. **Sasan, R.K. and M.J. Bidochka**. 2012. The insect-pathogenic fungus *Metarhizium robertsii* (Clavicipitaceae) is also an endophyte that stimulates plant root development. American Journal of Botany, 99: 101-107.
27. **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). Nature and Science, 11: 63-72.
28. **Siqueira, H.A.A., R.N.C. Guedes, D.B. Fragoso and L.C. Magalhaes**. 2001. Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). International Journal of Pest Management, 47: 247–251.
29. **Van Bael, S.A., Z. Maynard, E. Rojas, L.C. Mejia, D.A. Kyllo and E.A**. **Herre.** 2005. Emerging perspectives on the ecological roles of endophytic fungi in tropical plants. Pages 181-191. In: The Fungal Community Its Organisation and Role in the Ecosystem. J. Dighton, J.F. White and P. Oudemans (eds.). Taylor & Francis, city, country.

Received: May 17, 2017; Accepted: April 10, 2017

تاريخ الاستلام: 2016/5/17؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2017/4/10