

تأثير الاستيطان الداخلي للفطر *Beauveria bassiana* في إصابة نبات الخيار بمنّ القطن *Aphis gossypii* بالمقارنة مع الرشّ المباشر في البيت المحمي

لبنى رجب*⁽¹⁾ و ابتسام غزال⁽¹⁾ و محمد أحمد⁽²⁾

(1). قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة اللاذقية، اللاذقية، سورية.

(2). قسم علم الحياة، كلية العلوم، جامعة طرطوس، طرطوس، سورية.

(*المراسلة: م. لبنى حسن رجب، البريد الإلكتروني: lobnarajabassiana@gmail.com).

تاريخ القبول: 2025/02/24

تاريخ الاستلام: 2024/09/28

الملخص:

نُفذ البحث في جامعة اللاذقية، خلال العام 2022، وهدف إلى استكشاف التأثير المباشر وتأثير الاستيطان الداخلي لعزلتين محليتين من الفطر *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. في حماية نبات الخيار من الإصابة بمنّ القطن *Aphis gossypii* في ظروف البيت المحمي. استُخدمت العزلة B243 المعزولة من التربة والعزلة N20 المعزولة داخلياً من نبات الخيار لتنفيذ هذه التجارب. اختُبرت القدرة الإراضية الأولية لهاتين العزلتين ضدّ منّ القطن *A. gossypii*. مخبرياً بتغذيته على أقراص ورقية تمّ غمسها في المعلق البوغي للفطر. وأظهرت النتائج انخفاضاً معنوياً في حجم مستعمرة المنّ الناتجة وصل إلى 44.35 و 58.49% بالمقارنة مع الشاهد لكل من العزلتين B243 و N20، على التوالي. كما دُرس تأثير هاتين العزلتين في إصابة نبات الخيار بمنّ القطن *A. gossypii* في ظروف البيت المحمي باستخدام ثلاث طرائق تلقیح، وهي الرشّ الورقي قبل نقل أفراد المنّ إلى النبات، والرشّ الورقي بعد نقل أفراد المنّ إلى النبات، والاستيطان الداخلي للفطر من خلال نقع جذور البادرات بالمعلق البوغي. كما دُرست قدرة الفطر على استيطان أجزاء النبات بعد كلّ من هذه الطرائق. أظهرت النتائج أنّ الفطر *B. bassiana* كان قادراً على استيطان الأوراق والجذور والسوق بعد نقع الجذور فقط، وتبيّن بأنّ تطبيق الفطر من خلال نقع الجذور ومن خلال الرشّ الورقي بعد العدوى كان فعالاً في خفض إصابة نبات الخيار بمنّ القطن في البيت المحمي، إذ أدّت هاتين المعاملتين إلى خفض خصوبة الأفراد وحجم المجتمع بنسبة خفض وصلت إلى 85.39 و 74.02% بالنسبة لحجم المجتمع عند استخدام كل من العزلتين B243 و N20 على التوالي.

الكلمات المفتاحية: الفطور الممرضة للحشرات، الاستيطان الداخلي، *Beauveria bassiana*،

Aphis gossypii.

المقدمة:

يتمتع محصول الخيار *Cucumis sativus* L. في سورية بأهمية اقتصادية كبيرة، ويأتي من حيث المساحة المزروعة والإنتاج بعد البطاطا والبنندورة. تنتشر زراعة هذا المحصول في أغلب المحافظات السورية بما فيها الساحل السوري (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2019).

يُصاب نبات الخيار بعددٍ من الآفات الحشرية التي تُخفّض الإنتاج وتُسيء للنوعية، ويأتي في مقدّمة هذه الآفات الحشرات الثاقبة الماصة وخصوصاً أنواع مختلفة من حشرات المنّ Aphididae التابعة لرتبة نصفية الأجنحة Hemiptera وهي حشرات تتميز بمدى عوائلها واسع جداً، وقدرة عالية على إحداث الضرر، وتؤدي إلى موت النبات بالكامل إذا كانت الإصابة شديدةً والنبات فتياً (Menjivar, 2010; Sharma et al., 2016). يُصاب الخيار بعدة أنواع من المنّ، أهمها: منّ القطن *Aphis gossypii* Glover ومنّ الدراق الأخضر *Myzus persicae* (Sulzer) (Webb, 2006; Sharma et al., 2016).

يعود خطر حشرات المنّ إلى دورة حياتها القصيرة ومعدّل خصوبتها المرتفع، وقدرتها على التوالد البكري، بالإضافة إلى الأضرار غير المباشرة كنقل الأمراض الفيروسية وأهمها فيروس موزاييك الخيار (CMV)، وإفراز الندوة العسلية التي تُعدّ غذاءً لفطر العفن الأسود (sooty mold) *Capnodium* Mont. (Ascomycota: Capnodiaceae) والنمل؛ إذ يقوم فطر العفن الأسود بإعاقة عملية التمثيل الضوئي في النبات وتخفيض نموه، ويقوم النمل بحماية أفراد المنّ من الأعداء الطبيعية (المفترسات والمتطفلات) ونقله من ورقةٍ لأخرى أو من نباتٍ لآخر (Capinera, 2001; Webb, 2006).

لمكافحة حشرات المنّ على نبات الخيار يبرز دور الفطر الممرض للحشرات *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. (Hypocreales: Cordycipitaceae) كعامل فعّال آمن بيئياً بديلاً للمكافحة الكيميائية (Inglis et al., 2001). يتمتّع هذا الفطر بمدى عوائلها واسع جداً ضمن مفصليات الأرجل ويمدى بيئياً واسع على النطاق العالمي وضمن أنظمة بيئية متنوعة (Meyling and Eilenberg, 2007). يُطبّق الفطر *B. bassiana* على الحشرات المستهدفة تقليدياً بالرش المباشر على الأجزاء الهوائية للنبات foliar spray إذ يؤثر الفطر في الحشرة بهذه الطريقة من خلال التماس المباشر مع الحشرة أو من خلال تغذية الحشرة وحركتها على النبات المعامل بالفطر (Moloinyane and Nchu, 2019). ولكن مع التطبيق الحقلّي ظهرت معوقات عديدة للاستخدام التقليدي للفطر *B. bassiana* أدت إلى الحد من استخدامه في العديد من برامج مكافحة الآفات حول العالم بسبب تأثر أجزائه النكاثرية بالعوامل البيئية الخارجية وخاصةً الإشعاع الشمسي وظروف الجفاف ودرجات الحرارة المتطرّفة، بالإضافة إلى تأثيره القاتل في بعض الأحيان للأعداء الطبيعية الحشرية والأكاروسية، والحاجة إلى إعادة الرّش أكثر من مرّة مما قد يتطلّب كمية لقاح كبيرة ويزيد الكلفة (Vega et al., 2012; Mwamburi, 2020). مؤخراً تمّ تطوير استخدام الفطر *B. bassiana* من خلال إدخاله كمستوطن داخلي endophyte إلى أنسجة النبات بطرائق تلقيح مختلفة (Vidal and Jaber, 2015; Vega, 2018). يُمكن الاستيطان الداخلي للفطر من استخدام النبات للوصول إلى الآفات وخفض كثافتها، وتحقيق الهدف المرجو منه بأقل كمية لقاح ممكنة. يعمل الفطر *B. bassiana* كعامل مكافحة حيوية من خلال عدّة آليات، ويستهدف آفات مختلفة وأهمها الحشرات. ومن آليات عمله التي يتبعها للسيطرة على مجتمع حشرة ما التطفّل المباشر، وإنتاج نواتج إستقلاب ثانوية واسعة الطيف تعمل كمانع تغذية للحشرات بحيث تجعل النبات غير مستساغٍ من قبل الحشرة، كما يُمكن للفطر *B. bassiana* أن يؤثر في مجتمع حشرة ما من خلال تعزيز نمو النبات وتحسين تغذيته، فيُصبح النبات قادراً على الدفاع عن نفسه، ومقاومة الآفات المختلفة، بالإضافة إلى تحفيز المقاومة الجهازية التي تؤثر أيضاً في الإصابة بالحشرات (Conrath et al., 2006; Begum and Tamilselvi, 2016; Card et al., 2016; Bamisile et al., 2018; Vega, 2018).

إذ يؤثر الفطر *B. bassiana* في الحشرة المستهدفة كمستوطن داخلي من خلال تضايف عدّة عوامل مختلفة منها إنتاج المستقلبات الثانوية السامة للحشرات، وتعزيز نمو النبات العائل وجعله أكثر مقاومة للآفات الحشرية، ومن خلال التطفّل المباشر (Bamisile et al., 2018; 2021). والفطور ذات الاستيطان الداخلي fungal endophytes هي الفطور التي تستقر داخل أنسجة النبات

خلال فترة من دورة حياتها دون أن تُسبب ضرراً للنبات العائل (Vidal and Jaber, 2015). في هذا السياق، نُفذ البحث باستخدام عزلتين محليتين من الفطر *B. bassiana* لمقارنة تأثير الرش المباشر للفطر مع تأثيره كمستوطن داخلي في إصابة نبات الخيار بحشرة من القطن *Aphis gossypii* Glover في ظروف البيت المحمي ضمن أصص.

أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية هذا البحث من أهمية محصول الخيار الاقتصادية والغذائية، والأضرار الكبيرة التي تسببها حشرات المن في إنتاجيته ونوعيته. ومن أهمية استخدام بدائل حيوية فعالة تُجنّب الاستخدام المكثّف والمتكرر للمبيدات الكيميائية، ومن ضرورة تطوير طرائق استخدام الفطور الممرضة للحشرات في التطبيق الحقلّي. ويُساهم هذا البحث في استقصاء تأثير الفطر *B. bassiana* في حشرات المن كُمثّل للآفات الثاقبة الماصة التي تهاجم محصول الخيار في البيت المحمي سواءً من خلال التأثير المباشر أو الاستيطان الداخلي. لذلك هدَفَ البحث إلى مقارنة تأثير عزلتين مختلفين في المصدر من الفطر *B. bassiana* ضدّ من القطن *A. gossypii* من خلال تجارب الأمراض الأولية مخبرياً ضمن أطباق بتري، ومن خلال تجارب البيت المحمي في أصص بإتباع ثلاث طرائق تلقّيح، وهي نقع جذور بادرات الخيار بالمعلّق البوغي للفطر، والرش الورقي قبل نقل أفراد المنّ إلى النبات، والرش الورقي بعد نقل أفراد المنّ إلى النبات. بالإضافة إلى تقصي قدرة هاتين العزلتين على استيطان أجزاء نبات الخيار المختلفة بعد تطبيق كل من هذه الطرائق.

مواد البحث وطرائقه:

1-مكان تنفيذ البحث:

أجرىَ البحث خلال العام 2022 في مختبر أبحاث وقاية النبات في كلية الهندسة الزراعية بجامعة اللاذقية، وفي بيت محمي موجود في المشتل الزراعي التابع لجامعة اللاذقية.

2-العزلات الفطرية المستخدمة:

نُفّذت التجارب باستخدام عزلتين من الفطر *B. bassiana*: العزلة B243 والعزلة N20 (الجدول 1). نُمّيت العزلات الفطرية على مستنبت ديكستروز أغار البطاطا (PDA)، وحفظت في البراد عند الدرجة 4 °س لحين الاستخدام. حُضِرَ المعلّق البوغي لكل منهما باستخدام مستعمرة فطرية متبوعة وفق طريقة Inglis وآخرون (2012) بإضافة 10 مل ماء مقطر معقم مضافاً إليه 0.05% محلول Tween 80 لكل طبق بتري. تمّ حصاد الأبواغ بكشط سطح المستعمرات الفطرية باستخدام إبرة معقّمة، ورشّحت عبر ورق ترشيح للتخلص من قطع الميسليوم وبقايا المستنبت الغذائي. وضع معلّق الأبواغ الذي تمّ الحصول عليه على رجّاج كهربائي مدّة 15 دقيقة لتحقيق التجانس، وحُسب تركيزه باستخدام شريحة مالايسيه. ضُبط تركيز المعلّق البوغي إلى التركيز 1×10^7 بوغ/مل، وهو أحد التراكيز المنصوح به مرجعياً (Yerukala et al., 2022). وجرىَ التحقق من حيوية الأبواغ بإتباع بروتوكول Inglis وآخرون (2012)، وعدّ البوغ منبثاً في حال كان طول أنبوبة الإنبات أكبر من نصف طول قطر البوغة. استخدمت المعلقات البوغية التي تزيد حيوية الإنبات فيها عن 90%.

الجدول (1): عزلات الفطر *Beauveria bassiana* المستخدمة.

المرجع	TEF Accession number	ITS Accession number	الإحداثيات	منطقة العزل	مصدر العزلة	تاريخ العزل	العزلة
Rajab et al., 2024	OP573423	OM302230	35°11'21.5"N, 36°00'19.9"E	بانياس- طرطوس	تربة أشجار أفوكادو	2018	B243

Rajab et al., 2023	OP573421	OM302228	35°05'27.6"N, 35°54'09.8"E	الخراب- طرطوس	ساق نبات خيار	2019	N20
-----------------------	----------	----------	-------------------------------	------------------	------------------	------	-----

3- جمع وتعريف الحشرة:

جُمعت المستعمرة الأولية لحشرات المنّ (Hemiptera: Aphididae) بطور حوريات وبالغات غير مجتحة عن أوراق وأفرع نباتات خيار مزروعة ضمن بيت محمي في قرية السوده التابعة لمحافظة طرطوس (34°40'37.4"N 36°03'26.6"E). عُزلت مستعمرة الحشرة عن المتطفلات المرافقة لها، ورُبيت مخبرياً لعدة أجيال على نباتات خيار في أقفاص صغيرة (50 × 50 × 45 سم) قبل إجراء التجارب.

عُرفت الحشرة مورفولوجياً حتى مستوى النوع بالاعتماد على المفاتيح المتخصّصة والصفات التشخيصية (Stoetzel et al., 1996; Blackman and Eastop, 2000; Blackman, 2023).

عند تنفيذ التجارب، أُخذت بالغات من من أقفاص التربية، ووضعت على أوراق خيار ضمن طبق بتري زجاجي (10 سم) لمدة 24 ساعة، ثم أُزيلت البالغات بعد ذلك، وتُركت الحوريات الموضوعه حديثاً للوصول إلى البالغات بعمر موحّد تقريباً قدر الإمكان لإجراء التجارب عليها. وضعت أوراق الخيار ضمن طبق البتري على طبقة قطن مشبع بالماء، ومفصولة عنها بقطعة ورق ترشيح، وغُمست أعناقها بمحلول سكري ضمن أنبوب إيندورف.

4- الأمراض الأولية للعزلات المستخدمة من الفطر *B. bassiana* ضد من القطن *A. gossypii*:

دُرست القدرة المرضية للعزلات الفطرية المستخدمة في هذه التجربة ضد من القطن على أقراص ورقية من نبات الخيار. استخدم هجين الخيار FI Raade لتنفيذ هذه التجربة. زُرعت النباتات في أصص بلاستيكية سميكة بقطر 20 سم ضمن تورب زراعي ضمن قفص تربية نباتات مزود بشبك ذو ثقب ميكرونية تجنباً للإصابات الحشرية.

أُخذت أقراص ورقية من نباتات الخيار بقطر 3 سم وغُمست في المعلق البوغي للفطر لمدة 30 ثانية، ثم تُركت لتجف هوائياً. حُضرت أطباق بتري زجاجية بقطر 10 سم (3 أطباق لكل معاملة) تحوي طبقة مستوية من القطن، وضع عليها ورق ترشيح، ثم وضعت الأقراص الورقية بحيث يكون السطح السفلي للأعلى (قرص ورقي لكل طبق بتري). نُفذت معاملة الشاهد بإتباع نفس الخطوات من دون الفطر، ونُقل إلى كل قرص 5 إناث من ولودة غير مجتحة.

رُطبت طبقة القطن بالماء المقطر، وحُضنت الأطباق في حاضنة ضوئية (16 ساعة إضاءة: 8 ساعات ظلام) ودرجة حرارة 23 ± 2 °س ورطوبة نسبية 50-87%. تُركت أفراد المنّ لتتغذى وتتكاثر لمدة 5 أيام مع استبدال الأقراص الورقية عند الحاجة. سُجّل عدد أفراد المستعمرة في نهاية التجربة، وعدد الأفراد الميتة، وعدد الأفراد التي نما عليها الفطر.

5- تأثير الاستيطان الداخلي للفطر *B. bassiana* في إصابة نبات الخيار بمن القطن *A. gossypii* بالمقارنة مع الرش المباشر في البيت المحمي:

5-1- الظروف التجريبية وتنفيذ التجربة:

نُفذت التجربة خلال شهري أيلول وتشرين الأول في بيت محمي مزود بأربع طاولات عمل (1 × 2 م)، وغُطيت كل طاولة بشبك ناعم ذي ثقب ميكرونية. تراوحت درجات الحرارة خلال فترة التجربة بين 20 و30 °س، وتفاوتت الرطوبة النسبية بين 25 و80%. صُممت التجربة بتصميم العشوائية الكاملة بواقع 10 نباتات لكل معاملة وإجمالي 90 نباتاً للتجربة.

استُخدمت بادرات خيار بعمر ورقة حقيقية أولى من نفس الصنف المستخدم سابقاً، وثلاث طرائق تطبيق مختلفة، وهي: (1) نفع جذور البادرات بالمعلق البوغي للفطر (rs) (15 مل معلق بوغي للبادرة الواحدة). (2) الرش الورقي قبل عملية نقل أفراد المنّ

(fs1) (5 مل معلق بوغي للبادرة الواحدة). (3) الرش الورقي بعد عملية نقل أفراد المنّ (fs2) (15 مل معلق بوغي للبادرة الواحدة). نُقِّدَت معاملة شاهد من دون الفطر لكل طريقة من هذه الطرائق.

طُبِّقَت عملية نقع الجذور (rs) بغمر جذور البادرات في المعلق البوغي للفطر لكل عزلة على حده لمدة ساعتين في الظلام عند درجة حرارة الغرفة، ثم نُقِلَت إلى أصص معقمة تحوي تورياً (قطر 20 سم). نُقِّعَت جذور نباتات الشاهد في ماء مقطر معقم مضافاً إليه 0.05% توين 80. وطُبِّقَت عملية الرش الورقي (fs1) باستخدام مرشّ يدوي بعد تغطية سطح الأصوص بطبقة من البولي إيثيلين لتجنّب تسرب المعلق إلى التربة. غُطِّيت أصص النباتات لجميع المعاملات بأكياس بولي إيثيلين شفافة لمدة 24 ساعة للحفاظ على مستوى رطوبة ملائم للفطر، ونُقِلَت النباتات إلى البيت المحمي. نُقِلَت أفراد منّ غير مجنّحة إلى النباتات (5 إناث ولودة لكل نبات) بعد تطبيق الفطر *B. bassiana* بـ 23 يوماً.

في معاملة الرش الورقي بعد نقل أفراد المنّ (fs2)، زُرعت نباتات مكرراتها كالسابق ضمن الأصوص ونُقِلَت إلى البيت المحمي بدون أي معاملة، ثم نُقِلَت إليها أفراد المنّ في نفس وقت المعاملتين السابقتين، ورُشَّت النباتات بعد تغطية سطح الأصوص بعد عملية نقل أفراد المنّ بحوالي 12 ساعة.

5-2- القراءات والمؤشرات المدروسة:

أُخِذَت القراءات بعد نقل أفراد المنّ إلى النباتات بـ 11 يوماً، إذ نُقِلَت النباتات إلى المختبر، وعُدَّت أفراد المنّ البالغة وغير البالغة الموجودة على كل نبات. تمّت مقارنة حجم المستعمرة في كل معاملة، وحُسِبَت النسبة المئوية لخفض حجم المستعمرة في حال وجود تأثير سلبي للمعاملة بالفطر *B. bassiana* في حجم مستعمرة المنّ وذلك من خلال معادلة Tilton و Henderson (1955) كمايلي:

$$\text{النسبة المئوية لخفض حجم المستعمرة} = 100 \times \left(1 - \frac{\text{عدد الأفراد في الشاهد قبل المعاملة} \times \text{عدد الأفراد بعد المعاملة}}{\text{عدد الأفراد في الشاهد بعد المعاملة} \times \text{عدد الأفراد قبل المعاملة}} \right)$$

سُجِّلَت نسبة الموت في حال وجودها، ونسبة الأفراد التي نما عليها الفطر (العدوى الفطرية)، ونُقِلَت الأفراد الميّتة إلى أطباق بتري تحوي ورق ترشّيح مرطّب، وتُرِكَت للتحضين في الظلام عند درجة حرارة 25 ± 1 °س لإتاحة الفرصة للفطر للنمو خارجياً. حُسِبَت الخصوبة من خلال قسمة عدد الحوريات في اليوم الأخير للتجربة على عدد البالغات. وحُسِب معامل نمو المستعمرة (R_t) من المعادلة الآتية: $N_t = N_0 \times R_t$ حيث N_t هو حجم المجتمع النهائي (عدد الأفراد يوم القراءة t) و N_0 هو الحجم الأولي للمجتمع (Begon et al., 1990). كما حُسِب معامل التكاثر الصافي الأساسي (RT) من المعادلة الآتية: $RT = (N_t - N_0)/t$ (Chaman et al., 2003). ومعدّل الزيادة الفعلية في حجم المجتمع (r): $r = \ln(RT)$ (Hosseini et al., 2010).

5-3- تقييم استيطان الفطر داخلياً لأجزاء النبات المختلفة:

بعد عدّ أفراد المنّ وأخذ القراءات المختلفة، أُخِذَت خمسة نباتات بشكل عشوائي لتقييم الاستيطان الفطري في موعد القراءة، أي بعد 11 يوماً من نقل أفراد المنّ إلى النباتات، والتي تقابل 34 يوماً بعد العدوى الفطرية. قُيِّمَت قدرة كل من العزلتين المستخدمتين على استيطان كل من سوق وأوراق وجذور نبات الخيار، كما في دراسة Ahmad وآخرون (2021) من خلال عملية التعقيم السطحي بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم 2.5% والكحول الإيثيلي 70% وزراعة قطع من الأجزاء النباتية على مستنبت PDA بمعدّل 6 قطع لكل طبق بتري (9 سم). حُصِنَت الأطباق في الظلام عند الدرجة 25 ± 2 °س لمدة أسبوعين. فُحصت الأطباق دورياً لمراقبة النمو الفطري. حُسِب استيطان الأجزاء النباتية المدروسة باستخدام معادلة Fisher و Petrini (1986):

$$\text{الاستيطان \%} = (\text{عدد القطع النباتية التي ظهر عليها نمو فطري} / \text{العدد الكلي للقطع}) \times 100.$$

6- التحليل الإحصائي:

خُلِّت البيانات إحصائياً باستخدام البرنامج R (version 4.3.1) (R Core team, 2022). أُجري اختبار التباين أحادي العوامل One-way ANOVA في تجربة الأمراض الأولية وفُصِّلت المتوسطات عن بعضها باختبار أقل فرق معنوي LSD. أُخضعت البيانات في تجربة البيت المحمي لاختبار التباين ثنائي العوامل (2WCR.AOV)، وفُصِّلت المتوسطات باستخدام اختبار Tukey's HSD. حُسب الخطأ القياسي (SE) للمتوسطات.

النتائج:

1- الأمراض الأولية للفطر *B. bassiana* ضدَّ من القطن *A. gossypii*:

أظهرت نتائج الأمراض الأولية للعزلتين المستخدمتين من الفطر *B. bassiana* ضدَّ حشرة من القطن *A. gossypii* بأنَّ غمس الأقراص الورقية للخيار في المعلق البوغي للفطر قبل تقديمها للحشرة أدَّى إلى خفض حجم المجتمع بشكل معنوي بنسبة خفض بلغت 44.35 و 58.49% لكل من العزلتين B243 و N20 على التوالي بالمقارنة مع حجم مجتمع الحشرة في الشاهد ($P = 0.0005$). إذ بلغ متوسط عدد الأفراد في الشاهد 70.67 فرد/ القرص الورقي، بينما بلغ في معاملات كل من العزلتين B243 و N20 39.33 و 29.33 فرد/ القرص على التوالي (الجدول 2).

ظهرت نسبة موت ضمن مجتمعات الحشرة في الأقراص الورقية لمعاملات الفطر بمتوسط نسبة موت بلغت على التوالي 27.99% و 40.23% بمقابل عدم وجود موت في مجتمعات الحشرة على مكررات الشاهد ($P = 0.0071$). وظهرت نموآت فطرية على الأفراد الميتة بمتوسط بلغ على التوالي 37.42 و 42.88% من أصل الأفراد الميتة ($P = 0.009$). لم تظهر فروق معنوية بين العزلتين المستخدمتين في هذه التجربة (الجدول 2).

الجدول (2): الأمراض الأولية للفطر *B. bassiana* ضدَّ حوريات وبالغات من القطن *A. gossypii*.

المعاملة	المتوسط ± SE		
	حجم المجتمع (عدد الأفراد/ القرص)	نسبة الخفض في حجم المجتمع بالمقارنة مع الشاهد (%)	موت الأفراد (%)
العزلة B243	3.48 ± 39.33b	44.35	5.01 ± 27.99a
العزلة N20	3.48 ± 29.33b	58.49	8.71 ± 40.23a
الشاهد	3.84 ± 70.67a	-	0 ± 0b
LSD 5%	12.477	-	20.07

*: الأحرف المختلفة ضمن العمود الواحد تدل على وجود فروق معنوية (LSD test after One Way ANOVA).

2- تقييم استيطان الفطر داخلياً لأجزاء النبات المختلفة:

أظهرت التجربة تفاوتاً واضحاً بين طرائق التطبيق المختلفة في قدرتها على إيصال الفطر *B. bassiana* إلى داخل نبات الخيار بعد 34 يوماً من التلقيح بالفطر. لوحظ فشل طريقة الرش الورقي قبل وبعد العدوى بالحشرة في استيطان أنسجة النبات المختلفة، بينما تمكَّنت كلتا العزلتين من الدخول إلى كل من السوق والأوراق والجذور بعد 34 يوماً من غمر الجذور rs، ولم يظهر الفطر في نباتات الشاهد (جدول 3).

الجدول (3): تأثير تطبيق الفطر *B. bassiana* باستخدام طرائق تلقيح مختلفة في استيطان نبات الخيار بعد 11 يوماً من العدوى بحشرة من القطن *A. gossypii* (وتقابل 34 يوماً من المعاملة بالفطر).

المعاملة	متوسط الاستيطان (%) ± SE		
	طريقة التطبيق	السوق	الأوراق
العزلة B243	rs	12.25 ± 53.33a*	7.45 ± 83.33a
	fs1	3.33 ± 3.33b	4.08 ± 6.67b
		الجنور	12.25 ± 36.67a
		0b	

0b	4.08 ± 9.99b	6.67 ± 9.99b	fs2	العزلة N20
6.67 ± 43.33a	6.24 ± 86.67a	10 ± 76.67a	rs	
0b	6.67 ± 9.99b	6.67 ± 9.99b	fs1	
4.08 ± 6.67b	3.33 ± 3.33b	4.08 ± 6.67b	fs2	
0b	0b	0b	rs	الشاهد
0b	0b	0b	fs1	
0b	0b	0b	fs2	

*: الأحرف المختلفة ضمن العمود الواحد تدل على وجود فروق معنوية بين المعاملات (Tukey's HSD test after 2WCR.AOV)، (fs1: الرش الخضري قبل العدوى بالمن، fs2: الرش الخضري بعد العدوى بالمن، rs: غمر الجذور).

3- تأثير الاستيطان الداخلي للفطر *B. bassiana* في إصابة نبات الخيار بمن القطن *A. gossypii* بالمقارنة مع الرش المباشر:

3-1- التأثير في حجم المجتمع وخصوبة الأفراد:

بيّنت نتائج الدراسة الحقلية بأن تطبيق الفطر *B. bassiana* بطرائق مختلفة كان فعالاً في خفض الإصابة بمن القطن؛ إذ أظهر استخدام كلتا العزلتين (B243 و N20) تأثيراً معنوياً في خفض حجم مجتمع الحشرة على نباتات الخيار الملقحة بالفطر، وفي خفض خصوبتها مع تفوق لطريقة الرش الورقي بعد العدوى بالحشرة (fs2) وطريقة نقع الجذور (rs) على الرش الورقي قبل العدوى بالحشرة (fs1) التي لم تُظهر فروقاً معنوية عن الشاهد من ناحية حجم مجتمع الآفة وخصوبة أفرادها (جداول 4، 5). فعند تطبيق العزلة B243، بيّنت النتائج المتعلقة بحجم مستعمرة المن بأن تطبيقها من خلال الرش الورقي بعد العدوى بالحشرة (fs2) أدى إلى نسبة خفض بلغت 85.39% من حجم مستعمرة المن على نباتات الشاهد بفارق 205.7 فرد بينهما، في حين أدى تطبيقها من خلال نقع الجذور (rs) إلى نسبة خفض وصلت إلى 45.18% من حجم مستعمرة المن على نباتات الشاهد بفارق عدد أفراد 93.7 فرد/النبات. بينما لم تتجاوز نسبة خفض حجم المستعمرة بالمقارنة مع الشاهد 5.8% عند تطبيق العزلة B243 قبل العدوى بالحشرة (fs1) بفارق 12.6 فرد/النبات فقط. كذلك عند تطبيق العزلة N20 بلغت نسبة خفض حجم المستعمرة عن الشاهد 74.02 و 48.22 و 9.48% لكل من المعاملات fs2 و rs و fs1، على التوالي. كما بلغت نسبة الخفض في خصوبة الأفراد 50.25 و 40.04% عند استخدام العزلة B243 بطريقتي الرش الورقي بعد العدوى بالحشرة (fs2) ونقع الجذور (rs)، على التوالي. في حين أدت معاملة الرش الورقي قبل العدوى بالحشرة (fs1) إلى زيادة بمقدار 6.36% في خصوبة الأفراد بالمقارنة مع الشاهد (جداول 4، 5).

الجدول (4): تأثير تطبيق الفطر *B. bassiana* بطرائق تلقيح مختلفة في حجم مستعمرة من القطن *A. gossypii* على نبات الخيار بعد 11 يوماً من العدوى بالحشرة.

المعاملة	طريقة التطبيق	المتوسط ± SE				نسبة الخفض في خصوبة الأفراد (%)
		إجمالي العدد	عدد البالغات	عدد الحوريات	خصوبة الأفراد	
العزلة B243	rs	± 113.7bc*	3.61 ± 39.4bc	10.3 ± 74.3b	± 2.003bcd	40.04
	fs1	± 11.02	5.05 ± 52.9ab	12.5 ± 151.8a	0.23 ± 2.98a	6.36-
	fs2	± 16.39 ± 204.7a	2.93 ± 15.8d	2.92 ± 20.2b	0.15 ± 1.39d	50.25
العزلة N20	rs	± 8.72 ± 107.4c	3.18 ± 40.2ab	7.2 ± 67.2b	0.26 ± 1.78cd	46.71
	fs1	± 195.9ab	6.21 ± 53.2ab	± 142.7a	± 2.56abc	8.24

		0.17	25.78		31.75		
45.55	74.02	0.23 ± 1.53d	4.14 ± 36.2b	2.31 ± 26.4cd	4.71 ± 62.6c	fs2	
-	-	0.21 ± 3.34a	± 158.2a 23.53	7.45 ± 49.2ab	30.57 ± 207.4a	rs	الشاهد
-	-	0.18 ± 2.79ab	± 158.4a 11.48	5.06 ± 58.9ab	15.36 ± 217.3a	fs1	
-	-	0.15 ± 2.81ab	± 177.6a 15.02	4.07 ± 63.3a	18.39 ± 240.9a	fs2	

*: الأحراف المختلفة ضمن نفس العمود تدل على وجود فروق معنوية ANOVA. 2WCR. AOV. Tukey's HSD test after (fs1): الرش الخضري قبل العدوى بالمن، fs2: الرش الخضري بعد العدوى بالمن، rs: غمر الجذور).

الجدول (5): مؤشرات اختبار التباين ANOVA للعوامل الرئيسية (العزلة وطريقة التطبيق) والتفاعل بينها في تجربة تأثير تلقيح نبات الخيار بالفطر *B. bassiana* في استيطان نبات الخيار وإصابته بمن القطن *A. gossypii* بعد 11 يوماً من العدوى بالحشرة (ويقابل 34 يوماً من تطبيق الفطر) (Tukey's HSD test after 2WCR.AOV).

التفاعل بينهما df = 4		طريقة التطبيق (fs1 و rs و fs2) df = 2		المعاملة (N20 و B243 و الشاهد) df = 2		المصدر
P	F	P	F	P	F	
≤ 0.0001	7.74	≤ 0.0001	19.76	≤ 0.0001	32.11	عدد الحوريات
0.0001	6.44	≤ 0.0001	13.56	≤ 0.0001	17.11	عدد البالغات
≤ 0.0001	7.89	≤ 0.0001	20.08	≤ 0.0001	30.86	حجم المجتمع*
0.0008	5.23	≤ 0.0001	12.97	≤ 0.0001	20.81	خصوصية الأفراد
0.0076	3.74	≤ 0.0001	12.65	0.0016	6.97	نسبة الموت %
0.0387	2.66	0.0001	10.47	0.0001	11.1	نسبة النموات الفطرية %
≤ 0.0001	23.71	≤ 0.0001	59.91	≤ 0.0001	57.91	r
≤ 0.0001	36.09	≤ 0.0001	36.09	≤ 0.0001	18.9	استيطان السوق
≤ 0.0001	33.18	≤ 0.0001	131.09	≤ 0.0001	54.55	استيطان الأوراق
0.0002	7.16	≤ 0.0001	27.99	0.0005	9.53	استيطان الجذور

*: قيم مؤشرات اختبار التباين ثنائي العوامل لحجم المجتمع هي نفسها لكل من Rt و RT كونهما يرتكزان على نفس المكررات.

3-2- التأثير في مؤشرات نمو المجتمع:

عند دراسة مؤشرات نمو المستعمرة (جدول 6)، بينت نتائج معامل النمو (R_t) بأن جميع القيم كانت أعلى من القيمة 1، وبالتالي سمحت جميع المعاملات المدروسة بنمو مجتمع الحشرة لكن بنسب متفاوتة نتيجة لتفاوت قيمة معامل النمو من معاملة لأخرى، فكانت قيمته في معاملات الشاهد أعلى بالمقارنة مع المعاملات الأخرى. والمعروف بأن نمو مجتمع حشرة ما يتحدد من خلال قيمة معامل النمو، فإذا كانت هذه القيمة أقل من 1 فإن المعاملة المطبقة خفّضت نمو المجتمع، وإذا كانت تساوي 1 فإن المعاملة المدروسة لم تؤثر في نمو مجتمع الحشرة خلال فترة التقييم، بينما القيمة أعلى من 1 فهذا يدل على أن المعاملة كان لها تأثير إيجابي في نمو مجتمع المن. لذلك تم اللجوء إلى مؤشر التكاثر الصافي الأساسي (RT) والذي يُحدّد درجة النمو لكل معاملة بشكل أوضح، فلو حظ من خلال قيم RT بأن تكاثر مجتمع المن كان أعلى في معاملة الشاهد، وفي معاملة الرش الورقي قبل العدوى بالحشرة (fs1) لكنا العزلتين، فمثلاً أظهرت نتائج معامل التكاثر في الشاهد لطريقة الرش الورقي fs2 بأن كل فرد من أفراد المن في المستعمرة يمكن أن يعطي 20.45 فرداً كنسل جديد ويبقى على قيد الحياة، أو يمكن أن يعطي 21.45 فرداً كنسل جديد ويموت هو نفسه؛ بينما في المعاملة fs2 للعزلة B243، تبين بأن كل فرد يمكنه أن يعطي 2.75 فرداً كنسل جديد ويموت هو، أو

يعطي 1.75 فرداً كنسل جديد فقط ويبقى هو حي، وبالتالي خفّض من معدّل تكاثر المستعمرة بنسبة 87.18% بالمقارنة مع الشاهد. كذلك لوحظ بأنّ معدّل الزيادة في حجم المجتمع كانت أعلى في الشاهد، وفي معاملات الرش الورقي قبل العدوى بالحشرة.

الجدول (6). تأثير تطبيق الفطر *B. bassiana* بطرائق تلقيح مختلفة في مؤشرات نمو مستعمرة من القطن *A. gossypii* على نبات الخيار بعد 11 يوماً من العدوى بالحشرة.

متوسط قيمة مؤشر النمو \pm SE			طريقة التطبيق	المعاملة
r	RT	Rt		
$0.1 \pm 2.25bc$	$1 \pm 9.88bc$	$2.2 \pm 22.74bc^*$	rs	العزلة B243
$0.09 \pm 2.87a$	$1.49 \pm 18.15a$	$3.28 \pm 40.94a$	fs1	
$0.16 \pm 0.88e$	$0.5 \pm 2.75c$	$1.1 \pm 7.04c$	fs2	
$0.08 \pm 2.2c$	$0.79 \pm 9.31c$	$1.74 \pm 21.48c$	rs	العزلة N20
$0.15 \pm 2.74ab$	$2.89 \pm 17.35ab$	$6.35 \pm 39.18ab$	fs1	
$0.09 \pm 1.62d$	$0.43 \pm 5.24c$	$0.94 \pm 12.52c$	fs2	
$0.13 \pm 2.83a$	$2.78 \pm 18.4a$	$6.11 \pm 41.48a$	rs	الشاهد
$0.08 \pm 2.93a$	$1.39 \pm 19.3a$	$3.07 \pm 43.46a$	fs1	
$0.08 \pm 3.04a$	$1.67 \pm 21.45a$	$3.68 \pm 48.18a$	fs2	

*: الأحرف المختلفة ضمن نفس المؤشر تدل على وجود فروق معنوية (Tukey's HSD test after 2WCR.AOV) (fs1: الرش الخضري قبل العدوى بالمن، fs2: الرش الخضري بعد العدوى بالمن، rs: غمر الجذور، Rt: معامل النمو، RT: مؤشر التكاثر الصافي الأساسي، r: المعدل الفعلي للزيادة).

3-3- التأثير في موت الأفراد وظهور النموات الفطرية على الأفراد الميتة:

لوحظ عموماً أنّ نسبة الموت قليلة في هذه التجربة، وسجّل موت عدد من الأفراد في كل معاملة تفاوتت نسبتها حسب المعاملة، فكان متوسط نسبة الموت أعلى في معاملات الرش الورقي بعد العدوى بالحشرة لكل من العزلتين B243 ($5.62 \pm 17.22\%$) وN20 ($3.73 \pm 10.99\%$) بالمقارنة مع الرش الورقي قبل العدوى بالحشرة لكل منهما ($0.64 \pm 2.72\%$ و $0.99 \pm 2.22\%$ ، على التوالي). ووصل متوسط نسبة الموت في معاملة rs إلى 1.51% ($0.7 \pm$) و 0.94% ($0.34 \pm$) على التوالي. لم تخضع نسب الموت هذه إلى تصحيح كون نسب الموت في الشاهد كانت أقل من 10% (جدول 7).

لم يُلاحظ أي نمو فطري على أي فرد في معاملات الشاهد، بينما تفاوتت نسبة العدوى الفطرية mycosis بحسب المعاملة، وظهرت أعلى نسبة عدوى فطرية في معاملة الرش الورقي بعد العدوى بالحشرة (fs2) بمتوسط نسبة عدوى فطرية بلغت 46.66% ($11.59 \pm$) و 37.15% ($11.02 \pm$) لكل من العزلتين B243 وN20 على التوالي وبمجال من 0 إلى 100% من عدد الأفراد الميتة. في حين تفاوتت العدوى الفطرية بين 0 و 70% في معاملات الرش الورقي قبل العدوى بالحشرة (fs1) بمتوسط وصل إلى 21.22% ($9.09 \pm$) و 10.32% ($5.29 \pm$) لكل من العزلتين B243 وN20، على التوالي. وتفاوتت نسبة العدوى الفطرية في المعاملة rs بين 0 و 50% بمتوسط 8.33% ($5.69 \pm$) و 2.5% ($2.5 \pm$) لكل من العزلتين على التوالي (جدول 7).

الجدول (7). تأثير تطبيق الفطر *B. bassiana* بطرائق تلقيح مختلفة في كل من نسبة موت أفراد من القطن *A. gossypii* ونسبة ظهور النموات الفطرية على الأفراد الميتة بعد 11 يوماً من العدوى بالحشرة.

نسبة النموات الفطرية %		نسبة الموت %		طريقة التطبيق	المعاملة
المتوسط \pm SE	المجال	المتوسط \pm SE	المجال		
$5.69 \pm 8.33bc$	50-0	$0.7 \pm 1.51bc^*$	5.66-0	rs	العزلة B243
$9.09 \pm 21.22abc$	70-0	$0.64 \pm 2.72bc$	5.39-0	fs1	
$11.59 \pm 46.66a$	100-0	$5.62 \pm 17.22a$	47.37-0	fs2	
$2.5 \pm 2.5c$	25-0	$0.34 \pm 0.94bc$	2.54-0	rs	

5.29 ± 10.32bc	37.5–0	0.99 ± 2.22bc	10.07–0	fs1	العزلة N20
11.02 ± 37.15ab	85.71–0	3.73 ± 10.99ab	34.88–0	fs2	
0c	–	0.28 ± 0.45c	2.67–0	rs	الشاهد
0c	–	0.05 ± 0.07c	0.38–0	fs1	
0c	–	0.11 ± 0.21c	0.86–0	fs2	

*: الأحراف المختلفة ضمن العمود الواحد تدل على وجود فروق معنوية Tukey's HSD test after 2WCR.AOV.

المناقشة:

أظهرت نتائج الدراسة الحالية قدرة الفطر *B. bassiana* على استيطان أجزاء نبات الخيار في البيت المحمي بعد معاملة غمر الجذور بالمعلق البوغي للفطر، وقدرته على خفض إصابة الخيار بمنّ القطن *A. gossypii* في ظروف المختبر والبيت المحمي. ويبدو بأن الكفاءة الاستيطانية للفطر *B. bassiana* ضمن نبات الخيار تتفاوت تبعاً للعزلة الفطرية المستخدمة وطريقة التطبيق المتبعة، وأن تلقيح نبات الخيار بالفطر *B. bassiana* من خلال الجذور يؤسس لاستيطان داخل أجزاء نبات الخيار المختلفة، في حين أن الرش المباشر لا يؤسس لاستيطان معنوي داخل النبات.

ورغم أن معاملة غمر الجذور لم تُسبب موتاً مباشراً لأفراد المنّ، لكنها أظهرت تأثيراً معنوياً في مؤشرات نمو المجتمع، وخصوصية الأفراد وحجم المجتمع. وأظهرت دراسات سابقة الدور الفعال لمعاملة نبات الخيار بالفطر *B. bassiana* في إصابة النبات بمنّ القطن، سواءً بعد غمر البذور بالمعلق الفطري (Shaalan et al., 2021) أم بعد الرش الورقي لنبات الخيار (Homayoonzadeh et al., 2022; Mseddi et al., 2022).

وتوافقت النتائج مع دراسة Fingu-Mabola وآخرون (2021) التي نُفذت على منّ الدراق الأخضر على نبات التبغ، وأثبتت وجود علاقة ارتباط إيجابي بين نسبة موت البالغات والحوريات، ومعدل استيطان الفطر للأوراق. ولم يؤثر الرش المباشر بالفطر في موت الحوريات، ولكنه كان العامل الوحيد المؤدّي معنوياً إلى ظهور الفطر على الموميات، ومع ذلك أظهرت بعض موميات المنّ من معاملة النباتات المتعايشة مع الفطر نمواً فطرياً خارجياً لكنه ليس معنوياً. وعند غمر جذور نبات الفول بالمعلق البوغي للفطر *B. bassiana*، أدى الفطر إلى خفض في تطوّر ونمو مجتمع منّ الفول *Aphis fabae* Scopoli ومنّ البازلاء *Acrythosiphon pisum* Harris وخفض خصوبتهما (Akello and Sikora, 2012). في حين لم يؤثر تلقيح نبات الخس بالفطر *B. bassiana* داخلياً بشكل معنوي على الإصابة ببالغات وحوريات منّ الدراق الأخضر على الرغم من أن أعلى تركيز مستخدم في التجربة كان 10^8 بوغ/مل (Macuphe et al., 2022).

الاستنتاجات:

من خلال نتائج هذا البحث يتبين دور عزلات مختلفة في المصدر من الفطر *B. bassiana* في حماية نبات الخيار من الإصابة بمنّ القطن *A. gossypii* في ظروف البيت المحمي من خلال خفض مجتمع الحشرة على النبات وذلك باتباع طريقة الرش المباشر والاستيطان الداخلي.

التوصيات:

بناءً على هذه النتائج نوصي باستخدام الفطر *Beauveria bassiana* في برامج الإدارة المتكاملة لمكافحة حشرات المنّ على نبات الخيار في البيت المحمي، ومتابعة النقصي عن عزلات وسلالات جديدة من الفطر *B. bassiana* للوصول إلى عزلات أكثر كفاءة استيطانية، وأكثر شراسة ضدّ الآفات الحشرية المختلفة، وأكثر قدرة على المثابرة والاستمرار في ظروف البيئة المحلية.

المراجع:

المجموعة الإحصائية الزراعية (2019). الجمهورية العربية السورية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديرية التخطيط والتعاون الدولي، قسم الإحصاء، 244 ص.

- Ahmad, M.; I. Gazal; and L. Rajab (2021). The ability of local isolates of the fungus, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil., to colonize cucumber plants under greenhouse conditions. Tishreen University J. Bio. Sci. Series. 43(5): 125-139.
- Akello, J.; and R. Sikora (2012). Systemic acropetal influence of endophyte seed treatment on *Acyrtosiphon pisum* and *Aphis fabae* offspring development and reproductive fitness. Biological control. 61, 215–221.
- Bamisile, B.S.; C.K. Dash; K.S. Akutse; R. Keppanan; O.G. Afolabi; M. Hussain; M. Qasim; L. Wang, (2018). Prospects of endophytic fungal entomopathogens as biocontrol and plant growth promoting agents: An insight on how artificial inoculation methods affect endophytic colonization of host plants. Microbiological Research. 217, 34–50.
- Bamisile, B.S.; J.A. Siddiqui; K.S. Akutse; L.C. Ramos Aguila; Y. Xu (2021). General limitations to endophytic entomopathogenic fungi use as plant growth promoters, pests and pathogens biocontrol agents. Plants. 10, 2119.
- Begon, M.; J.L. Harper; C.R. Townsend (1990). Ecology: individuals, populations and communities. Blackwell Scientific Publications Ltd.
- Begum, S.R.; and K. Tamilselvi (2016). Endophytes are plant helpers: an overview. Int J Curr Microbiol App Sci. 5, 424–436.
- Blackman, R.L. (2023). Aphids – Aphidinae (Macrosiphini). Royal Entomological Society, GB. <https://doi.org/10.1079/9781800625693.0000>.
- Blackman, R.L.; and V.F. Eastop (2000). Aphids on the world's crops: an identification and information guide. John Wiley & Sons Ltd.
- Capinera, J. (2001). Handbook of Vegetable Pests. Elsevier Academic press.
- Card, S.; L. Johnson; S. Teasdale; and J. Caradus (2016). Deciphering endophyte behaviour: the link between endophyte biology and efficacious biological control agents. FEMS microbiology ecology. 92, fiw114.
- Chaman, M.E.; S.V. Copaja; and V.H. Argandoña (2003). Relationships between salicylic acid content, phenylalanine ammonia-lyase (PAL) activity, and resistance of barley to aphid infestation. J. Agric. Food Chem. 51, 2227–2231. <https://doi.org/10.1021/jf020953b>.
- Conrath, U.; G.J.M. Beckers; V. Flors; P. García-Agustín; G. Jakab; F. Mauch; M.-A. Newman; C.M.J. Pieterse; B. Poinssot; M.J. Pozo; A. Pugin; U. Schaffrath; J. Ton; D. Wendehenne; L. Zimmerli; and B. Mauch-Mani (2006). Priming: Getting Ready for Battle. MPMI. 19, 1062–1071. <https://doi.org/10.1094/MPMI-19-1062>.
- Fingu-Mabola, J.C.; T. Bawin; F. Francis (2021). Direct and indirect effect via endophytism of entomopathogenic fungi on the fitness of *Myzus persicae* and its ability to spread PLRV on tobacco. Insects. 12, 89.
- Henderson, C.F.; and E.W. Tilton (1955). Tests with acaricides against the brown wheat mite. Journal of economic entomology, 48(2), pp.157-161.
- Homayoonzadeh, M.; M. Esmaeily; K. Talebi; H. Allahyarm; S. Reitz; and J.P. Michaud (2022). Inoculation of cucumber plants with *Beauveria bassiana* enhances resistance to *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) and increases aphid susceptibility to pirimicarb. European Journal of Entomology. 119, 1–11.

- Hosseini, M.; A. Ashouri; A. Enkegaard; S.H. Goldansaz; M. Nassiri Mahalati; and V. Hosseinaveh (2010). Performance and population growth rate of the cotton aphid, and associated yield losses in cucumber, under different nitrogen fertilization regimes. *International Journal of Pest Management*. 56, 127–135. <https://doi.org/10.1080/09670870903248827>
- Inglis, G.D.; J. Enkerli; and M.S. Goettel (2012). Laboratory techniques used for entomopathogenic fungi: Hypocreales. *Manual of techniques in invertebrate pathology*. 2, 18–53.
- Inglis, G.D.; M.S. Goettel; T.M. Butt; and H. Strasser (2001). Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests., in: *Fungi as Biocontrol Agents: Progress, Problems and Potential*. CABI publishing Wallingford UK, pp. 23–69.
- Macuphe, N.; N.G.E.R. Etsassala; E.A. Akinpelu; O.O. Oguntibeju; F. Nchu (2022). Evaluating the effect of *Beauveria bassiana* on secondary metabolite contents and green peach aphid (*Myzus persicae*) infestation level on lettuce (*Lactuca sativa* L.). Thesis, CAPE Peninsula University of Technology 89p.
- Menjivar, R.D. (2010). The systemic activity of mutualistic endophytic fungi in Solanaceae and Cucurbitaceae plants on the behaviour of the phloem-feeding insects *Trialeurodes vaporariorum*, *Aphis gossypii* and *Myzus persicae* (PhD Thesis). Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, 120pp.
- Meyling, N.V.; and J. Eilenberg (2007). Ecology of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in temperate agroecosystems: Potential for conservation biological control. *Biological Control*. 43, 145–155. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.07.007>.
- Moloinyane, S.; and F. Nchu (2019). The effects of endophytic *Beauveria bassiana* inoculation on infestation level of *Planococcus ficus*, growth and volatile constituents of potted greenhouse grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Toxins*. 11, 72.
- Mseddi, J.; D. Ben Farhat-Touzri; and H. Azzouz (2022). Selection and characterization of thermotolerant *Beauveria bassiana* isolates and with insecticidal activity against the cotton-melon aphid *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae). *Pest Management Science*. 78, 2183–2195. <https://doi.org/10.1002/ps.6844>.
- Mwamburi, L.A. (2020). *Beauveria*. *Beneficial Microbes in Agro-Ecology*, 1st Edition, Elsevier, 727–748.
- Petrini, O.; and P.J. Fisher (1986). Fungal endophytes in *Salicornia perennis*. *Transactions of the British Mycological Society*. 87, 647–651.
- R Core team (2022). R: A language and environment for statistical computing.
- Rajab, L.; M. Ahmad; and I. Gazal (2024). Morpho-molecular characterization of two Syrian soil-sourced isolates of *Beauveria* (Bals.) Vuill. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 34(1), p.6.
- Rajab, L.; W. Habib; E. Gerges; I. Gazal; and M. Ahmad (2023). Natural occurrence of fungal endophytes in cultivated cucumber plants in Syria, with emphasis on the entomopathogen *Beauveria bassiana*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 196, 107868. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2022.107868>.
- Shaan, R.S.; E. Gerges; W. Habib; and L. Ibrahim (2021). Endophytic colonization by *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* induces growth promotion effect and increases the resistance of cucumber plants against *Aphis gossypii*. *Journal of Plant Protection Research*. 61.

- Sharma, A.; C. Rana; K. Shiwani (2016). Important insect pests of cucurbits and their management. Handbook of Cucurbits: Growth, Cultural Practices, and Physiology, 34p.
- Stoetzel, M.B.; G.L. Miller; P.J. O'Brien; and J.B. Graves (1996). Aphids (Homoptera: Aphididae) colonizing cotton in the United States. Florida Entomologist. 193–205.
- Vega, F.E. (2018). The use of fungal entomopathogens as endophytes in biological control: a review. Mycologia. 110, 4–30. <https://doi.org/10.1080/00275514.2017.1418578>.
- Vega, F.E.; N.V. Meyling; J.J. Luangsa-ard; and M. Blackwell (2012). Chapter 6 - Fungal Entomopathogens, in: Vega, F.E.; H.K. Kaya (Eds.), Insect Pathology (Second Edition). Academic Press, San Diego, pp. 171–220. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384984-7.00006-3>.
- Vidal, S.; and L.R. Jaber (2015). Entomopathogenic fungi as endophytes: plant–endophyte–herbivore interactions and prospects for use in biological control. Current Science. 46–54.
- Webb, S.E. (2006). Insect management for cucurbits (Cucumber, Squash, Cantaloupe, and Watermelon): ENY-460/IN168, rev. 9/2006. EDIS 2006.
- Yerukala, S.; D.M. Butler; E.C. Bernard; K.D. Gwinn; P.S. Grewal; and B.H. Ownley (2022). Colonization efficacy of the endophytic insect-pathogenic fungus, *Beauveria bassiana*, across the plant kingdom: A Meta-Analysis. Critical Reviews in Plant Sciences. 41, 241–270. <https://doi.org/10.1080/07352689.2022.2109287>.

The direct and endophytic effects of *Beauveria bassiana* on the infestation of cucumber plants with the cotton aphids *Aphis gossypii* in the greenhouse conditions

Lobna Rajab⁽¹⁾, Ibtisam Gazal⁽¹⁾ and Mohammad Ahmad⁽²⁾

(1). Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Engineering, Latakia University, Latakia, Syria.

(2). Department of Biology, Faculty of Science, Tartus University, Tartus, Syria.

(*Corresponding Author, Lobna Rajab, E-mail: lobnarajabassiana@gmail.com).

Received:28/09/2024

Accepted: 24/02/2025

Abstract

The research was carried out at Latakia University, during 2022, and aimed to investigate the direct and endophytic effects of two indigenous isolates of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. in protecting the cucumber plant from an infestation of *Aphis gossypii* under greenhouse conditions. The isolate B243 isolated from soil and the isolate N20 endophytically isolated from a cucumber plant were used for these experiments. The pathogenicity of these isolates against the cotton aphid *A. gossypii* was tested in the laboratory by feeding aphids on cucumber leaf discs dipped in the fungal spore suspension. The results showed a significant decrease in the resulting population size, reaching 44.35 and 58.49% compared with the control for both isolates B243 and N20, respectively. The effect of both isolates on the infestation of cucumber plants with *A. gossypii* was studied under greenhouse conditions using three inoculation methods: foliar spray before infested plants with aphids, foliar spray after infested plants with aphids, and root soaking with the spore suspension as the endophytic effect of the fungus. The ability of the fungus to colonize plant parts was also studied after each of these methods. The results showed that the fungus was able to

colonize the leaves, roots, and stems after root soaking only. Application of *B. bassiana*, whether through root inoculation or direct spray after infestation, was effective in reducing the infestation of cucumber plants with cotton aphids in the greenhouse. Both treatments reduced the individual fertility and the community size by a reduction percentage of 85.39 and 74.02% for the community of each of B243 and N20, respectively.

Keywords: Entomopathogenic Fungi, Endophytic Colonization, *Beauveria bassiana*, *Aphis gossypii*.