دور حمضي الساليسيليك والأسكوربيك في الحد من الإصابة بحشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم (*Tuta absoluta*) في الزراعة المحمية

محمد أحمد[1]، رزان كناج[2*] وبديع سمرة[2]

(1) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية؛ (2) قسم البساتين، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

[*]البريد الإلكتروني للباحث المراسل: razanknag@gmail.com

الملخص

أحمد، محمد، رزان كناج وبديع سمرة. 2024. دور حمضي الساليسيليك والأسكوربيك في الحد من الإصابة بحشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم (*Tuta absoluta*) في الزراعة المحمية. مجلة وقاية النبات العربية، 42(1): 49–54. https://doi.org/10.22268/AJPP-001210

أجريت الدراسة في قرية ميعار شاكر التابعة لمحافظة طرطوس (سورية) للموسم الزراعي 2020– 2021 بهدف دراسة تأثير رش أوراق نباتات البندورة/الطماطم بحمضي الساليسيليك والأسكوربيك في الحد من الإصابة بحشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم في البيوت المحمية، تضمنت الدراسة استخدام الحمضين بالتركيزين 200 و400 جزء بالمليون. أدى استخدام حمضي الساليسيليك والأسكوربيك إلى تقليل الضرر الناتج عن الإصابة بحشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم من خلال تخفيض نسبة الإصابة على الأوراق والثمار مقارنة مع الشاهد، كما انخفضت مساحة الورقة المستهلكة إلى 1.64 و 1.57 سم^2 عند رش حمض الساليسيليك بالتركيزين 200 و 400 جزء بالمليون وإلى 2.27 و 1.95 سم^2 عند رش حمض الأسكوربيك بالتركيزين 200 و 400 جزء بالمليون مقارنة مع 2.86 سم^2 في الشاهد غير المعامل، وهذا يشير إلى أن استخدام حمضي الساليسيليك والأسكوربيك يمكن أن يكون له أثر إيجابي في تحسين مقاومة نبات البندورة/الطماطم للإصابة بحشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم في البيوت المحمية.

كلمات مفتاحية: البندورة/الطماطم، حمض الساليسيليك، حمض الأسكوربيك، *Tuta absoluta*.

المقدمة

تعدّ محاصيل الفصيلة الباذنجانية (*Solanaceae*) من النباتات المهمة اقتصادياً والتي تدخل ضمن الغذاء اليومي في كثير من دول العالم (Adrienne & Jeffrey, 2005)، ويعدّ نبات البندورة/الطماطم (*Lycopersicon esculentum* Mill.) أحد أهم الأنواع التابعة للفصيلة الباذنجانية نظراً لقيمته الغذائية العالية وتنوع أشكال استهلاك ثماره (Majid *et al*., 2010)، تشكل زراعة البندورة/الطماطم الأساس في الزراعة المحمية داخل البيوت البلاستيكية، حيث تصنف البندورة/الطماطم ضمن أهم الخضروات (Foolad & Panthee, 2012) لاحتوائها على مواد غذائية ينصح بتناولها يومياً بكميات كافية، لما لها من دور في استمرارية الوظائف الحيوية المختلفة للجسم (عيراني، 2012)، لذلك عمل الباحثون على مدى عقود من الزمن على إيجاد الوسائل الكفيلة بزيادة نمو النباتات وكمية المحصول الناتج عنها، وذلك باستخدام منظمات النمو وغيرها من المركبات التي عرفت بتنشيط النمو، وزيادة إنتاجية النباتات، وتحفيز المقاومة الجهازية للنباتات ضد العديد من الآفات، ومن هذه المركبات حمض الساليسيليك، وهو عبارة عن هرمون نباتي ذاتي المنشأ يتميز بطبيعة فينولية وله دورٌ مهمٌ في نمو وتطور النبات (Raskin, 1992)، يتحكم بعدد من العمليات الفسيولوجية داخل النبات (Chandra *et al*., 2007)، كما أثبتت الدراسات المرجعية الدور الإيجابي للمعاملة بحمض الأسكوربيك في نمو وإنتاج النباتات، وله الصيغة الكيميائية $C_6H_8O_6$ ويطلق عادةً على هذا الحمض اسم فيتامين C، يوجد على شكل بلورات بيضاء، ويعدّ من المواد الأساسية للنمو ومصدراً مهماً للمغذيات، يتميز بدوره المهم في عملية التمثيل الغذائي، ومكافحة الجذور الحرة للأوكسجين، ويعدّ من المواد المضادة للأكسدة (Orth *et al*., 1993؛ Seth *et al*., 2007)، يعمل على زيادة المساحة الورقية للنباتات التي بدورها تؤدي إلى زيادة المواد الغذائية للنباتات وتحسن من نموها ووزن الثمار والإنتاج الكلي (Wassel *et al*., 2007).

تتعرض نباتات البندورة/الطماطم للإصابة بآفات متعددة، ومنها الحشرات، وبشكل خاص الديدان القارضة والذباب الأبيض والمن التي تؤدي إلى أضراراً كبيرة على النباتات تتمثل بتخفيض نموها وإنتاجيتها والإساءة إلى نوعية ثمارها بالإضافة إلى نقلها للكثير من المسببات

https://doi.org/10.22268/AJPP-001210
© 2024 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

المرضية (Desneux *et al*., 2010). ظهرت حديثاً حشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم (*Tuta absoluta*) كآفة مدمرة لكثير من أنواع العائلة الباذنجانية وبالأخص نبات البندورة/الطماطم (Russell IPM, 2009)، وتصيب الأوراق، الأفرع، القمم النامية والثمار (Torres *et al*., 2001). يظهر ضرر هذه الآفة عندما تتغذى يرقات الحافرة على ميزوفيل الأوراق مما يؤدي إلى خفض معدل عملية التركيب الضوئي، وتسبب إصابة الثمار خسارة كبيرة في الإنتاج (Colomo & Berta, 1995). تصعب مكافحة هذه الحشرة بالمركبات الكيميائية، وخاصة أنها تتكاثر بسرعة كبيرة تجعل إمكانية القضاء على المحصول سريعة جداً وخاصة في الأشهر التي تلائم تطورها، مما يستدعي البحث عن حلول آمنة صحياً وبيئياً لاسيما وأن أغلب المستهلكين لمحاصيل الخضار يرغبون في تناول منتجات خالية من الإضافات الكيميائية بمختلف أشكالها، لذا فقد تكثفت الجهود نحو البحث عن بدائل طبيعية للحدّ من تلوث البيئة وتقليل كلفة الإنتاج وإنتاج غذاء صحي آمن للاستخدام البشري (حوقة وشادي، 2004). وتركز الاهتمام على شكل من أشكال المقاومة التي تتفاعل بتأثير بعض المحفزات (حسن، 2010).

هدف هذا البحث إلى دراسة أثر المعاملة بحمضي الساليسيليك والأسكوربيك في تخفيض الضرر الناتج عن الإصابة بحشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم، نظراً لأهمية نبات البندورة/الطماطم المتمثلة بالقيمة الغذائية العالية للثمار، وتطور الوعي الصحي عند المستهلكين نتيجة استهلاك المنتجات الزراعية التي قد تتراكم فيها نسب مختلفة من المواد الكيميائية بتراكيز قد تفوق ما هو مسموح به من قبل الهيئات الصحية العالمية، وازدياد أهمية الحصول على منتج غذائي نظيف، ولأهمية تقليل استخدام المواد الكيميائية على النبات المستخدمة في عمليات المكافحة للآفات وخاصة الحشرات.

بناءً عليه تم تحديد هدف البحث بدراسة أثر استخدام حمضي الساليسيليك والأسكوربيك في تقليل الضرر الناتج عن الإصابة بحشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم في البيوت المحمية.

مواد البحث وطرائقه

المادة النباتية

استخدم هجين البندورة/الطماطم ديمة F1، وهو هجين غير محدود النمو، يتميز بحمل غزير، لون ثماره أحمر داكن عند النضج الاستهلاكي التام، ثماره متوسطة الحجم، ينتمي لمجموعة الأصناف ذات الثمار الصلبة التي لها قدرة تخزينية طويلة.

مكان تنفيذ التجربة

نفذت التجربة في قرية سهل ميعار شاكر، التي تقع إلى الجنوب من مدينة طرطوس بحوالي 12 كم، وهي منطقة تنتشر فيها الزراعة المحمية، ترتفع عن سطح البحر ما يقارب 8-10 م وذلك للموسم الربيعي لعام 2021.

تجهيز التربة في البيت البلاستيكي

تم تهيئة النفق أو البيت البلاستيكي (طول30م، عرض 5م وارتفاع 2.5م) من خلال عمليات الحراثة والتسوية، وتم تعقيم التربة باستخدام الطريقة الشمسية لمدة 40 يوماً ممتدة خلال شهري تموز وآب. تم تقسيم أرض البيت إلى مساطب مزدوجة الخطوط للزراعة، واستخدم للري شبكة ري بالتنقيط.

الزراعة

زرعت البذور في صواني الإنبات، وقدمت لها عمليات الخدمة اللازمة لإنتاج الشتول لحين زراعتها في البيت البلاستيكي بعد 38 يوم من زراعة البذور. تمت الزراعة في مساطب مزدوجة الخطوط (المسافة بين الخط والآخر في المسطبة الواحدة 50 سم، وتركت ممرات خدمة بين المساطب بعرض 60 سم، والمسافة بين النبات والآخر في الخط الواحد 40 سم وبالتالي الكثافة النباتية 3.3 نبات/م^2). قدمت للنباتات عمليات الخدمة المتبعة في الزراعة المحمية للبندورة من ري، عزيق، ترقيع، تربيط النباتات، تفريع (إزالة الفروع) وتهوية البيت البلاستيكي بفتح الأبواب لتخفيض الرطوبة النسبية للهواء، والحد من ارتفاع درجة الحرارة خلال ساعات النهار المشمسة.

تصميم ومعاملات التجربة

تم تنفيذ التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بواقع خمس معاملات، بأربعة مكررات بحيث تكون معاملات التجربة على النحو التالي: المعاملة الأولى الشاهد (T_1): النباتات غير معاملة بحمض الساليسيليك أو حمض الأسكوربيك، المعاملة الثانية (T_2): رش النباتات بحمض الساليسيليك تركيز 200 جزء بالمليون، المعاملة الثالثة (T_3): رش النباتات بحمض الساليسيليك تركيز 400 جزء بالمليون، المعاملة الرابعة (T_4): رش النباتات بحمض الأسكوربيك تركيز 200 جزء بالمليون، المعاملة الخامسة (T_5): رش النباتات بحمض الأسكوربيك تركيز 400 جزء بالمليون. تم رش النباتات بالتراكيز المطلوبة ثلاث مرات بعد 20، 40 و 60 يوم من زراعة الشتول في البيت البلاستيكي.

المؤشرات المدروسة

حسبت نسبة إصابة الأوراق ونسبة إصابة الثمار وفق المعادلات التالية:

$$\text{نسبة إصابة الأوراق (\%)} = \frac{\text{عدد الأوراق المصابة}}{\text{العدد الكلي للأوراق}} \times 100$$

$$\text{نسبة إصابة الثمار (\%)} = \frac{\text{عدد الثمار المصابة}}{\text{العدد الكلي للثمار}} \times 100$$

كما تم حساب مساحة النفق الناتج عن تغذية يرقات حشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم نتيجة الإصابة بالحشرة باستخدام الورقة الميليمترية، بحيث تم إسقاط ورقة النبات على الورقة الميلمترية وتم عد مربعات الورقة الميلمترية وحسب مساحة النفق على أساسها، تم أخذ القراءات بعد ظهور أعراض الإصابة بحشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم وخروج اليرقات من الأنفاق التي قامت بالتغذية عليها واكتمال حفر الأنفاق على نباتات البندورة/الطماطم خلال شهر حزيران/يونيو. وحُسب وزن العذراء (مغ) باستخدام ميزان حساس من نوع Denver Instrument Company AA-160 وذلك بوزن كل عذراء بمفردها وبواقع خمسة عشر عذراء من كل مكرر ثم تم أخذ متوسط جميع العذارى للحصول على متوسط وزن العذراء الواحدة.

التحليل الإحصائي

حللت النتائج إحصائياً باستخدام برنامج Gen Stat 12 وحسب جدول تحليل التباين(ANOVA) وتمت مقارنة المتوسطات باختبار أقل فرق معنوي LSD عند مستوى 5% (Duncan, 1995).

النتائج والمناقشة

نسبة إصابة الأوراق بحشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم

أدى رش حمضي الساليسيليك والأسكوربيك على النباتات إلى انخفاض نسبة الإصابة بحشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم (جدول 1).

أشارت النتائج إلى انخفاض نسبة الإصابة على الأوراق في المعاملة T3 بحمض الساليسيليك بتركيز 400 جزء بالمليون إلى 28.21%، في حين بلغت الإصابة أشدها في معاملة الشاهد (90.99%)، وتتفق هذه النتائج مع نتائج Pulga *et al.* (2020) الذي بين بأن استخدام حمض الساليسيليك على البندورة/الطماطم أدى إلى تخفيض الإصابة بحشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم على الأوراق، وقد يعود انخفاض نسبة الإصابة بحشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم إلى أن حمض الساليسيليك محفز قوي للمناعة المكتسبة (Coqueiro *et al.*, 2015)، وهو محفز قوي لزيادة تراكم الفينولات في النبات حيث تعد المركبات الفينولية دليل على تفعيل المقاومة المناعية عند النباتات، ويساهم في حدوث تغيرات في درجة الحموضة وهذه التغيرات سامة للآفات (Ojalvo *et al.*, 1987). كذلك تدخل المركبات الفينولية في تصنيع اللجنين فتساهم في زيادة صلابة الأوراق (Ghasemzadeh & Jaafar, 2012)، وربما لتحسينه السريع لمحتوى النبات من أنزيم البيروكسيداز والفينولات والبروتينات و H_2O_2 (War *et al.*, 2011)، حيث يؤدي H_2O_2 إلى تدمير الجهاز الهضمي للحشرات (Peng *et al.*, 2004 ؛Maffei *et al.*, 2007). أظهرت نتائج Darwish & Attia (2016) لدراسة تأثير سيليكات البوتاسيوم وحمض الساليسيليك وحمض الأسكوربيك على الكثافة العددية لحشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم (*Tuta absoluta*) لثلاثة أصناف مختلفة من نباتات البندورة/الطماطم، أن أقل متوسط لتعداد اليرقات الحية وجد على أصناف البندورة/الطماطم التي تمت معاملتها بمادة سيليكات البوتاسيوم، يليها نباتات البندورة/الطماطم المعاملة بحمض الساليسيليك وأخيراً النباتات تلك المعاملة بحمض الأسكوربيك.

جدول 1. نسبة الإصابة بحشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم على الأوراق والثمار لعام 2021.

Table 1. Infestation rate of tomato leaves and fruits with tomato leaf miner during 2021.

الجزء النباتي Plant Part		المعاملات	
ثمار Fruits	أوراق Leaves	Treatments	
39.04 a	90.99 a	Control	الشاهد
13.75 b	33.81 bc	حمض الساليسيليك تركيز 200 جزء بالمليون Salicylic acid 200 ppm	
11.63 b	28.21 c	حمض الساليسيليك تركيز 400 جزء بالمليون Salicylic acid 400 ppm	
14.45 b	37.61 b	حمض الأسكوربيك تركيز 200 جزء بالمليون Ascorbic acid 200 ppm	
14.51 b	33.11 bc	حمض الأسكوربيك تركيز 400 جزء بالمليون Ascorbic acid 400 ppm	

القيم التي يتبعها أحرف متشابهة في العامود الواحد لا يوجد بينها فروق معنوية عند مستوى احتمال 5%.

Values followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05.

نسبة إصابة الثمار بحشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم

أشارت النتائج التي تم الحصول عليها (جدول 1) إلى انخفاض عدد الثمار المصابة بحشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم في معاملات الرش بحمضي الساليسيليك والأسكوربيك مقارنة مع الشاهد، حيث

انخفضت نسبة الإصابة في الثمار إلى 11.63% في المعاملة T3 مقارنة مع 39.04% في معاملة الشاهد، تتفق النتائج مع ما نشره Hussein *et al.* (2014) بأن استخدام المحفزات بما فيها حمضي الساليسيليك والأسكوربيك أدى إلى تقليل الإصابة بحشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم في الأوراق والثمار، وقد يعود السبب في ذلك إلى أن حمض الساليسيليك يعطي إشارة تتضمن الدفاع بتشكيل مقاومة جهازية ضد العديد من الحشرات (Cooper *et al*., 2004). ولدور حمض الساليسيليك بنشر روائح طيارة تؤدي إلى جذب الأعداء الحيوية للحشرات (De Boer *et al*., 2004).

مساحة الورقة المستهلكة (مساحة النفق)

أظهر استخدام حمضي الساليسيليك والأسكوربيك تأثيراً واضحاً على انخفاض مساحة الورقة المستهلكة من قبل يرقات حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم، حيث بينت النتائج (جدول 2) انخفاض مساحة الورقة المستهلكة من قبل يرقات حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم في المعاملات المرشوشة بحمضي الساليسيليك والأسكوربيك مقارنة مع الشاهد غير المرشوش، وكانت أقلها في معاملة حمض الساليسيليك تركيز 400 جزء بالمليون 1.57 سم^2 مقارنة مع الشاهد والتي بلغ مساحة النفق بها 2.86 سم^2 وربما يعود السبب في ذلك إلى ارتباطه بالمقاومة الجهازية المكتسبة المرتبطة بحمض الساليسيليك بدلاً من المقاومة الجوهرية الناتجة عن النمط الوراثي (Kawazu *et al*., 2012) وتتفق هذه النتائج مع نتائج Pulga *et al.* (2020) الذين بينوا بأن استخدام محفزات المناعة الخارجية مثل حمض الساليسيليك أدى إلى تخفيض مساحة الورقة المستهلكة (مساحة النفق) من قبل يرقات حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم في معظم الأصناف التجارية للبندورة.

وقد يعود السبب في ذلك إلى التأثير أو المستوى العالي من آليات الدفاع الناتجة عن حمض الساليسيليك (Bergau *et al*., 2015؛ Lima *et al*., 2015). وقد يعود السبب حسب Massey *et al.* (2006) عند استخدامه للسيليكون إلى تخفيض قدرة الحشرات على مضغ النسيج النباتي وإحداث الثقوب، وقد يصبح نسيج النبات غير مستساغ ومحبب للهضم أو أقل قابلية للهضم من قبل الحشرات، كما يؤدي إلى حدوث ضرر كبير بفك الحشرة.

وزن العذراء

بينت النتائج (جدول 2) وجود تأثير واضح لحمضي الساليسيليك والأسكوربيك في وزن عذراء حشرة حافرة الأنفاق حيث انخفض وزن العذارى في معاملات الرش، وكانت أقل المعاملات وزناً في معاملتي حمض الساليسيليك بتركيز 200 و 400 جزء بالمليون (1.595 و 1.645 مغ على التوالي) ولا يوجد فرق معنوي بين التركيزين، في حين بلغ وزن العذراء في معاملة الشاهد 2.367 مغ. بيّن Nayana & Kalleshwaraswamy (2015) بأن وزن العذراء يتراوح بين 2.25–4.7 مغ، وهذا ما تبين في معاملة الشاهد في حين انخفض وزن عذراء الحافرة في جميع معاملات الرش بحمضي الساليسيليك والأسكوربيك، وهذا دليل على دور هذين الحمضين في تقليل الضرر الناتج عن الحشرة وذلك بتخفيض وزن العذراء وتخفيض وزن الحشرة الناتجة عنها وحيويتها وبالتالي تقليل خصوبة الحشرة. نعتقد بأن انخفاض وزن العذراء ينتج عنه انخفاض خصوبة الأنثى وقلة عدد أفراد الجيل الناتج، وقد يعود السبب في ذلك إلى دور حمض الساليسيليك في تحسينه لبعض الأنزيمات المضادة للأكسدة، مما ينعكس سلباً على تغذية الحشرة (War *et al*., 2011). مما سبق يمكننا أن نستنتج بأنه كان للمعاملة بحمضي الساليسيليك والأسكوربيك تأثيراً واضحاً في الحد من الإصابة بحشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم، وكان حمض الساليسيليك أكثر تأثيراً من حمض الأسكوربيك. كما أدت المعاملة بحمضي الساليسيليك والأسكوربيك إلى تخفيض مساحة النفق الناتج عن تغذية يرقات الحشرة كما أدت إلى تخفيض وزن عذارى الحشرة.

جدول 2. تأثير حمضي الساليسيليك والأسكوربيك في مساحة النفق ووزن العذراء لحشرة حافرة أنفاق أوراق البندورة/الطماطم.

Table 2. Effect of salicylic and ascorbic acids on leaf area consumed and weight of tomato leaf miner pupa.

وزن العذراء (مغ) Pupa weight (mg)	مساحة النفق (سم^2) Leaf area consumed (cm^2)	المعاملات Treatments
2.367 a	2.86 a	الشاهد Control
1.595 c	1.64 bc	حمض الساليسيليك تركيز 200 جزء بالمليون Salicylic acid 200 ppm
1.645 c	1.57 c	حمض الساليسيليك تركيز 400 جزء بالمليون Salicylic acid 400 ppm
1.790 b	2.27 ab	حمض الأسكوربيك تركيز 200 جزء بالمليون Ascorbic acid 200 ppm
1.793 b	1.95 bc	حمض الأسكوربيك تركيز 400 جزء بالمليون Ascorbic acid 400 ppm

القيم التي يليها أحرف متشابهة في العمود الواحد لايوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%.

Values followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05.

Abstract

Ahmad, M., R. Knag and B. Samra. 2024. The Role of Salicylic and Ascorbic Acids in Reducing Tomato Leaf Miner, *Tuta absoluta* Infestation Under Greenhouses. Arab Journal of Plant Protection, 42(1): 49-54. https://doi.org/10.22268/AJPP-001210

This research was conducted in a plastic house in Miaar Shaker village (Tartous, Syria) during the growing season 2020-2021 to evaluate the effect of foliar spray with salicylic and ascorbic acids in reducing the infestation of *Tuta absoluta* in green houses. Salicylic and ascorbic acids concentrations used were 200 and 400ppm. The use of salicylic and ascorbic acids reduced the damage caused by *Tuta absoluta* infestation by reducing the extent of infested tomato leaflets and fruits as compared with the control. The damaged leaf area was 1.64 and 1.57 cm^2 when salicylic acid concentrations of 200 and 400 ppm were used and to 2.27 and 1.95 cm^2 when ascorbic acid concentration of 200 and 400 ppm were used, respectively, compared to a damaged area 2.86 cm^2 in the control. Such results indicated a positive effect of using salicylic and ascorbic acids in enhancing tomato plant resistance against *Tuta absoluta* damage in plastic greenhouses.

Keywords: Tomato, salicylic acid, ascorbic acid, *Tuta absoluta*.

Affiliation of authors: *M. Ahmad[1], R. Knag[2*] and B. Samra2. (1) Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Latakia, Syria; (2) Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Latakia, Syria. [*]Email address of corresponding author: razanknag@gmail.com.*

References

Coqueiro, D.S.O., A.A. de Souza, M.A. Takita, C.M. Rodrigues, L.T. Kishi and M.A. Machado. 2015. Transcriptional profile of sweet orange in response to chitosan and salicylic acid. BMC Genomics, 16(1):288. https://doi.org/10.1186/s12864-015-1440-5

Darwish, A.E. and M.R. Attia. 2016. Effect of potassium silicate, salicylic acid and L-Ascorbic on population density of Tomato leaf Miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) on three varieties on Tomato plants, *Lycopersicon esculentum* Mill. Journal of Agricultural and Environmental Sciences (Damanhour University, Egypt), 15(3):22-38.

De Boer, J.G., M.A. Posthumus and M. Dicke. 2004. Identification of volatiles that are used in discrimination between plants infested with prey or non-prey herbivores by a predatory mite. Journal of Chemical. Ecology, 30(11): 2215-2230. https://doi.org/10.1023/B:JOEC.0000048784.79031.5e

Desneux, N., E. Wajnberg, K.Z.G. Wyckhuys, G. Burgio, S. Arpaia. C.A. Narva´ez-va´squez, J. Gonza´iez-cabrera, D.C. Ruescas, E. Tabone, J. Frandon, J. Pizzol, C. Poncet, T. Cabello and A. Urbaneja. 2010. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, history of invasion and prospects for biological control. Journal of Pest Science, 83:197-215. https://doi.org/10.1007/s10340-010-0321-6

Duncan, B.D. 1955. Multiple range and multiple F-test. Biometrics, 11(1):1-42. https://doi.org/10.2307/3001478

Foolad, M.R and D.R. Panthee. 2012. Marker-assisted selection in tomato breeding. Critical Reviews of Plant Sciences, 31:93-123. https://doi.org/10.1080/07352689.2011.616057

Ghasemzadeh, A. and H.Z. Jaafar. 2012. Effect of salicylic acid application on biochemical changes in ginger *(Zingiber officinale Roscoe)*. Journal of Medicinal Plants Research, 6(5):790-795. http://dx.doi.org/10.5897/JMPR11.1459

المراجع

حوقة، فتحي اسماعيل وتوفيق سعد شادي. 2004. الأسمدة الحيوية ودورها في حماية البيئة وسلامة الغذاء. جامعة المنصورة، مصر. 385 صفحة.

***[Hawka, F.I. and T. S. Shadi.** 2004. Biological fertilizers and their role in environment protection and food safety. Mansoura University, Egypt. 385 pp. (In Arabic)].*

حسن، أحمد عبد المنعم. 2010. الممارسات الزراعية لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر، البدائل العلمية والعملية المتكاملة. الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة، مصر 783 صفحة.

***[Hasan, A.A. Almenaam.** 2010. Agriculture practices to control diseases, pests and vegetable weeds. Integrated scientific and practical alternatives. Dar Alarabia for Publishing and Distribution, Cairo, Egypt. 783 pp. (In Arabic)].*

عيراني، ر. 2012. قوة الشفاء في الخضار. دار الفراشة. 192 صفحة.

***[Airane, R**. 2012. The healing power of vegetables. Dar El Farasha. 192 pp. (In Arabic)].*

Adrienne, L.F. and L.F Jeffrey. 2005. The Solanaceae lesson on fruit. USDA, NRCS. 10 pp.

Bergau, N., S. Bennewitz, F. Syrowatka, G. Hause and A. Tissier. 2015. The development of type VI glandular trichomes in the cultivated tomato *Solanum lycopersicum* and a related wild species *S. habrochaites*. BMC Plant Biology, 15:289. https://doi.org/10.1186/s12870-015-0678-z

Chandra, A., A. Anand and A. Dubey. 2007. Effect of salicylic acid on morphological and biochemical attributes in cowpea. Journal of Environmental Biology, 28(2):193-196.

Colomo, M.V. and D.C. Berta. 1995. Fluctuación de la población de *Scrobipula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) en plantaciones de tomate en el Departamento de Lules, Tucumán. Acta Zoológica Lilloana, 43(1):165-177.

Cooper, W.C., L. Jia and F.L. Goggin. 2004. Acquired and R-gene-mediated resistance against the potato aphid in tomato. Journal of Chemical Ecology, 30(12):2527-2542. https://doi.org/10.1007/s10886-004-7948-9

Orth, A.B., A. Sfarra, E.J. Pell and M. Tien. 1993. Assessing the involvement of free radicals in fungicide toxicity using α-tocopherol analogs. Pesticide Biochemistry and Physiology, 47(2):134-141. https://doi.org/10.1006/pest.1993.1071

Peng, J., X. Deng, J. Huang, S. Jia, X. Miao and Y. Huang. 2004. Role of salicylic acid in tomato defense against cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* Hubner. Zeitschrift für Naturforschung C, 59(11-12):856-862. https://doi.org/10.1515/znc-2004-11-1215

Pulga, P.S., J.M. Henschel, J.T.V. Resende, A.R. Zeist, A.F.P. Moreira, A. Gabriel, M.B. Silva and L.S.A. Goncalves. 2020. Salicylic acid treatments induce resistance to *Tuta absoluta* and *Tetranychus urticae* on tomato plants. Horticultura Brasileira, 38(3): 288-294. https://doi.org/10.1590/S0102-053620200308

Raskin, I. 1992. Role of salicylic in plants. Annual Review of Plant. Physiology, 43:439-463. https://doi.org/10.1146/annurev.pp.43.060192.002255

Russell, IPM Ltd. 2009. *Tuta absoluta* information network-News. Russell IPM Ltd.

Seth, D., V. Melino and M.F. Christopher. 2007. Ascorbate as biosynthesis precursor in plant. Annals of Botany, 99(1):3-8. https://doi.org/10.1093%2Faob%2Fmcl236

Torres, J.B., C.A. Faria, W.S. Evangelista and D. Pratissoli. 2001. Within-plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick*)* immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology. International Journal of Pest Management, 47:173-178. https://doi.org/10.1080/02670870010011091

War, A.R., M.G Paulraj, M.Y War and S. Ignacimuthu. 2011. Role of salicylic acid in induction of plant defense system in chickpea (*Cicer arietinum.* L.). Plant Signal Behaviour, 6(11):1787-1792. https://doi.org/10.4161%2Fpsb.6.11.17685

Wassel, A.H., M.A. Hameed., A. Gobara and M. Attia. 2007. Effect of some micronutrients, gibberellic acid and ascorbic acid on growth, yield and quality of *white Banaty* seedless grapevines, African Crop Science, 8:547-553.

Hussein, N.M., M.L. Hussein, S.H. Gadel Hak, M.A. Hammad and S.H. Shaalan. 2014. Efficacy of exogenous elicitors against *Tuta Absoluta* on Tomato. Nature and Science. 12(5):68-77.

Kawazu, K., A. Mochizuki, Y. Sato, W. Sugeno, M. Murata, S. Seo and I. Mitsuhara. 2012. Different expression profiles of jasmonic acid and salicylic acid inducible genes in the tomato plant against herbivores with various feeding modes. Arthropod-Plant Interactions, 6:221-230. https://doi.org/10.1007/s11829-011-9174-z

Lima, I.P., J.T.V. Resende, J.R.F. Oliveira, M.V. Faria, M.C.V. Resende and R.B. Lima Filho. 2015. Indirect selection of industrial tomato genotypes rich in zingiberene and resistant to *Tuta absoluta* Meyrick. Genetics and Molecular Research, 14(4):15081-15089. https://doi.org/10.4238/2015.november.24.16

Maffei, M.E., A. Mithofer and W. Boland. 2007. Insects feeding on plants: rapid signals and responses preceding the induction of phytochemical release. Phytochemistry, 68(22-24):2946-2959. https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.07.016

Majid, R., G. Mohammad and A. Saeed. 2010. Effect of plastic mulch and tillage method on yield and yield components of tomato *(Lycopersicon esculentum)*. ARPN Journal of Agricultural and Biological Sciences, 5(4):5-11.

Massey, F.P., A.R. Ennos and S.F. Hartley. 2006. Silica in grasses as a defence against insect herbivores: contrasting effects on folivores and a phloem feeder. The Journal of Animal Ecology,75(2):595-603. https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2006.01082.x

Nayana, B.P. and C.M. Kalleshwaraswamy. 2015. Biology and external morphology of invasive tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Pest Management in Horticultural Ecosystems, 21(2):169-174.

Ojalvo, I., J.S. Roem, G. Navon and I. Goldberg. 1987. Study of elicitor treated *Phaseolus vulgaris cell* suspension cultures. Plant Physiology, 85(3):716-719. https://doi.org/10.1104%2Fpp.85.3.716

Received: October 1, 2022; Accepted: March 27, 2023

تاريخ الاستلام: 2022/10/1؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2023/3/27