تأثير الرش الورقي بحمض الساليسيلك والبكتيريا *Bacillus subtilis* AB1 في نمو شجيرات الكرمة ووقايتها من مرض البياض الدقيقي الناتج عن الفطر *Uncinula necator*

الهام المصطو[1]، زكريا حساني[1] ومحمد أبو شعر[2*]

(1) قسم البساتين، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حلب، سورية؛ (2) قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حلب، سورية.

*البريد الإلكتروني للباحث المراسل: drmaboushaar@gmail.com

الملخص

المصطو، الهام، زكريا حساني ومحمد أبو شعر. 2024. تأثير الرش الورقي بحمض الساليسيلك والبكتيريا *Bacillus subtilis* AB1 في نمو شجيرات الكرمة ووقايتها من مرض البياض الدقيقي الناتج عن الفطر *Uncinula necator*. مجلة وقاية النبات العربية، 42(3): 328–334.

https://doi.org/10.22268/AJPP-001244

أجري هذا البحث لدراسة تأثير الرش الورقي بثلاثة تراكيز من حمض الساليسيلك (100، 200 و 300 مغ/ليتر) والبكتيريا *Bacillus subtilis* AB1 بتركيز 2×10^6 وحدة تكوين مزرعة/مل، والتأثير المتبادل بينهما، مقارنة مع الشاهد، في بعض صفات النمو الخضري ووزن العناقيد الثمرية والإنتاجية والحدّ من انتشار مرض البياض الدقيقي على شجيرات الكرمة. أشارت النتائج إلى تفوق الرش الورقي بمعاملة البكتيريا بالتركيز المشار إليه أعلاه مع حمض الساليسيلك بتركيز 200 مغ/ليتر معنوياً في متوسط الزيادة بطول النموات (140.7 سم) مقارنة مع معاملتي حمض الساليسيلك 100 مغ/ليتر والشاهد 55.2 و 82.5 سم، على التوالي، بينما لم تسجل أية فروق معنوية بينها وبين بقية المعاملات. كما تفوق الرشّ الورقي الذي يحوي (بكتيريا + حمض الساليسيلك 300 مغ/ليتر) على جميع التراكيز المدروسة في متوسط مساحة المسطح الورقي ووزن العناقيد الثمرية والإنتاجية. أسهمت جميع المعاملات المدروسة في تخفيض شدة الإصابة بمرض البياض الدقيقي على الأوراق ماعدا معاملة حمض الساليسيلك بتركيز 200 مغ/ليتر (0.19)، ولم تسجل أية فروق معنوية بين جميع المعاملات (0.11–0.12) ماعدا معاملتي البكتيريا والشاهد (0.15 و 0.14)، على التوالي، من حيث تخفيض شدة الإصابة على العناقيد الثمرية.

كلمات مفتاحية: كرمة، حمض الساليسيلك، بكتيريا *Bacillus subtilis* AB1، نمو خضري، إنتاجية، بياض دقيقي.

المقدمة

يعدّ العنب/الكرمة من أشجار الفاكهة المهمة في سورية. وهو مصدرٌ أساسي لدخل عددٍ كبير من المزارعين بوصفه من الزراعات الاقتصادية المهمة والتي تتركز في معظم المحافظات السورية كدمشق وريفها وحمص وحماة وحلب والسويداء وإدلب، ففي العام 2020 بلغت المساحة المزروعة بالعنب/الكرمة 44,425 هكتاراً غلَّت 24,334,7 طناً، بمتوسط إنتاجية 5,477.7 كغ/هـ (المجموعة الاحصائية الزراعية السنوية 2020). وفي إطار السعي إلى ايجاد تقنيات تسميد أكثر فعالية، تشهد الزراعة الحديثة توجهاً نحو التغذية الورقية إضافةً للتسميد عن طريق الري مما يلبي متطلبات زيادة الإنتاج (Alexander, 1996)، وتستجيب شجيرات العنب/الكرمة لاستخدام بعض الأسمدة الورقية الذوابة مما يؤثر ايجاباً في زيادة معدلات النمو والإنتاج (الديري ومعروف، 2000).

يعدّ حمض الساليسيلك أحد منظمات النمو النباتية ذات الطبيعة الفينولية، والذي يعمل على تنظيم العديد من العمليات الفسيولوجية بما في ذلك الحثّ على تشكيل الأزهار، وتنظيم امتصاص أيونات العناصر الغذائية المعدنية والتوازن الهرموني وتسريع تكوين صبغات الكلوروفيل وعملية البناء الضوئي (Popova *et al.*, 1997). في عام 1983، كانت بداية الإشارة إلى وجود علاقة بين حمض الساليسيلك وتحريض المقاومة الجهازية في النبات، ولم يتأكد ذلك إلا في عام 1990 عندما تبين أن حمض الساليسيلك ينتج في النبات موضعياً في مواقع الإصابة وفي نسج اللحاء وينتقل جهازياً إلى الأوراق والنموات البعيدة عن مواقع الإصابة مما دفع إلى الاعتقاد بأن هذا الحمض هو الذي يعطي إشارة البدء في المقاومة الجهازية المكتسبة (Metrau, 2001).

وجد Abdel-Salam (2016) عند الرش الورقي بحمض الساليسيلك على شجيرات العنب/الكرمة بتركيز 100 أو 150 مغ/ليتر تحسناً واضحاً في وزن العنقود مقارنة مع شجيرات الشاهد. وكذلك توصل El-Kenawy (2017) إلى أن الرش الورقي بحمض الساليسيلك على

https://doi.org/10.22268/AJPP-001244
© 2024 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

شجيرات العنب/الكرمة، صنف طومسون، كان فعالاً في تحسين طول النموات، مساحة المسطح الورقي، الإنتاجية ووزن العناقيد الثمرية وذلك بالمقارنة مع شجيرات الشاهد غير المعامل.

عرفت بعض أجناس بكتيريا الجذور المحفزة للنمو النباتي (Plant Growth Promoting Rhizobacteria, PGPR) ومنها البكتيريا*Bacillus subtilis*، بتأثيرها الإيجابي في نمو وصحة النبات، ويمكن أن يعود هذا التأثير بشكل مباشر إلى ظاهرة التضاد (Antagonism)، وإنتاج مواد أيضية ثانوية مثل الصادات الحيوية (Wahyudi *et al*., 2011).

تبين في دراسة سابقة (Elsorra *et al*., 2004) أن استخدام البكتيريا *B. subtilis* أظهر فاعلية عالية في تحفيز نمو نباتات الذرة وذلك لإنتاجها تراكيز مرتفعة من هرمون حمض الإندول الخلي (IAA). كما أوضح طويل وآخرون (2003) قدرة البكتيريا *Bacillus subtilis* على تثبيط نمو الفطور وتحفيز نمو المحصول وزيادة وزن الثمار.

نظراً لما تعانيه شجيرات العنب/الكرمة في مناطق زراعتها من مشكلات مرضية وفيزيولوجية عديدة كمرض البياض الدقيقي المتسبب عن الفطر *Uncinula necator* (Schw.) Burrill وتدني نوعية الثمار والإنتاجية، وندرة الدراسات المهتمة بمرض البياض الدقيقي على الكرمة في سورية، وبسبب الاستخدام المكثف للأسمدة الكيميائية والمبيدات ذات الأثر المتبقي في النبات والتربة والمياه الجوفية، وتأثيرها السلبي في البيئة وسميتها للإنسان، وكذلك الاستخدام العشوائي وغير الرشيد لمبيدات الآفات الذي أدى إلى ظهور سلالات مقاومة من الآفات، تأتي أهمية هذا البحث من خلال استخدام مركبات حيوية وعضوية من مصادر طبيعية كبدائل للأسمدة والمبيدات الكيميائية والعودة إلى التوازن الطبيعي بهدف الحصول على مُنتَج نظيف صحي للإنسان.

هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير كل من حمض الساليسيلك وعزلة البكتيريا *Bacillus subtilis* AB1 في بعض صفات النمو الخضري ووزن العناقيد الثمرية والإنتاجية لشجيرات العنب/الكرمة صنف "شامي أبيض"، وكذلك دراسة تأثير هذه المركبات في الحدّ من إصابتها بمرض البياض الدقيقي.

مواد البحث وطرائقه

موقع البحث والمادة النباتية

أجري البحث في الموسم الزراعي 2021–2022 في بستان مزروع بشجيرات العنب/الكرمة صنف شامي أبيض في منطقة الذهبية التابعة لمحافظة حلب. استخدمت شجيرات عنب/كرمة صنف شامي أبيض وهو صنف مائدة ممتاز ويعدّ من أفخر الأصناف المحلية، العنقود طويل مخروطي أو أسطواني، الحبات كبيرة متجانسة الشكل، بيضاء مخضرة إلى صفراء ذهبية، القشرة رقيقة، اللب لحمي عصيري ينضج في أواخر تموز/يوليو – منتصف آب/أغسطس (إيبو، 2009). أما الشجيرات فكانت بعمر 14 سنة مطعمة على الأصل B41 وهو متحمل بشكل جيد لارتفاع نسبة الكلس الفعال بالتربة ومتوسط التحمل للإجهاد المائي، ومتوسط المقاومة لحشرة الفيلوكسيرا (الطور الجذري) (Galet, 1983)، ومزروعة على مسافات 3.75×3.75 م، تروى بالتنقيط ومرباة بالطريقة العرائشية.

الأحياء الدقيقة المستخدمة

استخدمت عزلة من البكتيريا*Bacillus subtilis* AB1 معزولة بطريقة التخفيف من التربة السورية وذلك من محيط جو جذور عدد من أنواع الخضار النامية في محافظة حلب، وقد تم تصنيفها باختبارات جهاز Multiscan-Micronaut، كلية العلوم–جامعة حلب. واختبرت قدرتها التضادية إزاء عدد من الممرضات النباتية (أبو شعر، 2007).

معاملات التجربة

- شاهد المزارع، حيث تمت إضافة اليوريا 46% دفعة واحدة بمعدل 100 غ/شجيرة، سماد كالتي سول (NPK20-20-20+1%SO3+TE) دفعة واحدة بمعدل 100 غ/شجيرة، بلانتافول (NPK5-15-45+TE) على دفعتين بمعدل 200 غ/100 ليتر ماء، رشتين من المبيد الفطري trifloxystrobin (Flint) على الأوراق بمعدل 20 غ/100 ليتر ماء.
- حمض الساليسيلك (SA) نقي بتراكيز 100، 200 و300 مغ/ليتر بمعدل 1، 2 و 3 غ/شجيرة، مصدره شركة Riedel-de Haen الألمانية.
- عزلة محلية من البكتيريا *Bacillus subtilis* AB1 بتركيز 2×10^6 خلية مولدة لمستعمرة/مل، حيث أضيف 1 ليتر من المعلق البكتيري إلى 9 ليتر ماء/شجيرة، عن طريق الرش الورقي.
- التأثير المتبادل بين المعاملات.

مواعيد الرش

نفذت الرشة الأولى بتاريخ 2022/5/13 وذلك عند وصول طول النموات الخضرية إلى 30 سم تقريباً، الرشة الثانية بتاريخ 2022/6/9 عند بداية عقد الثمار والرشة الثالثة في 2022/7/27 عند تطور الثمار وبداية النضج، حيث تمّ رش كلّ شجيرة بواقع 10 ليتر من محلول الرش.

القراءات

تمّ أخذ القراءات التالية: متوسط الزيادة في طول النموات (سم) وذلك باستخدام الشريط المتري، متوسط مساحة المسطح الورقي (سم^2)

باستخدام جهاز Planimeter، تقييم درجة الإصابة بمرض البياض الدقيقي على الأوراق وذلك بأخذ 30 ورقة من كل مكرر ومن جميع الأفرع باستخدام سلم القياس الرباعي (0–3) الموصوف من قبل Sawant *et al.* (2011)، حيث: 0 = أوراق خالية من الإصابة، 1= 1–25% من مساحة الورقة مصابة، 2= 26–50% من مساحة الورقة مصابة، 3= >51% من مساحة الورقة مصابة. وتمّ حساب شدة الإصابة أو الدليل المرضي من خلال المعادلة التالية:

$$\text{شدة الإصابة (الدليل المرضي)} = \frac{\text{عدد الأوراق السليمة من الدرجة 0}\times 0 + \text{عدد الأوراق المصابة من الدرجة 1}\times 1 + \text{عدد الأوراق المصابة من الدرجة 2}\times 2 + \text{عدد الأوراق المصابة من الدرجة 3}\times 3}{\text{عدد الأوراق الكلي}\times \text{أعلى درجة في السلم}}$$

تمّ حساب شدة الإصابة بمرض البياض الدقيقي على العناقيد الثمرية، وذلك بأخذ 25 عنقود من كل معاملة في مرحلة النضج وحددت درجة الإصابة بمرض البياض الدقيقي بحسب سلم قياس 1–9 (Pavloušek, 2007)، بحيث 1= كُلّ الثمار/الحبات سليمة، لا يوجد تشقق للحبات؛ 3= إصابة طفيفة جداً على بعض الحبات في عنقود العنب/الكرمة < 10%، مترافقة بتغطية خفيفة بميسيليوم الفطر، دون تشقق للثمار؛ 5= الجزء العلوي مِن العنقود مصاب بالبياض الدقيقي. إصابة متوسطة حتى 30% من حبات عنقود العنب/الكرمة لا يوجد تشقق لحبات العنقود. تبوغ متوسط للفطر؛ 7= إصابة بالبياض الدقيقي لأكثر من 50% من ثمار عنقود العنب/الكرمة، مع تشقق واضح في الثمار؛ 9= معظم الحبات في العنقود مصابة بالبياض الدقيقي، نمو وتطور ميسيليوم الفطر قويٍ جداً. تشقق الحبات واضح جداً، هبوط وتحلل الحبات في العنقود. حُسبت شدة الإصابة أو الدليل المرضي من خلال المعادلة التالية:

$$\text{شدة الإصابة (الدليل المرضي)} = \frac{\text{عدد العناقيد السليمة من الدرجة 1}\times 1 + \text{عدد العناقيد المصابة من الدرجة 3}\times 3 + \text{عدد العناقيد المصابة من الدرجة 5}\times 5 + \text{عدد الأوراق المصابة من الدرجة 9}\times 9}{\text{عدد العناقيد الكلي}\times \text{أعلى درجة في السلم}}$$

كما أخذ وزن العناقيد الثمرية (غ) والإنتاجية (كغ/شجيرة).

التحليل الإحصائي

استخدم في كل معاملة 3 مكررات بحيث تمثل كل شجيرة مكرراً. نفذت التجربة وفقاً لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة. وحللت النتائج باستخدام برنامج GenstatV.12 واختبار ANOVA لمقارنة المتوسطات باستخدام أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%.

النتائج والمناقشة

تأثير الرش الورقي بكل من حمض الساليسيلك و *B. subtilis* AB1 لشجيرات العنب/الكرمة

1) في صفات النمو الخضري

عند دراسة تأثير الرش الورقي بكلٍ من حمض الساليسيلك أو البكتيريا أو مزيج (خليط) منهما، تبينَ أنَ أعلى متوسط لزيادة طول النموات الخضرية الحديثة كان عند استخدام الخليط (بكتيريا + حمض الساليسيلك 200 مغ/ليتر) حيث بلغ 140.7 سم (جدول 1)، تلاها كل من المعاملات التالية، دون أية فروق معنوية: بكتيريا +حمض الساليسيلك 100، بكتيريا + حمض الساليسيلك 200، بكتيريا+ حمض الساليسيلك 300، حمض الساليسيلك 300 حيث بلغ متوسط الزيادة في طول النموات الخضرية الحديثة 128.0، 119.0، 113.0 و 99.0 سم، على التوالي. في حين تفوقت المعاملة "بكتيريا+ حمض الساليسيلك 200" على معاملتي حمض الساليسيلك 100 والشاهد بفروق معنوية، وبلغت 82.5 و 255.2 سم، على التوالي.

بالنسبة لتأثير المعاملات على المسطح الورقي، فقد تفوقت معاملة بكتيريا + حمض الساليسيلك 300 بقراءة 117.98 سم^2 معنوياً على كافة المعاملات المدروسة بما فيها معاملة الشاهد 80.97 سم^2، أما المعاملات الأخرى فلم يسجل وجود أيّ فروق معنوية بينها.

حسّن الرش بحمض الساليسيلك من صفات النمو الخضري باعتباره أحد منظمات النمو التي لها تأثيرات إيجابية في تحسين صفات النمو من خلال تأثيره في انقسام الخلايا واستطالتها (Raskin, 1992)، ويتفق هذا مع ما وجده El-Kenawy (2017). ناقشت إحدى الدراسات أفضل الآليات التي تملكها البكتيريا الجذرية (PGPR) في تحسين نمو النبات، وبشكل خاص التخليق الحيوي للهرمونات النباتية، إضافة إلى الآليات الأخرى مثل منع التخليق الحيوي للإيثلين النباتي وتفكيك مركبات الفوسفور العضوي (Fuentes-Ramirez & Caballero-Mellado, 2005). ولهذا اعتبرت أنواع البكتيريا الجذرية عوامل مكافحة أحيائية وأسمدة حيوية مهمة يمكن استخدامها في تحسين النمو وزيادة الإنتاج (Raj *et al.*, 2005). وهذا ما أكده دراسات أخرى (Elsorra *et al.*, 2004) حول دورها في إنتاج تراكيز عالية من هرمون حمض الأندول الخلّي (IAA) مما يؤدي لزيادة انقسام الخلايا واستطالتها وبالتالي تحسين النمو الخضري. و يمكن أن يعود هذا التأثير مباشرة إلى ظاهرة التضاد (Antagonism)، وإنتاج مواد أيضية ثانوية مثل الصادات الحيوية Bacilysin، Chlorotetain، Rhizocticin، Surfactin، Iturin-Fengymycin، Mycobacillin، حمض الساليسيلك وحوامل الحديد (Siderophores) (Wahyudi *et al.*, 2011) وإفراز إنزيمات

محللة مثل الكيتيناز والغلوكوناز والتي تعمل على تثبيط نمو وتطور مسببات الأمراض النباتية الفطرية والبكتيرية، وتحلل جدر خلايا الفطور (Alippi & Monaco, 1994). وقد يعود أيضاً إلى تأثيرات غير مباشرة عن طريق تشجيع النمو النباتي وتحريض المقاومة الجهازية أو نتيجة تفعيل بعض المواد والأنزيمات مثل البيروكسيداز والبولي فينول أكسيداز.

2) في متوسط وزن العناقيد الثمرية والإنتاجية

بلغ متوسط وزن العناقيد الثمرية في الشجيرات التي عوملت بخليط من "البكتيريا +حمض الساليسيلك 300" 902 غ ، وتحقق أعلى متوسط لوزن العناقيد الثمرية في جميع المعاملات المدروسة، تلاه المعاملتان "بكتيريا +حمض الساليسيلك 100" والبكتيريا بمعدل وصل إلى 750 و 734 غ، على التوالي، ثم المعاملتان بكتيريا +حمض الساليسيلك 200 (حيث أعطت هذه المعاملة عدد عناقيد أكبر من معاملتي البكتيريا +حمض الساليسيلك 300 وبكتيريا +حمض الساليسيلك 100 مما أثر في وزن العنقود) وحمض الساليسيلك 200 ، بمتوسط بلغ 655.3 و 652.3 غ، على التوالي، ولم تسجل أية فروق معنوية بين معاملتي حمض الساليسيلك بالتركيزين 100 و 300 مغ/ليتر وذلك مقارنة مع الشاهد حيث لم يتجاوز متوسط وزن للعناقيد الثمرية 327.7 غ.

لوحظ تفوق جميع المعاملات المدروسة بفروق معنوية مقارنة مع معاملة الشاهد في متوسط الإنتاجية (جدول 1). تميزت معاملتي البكتيريا + حمض الساليسيلك 300 وبكتيريا +حمض الساليسيلك 200 بإعطائهما أفضل متوسط إنتاجية والتي بلغت 118.2 و 116.37 كغ/شجيرة، على التوالي. تلتها المعاملتان بكتيريا +حمض الساليسيلك 100 وبكتيريا فقط بمتوسط إنتاجية وصل إلى 100.33 و 89.06 كغ/شجيرة، على التوالي، ثم معاملة حمض الساليسيلك 200 بمتوسط انتاجية 71.50 كغ/شجيرة، ولم تسجل أية فروق معنوية ما بين معاملتي حمض الساليسيلك 100 و 300 مغ/ليتر بمتوسط إنتاجية 53.95 و 55.16 كغ/شجيرة، على التوالي، في حين سجل الشاهد أقل متوسط إنتاجية بقيمة بلغت 37.96 كغ/شجيرة.

يعود هذا التأثير الإيجابي لدور كل من حمض الساليسيلك في تنظيم العديد من العمليات الفسيولوجية بما في ذلك تحفيز الإزهار ، وتنظيم امتصاص الأيونات والتوازن الهرموني وتسريع تكوين صبغات الكلوروفيل وعملية البناء الضوئي، مما يتفق مع ما أشار إليه Popova *et al.* (1997). بيّن الأتروشي (2021) تفوق الرش الورقي بحمض الساليسيلك على شجيرات العنب/الكرمة بالتراكيز (50، 100 و 150 مغ/ليتر) معنوياً على معاملة الشاهد في كل من الصفات التالية: مساحة المسطح الورقي، وزن العناقيد والإنتاجية. وتعدّ البكتيريا مصدراً إضافياً للهرمونات والفيتامينات وعوامل النمو التي تساعد في تحسين نمو النبات وإنتاجيته (Babalola & Akindolire, 2011) الأمر الذي أكده Ostroukhova *et al.* (2022) عند استخدام بكتيريا *B. subtilis* على العنب/الكرمة حيث أدى إلى تحقيق زيادة في وزن العناقيد الثمرية بلغت 11% وزيادة في الإنتاجية بواقع 25.6% مقارنة بالمخصبات الأخرى.

في متوسط شدة الإصابة بالبياض الدقيقي على الأوراق والعناقيد

أوضحت النتائج (جدول 1) أنّ جميع المعاملات ساهمت في تخفيض متوسط شدة الإصابة بمرض البياض الدقيقي على الأوراق، ماعدا معاملة حمض الساليسيلك 200 مغ/ليتر حيث تفوقت عليها جميع المعاملات معنوياً، وذلك لأنه في هذه المعاملة كان عدد الأوراق كبيراً مما أدى إلى قلّة التهوية وزيادة الرطوبة وبالتالي زيادة شدة الإصابة بالمرض، وكانت أفضل المعاملات (حمض الساليسيلك 100 مغ/ليتر فقط، بكتيريا فقط، حمض الساليسيلك 300 مغ/ليتر ، بكتيريا + حمض الساليسيلك 300 مغ/ليتر) والتي بلغت فيها نسبة انخفاض شدة الإصابة 0.04، 0.04، 0.05 و 0.09، على التوالي.

عند دراسة تأثير هذه المعاملات في متوسط شدة الإصابة على العناقيد الثمرية تبينَ تفوق جميع معاملات حمض الساليسيلك ومعاملات الخلائط معنوياً على معاملتي البكتيريا والشاهد 0.15–0.14 دون أن تسجل بينهما أية فروق معنوية، ويرجع ذلك إلى أن حمض الساليسيلك ينتج في النبات موضعياً في مواقع الإصابة وجهازياً في نسيج اللحاء وفي الأوراق البعيدة عن مواقع الإصابة مما دفع إلى الاعتقاد بأن هذا الحمض هو الذي يعطي إشارة البدء في المقاومة الجهازية المكتسبة (Metrau, 2001). أكدت دراسة سابقة (Kanitkar *et al*., 2020) على قدرة عزلة البكتيريا *Bacillus subtilis* KTSB 1015 1.5 A.S في السيطرة على مرض البياض الدقيقي على العنب/الكرمة بنسبة 58.85%، مع زيادة الإنتاجية بنسبة 22.48% مقارنة مع الرش بالكبريت الميكروني. و أدى استخدام سماد حيوي من البكتيريا*Bacillus subtilis* Ch-13 على العنب/الكرمة إلى زيادة وزن العناقيد الثمرية والإنتاجية مقارنة بالمخصبات الكيميائية (Ostroukhova *et al*., 2022). كما أكدت دراسة سابقة (Vicente *et al*., 2021) على الفعالية العالية لبكتيريا *Bacillus subtilis* QST 713 في تخفيض شدة الإصابة بمرض البياض الدقيقي على أوراق وعناقيد شجيرات العنب صنف Red Globe عند استخدامها بتركيز 300 مل/هكتار مقارنة بمعاملات أخرى.

تتفق نتائج هذه الدراسة مع ما نشر سابقاً (Alippi & Monaco, 1994) حول الدور المباشر للبكتيريا في إفراز أنزيمات حالة مثل الكيتيناز والجلوكوناز والتي تعمل على تثبيط نمو وتطور مسببات الأمراض النباتية الفطرية والبكتيرية، وتحلل جدر خلايا الفطور وقد يعود أيضاً إلى تأثيراتها غير المباشرة عن طريق تشجيع النمو النباتي وتحريض المقاومة الجهازية، أو نتيجة تفعيل بعض المواد والأنزيمات مثل البيروكسيداز والبولي فينول اكسيداز. وكذلك أكدت أبحاث سابقة (Kanitkar *et al*.,

2020؛ Vicente *et al.*, 2021) الفعالية العالية لبكتيريا *Bacillus subtilis* QST 713 في تخفيض شدة الإصابة بمرض البياض الدقيقي على أوراق وعناقيد شجيرات العنب صنف "Globe Red" عند استخدامها بتركيز 300 مل/هكتار.

نستنتج مما سبق أن استخدام الرش الورقي بالمزيج "حمض الساليسيلك 300 مغ/ليتر مع البكتيريا" له تأثير إيجابي في معظم الصفات المدروسة مقارنة ببقية المعاملات.

جدول 1. تأثير الرش الورقي بحمض الساليسيلك والبكتيريا *Bacillus subtilis* AB1 ومزيج منهما في بعض معايير النمو الخضري، متوسط وزن العناقيد الثمرية والإنتاجية ومتوسط شدة الإصابة بالبياض الدقيقي لشجيرات العنب صنف "شامي أبيض".

Table 1. Effect of foliar spray with salicylic acid, *Bacillus subtilis* AB1 and a combined mixture of both on some vegetative growth parameters, the average weight of fruit clusters and productivity and the incidence average of powdery mildew infection on of grapevine cv. "White Chami".

شدة الإصابة على العناقيد الثمرية Infection severity (fruit cluster)	شدة الإصابة على الأوراق Infection severity (Leaf)	الإنتاجية (كغ/شجيرة) Yield (kg/bush)	وزن العناقيد الثمرية (غ) Clusters weight (g)	مساحة المسطح الورقي (سم^2) Leaf surface area (cm^2)	متوسط الزيادة في طول النمو (سم) Average shoot length (cm)	Treatment	المعاملة
0.14	0.10	37.96	327.70	80.97	55.2	Control	الشاهد
0.11	0.04	53.95	602.30	87.74	82.5	Salicylic acid 100 mg/L	حمض الساليسيلك 100 مغ/ليتر
0.11	0.19	71.50	652.30	94.95	113.0	Salicylic acid 200 mg/L	حمض الساليسيلك 200 مغ/ليتر
0.12	0.05	55.18	602.30	94.20	99.0	Salicylic acid 300 mg/L	حمض الساليسيلك 300 مغ/ليتر
0.15	0.04	89.06	734.00	96.02	119.0	*B. subtilis* 2×10^6 cfu/ml	بكتيريا 2×10^6 وحدة تكوين مزرعة/مل
0.11	0.11	100.33	750.00	96.97	128.0	*B. subtilis* + Salicylic acid 100 mg/L	بكتيريا + حمض الساليسيلك 100 مغ/ليتر
0.11	0.11	116.37	655.30	97.92	140.7	*B. subtilis* + Salicylic acid 200 mg/L	بكتيريا + حمض الساليسيلك 200 مغ/ليتر
0.11	0.09	118.12	902.00	117.98	112.5	*B. subtilis* + Salicylic acid 300 mg/L	بكتيريا +حمض الساليسيلك 300 مغ/ليتر
0.01	0.07	14.97	17.08	14.39	39.30	$LSD_{0.05}$	أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%

Abstract

El-Mosto, E., Z. Hassani and M. Abou Shaar. 2024. The Effect of Foliar Spray Application with Salicylic Acid and *Bacillus subtilis* AB1 on The Growth and Protection of Grapevine Bushes from Powdery Mildew Disease Caused by the Fungal Pathogen *Uncinula necator*. Arab Journal of Plant Protection, 42(3): 328-334.

https://doi.org/10.22268/AJPP-001244

This study was conducted to evaluate the effect of foliar spray with three concentrations of salicylic acid (100, 200 and 300 mg/L), *Bacillus subtilis* AB1 at a concentration 2×10^6 cfu/ml, and the combined mutual effect of both, compared with a farmer's control on vegetative growth, clusters weight, productivity, and reduction of powdery mildew disease spread on grape vines. The growth length was significantly increased (140.7 cm) by applying the foliar spray of the bacteria + salicylic acid (200 mg/L) compared to the two treatments of salicylic acid 100 mg/L and the farmer's control (55.2 and 82.5 cm, respectively), whereas no significant differences were obtained between them and the rest of the treatments. The foliar spray with the treatment of both components (bacteria + salicylic acid 300 mg/L) was superior to all studied concentrations in relation to the average leaf surface area, clusters weight and productivity. All studied treatments reduced the severity of powdery mildew infection on leaves, except for salicylic acid at 200 mg/L (0.19) and no significant differences were recorded between all treatments (0.11-0.12) except for the two treatments (bacteria alone and farmer's control (0.15 and 0.14), respectively, in terms of reducing disease the severity of infection on fruit clusters.

Keywords: Grapevine, salicylic acid, *Bacillus subtilis* AB1, vegetative growth, productivity, powdery mildew.

Affiliation of authors: *Ilham El-Masto[1], Zakaria Hassani[1] and Mouhamad Abou Shaar[2*]. (1) Horticulture Department, Faculty of Agricultural Engineering, University of Aleppo, Syria; (2) Plant Protection Department, Faculty of Agricultural Engineering, University of Aleppo, Syria. [*]Email address of the corresponding author: drmaboushaar@gmail.com*

References

Alexander, A. 1996. Aglukon special fertilizers. Agrotica, 10:38-40.

Alippi, A. and C. Monaco. 1994. Antagonismo "in vitro" de especies de *Bacillus* contra *Sclerotium rolfsii* y *Fusarium solani*. Revista de La Facultad de Agronormia, 70(1):91-95.

Babalola, O.O. and A.M. Akindolire. 2011. Identification of native rhizobacteria peculiar to selected food crops in Mmabatho municipality of South Africa. Biological Agriculture and Horticulture, 27(3-4):294-309. https://doi.org/10.1080/01448765.2011.647798

El-Kenawy, M.A. 2017. Effect of chitosan, salicylic acid and fulvic acid on vegetative growth, yield and fruit quality of Thompson seedless grapevines. Egyptian Journal of Horticulture, 44(1):45-59. https://doi.org/10.21608/ejoh.2017.1104.1007

Elsorra, E.I., H. Bochow, H. Ross and R. Borriss. 2004. Use of *Bacillus subtilis* as biocontrol agent. V1. Phytohormone –like action of culture filtrates prepared from plant growth–promoting *Bacillus amyloliquefaciens* FzB24, FzB42, Fz45 and *Bacillus subtilis* FzB37. Journal of Plant Disease and Protection, 111(6):583-597.

Fuentes-Ramirez, L.E. and J. Caballero-Mellado. 2005. Bacterial biofertilizers. Pp. 143-172. In*:* PGPR: Biocontrol and biofertilization, Z.A. Siddiqui (ed.). Springer, Dordrecht. 318 pp. https://doi.org/10.1007/1-4020-4152-7_5

Galet, P. 1983. Précis d'Viticulture, 4iéme Edition, Montpellier, France. 584 pp.

Kanitkar, S., S.D. Sawant, P.G. Adsule, M. Kulkarni, M., Kadam and V.M. Raut. 2020. Bio-efficacy of milastin-K (*Bacillus subtilis* KTSB 10151.5 A.S.) as a biofungicide for management of powdery mildew disease in grapes under field conditions. International Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology, 7(5):206-213. https://doi.org/10.31033/ijrasb.7.4.4

Metrau, J.P. 2001. Systemic acquired resistance and salicylic acid: Current state of knowledge. European Journal of Plant Pathology, 107(1):13-18. https://doi.org/10.1023/A:1008763817367

Ostroukhova, E., L. Peskova, S. Levchenko, M. Vyugina, D. Belash and N. Shadura. 2022. The use of a microbiological preparation based on *Bacillus subtilis* in organic viticulture. BIO Web of Conferences, 48:02006. https://doi.org/10.1051/bioconf/20224802006

Pavloušek, P. 2007. Evaluation of resistance to powdery mildew in grapevine genetic resources. Journal of Central European Agriculture, 8(1):105-114.

Popova, L., T. Pancheva and A. Uzunova. 1997. Salicylic acid: Properties, biosynthesis and physiological role. Bulgarian Journal of Plant Physiology, 23(1-2):85-93.

المراجع

أبو شعر، محمد. 2007. المكافحة الأحيائية للفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* المسبب لمرض ذبول البندورة الوعائي. مجلة بحوث جامعة حلب، 61: 89-112.

*[**Abou Shaar, M.** 2007. Biological control of the pathogen Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici the causal agent of tomato vascular wilt disease. University of Aleppo Research Journal, 61:89-112 (In Arabic)].*

الأتروشي شوكت مصطفى محمد. 2021. تأثير الرش الورقي بالزنك وحامض الساليسيلك في النمو الخضري وصفات الحاصل لصنف العنب حلواني *Vitis vinifera* L.**.** مجلة العلوم الزراعية العراقية، 52(4):989-998.

*[**Al -Atrushy, S.M.** 2021. Effect of foliar application of zink and salicylic acid on vegetative growth and yield characteristics of Halawani grape cultivar (Vitis vinifera L.). Iraq Journal of Agricultural Sciences, 52(4):989-998.]*

الديري، نزال وأحمد معروف. 2000. تقانات استخدام بعض الأسمدة الورقية والذوابة على شجيرات العنب *Vitis vinifera* L. صنف حلواني وأثرها على النمو والانتاج. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الزراعية، 22(10):51-60.

*[**Al Deri, N. and A. Marouf.** 2000. Techniques of using some foliar and soluble fertilizers on Halawani grape cultivar (Vitis vinifera L.) and their effect on growth and production. Tishreen University Journal for Scientific Studies and Research- Agricultural Science Series,22(10):51-60.]*

المجموعة الاحصائية الزراعية السنوية. 2020. وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي، مديرية التخطيط والتعاون الدولي، قسم الإحصاء**.**

*[**Annual Agricultural Statistical Group.** 2020. Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Directorate of Planning and International Cooperation, Department of Statistics.]*

إيبو، جهاد. 2009. حفظ وتقييم التنوع الوراثي لأصناف العنب *Vitis vinifera* L. في شمال محافظة حلب، رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية. 129 صفحة.

*[**Ebo, J.** 2009. Conservation and assessment of the genetic diversity of grape varieties [Vitis vinifera L.] in North of Aleppo, MSc Thesis, Faculty of Agriculture University of Aleppo, Syria. 129 pp.]*

طويل، محمد، بهاء الرهبان وغادة عبد الرحمن. 2003. المكافحة الحيوية لبعض فطور التربة في الزراعة المحمية. المؤتمر العربي الثامن لعلوم وقاية النبات، 12-16 تشرين الأول/أكتوبر 2003، البيضاء، ليبيا.

*[**Taweel, M., B. Alrahban and G. Abdurrahman.** 2003. Biological control of soil–borne fungi in greenhouse, 8th Arab Congress of Plant Protection, 12-16 October 2003, El-Beida, Libya.]*

Abdel-Salam, M.M. 2016. Effect of foliar application of salicylic acid and micronutrients on the berries quality of “Bez El Naka” local grape cultivar. Middle East Journal of Applied Sciences, 6(1):178-188.

Raj, S., H. Niranjan, S. Shetty and M.S. Reddy. 2005. Plant growth promoting rhizobacteria: potential green alternative for plant productivity. Pp. 197-216. In: PGPR: Biocontrol and Biofertilization. Z.A. Siddiqui (Ed.). Springer, Dordrecht. 318 pp. https://doi.org/10.1007/1-4020-4152-7_7

Raskin, I. 1992. Salicylate, a new plant hormone. Plant Physiology, 99(3):799-803. https://doi.org/10.1104/pp.99.3.799

Sawant, S.D., I.S. Sawant, D. Shetty, M. Shinde, S. Jade and M. Waghmare. 2011. Control of powdery mildew in vineyards by Milastin K, a commercial formulation of *Bacillus subtilis* (KTBS). Journal of Biological Control, 25(1):26-32.

Vicente, C., S. Manrique and M.R. Utia. 2021. Eficacia de *Bacillus subtilis* en el control de Oídio en vid cv. Red Globe en el valle de Cañete, Lima, Perú. Peruvian Agricultural Research, 3(1):13-17. https://doi.org/10.51431/par.v3i1.660

Wahyudi, A.T., R.I. Astui and G. Giyanto. 2011. Screening *Pseudomonas* spp. Isolated from rhizosphere of soybean plant as plant growth promoter and biocontrol agent. American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 6(1):134-141.

تاريخ الاستلام: 2023/2/3؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2023/8/7

Received: February 3, 2023; Accepted: August 7, 2023