مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد ٤٠ العدد ٤ (٢٠٢٥): ١٤٣-١٥٢

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 40 No.4 (2025): 143-152

فعالية بروتين الهاربين في تحفيز مقاومة القمح تجاه بكتيريا تخطط الأوراق البكتيري *Xanthomonas translucens*

إسماعيل الصالح*[١]، محمود أبو غرة[٢]، عروب المصري[٣]

[١]* طالب دكتوراة في كلية الزراعة في قسم وقاية النبات– كلية الزراعة– جامعة دمشق.
[٢] أستاذ دكتور في قسم وقاية النبات–كلية الزراعة–جامعة دمشق.
[٣] باحث في الهيئة العامة للتقانة الحيوية دمشق.

الملخص:

قُيم في هذه المقالة فعالية بروتين الهاربين في الحد من إمراضية بكتيريا تخطط الأوراق البكتيري على القمح *Xanthomonas translucens*، استخدم في الدراسة عزلتين للممرض Xt10 و Xt4.2 والصنف شام ٦ القابل للإصابة. أظهرت معاملة الهاربين انخفاض في نسبة شدة الإصابة بالعزلتين إلى (١٤.٨، ١٣.٢) % على التوالي مقارنةً بالشاهد؛ حيث بلغت نسبة شدة الإصابة بالعزلة Xt10 ٦.٤٪ في بادرات القمح المعاملة بالهاربين مقارنةً بالشاهد الذي بلغت فيه نسبة شدة الإصابة ٤٣.٢٪، بينما بلغت في البادرات المعدية بالعزلة Xt4.2 (٥.٢، ٣٩.٢) % بالنسبة للبادرات المعاملة بالهاربين والماء على التوالي، اقترن انخفاض شدة الإصابة بالعزلتين بانخفاض في النمو البكتيري في الأنسجة؛ حيث بدأ الانخفاض في التعداد البكتيري للعزلتين بعد ٧٢ ساعة من العدوى فكان التعداد أقل بـ ٥٠ مرة في النباتات المعاملة بالهاربين مقارنة بالشاهد للعزلة Xt10 و أقل ب ١٢٠ مرة بالنسبة للعزلة Xt4.2 واستمر انخفاض التعداد البكتيري لبعد ٩٩ ساعة من العدوى بالعزلتين الممرضتين Xt10وXt4.2، وبذلك يكون بروتين الهاربين قد أثبت فعالية في الحد من إمراضية وتخطط الأوراق البكتيري على القمح.

الكلمات المفتاحية: هاربين، تخطط الأوراق البكتيري، *Xanthomonas translucens* ، قمح، محرضات المقاومة.

تاريخ الايداع:٢٠٢٣/٣/١٥
تاريخ القبول: ٢٠٢٣/٥/٢٤

حقوق النشر: جامعة دمشق –سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص **CC BY-NC-SA 04**

Efficacy of Harpin protein in stimulating wheat resistance against bacterial leaf streak *Xanthomonas translucens*

Ismaeel Alsaleh[1*]، Abu-Ghorrah Mahmoud[2] ،Aroub Almasri[3]

[1] Department of plant protection -faculty of agriculture – Damascus University
[2] Department of plant protection -faculty of agriculture – Damascus University
[3] National commission for biotechnology(NCBT)

Received: 15/3/2023
Accepted: 24/5/2023

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

Abstract:

In this article، the activity of Harpin protein in reducing the pathogenicity of the Bacterium *Xanthomonas translucens* which caused Bcterial leaf streak (BLS) on wheat was evaluated. Two isolates of the pathogen Xt10 and Xt4.2 were used، and the wheat cultivar Sham 6 which is susceptible to disease. Harpin treatment showed decreasing in infection severity in both isolates (14.8، 13.2)%. respectively compared to the control ; Whereas، the rate of infection severity with isolate Xt10 was 6.4% in wheat seedlings treated with Harpin compared to control which was 43.2%، while in seedlings infected with the isolate Xt4.2 it reached (5.2، 39.2)% for seedlings treated with Harpin and water، respectively، decrease infection severity of the two isolates was associated with a decrease in bacterial growth in the tissues. Where the decrease in the bacterial count of the two isolates began 72 hours after infection، and the count was 50 times less in the plants treated with Harpin compared to control for isolate Xt10 and 120 times lower for Xt4.2 isolate. As a result، harbin protein is effective in reducing the pathogenicity of BLS on wheat plant.

Key words: Harpin، Wheat، Resistance Inducer، Bacterial Leaf Streak، Xanthomonas Translucens.

الدراسة المرجعية: يعدّ نبات القمح المحصول الأول من حيث الأهمية في الجمهورية العربية السورية حيث يعتبر أساس الأمان الغذائي المحلي، يتعرض لعدد هائل من الاجهادات الإحيائية واللاإحيائية التي تؤثر سلباً في الإنتاج. بشكلٍ متزامن أو مستقل ويمكن أن تصل الأضرار الناتجة عن الحشرات والفقد الناتج عن الأمراض إلى ٢٠٪ من الإنتاج وحتى التدمير الكامل للمحصول (Duveiller،1989 ؛ Mehta،1990؛ Maraite *et al*.، 2007).

أظهرت أبحاث عديدة أنّ مرض التخطط الشفاف على القمح يعد المرض البكتيري الرئيس على القمح في العديد من البلدان (Silva *et al*.،2009) وهو المرض البكتيري الأكثر انتشاراً في أغلب مناطق زراعة القمح في سورية، حيث وجد أنّ النسبة الوسطية لعزلات هذا المرض كانت (٨٣.٣٪) من مجموع العزلات المعزولة من القمح على مستوى القطر (مندو، ٢٠٠٧)، وأظهرت الدراسات الأخيرة في سورية وجود ٦ طرز وراثية مختلفة لعزلات البكتيريا المدروسة (الصالح ، ٢٠١٧)، سُجل المرض لأول مرة في سورية على شكل انتشار وبائي على صنف القمح القاسي المحلي جزيرة 17 (أسعد، 1987)، حيث أخرج هذا الصنف من الخطة الزراعية برغم صفاته الإنتاجية العالية. تسبب الإصابة فقد في الغلة قد تصل إلى ما يزيد عن 40 % (Mehta،1990 ؛ Maraite *et al*.،2007)، يعود هذا الفقد لتأثيره على نوعية الحبوب حيث ينخفض وزن الألف حبة بما يعادل 10– 30 %، ينتج المرض عن بكتيريا *Xanthomonas translucens*. وهي هوائية، سالبة الغرام، عصوية الشكل، تعطي مستعمرات دائرية لماعة مخاطية وصفراء على وسط الزرع (Sands *et al*.،1986)، وتظهر فرط حساسية على التبغ (Phutt Akhtar and،2002)، سالبة أوكسيداز، موجبة كاتلاز (Adhikari *et al*.،2012). كما تمتاز هذه البكتريا بأنها تمتلك القدرة على تشكيل نوى تشجع تجمد الماء (ice nucleation activity) عند درجات حرارة ٠–١٠ سْ (Kim *et al*.،1987).

تعتمد مكافحة الأمراض البكتيرية على الأساليب التقليدية من اتباع لدورة زراعية وزراعة أصناف مقاومة، إضافةً إلى زراعة بذار خالي من الإصابة (Duveiller *et al*.،1997). والمكافحة الكيميائية تنحصر على شكل تطهير الحبوب بالفورمالين او مواد أخرى (Sands *et al*.،1981)، وهي مادة ذات خطورة متفاوتة على صحة الإنسان، لذلك تتجه الأبحاث لإيجاد بدائل غير ضارة بالصحة العامة ومن أهم بدائل المبيدات محفزات المقاومة عند النبات؛ التي تحفز الاستجابات الدفاعية مؤدية إلى المقاومة الجهازية المكتسبة SAR التي تعطي النبات مقاومة لمجموعة واسعة من مسببات الأمراض (McDowell and Woffenden،2003)

يعد بروتين الهاربين من أشهر الجزيئات البروتينية التي تؤدي لتحريض المقاومة الجهازية المكتسبة (McDowell and Woffenden،2003)، تنتج بروتين الهاربين عدة أنواع من البكتيريا الممرضة للنبات أهمها البكتيريا *Erwinia amylovora* المسببة لمرض اللفحة النارية على التفاحيات (Reboutier *et al*.،2007) حيث تتميز هذه البكتيريا بأنها تحتوي على المورثة *Hrp* N المرمزة للبروتين هاربين harpin (Perino *et al*.،1999). وصنفت وكالة حماية البيئة منتج Messenger™ (مادة تجارية لبروتين الهاربين) على أنه مبيد منخفض الخطورة low risk pesticide وهو يقع في التصنيف "محرض مقاومة للنبات plant defense booster (PDB)" (Kothari and Patel،2004).

بينت الدراسات العديدة التي أجريت في العقدين الماضيين عن أهمية هذ الجزيئة في تحريض مقاومة النباتات تجاه مجال واسع من الآفات سواء الحشرية أو الفطرية أو البكتيرية أو الفيروسية، وكذلك تعزيز نمو النباتات (Choi *et al*.،2013)، فحرّض رش نبات *Arabidopsis* ببروتين الهاربين إلى التعبير عن مورثات PR1 المرتبطة بالإمراضية وفعّل المقاومة الجهازية المكتسبة مانحاً إياه مقاومة لعدة ممرضات منها *Peronospora parasitica* و *P.syringae pv. tomato* (Dong *et al*.،1999)، أدت معاملة التبغ بالهاربين في دراسة أخرى إلى التعبير عن مورثات لها علاقة بردود الفعل الدفاعية مثل PR1a و PR1b (Peng *et al*.،2004) ، وحرض تطبيق الهاربين على الرز مقاومة قوية ضد الممرض *X.oryzae pv. oryzae* والممرض *Magnaporthe grisea* في ظروف البيت الزجاجي والحقل (Chen *et al*.،2008)، وأدى استخدام الهاربين بتركيز ٦٠

مغ /ل لانخفاض أعراض مرض التبقع البكتيري للحمضيات المسبب من الممرض (*X. axonopodis pv. citrumelo*) حتى الـ ٥٥٪ في الـ citrumelo (Boro *et al.*، 2011)، وبدراسة أخرى عوملت جذور الفجل بالهاربين وبعد ٧ أيام لقحت الأوراق بـ *Xanthomonas campestris pv. amoraciae* strain 704b الممرضة لنبات الفجل، ثم قيمت شدة الأعراض (البقع البكتيرية) بعد ٦–٨ أيام، حيث أدت معاملة الهاربين إلى انخفاض الأعراض بنسبة ٤١٪ مقارنة بالشاهد (Ahmad *et al.*، 2001).

هدفت الدراسة الحالية إلى تقييم فعالية بروتين هاربين محلي في إمراضية بكتيريا التخطط الشفاف على القمح

المواد والطرائق:

المادة النباتية: صنف القمح شام ٦ وذلك لقابليته بالإصابة بمرض التخطط الشفاف على القمح حسب ما ورد في (حجازي، ٢٠٠٧).

المحفز: استخدم بروتين هاربين منتج محليا في هيئة الطاقة الذرية بعد تنسيل مورثة *Hrp N* من بكتيريا *Erwinia amylovora* وقورنت النتائج بشاهد ماء، حضرت تراكيز نصفية من البروتين ورشت على أوراق قمح بعمر ٢٠ يوم واعتمد أعلى تركيز لم يؤد لفرط حساسية.

العزلة البكتيرية المختبرة: استخدم في هذه الدراسة عزلتين محليتين معرفتين من بكتيريا *Xanthomonas translucens* (Xt10، Xt4.2)، أخذت من مخبر الأمراض البكتيرية في قسم وقاية النبات – كلية الزراعة– جامعة دمشق. حيث عزلت من عينات قمح مصابة بعد تعقيم الأنسجة النباتية سطحياً بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم ٣٪ لمدة ثلاث دقائق، ثم غُسلت بماء مقطر معقم لإزالة آثار هيبوكلوريت الصوديوم ٣مرات، ثم طحنت العينات بماء مقطر معقم، وتركت لمدة ٣٠ دقيقة حتى تتحرر البكتيريا من الأنسجة ونشرت على وسط مغذي عام YPGA (Glucose 7 g/l and Agar 1.5 g/l، Peptone 7 g/l،Yeast extract 7 g/l) مضافاً له Cyclohexemide ٥٠ mg /لتر كمضاد فطري وحضنت الأطباق على درجة حرارة ٢٨ سْ لمدة ٧٢ ساعة.

اختبار القدرة الإمراضية للعزلات: أجريت عدوى اصطناعية للعزلات البكتيرية التي حصل عليها بحقن معلق بكتيري بتركيز 10^{8} cfu / مل بطريقة الترشيح باستخدام سيرنغ معقم بدون إبرة وذلك ضمن نسيج أوراق بادرات قمح بعمر ١٥ يوم مزروعة في كؤوس بلاستيكية تحتوي على التورب تحت ظروف حرارة ٢٥–٣٠ مْ وإضاءة (١٦ ضوء/٨ ظلام)، غطيت البادرات المحقونة بأكياس نايليون خلال الساعات الأولى من العدوى لتأمين الرطوبة العالية لتطور المرض. وفحصت البادرات يوميا لمدة أسبوع حيث اعتبرت العزلة ممرضة في حال ظهور أعراض التشبع بالماء و/أو الاصفرار على الأوراق مكان وحول منطقة العدوى، وغير ممرضة عند عدم ظهور تلك الأعراض (DUVEILLER *et al.*، 1997)

نميت كلا العزلتين على وسط مغذي YPGA السابق، وجهز معلق بكتيري بتركيز 10^{6}cfu/ مل من مستعمرات بعمر ٢٤ ساعة.

الحد من الشدة المرضية لـ Xt في القمح: زرعت بذار القمح صنف شام ٦ في أصص صغيرة قطر ١٠ سم مملوؤة بالتورب إلى الثلثين تقريبا ومثقبة من الأسفل،وضع في كل أصيص ٥ بذار، عوملت البادرات بعمر ٢٠ يوم بطريقة الرش بالهاربين بأعلى تركيز لم يحدث فرط حساسية و بالشاهد الماء المقطر (١٠٠ بذرة لكل معاملة)، بعد ٤٨ ساعة رشت أوراق نصف البادرات (١٠٠ بادرة) بالمعلق البكتيري للعزلة Xt10 والقسم الثاني بمعلق بكتيري للعزلة Xt4.2، حضر المعلقين بتركيز $2*10^{8}$، وقيمت شدة الضرر ضمن الأنسجة النباتية بعد ظهور الإصابة بـ ١٠ أيام، وذلك اعتمادا على المساحة المصابة من الورقة المعداة حسب عن طريق سلم لشدة الاصابة (Duveiller *et al.*، 1994) :

١ = البقعة تغطي ١٪ من مساحة الورقة

٢ = البقعة تغطي ٥٪ من مساحة الورقة

٣ = البقعة تغطي ١٠٪ من مساحة الورقة

٤ = البقعة تغطي ٢٥٪ من مساحة الورقة

٥ = البقعة تغطي ٥٠٪ من مساحة الورقة

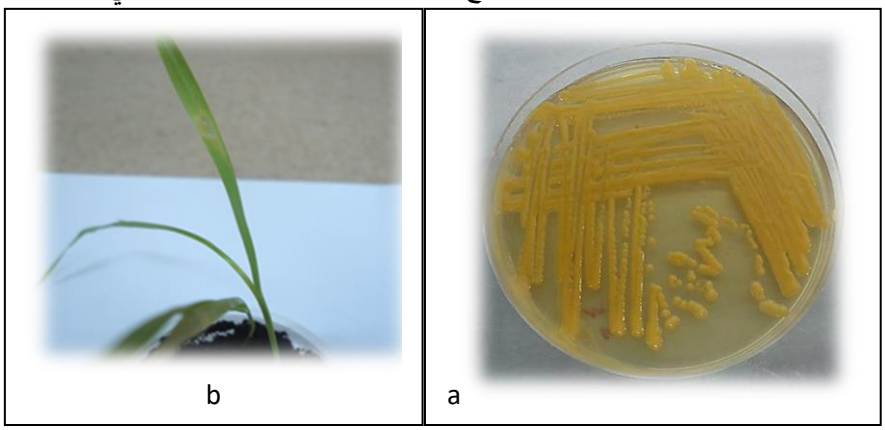
وحُسبت الشدة المرضية لكل من الشاهد والنباتات المُعاملة بالهاربين وفق المعادلة (Wheeler، ١٩٧٠)

النسبة المئوية لشدة الإصابة = مجموع (عدد النباتات المصابة في كل درجة * درجة الإصابة) / أعلى درجة إصابة *عدد النباتات الكلية

تقييم النمو البكتيري في الأوراق: باستخدام طريقة العد البكتيري وفق طريقة (Marmey *et al.*،2007) حيث بعد معاملة البادرات ببروتين الهاربين والشاهد الماء، أعديت الأوراق المعاملة بالعزلات البكتيرية بطريقة الترشيح بواسطة محقن بدون إبرة ومن ثم أخذت وعلى مدار أسبوع وبوساطة مسبر معدني ٣ أقراص من القمح المعدي بقطر ٠.٥ سم وكل قرص طحن في ١ مل ماء مقطر معقم وأخذنا عدة تمديدات $١٠^{-١}$ ، $١٠^{-٢}$ ، $١٠^{-٣}$ ، $١٠^{-٤}$ وأخذ من كل تمديد ١٠ ميكروليتر وزرعت على طبق بيتري حاوي وسط مغذي عام YPGA وحضن ٧٢ ساعة وأخذت القراءات، ومن ثم حسبت تراكيز البكتيريا ضمن النسج الملقحة بالبكتيريا المعاملة بالهاربين والشاهد وأخذ اللوغاريتم العشري لها.حللت النتائج عن طريق إجراء اختبار T لدراسة الفروق المعنوية بين التعداد البكتيري في النباتات المعاملة الهاربين والشاهد.

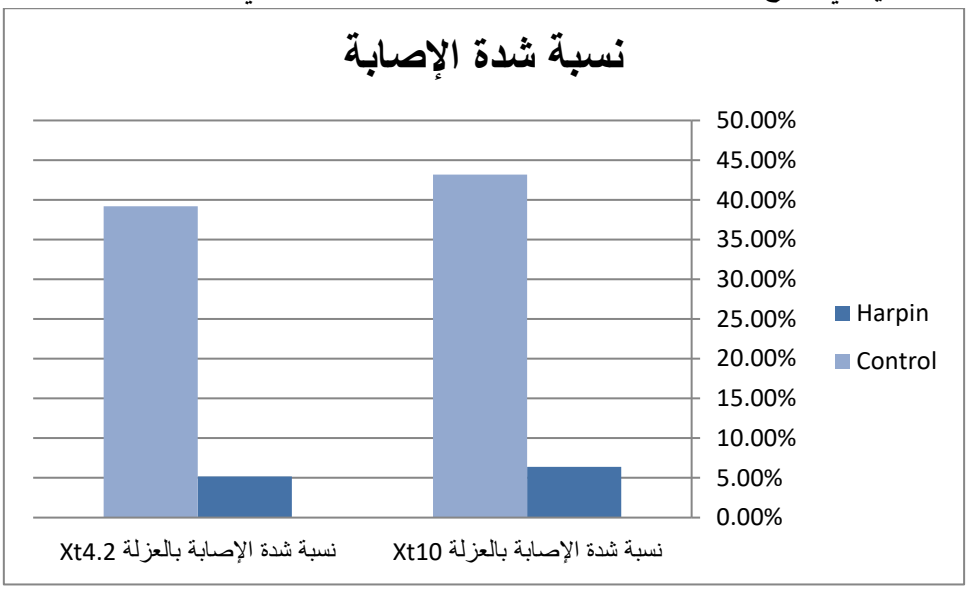
النتائج: تميزت العزلات البكترية المستخدمة في الدراسة (Xt10، Xt4.2)، عند زراعتها على وسط زرع (YPGA) بتشكيلهما مستعمرات صفراء لامعة دائرية محدبة ملساء منتظمة الحواف بقطر (٣-٤) ملم الشكل (a١)، احتاجت إلى ٣ أيام لتنمو عند درجة ٢٧ مْ. سالبة لصبغة غرام، سالبة لاختبار الأوكسيداز، تنفسها هوائي، لا تشكل سكر اللوفان، تسبب فرط الحساسية على التبغ، وهذا للمواصفات النموذجية لبكتيريا *Xanthomonas translucens* وفقا لـ (Sands *et al.*،1986 ؛ Adhikari *et al.*، 2012)

القدرة الإمراضية للعزلات: للتأكد من إمراضية العزلات أجريت العدوى الاصطناعية على بادرات قمح صنف شام ٦ بمعلق بكتيري تركيزه $١٠^{٨}$ cfu / مل ومراقبة أعراض الإصابة خلال أسبوع من تاريخ العدوى حيث ظهرت أعراض الإصابة تشبع بالماء water soaking بعد ٤٨ ساعة من العدوى واصفرار في الفترة اللاحقة الشكل (b١) وهذا موافق لما ذكره (DUVEILLER *et al.*، 1997) في أن أعراض العزلات الممرضة تكون عبارة عن تشبع بالماء واصفرار للأنسجة النباتية في منطقة العدوى الاصطناعية.



الشكل (١) a: مستعمرات بكتيريا *Xanthomonas translucens* على وسط نمو YPGA، b: أعراض اصفرار ناتجة عن العدوى الاصطناعية ببكتيريا *Xanthomonas translucens* العزلة Xt10على صنف القمح شام ٦

تأثير بروتين الهاربين في الحد من الشدة المرضية لـ Xt في القمح: بعد معاملة صنف القمح شام ٦ بالهاربين والماء المقطر، والعدوى بالمعلق البكتيري للعزلتين المدروستين، أخذت قراءة شدة الضرر ضمن الأنسجة النباتية اعتماداً على سلم تقييس (Duveiller *et al.*،1994) و معادلة (Wheeler،1970)، وأظهرت النتائج أن قد بروتين الهاربين خفض من نسبة إصابة بادرات القمح صنف شام ٦ ومن الشدة المرضية لبكتيريا التخطط الشفاف لكلا العزلتين مقارنة بالبادرات المرشوشة بالشاهد الماء، حيث ظهرت الإصابة وأعراض المرض على النباتات المعاملة بالهاربين في ١٣ من أصل ٥٠ بادرة قمح (٢٦٪) عند العدوى بالمعلق البكتيري الأول وعلى١١ بادرة من أصل ٥٠ (٢٢٪) بالنسبة للمعلق الثاني ، وبنفس الوقت انخفضت الشدة حيث توزعت شدة الإصابة في البادرات المعاملة بالهاربين ومعداة بالمعلق الأول إلى الدرجة ١ (١٠ بادرات) والدرجة ٢(٣ بادرات) من سلم التقييس أما المعداة بالمعلق الثاني فتوزعت إلى الدرجة ١ (٩ بادرات) والدرجة ٢ (بادرتين) ، بينما ارتفعت الشدة المرضية معنويا في البادرات المعاملة في الماء حيث ظهرت الإصابة على كافة البذار المعداة بكلا العزلتين (نسبة الإصابة ١٠٠٪) وتوزعت على الدرجات ١ (١٥ بادرة) و٢ (١٥ بادرة) و ٣ (١٧ بادرة) و٤ (٣ بادرة) بالنسبة للمعلق الأول والدرجات ١ (١٧ بادرة) و ٢(١٨ بادرة) و ٣ (١٥ بادرة) للمعلق الثاني، وبلغت نسبة شدة الإصابة عند تطبيق معادلة (Wheeler 1970) ٦.٤٪ في البادرات المعاملة بالهاربين مقارنة بالشاهد الذي بلغت فيه نسبة شدة الإصابة ٤٣.٢٪ للمعلق الأول ، وبلغت في البادرات المعدية بالمعلق الثاني (٥.٢، ٣٩.٢) % بالنسبة للبادرات المعاملة بالهاربين والماء على التوالي الشكل(٢)، أي معاملة الهاربين خفضت نسبة شدة الإصابة بالعزلتين إلى (١٤.٨، ١٣.٢) % على التوالي مقارنة بالشاهد، وهذا يدل على أن بروتين الهاربين حفز الاستجابة الدفاعية والمقاومة الجهازية في القمح حدت من تطور المرض وازدياد ظهور الأعراض في البادرات مقارنة بالشاهد الماء.



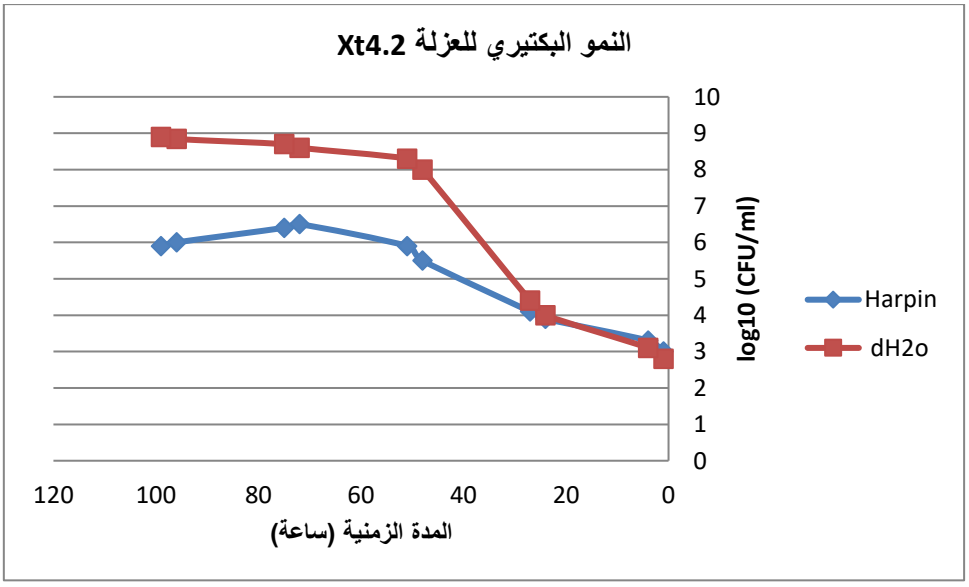
الشكل (٢) نسبة شدة الإصابة بعزلتين من بكتيريا التخطط الشفاف على بادرات القمح صنف شام ٦ المعاملة بالهاربين والمعاملة بالشاهد (الماء).

هذه النتائج توافق العديد من الدراسات التي أظهرت فعالية لبروتين الهاربين في تخفيضه لإمراضية البكتيريا النباتية وتقليل أعراض الإصابة وشدتها مثل ما أظهرت نتائج Boro *et al.*،2001 و Ahmad *et al.*،2001 ، حيث استخدام الهاربين على النباتات خفض من أعراض الإصابة بمرض التبقع البكتيري للحمضيات والتبقع البكتيري على الفجل على التوالي واللذين ينتميان لنفس الجنس *Xanthomonas*.

تقييم النمو البكتيري بطريقة العد البكتيري: أخذت قراءات العد البكتيري في معاملة الهاربين والشاهد على فترات زمنية مختلفة (١، ٤، ٢٤، ٢٧، ٤٨، ٥١، ٧٢، ٧٥، ٩٦، ٩٩) ساعة لكلا العزلتين، وبينت النتائج أن الأوراق المرشوشة بالهاربين قد بدأ انخفاض النمو البكتيري للعزلة Xt10 مقارنة بالشاهد بعد ٧٢ ساعة من اجراء العدوى؛ حيث انخفض النمو البكتيري في الأوراق المرشوشة بالهاربين ٥٠ مرة مقارنة بالشاهد واستمر الانخفاض حتى وصل إلى ٥٠٠ مرة أقل من الشاهد بعد ٩٩ ساعة من العدوى الشكل (٣)

الشكل (٣) النمو البكتيري للعزلة الممرضة Xt10 على أوراق القمح المعاملة بالهاربين والشاهد الماء مع الزمن

لم تختلف النتائج كثيراً بالنسبة للعزلة الثانية حيث بدأ الانخفاض في التعداد البكتيري بعد ٧٢ ساعة من العدوى بالعزلة Xt4.2، فكان التعداد أقل بـ ١٢٠ مرة في النباتات المعاملة بالهاربين مقارنةً بالشاهد واستمر انخفاض التعداد البكتيري وكان أقل بـ ١٠٠٠ مرة تقريبا من الشاهد بعد ٩٩ ساعة من العدوى بالعزلة الممرضة Xt4.2 الشكل (٤)



الشكل (٤) النمو البكتيري للعزلة الممرضة Xt4.2 على أوراق القمح المعاملة بالهاربين والشاهد الماء مع الزمن

يمكننا اعتبار أن التخفيض الحاصل في النمو البكتيري لكلا العزلتين في أوراق القمح المعاملة بالهاربين جيد وفعال حيث بينت عدة درسات أن انخفاض تركيز البكتيريا كافي لتقليل وبائية المرض كما ورد في (Maraite *et al.*،2007) أنه يمكن تخفيض من وبائية مرض التخطط الشفاف بتخفيض حجم المجتمع البكتيري الأولي المسبب للعدوى وكما بين كما بين Schaad)،(1987 أن البذور التي تكون حمولتها البكتيرية أقل من ١٠٠٠ خلية مكونة للمستعمرة (بكتريا/غ) لا تحدث إصابة مرضية في الحقل. وكما أوضح (Schaad،1988) بأنه ليس من الضروري الوصول إلى تركيز صفر بكتيريا/غ بذور معدة للزراعة الحقلية لكي نتفادى المرض.

بناءاً على النتائج التي ظهرت في كلا التجربتين تبين أن بروتين الهاربين المنتج محليا ذو كفاءة في التقليل المعنوي من نسبة وشدة الإصابة وتخفيض النمو البكتيري لبكتيريا التخطط الشفاف في نبات القمح.

التوصيات: إجراء دراسات حقلية لتقييم كفاءة بروتين الهاربين في الحقل، ودراسات أخرى لتحديد الآلية التي يتبعها في تحريض مقاومة القمح للبكتيريا الممرضة، والقيام بدراسة فعاليته على أمراض ونباتات أخرى.

References:

١. **أسعد، سهام. (١٩٨٧).** مكافحة مرضي التفحم المغطى وتخطيط الأوراق البكتيري على القمح باستخدام كاسيات البذار. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة حلب، (قسم وقاية النبات). ١٤٩ صفحة.

٢. **الصالح، إسماعيل. (٢٠١٧).** توصيف عزلات *Xanthomonas translucens* المسببة لمرض التخطط البكتيري على القمح وتحليل معلوماتي حيوي لمعطياتها الجزيئية. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة دمشق، (قسم وقاية النبات).٨٦ صفحة.

٣. **مندو، حجازي. (٢٠٠٧).** توصيف الأمراض البكتيرية على النجيليات في سورية، وتفاعلها مع المصادر الوراثية للقمح. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة دمشق، (قسم وقاية النبات).١٠٧ صفحة.

4. **Adhikari, T.B., Gurung, S., Hansen, J. M., and Bonman, J. M and Bonman, M. (2012).** Pathogenic and genetic diversity of *Xanthomonas translucens* pv. *undulosa* in North Dakota. Phytopathology 102 (4):390-402.
5. **Ahmad, M., Majerczak, D. R., Pike, S., Hoyos, M. E., Novacky, A., and Coplin, D. L. (2001).** Biological activity of harpin produced by *Pantoeastewartiisubsp*. *stewartii*. Molecularplant-microbeinteractions, 14(10), 1223-1234.
6. **Akhtar, M.A and Bhutta, M.R. (2002).** Detection of bacterial pathogens in seeds of wheat, paddy and cotton in Pakistan. Pakistan J. Agric. Res. 17 (3):273-281.
7. **Boro, M. C., Beriam, L. O. S., andGuzzo, S. D. (2011).** Induced resistance against *Xanthomonasaxonopodispv. passiflorae* in passion fruit plants. *Tropical Plant Pathology*, *36*(2), 74-80.
8. **Chen, L., Qian, J., Qu, S., Long, J., Yin, Q., Zhang, C., Wu, X., Sun, F., Wu, T., Hayes, M. and Beer, S.V. (2008).** Identification of specific fragments of HpaGXooc, a harpin from *Xanthomonasoryzaepv. oryzicola*, that induce disease resistance and enhance growth in plants. Phytopathology, 98(7), 781-791.
9. **Choi, M. S., Kim, W., Lee, C., and Oh, C. S. (2013).** Harpins, multifunctional proteins secreted by Gram-negative plant-pathogenic bacteria. Molecular Plant-Microbe Interactions, 26(10), 1115-1122.
10. **Dong, H. P., Peng, J., Bao, Z., Meng, X., Bonasera, J. M., Chen, G., Dong, H.P., Peng, J., Bao, Z., Meng, X., Bonasera, J.M., Chen, G., Beer, S.V.and Dong, H. (2004).** Downstream divergence of the ethylene signaling pathway for harpin-stimulated Arabidopsis growth and insect defense. Plant Physiology, 136(3), 3628-3638.
11. **Duveiller, E. (1989).** Research on '*Xanthomonas translucens'* of wheat and triticale at CIMMYT. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 19(1):97-103.
12. **Duveiller, E. (1994)**. A pictorial series of disease assessment keys for bacterial leaf streak of cereals. Plant Disease 78(2):137-141.
13. **Duveiller, E., Fucikovsky, L and Rudolph, K, eds. (1997).** The bacterial diseases of wheat: concepts and methods of disease management. Mexico, D.F.: CIMMYT. 78 pp.
14. **Kothari, I. L., & Patel, M. (2004).** Plant immunization.Indian journal of Experimental biology.42, 244-252.
15. **Kim, H.K., Orser, C., Lindow, S.E., and Sands, D.C. (1987).** *Xanthomonas campestris* pv. *translucens* strains active in ice nucleation. Plant Disease 71(11):994-997.

16. **Maraite, H., Bragard, C., and Duveiller, E. (2007).** The status of resistance to bacterial diseases of wheat.In wheat production in stressed environments. Springer, New York. 37-49
17. **Marmey P., Jalloul A., Alhamdia M., Assigbetse K., Cacas J., Voloudakis A., Champion A., Clerivet A., Montillet J., Nicole M. (2007).** The 9-lipoxygenase GhLOX1 gene is associated with the hypersensitive reaction of cotton *Gossypium hirsutum* to *Xanthomonas campestris pv malvacearum*. Plant Physiol. Biochem. 45: 596–606.
18. **McDowell, J. M., and Woffenden, B. J. (2003).** Plant disease resistance genes: recent insights and potential applications. TRENDS in Biotechnology, 21(4), 178-183.
19. **Mehta, Y.R. (1990).** Management of *Xanthomonas campestris* pv. *undulosa* and hordei through cereal seed testing. Seed Science and Technology. 18(2):467-476.
20. Peng, J. L., Bao, Z. L., Ren, H. Y., Wang, J. S., and Dong, H. S. (2004). Expression of harpinXoo in transgenic *tobacco* induces pathogen defense in the absence of hypersensitive cell death. Phytopathology, 94(10), 1048-1055.
21. **Perino, C., Gaudriault, S., Vian, B., andBarny, M. A. (1999).** Visualization of harpin secretion in planta during infection of apple seedlings by Erwiniaamylovora. Cellular microbiology, 1(2), 131-141.
22. **Reboutier, D., Frankart, C., Briand, J., Biligui, B., Rona, J. P., Haapalainen, M., Barny., M.A., and Bouteau, F. (2007).** Antagonistic action of harpin proteins: HrpWea from *Erwiniaamylovora* suppresses HrpNea-induced cell death in *Arabidopsis thaliana*. Journal of Cell Science, 120(18), 3271-3278.
23. **Sands, D.C., Kim, H.K., and Hall, V. (1981)**. *Xanthomonas* leaf streak of barley. In: Proceedings of the Barley Diseases and Associated Breeding Methodology Workshop, Rabat, Morocco. 173-182.
24. **Sands, D.C., Mizrak, G., Hall, V.N., Kim, H.K., Bockelman, H.E., and Golden, M.J. (1986).** Seed transmitted bacterial diseases of cereals: Epidemiology and control. Arab Journal of Plant Protection 4:127-125.
25. **Schaad, N.W. (1987).** The use and limitations of methods to detect seed borne bacteria. In: Seed Pathology, International Advanced Course. Passo Fundo, RS, Brazil. 2:324-332.
26. **Schaad, N.W. (1988).** Bacteria. In: Symposium on Inoculum Thresholds of Seed-borne Pathogens. 76th Annual Meeting of the American Phytopathological Society. Phytopathology 78:872-875.
27. **Silva, I.T., Rodriggues ,F.A., Oliveira, J.R., Pereira ,S.C., Andrade, C.C.L., and Coneicao, M.M. (2009).** Wheat resistanse to bacterial leaf streak mediated by silicon. Journal of Phytopathology. 158(4):253-262.
28. **Wheeler, B.E.J.(1970).** An introduction to plant diseases. John Wiley and Sons. Ltd. London, New York, Sydney, Tornto.374p.