

تحريض المقاومة الجهازية في نباتات هجين البندورة Rana F1 إزاء عزلة محلية
لفيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة باستخدام العزلة البكتيرية
المحلية B.Ra.217 من النوع *Bacillus subtilis* تحت ظروف الزراعة المحمية

حلا غانم⁽¹⁾ * وإنصاف عاقل⁽²⁾ وقصي الرحية⁽²⁾ وعماد اسماعيل⁽¹⁾

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

(2). مركز بحوث اللاذقية، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، سورية.

(* للمراسلة: م. حلا محمد غانم، البريد الإلكتروني: ghanemhala548@gmail.com)

تاريخ القبول: 2022/03/23

تاريخ الاستلام: 2021/ 09/26

الملخص:

أجري البحث لتقييم كفاءة العزلة البكتيرية المحلية B.Ra.217 من النوع *Bacillus subtilis* في تخفيض الإصابة بفيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة (TYLCV) من خلال دراسة بعض معايير النمو (طول النبات، الوزن الجاف والرطب للمجموع الخضري، الوزن الجاف والرطب للمجموع الجذري، ووزن الثمار). نفذ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية في محافظة اللاذقية ضمن بيت بلاستيكي خلال الموسم 2020/2021، تم إضافة البكتيريا بطريقة معاملة البذور وري الشتول. أظهرت النتائج بعد 4 أشهر من الزراعة فعالية العزلة البكتيرية في تحسين معايير النمو لنباتات البندورة المعاملة بالبكتيريا، تجلّت هذه الفعالية في زيادة ارتفاع النبات والوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري والوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري ووزن الثمار بنسبة (32.06%، 39.26%، 20.8%، 29.01%، 20.75%، 36.21%، على التوالي) في النباتات السليمة المعاملة بالبكتيريا مقارنة مع نباتات الشاهد السليم، كما أظهرت فعاليتها في زيادة ارتفاع النبات والوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري والوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري ووزن الثمار بنسبة (46.69%، 21.40%، 20.16%، 5.14%، 26.13%، 1.66% على التوالي) في النباتات المعاملة بالبكتيريا والمعدة بالفيروس مقارنة مع نباتات الشاهد المعدة بالفيروس فقط.

الكلمات المفتاحية: نبات البندورة، *Bacillus subtilis*، B.Ra.217، TYLCV، معايير النمو.

المقدمة:

تنتمي البندورة *Solanum lycopersicum* L. إلى العائلة الباذنجانية Solanaceae وهي من أهم محاصيل الخضار المزروعة في سورية، موطنها الأصلي منطقة الأندلس (Lugasiet al., 2003; Huevelink, 2005). يأتي محصول البندورة في المرتبة الثانية من حيث الأهمية في دول العالم بعد محصول البطاطا (FAOSTAT, 2011) *Solanum tuberosum* L. في حين يحتل المرتبة الأولى في الزراعة المحمية من حيث المساحة والإنتاج في الساحل السوري، حيث بلغ عدد البيوت المحمية المزروعة بالبندورة لعام 2019، 95640 بيتاً، بمساحة قُدِّرَت بـ 3825 هكتاراً وأنتجت 573840 طناً (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2019). يعد فيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة (TYLCV) Tomato yellow leaf curl virus من الفيروسات المهمة على البندورة، وقد عانى منها لمزارعون في البيوت المحمية بسبب الخسائر الكبيرة التي سببها الفيروس حيث كان منذ عام 1980 المههد الرئيسي لزراعة

البندورة في جميع أنحاء العالم وأحد القيود الرئيسية في إنتاج المحصول (Moriones and Navas-Castillo, 2000). ينتمي الفيروس المسبب إلى الفيروسات التوأمية Geminiviridae، وجنس *Begomovirus* (Channarayappa et al., 1992). سجل الفيروس لأول مرة على البندورة عام 1964 في فلسطين المحتلة (Cohen & Harpaz, 1964)، كما أثبتت الأبحاث المنفذة في الساحل السوري وجود سلالتين للفيروس (TYLCV-MILD و TYLCV-IL) (Hasan & Mouhanna, 2016)، وقد تم تسجيله حديثاً في سورية على البندورة وبعض الأعشاب البرية الشائعة (حسن وآخرون، 2011)، وأيضاً على نبات الفاصولياء لأول مرة في سورية، كما وجد بإصابات مختلطة مع فيروس الذبول المتبع في البندورة Tomato spotted wilt virus (TSWV) على عدة محاصيل في سورية (Akelet et al., 2019). تعد ذبابة التبغ البيضاء *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) الناقل الحيوي للفيروس وتقله بالطريقة المثابرة Persistant manner بدون أن يتضاعف الفيروس داخل الحشرة (Cohen and Nitzany, 1966). وجد للذبابة البيضاء أربعة طرز حيوية (B، nonB، M، Q) منتشرة في الساحل السوري أثبتت كفاءتها في نقل عزلة محلية من الفيروس (مهنا وآخرون، 2014)، كما ينتقل الفيروس بكفاءة عالية عن طريق التطعيم، ولكنه لا ينتقل ميكانيكياً (Czosnek et al., 1988)، ولا ينتقل من خلال التربة (Makkouket et al., 1979)، وقد ثبت إمكانية انتقاله بوساطة بذور نباتات البندورة (Kilet et al., 2016). تبدي النباتات المصابة بالفيروس تجعداً واصفراراً خفيفاً (Martinez et al., 2004)، وتسبب الإصابة به انخفاضاً في عدد الأزهار والثمار، وكذلك الوزن الرطب للثمار إذا ما قورنت بالنباتات السليمة، ويزداد الانخفاض كلما كانت الإصابة مبكرة (منصور وآخرون، 2008). ونظراً للأهمية الاقتصادية لمحصول البندورة والأضرار الكبيرة التي يلحقها فيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة بالمحصول، كان من المهم إيجاد طرائق للحد من انتشاره بعيداً عن استخدام المبيدات التي كانت الحل في مكافحة الناقل الحشري لتخفيف الإصابة الفيروسية بسبب أضرار هذه المبيدات على الإنسان والبيئة (El-Sawy et al., 2018)، وقد استعملت البكتيريا المحسنة لنمو النبات *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) في مقاومة الأمراض الفيروسية على محاصيل عدة (Van peer et al., 1991; Kandan, et al., 2007; Shahwan, 2010)، لذلك من الجدير بالاهتمام اختبار أحد العزلات المحلية من البكتيريا الجذرية كطريقة لإدارة هذا المرض الفيروسي في مزارع البندورة المحمية في الساحل السوري، لاسيما وأنه ثبت فعالية عزلتين مدخلتين تجاه الفيروس. ولذلك هدف هذا البحث إلى تقييم كفاءة العزلة البكتيرية المحلية B.Ra.217 من النوع *B. subtilis* في تخفيض الإصابة بـ TYLCV من خلال دراسة بعض معايير النمو (طول النبات، الوزن الجاف والرطب للمجموع الخضري، الوزن الجاف والرطب للمجموع الجذري، ووزن الثمار).

مواد البحث وطرائقه:

موقع تنفيذ البحث والمعاملات

نُفذ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية (في الساحل السوري) ضمن بيت بلاستيكي، خلال الموسم 2021/2020. صُممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، حيث كانت القطعة التجريبية مكونة من 5 نباتات بندورة، واختُبرت فيها 4 معاملات (1 = معداة بالفيروس TYLCV، 2 = شاهد سليم، 3 = معداة بالبكتيريا B.Ra.217، 4 = معداة بالفيروس B.Ra.217 + TYLCV)، دُرست 3 مكررات لكل معاملة، بلغ عدد نباتات التجربة 60 نباتاً. استُخدم في التجربة هجين البندورة رنا (تم الحصول عليه من شركة Apollo Seeds، نسبة إنبات 85% ونقاوة 98%)، وهو من الهجن المنتشرة زراعته في الساحل السوري.

العزلة الفيروسيّة المستخدمة والعدوى بالفيروس:

تمّ الحصول على العزلة الفيروسيّة TYLCV من مخبر الفيروسات في مركز بحوث اللاذقية، وهي عزلة محلية مأخوذة من نبات بندورة موجود داخل بيت بلاستيكي في محافظة طرطوس، وتمّ تعريفها حيويّاً على نباتات البندورة والفليفلة والتبغ حسب (Brunt and Cohen, 1988، Juan et al., 2010)، كما تمّ تأكيدها مصليّاً باختبار TAS-ELISA باستخدام المصل المضاد للفيروس من إنتاج شركة LOWE الألمانية، وفقاً لتعليمات الشركة المنتجة. تمّ إكثار العزلة الفيروسيّة والمحافظة عليها بالنقل الحشري بوساطة ذبابة التبغ البيضاء باستمرار إلى نباتات بندورة سليمة محفوظة تحت التغطية الشبكية المانعة لدخول الحشرات (عاقل وآخرون، 2020).

العدوى الفيروسيّة: أجريت العدوى بفيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة بعد الزراعة في الأرض الدائمة وإضافة الدفعة الأخيرة من المعلق البكتيري بـ 7 أيام، بطريقة التطعيم بالعقل النباتية الغضة، حيث تمّ إجراء شق عرضي مائل في الجزء السفلي من ساق النبات فوق الورقة الأولى، وأدخل فيه الطعم بعد قطعه بشكل مائل من جهتين في الطرف السفلي، ومن ثم ربط مكان التطعيم بوساطة قطعة صغيرة من غشاء البارافيلم، بعد ذلك تمّ ترطيب الشتول منعاً لجفاف الطعم.

العزلة البكتيريّة: تم اختبار عزلة محلية من البكتيريا B.Ra.217 التابعة للنوع *B.subtilis* المعزولة من قبل الرحية (2015) في الساحل السوري، والتي بينت دراسة سابقة تميزها بقدرتها التضادية إزاء الفطر *Pyrenochaeta lycopersici* مسبب مرض تفلن الجذور، كما أثبتت فعاليتها في تحسين نمو وإنتاجية نبات البندورة في ظروف الزراعة المحمية في الساحل السوري عند معاملة بذوره بهذه البكتيريا (الرحية، 2015).

تحضير المعلق البكتيري: جرى إكثار العزلة البكتيرية المختبرة B.Ra.217 باستخدام المستنبت Tryptone Soya Agar (TSA) في أطباق بتريّة (9 سم)، ثم حضنت الأطباق لمدة 48 ساعة عند درجة حرارة 28 °س. ولمعاملة البذور تمّ إكثار البكتيريا في 100 مل من المستنبت السائل Tryptone Soya Broth (TSB) في زجاجة معيارية سعة 250 مل على هزاز ميكانيكي بسرعة 125 دورة/دقيقة ثم حضنت عند درجة حرارة 28 °س لمدة 48 ساعة. قدرت كثافة البكتيريا في المزرعة السائلة بزراعة التخفيف على الوسط الصلب بطريقة النقط (Hoben&Somasegaran, 1982) لتقدير عدد الخلايا البكتيرية الحية في المزرعة والمعلق البكتيري، حيث زرع في كل مرة من كل تخفيف كمية 10 ميكروليتر ونُشِرت النقط طولياً على سطح المستنبت الغذائي TSA، وكُزرت الزراعة ثلاث مرات. وبعد تحضين الأطباق لمدة 48 ساعة عند حرارة 28 °س، أُحصي عدد الوحدات المشكّلة للمستعمرة (Cfu)/مل من المعلق المحضر وُضبط تعداد البكتيريا المستخدم عند مستوى 10^9 /مل.

معاملة البذور والشتول بالمعلق البكتيري: تمت معاملة البذور قبل الزراعة بالمعلق البكتيري بتركيز 9×10^9 cfu/مل. بعدها زُرعت البذور في صوانٍ فلينية تحتوي على التورب المعقم تحت تغطية شبكية، وبعد 35 يوماً من الإنبات تم إضافة 5 مل من المعلق البكتيري الخاص بالعزلة البكتيرية المدروسة B.Ra.217 إلى كل شتلة ضمن صواني الإنبات، وبعد عشرة أيام من التشتيل في الأرض الدائمة أُضيف 10 مل/شتلة من المعلق البكتيري الخاص بالعزلة البكتيرية إلى الشتول حسب معاملات التجربة.

معايير النمو المدروسة: قُدرت بعض معايير النمو للنباتات (ارتفاع النبات، الوزن الطري والجاف لكل من المجموع الخضري والجذري، ووزن الثمار) في نهاية التجربة، وهي بعمر 4 أشهر من الزراعة في الأرض الدائمة، وذلك بحساب متوسط قياسات الخمس نباتات في كل مكرر. حُسبت نسب الزيادة في معايير النمو المدروسة وفقاً للمعادلة التالية:

نسبة الزيادة في معيار النمو % = قيمة المعيار في المعاملة - قيمة المعيار في الشاهد الخاص بالمعاملة/قيمة المعيار في الشاهد الخاص بالمعاملة $\times 100$.

التحليل الإحصائي:

خُلِّت النتائج إحصائياً باستخدام برنامج CO-STAT 4.6 وفق اختبار تحليل التباين ANOVA، وتمت المقارنة بين المتوسطات باستخدام أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%.

النتائج والمناقشة:

بينت نتائج البحث بعد 4 أشهر من الزراعة أن متوسط ارتفاع النباتات السليمة المعاملة بالعزلة البكتيرية B.Ra.217 فقط كان الأعلى (99.66 سم) مع وجود فروق معنوية مقارنة مع نباتات الشاهد السليم (75.46 سم)، ومع النباتات المعداة بالفيروس فقط (53.26 سم)، وعدم وجود فروق معنوية مع النباتات المعاملة بالبكتيريا والمعداة بالفيروس (78.13 سم)، وبالتالي ساهمت العزلة البكتيرية المدروسة بزيادة ارتفاع النباتات المعاملة بالبكتيريا بنسبة 32.06% مقارنة بنباتات الشاهد السليم، وأدت إلى زيادة ارتفاع النباتات المعاملة بالبكتيريا والمعداة بالفيروس بنسبة 46.69% مقارنة بالنباتات المعداة بالفيروس فقط، وقد توافقت هذه النتائج مع دراسة قام بها Mishra وآخرون (2014) عندما أشاروا إلى أن نباتات البندورة المعاملة بالبكتيريا *Pseudomonas spp.* والمصابة بفيروس تجعد أوراق البندورة Tomato Leaf Curl Virus (ToLCV) أظهرت مقاومة للفيروس تجلت بزيادة في ارتفاع النبات مقارنة مع الشاهد المعدى بالفيروس وغير المعامل بالبكتيريا.

تفوقت النباتات السليمة المعاملة بالعزلة البكتيرية B.Ra.217 في الوزن الرطب للمجموع الخضري (2009.66 غ) على بقية المعاملات مع وجود فروق معنوية مقارنة مع نباتات الشاهد السليم (1443 غ)، كما كانت الفروق معنوية في النباتات المعداة بالفيروس وغير المعاملة بالبكتيريا (936 غ)، وبلغ الوزن الرطب في النباتات المعاملة بالبكتيريا والمعداة بالفيروس (1136.33 غ) مع وجود فروق معنوية مع النباتات السليمة المعاملة بالبكتيريا، وبالتالي أدت المعاملة بالبكتيريا إلى زيادة الوزن الرطب للمجموع الخضري للنباتات السليمة المعاملة بالبكتيريا مقارنة مع الشاهد السليم بنسبة 39.26%، وعند النباتات المعاملة بالبكتيريا والمعداة بالفيروس مقارنة بالنباتات المعداة بالفيروس فقط بنسبة 21.40% (جدول 1)، وهذا يتفق مع دراسة سابقة أجريت على نباتات البندورة لتأثير 5 عزلات من بكتيريا *Bacillus spp.* (PGPR) في مقاومة فيروس موزاييك الخيار، حيث تبين أن النباتات المعاملة بالبكتيريا أظهرت زيادة معنوية في ارتفاع النبات والوزن الرطب للمجموع الخضري مقارنة مع الشاهد المعدى بالفيروس وغير المعامل بالبكتيريا (Murphy et al., 2003).

كما بلغ الوزن الجاف للمجموع الخضري للنباتات المعاملة بالعزلة البكتيرية B.Ra.217 (444.666 غ) وكانت الفروق غير معنوية مقارنة مع الشاهد السليم (368 غ)، كما كانت الفروق معنوية مع النباتات المعداة بالفيروس وغير المعاملة بالبكتيريا (208.333 غ)، وكذلك مع النباتات المعاملة بالبكتيريا والمعداة بالفيروس (250.333 غ)، وبالتالي كانت الزيادة في النباتات المعاملة بالبكتيريا مقارنة بالشاهد السليم (20.8%)، والنباتات المعاملة بالبكتيريا والمعداة بالفيروس مقارنة مع النباتات المعداة بالفيروس (20.16%)، جدول (1)، توافقت نتائج هذا البحث مع ما توصلت إليه عاقل وآخرون (2020) عند دراستهم لتأثير السلالتين البكتيريتين *B.subtilis* FZB27 و *Pseudomonas chlororaphis* MA342 المدخلتين عند الإصابة بفيروس TYLCV على نباتات هجين البندورة هدى المزروعة تحت ظروف البيوت المحمية، حيث زادت السلالة *MAP. Chlororaphis* من ارتفاع النبات (39.12%) والوزن الجاف للمجموع الخضري (47.26%) والوزن الرطب للمجموع الجذري (18.42%) والوزن الجاف

للمجموع الجذري (33.64%) في النباتات المعاملة بالبكتيريا والمعدة بالفيروس مقارنة بالشاهد المعدى بالفيروس بدون بكتيريا، كما زادت السلالة *B.subtilis* FZB27 من الوزن الرطب للمجموع الخضري بنسبة (42.31%)، ووزن الثمار العاقدة بنسبة (83.79%)، مقارنة بالشاهد المعدى بالفيروس فقط.

أظهرت النباتات المعاملة بالعدلة البكتيرية B.Ra.217 تفوقها في زيادة الوزن الرطب للمجموع الجذري (209 غ) وكانت الزيادة غير معنوية مقارنة مع نباتات الشاهد السليم (162 غ) ومع النباتات المعدة بالفيروس وغير المعاملة بالبكتيريا (136 غ) ومع النباتات المعاملة بالبكتيريا والمعدة بالفيروس (143 غ)، وبالتالي أدت المعاملة بالبكتيريا إلى زيادة الوزن الرطب للمجموع الجذري للنباتات السليمة المعاملة بالبكتيريا مقارنة مع نباتات الشاهد السليم بنسبة 29.01%، وللنباتات المعاملة بالبكتيريا والمعدة بالفيروس مقارنة بالنباتات المعدة بالفيروس فقط بنسبة 5.14%، وبذلك تتوافق النتائج مع نتائج Li وآخرون (2016) عند دراسته للسلالة *Enterobacterasburiae* BQ9 على نباتات البندورة المصابة بفيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة في ظروف الزراعة المحمية حيث توصل إلى كفاءة السلالة في زيادة طول النبات وطول المجموع الجذري والوزن الرطب للنبات مقارنة بالنباتات غير المعاملة بالبكتيريا.

كذلك الوزن الجاف للمجموع الجذري عند النباتات المعاملة بالعدلة البكتيرية B.Ra.217 كان الأعلى (75.666 غ) مقارنة مع نباتات الشاهد السليم (62.66 غ) دون وجود فروق معنوية، وكانت الفروق معنوية بالمقارنة مع النباتات المعدة بالفيروس وغير المعاملة بالبكتيريا (44.66 غ)، وفي النباتات المعاملة بالبكتيريا والمعدة بالفيروس (56.333 غ)، وبذلك كانت الزيادة في الوزن الجاف للمجموع الجذري في النباتات السليمة المعاملة بالبكتيريا مقارنة بنباتات الشاهد السليم (20.75%)، والنباتات المعاملة بالبكتيريا والمعدة بالفيروس مقارنة مع المعدة بالفيروس (26.13%)، وهذا يوافق نتائج دراسة قواس (2018) التي أشارت إلى مساهمة السلالة البكتيرية *B. subtilis* FZB27 في تحسين معايير نمو نبات البندورة وزيادة مقاومتها لفيروس موزاييك الخيار.

أثبتت العزلة البكتيرية المدروسة كفاءتها في زيادة وزن ثمار البندورة على النبات حيث بلغ وزن الثمار على النباتات السليمة المعاملة بالبكتيريا (889 غ)، وكانت الفروق معنوية مقارنة مع نباتات الشاهد السليم (652.66 غ)، ومع النباتات المعاملة بالبكتيريا والمعدة بالفيروس (407.66 غ)، كذلك مع النباتات المعدة بالفيروس وغير المعاملة بالبكتيريا (401 غ)، وبالتالي كانت نسبة الزيادة في النباتات المعاملة بالبكتيريا مقارنة بنباتات الشاهد السليم 36.21%، وكانت نسبة الزيادة في النباتات المعاملة بالبكتيريا المعدة بالفيروس مقارنة مع النباتات المعدة بالفيروس فقط 1.66%، وهذا يتفق مع ما أشار إليه الشامي وآخرون (2017)، الذي أثبت أن معاملة بذور البندورة والري بثلاث سلالات بكتيرية (*Frateriaaurantia*, *Bacillus megaterium*)، *Azotobacterchroococcumin*)، زادت من نمو وغلّة نباتات البندورة وخفضت من تأثير فيروس موزاييك الخيار في ارتفاع النبات والوزن الرطب للمجموعين الخضري والجذري ووزن الثمار بالمقارنة مع نباتات الشاهد السليم والنباتات المعدة بالفيروس غير المعاملات بالبكتيريا.

الجدول (1). تأثير العزلة البكتيرية المحلية B.Ra.217 في بعض معايير النمو لنبات البندورة (هجين Rana F1) السليمة والمعدة بفيروس TYLCV بعد أربعة أشهر من الزراعة.

المعاملة	ارتفاع النبات (سم)	الوزن الرطب للمجموع الخضري (غ)	الوزن الجاف للمجموع الخضري (غ)	الوزن الرطب للمجموع الجذري (غ)	الوزن الجاف للمجموع الجذري (غ)	وزن الثمار على النبات (غ)
نباتات الشاهد السليم	75.46b	1443b	368 ab	162a	62.66 ab	652.66b
نباتات معدة	53.26b	936c	208.333 c	136a	44.66 b	401c

بفيروس TYLCV						
889a	75.666 a	209a	444.666 a	2009.66a	99.66a	معاملة بالعزلة البكتيرية B.Ra.217
407.66c	56.333 ab	143a	250.333bc	1136.33bc	78.13ab	معاملة بالعزلة البكتيرية B.Ra.217 ومعداة بفيروس TYLCV

الأرقام التي يتبعها حروف متشابهة في نفس العمود لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%.

قد تعود الزيادة في معايير النمو لنباتات البندورة عند معاملتها بالعزلة البكتيرية المحلية B.Ra.217 إلى دور البكتيريا في تحسين نمو النبات وإنتاجيته، من خلال إذابة المغذيات المعدنية الأساسية لامتصاص النبات وإنتاج مواد مضادة للكائنات الممرضة، والحث على المقاومة الجهازية (Aeronet *et al.*, 2019)، وقد يعود أيضاً إلى دور البكتيريا في إنتاج منظمات النمو من أوكسين وحمض الجبريلين وحمض الأندول الخلي مما يسهم في زيادة نمو المجموع الجذري ونشاطه وهذا ما تقوم به بكتيريا النوع *B. subtilis* (Yu *et al.*, 2012; Zaidi *et al.*, 2006).

الاستنتاجات:

❖ بينت الدراسة أن معاملة نبات البندورة بالعزلة البكتيرية المحلية B.Ra.217 *B. subtilis* عن طريق معاملة البذور وري النباتات أدت إلى زيادة ارتفاع النبات وزيادة الوزن الرطب والجاف للمجموعين الخضري والجذري وزيادة وزن الثمار مقارنة مع نباتات الشاهد السليم، وأيضاً في النباتات المعاملة بالبكتيريا والمعداة بالفيروس مقارنة مع نباتات الشاهد المعداة بالفيروس بدون بكتيريا.

❖ أثبتت العزلة البكتيرية المحلية B.Ra.217 *B. subtilis* فعاليتها في تخفيض أضرار فيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة من خلال تحسين معايير النمو في نباتات البندورة المعاملة بالبكتيريا والمعداة بالفيروس، وهذا يشير إلى دورها في تعزيز مقاومة النباتات للمسببات المرضية. كما تلعب السلالة البكتيرية B.Ra.217 *B. subtilis* دوراً محسناً للنمو PGPR عند نباتات البندورة السليمة وذلك عند معاملة البذور وري النباتات بها.

المراجع:

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2019). مديرية الإحصاء والتخطيط، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، الجمهورية العربية السورية.

الرحية قصي (2015). تحسين الكفاءة الحيوية للسماذ العضوي وتأثيرها في مرض تغلن جذور البندورة *Pyrenochaeta lycopersici*. أطروحة دكتوراه. قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة حلب، حلب، سورية. 127 صفحة.

الشامي، رامي وياسر حماد و عماد اسماعيل (2017). تقييم فعالية التلقيح بالبكتيريا المحفزة لنمو النبات في الحد من تأثير فيروس موزاييك الخيار في بعض معايير نمو نباتات البندورة. مجلة جامعة البعث، 39(2)، 83-103.

حسن، زياد وعماد اسماعيل وصلاح الشعيبي (2011). التحري عن العوامل البرية المخزنة لفيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة في الساحل السوري. مجلة جامعة تشرين، سلسلة العلوم البيولوجية، 33(5): 189-200.

- عادل، إنصاف وقصي الرحية وحنان قواس وعماد اسماعيل (2020). تأثير سلالتين من بكتيريا الجذور المحفزة للنمو في نسبة وشدة الإصابة بفيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة/الطماطم وعلى بعض مؤشرات النمو لنبات البندورة/الطماطم تحت ظروف البيوت المحمية. مجلة وقاية النبات العربية، 38(3): 241-251.
- قواس، حنان (2018). دراسة تأثير بعض السلالات من بكتيريا الجذور المحسنة لنمو النبات PGPR في تحفيز المقاومة الجهازية ضد فيروس موزاييك الخيار على نبات البندورة في الزراعة المحمية. أطروحة دكتوراه، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. 103 صفحة.
- منصور، عقل، وجابر فجلة وأمين حاج قاسم وعائدة نسور وطلال الزدجالي وحسني يونس (2008). الفيروسات التي تصيب محصول البندورة/الطماطم. في كتاب الأمراض الفيروسية للمحاصيل الزراعية المهمة في المنطقة العربية. (تحرير: خالد مكوك وجابر فجلة وصفاء قمري). الصفحات (245-272). دار النهضة العربية للنشر والتوزيع.
- مهنا، محمد وهمام برهوم ولؤي أصلان وعصام قاسم (2014). حصر المجموعات الرئيسية من ذبابة التبغ البيضاء *Bemisia tabaci* Genn. المنتشرة على عوائل مختلفة في الساحل السوري باستخدام مؤشرات الـ DNA الدنا العشوائية. مجلة وقاية النبات العربية، 32: 207-218.
- Aeron, A., E. Khare., Ch.K. Jha, V.S. Meena, Sh. M. Abdel Aziz, M.T. Islam, K. Kim, S. K.Meena, A. Pattanayak, H.Rajashekara, R. Ch. Dubey, B. R. Maurya, D. K.Maheshwari, M. Saraf, M.Choudhary, R.Verma, H. N. Meena, A. R. N. S. Subbanna, M. Parihar, Sh. Shukla, G. Muthusamy, R. S. Bana, V. K. Bajpai, Y. kuy Han, M. Rahman, D. Kumar, N. P. Singh, and R.K. Meena. (2019). Revisiting the plant growth-promoting rhizobacteria: lessons from the past and objectives for the future. Archives of Microbiology. pp13 <https://doi.org/10.1007/s00203-019-01779-w>
- Akel, E., Q. A. Al-Rhayeh, N. Ali, and I.D. Ismail (2019). First Report of a Mixed Infection with Tomato yellow leaf curl virus TYLCV and Tomato spotted wilt virus TSWV in Some Economic Crops in the Syrian Coastal Region. Canadian Journal of Pesticides and Pest Management, 1:37-45. doi:10.34195/can.j.ppm.2019.12.003.
- Brunt A.A. and S. Cohen (1988). Descriptions and Lists from the VIDE Database of Tomato yellow leaf curl bigeminivirus. Plant Viruses Online.
- Channarayappa, C., V. Muniyappa, D. Schwegler-Berry, and G. Shivashankar (1992). Ultrastructural changes in tomato infected with *Tomato leaf curl virus*, a whitefly-transmitted geminivirus. Canadian Journal of Botany, 70:1747-1753.
- Cohen, S. and F.E. Nitzany, (1966). Transmission and Host Range of *Tomato yellow leaf curl virus*. Phytopathology, 56: 1127-1131.
- Cohen, S. and I. Harpaz (1964). Periodic, rather than continual acquisition of a new tomato virus by its vector, the tobacco whitefly (*Bemisia tabaci* Gennadius). Entomologia Experimentalis et Applicata, 7: 155-166. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1964.tb02435.x>
- Czosnek, H., R. Ber, Y. Antigus, S. Cohen, N. Vavot and , D. Zamir (1988). Isolation of *Tomato yellow leaf curl virus*, a geminivirus. Phytopathology, 78:508-512.
- El-Sawy, M.M, M. M. Elsharkawy, J. M. Abass and E. S. Hagag (2018). Inhibition of *Tomato yellow leaf curl virus* by *Zingiber officinale* and *Mentha longifolia* extracts and silica nanoparticles. International Journal of Antivirals and Antiretrovirology, 1(1):001-006.
- FAO Statistical Database FAOSTAT. 2011. Agriculture data. URL: <http://http://faostat.fao.org.site> 567

- Hasan, A.A. and A. Mouhanna (2016). Detection of *Tomato yellow leaf curl virus*(TYLCV) in some vegetable crops in greenhouses and identify its strains in the Syrian Coast. *International Journal of ChemTech Research*, 9(11):278-286.
- Hoben, H. J. and P. Somasegaran(1982)- Comparison of the pour, spread, and drop plate methods for enumeration of *Rhizobium* spp. in inoculants made from pre-sterilized peat. *Applied and Environmental Microbiology*, 44:1246-1247.
- Huevelink, F.P.(2005). Tomatoes (Crop Production Science in Horticulture). Wageningen University. The Netherlands. P 1778.
- Juan, A.D.; M.C. Carmen; M. Enrique, R. Eduardo; C. Henryk and J. Navas-Castillo(2010). Tomato yellow leaf curl viruses: ménage a trois between the virus complex, the plant and the whitefly vector. *Molecular Plant Pathology*, 11: 441-450. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2010.00618.x>
- Kandan, A, M.Ramiah, V.J. Vasanthi, R.Radjacommare, R. Nandakumar,, A.Ramanathan and R.Samiyappan (2007). Use of *Pseudomonas fluorescens*-based formulations for management of tomato spotted wilt virus (TSWV) and enhanced yield in tomato. *Biocontrol Science and Technology Journal*, 15, 2007, 553-569.
- Kil, E, S.Kim, Y. Lee, H. Byun, J. Park, H. Seo, Ch. Kim, J. Shim, J. Lee, J. Kim, K. Lee, H. Choi and S. Lee (2016). *Tomato yellow leaf curl virus*(TYLCV-IL): a seed-transmissible geminivirus in tomatoes. *Scientific Reports*, 6: 19013. <https://doi: 10.1038/srep19013>.
- Lugasi, A, L. Bíró, J.Hóvárie, K.V.Sági, S.Brandt, and Barna.E(2003). Lycopene content of foods and lycopene intake in two groups of the Hungarian population, *Nutrition Research* 23(8):1035-1044. [https://doi.org/10.1016/S0271-5317\(03\)00105-2](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(03)00105-2)
- Li, H, X. Ding, C. Wang. H. Ke, Z. WU, Y. Wang, H. Liu and J. Guo (2016). Control of Tomato yellow leaf curl virus disease by *Enterobacter asburiae* BQ9 as a result of priming plant resistance in tomatoes. *Turkish Journal of Biology*, 40:150-159. <https://doi.org/10.3906/biy-1502-12>
- Makkouk, K.M, S. Shehab, and S.E. Majdalani (1979). Tomato yellow leaf curl: Incidence, yield losses and transmission in Lebanon. *Phytopathologische Zeitschrift*, 96:263–267.
- Martinez, Z, Y.Fonseca, D. M.Quinones, and L.Palenzuela. (2004). Presence of *Tomato yellow leaf curl virus* infecting squash *Cucurbita pepo* in Cuba. *Plant Disease*, 88:572.
- Mishra, S, K.S.Jagadeesh, P.U. Krishnaraj, and S.Prem (2014). Bio control of *Tomato leaf curl virus* (ToLCV) in tomato with chitosan supplemented formulations of *Pseudomonas* sp. under field 2.
- Murphy, J. F, M. S. Reddy, C. M. Ryu, J. W. Kloepper, and R. Li (2003). Rhizobacteria- Mediated Growth Promotion of Tomato Leads to Protection Against Cucumber mosaic virus. *Phytopathology*, 93.p1301-1307.
- Moriones, E, and J. Navas-Castillo (2000) Tomato yellow leaf curl virus, An Emerging Virus Complex Causing Epidemics Worldwide. *Virus Research*, 71: 123-34
- Shahwan, E.D.M (2010). Inducing systemic resistance against some tomato virus diseases. Ph.D. Thesis, Plant Pathology Department, Faculty of Agriculture, Benha University, Egypt. 225 pp.
- Van peer, R, G. J. Niemann and B. Schippers (1991). Induced resistance and phytoalexin in biological control of fusarium wilt of carnation by *pseudomonas* sp. Strain WCS417r. *phytopathology*, 81: 728-734

- Yu,X, X. Liu, TH. Zhu,G.H.Liu, and C.Mao (2012). Co-inoculation with phosphate-solubilizing and nitrogen-fixing bacteria on solubilization of rock phosphate and their effect on growth promoting and nutrient uptake by walnut.Eur.J.Soil.Biol.50:112-117.
- Zaidi,S.,S.Usmani,B.R.Singh, and J.Musarrat (2006). Significance of *Bacillus subtilis* strain SJ101 as a bioinoculant for concurrent plant growth promotion and nickel accumulation in *Brassica juncea* . Chemosphere 64:991-997.

Induction The Systemic Resistance in Tomato Hybrid Plants Against tomato Yellow Leaf Curl Virus in Protected Cultivation by Using The Local Bacterial Isolate *Bacillus subtilis* B.Ra.217

Hala Ghanem^{(1)*}, Ensaf Akel⁽²⁾, Qusay Al-Rhayeh⁽²⁾ and Imad Ismail⁽¹⁾

(1). Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

(2). General Commission for Scientific Agricultural Research, Syria.

(*Corresponding author: Hala Ghanem, E-mail: ghanemhala548@gmail.com)

Received:26/09/2021

Accepted: 23/03/2022

Abstract

The research was conducted to evaluate the efficiency of the local bacterial isolate, *Bacillus subtilis* B.Ra.217 in reducing infection with tomato yellow leaf curl virus (TYLCV).by studying some growth parameters (plant height, dry and fresh weight of Vegetative, dry, and fresh weight of the root system, and weight of fruits). This research was conducted at the Agricultural Scientific Research Center in Lattakia Governorate in a plastic house in season 2020/2021. The bacteria were added by seed treatment + seedlings irrigation. The result after 4 months of planting showed the effectiveness of bacterial isolate in improving the growth parameters of tomato plants, This activity was manifested in increasing the height of the plant, the dry and fresh weight of Vegetative, the dry and fresh weight of the root system and the weight of fruits by (32.06%)، (39.26%) ،(20.8%) (29.01%)، (20.75%)، (36.21%) respectively of the plants treated with bacteria compared with the healthy control plants. It also showed its effectiveness in increasing the height of plants the dry and fresh weight of Vegetative, the dry and fresh weight of the root system, and the weight of fruits by (46.69%)،(21.40%)،(20.16%)،(5.14%)،(26.13%)،(1.66%) respectively of the plants treated with bacteria and virus compared with the infective control plants.

Keywords: Tomato, TYLCV, *B. subtilis* B.Ra.217, Growth parameters.