مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٧) العدد(١٠) ٢٠٢٣
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (7) No. (10) 2023

تقييم فعالية التلقيح بخليط من الأنواع البكتيرية الجذرية (PGPR) في بعض المؤشرات الثمرية والإنتاجية لنبات الباذنجان *Solanum melongena* L.

د. ياسر حماد *

د. متيادي بوراس **

ابراهيم امهنا ***

(تاريخ الإيداع ٢٠٢٣/٦/١٣ . قُبِل للنشر في ٢٠٢٣/١١/٢)

□ ملخّص□

هدف البحث إلى اختبار فعالية التلقيح بخليط من الأنواع البكتيرية الجذرية المحفزة لنمو النبات Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) ومقارنة أنواع المخصبات الحيوية البكتيرية المستخدمة في الدراسة في تحسين بعض المؤشرات الثمرية والانتاجية لنبات الباذنجان *Solanum melongena* L. نفذ البحث في ظروف حقلية خلال عروة ربيعية للموسمين الزراعيين ٢٠٢١ و٢٠٢٢. استُخدم من أجل ذلك الهجين Emerald F1 من الباذنجان وثلاثة أنواع من المخصبات الحيوية البكتيرية. يتكون المخصب الأول من خليط من أربع أنواع بكتيرية هي: *Azotobacter chroococcom* و*Frateuria aurantia* و*Bacillus megaterium* و*Rhizobium ligurninosarum*، والمخصب الثاني من الأنواع التالية: *Azotobacter chroococcom* و*Pseudomonas fluorescence* وBacillus *circulans* و*Rhizobium phaseoli*، في حين أن المخصب الثالث هو خليط من المخصبين الأول والثاني. شملت التجربة أربع معاملات هي الشاهد (نباتات غير معاملة)، تلقيح النباتات بمعلق بكتيري من المخصب الأول، تلقيح النباتات بمعلق بكتيري من المخصب الثاني، تلقيح النباتات بمعلق بكتيري من المخصب الثالث. اعتمد في تنفيذ البحث نظام القطاعات العشوائية الكاملة بثلاث مكررات للمعاملة الواحدة وبمعدل ١٥ نباتاً في المكرر الواحد. أظهرت الدراسة أن النباتات الملقحة بالمخصبات الثلاثة حققت تفوقاً وفعاليةً معنويين في الصفات الثمرية والإنتاجية على نباتات الشاهد. كما أظهرت أن أفضل النتائج تحققت عند التلقيح بالمخصب الثالث (الخليط) مقارنة بالتلقيح بكل من المخصبين الأول والثاني منفردين. حيث سجلت في هذه المعاملة أعلى القيم في عدد الأزهار (٥٧.٣ زهرة/نبات)، ونسبة العقد (٤٨.٢%)، وعدد الثمار (٢٧.٦ ثمرة/نبات)، وانتاج النبات (٢٥٩٤غ/نبات)، وبكفاءة إنتاجية بلغت ٥٦.٨%. مع عدم وجود فرق معنوي بين المخصبين الأول والثاني في الصفات المدروسة.

الكلمات المفتاحية: الباذنجان *Solanum melongena* L.، البكتريا الجذرية المحفزة للنمو، مؤشرات ثمرية، الإنتاجية.

* أستاذ مساعد. قسم علوم التربة والمياه، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

** أستاذ. قسم البساتين، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

*** طالب دكتوراه. قسم البساتين، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٧) العدد(١٠) ٢٠٢٣
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (7) No. (10) 2023

Evaluation of the effectiveness of inoculation with a mixture of rhizobacterial species (PGPR) in some fruiting and productive indicators of the eggplant *Solanum melongena* L.

Ibrahim Mhanna [*]
YaserHammad [**]
MetiadyBourass [***]

(Received 13/6/2023 . Accepted 2/11/2023)

ABSTRACT

This research aimed to test the effectiveness of inoculation with a mixture of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in some fruiting and production indicators of the eggplant *Solanum melongena* L. The research was carried out in field conditions during the spring season for the two agricultural seasons 2021 and 2022. For this, an eggplant hybrid Emerald F1 and three types of bacterial bio fertilizers were used. The first fertilizer consisted of a mixture of four bacterial species: *Azotobacter chroococcom, Frateuria aurantia, Bacillus megaterium* and *Rhizobium ligurninosarum*, the second fertilizer is consisted of the following species: *Azotobacter chroococcom, Pseudomonas fluorescence, Bacillus circulas*, and *Rhizobium phaseoli*, while the third fertilizer is a mixture of the first and second fertilizers. The experiment included four treatments: control (untreated plants), drenching with the first fertilizer, drenching with the second fertilizer, and drenching with the third fertilizer. This experiment was designed according to the randomized complete block design which included (4) treatments, each treatment included (3) replicates and each replicate included (15) plants. The study showed that the plants which inoculated with the three fertilizers achieved superiority and significant effectiveness in fruiting and productivity traits over the control plants. It also showed that the best results were achieved when fertilizing with the third fertilizer (mixture) compared to fertilization with both the first and second fertilizers individually. In this treatment, the highest values were recorded in the number of flowers (57.3 flowers/plant), the percentage of nodes (48.2%), the number of fruits (27.6 fruits/plant), and plant production (2594g/plant), with a production efficiency of 56.8%. With no significant difference between the first and second fertilizers in the studied traits.

Key words: Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR), eggplant, fruiting, productive.

* Researcher. Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.
** Assistant Professor. Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.
***Professor. Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria

المقدمة والدراسة المرجعية:

يعد محصول الباذنجان (*Solanum melongena* L.)، من نباتات الفصيلة الباذنجانية Solanaceae، واحداً من محاصيل الخضار المحببة للمستهلك المحلي نظراً لاستعمالات ثماره المتعددة (حشو، طهي، مكدوس، تخليل وغيرها) وقيمته الغذائية وفوائده الصحية حيث تعد ثمار الباذنجان مصدراً غذائياً هاماً لاحتوائها العديد من العناصر الغذائية الأساسية، كالألياف والبروتينات والكربوهيدرات، إضافة لنسبة جيدة من الفيتامينات والأملاح المعدنية (USDA, 2019). ، حيث يُزرع الباذنجان في سورية في الحقول المكشوفة، وكذلك ضمن بيوت الزراعة المحمية (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، ٢٠٢٠). إلا أن زراعته قد شهدت تفاوتاً ملحوظاً في المساحة المزروعة والإنتاجية خلال السنوات الأخيرة، ويمكن أن يعزى ذلك إلى انخفاض خصوبة التربة وتدهورها نتيجة الاستخدام العشوائي للأسمدة الكيميائية (Shambhavi *et al*., 2017)، إضافة إلى غلاء أسعارها وعدم توفرها في البلاد. مما دفع في الواقع لإجراء العديد من الدراسات حول استخدام المخصبات العضوية والحيوية، وفي مقدمتها البكتريا الجذرية المحفزة للنمو (PGPR)، والتي تشكل رديفاً آمناً للأسمدة الكيميائية نظراً لقدرتها على تحسين نمو النبات من خلال تزويده بالعناصر الغذائية ودورها في الحفاظ على نظافة البيئة وخصوبة التربة (Esitken *et al* ,2005). فضلاً عن دورها غير المباشر في تحفيز المقاومة لبعض الإجهادات البيئية (Paul and Nair,2008). في هذا السياق أشار Yang *et al*., (2008) أن بكتريا (PGPR) تزيد من قدرة النبات على تحمل ملوحة التربة، وبالتالي تقلل من الحاجة للتسميد المعدني وتحمي من حدوث تراكم للنترات والفوسفات في الترب الزراعية، وتقلل من العبء الاقتصادي على المزارع. وتشير الدراسات أن لمحفزات النمو البكتيرية تأثيراً واضحاً في نمو وإنتاج نباتات الخضار، فقد بينت الدراسة التي قام بها Mena and Olalde (2007) على البندورة زيادة في ارتفاع النبات ووزن الثمار لدى النباتات الملقحة ببكتريا Bacillus subtitis BEB-13bs مقارنة مع نباتات الشاهد. كما أدت معاملة نباتات البندورة ببكتريا *Azotobacter chroococcom* و *Pseudomonas putida* إلى زيادة معنوية في الوزن الجاف للجذور والوزن الجاف للنبات، وزيادة في محتوى الأوراق من البوتاسيوم مع تفوق واضح لبكتريا *Azotobacter chroococcom* (Zare *et al.,* 2011).

كما أظهرت دراسة قام بها Akgul and Mirik (2008) على نباتات الفليفلة الملقحة بثلاث سلالات من بكتريا *Bacillus megaterium* هي (M1-3 + M3-1+ H8-8)، بشكل مفرد أو مختلط، زيادة في الإنتاجية بنسبة ٣٦.٢% و٤٧.٧% عند التلقيح بخليط من السلالتين (M1-3 + M3-1) وإلى زيادة في استطالة الجذر والوزن الجاف للمجموع الخضري وكان أعلى تأثير عند التلقيح بخليط من السلالات الثلاث مقارنة مع نباتات الشاهد غير الملقحة. في السياق ذاته بين Moustaine وآخرون عام (٢٠١٧) من خلال دراسة أجريت في المغرب لمعرفة تأثير التلقيح بثلاث سلالات من بكتريا (PGPR) في نمو نباتات البندورة، زيادة معنوية في طول النبات وطول الجذر لدى النباتات الملقحة مقارنة مع نباتات الشاهد، وكانت إنتاجية نباتات البندورة أعلى لدى النباتات الملقحة بالسلالات البكتيرية الثلاث. كما بين Chattarjee وآخرون (٢٠١٤) أثناء دراسة تأثير أنواع من بكتريا *Azotobacter* والبكتريا الميسرة للفوسفات في نمو وانتاجية أربعة أصناف من الفليفلة، أن تلقيح الشتول بالبكتريا عزز من نمو النباتات وكان هناك زيادة في الإنتاجية وطول النبات ومساحة المسطح الورقي وعدد الثمار ووزنها ومحتواها من فيتامين C في جميع المعاملات الملقحة بالبكتريا مقارنة مع الشاهد غير الملقح.

يختلف تأثير المعاملة بالبكتريا الجذرية المحفزة للنمو (PGPR)، باختلاف الأنواع البكتيرية المستعملة وعددها وطريقة التلقيح، فضلاً عن نوع المحصول والظروف البيئية السائدة (Ruzzi and Aroca, 2015). فقد تبين من خلال دراسة قام بها Fowler and Kloepper (2003)على نباتات الفليفلة، عند التلقيح بخليط من بكتريا (PGPR) التي تنتمي إلى Bacillus.ssp، زيادة في الإنتاجية عند استخدام خليط من السلالتين (IN937a+IN937b) بشكل أكبر من استخدام كل سلالة بمفردها، وتتماشى هذه النتيجة مع ما وجده إبراهيم (٢٠٢٣) لدى استخدام اثنين من المخصبات البكتيرية الجذرية على نباتات الفليفلة والذي أدى لزيادة في وزن الثمار الطازجة ومحتواها من فيتامين C. فضلاً عما تقدم فقد أظهرت نتائج الدراسة التي أجراها الشامي (٢٠١٩) أن تلقيح نباتات البندورة بخليط من الأنواع البكتيرية الثلاثة *Frateuria aurantia* و*Azotobacter chroococcom* و*Bacillus megaterium* أدى إلى زيادة في ارتفاع النبات وعدد الأوراق والوزن الطازج للمجموعين الخضري والجذري، وفي عدد الأزهار ونسبة العاقدة منها ، وعدد الثمار وإنتاج النبات مقارنة مع نباتات الشاهد.

أهمية البحث وأهدافه:

انطلاقاً من الأهمية الاقتصادية لمحصول الباذنجان، حيث يشغل مساحة تقدر بنحو ٧٦٠٠ هكتار (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، ٢٠٢٠)، فضلاً عن أهميته التصنيعية وقيمته الغذائية، ونتيجة لانخفاض إنتاجية وحدة المساحة المحلية (٢ طن/دونم) مقارنة بالإنتاج العالمي (٤ طن / دونم)، وبما أن التوجه العالمي الآن نحو التقليل من كميات الأسمدة المضافة والمحافظة على نظافة البيئة وصحة الإنسان، وفي محاولة لزيادة انتاج هذا المحصول من أجل سد الحاجة الاستهلاكية المضطردة وتلبية الطلب المتزايد عليه، كان لا بد من البحث عن وسائل وتقانات آمنة بيئياً يمكن بواسطتها تنشيط النمو النباتي وزيادة الإنتاج.

ونظراً للتأثير الواعد للبكتريا الجذرية المحفزة للنمو (PGPR) كبديل آمن في تسميد الباذنجان حيوياً وتوفير غذاء صحي خالٍ من الملوثات، فقد هدف البحث إلى تقييم فعالية التلقيح بخليط من الأنواع البكتيرية الجذرية في بعض المؤشرات الثمرية والإنتاجية لنبات الباذنجان .*Solanum melongena* L، لمواجهة الزيادة المضطردة في الطلب عليه في السوق الاستهلاكية، ومقارنة أنواع المخصبات الحيوية البكتيرية الثلاثة المستخدمة في الدراسة في تحسين بعض المؤشرات الثمرية والإنتاجية لنبات الباذنجان.

مواد البحث وطرائقه:

١- المادة النباتية:

استخدم في الدراسة الهجين Emerald F1 من الباذنجان وهو هجين هولندي المنشأ، نباتاته قوية النمو، الثمار اسطوانية متطاولة بلون بنفسجي.

٢- مكان وموعد تنفيذ البحث:

تم تنفيذ البحث في منطقة ريف اللاذقية (قرية المغريط)، ضمن حقل زراعي مكشوف يرتفع عن سطح البحر ٣٥م خلال عروة ربيعية للموسمين الزراعيين ٢٠٢١-٢٠٢٢ م.

٣- المواد المستخدمة في الدراسة:

استخدم في الدراسة ثلاثة أنواع من المخصبات الحيوية البكتيرية.

أ_ المخصب الحيوي البكتيري الأول (M1): ويتكون من خليط من الأنواع البكتيرية التالية:

- بكتريا (AT) *Azotobacter chroococcom* بكتريا مثبتة للآزوت الجوي معزولة من تربة مزروعة بنبات البندورة (حماد والشامي، ٢٠١٧).
- بكتريا *Bacillus megaterium* بكتريا ميسرة للفوسفور معزولة من مستحضر تجاري (حماد والشامي، ٢٠١٧).
- بكتريا *Frateuria aurantia* بكتريا ميسرة للبوتاسيوم معزولة من مستحضر تجاري (حماد والشامي، ٢٠١٧).
- بكتريا *Rhizobium ligurninosarum* بكتريا منشطة لنمو النبات معزولة من العقد الجذرية لنبات الفول (المغربي وآخرون، ٢٠١٦).

ب_ المخصب الحيوي البكتيري الثاني (M2): ويتكون من خليط من الأنواع البكتيرية التالية:

- بكتريا (AC) *Azotobacter chroococcom* بكتريا مثبتة للآزوت الجوي معزولة من تربة مزروعة بنبات الخيار (Hammad,2020).
- بكتريا *Pseudomonas fluorescence* بكتريا ميسرة للفوسفور معزولة من مستحضر تجاري (Hammad,2020).
- بكتريا *Bacillus circulans* بكتريا ميسرة للبوتاسيوم معزولة من مستحضر تجاري (Hammad,2020).
- بكتريا *Rhizobium phaseoli* بكتريا منشطة لنمو النبات معزولة من العقد الجذرية لنبات الفول (شرمك، ٢٠١٥).

ج _ المخصب الحيوي البكتيري الثالث: (M3) وهو خليط من المخصبين الحيويين السابقين (المخصب الأول+ المخصب الثاني).

٤- تحضير اللقاح البكتيري:

حُضر اللقاح البكتيري باستخدام بيئة غذائية سائلة Tryptic Soy Broth (TSB) في زجاجات خاصة بتنمية البكتيريا (Biogen)، تسمح بالتحريك وتأمين التهوية الملائمة للنمو، حيث استخدمت وحدة تنمية لكل نوع من البكتيريا المستخدمة، ولقحت البيئة السائلة بالعزلات المنشطة بعد الحصول على مزارع حديثة، وضعت بعدها على هزاز بسرعة 100دورة بالدقيقة وحضنت عند درجة حرارة ٢٨ ^{o}م، لمدة 48 ساعة، وتم ضبط تركيز المعلق البكتيري المستعمل بحدود (١٠)^{٩} خلية /مل باستخدام شريحة العد Bürker.

علماً أن كافة العزلات البكتيرية المستخدمة موصوفة ومحفوظة في مخبر أبحاث علوم التربة والمياه بكلية الزراعة في جامعة تشرين.

٥- خصائص التربة في موقع تنفيذ البحث:

تم تحليل تربة موقع التجربة في مخبر الأراضي ضمن محطة بحوث الهنادي التابعة لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، وتبين أنها معتدلة مائلة للقلوية، وتتميز تربة الموقع بأنها طينية القوام، ذات محتوى عالٍ من كربونات الكالسيوم الكلية، كما تعد جيدة المحتوى من المادة العضوية، والفوسفور، والبوتاسيوم، ومتوسطة المحتوى من الآزوت الكلي (الجدول ١).

الجدول (١): التحليل الميكانيكي والكيميائي لتربة حقل التجربة قبل الزراعة:

التحليل الميكانيكي				التحليل الكيميائي					
طين %	سلت %	رمل %	القوام	كربونات الكالسيوم الكلية %	المادة العضوية %	الآزوت الكلي %	الفوسفور المتاح ppm	البوتاسيوم المتاح ppm	pH
٤٨	٣٢	٢٠	طينية	٦١	٢.٧٨	٠.١٥	٣٤.١	٢٧٩	٧.٧٦

٦- اعداد الأرض وتجهيزها للزراعة:

تم إعداد الأرض بإضافة السماد العضوي المختلط المعقم والجاف (سماد سوبر المزرعة) بمعدل ١٥٠ غ/م^{٢} والذي تشكل فيه المادة الجافة (٨٨%) ويحتوي على الآزوت بنسبة (٥%) والفوسفور (٢.٧٥%) والبوتاسيوم (٤.٥%). وبعد الحراثة وتنعيم التربة وتسوية سطحها تم تخطيطها إلى خطوط أحادية تتباعد عن بعضها مسافة (٩٠) سم. وزُرعت شتول متجانسة في الأرض الدائمة بعمر (٥٠) يوماً مرحلة (٥-٤ أوراق حقيقية) مع مسافة (٤٠) سم بين الشتلة والأخرى على نفس الخط بكثافة (٢.٧) نبات/م٢، وذلك منتصف شهر نيسان، حيث تمت سقاية الشتول بعد الزراعة بواسطة شبكة ري بالتنقيط ممدودة إلى جانبي خطوط الزراعة.

٧- تصميم التجربة والتحليل الاحصائي:

اعتمد في تنفيذ البحث تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، حيث شملت التجربة أربع معاملات، بثلاثة مكررات للمعاملة الواحدة، وبمعدل خمسة عشر نباتاً لكل مكرر. وحُللت النتائج احصائياً باستخدام برنامج GEN STAT-12، ومقارنة الفروق بين المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي على مستوى 5% L.S.D.

٨- المعاملات:

شملت التجربة المعاملات التالية:

١. نباتات غير معاملة (الشاهد). (T1)
٢. نباتات ملقحة بمعلق بكتيري من المخصب الأول. (T2)
٣. نباتات ملقحة بمعلق بكتيري من المخصب الثاني. (T3)
٤. نباتات ملقحة بمعلق بكتيري من المخصب الثالث. (T4)

بلغ تركيز المعلق البكتيري المستعمل (١٠)^{٩} خلية /مل وجرى تلقيح النباتات بالمخصبات مرتين الأولى بعد (٢٠) يوم من التشتيل والثانية بعد (١٥) يوماً من المرة الأولى.

٩- القراءات والقياسات المسجلة:

أ- عدد الأزهار الكلية على النبات، زهرة/نبات.

ب-نسبة العقد، %.

ج-عدد الثمار على النبات، ثمرة/نبات.

د- متوسط وزن الثمرة، غ/ثمرة.

هـ- انتاج النبات، غ/نبات.

و- إنتاجية وحدة المساحة، غ/ م٢

ز- الكفاءة النسبية للمركبات المستخدمة في الإنتاجية، وجرى حسابها وفق العلاقة التالية: (Barakat., *et al* 1991)

$$\frac{\text{(انتاج نباتات المعاملة – انتاج نباتات الشاهد)}}{\text{(انتاج نباتات المعاملة)}} * ١٠٠$$

النتائج والمناقشة

الجدول (٢) – تأثير التلقيح بالمخصبات البكتيرية في بعض المؤشرات الثمرية والإنتاجية لنبات الباذنجان الهجين Emerald F1

المؤشرات المدروسة / المعاملات	متوسط عدد الأزهار الكلية (زهرة/نبات)	نسبة العقد %	متوسط عدد الثمار (ثمرة/نبات)	متوسط وزن الثمرة (غ)	متوسط انتاج النبات (غ/نبات)	إنتاجية وحدة المساحة (غ/م٢)	الكفاءة النسبية للمعاملات المستخدمة في الانتاجية %
T1 الشاهد (نباتات غير معاملة)	40c	37.5 c	15 c	74.6 c	1119 c	3022 c	--
T2 نباتات ملقحة بالمخصب الأول	50 b	٤٤ ab	22 b	84.3 b	1854 b	5007 b	39.6
T3 نباتات ملقحة بالمخصب الثاني	51 b	43.1 ab	22 b	85.8b	1889 b	5100 b	40.7
T4نباتات ملقحة بالمخصب الثالث	57.3 a	48.2 a	27.60 a	94 a	2594 a	7004a	56.8
CV%	٣.٨	٧.٦	٦.٥	٢.٨	٧.٥	٧.٥	--
LSD 5%	٣.٣	٥.٦	٢.٦	٣.٩	٢٦٥.٨	689.6	--

أظهرت النتائج المدونة في الجدول (٢) أن تلقيح نباتات الباذنجان بالمخصبات البكتيرية الجذرية الثلاثة أثر إيجاباً في المؤشرات الثمرية والإنتاجية، إذ تشير المعطيات أن النباتات الملقحة بالمخصبات البكتيرية قد تفوقت على نباتات الشاهد في عدد الأزهار، حيث تراوح متوسط عدد الأزهار في النباتات المعاملة بين ٥٠ و٥٧.٣ زهرة/نبات مقابل ٤٠ زهرة في نباتات الشاهد. وبالمقارنة بين المخصبات نجد أن معاملة التلقيح بالمخصب الثالث (الخليط) كانت الأفضل وتفوقت معنوياً على باقي المخصبات، إذ بلغ متوسط عدد الأزهار في النباتات الملقحة بهذا المخصب ٥٧.٣ زهرة مقابل ٥٠ و٥١ في النباتات الملقحة بالمخصبين الأول والثاني على الترتيب دون وجود فرق معنوي بينهما. كما تراوحت نسبة العقد بين ٤٣.١ و٤٨.٢% مقابل ٣٧.٥% في نباتات الشاهد. وبالمقارنة بين النباتات الملقحة بالمخصبات أوضحت النتائج تفوق النباتات المعاملة بالمخصب الثالث (الخليط) ظاهرياً على باقي المخصبات، حيث سجلت نسبة العقد قيمةً أعلى بين المعاملات بلغت ٤٨.٢% تليها المعاملة بالمخصب الأول بنسبة بلغت ٤٤% وأخيراً المعاملة بالمخصب الثاني بنسبة بلغت ٤٣.١%.

هذا التباين في تأثير المخصبات في عدد الأزهار ونسبة العقد انعكس إيجاباً على متوسط عدد الثمار على النبات، إذ تراوح متوسط عدد الثمار في النباتات الملقحة بين ٢٢ و٢٧.٦ ثمرة/نبات. مقابل ١٥ ثمرة في نباتات الشاهد. وبالمقارنة بين المخصبات نجد أن المخصب الثالث كان الأفضل وتفوق معنوياً على باقي المخصبات إذ سجل

عدد الثمار فيها قيمة بلغت ٢٧.٦ ثمرة/نبات مقابل ٢٢ ثمرة/نبات لكل من التلقيح بالمخصب الأول والثاني دون وجود فروق معنوية بينهما.

استمر تفوق النباتات الملقحة بالمخصبات البكتيرية على نباتات الشاهد في متوسط وزن الثمرة (الجدول ١)، حيث تراوح متوسط وزن الثمرة للنباتات الملقحة بين ٨٤.٣ و٩٤ غ مقابل ٧٤.٦ غ لنباتات الشاهد. وبالمقارنة بين المعاملات المختلفة تبين تفوق النباتات المعاملة بالمخصب الثالث (الخليط) معنوياً على النباتات الملقحة بالمخصبين الأول والثاني، إذ بلغ متوسط وزن الثمرة في النباتات الملقحة بالمخصب الثالث ٩٤ غ تليها النباتات الملقحة بالمخصب الثاني بقيمة بلغت ٨٥.٨ غ وأخيراً النباتات الملقحة بالمخصب الأول بمتوسط وزن للثمرة بلغ ٨٤.٣ غ. مع عدم وجود فرق معنوي في التأثير بهذه الصفة بين المخصبين الأول والثاني.

لا تختلف النتائج فيما يتعلق بإنتاج النبات في المنحى والمسار عن النتائج المتعلقة بعدد الأزهار العاقدة ومتوسط عدد الثمار على النبات. فالقرائن أظهرت في هذا الجانب التأثير الإيجابي للتلقيح بالمخصبات البكتيرية التي تجلى دورها في زيادة انتاج النبات إلى ما بين ١٨٥٤ و٢٥٩٤ غ مقابل ١١١٩غ لنباتات الشاهد وهي زيادة معنوية. وأشارت في الوقت ذاته إلى تفوق المخصب الثالث (الخليط) الملموس والمعنوي على المخصبات الأخرى، حيث أعطت النباتات الملقحة بهذا المخصب البكتيري انتاجاً بلغ ٢٥٩٤ غ/نبات، تلتها الملقحة بالمخصب الثاني بإنتاج بلغ ١٨٨٩ غ/نبات، وأدناه سجل في النباتات المعاملة بالمخصب الأول بكمية بلغت ١٨٥٤غ/نبات. مع الإشارة إلى عدم وجود فرق معنوي في هذه الصفة بين النباتات الملقحة بكل من المخصب الأول والثاني.

بينت النتائج أيضاً أن تأثير المخصبات البكتيرية في نبات الباذنجان انعكس بشكل واضح على إنتاجية وحدة المساحة، حيث تشير المعطيات إلى تفوق نباتات الباذنجان الملقحة بالمخصبات معنوياً في إنتاجية وحدة المساحة معنوياً على نباتات الشاهد (غير المعاملة)، إذ تراوحت الإنتاجية بين ٥٠٠٧ و٧٠٠٤ غ/م٢ مقابل ٣٠٢٢ غ/م٢ لنباتات الشاهد.

بالمقارنة بين النباتات المعاملة بالمخصبات أظهرت النتائج أن إنتاجية النباتات الملقحة بالمخصب الثالث (الخليط) تفوقت معنوياً على المخصبات الأخرى بقيمة بلغت ٧٠٠٤ غ/م^{٢} مقابل ٥٠٠٧ و٥١٠٠ غ/م^{٢} للمخصبين الأول والثاني منفردين على التوالي دون وجود فرق معنوي بينهما.

وعلى ضوء النتائج السابقة اتضح أن التلقيح بالمخصبات البكتيرية قد حقق زيادة في الإنتاج تراوحت بين ٣٩.٦٤ و٥٦.٨٥% مقارنة مع نباتات الشاهد، حيث سجلت أعلى قيمة للكفاءة النسبية للمخصبات المستخدمة في الإنتاجية في النباتات الملقحة بالمخصب الثالث بنسبة بلغت ٥٦.٨%، تلتها النباتات الملقحة بالمخصب الثاني ٤٠.٧% وأخيراً النباتات الملقحة بالمخصب الأول بنسبة بلغت ٣٩.٦% مع عدم وجود فروق معنوية في الكفاءة بين المخصبين الأول والثاني.

مما تقدم أظهرت النتائج والمعطيات أن لاستخدام المخصبات الجذرية في تلقيح نباتات الباذنجان تأثيراً معنوياً في الصفات الإنتاجية، حيث أظهر استخدام المخصبات البكتيرية الثلاثة تفوقاً وفعالية معنويين على نباتات الشاهد. إلا أن المخصب الثالث (الخليط) كان الأفضل وتفوق معنوياً على المخصبات الأخرى، حيث شجع الإزهار (٥٧.٣ زهرة)، وحقق أعلى معدل بنسبة العقد (٤٨.٢%)، وأعلى معدل لعدد الثمار على النبات (٢٧.٦ ثمرة/نبات)، متوسط وزن الثمرة (٩٤ غ)، أكبر كمية في انتاج النبات (٢٥٩٤غ/نبات)، وانتاجية وحدة المساحة (٧٠٠٤غ/م^{٢})، في حين أعطت

نباتات الشاهد أقل معدل لهذه الصفات بلغ ٤٠ زهرة، ٣٧.٥ %، ١٥ ثمرة/نبات، ٧٤.٦غ/ثمرة، ١١١٩غ/نبات و٣٠٢٢غ/م^{٢} على الترتيب.

إن الزيادة الحاصلة في الصفات الإنتاجية لمحصول الباذنجان لدى التلقيح بالمخصبات البكتيرية ربما تعود إلى دور هذه البكتريا في توفير العناصر الغذائية الأساسية (N–P–K) بشكل متاح للنبات وزيادة معدل امتصاصها، وتحسين النمو النباتي من خلال إفرازها الهرمونات المختلفة كالأوكسينات والسيتوكينينات والجبرلينات، مما ينعكس إيجاباً على تأثيرها في عملية التركيب الضوئي، والتنفس، والبناء البروتوبلازمي، حيث يدخل الآزوت في تركيب عدد كبير من المركبات العضوية المهمة في العمليات الحيوية في النبات. وللبوتاسيوم دور مهم كونه منشط لتمثيل الكربوهيدرات ويزيد معدل التمثيل الضوئي في الأوراق مما يزيد المواد المصنعة وانتقالها إلى مناطق النمو الأخرى، الأمر الذي يسهم في زيادة عدد البراعم الزهرية وعدد الأزهار في النورة. هذا فضلاً عن دور الفوسفور الممتص في زيادة نسبة العقد. وبالنتيجة تؤدي هذه الوظائف جميعها إلى تحفيز النمو الخضري وزيادة عدد الفروع الثمرية وإعطاء مساحة ورقية أكبر Ajay Sharma *et al.*, (2003)، مما ينعكس إيجاباً في نمو النبات وزيادة كمية المحصول الناتج. تتماشى هذه النتائج مع ما توصل إليه إبراهيم (٢٠٢٣) على نباتات الفليفلة، والشامي (٢٠١٩) على نباتات البندورة من أن التلقيح بالمخصبات البكتيرية إلى زيادة ارتفاع النبات والوزن الطازج للمجموعين الخضري والجذري، وزيادة عدد الأزهار ونسبة الأزهار العاقدة، وعدد الثمار وإنتاج النبات.

الاستنتاجات:

على ضوء النتائج السابقة فإننا نستنتج ما يلي:

١. أدى التلقيح بالمخصبات البكتيرية الجذرية على اختلاف أنواعها إلى زيادة واضحة في المؤشرات الثمرية والإنتاجية لنبات الباذنجان مقارنة مع الشاهد.

٢. لم تكن فعالية المخصبات بالمؤشرات المدروسة بسوية واحدة حيث أظهر التلقيح بالمخصب الثالث (الخليط M1+M2) تفوقاً معنوياً على بقية المخصبات، وسجل أعلى القيم في عدد الأزهار (٥٧.٣ زهرة)، وبنسبة العقد (٤٨.٢%)، وعدد الثمار على النبات (٢٧.٦ ثمرة/نبات)، متوسط وزن الثمرة (٩٤ غ)، انتاج النبات (٢٥٩٤غ/نبات)، وبكفاءة إنتاجية نسبية بلغت (٥٦.٨٥ %).

المقترحات والتوصيات:

١. استخدام المخصب الحيوي البكتيري الخليط في تسميد الباذنجان حيوياً لتحقيق زيادة في بعض الصفات الثمرية والإنتاجية.

٢. التوسع في دراسة استخدام أنواع أخرى من المخصبات الحيوية البكتيرية وبتراكيز وجرعات مختلفة على نبات الباذنجان وأنواع نباتية مختلفة.

المراجع:

١. إبراهيم. محمد سلمان. (٢٠٢٣). *تأثير بعض المخصبات الحيوية والمحفزات الكيميائية في خواص التربة ونمو نبات الفليفلة ومقاومته لفيروس موزاييك الخيار CMV في الزراعة المحمية*. رسالة دكتوراة. كلية الزراعة– جامعة تشرين. قسم علوم التربة والمياه: ١٥٢ ص.

٢. حماد، ياسر. والشامي، رامز.(٢٠١٧). توصيف بعض أنواع بكتريا الرايزوسفير المحفزة لنمو النبات من بعض الأسمدة الحيوية والتربة.مجلة جامعة البعث. سورية. المجلد ٣٩.ص٢٥.

٣. الشامي. رامز. (٢٠١٩). *تأثير بعض أنواع البكتريا (PGPR) في الحد من الإصابة بفيروس موزاييك الخيار على نبات البندورة*. رسالة دكتوراة. كلية الزراعة– جامعة تشرين. قسم وقاية النبات: ١٤٧ ص.

٤. شرمك. ضحى.(٢٠١٥). أثر التلقيح ببكتيريا الرازوبيوم في نمو وانتاجية نباتات الفاصولياء. رسالة ماجستير. كلية الزراعة– جامعة تشرين. قسم البساتين: ٧٢ ص.

٥. المجموعة الإحصائية الزراعية.٢٠٢٠. قسم الإحصاء، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، الجمهورية العربية السورية.

٦. المغربي؛ صباح، رزق؛ بشرى، حماد، ياسر. (٢٠١٦). دراسة تأثير بكتريا *Rhizobium leguminosarum* في نمو الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici* مخبرياً. مجلة وقاية النبات العربية. عدد ٢. المجلد ٣٤، ١٤–٣٥.

1. Akgul.D.S and Mirik .M.(2008). *Biocontroi of phytophthora capsici on pepper plants by Bacillus megaterium strains. Journal of plant pathology*. Turkey,No.90,Vol.1, 29-34

2. Ajay Sharma , V., Suniana, S.P., Singh D.K. Tomar and Sachin Panwar. (2003). *Effect of plant growth promoting rhizobacteria on potato plant vigor and yield. Bionotes* . (5), Issue (4). 89 P.

3. Barakat, M. S.; Abdol-Rozik, A. H.; And Al-Aroby,S. M(1991).S*tudies On The respouse of potato growth, yield and tuber quality to source and levels of nitrogen. Alex. J, Agri.Res*.Vol.36,No2,129-141

4. Chaterjee.R., Koner.S and Datta.S.(2016). *Impact of microbia inculants on the performance of bell pepper (Capsicum annum L.) varieties under foot hills of eastern Himalayan region. Int.J.Curr. Microbial.App.Sci.* India,Vol.5,No.9,131-138

5. Esitken, A., Ercisli, S., Karlidag, H. and Sahin, F. (2005). *Potential use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in organic apricot production. In Proceedings of the International Scientific Conference of Environmentally Friendly Fruit Growing,. Tartu University Press*. Estonia.Vol.7,No.9,90-97

6. Fowler, W. D. and Kloepper, J. W.(2003). *Broad- spectrum projection against several pathogens by PGPR mixtures under field conditions in Thailand*. *Plant Dis*. Thailand. Vol.87,11,1390-1494

7. Hamad, Y. (2020) *isolation and identification of some species of plant growth promoting rhizobacteria(pgpr)from some bio-fertilizers, the* arab journal foe arid environment, Vol. 13(1), p:23 - 31

8. Mena -Violante.H.G and Olalde -Portogal.V.(2007).A*lternation of tomato fruit quality by root inculation with plantgrowth – promoting rhizobacteria (PGPR) : Bacillus subtitis BEB-13bs. Sci. Hortic*.Vol.113,No.1 ,103-106

9. Moustaine.M.,Elkhkahi.R.,Benbouazza.A.,Benkirane.R.,Achbani.E.H.(2017).*Effect of plant growth promoting rhizobacterial (PGPR) inoculation on growth in tomato (Solanum lycopersicum L.) and characterization for direct PGP abilities in Morocco. International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology.* Morocco,Vol.2,No.2,590-596

10. Paul, D., and Nail, S.(2008) *Stress adaptations in a plant-growth-promoting rhizobacterium (PGPR) with increasing salinity in the coastal agricultural soils. Journal of Basic Microbiology*.Vol.48,No.1, 378–384

11. Ruzzi, M. and Aroca, R. (2015).*Plant growth-promoting rhizobacteria act as biostimulants in horticulture. Scientia Horticulturae*, Vol.196,No.1, 124–134

12. Shambhavi, A.S.; Rakesh, K.; Sharma, S.P.; Gayatri, V.; Sharma, R.P.; Sanjay, K., (2017). *Long-term effect of inorganic fertilizers and amendments on productivity and root dynamics under maizewheat intensive cropping in an acid*. *J. Appl. Nat. Sci*., vol. 9,No.4, 9-18

13. **USDA** United States Department of National Agriculture (2019). National Nutrient Database for Standard Reference , PEPPERS. Release 22.

14. Yang. J., Kloepper. J.W and Ryu. C.M. (2008*). Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. Plant Science Conferences. Plant Abiotic Stress Tolerance*, Vienna, Austria Vol.14,No.1,1-4

15. Zare.M.,Ordookhani.K and Alzideh.O. (2011). *Effects of PGPR and AMF on growth of two bred cultivars of Tomato. Advances in Environmental Biology*, No.5,Vol.8, 2177-2181