تأثير بعض المخصبات البكتيرية في تحفيز المقاومة الجهازية ضد فطر الفيوزاريوم Fusarium oxysporum لدى نبات البطاطا Solanum tuberosum L.

طالبة دراسات عليا: م. صفاء شدّود* كلية الهندسة الزراعية، جامعة اللاذقية

اشراف الدكتور: د. ياسر حمَّاد**

الملخص:

هدف البحث إلى دراسة تأثير سبعة أنواع من البكتريا المحفزة لنمو النبات (Frateuria aurantia, Azotobacter chroococcum (AC, AT), Bacillus megaterium Rhizobium ,Bacillus subtilis, Rhizobium phaseoli, Bacillus circulans, leguminosarum) موزعة ضمن ثلاثة مخصبات بكتيرية (M1، M2، M3) تمت المعاملة بها بأربع طرائق (النقع مع الإضافة عند الزراعة فقطD1،إضافة عند الإنبات فقط D2، إضافة عند الإباضة D3، إضافة في المواعيد الثلاثة السابقة D4)لتحديد المعاملة الأكثر فاعلية في تحفيز المقاومة الجهازية لدى نبات البطاطا صنفSponta ضد فطر الفيوزاريوم Fusarium oxysporum ، من خلال تقدير كمية أصبغة التركيب الضوئي (كلوروفيلa، وكلوروفيلb، والكاروتينات) والمحتوى من الكلوروفيل الكلي ضمن الأوراق، وعلى أساس النمو (ارتفاع النبات، وعدد الأوراق على النبات) بعد 45 يوماً من العدوى بالفطر. وذلك ضمن تجربة حقلية أجريت خلال العروة الربيعية لعام 2021م، في حقل تابع للمؤسسة العامة لإكثار البذار في محافظة اللاذقية.

أظهرت النتائج أن المعاملات المختبرة بالمقارنة مع الشاهد المعدى حققت زيادة معنوية في معظمها باستثناء الإضافة في موعد الإباضة D3في بعض الحالات. وقد حققت معاملة

التلقيح المختلط (M3D4) تفوقاً معنوياً على القيم فقد أعطت أعلى قيمة في محتوى الكلوروفيل الكلي بلغت (64.97 مغ/غ) والمحتوى من صبغات التمثيل الضوئي (كلوروفيلa 1.15، كلوروفيلb 0.77 ، كاروتينات 0.69مغ/غ) كما أعطت أفضل النتائج مؤشري ارتفاع النبات، وعدد الأوراق في النبات بقيم بلغت على الترتيب (56.97 سم، 67.0 ورقة/نبات). أدت البكتيريا المدروسة إلى زيادة محتوى الكلوروفيل الكلي وصبغات التركيب الضوئي وارتفاع النبات وعدد الأوراق مما عمل على تحريض المقاومة الجهازية للنبات، بالتالي خفضت أعراض الذبول الناتجة عن الفطر Fusarium oxysporum على نباتات البطاطا.

الكلمات المفتاحية: بكتريا محفزة لنمو النبات، الكلوروفيل، البطاطا(Solanum tuberoseum)، Fusarium oxysporum .

***طالبة دراسات عليا(دكتوراه)، قسم علوم التربة والمياه، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية–سورية safa122@hotmail.com**

****أستاذ مساعد، قسم علوم التربة والمياه، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية – سورية. Yaser.hammad@tishreen.edu.sy.**

The Influence of Some Bacterial Fertilizers on Stimulating Systemic Resistance Against the Fungus *Fusarium Oxysporum* in the Potato Plant (*Solanum Tuberosum* L.)

Abstract

The research aimed to study the effect of seven types of plant growth-stimulating bacteria (Frateuria aurantia, Bacillus megaterium, Azotobacter chroococcum (AC, AT), Rhizobium phaseoli, Bacillus subtilis, Rhizobium leguminosarum, Bacillus circulans) distributed within three bacterial enrichments (M1, M2, M3)

It was treated using four methods (soaking with addition at planting onlyD1, addition at germination only D2, addition at ovulation D3, addition at the previous three times D4) to determine the most effective treatment in stimulating systemic resistance in the potato plant Sponta variety against the Fusarium oxysporum fungus, by estimating the amount of photosynthetic pigments (chlorophylla, chlorophyllb, and carotenoids) and the chlorophyll content. aggregate within the leaves, Based on growth (plant height and number of leaves on the plant) 45 days after infection with the fungus. This is part of a field experiment conducted during the spring season of 2021, in a field belonging to the General Organization for Seed Multiplication in Latakia Governorate.

The results showed that the tested parameters compared to the infected control achieved a significant increase in most of them, with the exception of the addition at the date of ovulation D3 in some cases. The mixed pollination treatment (M3D4) achieved significant superiority over the values, as it gave the highest value in the total chlorophyll content amounting to (64.97 mg/g) and the content of

photosynthetic pigments (chlorophyll a 1.15, chlorophyll b 0.77, carotenoids 0.69 mg/g) and also gave the best results. Indicators of plant height and number of leaves per plant were respectively (56.97 cm, 67.0 leaves/plant). The studied bacteria increased the total chlorophyll content, photosynthetic pigments, plant height, and number of leaves, which stimulated the plant's systemic resistance, thus reducing the symptoms of wilt caused by the fungus Fusarium oxysporum on potato plants.

Keywords: Bacterial growth promoters (PGPR), bacterial biofertilizers, potato Solanum tuberoseum, growth, productivity.

المقدمة:

تعد البطاطا من أهم محاصيل الخضر المزروعة في سورية فهي تزرع في ثلاث عروات (ربيعية، صيفية، خريفية)، وقد بلغت المساحة المزروعة بها قرابة 23864 هكتار عام2022 م، وبإنتاج إجمالي بلغ 554740 طن موزعة على العروات الثالث الربيعية والصيفية والخريفية [2]. إنّ ترب زراعة البطاطا في سورية غنيّة بتنوّع فطري وبكتيري ممرض خطير على نباتات البطاطا من طور البادرة حتى النبات البالغ وإلى فترة التخزين تحت الظروف المتحكم بها. لاسيما فطريات قاطنات التربة ومنها أنواع الجنس Fusarium، إن الفطريات قاطنات التربة ذات تراكيب متخصصة مقاومة للظروف الصعبة وذات مدى عائلي واسع، لذلك من الصعب السيطرة على الأمراض المتسببة عنها باستخدام المبيدات الكيماوية ونظام الدورة الزراعية [22].

تسبب الفطريات التابعة للجنس Fusarium مجموعة من الأمراض، بدءاً من تعفن الدرنات عند الزراعة إلى ذبول البادرات قبل وبعد البزوغ، لنلحظ لاحقاً الذبول. هذه الفطريات

الممرضة تسبب فقداً يصل إلى 60% من الإنتاج عند تطور المرض بشكل وبائي، ويسجل المرض سنوياً في 70% من الحقول المزروعة بالبطاطا على المستوى العالمي، كما أنه يصعب مكافحته كيميائياً بسبب أن الفطور المسببة له من قاطنات التربة، إضافة إلى الكلفة الاقتصادية لتطبيق رش المبيدات وما تخلّفه من ضرر على المستوى البيئي [51]. يعد النوع Fusarium oxysporum أحد الممرضات السائدة والأكثر انتشاراً، ويعد هذا الجنس من أهم مسببات مرض الذبول الفيوزارمي والذي يعد من الأمراض التي تسبب هلاك العديد من النباتات التي تزرع في الحقول والبيوت المحمية، يقوم الفطر باختراق جذور النباتات والانتشار في الأوعية النباتية، مما يؤدي إلى انسدادها بالتالي تقليل نقل الماء والعناصر الغذائية إلى الأجزاء العليا للنبات، مسبباً ذبول النبات ثم موته [16, 29, 42, 44, 45, 49, 53].

يحدث مرض الذبول الجاف في البطاطا عن الإصابة بأنواع مختلفة من الفيوزاريوم Fusarium spp. متضمنة (F. sambucinum, F. solani, F. oxysporum, F.avenaceum, F.culmorum, F.equiseti)[34].

يسبب استخدام المبيدات الفطرية الكيميائية التجارية للسيطرة على تفشي مرض الذبول الفيوزاريومي أضراراً بيئية [21]. إضافة تطور سلالات فطرية من الفيوزاريوم Fusarium oxysporum قادرة على مقاومة سمية المبيدات الفطرية عن طريق تحولات بيولوجية مختلفة [19]. لذلك ترتبط استراتيجيات مكافحة الأمراض والآفات القائمة على المبيدات الكيميائية بعدة عيوب، مثل تطوير المقاومة، وعودة مسببات الأمراض، والسمية المتبقية [52].

يستخدم للسيطرة على الأمراض عوامل حيوية وكيميائية وفيزيائية[12, 24, 39]. ولازالت الجهود مستمرة للبحث عن بدائل طبيعية للسيطرة على الممرضات قاطنات التربة وللحد من

تلوث البيئة، وتقليل كلفة الإنتاج والعمل على إنتاج غذاء صحي آمن للاستخدام البشري [7]. وقد أظهرت الأبحاث نوعاً جديداً من أنواع المقاومة وهو ما يعرف بالمقاومة المستحثة (Induced Resistance) التي تعتمد على عوامل لا تظهر الا بعد تعرض العائل النباتي لمسبب مرضي معين أو مؤثر خارجي وقوامها الدفاعات الفيزيائية والكيميائية التي تستحث بعد التلقيح بمسبب مرضي معين أو بمعاملة النبات بأحد نواتج الاستقلاب الثانوية من المستحثات الكيميائية (عضوية ومعدنية) والمستحثات الطبيعية (بكتريا، فطريات) أو المستحثات الصناعية[5]. إن 2-5% من الرايزوبكتريا ذات تأثير مفيد للنبات إذ يمكن أن تؤثر في نموه بشكل مباشر عن طريق تثبيت الآزوت الجوي، تحليل الفوسفور غير العضوي، تصنيع الهرمونات النباتية، تحسين مقاومة النبات ضد الإجهادات الإحيائية واللاإحيائية، تحسين امتصاص العناصر الغذائية ومعدنة الفوسفور العضوي [35, 30, 8].

تملك أنواع مختلفة من الـ PGPR (البكتريا المحفزة لنمو النبات Promoting growth plant rhizobacter:) الموجودة في محيط رايزوسفير الجذور إضافة لكونها محفزة لنمو النبات وصديقة للبيئة، فعالية في كبح بعض الممرضات إذ يمكنها أن تمنع بفعالية عدوى المحصول دون أن تترك أثراً سلبياً في البيئة[18, 40,41].

أثبتت دراسات سابقة دور أنواع مختلفة من بكتريا الـ PGPR المحفزة لنمو النبات مثل Rhizobium leguminosarum الذي حفز مقاومة نبات البندورة ضد الذبول الفيوزاري حيث أدى لزيادة كمية الفينولات الكلية ونشاط أنزيم البيروكسيداز في النبات [3]، كما أبدى النوعين البكتيريين (Bacillus subtilis, Pseudomonas fluorescence) المضافين مع حمض السالسيليك (تركيز 200 ppm) كفاءة عالية في تحفيز مقاومة نبات البندورة لمرض الذبول المتسبب عن الفطر Fusarium oxysporum sp. F. lycopersici تحت ظروف البيت المحمي، إذ زادت معنوياً قيم معايير النمو المدروسة (النسبة المئوية

لإنبات البذور، ارتفاع البادرات، الوزن الطري والوزن الجاف للنبات) بالمقارنة مع معاملتي الشاهد السليم والمعدى. وخفضت معنوياً النسبة المئوية لسقوط البادرات والذبول في جميع المعاملات المختبرة [9].

تعد كمية الفينولات الكلية وصبغات التركيب الضوئي داخل أوراق النبات مؤشرات داخلية فيزيولوجية هامة على تحريض المقاومة الجهازية للنبات ضد الإجهادات الحيوية، ولبكتريا الـ PGPR دور إيجابي فعال في هذه المؤشرات، كما أكد الشامي وآخرون 2018، أن تلقيح البذور والشتول بثلاثة أنواع من بكتريا الـ PGPR (Frateuria aurantia, Bacillus megaterium, Azotobacter chroococcum) سواء بصورة مفردة أو مختلطة أدى إلى تحريض المقاومة الجهازية وتخفيض تأثير فيروس موزاييك الخيار على نباتات البندورة من خلال زيادة كمية الفينولات الكلية وصبغات الكلوروفيل a و b و الكاروتينويدات وتفوقت المعاملة المختلطة على باقي المعاملات سواء في تلقيح البذور أو الشتول وأعطت أعلى زيادة في كمية الفينولات الكلية بقيم بلغت (37.75 و 47.09 مغ/100غ) ، وصبغات التركيب الضوئي والتي بلغت قيمها (كلوروفيل a 0.973 و1.065 مغ/غ) و(كلوروفيل b 0.872 و 0.903 مغ/غ) و(كاروتينويدات 0.972 و 0.995 مغ/غ) على التوالي، بالمقارنة مع باقي المعاملات ومعاملتي الشاهد السليم والمعدى[1] .

كما أكد Park وآخرون (2006) بدراسة في كوريا على نبات البطاطا لمعرفة تأثير السلالة EXTN-1من بكتريا Bacillus Vallismortis، زيادة محتوى الأوارق من الكلوروفيل في نباتات البطاطا المعاملة بالبكتريا[37 ,38].

لقد سجل Baftiوآخرون(2005) أن سلالة البكتريا Streptomyces olivaceus (السلسلة 115) قاومت الفطر F. oxysporum f. sp. Melonis المسبب لعفن الجذور والذبول الفيوزاريومي على الخيار (في كرمان بروفينس، إيران) والتربة المعاملة بالبكتريا S.

olivaceus في البيت الزجاجي خفضت أعراض الذبول مقارنة بالشاهد [15]. تم خفض شدة إصابة نباتات البندوره بفطر Fusarium oxysporum sp. F. (lycopersici) المسبب للذبول بنسبة (75–78%) وذلك بإضافة حمض الياسمين والميكوريزا Glomus بعد 20 يوماً من عدوى النباتات بالفيوزاريوم [32].

جددت بكتريا PGPR العناصر الغذائية الصغرى للأراضي القاحلة وأيضاً كبحت ممرضات النبات عن طريق إنتاج أنواع من المضادات الحيوية[26]. كما حقق التسميد الحيوي للبطاطا المزروعة في تربة طينية كفاءة عالية في امتصاص العناصر (NPK) وأدى لزيادة في عدد الأوراق والمسطح الورقي والكلوروفيل الكلي وحجم الدرنات وبالتالي زيادة الإنتاجية[11].

توصي العديد من الأبحاث باستخدام الأسمدة الحيوية لتحسين إنتاجية النبات والتحكم البيولوجي في الفطريات المسببة للأمراض النباتية. ومنها دراسة Wang وآخرون (2022) التي أوصت بشدة باستخدام الأسمدة الميكروبية Streptomyces HN6 EC20 لكونها قللت من ذبول اللوبياء المعداة بالفيوزاريوم وعززت نموها، كما زاد عدد أوراق النبات وارتفاعه ووزنه الطازج معنوياً عند استخدام السماد الميكروبي EC20. علاوة عن كون هذه الأسمدة حفزت بشكل كبير أنشطة إنفرتيز التربة واليورياز والكاتلاز [56].

<u>أهمية البحث وأهدافه:</u>

بناء على أهمية زراعة البطاطا كمحصول استراتيجي وما تعانيه من أمراض قاطنات تربة وبشكل خاص فطر الفيوزاريوم وارتفاع كلفة المكافحة وأسعار المبيدات الفطرية وآثارها الضارة على البيئة، وبناء على أهمية البكتريا في تحسين خصائص التربة وتحفيز المقاومة الجهازية المستحثة للنبات، وتحويل التربة المزروعة بالبطاطا إلى تربة كابحة لأمراض ذبول البطاطا وحتى المحاصيل اللاحقة.

بناء عليه هدفت هذه الدراسة إلى اختبار فعالية بعض المخصبات البكتيرية في الحد من إصابة البطاطا بمرض الذبول المتسبب عن Fusarium oxysporum، وتحديد المعاملة الأكثر فاعلية في تحفيز المقاومة الجهازية لديها.

مواد البحث وطرائقه:

- **المادة النباتية:** استخدمت تقاوي بطاطا من الصنف Sponta (المصدر هولندا)، تم الحصول عليها من المؤسسة العامة لإكثار البذار. صنف مبكر ذو إنتاج عال، محتواه من المادة الجافة 20.3%، متوسط الحساسية لمتربوزين المادة الفعالة لمبيدات الحشائش، معرض إلى حد ما للأمراض الجرب الشائع للندوة (اللفحة المتأخرة) على الأوراق.
- **مكان تنفيذ التجربة وموعد الزراعة:** تمت الدراسة في حقل تابع للمؤسسة العامة لإكثار البذار (فرع اللاذقية–منطقة وطى البسليس). خلال العروة الربيعية لموسم عام 2021 م، تمت الزراعة في تربة طينية سلتية مائلة إلى القلوية، تحوي نسبة عالية من كربونات الكالسيوم الكلية، ذات محتوى جيد من المادة العضوية، تم الجني بعد 102يوماً من تاريخ الزراعة. تم تحضير اللقاحات البكتيرية، والتحاليل المخبرية في مخبر الأحياء الدقيقة –كلية الهندسة الزراعية–جامعة تشرين–سورية.
- **تجهيز التربة للزراعة:** نفذت حراثتين متعامدتين على عمق 30–35 سم، أضيف السماد العضوي الجاف (سماد بلدي) قبل الزراعة بمعدل 3 م^3/دونم، أجريت حراثة سطحية وتم تسوية التربة وتخطيطها، وقسمت لقطع تجريبية وفق تصميم التجربة.
- **إعداد الدرنات وزراعتها:** تم انتقاء الدرنات السليمة تماماً التي تبلغ أوزانها حوالي 65غ. وتمت الزراعة بتاريخ (12شباط) على خطوط مفردة بمسافة 70سم، وبين النباتات40سم، وعلى عمق 8سم، بطريقة الخضير، بكثافة نباتية 3.57 نبات/م^2. زرعت نباتات حماية بين المعاملات وعلى الجوانب الأربعة المخصصة للتجربة. بعد الإنبات الحقلي تمت عمليات العزيق والتحضين. واتبع نظام الري بالرذاذ، وتم الفطام

قبل الجني بـ 10 أيام بعد ظهور علامات النضج وذلك بعد 102 يوماً من تاريخ الزراعة.

المواد المستخدمة في الدراسة:

استخدمت في الدراسة عزلات من بكتريا الرايزوسفير (PGPR) تتبع لأنواع مختلفة من البكتيريا(مثبتة للآزوت الجوي، ميسرة للبوتاسيوم، ميسرة للفوسفور، منشطة للنمو) [4, 6, 28]. موصفة ومحفوظة في مخبر أبحاث علوم التربة والمياه في جامعة تشرين، وزعت ضمن (3) مزائج بكتيرية (المزيج الأول والثاني ضم كل منها أربع عزلات عزلة من كل نوع، أما المزيج الثالث ضم العزلات الثمانية مجتمعة) وكانت كمايلي:

١- **المزيج الأول M1 ضم الأنواع:** Azotobacter chroococcum.At، Frateuria aurantia، Bcillus megaterium، Rhizobium legominosarum.

٢- **المزيج الثاني M2ضم الأنواع:** Azotobacter chroococcum.Ac، Bacillus circulans، Bacillus subtilis، Rhizobium phaseoli.

٣- **المزيج الثالث M3 مزيج من M1 + M2.**

-تحضير اللقاح البكتيري:

استخدمت بيئة Tryptic Soy Broth (TSB) في تحضير اللقاح، بعد تنشيط العزلات البكتيرية المعتمدة في الدراسة على بيئاتها الخاصة الصلبة قبل 48 ساعة من تحضير اللقاح، تم تحضير وسط الزراعة السائل (TSB) وعقم في الأوتوغلاف على حرارة 121 °م لمدة 45 دقيقة ولقح بالبكتريا، حضنت البيئة الملقحة ضمن حاضنة هزازة عند درجة حرارة 28 °م ، وسرعة (100- 150 دورة/دقيقة) لمدة 72 ساعة، استخدمت شرائح العد (Burker) لضبط كثافة المعلق البكتيري (اللقاح) عند (10^9 خلية/مل).

- تحضير لقاح الفطر Fusarium oxysporum والعدوى الاصطناعية للنباتات:

تم تحضير اللقاح من العزلة الموجودة في مخبر الأحياء الدقيقة–جامعة تشرين، وذلك عن طريق تحضير معلق بوغي بتركيز (10^8 بوغة/مل) من مستعمرة الفطر حسب شريحة مالاسيه. تمت العدوى لمرة واحدة بعد أسبوع من اكتمال الإنبات بإضافة المعلق البوغي حول جذور الشتول[36].

- المعاملات:

تضمنت المعاملات إضافة مزائج اللقاحات البكتيرية بإحدى المعاملات التالية:

تم توزيع المعاملات وفق الجدول (١) وأضيفت مزائج اللقاحات البكتيرية كالآتي:

١- النقع بمزيج اللقاح البكتيري مع إضافته رياً لمرة واحدة عند الزراعة D1: تم نقع التقاوى غمراً بالمزيج البكتيري لمدة أربع ساعات قبل الزراعة مباشرة، ثم نقلت الدرنات إلى أرض الزراعة وتمت إضافة 25مل من المخصب حول الدرنة في التربة الحاضنة.

٢- الري بمزيج اللقاح البكتيري عند تمام الإنبات فقط D2.

٣- الري بمزيج اللقاح البكتيري عند بداية الإباضة فقط D3.

٤- النقع بمزيج اللقاح البكتيري مع إضافته رياً عند الزراعة، ثم إضافة بعد الإنبات، وَاضافة أخرى عند بداية الإباضةD4.

أضيف المخصب البكتيري بالمواعيد D2، D3 وD4 رياً بمعدل 25 مل/ النبات بتركيز (10^9خلية/مل) حول النبات مباشرة عند الاضافة. أما معاملة التسميد المعدني (NPK) تلقت نباتاتها تسميداً معدنياً إضافة الى السماد العضوي الأساس المضاف عند تجهيز التربة للزراعة، وذلك وفق المعادلة السمادية (N:15 ;P:12 ;K:12)، حيث أضيفت كبريتات البوتاسيوم والسوبر فوسفات عند تحضير التربة للزراعة، أما السماد الآزوتي(يوريا) تم توزيعه على فترتين (الأولى: عند الإنبات ثلثي الكمية، والثانية: عند بداية الإباضة الثلث

المتبقي). ومعاملة الشاهد أضيف لها 25مل ماء مقطر معقم إضافة الى السماد العضوي الأساس.

وتمت العدوى بالفطر لجميع المعاملات بما فيها الشاهد ومعاملة التسميد المعدني في الموعد ذاته.

الجدول (1): توزيع المعاملات المدروسة

المزيج نوع	موعد الإضافة	المعاملة المدروسة
المزيج الأول M1	النقع والإضافة عند الزراعة D1	M1D1
	إضافة بعد الإنبات D2	M1D2
	إضافة عند بداية الإباضةD3	M1D3
	في المواعيد الثلاثة السابقة معاً D4	M1D4
المزيج الثاني M2	النقع والإضافة عند الزراعة D1	M2D1
	إضافة بعد الإنباتD2	M2D2
	إضافة عند بداية الإباضةD3	M2D3
	في المواعيد الثلاثة السابقة معاً D4	M2D4
المزيج الثالث M3	النقع والإضافة عند الزراعة D1	M3D1
	إضافة بعد الإنبات D2	M3D2
	إضافة عند بداية الإباضةD3	M3D3
	في المواعيد الثلاثة السابقة معاًD4	M3D4
الشاهد	بدون أي إضافة (فقط مادة عضوية)	C
السماد المعدني	معادلة السماد المعدني (N:15 ;P:12 ;K:12)	NPK

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

اتبع في تنفيذ البحث تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وكان عدد المعاملات ١٤ معاملة، بمعدل ثلاث مكررات لكل معاملة، وثمان نباتات في المكرر. تم استخدام برنامج التحليل الإحصائيSAS، وحساب أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية5% للمقارنة بين المتوسطات.

المؤشرات المدروسة:

تم تقييم تأثير البكتريا المضافة على نباتات البطاطا المعداة بفطر الفيوزاريوم وقدرتها على تحفيز المقاومة الجهازية لديها ضد الإصابة بعدوى فطر الفيوزاريوم على أساس النمو وبعض المؤشرات الفيزيولوجية. تمت مراقبة النبات خلال فترة التجربة، وتسجيل القياسات التالية بعد ٤٥ يوماً من العدوى بالفطر: ارتفاع النبات، وعدد الأوراق على

كمية صبغات التركيب الضوئي:

تم استخلاص وتقدير كمية صبغات الكلوروفيل a وb والكاروتينات [14]، وذلك بأخذ 1غ من عينات الأوراق الطازجة بعد ٤٥يوماً من العدوى بالفطر، طحنت في جفنة بورسلان مع إضافة 10مل من الأسيتون ٨٠%، بعد ذلك رشحت من خلال قمع ترشيح، وغسل الباقي بإضافة الأسيتون عدة مرات حتى زوال اللون الأخضر من العينة النباتية، وأكمل الحجم لـ 25مل. حددت الكثافة الضوئية للمستخلص باستخدام جهاز Spectrophotometer عند طول الموجة 663نانومتر للكلوروفيل a وطول الموجة 645نانومتر للكلوروفيل b-، وعند طول الموجة 440نانومتر لصبغة الكاروتينات.

حسبت كمية الصبغات وفق المعادلات التالية [31]:

كلوروفيل a(مغ/غ) = $\frac{v}{w\times1000} \times [(A_{645}) \times 2.69 - (A_{663}) \times 12.7]$

كلوروفيل b(مغ/غ) = $\frac{v}{w\times1000} \times [(A_{663}) \times 4.68 - (A_{645}) \times 22.9]$

كاروتينات (مغ/غ) = $\frac{v}{w\times1000} \times [(\text{كلوروفيل}A + \text{كلوروفيل}B) \times 0.268 - (A_{440}) \times 4.965]$

حيث A: الامتصاصية عند طول الموجة المحددة، V: الحجم النهائي للمستخلص، W: الوزن الطازج للنسيج النباتي المستخدم.

تقدير كمية الكلوروفيل الكلي: تم باستخدام جهاز الطيف الضوئي Spectro photometer عند أطوال موجات (642.5-662) نانومتر وذلك بعد استخلاص الكلوروفيل من ١ غ من الأوراق الطازجة باستخدام الأسيتون (٨٥%) كمذيب عضوي، ومن ثم أخذت القراءات للمحاليل المستخلصة.

وتم حساب الكلوروفيل الكلي وفق [10] من المعادلة التالية:

Total Chlorophyll(mg/g) =7.12 D (660) + 16.8 D (642.5)

حيث D: الامتصاصية الضوئية لقراءة الجهاز عند طول الموجة المحددة (660 و642.5 نانومتر)

النتائج والمناقشة:

١- تأثير البكتيريا المحفزة لنمو النبات في كمية الكلوروفيل الكلي في أوراق نباتات البطاطا:

تنمو النباتات بشكل صحي عندما تحتوي أوراقها على نسبة عالية من الكلوروفيل. وسوف تتعطل عملية تصنيع الكلوروفيل عند إصابة النبات بمرض ما، وهذا يؤثر في كفاءة عملية التمثيل الضوئي، ما يؤثر في نمو النبات وتطوره ويقلل من مقاومته للأمراض الجهازية. أدت إضافة المخصبات البكتيرية إلى زيادة كمية الكلوروفيل الكلي في جميع المعاملات

مقارنة بالشاهد المعدى كما هو موضح في الجدول (2). وكانت هذه الزيادة معنوية في جميع المعاملات باستثناء المعاملة M1D3 لم تكن الزيادة فيها معنوية بالمقارنة مع الشاهد. وقد تفوقت المعاملة M3D4 على جميع المعاملات بما فيها معاملة المزارع بقيمة بلغت (64.97 مغ/غ).

لعب نوع المخصب دوراً في زيادة كمية الكلوروفيل الكلي في أوراق نبات البطاطا فقد تفوق المخصب الثالث M3 على كلا المخصبين الآخرين المضافين M1، M2.

ولدى مقارنة نتائج مواعيد الإضافة لكل مخصب على حدة، أظهرت النتائج أن لموعد الإضافة أثر واضح في كمية الكلوروفيل الكلي في أوراق النباتات، ونجد من النتائج أن المعاملة D4 أعطت أفضل النتائج وتفوقت معنوياً على باقي المواعيد وذلك بالنسبة للمخصب M3. ونلاحظ أنه في المخصب الأول كان أفضل المواعيد هو بعد الإنبات D2 ثم الموعد الأول مع الزراعةD1 ثم الموعد الثالث عند الإباضة D3 والذي لم يكن له الأثر الكبير في زيادة كمية الكلوروفيل الكلي في الأوراق. أما في المخصب الثاني لم تكن الفروق معنوية في مواعيد الإضافة (D4, D2, D1)، بينما بقيت الإضافة في الموعد الثالث D3 الأقل تأثيراً. وفي المخصب الثالث لم يختلف فيه النتائج بين الموعدين الأول D1 والثاني D2 مع بقاء الموعد الثالث D3 هو الأقل تأثيراً وتفوق معاملة التكرار في المواعيد الثلاثة D4.

توافقت نتائج بحثنا مع نتائج Selvakumar وآخرون (2009) التي بينت أن المعاملة باستخدام الأسمدة الحيوية عزز محتوى الكلوروفيل في نبات العدس الأسود (Vigna mungo) ووصل محتوى الكلوروفيل إلى الحد الأقصى في التلقيح المختلط (Rhizobium مع phosphobacteria) وأقل محتوى عند الشاهد [43]. كما حققت المعاملة بالسماد الحيويStreptomyces HN6 EC20 في بحث wang وآخرون (2022) أعلى محتوى من الكلوروفيل في أوراق نبات اللوبياء بلغت قيمته (0.876 مغ/غ)، بينما كانت أقل قيمة

(0.40 مغ/غ) في معاملة الشاهد المعداة بلفحة اللوبيا وغير المعاملة بالسماد الحيوي[32]. قد يعزى التأثير المفيد للتلقيح البكتيري في زيادة المحتوى من الكلوروفيل إلى توفير كمية كبيرة من النيتروجين للأنسجة والأعضاء النامية نتيجة تثبيت Azotobacter N2 chroococcum (AT, AC) [43] بالإضافة إلى دور البكتريا في إتاحة العناصر الغذائية الأخرى وبشكل خاص المغنزيوم العنصر الأساسي في تكوين جزيئة الكلوروفيل. كما أن للبكتريا المحررة للبوتاسيوم المستخدمة في الدراسة (Frateuria aurantia, Bacillus circulans) الدور في تأمين البوتاسيوم للنبات الذي يعمل بشكل إيجابي على زيادة مساحة المسطح الورقي والكلوروفيل الكلي بشكل غير مباشر من خلال تحسين هرمونات النمو [47].

تشير زيادة محتوى الكلوروفيل في الأوراق إلى كفاءة التمثيل الضوئي[50]. وقد يزداد محتوى الكلوروفيل نتيجة للتفاعل التآزري للأسمدة الحيوية. يمكن أن يعزى التأثير التحفيزي لهذه البكتريا إلى ارتفاع مستوى حمض الجاسمونيك Gasmonic Acid في المرشحات المعروف في الحد من نشاط أنزيم الكلوروفيلاز (chlorophyllase) [20]. علاوة على ذلك، فإن البكتريا تفرز منظمات نمو للنبات، والتي يمكن استخدامها لتقليل النتح وزيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل والبروتين ما يعزز نمو النبات وزيادة الانتاج [55 ,48].

جدول (2) كمية أصبغة التمثيل الضوئي في أوراق نبات البطاطا المعداة بالفيوزاريوم وفق المعاملات المدروسة

نوع المخصب	موعد الإضافة	المعاملات المدروسة	الكلوروفيل الكلي مغاغ	كلوروفيل a مغاغ	كلوروفيل b مغاغ	كاروتينات مغاغ
M1	D1	M1D1	52.26 ef	0.87 e	0.66 bcd	0.55 d

0.60 b	0.697 abc	0.91 de	55.35 cd	M1D2	D2	
0.43 e	0.393 f	0.47 g	29.66 i	M1D3	D3	
0.58 c	0.740 a	0.95 cd	57.71 cb	M1D4	D4	
0.54 d	0.637 edc	0.93 d	54.01 ed	M2D1	D1	M2
0.54 d	0.613 ed	0.94 d	52.53 e	M2D2	D2	
0.38 f	0.367 f	0.59 g	35.76 g	M2D3	D3	
0.57 c	0.72 ab	0.96 cd	56.27 cbd	M2D4	D4	
0.56 cd	0.73 ab	0.99 cb	58.37 b	M3D1	D1	M3
0.61 b	0.71 abc	1.02 b	58.16 cb	M3D2	D2	
0.38 f	0.26 g	0.61 g	32.79 h	M3D3	D3	
0.69 a	0.77 a	1.15 a	64.97 a	M3D4	D4	
0.35 g	0.39 f	0.48 g	29.42 i	C	الشاهد	
0.56 cd	0.56 e	0.87 e	49.47 f	T	تسميد معدني	
0.021	0.079	0.058	2.81	LSD 0.05		

تشير الأحرف المشتركة في العمود إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى المعنوية ٥%.

-تأثير البكتيريا المحفزة لنمو النبات في كمية أصبغة التمثيل الضوئي في أوراق نباتات البطاطا:

كمية الكلوروفيل a:

نلاحظ من الجدول (2) أن المخصبات البكتيرية المضافة ساعدت النبات في مقاومة الإصابة بالذبول الفيوزاريومي وظهر ذلك في زيادة نسبة الصبغة a معنوياً في النبات في جميع المعاملات مقارنة بالشاهد ماعدا المعاملات التي تضمنت الموعد D3، وكذلك تفوق نباتات البطاطا المعداة والمعاملة بالمخصبات البكتيرية الثلاثة في محتواها من الكلوروفيل a معنوياً على معاملة التسميد المعدني في جميع المواعيد باستثناء الموعد الثالث D3 والمعاملتين M1D1 و M1D2.

ونلاحظ أن المعاملة M3D4 سجلت أعلى النتائج وتفوقت معنوياً على باقي المعاملات بالمقارنة مع الشاهد بقيمة بلغت (1.15 مغ/غ) تلتها المعاملة M3D2 ثم M3D1 بقيمة بلغت على التوالي (1.02،0.997).

كمية الكلوروفيل b:

يتبين من الجدول (2) أن إضافة المخصبات البكتيرية أدت إلى زيادة معنوية في نسبة الكلوروفيل b ضمن الأوراق في جميع المعاملات بالمقارنة مع الشاهد باستثناء المعاملات M2D3 و M1D3 و M3D3 وقد حققت المعاملة M3D4 أعلى محتوى لكمية الكلوروفيل b وهي لم تختلف معنوياً عن المعاملات M1D4، M3D1، M2D4، M3D2، M1D2.

كمية الكاروتينويدات:

تظهر النتائج في الجدول (2) أن المخصبات البكتيرية المضافة زادت نسبة الكاروتينويدات في جميع المعاملات وبفروق معنوية مع الشاهد مع تفوق المعاملة M3D4، وقد تفوقت معنوياً المعاملات M3D4، M3D2، M1D2 على معاملة التسميد المعدني. كان موعد الإضافة عند الإباضةD3 هو الأقل تأثيراً وفاعلية بالنسبة لجميع المخصبات.

بين Gaafar وآخرون (2021) أن الإضافة المختلطة للأنواع البكتيرية (B. subtilis, P. fluorescens, P. ostreatus) مضافاً لها فطر mychorrizeen، حقق أعلى محتوى معنوي من الكاروتينويد عند استخدام الخليط (0.82 مغ/غ وزن جاف) بالمقارنة مع الشاهد المعدى الذي سجل أقل قيمة (0.33 مغ/غ وزن جاف). كما زادت كمية الكلوروفيل a و b بشكل ملحوظ في نبات الكركديه، مقارنة بنباتات الشاهد[23].

كما أكدت نتائج بحث Gashash وآخرون (2022) ما توصلت إليه نتائج البحث الحالي، إذ أدى التلقيح بالبكتريا إلى زيادة كبيرة في محتوى الأصبغة في البندورة ففي الموسم الأول، أظهر التلقيح بخليط (B. subtilis + B. amyloliquefaciens) و B. amyloliquefaciens أعلى تأثير معنوي؛ فقد بلغت الزيادة المسجلة في محتوى الكلوروفيل a على الترتيب (30% ,27%)، وفي الكلوروفيل b كانت على الترتيب (16% ,20%)، وفي الكلوروفيل الكلي كانت على الترتيب (54% ,43%)، وفي الكاروتينات بلغت الزيادة على الترتيب (52% ,42%) مقارنة مع الشاهد. وكان للموسم الثاني تأثيراً معنوياً أيضاً على الكلوروفيل A، الكلوروفيل B، الكلوروفيل الكلي، والكاروتينويدات وزاد محتواها على الترتيب بالنسب (48, 31, 38, 35%) في النباتات الملقحة بالمزيج B. subtilis + B. amyloliquefaciens) مقارنة مع تلك غير الملقحة [25].

تنتج زيادة أصبغة التمثيل الضوئي كاستجابة للتلقيح بالبكتريا من تعزيز نمو النبات وإنتاج الكتلة الحيوية. العوامل الحيوية تحفز تصنيع الكلوروفيل من خلال تشجيع تشكل أنزيمات البيريدوكسال (Pyridoxal) والتي تؤدي دوراً في تخليق الأنزيم المسؤول عن تصنيع ألفا –أمينو ليفولينيك كمركب أساسي في تخليق الكلوروفيل هذه النتائج مدعمة بنتائج أوراق بحثية منشور[13 ,33].

٣- تأثير البكتيريا المحفزة لنمو النبات في نمو نباتات البطاطا المعداة بالفيوزاريوم:

- **عدد أوراق النبات:**

كما هو موضح في الجدول (3)، حققت المعاملة بالمخصبات البكتيرية زيادة معنوية لعدد الأوراق في جميع المعاملات فباستثناء المعاملة M1D3. أفضل النتائج سجلت في المعاملة M3D4 (٦٧ مغ/غ) التي لم تختلف معنوياً على المعاملات M2D4، M3D2، M1D4، M3D1، وكذلك لم تختلف معنوياً بالمقارنة مع معاملة التسميد المعدني.

توافقت هذه النتائج مع نتائج دراسة [51] إذ أدت إضافة السماد البكتيري EC20 إلى زيادة معنوية في عدد أوراق النباتات.

- **ارتفاع النبات:**

يتبين من الجدول (3) ازدياد ارتفاع النبات بإضافة المخصبات البكتيرية بفارق معنوي في جميع المعاملات مقارنة مع الشاهد باستثناء المعاملة M1D3 لم تكن الزيادة معنوية فيها. سجل أعلى ارتفاع للنبات في نباتات المعاملة M3D4 بقيمة بلغت (56.97سم) تلتها التي لم تختلف معنوياً عن المعاملات M3D1، M2D4، M1D4، M3D2، M1D2، M2D2، ثم M2D1، لكنها تفوقت على معاملة التسميد المعدني.

تتوافق هذه النتائج مع نتائج [56] إذ ازداد ارتفاع النبات والوزن الطازج معنوياً عند استخدام السماد الميكروبي Streptomyces HN6 EC20 وبالتالي فإن زيادة عدد الأوراق وارتفاع النبات تعزى إلى قدرة البكتريا في السماد الحيوي على تعزيز نمو النبات. وجاء في بحث [23] بأن إضافة العوامل الحيوية ((Pseudomonas fluorescens (PSR-11، Bacillus subtilis (BSR-8)، Pleurotus ostreatus and mycorrhizeen)، أنتجت العديد من المواد المعززة لنمو النبات والمضادة للفطريات وأثرت بشكل إيجابي في نمو النبات ومقاومته لفطر Fusarium oxysporum. تؤثر الأسمدة الحيوية إيجاباً في مؤشرات النمو بفضل قدرة البكتريا على إنتاج منظمات النمو وتثبيت الآزوت الجوي، وتخليق بعض الأنزيمات التي تعدل مستوى الهرمونات النباتية، وإذابة الفوسفور غير العضوي،

وتمعدن الفوسفور العضوي الأمر الذي يجعل الفوسفور متاح للنبات، وتصنيع مركبات محفزة للنمو مثل السيتوكينينات والجبرلينات والـ IAA. كما يظهر التحريض غير المباشر لهذه البكتريا على نمو النبات وذلك بالتضاد وإنتاج مركبات الـSiderophore الحاملة للحديد ما يعزز امتصاص النبات للحديد وهذا يؤدي بدوره إلى تعزيز نمو النبات[27 ,46]. وإنتاج المضادات الحيوية وغاز السيانيد HCN [17]، الذي يعمل على تحفيز تكوين الشعيرات الجذرية [54].

جدول (3) معايير النمو لنباتات البطاطا المعداة بالفيوزاريوم في المعاملات المدروسة

نوع المخصب	موعد الإضافة	المعاملات المدروسة	ارتفاع النبات (سم)	عدد الأوراق(ورقة / نبات)
M1	D1	M1D1	47.89 de	60.33 de
	D2	M1D2	53.62 abc	62.33 bcd
	D3	M1D3	45.82 ef	43.0 g
	D4	M1D4	54.27 ab	64.67 abc
M2	D1	M2D1	52.47 abcd	61.00 cde
	D2	M2D2	52.97 abc	62.0 bcd
	D3	M2D3	51.27 bcd	49.3 f
	D4	M2D4	54.22 ab	65.67 ab
M3	D1	M3D1	54.25 ab	63.33 abcd
	D2	M3D2	53.83 ab	65.67 ab

57.33 e	49.0 cde	M3D3	D3	
67.0 a	56.97 a	M3D4	D4	
40.33 g	42.27 f	C	الشاهد	
64.3 abcd	50.67 bcd	تسميد معدني T		
4.01	4.79	LSD 0.05		

تشير الأحرف المشتركة في العمود إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى المعنوية ٥%.

الاستنتاجات:

زيادة ارتفاع النبات وعدد الأوراق في النبات الواحد وزيادة كمية أصبغة التمثيل الضوئي داخل أوراق نباتات البطاطا المعاملة بالبكتريا والمعداة بالفيوزاريوم، وتفوق المعاملة M3D4 على كافة معاملات التجربة.

التوصيات:

- استخدام لمزيج من الأنواع البكتيرية (Frateuria aurantia، Bacillus megaterium،(AC, AT) Azotobacter chroococcum ، Rhizobium phaseoli، Bacillus subtilis ، Bacillus circulans ، Rhizobium leguminosarum) بتركيز (10^9خلية/مل) لنقع درنات البطاطا والري بها بمعدل ١٥ مل/درنة عند الزراعة وتكرار الري مرة أخرى بعد الإنبات بمعدل ٢٥ مل/نبات كوسيلة لتعزيز القدرة الدفاعية لنبات البطاطا وتحفيزه ضد مرض الذبول الفيوزاريومي، بالتالي تحويل التربة الزراعية إلى تربة كابحة للأمراض.

- البحث في إمكانية إنتاج أسمدة حيوية انطلاقاً من هذه العزلات البكتيرية بتحميلها على مواد صلبة ليصار إلى سهولة في إضافتها إلى التربة سواء قبل الزراعة أو في أي مرحلة من مراحل النمو للنبات المزروع.

المراجع References:

١. الشامي، محمد رامز؛ إسماعيل، عماد داؤود؛ حماد، ياسر علي (2018). تأثير ثلاثة أنواع من البكتيريا المحفزة للنمو PGPR في تحريض المقاومة الجهازية ضد فيروس موزاييك الخيار لدى نبات البندورة. المجلة السورية للبحوث الزراعية 5(4) 239-227.

٢. المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2022) –صادرة عن وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي بسورية.

٣. المغربي، صباح خيرو؛ حماد، ياسر علي؛ رزق، بشرى (٢٠١٦). تأثير التلقيح ب Rhizobium leguminosarum في محتوى الفينول الكلي ونشاط البيروكسيداز في نباتات بندورة مصابة بمرض الذبول الفيوزاري. مجلة جامعة البعث للعلوم الهندسية، مج. ٣٨، ع. ٥٥، ص ص. ٤١-٥٨.

٤. المغربي، صباح؛ حماد، ياسر ورزق بشرى. ٢٠١٦. دراسة تأثير بكتيريا *Rhizobium leguminosarum* في نمو الفطر *Fusarium oxysporum..f sp lycopersici* مخبريًا. مجلة وقاية النبات العربية، ٣٤(٢):١٣٥-١٤١.

٥. حسن، احمد عبد المنعم (2010). الممارسات الزراعية لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر. البدائل العلمية المتكاملة. الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة، جمهورية مصر العربية، 783ص .

٦. حماد، ياسر والشامي، رامز (٢٠١٧). توصيف بعض أنواع بكتريا الرايزوسفير المحفزة لنمو النبات من بعض الأسمدة الحيوية والتربة. مجلة جامعة البعث (سورية)، ٣٩:٢٥.

٧. حوقة، فتحي إسماعيل؛ توفيق سعد شادي (2004). الأسمدة الحيوية ودورها في حماية البيئة وسلامة الغذاء .جامعة المنصورة، جمهورية مصر العربية، 385 ص.

٨. ناصيف، أحمد؛ حماد، ياسر؛ إبراهيم، جهاد؛ درويش، مجد (٢٠٢٣). تأثير المخصبات الحيوية عند مستويات مختلفة من الإجهاد المائي في بعض الصفات البيوكيميائية لنبات الذرة الصفراء (Zea mays). مجلة جامعة البعث، سلسلة الهندسة الزراعية والتقانة الحيوية، المجلد ٤٥ ، العدد ٢٤.

٩. وحيد قحطان أياد، ديوان مكطوف حسين، عبد الله ابراهيم ماجد، كشمر نعيمة حسين (2017). تأثير البكتيريا المحفزة لنمو النبات وحامض الساليسيليك في تحفيز مقاومة Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersiciالفطر ضد الطماطة نبات المسبب لمرض الذبول. مجلة الزراعة العراقية البحثية (عدد خاص) مجلد22 عدد 8.

10. A.O.A.C. Official methods of analysis. 2005. 18thedn. Association of Official Analytical Chemists; Arlington, VA, USA.

11. Abdel-Salam, M.; Shams, A. 2012. Feldspar-K Fertilization of Potato (Solanum tuberosum L.) Augmented by Biofertilizer. J. Agric. Environ. Sci., 12, 694–699.

12. Al-Mughrabi KI et al. 2013. Efficacy of Pseudomonas syringae in the management of potato tuber diseases in storage. Bio Control. 64:315-322.
13. Al-Sayed, H.M.; Hegab, S.A.; Youssef, M.A.; Khalafalla, M.Y.; Almaroai, Y.A.; Ding, Z. and Eissa, M.A. 2020. Evaluation of quality and growth of roselle (Hibiscus sabdariffa L.) as affected by bio-fertilizers. Journal of Plant Nutrition. 43(7): 1025-1035.
14. Arnon, D.I. 1949. Plant Physiology. University of California, Berkeley.p241.
15. Bafti, S. S., Bonjar, G. H. S., Aghighi, S., Biglari, S., Farrokhi, P. R. and Aghelizadeh, A. 2005. Biological control of Fusarium oxysporum f.sp. melonis, the causal agent of root rot disease of greenhouse cucurbits in Kerman Province of Iran. American Journal of Biochemistry and Biotechnology 1:22-26.
16. Borrero, C., Trillas, M. I., Ordales, J., Tello, J. C., Aviles, M. 2004. Predictive factors for the suppression of Fusarium wilt of tomato in plant growth media. Phytopathology 94, 1094 – 1101.
17. Bouizgarne. B. 2013. Bacteria for plant growth promotion and disease management. Springer 454p 40 illus. Hardcover.
18. Compant S., Duffy B., Nowak J., Clément C., Ait Barka E. 2005. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. Appl Environ Microbiol .71:4951–4959.
19. Dekker J. 1976. Acquired resistance to fungicides. Annual Review of Phytopathology. 14: 405-28.
20. Drazkiewicz, M. 1994. Chlorophyllase: occurrence functions, mechanism of action, effect of external and internal factors. Photosynthetica, 30: 321-332.

21. Dubey S.C., Suresh M., Singh B. 2007. Evaluation of Trichoderma species against Fusarium oxysporum f.sp. ciceris for integrated management of chickpea wilt. Biological Control. 40: 118-27.
22. EL-Gali, Z. l. 2003. Histopathological and biochemical studies on Phaseolus vulgaris infected by some seed borne fungi. Ph. D. Thesis submitted to University of Alexandria, Egypt.
23. Gaafar, D.E.M.; Baka, Z.A.M.; Abou-Dobara, M.; Shehata, H.S.; El-Tapey, H.M.A. 2021. Effect of Some Microorganisms on Controlling Fusarium Wilt of Roselle (Hibiscus sabdariffa L.). Egyptian Journal of Phytopathology, Vol. 49, No. 1. Pp 98-113.
24. Gachango E, Hanson LE, Rojas A, Hao JJ, Kirk WW. 2012. Fusarium spp. Causing dry rot of seed potato tubers in Michigan and their sensitivity to fungicides. Plant Dis. 96:1767-1774.
25. Gashash E.A., Osman N.A., Alsahli A.A., Hewait H.M., Ashmawi A.E., Alshallash Kh. El-Taher A.M., Azab E.S., Abd El-Raouf H.S., and Ibrahim M. F. M. 2022. Effects of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Cyanobacteria on Botanical Characteristics of Tomato (Solanum lycopersicon L.) Plants. Plants (Basel) ; 11(20): 2732.
26. Glick, B. R. 2012. Plant growth-promoting bacteria: Mechanisms and applications. Scientifica: 1-15.
27. Gouda, S.; Kerry, R.G.; Das, G.; Paramithiotis, S.; Shin, H. and Patra J.K. 2018. Revitalization of plant growth promoting rhizobacteria for sustainable development in agriculture. Microbiological Research, 206: 131-140.
28. Hammad, Y. 2020. Isolation and identification of some species of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) from some bio-fertilizers, the arab journal foe arid environment, 13(1): 23 – 31.

29. Ignjatov, M., Milošević, D., Nikolić, Z., Gvozdanović- Varga, J., Dušica, J.and Zdjelar. G. 2012. Fusarium oxysporum as Causal Agent of Tomato Wilt and Fruit Rot. Pesticides and phytomedicine. Belgrade, 27(1), 25–31.
30. Jain A, Singh S, Kumar Sharma B, Bahadur H, Singh A. 2012. Microbial consortium- mediated reprogramming of defence network in pea to enhance tolerance against Sclerotinia sclerotiorum. Journal of Applied Microbiology. 112(3):537-550.
31. Kalaivani, M.; A. Jebaesan; S. Maragathavalli; B. Annadurai; and S.K. Gangwar. 2013. Studies on chlorophyll content, soluble protein, carbohydrates and moisture content of Morus alba Linn. International Jornal of Science and Nature. 4(1):131- 137.
32. Kapoor, R. 2008. Induced Resistance in Mycorrhizal Tomato is Correlated to Concentration of Jasmonic Acid. Journal of Biological Sciences. 8 (3):49-56
33. Khalil, A.A.; Hassan, F.A.S. and Ali, E.F. 2017. Influence of bio-fertilizers on growth, yield and anthocyanin content of Hibiscus sabdariffa L. plant under Taif Region conditions. Annual Research & Review in Biology, 17(1): 1-15.
34. Lenc L. 2011. Pathogenicity and potential capacity for producing mycotoxins by Fusarium sambucinum and Fusarium solani isolates derived from potato tubers. Plant Breed Seed Sci. 64:23–34.
35. Ogut M., Er F., Kandemir N. 2010. Phosphate solubilization potentials of soil Acineto bacter strains. Biol Fertil Soils, 46(7):707–15. doi:10.1007/s00374-010-0475-7.
36. Ozgonen, H. and Gulcu, M. 2011. Determination of mycoflora of pea (Pisum Sativum) seeds and the effects of Rhizobium leguminosarum on fungal pathogens of peas. African Journal of Biotechnology, Vol. 10, No.33, 6235-6240.

37. Park, K.; D. Paul; K.R. Ryu; E.Y. Kim; and Y.K. Kim. 2006. Bacillus vallismortis Strain EXTN-1 Mediated Systemic Resistance against Potato virus Y and X in the Field. Plant Pathology Journal, 22(4): 360 – 363.
38. Park, K.; D. Paul; K.R. Ryu; E.Y. Kim; and Y.K. Kim. 2006. Bacillus vallismortis Strain EXTN-1 Mediated Systemic Resistance against Potato virus Y and X in the Field. Plant Pathology Journal, 22(4): 360 – 363.
39. Peters R, MacLeod C, Seifert K, Martin R, Hale L, Grau C, MacInnis S. 2008. Pathogenicity to potato tubers of Fusarium spp. Isolated from potato, cereal and forage crops. Am J Potato Res, 85:367-374.
40. Przemieniecki S.W., Kurowski T.P., Damszel M.M., Karwowska A., Adamiak E. 2017. Effect of roundup 360 SL on survival of Pseudomonas sp. SP0113 strain and effective control of phytopathogens. J Agric Sci Technol. 19:1417–1427.
41. Przemieniecki S.W., Kurowski T.P., Karwowska A. 2015. Plant growth promoting potential of Pseudomonas sp. SP0113 isolated from potable water from a closed water well. Arch Biol Sci. 67:663–673.
42. Ragab M, Ashor AMA,Abdel-kader M, El- Mohamady R, Abdel- Aziz. 2012. In Vitro evalution of some fungicide's alternatives against Fusarium oxysporum the causal of wilt disease. Int .J .Agri Forestry, 2(2):70-77.
43. Rukumani, R., 1990. Physical, chemical and biological and regulation of fruit characters and yield in okra (Abelmoschus esculents L.). Department of Floriculture College of Horticulture. Vellanikara Kerala Agri. University, India.
44. Saleh, M., Abed, J. 2023. Investigation of the Fusarium oxysporum-caused watermelon wilt infection and testing of

some hybrids' susceptibility to infection. Bionatura Journal, Volume 8 / Issue 1 / 81, p 1-5.

45. Sallam N.A., Raid S.N., Mohamed M.S., El-eslam A.S. 2013. Formulations of Bacillus spp. and Pseudomonas fluorescens for biocontrol of cantaloupe root rot caused by Fusarium solani. J Plant Prot Res. 53:295–300.
46. Sarhan, E.A.D. and Shehata, H.S. 2014. Potential plant growth promoting activity of Pseudomonas spp. and Bacillus spp. as biocontrol agents against damping-off in alfalfa. Plant Pathology Journal, 13(1): 8-17.
47. Scott, P., 2008. Physiology and Behavior of Plants. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, UK.
48. Selvakumar G., Lenin M., Thamizhiniyan P., Ravimycin T. 2009. Response Of Biofertilizers on The Growth and Yield of Blackgram (Vigna Mungo L.). Recent Research in Science and Technology, 1(4): 169–175.
49. Silva, J. C. and Bettiol, W. 2005. Potential of non-pathogenic Fusarium oxysporum isolates for control of Fusarium wilt of tomato,Fitopatologia Braileira,30, 409-412.
50. Sujathamma, P. and Dundin, S.B. 2000. Leaf quality evaluation of mulberry (Morus spp.) through chemical analysis. Ind. J. Seric., 39: 117-121.
51. Trabelsi B.M., Khiareddine H.J., Remadi M.D. 2012. Effect of Fusarium Species and Temperature of Storage on the Susceptibility Ranking of Potato Cultivars to Tuber Dry Rot. Pest Technology 6 (Special Issue 1), 41-46 Global Science Books.
52. Ullah M., Ullah F., Khan M. A., Ahmad S., Jamil M., Sardar S. 2022. Efficacy of various natural plant extracts and the synthetic insecticide cypermethrin 25EC against leucinodes orbonalis and their impact on natural enemies in brinjal crop.

Int. J. Trop. Insect Sci. 42, 173–182. doi: 10.1007/s42690-021-00528-1 [CrossRef] [Google Scholar]

53. Vakalounakis, D.J., Z. Wang, G.A. Fragkiadakis, G.N. Skaracis and D.B. Li. 2004. Characterization of Fusarium oxysporum isolates obtained from cucumber in China by pathogenicity, VCG, and RAPD. Plant Disease, 88: 645-649
54. Voisard, C.; Keel C.; Haas, D. and Defago, G. 1989. Cyanide production by Pseudomonas fluorescens helps suppress black root rot of tobacco under gnotobiotic conditions. EMBO Journal, 8: 351-358.
55. Wake, H.A. Akasata, H. Umetsu, Y. Ozeki, K. Shimomura and T. Matsunaga, 1992. Promotion of plantlet formation from osmotic embryos of carrot treated with a high molecular weight extract from a marine Cyanobacterium. Plant Cell Reports, 11: 62- 65.
56. Wang T. , Ahmad Sh. , Yang L., Yan X., Zhang Y., Zhang Sh., Wang L., and Luo Y. 2022. Preparation, biocontrol activity and growth promotion of biofertilizer containing Streptomyces aureoverticillatus HN6. Frontiers in Plant Science 2022; 13: 1090689.