Evaluating the effectiveness of inoculation with bacterialfertilizers and the timing of their addition in some vegetative and productive indicators of the potato plant Solanum Tuberoseum, the variety Sponta.

Dr. Yaser Hammad*
Safa Shaddoud**

(Received 4 / 11 / 2023. Accepted 7 / 2 /2024)

□ ABSTRACT □

The research was carried out during the spring season of the 2021 season in the area (Wata Al-Bislis - Latakia) with the aim of testing the effectiveness of inoculation with bacterial fertilizers and the dates of their addition in some growth and productive indicators of potato plants.

Use the Sponta potato variety for this. The research included thirteen treatments: control - untreated plants, and three bacterial fertilizers with four methods of adding each of them (addition at planting D1, the second after germination D2, the third at the beginning of ovulation D3, and the fourth included the three dates together D4).

The research was carried out in a completely randomized block design, with three replicates for each treatment, with an average of 8 plants per replicate.

The results of the study showed that the plants inoculated with the fertilizers used were significantly superior to the control plants. The study also showed that inoculation with the third bacterial fertilizer M3 (a mixture of the first two fertilisers, M1 and the second M2), and at the three times together, recorded the best results and the highest values in the indicators studied, as the leaf surface area of the plant and its index recorded a value of (13,300 cm^2) and (4.70), respectively. It also recorded the best results were in the number of tubers and average tuber weight with a value of 7.43 tubers and 115.9 g/tuber, in plant production (861.1) g/plant, and productivity per unit area in g/m^2, with a production efficiency of 45.9% compared to the control.

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

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Associate Professor - Department of soil and water sciences, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. Yaser.hammad@tishreen.edu.sy**
** **Postgraduate Student, Department of soil and water sciences., Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria. Safaa.shadoud@tishreen.edu.sy**

تقييم فعالية التلقيح بالمخصبات البكتيرية ومواعيد إضافتها في بعض المؤشرات الخضرية والإنتاجية لنبات البطاطا Solanum Tuberoseum الصنف Sponta

د. ياسر حمّاد*

صفاء شدود**

(تاريخ الإيداع 4 / 11 / 2023. قبل للنشر في 7 / 2 / 2024)

ملخّص

نفذ البحث خلال العروة الربيعية لموسم عام 2021م في منطقة (وطى البسليس – اللاذقية) بهدف اختبار فعالية التلقيح بالمخصبات البكتيرية ومواعيد إضافتها في بعض المؤشرات الخضرية والإنتاجية لنبات البطاطا.

استخدم من أجل ذلك صنف Sponta من البطاطا. شمل البحث ثلاث عشرة معاملة هي: الشاهد– نباتات غير معاملة، وثلاثة مخصبات بكتيرية بأربع طرق لإضافة كل منها(إضافة عند الزراعة D1، الثانية بعد الانبات D2، والثالثة عند بداية الإباضة D3، والرابعة شملت المواعيد الثلاثة معاً D4).

اعتمد في تنفيذ البحث تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، بثلاثة مكررات لكل معاملة، وبمعدل 8 نباتات في المكرر الواحد.

أظهرت نتائج الدراسة أن النباتات الملقحة بالمخصبات المستخدمة قد تفوقت معنوياً على نباتات الشاهد. كما أوضحت الدراسة أن التلقيح بالمخصب البكتيري الثالثM3 (خليط من المخصبين الأولM1 والثانيM2) وبالمواعيد الثلاثة معاً قد سجل أفضل النتائج وأعلى القيم في المؤشرات المدروسة، حيث سجلت مساحة المسطح الورقي للنبات ودليله قيمة بلغت (13300سم^2) و(4.70) على التوالي، كما سجلت أفضل النتائج في عدد الدرنات ومتوسط وزن الدرنة بقيمة بلغت 7.43 درنة و115.9غ/درنة وفي إنتاج النبات(861.1)غ/نبات وإنتاجية وحدة المساحة غ/م^2 وبكفاءة إنتاجية بلغت 45.9% مقارنة مع الشاهد.

الكلمات المفتاحية: محفزات النمو البكتيرية(**PGPR**)، المخصبات الحيوية البكتيرية، البطاطا **Solanum tuberoseum**، النمو، الإنتاجية.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين– سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY–NC–SA 04

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

**طالبة (دكتوراه)، قسم علوم التربة والمياه، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية– سورية. Safaa.shadoud@tishreen.edu.sy

مقدمة:

تحتل البطاطا (*Solanum tuberosum L.*) من الفصيلة الباذنجانية (*Solanaceae*)، مركزاً هاماً بين المحاصيل الغذائية الإستراتيجية الهامة في كثير من دول العالم، وتعد البديل الأول لمحاصيل الحبوب في حل مشكلة الغذاء العالمي، إذ تشكل البطاطا الغذاء اليومي لـ 75-90% من دول العالم، كونها من الخضار الغنية بالمواد الغذائية، وتعطي كمية كبيرة من الطاقة، كما أنها تدخل في كثير من الصناعات الغذائية (Van Gijessel, 2005; McGregor, 2007).

وفي سورية يعد محصول البطاطا من محاصيل الخضر الرئيسة، إذ بلغت المساحة المزروعة بها قرابة 26.4 ألف هكتار عام2021 م، وبإنتاجٍ إجمالي بلغ 594.6 ألف طن موزعة على العروات الثلاث الربيعية والصيفية والخريفية (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية لعام 2021).

تعد البطاطا محصولاً مجهداً للتربة، ومستنزف للعناصر الغذائية، ويحتاج كميات كبيرة من الأسمدة والمبيدات خلال فترة قصيرة مقارنة بباقي المحاصيل. إلا أن الاستهلاك المفرط للأسمدة الكيميائية المعدنية تسبب بمخاطر صحية واقتصادية على حد سواء(Shamrukh *et al.*, 2001)، مع تراجع بخصوبة التربة على المدى الطويل (Chem *et al.*, 2009 ; Li *et al.*, 2010)، وبالتالي تراجع في إنتاجية المحاصيل، وزيادة في تدهور البيئة مسبباً مشاكل عديدة (Savic, 2012). ما دفع إلى استخدام الأسمدة الحيوية كبديل عن الأسمدة الكيميائية في زيادة إنتاجية المحاصيل، كونها أكثر سلامة للبيئة من الأسمدة الكيميائية، إضافة إلى أنها توفر العناصر الغذائية بصورة متاحة للنبات (Yazdani *et al.,* 2009)، إذ إن التفاعل المفيد بين النبات وميكروبات التربة في منطقة الرايزوسفير هو المحدد لصحة النبات وخصوبة التربة.

تلعب محفزات النمو البكتيري (**PGPR**: Plant Growth Promoting Rhizobacteria) دوراً هاماً في تحسين نمو النباتات وزيادة إنتاجها بفعل توفير العناصر الغذائية بشكل متاح للنبات (Ogut *et al.*, 2010 ; Jain *et al.*, 2012)، كما تعمل على إنتاج المركبات المخلبية (Siderophores)، والأنزيمات(فوسفاتيز، ليباز، بروتياز، يورياز، دايهيدروجيناز) التي تحسن الخصائص البيوكيميائية لمحلول التربة، وإنتاج المضادات الحيوية (Compant *et al.*, 2005 ; Gray and Smith, 2005 ; Ahmed and Kibret, 2014).

في هذا المجال أشارت دراسات عديدة أن لمحفزات النمو البكتيرية تأثيراً واضحاً في نمو وإنتاج نباتات الخضار، فقد أشارت نتائج الدراسة التي أجراها Farzana وآخرون (2009) إلى زيادة في نمو وانتاجية المحاصيل الدرنية (البطاطا، الشوندر السكري، الفجل، البطاطا الحلوة) عند تلقيحها بالرايزوبكتيريا ضمن ظروف البيت الزجاجي. كما زادت العناصر الغذائية المتاحة للنبات عند زيادة تكاثر أنواع من البكتيريا المذيبة للفوسفور./Phosphobacteria/ والبكتيريا المثبتة للآزوت الجوي/Azotobacter/ في رايزوسفير النبات(Singh, 2001). كان لمعاملة نباتات الخس بالمخصب الحيوي EM1 أثر إيجابي في جميع مؤشرات النمو والإنتاجية المدروسة (عدد الأوراق، وزن الرأس ومساحة المسطح الورقي وحجمه وانتاجية وحدة المساحة) حيث تفوقت معاملة الرش والسقاية بالمخصب الحيوي EM1 بتركيز (10مل/ل) معنوياً على باقي المعاملات (شيخ سليمان، 2018) . كما أدت معاملة نقع درنات البطاطا ورش النبات بمركب هيومات البوتاسيوم إلى تنشيط نمو النبات، وأظهرت زيادة معنوية في مساحة المسطح الورقي ودليله فضلاً عن زيادة عدد الدرنات وانتاجية النبات (بوراس وآخرون، 2020).

إضافة السماد الحيوي إلى جانب السماد العضوي من الطرق الحيوية في تحسين النمو والإنتاجية لكونها تزيد من فاعليتها وكفاءتها في تحسين إتاحة العناصر الغذائية الأساسية من فوسفور بوتاسيوم كما وتزيد من معدل التثبيت للآزوت الجوي، فلقد زادت الأسمدة الحيوية المحتوية على البكتيريا (Azotobacter) من فعالية استخدام الأسمدة العضوية في تعزيز نمو وإنتاجية نبات البطاطا(Singh and Gupta, 2005). وهذا ما أكدته أيضاً نتائج دراسة (محمود، 2023) والتي سجلت أعلى القيم في إتاحة العناصر الغذائية، معدل ارتفاع النبات وعدد السيقان الهوائية لنبات البطاطا صنف Sponta في معاملة الخليط (السماد العضوي+السماد الحيوي// Bacillus, Azotobacter, Burkholderia//) حيث بلغ معدل الإنتاج الكلي لهذه المعاملة 30.5طن /هكتار بفروق معنوية مع الشاهد.

وفي هذا السياق فلقد أعطت معاملة شتول نبات البندورة بالسماد العضوي إلى جانب السماد الحيوي Azospirillum أعلى النتائج بالنسبة لجميع المؤشرات المدروسة (من حيث وزن الثمرة، عدد الثمار/نبات، إنتاج النبات الواحد غ، حجم الثمرة) وسجلت أعلى إنتاجية بقيمة بلغت (370.10 طن/هـ) (Meena et al., 2017). وهذا ما أكدته أيضاً نتائج دراسة (Sing et al., 2017) حيث سجلت معاملة إضافة(السماد العضوي + السماد الحيوي المكون من Trichoderma virdi (معاملة التربة مباشرة +معاملة الدرنات+ الرش الورقي)) أفضل النتائج بالنسبة لعدد الدرنات الكبيرة الحجم (5) بإنتاج بلغ (844.45غ) تلتها معاملة (السماد العضوي + السماد الحيوي المكون من بكتريا Azotobacter (معاملة التربة مباشرة +معاملة الدرنات+ الرش الورقي)).

وجد Biswas وآخرون (2015) أن معاملة بذار القمح بالأسمدة الحيوية المكونة من (Azotobacter chroococum, PGPR, Trichoderma harzianum, Trichoderma viride, PSBRhizobium) زادت بشكل كبير كل من إنبات البذار والإشطاءات.

أدّت معاملة كل من بذار البازلاء وتربة الزراعة بالمخصبات البكتيرية (*Rhizobium spp*)، إلى تزايد في عدد العقد الجذرية المتشكلة على المجموع الجذري للنبات بنسب تراوحت بين 141% و 322% ، وزيادة في إنتاجية النبات بنسبة تراوحت بين 65%و 256% مقارنة مع الشاهد غير الملقح بالبكتيريا (ابراهيم وآخرون ، 2010).

ومن جهة أخرى فقد أدّت إضافة السلالة البكتيرية K-9 من الجنس Bacillus (والمعزولة من رايزوسفير درنات البطاطا) إلى زيادة في إنتاجيتها، كما وفرت أساساً لفهم دور البكتريا في تحسين النمو والانتاج الزراعي (Shuang *et al*., 2022).

حققت الاسمدة الحيوية بالنوعين (فطرMycorrhizeae، فطر.Trichoderma spp) عند استخدامها في زراعة البطاطا، فروقاً معنوية في كل من الحاصل الكلي والحاصل التسويقي، إذ أعطت معاملة إضافة فطر التريكوديرما أعلى معدل بلغ (37.16 و36.16 طن/هـ) على التوالي (مجول وآخرون ، 2018).

كما أنّ لطريقة إضافة المخصب البكتيري دور في كفاءة فاعليتها ، وهذا ما أكدته معلا وآخرون(2020) في نتائج بحثهم حول تقويم كفاءة السلالة 27FZB للبكتيريا Bacillus subtilis في تحسين نمو وانتاجية نباتات فليفلة موازييك الخيار باستخدام ثلاث طرائق من المعاملة (معاملة البذور، ري الشتول، معاملة البذور+ري الشتول)، والتي بينت وجود زيادة معنوية في جميع المؤشرات المدروسة (ارتفاع النبات، طول الجذر، وزن الثمار، والوزن الطري والجاف للمجموعين الخضري والجذري) في نباتات الفليفلة المعاملة بالبكتيريا مقارنة بالشاهد. وجاءت أكبر زيادة معنوية في طريقة "معاملة البذور + ري الشتول".

أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية البحث من أهمية البطاطا كمحصول استراتيجي في الزراعة السورية وتوفيره الدخل لشريحة اجتماعية كبيرة ودوره الرئيسي في تأمين المتطلبات الغذائية للسكان; إلا أنّ ارتفاع تكاليف الإنتاج من (أسمدة ومبيدات) في السنوات الأخيرة، إضافة لتدني مستويات خصوبة التربة أدت إلى تراجع في المساحات المزروعة بها. يمكن للمخصبات الحيوية أن تعمل كبديل آمن للأسمدة الكيميائية والمبيدات وبالتالي تخفض من استخدامها ومن تكاليفها الباهظة وأثرها السلبي على البيئة عموماً. كما أن استخدامها يندرج في إطار الزراعة النظيفة والتنمية المستدامة للتربة وذلك لدورها الفعال في تحسين بناء التربة، وزيادة خصوبتها، من خلال زيادة النشاط الحيوي في التربة، ما يسمح بتأمين الاحتياجات الغذائية للنبات وبالتالي تحسين الإنتاج.

بناء عليه هدفت هذه الدراسة إلى اختبار فعالية بعض المخصبات الحيوية في نمو وإنتاجية نبات البطاطا وتحديد المعاملة الأكثر فاعلية في تحقيق الهدف المشار إليه.

طرائق البحث ومواده:

1- المادة النباتية:

استخدمت تقاوى بطاطا من الصنف Sponta (المصدر هولندا)، مبكر النضج ذو إنتاج عالي، محتواه من المادة الجافة 20.3%، متوسط الحساسية لمتربوزين المادة الفعالة لمبيدات الحشائش وحساس للأمراض مثل الجرب الشائع (اللفحة المتأخرة) على الأوراق وعلى الدرنات، وذو مواصفات مناسبة لتصنيع رقائق وأصابع البطاطا.

2-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 جدول (1)، تم الجني بعد 102يوم من تاريخ الزراعة.

جدول (1) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة موقع البحث قبل الزراعة

تحليل ميكانيكي			pH	EC	OM	CaCO3 كلية	%N	CEC	المتاح مغ/كغ	
رمل%	سلت%	طين%		ميليموس	%	%	كلي	meq/100g	P	K
30	29	40	7.75	1.95	0.79	48.58	0.5	29.79	35.76	123.4

3-العمليات الزراعية:

- **تجهيز التربة للزراعة:** نفذت حراثتين متعامدتين على عمق 30-35 سم، أضيف السماد العضوي الجاف (سماد بلدي) قبل الزراعة بمعدل 3م^3/دونم.

- **إعداد وزراعة الدرنات:** تمت انتقاء الدرنات التي تتراوح أوزانها حوالي 65غ. وتمت الزراعة بتاريخ (12شباط) على خطوط مفردة بمسافة 70سم، وبين النباتات 40سم، وعلى عمق 8 سم، 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 يوم من تاريخ الزراعة.

4-المواد المستخدمة في الدراسة:

استخدمت في الدراسة 3 مخصبات بكتيرية مختلفة في محتواها من الأنواع البكتيرية(مثبتة للآزوت الجوي، ميسرة للبوتاسيوم، ميسرة للفوسفور، منشطة للنمو) فكانت كمايلي:

1-المخصب الأول M1 ضم الأنواع : Azotobacter chroococcum.At، Frateuria aurantia، Bcillus megaterium، Rhizobium legominosarum.

2-المخصب الثاني M2 ضم الأنواع : Azotobacter chroococcum.Ac، Bacillus circulans، Bacillus subtilis، Rhizobium phaseoli.

3-المخصب الثالث M3 مزيج من M1+M2

5-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 الوسط الزراعي السائل(TSB) وعقم في الأوتوغلاف على حرارة 121°C لمدة 45 دقيقة ولقح بالبكتريا، حضنت البيئة الملقحة ضمن حاضنة هزازة عند درجة حرارة 28 °C، وسرعة (100 دورة/دقيقة) لمدة 72 ساعة، استخدمت شرائح العد (Burker) لضبط كثافة المعلق البكتيري (اللقاح) عند (10^9 خلية/مل).

5- المعاملات:

تم توزيع المعاملات وفق نوع المخصب الحيوي المضاف وطريقة وموعد إضافته كما هو موضح في الجدول (2).

جدول (2) توزيع المعاملات المدروسة

نوع المخصب	موعد الإضافة	المعاملة المدروسة
المخصب 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
المخصب الثاني M2	النقع والإضافة عند الزراعة D1	M2D1
	إضافة بعد الإنباتD2	M2D2
	إضافة عند بداية الإباضةD3	M2D3
	في المواعيد الثلاثة السابقة معاً D4	M2D4
المخصب 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

6-المؤشرات المدروسة:

أولاً- المؤشرات الخضرية: وشملت:

1- مساحة المسطح الورقي للنبات/سم^2: حسبت في مرحلة اكتمال النمو الأعظمي (مرحلة الإزهار) باستخدام برنامج Digimizer (Glozer, 2008) باستخدام العلاقة الآتية:

مساحة المسطح الورقي= (وزن المجموع الخضري× مساحة العينة الورقية)/(وزن العينة الورقية)

2- دليل المسطح الورقي: حسب بطريقة (Beadle, 1989) من العلاقة:

دليل المسطح الورقي = مساحة المسطح الورقي للنبات بالسم^2/المساحة التي يشغلها النبات بالسم^2

ثانياً- المؤشرات الانتاجية: وشملت:

1-متوسط عدد الدرنات في النبات.

2-متوسط وزن الدرنة (غ).

3-متوسط إنتاج النبات من الدرنات (غ): ويحسب من العلاقة الآتية:

متوسط إنتاج النبات من الدرنات(غ) = متوسط عدد درنات النبات × متوسط وزن الدرنة(غ)

4-متوسط إنتاجية وحدة المساحة كغ/م2= متوسط إنتاج النبات الواحد (كغ)× الكثافة النباتية في وحدة المساحة/م2.

5-كفاءة المركب المستخدم النسبية في الانتاجية % : وتحسب من العلاقة التالية وفق (Barakat et al.,1991)

$$= \frac{\text{كمية المحصول في النباتات المعاملة}-\text{كمية المحصول في معاملة الشاهد}}{\text{كمية المحصول في النباتات المعاملة}} \times 100$$

تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:

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

النتائج والمناقشة:

أولاً- تأثير التلقيح بالمخصبات البكتيرية في مساحة المسطح الورقي ودليله:

أظهرت نتائج حساب مساحة المسطح الورقي ودليله (جدول 3) استجابة نباتات البطاطا لإضافة المخصبات الحيوية الثلاثة، ولم تظهر فروق معنوية بين معاملات المخصبين الأولM1 والثاني M2 في حين تفوقت معاملات المخصب الثالثM3 (مزيج المخصبين) وبفروق معنوية، وسجلت أفضل النتائج نباتات المعاملة M3D4 بقيمة بلغت بالنسبة لمساحة المسطح الورقي ودليله (18.67 سم^2/نبات، 4.70) على التوالي مقارنة بالشاهد.

أما بالنسبة لتأثير موعد إضافة المخصبات الحيوية، فقد بينت النتائج أن الإضافة المبكرة كانت الأفضل سواء (عند الزراعةD1 أو بعد اكتمال الإنباتD2) وتفوقت على الإضافة عند الإباضةD3 وذلك بالنسبة للمخصبات الثلاثة، حيث سجلت المعاملة M3D2 أعلى نسبة زيادة في مساحة المسطح الورقي مقارنة بالشاهد، بلغت (130.4%)، أما عند تكرار الإضافة في المواعيد الثلاثة (D4) وفق المخصبات(M1, M2, M3) فقد أعطت المعاملة (M3D4) أعلى القيم في نسبة الزيادة (137.5%)، بدون فروق معنوية مقارنة بموعد الاضافة D2.

جدول (3) تأثير التلقيح بالمخصبات البكتيرية وموعد إضافتها في مساحة المسطح الورقي ودليله .

نوع المخصب	موعد الإضافة	المعاملات المدروسة	مساحة المسطح الورقي سم^2/نبات	دليل المسطح الورقي
M1	D1	M1D1	11118 f	3.97 e
	D2	M1D2	12384 d	4.43 c
	D3	M1D3	6441 hg	2.33 f
	D4	M1D4	12084 cd	4.37 c
M2	D1	M2D1	11436 ef	4.13 de
	D2	M2D2	11922 ed	4.27 dc
	D3	M2D3	5961 hi	2.13 g
	D4	M2D4	12096 d	4.3 dc
M3	D1	M3D1	12684 c	4.33 c
	D2	M3D2	12910 cb	4.63 b
	D3	M3D3	6797 g	2.37 f
	D4	M3D4	13304 b	4.7 b
الشاهد		C	5559 i	1.97 g
LSD			561	0.1994

يمكن أن نعزو الأثر الفعال للمخصبات الحيوية المضافة إلى دور الأنواع البكتيرية الفعالة الموجودة فيها، في تثبيت الآزوت الجوي ما يحسن النمو الخضري ويؤثر في مساحة المسطح الورقي للنبات، ودور البكتريا الميسرة للفوسفور، ما يساعد في زيادة حجم المجموع الجذري ورفع كفاءة استفادة النبات من فوسفور التربة (Tank N. and Saraf M. , 2009; Ahemad M. and Khan M.S. ,2011)، إضافةً لدور البكتريا الميسرة للبوتاسيوم ودوره الهام في عمليات الانقسام ونقل العناصر الغذائية وتكامل العمليات الحيوية داخل النبات (Bhattarai and Swarnima, 2016)، تتوافق هذه النتائج مع دراسة Abdirahman وآخرون (2022) عند استخدامهم سماد المزرعة مضافاً لها(*Trichoderma asperellum* and *Bacillus subtilis*) وأعطى أفضل نتائج في ارتفاع النبات والانتاج.

لقد عزز وجود العزلات البكتيرية الثمانية مع بعضها في المخصب الثالث من فاعليتها وكفاءتها في تحسين نمو النبات وزيادة مساحة المسطح الورقي، حيث أكد Zaghloul (2002) هذا التأثير التآزري للأنواع البكتيرية، وتحقيق أفضل النتائج في تحسين نمو وإنتاجية نبات البطاطا، عند استخدم السماد البلدي مع أنواع من البكتريا المحلة للفوسفور (*B. megaterium*) والبكتريا المثبتة للآزوت الجوي.

ثانياً- تأثير التلقيح بالمخصبات البكتيرية وموعد إضافتها في بعض المؤشرات الانتاجية

1-وزن الدرنة:

أثرت إضافة المخصبات الحيوية بشكل إيجابي في وزن الدرنة، وسجلت أعلى القيم في معاملات المخصب الثالث عند موعد الإضافة الرابع (M3D4) بقيمة بلغت (115.87غ) مقابل (80.10غ) في درنات الشاهد الجدول(4)، وقد اختلف أثر المخصبات الحيوية تبعاً لموعد إضافتها، وكانت الفروق معنوية مقارنة بالشاهد .

2- عدد الدرنات:

أوضحت نتائج الجدول(4) زيادة في عدد درنات البطاطا في النبات عند التلقيح بالمخصبات الحيوية الثلاثة وبفروق معنوية بالمقارنة مع الشاهد عند مواعيد إضافة محددة، ففي المخصب الأول نجد أن أفضل موعد إضافة للمخصب الحيوي هو الموعد الثاني بعد تمام الإنبات (المعاملةM1D2)، أما بالنسبة للمخصب الثالث فكانت أفضل معاملة بالنسبة لموعد الإضافة معاملة الإضافات المتكررة للمخصب الحيوي M3D4 وسجلت أعلى القيم بمتوسط عدد الدرنات على كل المعاملات بقيمة بلغت(7.43 درنة/نبات) وبفرق معنوي كبير مقارنة مع الشاهد. تلتها الإضافة في الموعد الثاني بعد تمام الإنبات(M3D2) كما توافقت بذلك مع نتائج المخصبين الأول والثاني في نفس الموعد بدون فروق معنوية فيما بينها. تتوافق هذه النتائج مع دراسة على البطاطا استخدم فيها نموذجاً من السّماد الحيويّ مدعّماً ببعض العناصر الغذائية اللاّزمة للنمو ما انعكس إيجاباً على زيادة عدد الدرنات (Tabatabai *et al* ., 2014).

ويمكن أن تعزى الزيادة في متوسط وزن الدرنة عند استخدام المخصبات الحيوية إلى زيادة مساحة المسطح الورقي في هذه المعاملات، إذ تعتبر مساحة المسطح الورقي العامل المحدد لكفاءة التمثيل الضوئي والتي تزداد بزيادته، بالتالي زيادة في المواد الكربوهيدراتية المنتجة في الأوراق والتي تنتقل بدورها إلى الدرنات (Broadley *et al*., 2005) بفضل عنصر البوتاسيوم الذي توفره هذه المخصبات أيضاً بشكل متاح للنبات (خلوف وآخرون، 2019).

3- إنتاج النبات الواحد غ/نبات:

توضح النتائج في الجدول(4) التأثير الايجابي للمخصبات الحيوية الثلاثة في زيادة إنتاج النبات وفي جميع المعاملات مقارنة مع الشاهد وذلك كنتيجة للزيادة الحاصلة في كل من عدد الدرنات ووزن الدرنة، أما بالنسبة لموعد الإضافة فكانت هذه الزيادة معنوية في جميع المواعيد بالنسبة للمخصبات الحيوية الثلاثة المستخدمة بالمقارنة مع الشاهد باستثناء معاملة الإضافة بالموعد الثالث للمخصب الأول(M1D3) فكانت الأقل إنتاجاً بين المعاملات في هذا الموعد (514.17غ/نبات) وبدون فروق معنوية مع الشاهد(465.47)، وكانت أعلى زيادة في الإنتاج في معاملة الإضافة المتكررة للمخصب الثالثM3D4 وبفروق معنوية مقارنة مع الشاهد(861.13 غ/نبات) تلتها المعاملة M3D2(652.17 غ/نبات) والتي لم تسجل فروق معنوية مع المعاملات M1D2, M1D4, M2D2, M2D4.

4-إنتاجية وحدة المساحة والكفاءة النسبية للمركبات المستخدمة في الإنتاجية:

توافقت نتائج متوسطات الإنتاجية في وحدة المساحة مع نتائج الإنتاج للنبات الواحد من حيث الزيادة الحاصلة عند إضافة المخصبات الحيوية الثلاثة بالمقارنة مع الشاهد، كما وتظهر النتائج المبينة في الجدول (4) تفوق المخصب الثالث على المخصبين الأول والثاني مقارنة بالشاهد، وأنّ أدنى القيم سجلت في الموعد الثالث للإضافة في جميع المخصبات مقارنة بالشاهد في المؤشرات كافةً. وعليه فقد سجلت المعاملة M3D4 أعلى كفاءة إنتاجية بقيمة بلغت (45.9%) وأخفضها لدى المعاملة M1D3 (9.7%).

جدول(4) تأثير التلقيح بالمخصبات البكتيرية وموعد إضافتها في المؤشرات الإنتاجية

نوع المخصب	موعد الإضافة	المعاملات المدروسة	متوسط وزن الدرنة (غ)	متوسط عدد الدرنات/نبات	متوسط إنتاج النبات(غ/نبات)	إنتاجية وحدة المساحة (غ/م^2)	الكفاءة النسبية للمركبات المستخدمة في الإنتاجية%
M1	D1	M1D1	103.5 dc	5.72 efd	592.10 dfe	2137.5 dfe	21.4
	D2	M1D2	97.67 ef	6.37 b	621.8 dce	2244.6 dce	25.1
	D3	M1D3	93.47 f	5.5 f	514.17 ih	1856.1 ih	9.7
	D4	M1D4	106.07 c	6.05 cbd	641.63 dc	2316.3 dc	27.5
M2	D1	M2D1	96.10 fe	5.82 cefd	577.93 gfe	2086.3 gfe	19.5
	D2	M2D2	99.3 de	6.37 b	611.17 dce	2206.3 dce	20.8
	D3	M2D3	96.33 fe	5.80 efd	558.07 gfe	2014.6 gfh	16.6
	D4	M2D4	104.67 c	6.00 cebd	628.27 dce	2267.97 dce	25.8
M3	D1	M3D1	103.9 c	5.82 efd	623.4 c	2225.5 dc	24.5
	D2	M3D2	104.37 c	6.25 cb	652.17 c	2354.3 dc	28.6
	D3	M3D3	95.4 fe	5.66 efd	539.87 gh	1948.9 gh	13.8
	D4	M3D4	115.87 b	7.43 a	861.13 b	3108.6 b	45.9
الشاهد		C	80.10 g	5.8 efd	1680.3 ih	465.47 i	
LSD			4.45	0.45	52.12	188.09	

أظهر المخصب الحيوي الثالث(M3) فاعلية كبيرة في نمو وانتاج البطاطا مقارنة بالمخصبين الأول والثاني ما يعزز الأثر التآزري لتواجد العزلات البكتيرية مع بعضها، وإضافتها المتكررة في المعاملة M3D4 زاد من نشاط البكتريا وتعدادها ما جعل العمليات الحيوية في منطقة رايزوسفير الجذور في أوجها، وانعكس ذلك على نشاط الجذور والعمليات الحيوية داخل النبات، تتوافق نتائج هذه البحث مع دراسات سابقة (Kumar *et al.*, 2013) وجدوا أن استخدام السماد العضوي كمصدر وحيد للعناصر الغذائية لنباتات البندورة سجل ارتفاع أقل في النبات بالمقارنة مع استخدام السماد العضوي مع إضافة سماد الحيوي(بكتيريا مثبتة للآزوت والبكتريا المحلة للفوسفور) في كل مراحل النمو.

تعود الزيادة في الإنتاج إلى دور المخصبات الحيوية في تحسين خواص التربة الخصوبية من خلال دور البكتريا المستخدمة في توفير بعض العناصر الغذائية كتثبيت الآزوت الجوي وإتاحة بعضها الآخر كالفوسفور والبوتاسيوم والعناصر الغذائية المرافقة معه، ما يزيد كفاءة امتصاص النبات للعناصر الغذائية الضرورية، والتي تؤدي إلى زيادة النمو الخضري ونشاط النبات الاستقلابي ما يسمح بزيادة مساحة المسطح الورقي ودليله، وهذا يعني بدوره زيادة في وزن الدرنة بفضل توفر عنصر البوتاسيوم ودوره في انتقال المواد الكربوهيدراتية المصنعة في الأوراق إلى الدرنات، بالإضافة إلى زيادة عدد الدرنات، بالتالي زيادة في إنتاج النبات وإنتاجية وحدة المساحة (Al-Mohammadi, 2009 ; Abdelrazzaq, 2002)، تتوافق هذه النتائج مع كل من (Prrenoud, 1993 ; Karam *et al.*, 2004)

كما تعزى الزيادة الحاصلة في قيم المؤشرات الانتاجية لمحصول البطاطا المعاملة بالمخصبات الحيوية المدروسة إلى فعالية الأنواع البكتيرية في إفراز بعض المركبات المخلبية مثل الـ Siderophors (Glick 1995) التي تعمل كمادة مخلبة للعناصر الصغرى كالحديد والالمنيوم، فتقلل من فرصة تفاعل هذه العناصر مع أيونات الفوسفات، ما يزيد من

جاهزية هذه الأيونات في محلول التربة. بالاضافة الى الدور الكبير للأنواع البكتيرية(PGPR) المكونة للمخصبات الحيوية في إفراز هرمونات النمو (الأوكسين، الجبريلين، السايتوكينين) (Siddiqui *et al*., 2006) التي تعمل على تحفيز زيادة النمو الخضري والنمو الجذري نتيجة انقسام وتوسع الخلايا والأنسجة، وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة عدد الدرنات والانتاج (Dobbelaere *et al*., 2002) وبفروق معنوية في معاملات التداخل بفضل الأثر التجميعي والتآزري للعزلات البكتيرية المدروسة.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- حققت اضافة المخصبات البكتيرية تفوقاً في المؤشرات المدروسة كافةً مقارنة بالشاهد.

2- أظهرت معاملة التلقيح بالمخصب الثالث (المزيج من المخصبين) تفوقاً واضحاً على المخصبات الأخرى وفي كافة مواعيد الإضافة.

التوصيات:

1-متابعة الدراسات والابحاث حول تأثير التلقيح بالمخصبات البكتيرية على محاصيل خضار أخرى، ثم تقييم فعاليتها في تنشيط النمو وتحسين الإنتاج بجانبيه الكمي والنوعي.

References:

- ابراهيم، محمد سلمان. حماد، ياسر علي و راعي، سليم. تأثير بعض أنواع الرايزوبكتيريا المحفزة لنمو النبات (PGPR) في نمو و إنتاج الفليفلة و الإصابة بفيروس موزاييك الخيار (CMV). 2017 جامعة البعث ورقة بحثية .

-Ibrahim, Muhammad Salman. Hammad, Yasser Ali and Rahi, Salim. The effect of some types of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on the growth and production of pepper and infection with cucumber mosaic virus (CMV). 2017 Al-Baath University Research Paper.

- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2021) –صادرة عن وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي بسورية.

-Annual Agricultural Statistical Collection (2021) - issued by the Ministry of Agriculture and Agrarian Reform in Syria.

- الموصلي، مظفر احمد. خصوبة التربة وتغذية النباتات البستنية. دار ابن الاثير للطباعة والنشر. جامعة الموصل. جمهورية العراق، 2011.

-Al-Mawsili, Muzaffar Ahmed. Soil fertility and nutrition of horticultural plants. Dar Ibn Al-Atheer for Printing and Publishing. University of Al Mosul. Republic of Iraq, 2011.

- بوراس،متيادي، زيدان،رياض، عيسى،ريم. تأثير المعاملة بمركب هيومات البوتاسيوم في نمو وانتاجية البطاطا. Solanum Tuberosum L تحت ظروف المنطقة الساحلية. المجلة السورية للبحوث الزراعية، 2020، 7(5): 28-39 .

-Bouras, Matiadi, Zidane, Riyad, Issa, Reem. The effect of treatment with potassium humate on the growth and productivity of potatoes. Solanum Tuberosum L under coastal area conditions. Syrian Journal of Agricultural Research, 2020, 7(5): 28-39.

- خلوف،علاء، الخضر،أريج، خزعل،أميرة، كريدي،نبيلة، وهبة،سلوى. تأثير الأسمدة الحيوية في بعض خصائص التربة الخصوبية وبعض الصفات الإنتاجية والنوعية لمحصول لبطاطا. المجلة السورية للبحوث الزراعية، 2019، 6 (1): 276- 287.

-Khalouf, Alaa, Al-Khader, Areej, Khazal, Amira, Kreidi, Nabila, Wahba, Salwa. The effect of biofertilizers on some characteristics of soil fertility and some production and quality characteristics of a potato crop. Syrian Journal of Agricultural Research, 2019, 6(1): 276-287.

- شيخ سليمان، نصر. دراسة أثر معاملة نباتات الخس Lactuca sativa.L بالمخصب الحيوي EM1 في النمو وكمية الإنتاج. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية، 2018، 40(1) .

- Sheikh Suleiman, Nasr. Study of the effect of treating lettuce plants Lactuca sativa.L with the biofertilizer EM1 on growth and production quantity. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series, 2018, 40(1.(

- مجول،عباس خضير، جاسم، حنين محمد. المخلفات العضوية والعوامل الاحيائية واثرهما في بعض مؤشرات نمو وإنتاجية البطاطا Solanum tuberosum L (المجلد الخامس – العدد الأول 2018.). مجلة كربلاء للعلوم الزراعية.

- Majoul, Abbas Khudair, Jassim, Haneen Muhammad. Organic waste and biological factors and their effect on some growth and productivity indicators of potatoes (Solanum tuberosum L.). Karbala Journal of Agricultural Sciences (Volume Five - Issue One 2018.

- محمود ، ميرفت الطاهر. دراسة تأثير التسميد الحيوي (البكتريا المحفزة للنمو) والتسميد العضوي في تيسر بعض العناصر الغذائية في التربة ونمو محصول البطاطاSolanum tuberosumL ، 2023 المجلة السورية للبحوث الزراعية 10 (4) : 280-289.

-Mahmoud, Mervat Al-Taher. Study of the effect of biological fertilization (growth-stimulating bacteria) and organic fertilization on the availability of some nutrients in the soil and the growth of the potato crop (Solanum tuberosumL), 2023 Syrian Journal of Agricultural Research 289-280: (4) 10.

- معلا، مي، أحمد أحمد، عمر حمودي وعماد دأود اسماعيل .2020. .تأثير السلالة البكتيرية Bacillus subtilis FZB27 في تحسين نمو نباتات الفليفلة تحت ظروف الإصابة بفيروس موزاييك الخيار في الزراعة المحمية. مجلة وقاية النبات العربية،38(2): 130-136.

- -Mualla, Mai, Ahmed Ahmed, Omar Hamoudi and Imad Daoud Ismail. .2020. The effect of the bacterial strain Bacillus subtilis FZB27 in improving the growth of pepper plants under conditions of infection with cucumber mosaic virus in protected agriculture. Arab Plant Protection Journal,:(2)38.136-130

- Abdelrazzag, A. Effect of chicken manure sheep manure and inorganic fertilizer on yield and nutrients uptak by onion. (5) Pakistan journal of Biological Sciences, 2002 ,(3): 266 – 268.

- Abdirahman,S.H., MAFURAH,J.J., PAUL, K., KIMURTO, NYONGESA,M.W. Effect of Biofertilizers and Farmyard Manure on Growth and Tuber Yield of Potatoes (Solanum tuberosum L.) in Highlands of Kenya. European Journal of Agriculture and Food Sciences,(4), 2022,(5) 479.

- Ahmed,R.T;Hussain,G;Jihani,S.A.;Shahid,S;Naheed,A.Andabba S,M.A. Use of EM for sustainable crop prodaction in PakistanSaraburi. Thailand, 1993, pp.15- 27.

- Ahemad M.,& Khan M.S. Pseudomonas aeruginosa strain PS1 enhances growth parameters of greengram [Vigna radiata(L.). Wilczek in insecticide-stressed soil. J.Pest.Sci., 84, 2011, 123-131.
- Al-Mawsili, M. A. Soil fertility and nutrition of horticultural plants. Dar Ibn Al-Atheer for Printing and Publishing. University of Al Mosul. Republic of Iraq, 2011.
- AL-Mohammadi, O.H. Use of animal fertilizers and shrubs as a and production of potatoes. PhD thesis, Faculty of Agriculture. Baghdad University.The Republic of Iraq(2009**)**.
- Annual Agricultural Statistical Collection (2021) - issued by the Ministry of Agriculture and Agrarian Reform in Syria.
- Bataruv, V.P., . Chebotar, V.K. The importance of the use of bio and organic compounds in the potato production techniques. Potatoes and Vegetables, (8), 2011, 18-21.
- Beadle, L.C., Bingham , M.J., Guerrero, M.G. Techniques in bio productivity and photosynthesis. Pergamon Press. Oxford New York, Toronto, 1989, pp115-116.
- Bezuglova. L.A. Udobreniia i stimulatory rosta. Fertilizers and growth stimulators. Rostov-onDon, 2000, p 317.
- Bhattarai, B., Swarnima K.C. Effect of Potassium on Quality and Yield of Potato Tubers– A Review. SSRG International Journal of Agriculture & Environmental Science (SSRG – IJAES) – Volume 3 Issue 6 Nov to Dec 2016.
- Biswas, S.K., Uma Shankar, Santosh Kumar, Amarendra Kumar, Virendra Kumar and Kishan Lal.. Impact of BioFertilizers for the Management of Spot Blotch Disease and Growth and Yield Contributing Parameters of Wheat. J. Pure and Appl. Microbiol.,9(4), 2015, 3025-3030.
- Boras Mitiady , Zedan Riad and Issa Reem . Effect of Potassium Humate on Growth and Yield of Potato (Solanum Tuberosum L.) Under Coastal Region Conditions. Syrian Journal of Agricultural Research – SJAR, 2020, 7(5): 28-39.
- 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), 2005, 4951–4959.
- Dobbelaere, S., Croonenborghs, A., Thys, A., Ptacek, D., Okon, Y., and Vanderleyden, J. Effect of inoculation with wild type Azospirillum brasilense and A.irakense strains on development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. Biology and Fertility of Soils, (36), 2002, 284-297**.**
- FAOSTAT,(2016). http://www.fao.org/faostat/en# data / QC (Accessed 28 January, 2017).
- Frazana, Y., Saad, R.O.S., Kamaruzaman, S. Growth and storage root development of sweet potato inoculated with rhizobacteria under glasshouse conditions. Aus. J. Basic Appl. Sci, 3(2), 2009, 1461-1466.
- Gijessel, J.V. The potential of potatoes for attractive convenience food: focus on product quality and nutritional value. In: Haverkort A.J.; Struik P.C. (Eds.), Potato in Progress Science Meets Practices. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, 2005, 27-32.
- Glick, B. R. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. Can Journal Microbiol, (41), 1995, 109-117.

− Glozer, K. Protocol for leaf image analysis-surface area. Dept. of plant Scinces, University of California, Davis, 95(6), 2008, 8-25.

− Gray, E.J., Smith, D.L. Intracellular and extracellular PGPR: commonalities and distinctions in the plant-bacterium signaling processes. Soil Biol Biochem, (37), 2005, 395–412.

− Ibrahim, M. S. Hammad, Y. A. and Rahi, S. The effect of some types of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on the growth and production of pepper and infection with cucumber mosaic virus (CMV). Al-Baath University Research Paper, 2017.

− Jain, A., Singh, S., Sharma, K.B., Bahadur, H., Singh, A. Microbial consortium-mediated reprogramming of defence network in pea to enhance tolerance against Sclerotinia sclerotiorum. Journal of Applied Microbiology, 112(3), 2012, 537-550.

− Karam, F., Lahoud, R., Masaad, R., Stephan, C., Rouphael, Y., Colla, G. Yield and tuber quality of potassium treated potato under optimum irrigation condition. ISHS Acta Horticulturae, (684), 2004,103-108.

− Khallouf A., Alkhedr A., Khazaal A., Kridiand N., Wehbe S. Effect of Biofertilizers on Some Fertility Soil Properties and Some Qualitative and Production Traits of Potato. Syrian Journal of Agricultural Research – SJAR, 2019, 6:(1): 276-287 .

− Kumar, M., Baishya, L.K., Ghosh, D.C., Ghosh, M., Gupta, V.K., Verma. Effects of organic manures, chemical fertilizers, and biofertilizers on growth and productivity of rainfed potato in the eastern Himalayas. Journal of plant nutrition, (36), 2013, (7): 1065-1082.

− Li, P., Wang, X., Li, Y., Wang, H., Liang, F., Dai, C. The contents of phenolic acids in continuous cropping peanut and their allelopathy. Acta Ecol Sin, (30), 2010, 2128–2134.

− Merfat T. Ben Mahmud. Studying the Effect of Biofertilization (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) and Organic Fertilization on the Availability of Some Nutrients in the Soil and the Growth of the Potato Crop (Solanum tuberosum L.) . Syrian Journal of Agricultural Research – SJAR, 2023, 10(4): 280-289.

− Mijwal A. K., Jasim H. M. Organic wastes and biotic factors and their effect on some indicators of potato growth and productivity Solanum tuberosum L. Karbala Journal of Agricultural Sciences, 2018, 5: (1).

− Moalla, M., A. Ahmed, O. Hammoudi and I.D. Ismail. Effect of the bacterial strain Bacillus subtilis FZB27 in controlling cucumber mosaic virus (CMV) in pepper plants grown under greenhouse conditions. Arab Journal of Plant Protection, 2020, 38(2): 130-136.

− Shuang,M., Sun,J., Teng,W. Identification and growth-promoting effect of endophytic bacteria in potato. Annals of Microbiology, Article number: (40), 2022, volume 72.

− Mcgregor, I. The fresh potato market. In: Vreugdenhil, D. (Ed.). Potato Biology and Biotechnology, Elsevier, Amsterdam, 2007, pp.3-36.

− Meena, ML., Gehlot, VS., Meena, DC., Kishor, S., Kishor, S., Kumar, S. and Meena, JK. Impact of biofertilizers on growth, yield and quality of tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) cv. Pusa Sheetal . Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry; 6(4), 2017, 1579-1583.

− Morovech, V.N., Afalinko, T.K., and BUTIMKIN, V.E. Potato production problems and protection from pests in the Far East region of Russia. Vestnik periodical, Vlade Vastock, 2008, 182-192.

− Ogut, M., ER, F., Kandemir, N. Phosphate solubilization potentials of soil Acineto bacter strains. Biol Fertil Soils, (46), 2010, (7):707–15. doi:10.1007/s00374-010-0475-7.

- Perrenoud, S. Fertilizing for high yield potato. IPI Bulletin 8. 2nd Edition. International potash institute, Basel, Switzerland, 1993, 159-162.
- Rana, J.S.G., Pandey, M. Impact of addition of biochar with Bacillus sp. On growth and yield of French beans. Scientia Horticulturae, (162), 2013, 351-356.
- Sanchez, A.S., Andreu,J.S., Juarez,M., Jorda,J., and Bermudez,D. Humic substances and amino acids improve effectiveness of chelate Fe EDDHA in Lemon trees. J. Plant Nutrit, (25), 2002, (11): 2433 – 2442.
- Savic,S. An agriculture pollutant: chemicalfertilizer. Int.Environ.Sci.Dev, 2012, 3:77-80.
- Shamrukh,M., Corapicioglu,M.Y., Hassona,F.A.A. Modeling the effect of chemical fertilizers on ground water quality in the Nile valley aquifer. Egypt Ground Water, (39), 2001, 59-67.
- Sheikh Suleiman Nasr . Effect of EM1 on the growth and productivity of Lettuce Lactuca sativa L.). Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series ,2018 , 40: (1) .
- Siddiqui, Z.A., Akhtar, M.S., Futai, K. Mycorrhizae: Sustainable agriculture and Forestry. Springer , Netherlands, 2006**,** p:287-302.
- Singh, M., . Biswas, S.K, Nagar, D., Lal, K. and Singh, J. Impact of Bio-fertilizer on Growth Parameters and Yield of Potato. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6(5), 2017, 1717-1724.
- Singh, S.K., Gupta, V.K. Influence of farmyard, nitrogen, and biofertilizer on growth, yield of tomato under a rain-fed condition in East Khasi hill district of Meghalaya. Agricultural Science Digest, (25), 2005, (4), 281-283.
- Singh, K. Response of potato (Solanum tuberosum) to biofertilizer and nitrogen under North-Eastern hill conditions. India J. Agron., (46), 2001, 375-379.
- Tabatabai, A., Arshad, M., Naderi, M. R. Effect Of Bio-Fertilization On Yield Of Potato Cultivar Marfona. International journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2(2), 2014, 272-278.
- Tank, N., and Saraf, M. Enhancement of plant growth and decontamination of nikelspiked soil using (PGPR). J.Basic Microbiol., (49), 2009, 195-204.
- White, P.J., Broadley, M.R., Greenwood, D.J., and Hammond, J.P. Proceedings of The International Fertiliser Society 568.Genetic modifications to improve phosphorus acquisition by roots. IFS :York, UK. ISBN 0853102058. 2005.
- Wichrowska, D., E. Wszelaczyńska; and Pobereżny, J. (2014). Effect of nutrient supply from different sources on some quality parameters of potato tubers. J. Elem. S., 2014, 217–230.
- Yazdani, M., Bahmanyar, M.A., Pirdashti, H., Esmaili, M.A. Effect of phosphate solubilization microorganisms (PSM) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and yield components of corn (Zea mays L.). Proceding of world academy science. J Engin technol , 2009, 2070-3740.
- Zaghloul, R.A. Bio fertilization and organic manuring efficiency on growth and yield of potato plants (Solanum tuberosum L.). Agri. Botany Department, Faculty of Agriculture, Moshtohor Zagazig University Banha Branch, Egypt, 2002, 70-94.