تأثير الرش بالمخصب العضوي"Savior" والتلقيح ببكتريا الرايزوبيوم في بعض مؤشرات النمو الخضري وتشكل العقد البكتيرية لنبات الفول الأخضر *Vicia Faba.* L

أماني محمد أحمد[1] و ياسر حماد[2] و متيادي بوراس[3]

(1). طالبة دراسات عليا– ماجستير في قسم البساتين–كلية الهندسة الزراعية– جامعة تشرين– اللاذقية– سوريا

(2). أستاذ مساعد في قسم علوم التربة– كلية الهندسة الزراعية– جامعة تشرين–اللاذقية– سوريا

(3). أستاذ في قسم البساتين– كلية الهندسة الزراعية– جامعة تشرين– اللاذقية– سوريا

(*للمراسلة الباحثة: أماني محمد أحمد mymya1920@gmail.com هاتف: 0935518502)

تاريخ الاستلام: 2023/12/2 تاريخ القبول: 2024/3/7

الملخص

هدف البحث إلى تقييم فعالية التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والرش بالمخصب العضوي (Savior) في تنشيط النمو النباتي وتشكل العقد البكتيرية الجذرية. استخدم من أجل ذلك الصنف Louze de Aunto من الفول الأخضر. نفذ البحث خلال عروة خريفية للموسم الزراعي 2022 في قرية رسيون (منطقة الحفة–محافظة اللاذقية). شمل البحث ست معاملات هي: الشاهد (نباتات غير معاملة)، ومعاملة تلقيح ببكتريا الرايزوبيوم، معاملتان للرش بالمخصب العضوي تركيز 2.5 و5 سم^3/ل، ومعاملتان للتلقيح ببكتريا الرايزوبيوم + الرش بالمخصب العضوي تركيز 2.5 و5 سم^3/ل على التوالي. اعتمد في تنفيذ البحث تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاثة مكررات للمعاملة الواحدة وبمعدل (15) نباتاً في المكرر الواحد. أظهرت الدراسة أن أفضل النتائج تحققت عند التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم + الرش بالمخصب العضوي تركيز 2.5 سم^3/ل في كافة المؤشرات المدروسة. فقد سجلت أعلى القيم في ارتفاع النبات (86) سم، ومتوسط عدد الفروع (9) فرعاً، وعدد أوراق النبات (89) ورقة/نبات، ومساحة المسطح الورقي (15432.6) سم^2، ودليله (6.4)، وفي محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي (1.846) مع/غ مادة طازجة، كما أظهرت هذه المعاملة تأثيراً فعالاً في تشكل العقد البكتيرية الجذرية تمثل في زيادة عدد العقد الجذرية الكلية (175) عقدة/نبات والفعالة (116) عقدة/نبات.

الكلمات المفتاحية: الفول الأخضر *Vicia Faba.*L، المخصب العضوي Savior، بكتريا الرايزوبيوم *Rhizobium Leguminosarum*، النمو الخضري، العقد البكتيرية

المقدمة:

تحتل الخضار موقعاً خاصاً بين المحاصيل الغذائية المختلفة، لأهميتها في تحقيق الأمن والاستقرار الغذائيين، ولقد شهدت زراعتها ومازالت تشهد تطوراً كبيراً في تحديث أساليب إنتاجها، لأن زيادة إنتاجها يعد مطلباً جاداً من أجل سداد الحاجة الاستهلاكية المتزايدة.

يعد الفول الأخضر "Faba bean (*Vicia Faba* L.)" من الفصيلة البقولية "Leguminoseae" أو الفولية "Fabaceae" من محاصيل الخضار الهامة محلياً، لأنه يشكل مصدراً هاماً لمواد غذائية عديدة يحتاج إليها جسم الإنسان من جهة، وأهميته في مجال التصنيع من جهة أخرى، الأمر الذي أدى إلى زيادة المساحة المزروعة منه على الصعيدين العالمي والمحلي؛ فعلى الصعيد العالمي تفيد إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة الدولية FAO ، (2020) أن المساحة الإجمالية المزروعة عالمياً بهذا المحصول قد ازدادت؛ إذ بلغت في العام (2022) نحو (257815) هكتاراً، أنتجت (1642153) طناً.

انسجاماً مع السعي نحو زراعة تقليدية تنتج غذاءً نظيفاً وآمناً من الملوثات، تزايد التركيز على تقليل الاعتماد على الأسمدة والمبيدات الكيميائية، مع التوجه نحو تطبيق التقنيات الزراعية الحديثة، بهدف رفع جودة المحاصيل وزيادة إنتاجها، مع الحفاظ على سلامتها الصحية.

لتحقيق ذلك انتشر في السنوات الأخيرة استخدام المخصبات العضوية ذات المنشأ النباتي الآمنة بيئياً وغير الضارة للإنسان والحيوان، والتلقيح البكتيري بوصفها تقانات حديثة تهدف إلى تنشيط النمو النباتي وزيادة الإنتاج والسلامة الغذائية للمنتج مما يزيد من فرصة استهلاكه وتسويقه محلياً.

في هذا السياق أشارت العديد من الدراسات إلى أن الرش الورقي بمخصبات عضوية دبالية أسهم في تنشيط النمو النباتي وزيادة الإنتاج للعديد من محاصيل الخضار، كالفاصولياء (El-Bassiony et al., 2010) والفول الأخضر (Afifi *et al*., 2010).

في هذا المنحى بينت نتائج Meganid وآخرون، (2015) في دراستهم لنبات الفاصولياء في ظروف الإجهاد الملحي، أن إضافة حمض الهيوميك (3 غ/ل) إلى التربة أدى إلى زيادة معنوية في وطول الجذور، وفي الوزن الرطب والجاف للمجموعين الجذري والخضري.

في سياق متصل أشارت دراسات عديدة أُجريت في الآونة الأخيرة ان استخدام مستخلصات الطحالب البحرية، التي تعد جيلاً جديداً من المركبات العضوية المحفزة للنمو والإنتاجية، أظهر فعالية كبيرة في تحفيز النمو الخضري (Fam *et al*., 2011)، وزيادة الإنتاج وتحسين نوعيته (Arthur *et al*., 2003) فضلاً عن زيادة قدرة النباتات على تحمل بعض الإجهادات البيئية الإحيائية منها واللاإحيائية (Zamani *et al*., 2013).

ظهرت أهمية التلقيح البكتيري من التوجهات العالمية الحديثة بوصفه أحد طرق التسميد الحيوي، التي تهدف إلى زيادة الإنتاجية المحصولية مع خفض تكاليف الإنتاج والوصول إلى منتج خال من الكيماويات، حيث أنه آمن على البيئة وصحة الإنسان.

تعد البكتريا العقدية المثبتة للآزوت الجوي من أقدم المخصبات العضوية وأكثرها استخداماً؛ إذ استخدمت بكتريا "Rhizobium SP" استخداماً واضحاً في مختلف أنحاء العالم بهدف زيادة إنتاج المحاصيل الزراعية (Struz *et al*., 2000).

في هذا المنحى بينت Silva and Uchida ، (2000) أنه من الصعب الاعتماد كلياً على بكتريا الرايزوبيوم الموجودة أصلاً في التربة لإحداث العدوى الذاتية للنبات؛ إذ وجد أن معظم الأراضي تحتوي على عدد قليل من بكتريا الرايزوبيوم ذات الكفاءة العالية في إحداث العدوى ومن ثم الإصابة.

بدورها وجدت دواي، (2012) أن تلقيح الحمص ببكتريا "Rhizobium" أدى إلى تحسين إنتاجية النبات من الحبوب بمقدار 117% مقارنة مع نباتات الشاهد، كما أدى إلى زيادة نسبة البروتين في الحبوب من 12.4% في نباتات الشاهد إلى 20.7% في النباتات الملقحة بالبكتريا .

نظراً لأهمية محصول الفول الأخضر في الزراعة المحلية حيث يشغل مساحة تقارب 8000 هكتار، فضلاً عن قيمته الغذائية المرتفعة وأهميته التصنيعية. ونتيجة لانخفاض إنتاجية وحدة المساحة المحلية (8914 كغ/هـ) (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية،2020)، مقارنة بإنتاجية وحدة المساحة عالمياً (23276 كغ/هـ) حسب (FAO STAT 2020). وبما أن التوجه العالمي الآن نحو التقليل من كميات الأسمدة الكيميائية المضافة والمحافظة على نظافة البيئة وصحة الإنسان، وفي محاولة لزيادة إنتاجية هذا المحصول من أجل سد الحاجة الاستهلاكية المضطردة وتلبية الطلب المتزايد عليه لدخوله صناعة الحفظ بالتعليب. كان لابد من البحث عن وسائل وتقانات آمنة بيئياً يمكن بواسطتها تنشيط النمو النباتي وزيادة الإنتاج كماً ونوعاً. بناء على ذلك هدف البحث إلى: تقييم فعالية المعاملة بالمخصب العضوي SAVIOR والتلقيح ببكتريا الرايزوبيوم في تنشيط النمو النباتي وتشكل العقد البكتيرية وتحديد المعاملة الأكثر فعالية لتحقيق الهدف المشار إليه.

مواد البحث وطرائقه:

- **المادة النباتية:** استخدم في تنفيذ الدراسة الصنف الإسباني **(Louze de aunto)** من الفول *Vicia Faba*. L والذي يتسم بالصفات الآتية: مبكر النضج، إنتاجه مرتفع، جودته عالية، قرونه الطويلة، عدد البذور في القرن يتراوح من (5 –7) بذور.
- **مكان تنفيذ البحث وتربة الزراعة:** نفذ البحث في تربة حقل زراعي في قرية رسيون التابعة لمنطقة الحفة في محافظة اللاذقية خلال العروة الخريفية للموسم الزراعي2022.

أظهرت نتائج التحليل (الجدول1) أن تربة الموقع طينية، مائلة للقلوية، قليلة الملوحة، محتواها جيد من المادة العضوية، قليلة المحتوى من الآزوت المعدني ومتوسطة بالفوسفور وجيدة المحتوى من البوتاسيوم المتاحين، وجمعت خصائصها في الجدول (1).

الجدول (1): الخواص الخصوبية للتربة المستخدمة.

العمق	معلق 1:2.5		غرام/100غ تربة	ppm			ميكانيكي %		
	PH	EC ميليموس/سم	المادة العضوية	الآزوت المعدني	الفوسفور المتاح	البوتاس المتاح	رمل	سلت	طين
0 – 30 سم	7.53	0.79	2.35	6	22	278	18	33	49

- **المواد المستخدمة في الدراسة:**

1. المخصب العضوي سافيور Savior:

مخصب عضوي على شكل سائل يحتوي كربون عضوي بنسبة 18% على صورة مركبات دبالية (حامض الهيوميك وحامض الفولفيك) ومركبات غير دبالية (أحماض أمينية)، غني بمضادات الأكسدة الطبيعية وأوميغا 3، مزود بالعناصر الغذائية الأساسية N : P : K بنسبة 10 :10 :10 ومجموعة من العناصر المعدنية الصغرى بصورة الشيلات ومنها Mg، Fe، Zn .

2. معلق بكتيري للسلالة البكتيرية *Rhizobium Leguminosarum* تركيز 10^9 خلية/مل، المعزولة من جذور نباتات الفول المعزولة والمحفوظة ضمن مخابر قسم علوم التربة والمياه في كلية الهندسة الزراعية– جامعة تشرين.

- **المعاملات:** شمل البحث ست معاملات:
- المعاملة الأولى (T1): الشاهد (نباتات غير معاملة).
- المعاملة الثانية (T2): تلقيح النباتات بالمعلق البكتيري لبكتريا *Rhizobium Leguminosarum* بمعدل 10 مل/ نبات.
- المعاملة الثالثة (T3): رش النباتات بالمخصب العضوي Savior بتركيز (2.5) سم^3/ل.
- المعاملة الرابعة (T4): رش النباتات بمحلول المخصب العضوي Savior بتركيز (5) سم^3/ل.
- المعاملة الخامسة (T5): تلقيح النباتات بمعلق الرايزوبيوم بمعدل 10 مل/ نبات + رش النباتات بالمخصب العضوي Savior تركيز 2.5 سم^3/ ل
- المعاملة السادسة (T6): تلقيح النباتات بمعلق الرايزوبيوم بمعدل 10 مل/ نبات + رش النباتات بالمخصب العضوي Savior تركيز 5 سم^3/ ل

تم التلقيح بالرايزوبيوم مرتين، الأولى عند زراعة البذور والثانية بعد الإنبات ب 15 يوماً، كما تم الرش بالمخصب العضوي Savior مرتين الأولى بعد 20 يوم من الإنبات، والثانية بعد 15 يوماً من الرشة الأولى.

- **موعد الزراعة وإعداد الأرض وتجهيزها للزراعة:** جرى إعداد الأرض للزراعة بإضافة السماد العضوي الجاف بمعدل 150 غ/م^2. وبعد خلط التربة وتسوية سطحها جري تقسيمها إلى مساكب أبعادها (2.5 × 1.5) م، ومن ثم تمت زراعة البذور وذلك ببداية شهر تشرين الأول في خطوط أحادية تتباعد عن بعضها مسافة 60 سم وبين الحفرة والأخرى 40 سم على نفس الخط وبكثافة 4.16 نبات/م^2، كما تم ري الأرض مرتين بعد الزراعة بفاصل أسبوع بين الرية والأخرى قبل هطول الأمطار.
- **تصميم التجربة والتحليل الإحصائي:**

اتبع في تنفيذ البحث تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، حيث شمل البحث ست معاملات بثلاث مكررات للمعاملة الواحدة، وبمعدل 15 نباتاً في المكرر الواحد.

تم تحليل النتائج باستخدام برنامج التحليل الإحصائي Gen stat 12. ولمقارنة الفروقات بين المتوسطات تم حساب قيمة أقل فرق معنوي LSD عند مستوى الثقة 5 %.

- **القراءات والقياسات:** تم أثناء الدراسة تسجيل القراءات التالية:
- **مؤشرات النمو الخضري:** عند الإزهار الأعظمي

1. ارتفاع النبات (سم).
2. عدد الفروع (فرع/نبات)
3. عدد أوراق النبات (ورقة/نبات).

4. مساحة المسطح الورقي للنبات (سم²). تم حسابها بطريقة (Peksen., 2007) وفق العلاقة التالية:

$$S= (0.919+0.682*L*W)*M*N$$

حيث:

S: مساحة المسطح الورقي للنبات (سم^2). L: أقصى طول للوريقة (سم).

W: أقصى عرض للوريقة (سم) .M: عدد الوريقات في كل ورقة (وريقة/ورقة)

N: عدد الأوراق على النبات (ورقة/نبات).

5. دليل مساحة المسطح الورقي للنبات، تم حسابه بالعلاقة التالية (Beadle *et al., 1989*)

مساحة المسطح الورقي للنبات / مساحة الأرض التي يشغلها.

- **تشكل العقد البكتيرية على جذور نبات الفول الأخضر وتحديد فعاليتها وشملت:**

1. عدد العقد البكتيرية الجذرية الكلية.
2. عدد العقد البكتيرية الجذرية الفعالة وغير الفعالة: وقد تم التمييز بين العقد البكتيرية الفعالة وغير الفعالة بالاعتماد على الطريقة اللونية حيث أن العقد ذات اللون الأبيض غير فعالة، والعقد ذات اللون الوردي الفاتح فعالة.

- **التحاليل الكيميائية وشملت:** تقدير محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي، والكلوروفيل (a,b) في مرحلة الإزهار. (Tretiakov., 1990).

النتائج والمناقشة:

أولاً: تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والرش بالمخصب العضوي Savior في بعض مؤشرات النمو الخضري لنبات الفول الأخضر *Vicia Faba* الصنف (Louze de aunto).

- **ارتفاع النبات (سم):**

تأتي أهمية هذه الصفة من خلال ارتباطها بكثافة المجموع الخضري، و تشير المعطيات التي انتهت إليها الدراسة (الجدول2) إلى تفوق النباتات المعاملة كافة على نباتات الشاهد في هذه الصفة، إذ تراوح ارتفاع الساق الرئيسية للنباتات المعاملة بين (68–86) سم مقابل 49 سم في نباتات الشاهد، بالمقارنة بين المعاملات تبين النتائج أن النباتات الملقحة ببكتريا الرايزوبيوم والمعاملة بالمخصب العضوي (2.5 سم^3/ل)معاً حققت أفضل النتائج وتفوقت على باقي المعاملات بقيمة بلغت (86 سم) وهي الأعلى، تلتها النباتات المعاملة بالمخصب العضوي (2.5سم^3/ل) منفرداً وبقيمة بلغت (82سم) بينما سجل أدنى ارتفاع للساق في النباتات الملقحة ببكتريا الرايزوبيوم منفرداً بقيمة بلغت (68 سم) وهي الأقل ارتفاعاً.

- **عدد الفروع على النبات (فرع/نبات):**

توضح المعطيات المبينة في الجدول (2) تفوق النباتات المعاملة كافة على نباتات الشاهد، حيث تراوح متوسط عدد الفروع في النباتات المعاملة بين (5-9) فرعاً على النبات مقابل (4) فرعاً في نباتات الشاهد.

وبدراسة تأثير المعاملات المستخدمة تشير النتائج إلى أن النباتات الملقحة بالبكتريا والمعاملة بالمخصب العضوي تركيز (2.5سم^3/ل) معاً حققت أفضل النتائج وتفوقت معنوياً على باقي المعاملات حيث سجلت قيمة بلغت (9) فرعاً /نبات، تلتها النباتات المعاملة بالمخصب العضوي (2.5سم^3/ل) منفرداً بقيمة بلغت (8) فرعاً/ نبات، بينما سجل أدناها في النباتات الملقحة ببكتريا الرايزوبيوم منفرداً بقيمة بلغت 5 فرعاً/نبات.

- **عدد أوراق النبات (ورقة/نبات):**

تأتي أهمية هذه الصفة من خلال ارتباطها بكثافة المجموع الخضري ومساحة المسطح الورقي للنبات، وتظهر النتائج في الجدول (2) تفوق النباتات المعاملة كافة على نباتات الشاهد، حيث تراوح متوسط عدد الأوراق في النباتات المعاملة بين (70 و89) ورقة مقابل (56) ورقة في نباتات الشاهد.

بالمقارنة بين المعاملات المختلفة تشير النتائج أن النباتات الملقحة بالبكتريا والمعاملة بالمخصب العضوي (2.5سم^3/ل) معاً حققت أفضل النتائج وتفوقت معنوياً على باقي المعاملات حيث سجلت قيمة بلغت (89) ورقة/نبات وهي الأعلى، تليها النباتات المعاملة بالمخصب العضوي (2.5سم^3/ل) منفرداً بقيمة بلغت (85) ورقة/نبات وبفروق معنوية، بينما سجل أدناها في النباتات الملقحة ببكتريا الرايزوبيوم منفرداً بقيمة بلغت 70 ورقة وهو الأقل عدداً.

- **مساحة المسطح الورقي للنبات (سم^2):**

تعد المساحة الورقية للنبات مقياساً لقدرة النبات على التمثيل الضوئي، لذا فإن التباينات في مساحة المسطح الورقي للنبات بين المعاملات تعكس الاختلاف في قدرة النبات بتلك العملية وتظهر المعطيات في الجدول (2) ان معاملة النباتات لم تؤثر في ارتفاع النبات وعدد الأوراق فحسب وإنما في مساحة المسطح الورقي للنبات حيث تراوح متوسط مساحة المسطح الورقي للنباتات المعاملة بين (7107.5 – 15432.6) سم^2 مقابل (3609.4) سم^2 لنباتات الشاهد.

بالمقارنة بين المعاملات تظهر النتائج أن الفرق بينها كان معنوياً، وأن أفضل قيمة سجلت عند النباتات الملقحة ببكتريا الرايزوبيوم و المعاملة بالمخصب العضوي (2.5 سم^3/ ل) بقيمة بلغت (15432.6) سم^2 وهي الأكبر، حيث تفوقت معنوياً على باقي المعاملات، تلتها النباتات المعاملة بالمخصب العضوي (2.5سم^3/ل) منفرداً وبتفوق معنوي بقيمة بلغت (12707.5) سم^2، بينما سجلت أدنى مساحة ورقية في النباتات الملقحة بالبكتريا بقيمة بلغت (7107.5) سم^2 وهي الأقل بين المعاملات.

- **دليل المسطح الورقي:**

تظهر النتائج وجود تباين في دليل مساحة المسطح الورقي بين المعاملات المختلفة. فبينما بلغت قيمة الدليل (1.5) في نباتات الشاهد، ارتفعت في النباتات المعاملة لتتراوح بين (3.1–6.4)، وبالمقارنة بين المعاملات تشير النتائج إلى تفوق معنوي واضح للتلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والمعاملة بالمخصب العضوي (2.5سم^3/ل) معاً بقيمة بلغت (6.4)، تلتها النباتات المعاملة بالمخصب العضوي (2.5سم^3/ل) منفرداً بقيمة بلغت (5.3)، بينما كانت القيمة الأدنى في دليل المساحة في النباتات الملقحة بالبكتريا منفرده حيث بلغت (3.0) فقط وهي الأقل.

يتبين من النتائج السابقة أن التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم + الرش بالمخصب العضوي (2.5) سم^3/ل حقق أفضل النتائج حيث أدى إلى زيادة معدل نمو نباتات الفول والمتمثلة بزيادة ارتفاع النبات وعدد الفروع من جهة وزيادة مساحة المسطح الورقي ودليله من جهة أخرى.

ربما تعزى الزيادة الحاصلة في مؤشرات النمو الخضري إلى محتوى المخصب العضوي من الأحماض الدبالية والأمينية وتأثيرها في مجمل العمليات الفيزيولوجية والحيوية المختلفة داخل النبات حيث تدخل هذه المواد في سلسلة تفاعلات استقلابية من شأنها تنشيط عملية التمثيل الضوئي وترفع وتيرته.

الجدول (2): تأثير كل من التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والرش بالمخصب العضوي Savior في بعض مؤشرات النمو الخضري لنبات الفول الأخضر *Vicia faba* الصنف (Louze de aunto).

المعاملات	ارتفاع النبات (سم)	عدد الفروع على النبات (فرع/نبات)	عدد أوراق النبات (ورقة/نبات)	مساحة المسطح الورقي للنبات (سم^2/نبات)	دليل المسطح الورقي
T1 الشاهد (نباتات غير معاملة)	f 49	e 4	d 56	e 3690.4	e 1.5
T2 رايزوبيوم 10 مل/نبات	e 68	d 5	c 70	d 7107.9	d 3.0
T3 رش Savior تركيز 2.5سم^3/ل	b 82	b 8	b 85	b 12707.5	b 5.3
T4 رش Savior تركيز 5 سم^3/ل	d 70	c 6	c 72	c 7962.3	c 3.3
T5 رايزوبيوم 10 مل/نبات + رش Savior تركيز 2.5 سم^3/ل	a 86	a 9	a 89	a 15432.6	a 6.4
T6 رايزوبيوم بمعدل 10 مل/نبات + رش Savior تركيز 5 سم^3/ل	c 72	c 6	c 73	c 8402.3	c 3.5
L.S.D 5%	1.9	0.5	3.4	736.2	0.2
معامل الاختلاف C.V %	3.4	2.1	3.7	8.3	2.9

من جهة أخرى لا يقل الآزوت الذي تثبته بكتريا الرايزوبيوم بشكل متاح للنبات أهمية في هذا المجال نظراً لتأثيره في العمليات الحيوية حيث يدخل في تركيب عدد كبير من المركبات العضوية الهامة كعملية التمثيل الضوئي والبناء البروتوبلازمي، وبالنتيجة تؤدي هذه التداخلات جميعها إلى تحفيز النمو الخضري كزيادة ارتفاع النبات، عدد الأوراق، وزيادة مساحة المسطح الورقي ودليله.

تتماشى هذه النتيجة مع ما توصل إليه (Abdel ghany*et al.*, 2013) حول تأثير الرش بالأحماض الدبالية والأمينية في تنشيط النمو الخضري لنبات الفول Vicia faba وزيادة إنتاجه.

كما تنسجم مع ما توصلت إليها شرمك (2015) من أن التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم أعطى دوراً مميزاً في تحفيز النمو الخضري لنبات الفاصولياء Phaseolus vulgaris.

ثانياً: تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والرش بالمخصب العضوي Savior في محتوى أوراق نباتات الفول الأخضر الصنف الإسباني من الكلوروفيل.

تتوقف كفاءة النباتات في امتصاص الضوء على كمية الكلوروفيل بوحدة المساحة من الورقة، وتشير النتائج المدونة في الجدول (3) إلى تفوق النباتات المعاملة كافة ماعدا المعاملة (4) وبفروق معنوية على نباتات الشاهد في محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي، إذ سجل محتوى الأوراق في نباتات الشاهد من الكلوروفيل الكلي (1.220) مغ/غ مادة طازجة، أما المعاملة بالمخصب العضوي(5سم^3/ل) كانت (1.255)، في حين تراوحت قيمة المحتوى الكلي من الكلوروفيل في المعاملات المختلفة بين (1.479–1.846) مغ/غ مادة طازجة.

لدى المقارنة بين المعاملات المختلفة يتبين أن تأثيرها في كمية الكلوروفيل الكلي كان متبايناً. وأن أفضل النتائج سجلت في معاملة التلقيح بالبكتريا + الرش بالمخصب العضوي تركيز 2.5 سم^3/ل حيث بلغت الكمية الكلية من الكلوروفيل في هذه المعاملة (1.846) مغ/غ مادة طازجة تلتها معاملة التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم بمفرده وبفروق غير معنوية بقيمة بلغت (1.6) مغ/غ وزن رطب ثم المعاملة بالمخصب العضوي منفرداً تركيز 2.5 سم^3/ل بقيمة بلغت 1.522 مغ/غ مادة طازجة.

لم يقتصر تفوق النباتات المعاملة على نباتات الشاهد بمحتوى الأوراق الكلي من الكلوروفيل فحسب، وإنما في كمية الكلوروفيل (A) أيضاً، فقد تراوحت الكمية (كلوروفيل A) في أوراق النباتات المعاملة بين (0.928–1.345) مغ/غ مادة طازجة مقابل (0.894)

مع/غ مادة طازجة في أوراق نباتات الشاهد، وتشير هذه النتائج إلى تفوق النباتات المعاملة كافة باستثناء التلقيح بالمخصب العضوي (5سم^3/ل) على نباتات الشاهد.

بالمقارنة بين المعاملات كانت النباتات الملقحة بالبكتريا + المعاملة بالمخصب العضوي تركيز 2.5 سم^3/ل هي الأفضل حيث بلغت كمية كلوروفيل A في هذه المعاملة قيمة بلغت (1.345) مغ/غ وزن رطب، تلتها معاملة التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم بمفرده بقيمة بلغت (1.221) مغ/غ وزن رطب ثم المعاملة بالمخصب العضوي منفرداً تركيز 2.5 سم^3/ل بقيمة بلغت (1.155) مغ/غ وزن رطب. ربما يعزى السبب في فعالية التلقيح بالبكتريا + الرش بالمخصب العضوي (2.5سم^3/ل) بزيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل إلى محتوى المخصب العضوي من الأحماض الأمينية التي تدخل في تركيب البلاستيدات الخضراء، وربما تعود أيضاً إلى دور العناصر الغذائية الموجودة في هذا المخصب، وتلك التي توفرها البكتريا بشكل متاح للنبات، لا سيما عنصر الآزوت الذي يدخل في تركيب الأحماض الأمينية وتركيب جزيء الكلوروفيل مما يزيد من محتوى الأوراق من الكلوروفيل (Myint *et al.*, 2010).

قد يعزى السبب أيضاً في زيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل في هذه المعاملة إلى الدور الفعال للبكتريا في إنتاج منظمات النمو كالأوكسينات والسيتوكينينات التي تمنع أكسدة فيتامين (E,C) في الكلوروبلاست مما يزيد من كفاءة التمثيل الضوئي (Dell.,2003).

الجدول (3): تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والرش بالمخصب العضوي Savior في محتوى أوراق نبات الفول الأخضر *Vicia faba* الصنف (aunto de Louze) من الكلوروفيل.

المعاملات	كمية الكلوروفيل الكلي مغ/غ وزن رطب	كمية الكلوروفيل (A) مغ/غ وزن رطب	كمية الكلوروفيل (B) مغ/غ وزن رطب
T1 الشاهد (نباتات غير معاملة)	d 1.220	d 0.849	c 0.326
T2 رايزوبيوم 10 مل/نبات	b 1.600	b 1.221	b 0.379
T3 رش Savior تركيز 2.5سم^3/ل	bc 1.522	bc 1.155	b 0.367
T4 رش Savior تركيز 5 سم^3/ل	d 1.255	d 0.928	c 0.327
T5 رايزوبيوم 10 مل/نبات + رش Savior تركيز 2.5 سم^3/ل	a 1.846	a 1.345	a 0.501
T6 رايزوبيوم بمعدل 10 مل/نبات + رش Savior تركيز 5 سم^3/ل	c 1.479	c 1.080	b 0.399
L.S.D 5%	0.10	0.08	0.04
معامل الاختلاف % C.V	6.7	5.3	4.1

ثالثاً: تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والرش بالمخصب العضوي Savior في تشكل العقد البكتيرية على جذور نبات الفول الأخضر *Vicia faba* الصنف (aunto de Louze).

تظهر النتائج المدونة في الجدول (4) أن تأثير التلقيح بالبكتريا والرش بالمخصب العضوي لم يقتصر في النمو النباتي فحسب، وإنما انعكس إيجاباً في تشكل العقد البكتيرية الكلية على جذور النبات، إذ تشير المعطيات أن النباتات المعاملة كافة تفوقت على نباتات الشاهد إذ تراوح العدد الكلي للعقد البكتيرية على جذور نباتاتها بين (124–175) عقدة/نبات مقابل (98) عقدة/نبات في جذور نباتات الشاهد.

بالمقارنة بين المعاملات المختلفة تشير النتائج أن النباتات الملقحة بالبكتريا والمرشوشة بالمخصب العضوي تركيز 2.5 سم³ /ل معاً سجلت أفضل النتائج وبفروق معنوية بقيمة بلغت (175) عقدة/نبات، تلتها النباتات الملقحة بالبكتريا منفردة فقط بقيمة بلغت (148) عقدة/نبات تلتها النباتات المرشوشة بالمخصب العضوي تركيز 2.5 بمفرده حيث سجل قيمة بلغت (137) عقدة/نبات.

لم يقتصر تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والمعاملة بالمخصب العضوي في التعداد الكلي للعقد البكتيرية، إنما تعداها أيضاً على تعداد العقد البكتيرية الفعالة فقد أظهرت النتائج في الجدول (4) زيادة أعداد العقد البكتيرية الفعالة على جذور النباتات المعاملة كافة مقارنة مع نباتات الشاهد حيث تراوح عدد العقد البكتيرية الفعالة في جذور النباتات المعاملة بين (82 و116) عقدة/نبات مقابل (52) عقدة على جذور نباتات الشاهد.

بالمقارنة بين المعاملات المختلفة تشير النتائج أن النباتات الملقحة بالبكتريا والمعاملة بالمخصب العضوي (2.5) سم³ /ل معاً تفوقت معنوياً على باقي المعاملات وسجلت أفضل النتائج بقيمة بلغت (116) عقدة/نبات، تلتها النباتات الملقحة بالبكتريا فقط بقيمة بلغت (104)عقدة/نبات، وبفروق غير معنوية عن النباتات المرشوشة بالمخصب العضوي تركيز (2.5) بمفرده بقيمة بلغت (98) عقدة/نبات، وأخيراً جاءت النباتات المعاملة بالمخصب العضوي تركيز 5سم³/ل لوحده بقيمة بلغت (82)عقدة/نبات، وهكذا يتبين أن أعلى القيم سجلت عند المعاملة بالمخصب العضوي بتركيز 2.5 والتلقيح ببكتريا الرايزوبيوم معاً بقيمة بلغت 116 عقدة، بينما سجل أدناها عند المعاملة بالمخصب العضوي تركيز 5سم³ / ل بمفرده بقيمة بلغت 82 عقدة

جدول (4): تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والرش بالمخصب العضوي Savior في تشكل العقد البكتيرية على جذور نبات الفول الأخضر *Vicia faba* الصنف (aunto de Louze).

المعاملات	عدد العقد البكتيرية الكلية (عقدة/نبات)	عدد العقد البكتيرية الفعالة(عقدة/نبات)	عدد العقد البكتيرية غير الفعالة (عقدة/نبات)
T1 الشاهد (نباتات غير معاملة)	e 98	e 52	d 46
T2 رايزوبيوم 10 مل/نبات	b 148	b 104	f 40
T3 رش Savior تركيز 2.5سم³/ل	c 137	b 98	a 69
T4 رش Savior تركيز 5 سم³/ل	d 124	d 82	e 42
T5 رايزوبيوم 10 مل/نبات + رش Savior تركيز 2.5 سم³/ل	a 175	a 116	b 59
T6 رايزوبيوم بمعدل 10 مل/نبات + رش Savior تركيز 5 سم³/ل	c 140	c 91	c 49
L.S.D 5%	7.8	6.4	1.8
معامل الاختلاف C.V %	5.3	4.2	3.1

يتبين من النتائج السابقة أن التلقيح بالمخصب البكتيري والمعاملة بالمخصب العضوي (2.5 سم³/ل) أدى بشكل عام إلى زيادة في عدد العقد البكتيرية الكلية والفعالة، وإن الزيادة الحاصلة في عدد العقد البكتيرية نتيجة التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والرش بالمخصب العضوي ربما تعود إلى محتوى المخصب العضوي من الأحماض الدبالية والأمينية وتأثيرها في مجمل العمليات الفيزيولوجية والحيوية

داخل النبات حيث تعمل هذه المواد على زيادة فعالية بكتريا الرايزوبيوم وكفاءتها في تثبيت الآزوت مما يؤدي إلى زيادة عدد العقد البكتيرية وفعاليتها.

تنسجم هذه النتائج مع ما توصل إليه Ketema and Tefera., (2022) والتي أظهرت أن التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم أثر بشكل كبير في عدد العقد البكتيرية على النبات، وتتماشى أيضاً مع ما أشار إليه Gedamu *et al*., (2021) من أن تلقيح نباتات الفول ببكتريا الرايزوبيوم أدى إلى زيادة عدد العقد البكتيرية بشكل ملحوظ على النبات.

بناءً على ما تقدم يمكن أن نستنتج ما يلي:

أظهرت الدراسة أن التلقيح بالبكتريا والرش بالمخصب العضوي تركيز 2.5سم^3/ل معاً تفوقاً معنوياً واضحاً على المعاملات الأخرى في مؤشرات النمو الخضري (ارتفاع النبات، عدد الفروع، عدد الأوراق، مساحة المسطح الورقي ودليله) و كمية الكلوروفيل الكلي، وعدد العقد البكتيرية الكلية والفعالة.

المراجع:

دواي، غرام. (2012). أثر التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم لسلالتين معزولتين محلياً في نمو وإنتاجية نباتات الحمص. جامعة تشرين. اللاذقية. سورية.

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2020). الجمهورية العربية السورية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي– مديرية التخطيط والإحصاء– قسم الإحصاء.

Abdel Ghany, T. M.; Alawlaqi, M. M.; Al Abboud.2013. M. A. Role of Biofertilizers in Agriculture: A Brief Review. Review Article. Mycopath 11, 2. p 95-101.

Afifi, M. H. M., Mohamed, M. F., & Shaaban, S. H. A. (2010). Yield and nutrient uptake of some faba bean varieties grown in newly cultivated soil as affected by foliar application of humic acid. Journal of Plant Production, 1(1), 77-85.

Arthur, G.D., Stirk, W.A., Van Staden, J. (2003). Effect of seaweed concentrates on the growth and yield of three varieties of Capsicum annum. South. Afr. J Bot, 69: 207-211.

Beadle, L; Bingham,M and Guerrero,M. 1989. Techniquesu in Bioproductivity and photosynthesis. Pregamon Press, Oxford New York, Toronto, 125-129.

El-Bassiony, A. M., Fawzy, Z. F., Abd El-Baky, M. M. H., & Mahmoud, A. R. (2010). Response of snap bean plants to mineral fertilizers and humic acid application. Res. J. Agric. Biol. Sci, 6(2), 169-175.

Fam, D., Hodges, D.M., Zhang, J., Kirby, C.W., Ji, X., Locke, S.J., Critchley, A.T., Prithiviraj, B. (2011). Commercial extract of the brown seaweed Ascophyllum nodosum enhances phenolic antioxidant content of spinach (Spinacia oleracea L.) which protects Caenorhabditis elegans against oxidative and thermal stress. Food Chemistry, 124(1), 195-202.

FAOSTAT, (2020). UN Food &Agriculture Organization. http//www.fao.org/faostat/en/#data/QC.

Gedamu, S.A., Tsegaye, E.A., Beyene, T.F. (2021). Effect of rhizobial inoculants on yield and yield components of faba bean (vicia faba L.)on vertisol of wereillu Distrect, south wollo, Ethiopia.CABI Agriculture and Bioscience, 2:1-10.

Ketema, P., & Tefera, T.(2022).Effectiveness of rhizobium on faba bean (Vicia faba L.) at gumer district, highland area of southern Ethiopia. Ukrainian journal of ecology., 2022, 12(1), 13-18.

Meganid, A. S., Al-Zahrani, H. S., & El-Metwally, M. S. (2015). Effect of humic acid application on growth and chlorophyll contents of common bean plants (Phaseolus vulgaris L.) under salinity

stress conditions. International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology, 4(5), 2651-2660.

Myint, A. K. Yamakawa, T., Kajihara, Y. & Zenmyo, T. 2010. Application of different organic and mineral fertilizers on the growth, yeiled, and nutrient accumulation of rice in a Japanese ordinary paddy field science world journal .5(2);47-54.

O'Dell, C, 2003. Natural plant hormones are bio stimulants helping plants divelop high antioxidant Activity for muiltiple benefits virginia vegetable, Small fruit and speciality crops, 2(6),1-3.

Peksen. E., 2007. Non-destructive leaf area estimation model for faba bean (Vicia Faba L.) Sci, Hortic., 113: 322-328.

Silva, J. A., & Uchidi, R. (2000). Biological nitrogen fixation: Nature's partnership for sustainable agricultural production. Plant nutrient management in Hawaii's soils, approaches for tropical and Resources, Univ. of Hawaii, Manoa, 121-126.

Struz, A. V., Christie, B. R., & Nowak, J., (2000). Bacterial endophytes: potential role in developing sustainable systems of crop production. Critical reviews in plant sciences, 19(1), 1-30.

Tretiakov H. H., 1990. Praktikym po fiziologi rasteni. Agropromizdat, M., 271P.

Zamani.S., Khorasaninejad. S., Kashefi.B. (2013). The importance Role of Seaweeds of Some Characters of Plant. IJACS, 5 (16): 1789-1793.

Effect of spraying with the organic fertilizer "Savior" and inoculation with "*Rhizobium Bacteria*" on some green growth indicators and nodule formation in green broad beans "*Vicia Faba* L."

Amany Mohammed Ahmad[(1)*], Yaser Hamad[(2)] and Mitiady Boras[(3)]

(1) MSc, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria

(2) Associated Doctor, Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

(3) Professor in the Department of Horticulture, Faculty of Agriculture Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

(*Corresponding Author: A. M. Ahmad, mymya1920@gmail.com, Mob.: 0935518502)

Received: 2/12/2023 Accepted:7/3/2024

Abstract

The research aimed to evaluate the effectiveness of inoculation with "Rhizobium bacteria" and spraying the organic fertilizer "Savior" in stimulating plant growth and promoting the formation of root bacterial nodules. The study utilized the "Louze de Aunto" type of green beans. The research was conducted during the autumn season of the 2022 agricultural year in the village of "Raseon" in "Haffa" region, Latakia Governorate. The study involved six treatments: A control, (untreated plants), a treatment with "Rhizobium" inoculation, two treatments for spraying organic fertilizer at the degree of 2.5 and 5 cm^3/L, and two treatments for Rhizobium inoculation, plus organic fertilizer spraying at the degree of 2.5 and 5 cm^3/L, respectively. The research employed a complete randomized block design with three replicates for each treatment, with a rate of 15 plants per replicate. The results of the study indicated that the best outcomes were observed when inoculating with "*Rhizobium*" bacteria, in addition to spraying the organic fertilizer "Savior" at the degree of 2.5 cm^3/L in all the assessed indicators. The treatment recorded the highest values in plant height 86 cm, average number of branches, 9 branches, number of plant leaves 89 leaves/plant, leaf area (15432.6 cm^2, and its index 6.4. In the total chlorophyll content of the leaves (1.846)/g of fresh matter. Additionally, this treatment demonstrated an effective impact on the formation of root bacterial nodules, represented by an increase in the total number of root nodules 175 nodules/plant and effective nodules 116 nodules/plant.

Keywords: green beans (*Vicia Faba* L.), Savior organic fertilizer, *Rhizobium Leguminosarum* bacteria, vegetative growth, bacterial nodules.