

تأثير الرش بالمخصب العضوي "Savior" والتلقيح ببكتريا الرايزوبيوم في بعض المؤشرات الثمرية والإنتاجية ونوعية القرون لنبات الفول الأخضر *Vicia Faba. L*

أمانى محمد أحمد⁽¹⁾ و د. ياسر حماد⁽²⁾ و أ.د. 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

(أمانى محمد أحمد البريد الإلكتروني: mymya1920@gmail.com هاتف: 0935518502)

تاريخ القبول: 2025/3/9

تاريخ الاستلام: 2024/11/14

الملخص

هدف البحث إلى تقييم فعالية التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والرش بالمخصب العضوي (Savior) في تنشيط النمو الزهري وتأثيره على الإنتاجية ونوعية القرون. 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، ومعاملتان للرش بالمخصب العضوي تركيز 2.5 و 5 سم³/ل، ومعاملتان للتلقيح ببكتريا الرايزوبيوم + الرش بالمخصب العضوي تركيز 2.5 و 5 سم³/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 سم³/ل في كافة المؤشرات المدروسة. فقد سجلت أعلى القيم في عدد الأزهار (185 زهرة/ نبات)، عدد القرون (76 قرن/ نبات)، إنتاج النبات (1672 غ/ نبات)، الكفاءة النسبية للإنتاجية (43.5%). كما أظهرت تأثيراً فعالاً في تحسين نوعية القرون؛ إذ ساهمت في زيادة محتوى القرون من المادة الجافة (17.9%)، نسبة البروتين (7.9%)، إضافة إلى زيادة نسبة العناصر الغذائية (نسبة الرماد) (1.23%).

الكلمات المفتاحية: الفول الأخضر *Vicia Faba. L*، المخصب العضوي Savior، بكتريا الرايزوبيوم *Rhizobium Leguminosarum*، الإنتاجية، النوعية.

المقدمة:

يعد الفول الأخضر *Faba bean* (*Vicia Faba.L*) من الفصيلة البقولية *Leguminoseae* أو الفولية *Fabaceae* أحد محاصيل الخضار الهامة محلياً، لأنه يشكل مصدراً هاماً للعديد من المواد الغذائية التي يحتاجها جسم الإنسان من كربوهيدرات وبروتينات وألياف وفيتامينات وأملاح معدنية. وقد أدى تزايد الطلب على استهلاكه إلى الإسراف في إضافة الأسمدة الكيميائية، التي ساهمت في زيادة النمو والإنتاجية وارتفاع الآثار السلبية على البيئة.

تماشياً مع الوصول إلى الزراعة النظيفة، ولتجنب أخطار الزراعة التقليدية وتوفير غذاء صحي. توجه الاهتمام إلى ترشيد استخدام تلك الأسمدة والمبيدات الكيميائية والاهتمام بالتقانات الزراعية الحديثة بهدف توفير غذاء صحي مع إنتاجية أكبر وجودة عالية.

لتحقيق ذلك انتشر في السنوات الأخيرة استخدام المخصبات العضوية ذات المنشأ النباتي، والتلقيح البكتيري كتقانات 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).

كما أظهرت دراسات عديدة أخرى أن رش النباتات بالمخصبات العضوية التي تحتوي في تركيبها على الأحماض الأمينية مقارنة بالمخصبات الحاوية في تركيبها على أحماض عضوية فقط، أدى إلى تسريع نموها، وزيادة مساحة المسطح الورقي، ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل علاوة على زيادة الإنتاج، وتحسين نوعيته (El-Ghamry et al., 2009).

لكن البحث في دور المخصبات العضوية لم يقف عند المركبات الدبالية فحسب، بل امتد ليشمل طيفاً واسعاً من المواد العضوية، وكان للأحماض الأمينية في هذا الباب مكانة خاصة تعززت على خلفية أدوارها الإيجابية التي لا تقل قيمة وأهمية عن الأدوار الإيجابية للمركبات الدبالية. هذا الدور تأكد في ضوء دراسات عديدة أظهرت أن رش النباتات بالمخصبات العضوية التي تحتوي في تركيبها على الأحماض الأمينية مقارنة بالمخصبات الحاوية في تركيبها على أحماض عضوية فقط، أدى إلى تسريع نموها، وزيادة مساحة المسطح الورقي، ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل علاوة على زيادة الإنتاج، وتحسين نوعيته وزيادة قدرة النبات على تحمل بعض الإجهادات البيئية (Lozek and Fecenko., 1996).

في هذا الصدد أظهرت النتائج التي توصل إليها (Abdel-Mawgoud et al., 2011) و (Zewail., 2014) أن الرش الورقي لنباتات الفاصولياء بمحلول الأحماض الأمينية أدى إلى زيادة مؤشرات النمو الخضري (ارتفاع النبات وعدد الأوراق والوزنين الجاف والرطب للنبات) وزيادة الإنتاج من القرون الخضراء فضلاً عن زيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلي وكلوروفيل A.

وبما أن التوجهات العالمية الحديثة تهدف إلى زيادة الإنتاجية المحصولية مع خفض تكاليف الإنتاج والوصول إلى منتج خالٍ من الكيماويات، فقد اتجه العلماء إلى وسائل بديلة للأسمدة الكيميائية لا تسبب تلوث البيئة وتكون آمنة على صحة الإنسان، وهنا ظهرت أهمية التلقيح البكتيري كإحدى طرق التسميد الحيوي التي تحقق زيادة الإنتاج والنوعية الجيدة والسلامة الغذائية للمنتج الزراعي.

وفي دراسة أجرتها شرمك (2015) لمعرفة أثر التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم في نمو وإنتاجية نباتات الفاصولياء، أظهرت النتائج أن التلقيح البكتيري بالسلاسل المعزولة من جذور نبات الفاصولياء (*phaseoli Rhizobium*) أدى إلى زيادة معنوية في مؤشرات النمو المدروسة (ارتفاع النبات والمساحة الورقية وعدد العقد البكتيرية المتشكلة وعدد القرون على النبات فضلاً عن خفض محتوى القرون الخضراء من النترات).

وفي المنحى ذاته أظهرت نتائج جوجي (2016) في دراسته على نبات الفول، أن معاملة التلقيح ببكتريا (*Rhizobium leguminosarum*) أدت إلى تحسين المؤشرات الخضرية والإنتاجية المدروسة (ارتفاع النبات، الوزن الجاف للمجموع الخضري، محتوى الأوراق من الكلوروفيل، نسبة البروتين، إنتاجية وحدة المساحة) مقارنة مع نباتات الشاهد غير المعاملة.

نظراً لأهمية محصول الفول الأخضر في الزراعة المحلية حيث يشغل مساحة تقارب 8751 هكتار، فضلاً عن قيمته الغذائية المرتفعة وأهميته التصنيعية. ونتيجة لانخفاض إنتاجية وحدة المساحة المحلية (5967 كغ/هـ) (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2022)، مقارنة بإنتاجية وحدة المساحة عالمياً (8699 كغ/هـ) حسب (FAO STAT, 2022). وبما أن التوجه العالمي الآن نحو التقليل من كميات الأسمدة الكيماوية المضافة والمحافظة على نظافة البيئة وصحة الإنسان، وفي محاولة لزيادة إنتاجية هذا المحصول من أجل سد الحاجة الاستهلاكية المضطربة وتلبية الطلب المتزايد عليه لدخوله صناعة الحفظ بالتعليب. كان لابد من البحث عن وسائل وتقنيات 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.

أهداف البحث:

1. تقييم فعالية كل من التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والرش بالمخصب العضوي "SAVIOR" في زيادة الإنتاج وزيادة محتوى القرون من العناصر الغذائية.
2. دراسة العلاقة المتبادلة بين كل من التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والرش بالمخصب العضوي "SAVIOR" وتحديد المعاملة الأفضل في تحقيق الأهداف المدروسة.

مواد البحث وطرقه:

- **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، قرونها 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 الزراعي 2022.
- أظهرت نتائج التحليل (الجدول 1) أن تربة الموقع طينية، مائلة للقلوية، قليلة الملوحة، محتوها 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.

ميكانيك %			Ppm			غرام/100 غ تربة	معلق 1:2.5		
طين	سنت	رمل	البوتاس المتاح	الفوسفور المتاح	الآزوت المعدني	المادة العضوية	EC مليمول/سم	PH	العمق
49	33	18	278	22	6	2.35	0.79	7.53	0 - 30 سم

• 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 وأوميجا 3، مزود بالعناصر الغذائية الأساسية N : P : K بنسبة 10 : 10 : 10 ومجموعة من العناصر المعدنية الصغرى بصورة الشيلات ومنها Zn ، Fe ، Mg .

2. معلق بكتيري للسلسلة 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 لـ *Rhizobium Leguminosarum* بمعدل 10 مل/نبات.
- المعاملة الثالثة (T3): رش النباتات بالمخصب العضوي Savior بتركيز 2.5 مل/ل.
- المعاملة الرابعة (T4): رش النباتات بمحلول المخصب العضوي Savior بتركيز 5 مل/ل.
- المعاملة الخامسة (T5): تلقيح النباتات بمعلق الرايزوبيوم بمعدل 10 مل/نبات + رش النباتات بالمخصب العضوي Savior تركيز 2.5 مل/ل
- المعاملة السادسة (T6): تلقيح النباتات بمعلق الرايزوبيوم بمعدل 10 مل/نبات + رش النباتات بالمخصب العضوي Savior تركيز 5 مل/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 الرش الأولى.

- **موعد الزراعة وإعداد الأرض وتجهيزها للزراعة:** جرى إعداد الأرض للزراعة بإضافة السماد العضوي الجاف بمعدل 150 غ/م². 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/م²، كما تم ري الأرض مرتين بعد الزراعة بفواصل أسبوع بين الريه 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 أخذ 5 نباتات من كل مكرر وتسجيل القراءات التالية:

أ. المؤشرات الثمرية والإنتاجية، وشملت:

1. عدد الأزهار الكلية على النبات (زهرة/ نبات).
2. نسبة العقد (%) = (عدد القرون / عدد الأزهار الكلية) × 100.
3. متوسط عدد القرون الخضراء الكلية على النبات (قرون/ نبات).
4. متوسط وزن القرن (غ/ قرن).
5. متوسط إنتاج النبات الواحد من القرون الخضراء (غ/ نبات):
تم حسابه باستخدام العلاقة الآتية: إنتاج النبات = عدد القرون الخضراء × متوسط وزن القرن الأخضر

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

7. نسبة الزيادة المئوية في الإنتاجية مقارنة مع الشاهد.

8. الكفاءة النسبية للمركبات المستخدمة في الإنتاجية (%): حسب طريقة Barakat وآخرون، (1991) وفق العلاقة الآتية:

الكفاءة النسبية للمركبات المستخدمة في الإنتاجية % = $100 \times \left[\frac{\text{إنتاجية نباتات المعاملة} - \text{إنتاجية نباتات الشاهد}}{\text{إنتاج نباتات المعاملة}} \right]$

ب. التحاليل الكيميائية للثمار وشملت:

– تقدير نسبة المادة الجافة %: تم تقدير النسبة المئوية للمادة الجافة للقرون في مرحلة النضج الاستهلاكي بطريقة التجفيف على درجة حرارة 105 °م وحتى ثبات الوزن.

– تقدير نسبة البروتين الكلي %:

تم تقدير محتوى قرون الفول الأخضر من البروتين الكلي باستخدام طريقة Gornall وآخرون (1949)؛ إذ تم سحق 100 مل من القرن الأخضر (جدار القرن + البذور) في 1 مل من محلول بوفر منظم فوسفات (0.1 مولر) (pH = 7.6)، ثم إضافة 5 مل من محلول بايروت (Sodium and Potassium Tartrate; KI; Cuso₄5H₂O) إلى المزيج، ومن ثم قياس الامتصاص الضوئي

على طول موجة 540 نانومتر باستخدام جهاز "Spectrophotometer" ليتم تقدير نسبة البروتينات في العينات بالاعتماد على منحنى معياري وذلك باستخدام BSA البومين سيروم العجول (Bovine Serum Albumin).

– نسبة الرماد: تم تقديرها بالترديد على حرارة (525°م)، ولمدة ساعتين (Saini et al., 2001).

النتائج والمناقشة:

أولاً: تأثير كل من التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والرش بالمخصب العضوي "Savior" في بعض المؤشرات الثمرية والإنتاجية لنبات الفول الأخضر.

1- عدد الأزهار الكلية (زهرة / نبات):

تعد هذه الصفة من المؤشرات الهامة في النمو الزهري، كونها ترتبط بالإنتاج الثمري للنبات، وتظهر النتائج المدونة في الجدول (2) أن تأثير المعاملات المختلفة لم يقتصر في النمو الخضري فحسب؛ وإنما انعكس إيجاباً في المؤشرات الثمرية والإنتاجية أيضاً؛ إذ تشير المعطيات إلى أن النباتات المعاملة بالمواد المستخدمة كافة قد حققت تفوقاً معنوياً على نباتات الشاهد في عدد الأزهار الكلية، إذ تراوح متوسط عدد الأزهار الكلية في النباتات المعاملة بين (150-185) زهرة مقابل (135) زهرة في نباتات الشاهد.

بدراسة التراكيز المتفوقة في المعاملات، يتبين أن التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والمعاملة بالمخصب العضوي "Savior" تركيز 2.5 مل/ل، كانت الأفضل وتفوقت بفروق معنوية على التراكيز الأخرى مسجلة أعلى قيمة لهذه الصفة؛ إذ بلغ عدد الأزهار الكلية نحو (185) زهرة وهي الأكثر عدداً، تلتها النباتات المعاملة بالمخصب العضوي "Savior" تركيز 2.5 مل/ل منفرداً؛ وقد سجل متوسط عدد الأزهار الكلية في هذه المعاملة قيمة بلغت (170) زهرة، بينما سجل أداها في النباتات الملقحة ببكتريا الرايزوبيوم منفردة بقيمة بلغت (150) زهرة وهي الأقل عدداً.

2- نسبة العقد %:

تعد من الصفات الهامة لارتباطها بكمية الإنتاج، وتظهر المعطيات في الجدول (2) تفوق النباتات المعاملة بالمركبات المختلفة بفروق معنوية على نباتات الشاهد؛ إذ تراوحت نسبة العقد في النباتات المعاملة بين (34.7-41.1%) مقابل (33.3%) في نباتات الشاهد.

بدراسة التراكيز المتفوقة في المعاملات، يتبين أن التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والمعاملة بالمخصب العضوي "Savior" تركيز 2.5 مل/ل، كانت الأفضل وتفوقت بفروق معنوية على التراكيز الأخرى مسجلة أعلى قيمة لهذه الصفة؛ وقد بلغت نسبة العقد نحو (41.1%) وهي النسبة الأعلى، تلتها النباتات المعاملة بالمخصب العضوي "Savior" تركيز 2.5 مل/ل منفرداً بقيمة بلغت (37.1%). في حين سجل أداها في النباتات الملقحة ببكتريا الرايزوبيوم منفردة فسجل متوسط نسبة العقد في هذه المعاملة قيمة بلغت (34.7%) وهي النسبة الأقل.

3- متوسط عدد القرون الخضراء (قرون / نبات):

إن التباين في تأثير المعاملات في عدد الأزهار الكلية ونسبة العقد انعكس إيجابياً على متوسط عدد القرون على النبات، فتراوح متوسط عدد القرون في النباتات المعاملة بين (52-76) قرناً/ نبات مقابل (45) قرناً في نباتات الشاهد. بدراسة التراكيز المتفوقة

في المعاملات، يتبين أن التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والمعاملة بالمخصب العضوي "Savior" تركيز 2.5 مل/ل معاً، كانت الأفضل وتفوقت بفروق معنوية على التراكيز الأخرى مسجلة أعلى قيمة لهذه الصفة؛ ف سجل عدد القرون فيها قيمة بلغت (76) قرناً/ نبات وهي الأعلى، تلتها النباتات المعاملة بالمخصب العضوي "Savior" تركيز 2.5 مل/ل منفرداً؛ إذ سجل متوسط عدد القرون في هذه المعاملة قيمة بلغت (63) قرناً/ نبات، في حين سجل أداها في النباتات الملقحة ببكتريا الرايزوبيوم منفردة بقيمة بلغت (52) قرناً/ نبات وهي الأقل.

4- متوسط إنتاج النبات الواحد من القرون الخضراء (غ / نبات):

يرتبط هذا المؤشر بمؤشرات إزهار وإثمار عدة كونه يمثل انعكاساً نهائياً لها في النبات، وعلى ضوء النتائج السابقة، يتضح من الجدول (2) أن المعاملة بالمواد المستخدمة كافة قد حققت زيادة في الإنتاج، إذ تراوح متوسط إنتاج النبات الواحد من القرون الخضراء في النباتات المعاملة بين (1092-1672 غ/ نبات) مقابل (945 غ/ نبات) في نباتات الشاهد.

بدراسة التراكيز المتفوقة في المعاملات، يتبين أن التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والمعاملة بالمخصب العضوي "Savior" تركيز 2.5 مل/ل معاً، كانت الأفضل وتفوقت بفروق معنوية على التراكيز الأخرى مسجلة أعلى قيمة لهذه الصفة. وقد بلغ متوسط إنتاج النبات نحو (1672 غ/ نبات) وهي الأعلى، تلتها النباتات المعاملة بالمخصب العضوي "Savior" تركيز 2.5 مل/ل منفرداً حيث سجل متوسط إنتاج النبات في هذه المعاملة قيمة بلغت (1386 غ/ نبات)، في حين سجل أداها في النباتات الملقحة ببكتريا الرايزوبيوم منفردة بقيمة بلغت (1092 غ/ نبات) وهي الأقل.

5- متوسط إنتاجية وحدة المساحة (غ / م²):

ينعكس إنتاج النبات الواحد من القرون على إنتاجية وحدة المساحة، لارتباطها بالكثافة النباتية. في هذا السياق تظهر النتائج المدونة في الجدول (2)، تفوق النباتات المعاملة بالمركبات المختلفة بفروق معنوية على نباتات الشاهد. فبينما سجلت إنتاجية وحدة المساحة من القرون لنباتات الشاهد قيمة بلغت (2.996 كغ/ م²)، ارتفعت هذه القيمة لتسجل في النباتات المعاملة قيمة تراوحت بين (3.461-5.300 كغ/ م²).

بدراسة التراكيز المتفوقة في المعاملات، يتبين أن التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والمعاملة بالمخصب العضوي "Savior" تركيز 2.5 مل/ل معاً، كانت الأفضل وتفوقت بفروق معنوية على التراكيز الأخرى مسجلة أعلى قيمة لهذه الصفة؛ إذ سجل متوسط إنتاجية وحدة المساحة قيمة بلغت (5.300 كغ/ م²) وهي الأعلى، تلتها النباتات المعاملة بالمخصب العضوي "Savior" تركيز 2.5 مل/ل منفرداً، وقد سجل متوسط إنتاجية وحدة المساحة في هذه المعاملة قيمة بلغت (4.393 كغ/ م²)، في حين سجل أداها في النباتات الملقحة ببكتريا الرايزوبيوم منفردة بقيمة بلغت (3.461 كغ/ م²) وهي الأقل.

6- الكفاءة النسبية للمركبات المستخدمة في الإنتاجية (%):

بدراسة فعالية المركبات المستخدمة في الدراسة يتبين أنها كانت متباينة التأثير (الجدول 2)، وأن التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والمعاملة بالمخصب العضوي "Savior" معاً، تفوقت على باقي المعاملات، وسجلت أفضل النتائج وأعلى القيم؛ إذ تراوحت إنتاجيتها بين (3.994-5.300 كغ/ م²) وبكفاءة نسبية تراوحت بين (25.0-43.5%)، تلتها النباتات المعاملة بالمخصب العضوي "Savior" منفرداً؛ إذ تراوح متوسط إنتاجيتها بين (3.661-4.393 كغ/ م²) وبكفاءة نسبية تراوحت بين (18.1-31.8%)، في حين سجل أداها في النباتات الملقحة ببكتريا الرايزوبيوم منفردة بإنتاجية بلغت (3.461 كغ/ م²) وبكفاءة نسبية بلغت (13.4%).

بدراسة التراكيز المتفوقة في المعاملات، يتبين أن التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والمعاملة بالمخصب العضوي "Savior" تركيز (2.5 مل/ل)، كانت الأفضل متفوقة على التراكيز الأخرى ومسجلة أعلى قيمة لهذه الصفة. حيث بلغ متوسط إنتاجيتها نحو (5.300 كغ/م²) وبكفاءة نسبية بلغت (43.5%) وهي الأعلى قيمةً، تلتها النباتات المعاملة بالمخصب العضوي "Savior" تركيز 2.5 مل/ل منفرداً؛ إذ سجل متوسط إنتاجيتها قيمة بلغت (4.393 كغ/م²) وبكفاءة نسبية (31.8%)، في حين كانت فعالية المعاملة ببكتريا الرايزوبيوم منفردة ضعيفة نسبياً فقد سجلت أدنى إنتاجية بقيمة بلغت (3.461 كغ/م²) وبكفاءة قليلة نسبياً سجلت (13.4%) وهي الأقل بين المعاملات.

مما تقدم تظهر النتائج والمعطيات أن للتلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والمعاملة بالمخصب العضوي "Savior" تأثيراً معنوياً في الصفات الثمرية والإنتاجية؛ إذ تفوقت النباتات الملقحة ببكتريا الرايزوبيوم والمعاملة بالمخصب العضوي "Savior" تركيز 2.5 مل/ل على بقية المعاملات، محققةً أفضل النتائج وأعلى القيم فشجعت على الإزهار (185) زهرة/نبات، وحققت أعلى معدل بنسبة العقد (41.1%)، وأعلى معدل لعدد القرون على النبات (76) قرن/نبات، وأعلى وزن للقرن (22) غ/قرن، أكبر كمية في إنتاج النبات (1672 غ/نبات)، وأعلى إنتاجية في وحدة المساحة (5.300 كغ/م²)، في حين أعطت معاملة الشاهد أقل معدل لهذه الصفات بلغ (135) زهرة/نبات، (33.3%)، (45) قرن/نبات، (21) غ/قرن، (945 غ/نبات)، (2.996 كغ/م²) على التوالي.

الجدول 2: تأثير كل من التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والرش بالمخصب العضوي "Savior" في بعض المؤشرات الثمرية والإنتاجية لنبات الفول الأخضر.

المؤشرات المدروسة								المعاملات
عدد الأزهار الكلية (زهرة/نبات)	نسبة العقد %	عدد القرون الخضراء (قرن/نبات)	متوسط وزن القرن (غ/قرن)	إنتاجية النبات من القرون الخضراء (غ/نبات)	إنتاجية وحدة المساحة (كغ/م ²)	الزيادة المئوية في الإنتاجية مقارنة مع الشاهد	الكفاءة النسبية للمعاملات في الإنتاجية	
f 135	d 33.3	f 45	b 21	e 945	f 2.996	-	-	T1 الشاهد
e 150	cd 34.7	e 52	b 21	de 1092	e 3.461	e 15.5	e 13.4	T2 ريزوبيوم 10 مل/نبات
b 170	b 37.1	b 63	a 22	b 1386	b 4.393	b 46.6	b 31.8	T3 Savior 2.5 مل/ل
d 155	c 35.5	d 55	b 21	d 1155	d 3.661	d 22.2	d 18.1	T4 Savior 5 مل/ل
a 185	a 41.1	a 76	a 22	a 1672	a 5.300	a 76.9	a 43.5	T5 ريزوبيوم + Savior 2.5 مل/ل
c 163	bc 36.8	c 60	b 21	c 1260	c 3.994	c 33.3	c 25.0	T6 ريزوبيوم + Savior 5 مل/ل
3.9	1.1	2.4	0.9	97.4	197.6	5.1	3.2	L.S.D 5%
2.1	1.5	2.8	1.2	3.6	2.9	1.8	1.4	معامل الاختلاف C.V %

ربما تعزى الزيادة الحاصلة في الصفات الثمرية والإنتاجية لنبات الفول الأخضر عند التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والمعاملة بالمخصب العضوي "Savior" إلى دور محتوى هذا المخصب من الأحماض الدبالية والأمينية فضلاً عن دور العناصر الغذائية التي يحتويها والتي أدت دوراً كبيراً في مجمل العمليات الفيزيولوجية والحيوية المختلفة داخل النبات والتي ساهمت في تنشيط عملية التمثيل الضوئي ورفع وتيرته.

من جهة أخرى لا يقل الأزوت الذي تثبته البكتريا أهمية في هذا المجال نظراً لتأثيره في عمليات حيوية عدة كالتمثيل الضوئي والبناء البروتوبلازمي؛ إذ ساهمت هذه العمليات جميعها في تحفيز النمو الخضري للنبات المتمثل بزيادة المسطح الورقي ودليله والذي سمح للنبات بالاستفادة من أكبر كمية من الأشعة الشمسية اللازمة لعملية التمثيل الضوئي؛ ومن ثمَّ زيادة صافي معدل التمثيل الضوئي ومرافقه من زيادة في إنتاج المواد الكربوهيدراتية المصنعة في الأوراق، وانتقالها إلى مناطق النمو الفعالة، مما شجّع على تكوين أكبر عدد من البراعم الزهرية وزيادة العاقدة منها ومن ثمَّ زيادة إنتاج النبات وبالتالي إنتاجية وحدة المساحة (Rasulova et al., 2011). تتماشى هذه النتيجة مع ما توصل إليه كل من El-Bassiony وآخرين، (2010) على نبات الفاصولياء، و Afifi وآخرين، (2010) على نبات الفول، من أن الرش الورقي بالمخصبات العضوية على هذين المحصولين (فاصولياء / فول) أسهم في تنشيط النمويين الخضري والإنتاجي لهذه المحاصيل. كما تتسجم أيضاً مع النتائج التي توصل إليها جوجي، (2016) في دراسته على نبات الفول في أن التلقيح ببكتريا "*Rhizobium Leguminosarum*" أدى إلى تحسين المؤشرات الخضرية والإنتاجية لهذا النبات. فضلاً عن دورها في زيادة عدد العقد البكتيرية المتشكلة على جذور هذه النباتات.

ثانياً: تأثير كل من التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والرش بالمخصب العضوي "Savior" في محتوى القرون الخضراء من بعض العناصر الغذائية.

لم يقتصر تأثير التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والمعاملة بالمخصب العضوي "Savior" في النمو النباتي، والصفات الكمية لنباتات الفول فحسب؛ وإنما انعكس أيضاً على نوعية القرون ومحتواها الغذائي؛ إذ أظهرت النتائج (الجدول 3) زيادة محتوى قرون النباتات المعاملة من المادة الجافة مقارنة مع قرون نباتات الشاهد، فقد تراوحت نسبة المادة الجافة في النباتات المعاملة بين (16.2 – 17.9) مقابل (15.3) في نباتات الشاهد.

بدراسة التراكيز المتوقعة في المعاملات، يتبين أن التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والمعاملة بالمخصب العضوي "Savior" تركيز 2.5 مل/ل معاً، كانت الأفضل متفوقة بفروق معنوية على التراكيز الأخرى ومسجلة أعلى قيمة لهذه الصفة. حيث بلغت نسبة المادة الجافة في قرون نباتات هذه المعاملة (17.9%) وهي الأعلى قيمةً، تلتها قرون النباتات المعاملة بالمخصب العضوي "Savior" تركيز 2.5 مل/ل منفرداً بقيمة بلغت (17.1%) متساوية في قيمتها مع معاملة التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والرش بالمخصب العضوي "Savior" تركيز 5 مل/ل، في حين سجل أدناها في قرون النباتات الملقحة ببكتريا الرايزوبيوم منفردة؛ إذ سجلت نسبة المادة الجافة قيمة بلغت (16.2%) وهي الأقل.

هذا التباين في محتوى القرون من المادة الجافة انعكس على محتواها من الأملاح المعدنية (الرماد)، فقد تراوحت نسبة هذه المواد في قرون النباتات المعاملة بين (0.87 – 1.23%) مقابل (0.81%) في قرون نباتات الشاهد.

بدراسة التراكيز المتوقعة يتبين أن قرون النباتات الملقحة ببكتريا الرايزوبيوم والمعاملة بالمخصب العضوي "Savior" تركيز 2.5 مل/ل معاً، كانت الأفضل وتفاوتت بفروق معنوية على التراكيز الأخرى مسجلة أعلى قيمة لهذه الصفة؛ إذ بلغت نسبة الرماد في قرون نباتات هذه المعاملة (1.23%) وهي الأعلى قيمةً، تلتها قرون النباتات المعاملة بالمخصب العضوي "Savior" تركيز 2.5 مل/ل منفرداً بقيمة بلغت (1.01%)، في حين سجل أداها في النباتات الملقحة ببكتريا الرايزوبيوم منفردة؛ إذ سجلت نسبة البروتين في قرون هذه المعاملة قيمة بلغت (0.87%) وهي الأقل.

فضلاً عما تقدم فقد كان للمعاملة بالمركبات المختلفة تأثير واضح في محتوى القرون من البروتين، إذ يلاحظ من معطيات (الجدول 3) تفوق قرون النباتات المعاملة على قرون نباتات الشاهد في هذه الصفة؛ إذ تراوحت نسبة البروتين في قرون النباتات المعاملة بين (6.1 – 7.9%) مقابل 5.4% في قرون نباتات الشاهد.

بدراسة التراكيز المتوقعة في المعاملات، يتبين أن التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والمعاملة بالمخصب العضوي "Savior" تركيز 2.5 مل/ل معاً، كانت الأفضل وتفاوتت بفروق معنوية على التراكيز الأخرى مسجلة أعلى قيمة لهذه الصفة؛ إذ بلغت نسبة البروتين في قرون نباتات هذه المعاملة (7.9%) وهي الأعلى قيمةً، تلتها قرون النباتات المعاملة بالمخصب العضوي "Savior" تركيز 2.5 مل/ل منفرداً بقيمة بلغت (7.1%)، في حين سجل أداها في النباتات الملقحة ببكتريا الرايزوبيوم منفردة بقيمة بلغت (6.1%) وهي الأقل.

الجدول 3: تأثير كل من التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم والرش بالمخصب العضوي "Savior" في محتوى القرون الخضراء من بعض العناصر الغذائية.

المعاملات	المؤشرات المدروسة		
	نسبة المادة الجافة %	نسبة البروتين الكلي %	نسبة الرماد %
T1 الشاهد	e15.3	f5.4	d0.81
T2 ريزوبيوم 10 مل/ نبات	d 16.2	e6.1	cd0.87
T3 Savior 2.5 مل/ ل	b 17.1	b 7.1	b1.01
T4 Savior 5 مل/ ل	c 16,7	d 6.5	c0.92
T5 ريزوبيوم + Savior 2.5 مل/ ل	a 17.9	a 7.9	a1.23
T6 ريزوبيوم + Savior 5 مل/ ل	b 17.1	c 6.8	bc 0.98
L.S.D 5%	0.3	0.24	0.05
معامل الاختلاف C.V %	0.4	0.7	0.09

ربما يعود السبب في تفوق المحتوى الغذائي لقرون النباتات الملقحة بالبكتريا والمعاملة بالمخصب العضوي Savior إلى دور بكتريا الرايزوبيوم والعناصر الغذائية التي يحتويها المخصب العضوي "Savior" في توفير العناصر الغذائية بشكل متاح للنبات. مما أسهم في تحسين مؤشرات النمو الخضري وزيادة معدل التمثيل الضوئي ومن ثم زيادة المخزون الغذائي من المواد الكربوهيدراتية المصنعة

في الأوراق وانتقالها إلى القرون لتتوضع فيها، مما انعكس بصورة إيجابية على محتوى القرون من المادة الجافة، وبالتالي محتواها من الرماد.

ربما تعود الزيادة في محتوى البروتين في قرون النباتات المعاملة إلى محتوى المخصب العضوي من الأحماض الأمينية إلى جانب عنصر الأزوت، والتي أدت دوراً مهماً في تكوين مجموع خضري نشط دفع المجموع الجذري إلى زيادة كفاءته في امتصاص العناصر الغذائية وانتقالها إلى الثمار. (Sivasangari et al., 2015).

تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه Rugheim and Abdelgani (2012) في دراستهم والتي أشارت إلى أن تلقيح نباتات الفول ببكتريا الرايزوبيوم أدى إلى زيادة معنوية في محتوى القرون من العناصر الغذائية والبروتين.

الاستنتاجات

بناءً على ما تقدم يمكن أن نستنتج أن معاملة التلقيح بالبكتريا والرش بالمخصب العضوي تركيز 2.5 سم³/ل معاً أظهرت تفوقاً معنوياً واضحاً على المعاملات الأخرى في المؤشرات الزهرية والإنتاجية (عدد الأزهار، عدد القرون، إنتاج النبات، إنتاجية وحدة المساحة، الكفاءة النسبية للإنتاجية)، وفي محتوى القرون من المادة الغذائية (المادة الجافة، نسبة البروتين، نسبة الرماد).

المراجع:

- جوجي، فاضل صافي (2016). مقارنة تأثير المخصبات الحيوية و العضوية في بعض معايير النمو و الحاصل للباقلاء، مجلة كربلاء للعلوم الزراعية .المجلد الثالث – العدد الأول: 164-171.
- شرمك ، ضحى هيثم، (2015). أثر التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم في نمو و إنتاجية نباتات الفاصولياء . *Phaseolus Vulgaris L.* . أطروحة ماجستير ، كلية الزراعة – جامعة تشرين –سورية. 60 ص.
- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2020). الجمهورية العربية السورية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي- مديرية التخطيط والإحصاء – قسم الإحصاء .

Abdel-Mawgoud, A. M. R., El-Bassiouny, A. M., Ghoname, A., & Abou-Hussein, S. D. (2011). Foliar application of amino acids and micronutrients enhance performance of green bean crop under newly reclaimed land conditions. *Aust. J. Basic Appl. Sci*, 5(6), 51-55.

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.

Barakat, M. S., Abdo-rozik, A. H., and AL-Aroby, S. M. (1991). Studies on the response of potato growth, yield and quality to source and leaves of nitrogen. *Alex. J., Agri. Res.* 36(2), 129-141.

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.

- El-Ghamry, A. M., Abd El-Hai, K. M., & Ghoneem, K. M. (2009). Amino and humic acids promote growth, yield and disease resistance of faba bean cultivated in clayey soil. *Aust. J. Basic Appl. Sci*, 3(2), 731-739.
- FAOSTAT, (2020). UN Food & Agriculture Organization. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Gornall, A.G.; Bardawill, C.J.; David, M.M. (1949). Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *Journal of Biological Chemistry*, Vol. 177:751–766.
- Lozek, O., & Fecenko, J. (1996). Effects of foliar application of manganese, boron and sodium humate on the potato production. *Microelementy Wrolinectwie.*, 1:169-172.
- Rasulova, D. A., Abbasova, Z. I., Gani-Zade, S. I., & Zeynalova. E.M. (2011). Effective Microorganisms (EM) Technilgy in plants. *International Journal of Current Science*. 1(6).
- Rugheim, A. M. E., & Abdelghani, M. E. (2012). Effects of microbial and chemical fertilization on yeield and seed quality of faba bean (*vicia faba*).
- Saini R.S., Sharma K.D., Dhankhar O.P., Kaushik R.A., 2001. Laboratory manual of analytical techniques in horticulture. Agrobios, India, 135.
- Sivasangari. S, Vijaya. N and Rathinavel. S. (2015). Foliar application of liquid biofertilizer of brown alga *stoechospermum marginatum* on growth, biochemical and yield of (*Solanum melongena*). *Int. J Recycl Org Waste Agricult*, 4: 167-173.
- Zewail, R. M. Y. (2014). Effect of seaweed extract and amino acids on growth and productivity and some biocostituents of common bean (*Phaseolus vulgaris* L) plants. *Journal of Plant Production*, 5(8), 1441-1453.

Effect of spraying with the organic fertilizer "Savior" and inoculation with "Rhizobium Bacteria" on some fruiting, productivity indicators, and the quality of pods in the green broad bean plant "*Vicia Faba* L."

Amany Mohammed Ahmad⁽¹⁾ Dr. Yaser Hamad ⁽²⁾ Prof.Dr. Mitiady ⁽³⁾ Boras

(1) Master graduate student in the Department of Horticulture –Faculty of Agriculture Engineering –Tishreen University –Lattakia –Syria

(2) Associated Doctor in the 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.

(*Amany Mohammed Ahmad E-Mail: mymya1920@gmail.com, Mobile: 0935518502)

Received: 14/11/2024

Accepted: 9/3/2025

Abstract

The research aimed to evaluate the effectiveness of inoculation with "Rhizobium bacteria" and spraying the organic fertilizer "Savior" in stimulating flower growth and effect on productivity and quality of pods. 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 witness* (untreated plants), a treatment with "Rhizobium" inoculation, two treatments for spraying organic fertilizer at the degree of 2.5 and 5 cm³/L, and two treatments for Rhizobium inoculation, plus organic fertilizer spraying at the degree of 2.5 and 5 cm³/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 cm³/L in all the assessed indicators. The treatment recorded the highest values in number of flowers (185 flower/plant), number of pods (76 pods/ plant), plant yield (1672g/ plant), relative effective (43.5%). It also showed an effective impact on improving the quality of the pods as it contributed to increasing the dry matter content of the pods (17.9%), protein percentage (7.9%), in addition to increasing the percentage of nutrients (ash content) (1.23%).

Keywords: green beans (*Vicia Faba* L.), Savior organic fertilizer, *Rhizobium*

Leguminosarum bacteria, vegetative growth, bacterial nodules.