مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (32) العدد (1) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (32) No. (1) 2010

أثر التلقيح ببكتريا الرايزوبيوم في نمو وإنتاجية نباتات البازلاء الخضراء (*Pisum Sativum*)

الدكتور بديع سمرة *
الدكتور ياسر حماد **
محمد ابراهيم ***

(تاريخ الإيداع 28 / 10 / 2009. قبل للنشر في 11 / 3 / 2010)

□ملخّص□

أجريت التجربة خلال الموسم الزراعي 2008 – 2009 في قرية حمام القراحلة (منطقة جبلة) بهدف تحديد أثر التلقيح بالبكتيريا *Rhizobiumn .spp* في نمو وتطور وإنتاجية نباتات البازلاء *Pisum Sativum*

اشتملت الدراسة على سبع معاملات بثلاث مكررات تم فيها تلقيح البذار والتربة بالبكتيريا وإضافة نسب مختلفة (0، 50، 100، 150، 200) كغ/هكتار من السماد الآزوتي (نترات الأمونيوم 33.5%) مع نسب ثابتة من الأسمدة الفوسفورية والبوتاسية (سوبر فوسفات ثلاثي46% وسلفات البوتاسيوم 50%) لمعرفة تأثيرها على نشاط البكتيريا وقدرتها على تثبيت الآزوت الجوي.

تبين نتيجة الدراسة أن التلقيح بالبكتيريا قد أدى إلى زيادة عدد العقد الجذرية البكترية المتشكلة على المجموع الجذري بنسب تراوحت بين 141% و 322%، وزيادة في إنتاجية النبات بنسبة تراوحت بين 65% و 256% مقارنة مع الشاهد غير الملقح بالبكتيريا. وقد تفوقت معاملات التلقيح البكتيري مع إضافة الأسمدة المعدنية من حيث إنتاجية النبات ونوعية المحصول على معاملة التسميد المعدني السائدة بزراعة البازلاء بنسب تراوحت بين 33% و73%، وهذا يفتح المجال أمام استخدام التلقيح البكتيري كبديل جزئي للأسمدة المعدنية وخاصة الآزوتية.

الكلمات المفتاحية: بازلاء، البكتيريا المثبتة للآزوت، علاقة تعايشية، العقد البكتيرية.

* **أستاذ – قسم البساتين– كلية الزراعة– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**
** **مدرس – قسم علوم التربة والمياه– كلية الزراعة– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**
*** **طالب دراسات عليا (ماجستير) – قسم البساتين– كلية الزراعة– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (32) العدد (1) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (32) No. (1) 2010

Effect of Inoculation with *Rhizobium* Bacteria on Growth and Productivity of Green Pea (*Pisum Sativum*)

Dr. Badee Samra [*]
Dr. Yaser Hammad**
Mohammad Ebraheem***

(Received 28 / 10 / 2009. Accepted 11/3/2010)

□ ABSTRACT □

The research was carried out in the Hammam Al-Qrahela village, Jabla region, during growth period 2008-2009. To determine the effect of bacterial inoculation with *Rhizobium Leguminosarum* on growth, development and productivity of green pea **(***Pisum Sativum***)**

The research included 7 treatments with 3 replications where the pea seeds and its soil had inoculation with bacteria and addition different ratio **(**0,50,100,150,200) Kg N/h of fertilizers(ammonium nitrate 33.5%) with usually P and K fertilizers to perform their effect on bacteria activity and its ability of bio-nitrogen fixation.

The results showed that the bacterial inoculation caused to improving the number of bacterial root nodules on roots about 141% and 322%, while the plant productivity increased about 65% and 256% as compared to control **(**non-inoculation**)**. bacterial inoculation treatments with fertilizers adding was excel about 33% and 73% in productivity and quality of yield as compared to common fertilization in agriculture of pea, and this embolden to use the bacterial inoculation as incomplete replacement of fertilizers and their nitrogenic specially.

Key words: N-fixing Bacteria, Pisum Sativum, Symbiotic Relationship, Bacterial nodules

[*]**professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tishreen university, Lattakia, Syria**
**** Assistant professor , Department of soil and water science , Faculty of Agriculture, Tishreen university, Lattakia ,Syria**
***** Postgraduate student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria**

مقدمة:

تعد البازلاء من الخضر البقولية الشتوية المرغوبة في التغذية نظراً لقيمتها الغذائية العالية إذ تزرع من أجل بذورها التي تستهلك خضراء أو جافة، وهي تحتل المرتبة الثانية بعد البندورة في مجال صناعة الكونسروة حيث تحفظ بذورها مجمدة أو معلبة (FAO ,2004). ينتمي نبات البازلاء إلى الفصيلة البقولية *Leguminosae* التي تساعد في المحافظة على خصوبة التربة وإغنائها بعنصر الآزوت بفضل العقد الجذرية التي تشكلها البكتيريا (*Rhizobium Leguminosarum*) على جذور نباتات البازلاء من خلال ظاهرة التعايش معها (Jones, 2009). قدرت المساحة المزروعة بالبازلاء في سوريا لعام 2007 بـ 3495 هكتار وصل إنتاجها ل23685 طن وتحتل محافظة إدلب المرتبة الأولى بهذه الزراعة تليها محافظة ريف دمشق وحمص لنفس العام. أما في محافظة اللاذقية، فقد بلغت المساحة المزروعة بالبازلاء الخضراء 60 هكتاراً وصل إنتاجها إلى 296 طن من عام 2008 بينما أظهر التقدير الأولي للإحصاء عام 2009 أن المساحة قد تراجعت إلى 53 هكتار، قدر إنتاجها ب 250 طن (المجموعة الإحصائية لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2008).

يتميز المجموع الجذري للبازلاء بقدرته على امتصاص كميات كبيرة من العناصر الغذائية الموجودة في التربة وتحتاج النباتات في المرحلة الأولى من نموها إلى كميات من الآزوت قبل أن تزداد كفاءتها في تثبيت الآزوت الجوي بوساطة العقد البكتيرية الموجودة على جذورها، وتقدر حاجة نبات البازلاء من السماد الآزوتي بـ 15–20 كغ/دونم نترات أمونيوم 33,5%. تؤثر الأسمدة الفوسفورية على نمو وتكوين المجموع الجذري وبشكل خاص الشعيرات الجذرية التي تدخل البكتيريا خلالها مما يزيد نشاط بكتيريا العقد الجذرية، وتقدر حاجتها من السماد الفوسفوري بـ 30–40 كغ/دونم سوبرفوسفات ثلاثي 46%. يلعب البوتاسيوم(K^+) دوراً هاماً في تخفيف حموضة التربة التي تقلل من عدد العقد الجذرية (paulino *et al*., 1987)، كما أن انخفاض نسبة البوتاسيوم في فترة تكوين القرون يقلل من انتقال المواد الغذائية من الأوراق إلى البذور، وتقدر حاجة البازلاء من السماد البوتاسي بـ 20–30 كغ/دونم من سلفات البوتاسوم 50% (Rangarajan *et al*., 2000). نظراً للتحذيرات المتزايدة من مخاطر استخدام الأسمدة الكيميائية وخاصة الآزوتية وما ينتج عنها من زيادة في تركيز النترات والنتريت داخل الثمار والمعروف خطرها على صحة المستهلك والبيئة بصورة عامة، فقد اتجه العلم حديثاً إلى تشجيع استخدام المغذيات الطبيعية غير الكيميائية كالأسمدة العضوية والحيوية، وضمن هذا المجال برزت أهمية البكتيريا المثبتة للآزوت الجوي التي تسهم في إعادة الخصوبة إلى التربة وجعل ميزان الآزوت فيها موجباً (Peterson T, And Russelle M, 1991).

أجريت دراسات عديدة في مجال استخدام التلقيح البكتيري لنباتات بقولية مختلفة فقد أظهرت نتائج البحث الذي قام به Frank وMesy عام (1995) أن نباتات البازلاء الملقحة ببكتريا (*Rhizobium Leguminosarum*) نمت بسرعة أكبر وكانت أكثر حيويةً ومقاومةً للأمراض من النباتات غير الملقحة، فقد زاد طول النباتات الملقحة بنسبة 7% على النباتات غير الملقحة. تشير نتائج Mavis *et al.* (1995) أن الشكل النتراتي($NO3^-$) لعنصر الآزوت له تأثير سلبي في كتلة المادة الجافة للعقد الجذرية البكتيرية في نبات البازلاء مقارنة بالشكل الأمونياكي $NH4^+$، وخلط الشكلين معا بنسب متساوية يعطي نتائج مشابهة تماما لوجود الشكل النتراتي فقط.

وقد أثبت Scottc وBuckholz عام (1993) أن التثبيت الحيوي للآزوت الجوي أكثر كفاءة من التسميد الصناعي للآزوت لعدة أسباب منها: أن الشكل الآزوتي الناتج عن عملية التثبيت الحيوي بوساطة بكتيريا الرايزوبيوم

هو أمونيا قابلة للإمتصاص والتمثيل الغذائي المباشر من قبل النبات مما يوفر على النبات استهلاك طاقة كبيرة لنقل النتروجين إلى الخلايا الجذرية، علاوة على أن درجة التثبيت الحيوي للآزوت متزامنة مع درجة نمو النبات ، بحيث تصبح العمليات الحيوية ضمن النبات أكثر كفاءة ، فالسماد النتراتي المضاف بعمليات التسميد يمكن أن يغسل بسهولة نتيجة الأمطار الغزيرة أو ماء الري، بينما يؤدي تواجد بكتيريا الرايزوبيوم مع النبات البقولي إلى استمرار تأمين حاجة النبات من الأمونيا لتصنيع البروتين النباتي اللازم للنمو، كما أن الطاقة التي يقدمها النبات لتنشيط البكتيريا متناسبة تماما مع حاجته من الآزوت، فالنباتات غير الملقحة بالسلالة البكتيرية المناسبة تستهلك الآزوت المتاح في التربة بشكل سريع ولاحقا ستصبح غير قادرة على تركيب الأحماض الأمينية، نتيجة عدم وجود البكتيريا المساندة أو عدم إضافة السماد مما ينعكس سلباً على نمو وإنتاجية النباتات البقولية.

وجد Beard وHoover عام (1971) أن التسميد المعدني بالآزوت يعيق تشكل العقد البكتيرية على جذور البازلاء ويقلل عددها وخاصة إذا تمت إضافته بوقت مبكر، فعند إضافة السماد الآزوتي للبازلاء بعد تمام الإنبات بمعدل56 كغ/هكتار أو أكثر قل عدد العقد البكتيرية المتشكلة على المجموع الجذري للبازلاء بشكل واضح، مقارنة بإضافة 112كغ/هكتار وقت الإزهار. يوصي Kevin عام (2002) بضرورة تلقيح بذار البازلاء بمستحضر تجاري فعال من البكتيريا المثبتة للآزوت الجوي التابعة للنوع *Rhizobium Leguminosarum* حيث تغني تماما عن التسميد الآزوتي لأن البكتيريا الموجودة في الترب المحلية قد لا تتمتع بالكفاءة المطلوبة في تثبيتها الحيوي للآزوت. يظهر دليل الإنتاج أن نبات البازلاء قادر على تلبية 30–80% من احتياجاته الآزوتية عن طريق التثبيت البيولوجي للآزوت ومستوى الآزوت في التربة بشكل عام كاف لتحقيق أفضل إنتاج ونوعية من البازلاء طالما أن التثبيت الحيوي فعال ومستمر (Ali-Khan and Zimmer, 1989. Murray *et al*., 1979). يعتبر Crozat وآخرون عام (1994) أن التثبيت البيولوجي للآزوت ملائم لتحقيق أفضل إنتاج من البازلاء في الظروف الحرارية السائدة. إن استخدام السماد الآزوتي المعدني بكميات كبيرة يثبط التثبيت البيولوجي للآزوت بواسطة بكتيريا *Rhizobium Leguminosarum*، كما أن العقد البكتيرية لا تتشكل أبدا على جذور البازلاء عند إضافة الآزوت بمعدل (100) رطل/ فدان بعد فترة وجيزة من الزراعة (Sosulski and Buchan , 1978). يتوقف تشكل العقد البكتيرية على جذور البازلاء إذا زاد معدل الجرعة السمادية من الآزوت المعدني عن(35) رطل/ فدان، بينما الجرعات السمادية المنخفضة من الآزوت حفزت تشكل العقد البكتيرية على جذور البازلاء في بعض الترب ذات المحتوى المنخفض من الآزوت (Oghoghorie and Pate, 1971).

بَيَّنَ Bowren *et al*., عام (1986) أن إضافة 10– 20 رطل/ فدان يُحسِّن نمو شتول البازلاء قبل تطور العقد البكتيرية في الترب ذات المحتوى المنخفض بالآزوت، وأكد كل من العالمان Slinkard وDrew عام (1988) هذه النتيجة مع الحذر من الإستمرار بالتسميد الآزوتي كممارسة اعتيادية. استنتج Musbash عام (1943) في تجربته التي أجراها وسط Dakota الشمالية أن التسميد الآزوتي يضر بإنبات البازلاء وقد أكد هذه النتيجة عدة علماء في مناطق مختلفة مثل Frazen وCarr عام (1988) كما أوضحا في دراستهما التي أجريت في Dakota أن انتصاب نباتات البازلاء انخفض بنسبة 15% في المعاملات المسمدة بعنصر الفوسفور بمقدار 5 رطل/فدان* وانخفض إلى 43% عند التسميد بمعدل 6 رطل/ فدان مقارنة بالمعاملة غير المسمدة بالفوسفور، أظهرت دراسة Pulung عام (1994) أن نوعية وإنتاج البازلاء تتحسن بالتسميد المعدني الفوسفاتي في الترب

* الرطل :453غ، الفدان:4400م^2

المنخفضة المحتوى بالفوسفور بينما وجد Sosulski و Buchan عام(1978) أن استجابة البازلاء للتسميد الفوسفوري غير محددة حتى في الترب ذات المحتوى المنخفض من الفوسفور، و يفسر ذلك باختلاف الاستجابة للأصناف المتنوعة من *Rhizobium Leguminosarum* تجاه التسميد المعدني. إن الإضافات السمادية للآزوت لم تحقق زيادة في إنتاجية البازلاء أو وزن البذور ونسبة البروتين فيها، كما أن القيمة التجارية للمحصول لم تتأثر بغياب التسميد وهذا يدل على فشل اتباع سياسة التسميد الآزوتي للبازلاء مادامت ملقحة بالنوع البكتيري الفعال (Carr *et al*., 2000).

أهمية البحث وأهدافه:

هدف هذا البحث إلى دراسة فعالية التلقيح ببكتيريا الرايزوبيوم المعزولة محليا من العقد البكتيرية لجذور البازلاء في تثبيت الآزوت الجوي من خلال انعكاسه على نمو وإنتاجية نبات البازلاء ومقارنته بالتسميد الآزوتي المعدني المتبع زراعيا وتأتي أهمية البحث هنا من خلال محاولة استخدام التلقيح البكتيري بوصفه مصدراً طبيعياً وبديلاً كلياً أو جزئياً للآزوت المعدني.

طرائق البحث ومواده:

نفذ هذا البحث خلال الموسم الزراعي /2008– 2009/ في محافظة اللاذقية، منطقة جبلة، قرية حمام القراحلة (600 م عن سطح البحر) في أرض مستصلحة حديثا لم تزرع من قبل، استخدمت بذور البازلاء صنف Television الذي ينمو بارتفاع /60–70/ سم، بذوره خضراء مجعدة وقرونه كبيرة خضراء غامقة اللون، يصل طول القرن 11 سم ويحوي على/9–10/ بذور ويتراوح وزن 1000 بذرة بين /250–350/غ (شركة سليمان الزراعية، 2007). تم تحليل تربة الموقع قبل الزراعة على عمق تراوح بين 0– 30 سم، جدول (1).

الجدول (1) نتائج تحليل تربة الموقع قبل الزراعة

تحليل ميكانيكي%			تحليل كيميائي ملغ / كغ تربة ppm				غرام/100غ تربة			عجينة مشبعة	
رمل	سلت	طين	بوتاس	فوسفور	آزوت معدني	بورون	كربونات كالسيوم	كلس فعال	مادة عضوية	pH	ECمليموز/سم
7	14	79	510	7	8	0,02	18,5	8,6	3,43	7,64	0,49

تبين أن التربة طينية ثقيلة ذات pH يميل إلى القلوية الخفيفة، أما نسبة المادة العضوية فهي مرتفعة، وكانت نسبة الآزوت الكلي منخفضة فيما يتعلق بحاجة نباتات البازلاء، كما يلاحظ أن التربة متوسطة المحتوى من الفوسفور والبوتاس، أما نسبة الكلس الفعال وكربونات الكالسيوم فهي مقبولة.

اشتملت الدراسة على سبع معاملات هي :

1- A : الشاهد (بدون تلقيح بكتيري أو تسميد معدني).

2- B: تلقيح بكتيري دون أي تسميد معدني

3- C : التسميد المعدني المتبع زراعيا N20P35K25*

4- D : تلقيح بكتيري + تسميد N0P35K25

5- E : تلقيح بكتيري + تسميد N5 P35K25

6- F : تلقيح بكتيري + تسميد N10 P35K25

7- G: تلقيح بكتيري + تسميد N15P35K25

اعتمدت طريقة القطاعات العشوائية الكاملة في تصميم التجربة بثلاث مكررات **وسبع معاملات** وتم تحضير تربة الموقع بالحراثة وأضيفت الأسمدة الفوسفاتية والبوتاسية قبل شهر من الزراعة بناء على تحليل التربة. زرعت البذور بتاريخ 2008/10/29 ضمن جور بعمق 3-4 سم، بمعدل 3 بذرة في الجورة الواحدة، والمسافة بين الجور20 سم وكذلك البعد بين الخطوط 20سم ضمن المصطبة. وزن ال/1008/بذرة 320غ ، تم الفصل بين المصاطب (القطع التجريبية) بممرات خدمة عرضها 50 سم. زرعت البذور بطريقة الحراثي حيث كانت التربة رطبة نتيجة الهطولات المطرية، وهي الطريقة المفضلة لزراعة البازلاء في الترب الطينية (كذلك، 2001). تم عزل بكتيريا الرايزوبيوم *Rhizobium Leguminosarum* من عقد جذرية فعالة(وردية اللون) على جذور نبات بازلاء سابق ثم زرعت سطحيا ضمن بيئة آجار YMB (Yeast Mannitol Broth) في أطباق بتري. وقبل الزراعة تم تحضير بيئة YMB السائلة للحصول على معلق بكتيري من الرايزوبيوم ضمن أوعية زجاجية خاصة استمر تحريكها لمدة 24 ساعة حيث أصبحت بلون عكر نتيجة تكاثر البكتيريا التي تم التأكد من نوعيتها بالفحص المجهري، كما تم تحضير التركيز الملائم من بكتريا الرايزوبيوم في البيئة السائلة والذي يفترض أن يتراوح بين 10^7 و10^{12} خلية/ملر (Makarova et 2004 Alan,1989. al.,)، إذ تم استخدام معلق بكتيري تركيزه 3×10^9 خلية/ملر بعدها لتلقيح بذور البازلاء بالمعلق البكتيري مع التحريك المستمر لضمان تغطية البذور، وبعد الزراعة تمت سقاية البذور بمحلول متجانس من المعلق البكتيري وبحجوم متساوية تعادل 50 ملر لكل جوره حسب المعاملة.

تم إجراء القراءات والتحاليل الآتية : وزن المجموع الخضري والجذري قبل وبعد التجفيف وعدد العقد البكتيرية المتشكلة على المجموع الجذري، وزن القرون، نسبة البروتين وفيتامين c في البذور، تم تحليل التربة في نهاية التجربة بعد الحصاد في جميع القطع التجريبية للمكررات الثلاثة ولجميع المعاملات ثم قدرت المتوسطات لمعرفة وتحديد أثر المعاملات على خواص التربة ومحتواها من بعض العناصر المعدنية. تم اختيار 12 نبات بشكل عشوائي من كل معاملة لقراءة الوزن الرطب والجاف للنبات وعدد العقد الجذرية قبل النضج، بينما أخذت قراءة الإنتاجية ونسبة البروتين وفيتامينc من باقي النباتات في القطع التجريبية المختلفة.

تمت قراءة الوزن الرطب والجاف للنبات مع عدد العقد البكتيرية الجذرية في مراحل متتابعة طيلة فترة نمو النبات حتى بداية العقد والنضج، إذ قدرت إنتاجية البازلاء عن طريق حساب وزن القرون الخضراء لأن البازلاء الخضراء تعدّ من الخضار كما يتم تداولها في الأسواق، بينما قدرت نسبة فيتامين C بطريقة حمض الأوكزاليك لـ25غ عينة طازجة من حبوب البازلاء لدى المعاملات المختلفة، واعتمدت طريقة كلداهل لتقدير نسبة البروتين في حبوب البازلاء(حمدان،2001) بأخذ 10غ عينة مجففة ومطحونة من بذور البازلاء الخضراء للمعاملات المختلفة. أما الدراسة

* N نترات الأمونيوم 33,5% – P سوبرفوسفات P_2O_5 46% – K سلفات البوتاسيوم K2O 50%

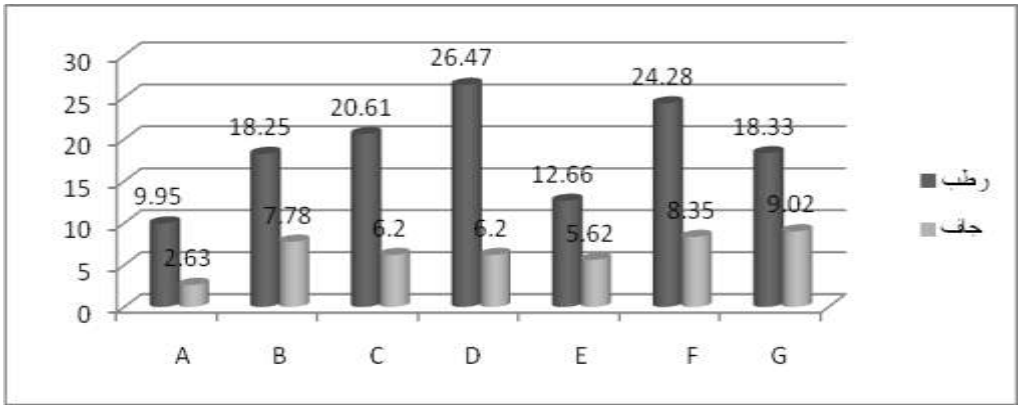
الإحصائية فقد تمت بطريقة تحليل التباين ANOVA(General Analysis Of Variance)، مع اعتماد اختبار دانكان LSR (أقل فرق معنوي) لتقدير التباين بين متوسطات القراءات المختلفة عند المستوى 5%.

النتائج والمناقشة:

أولاً: المجموع الخضري والجذري

1-1 المجموع الخضري/الرطب والجاف/

تبين نتيجة الدراسة أن التلقيح البكتيري سواء بمفرده أو مع التسميد المعدني قد حقق زيادة في الوزن الرطب فقد حقق التلقيح البكتيري بمفرده المعاملة B زيادة معنوية قدرها 83% مقارنة بالشاهد A بينما لم تتفوق على معاملة التسميد المتبع زراعيا C ($N_{20}P_{35}K_{25}$ بدون تلقيح بكتيري)، أدت الإضافات السمادية إلى جانب التلقيح البكتيري إلى زيادة الوزن الرطب للمجموع الخضري إذ تفوقت المعاملة D (تلقيح بكتيري + تسميد N_0P_{35} K_{25}) على بقية المعاملات وقد بلغت نسبة الزيادة في وزن المجموع الخضري الطازج لهذه المعاملة 166% مقارنة مع الشاهد A بينما كان تفوقها محدودا على المعاملة C بزيادة قدرها 6% دون أي فروق معنوية. تلتها المعاملة F حيث حققت نتائج قريبة من ذلك، وعند استخدام التسميد المعدني وفق المعادلة السائدة زراعيا (المعاملة C) انخفض الوزن الرطب للمجموع الخضري عن معاملات إضافة البكتيريا وقد حققت هذه المعاملة زيادة في الوزن الطازج مقدارها 107% مقارنة مع الشاهد (المعاملة A) بفروق معنوية شكل (1).



شكل (1) الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري في المعاملات المختلفة / غ (متوسط وزن 12 نبات)

المعاملات	A	B	C	D	E	F	G
LSRرطب		8.26	8.59	8.75	7.88	8.70	8.52
LSRجاف		2.98	2.87	2.96	2.73	3.02	3.04

أما فيما يتعلق بالوزن الجاف للمجموع الخضري فقد أعطت معاملات التجربة نتائج متفاوتة، إذ يشير الشكل (1) إلى فعالية التلقيح البكتيري في زيادة تراكم المادة الجافة في النبات، إذ وصلت إلى 195% بمقارنة المعاملة B مع الشاهد A، كما أظهرت إضافة الأسمدة المعدنية مع الملقح البكتيري تفوقاً على المعاملات المختلفة، كما تبين أن الوزن الجاف للمجموع الخضري في المعاملة G كان أكبر من الوزن الجاف لبقية المعاملات حيث ازداد الوزن الجاف لهذه

المعاملة بنسبة 243% مقارنة بالمعاملة A وبنسبة 60% مقارنة بالمعاملة E بفروق معنوية بينما الزيادة التي تفوقت بها على المعاملة C (45%) لم تكن معنوية، ثم تلت المعاملة G كل من المعاملات F و B و D وC وجميعها تفوقت بفارق معنوي على الشاهد A.

2-1 المجموع الجذري/الرطب والجاف/:

لم يحقق التلقيح البكتيري بمفرده زيادة هامة في الوزن الرطب للمجموع الجذري، بينما سجل تفوقاً معنوياً بمشاركة التسميد المعدني حيث قدرت الزيادة بـ 2.58 غ و3.37غ بالنسبة للمعاملة G (تلقيح بكتيري +تسميد $N_{15}P_{35}K_{25}$) مقارنة بالمعاملتين C و A على التوالي، و2.32غ، 3.11غ للمعاملة D مقارنة بالمعاملتين السابقتين، الجدول (2)

الجدول (2) الوزن الرطب والجاف للمجموع الجذري في المعاملات المختلفة (متوسط 12 نبات)

المعاملات	المتوسطات		LSR	
	رطب	جاف	رطب	جاف
G	3.49	1.053	2.19	1.22
D	3.23	1.700	2.18	1.23
F	1.30	0.750	2.15	1.21
C	0.91	0.620	2.13	1.20
B	0.55	0.066	2.07	1.11
E	0.47	0.520	1.97	1.16
A	0.12	0.050		

بينما اختلفت نتائج الوزن الجاف للمجموع الجذري عن نتائج الوزن الرطب قليلا حيث تفوقت المعاملة D على الشاهد A بزيادة قدرها 1.65غ مع فرق معنوي، بينما تفوقت على الشاهد C المتبع زراعيا دون أي فرق معنوي.

ثانياً: عدد العقد الجذرية المتشكلة:

يعتبر ظهور العقد الجذرية الوردية اللون على الأجزاء الدقيقة من المجموع الجذري للنبات مؤشراً إيجابياً على نشاط بكتريا الرايزوبيوم وفعاليتها في تثبيت الآزوت الجوي، وقد تبين نتيجة لدراستنا هذه أن المعاملات التي لقحت بالبكتيريا قد أعطت مجموعاً جذرياً تظهر عليه بشكل واضح أعداد كبيرة من العقد الجذرية ولم يلحظ ذلك على معاملة التسميد المعدني (C) التي تميزت عن باقي المعاملات بندرة العقد الجذرية البكتيرية على المجموع الجذري. تشير النتائج في الجدول (3) إلى تفوق المعاملتين D (تلقيح بكتيري + تسميد $N_0 P_{35} K_{25}$) و E (تلقيح بكتيري + تسميد N5 P35K25) على كل من الشاهدين A وC بفارق معنوي. إذ ازداد عدد العقد البكتيرية على النبات الواحد في المعاملة D بنسبة 322% مقارنة بالعاملة A وبنسبة 141% مقارنة بالمعاملة C، وكانت نتائج المعاملة E قريبة من ذلك أيضا، بينما كانت الزيادة التي حققها التلقيح البكتيري بمفرده غير معنوية بمقارنة المعاملة B مع المعاملتين A وC.

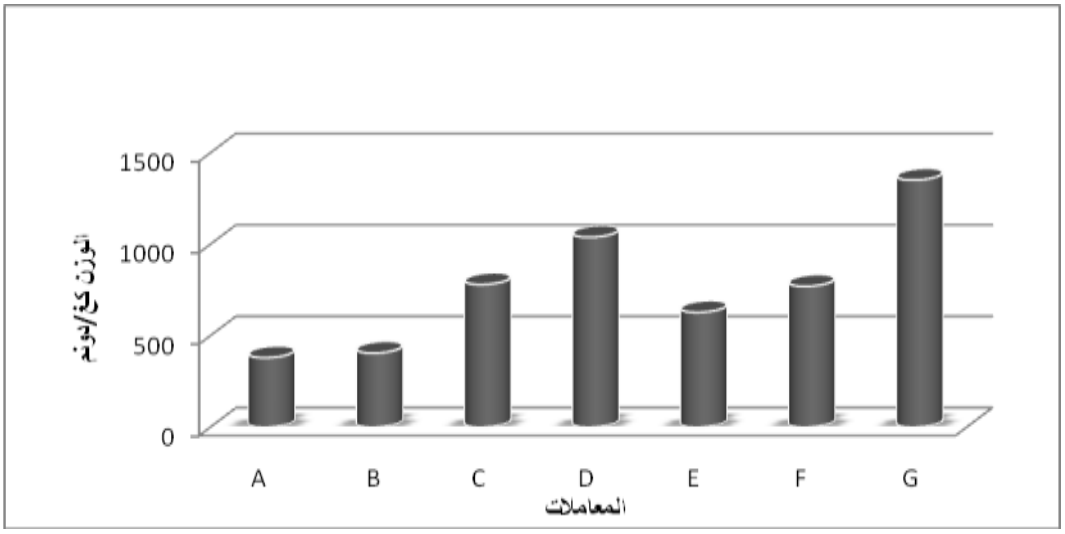
الجدول (3) عدد العقد الجذرية المتشكلة على جذور النباتات في المعاملات المختلفة (متوسط 12 نبات)

المعاملات	المتوسطات	LSR
D	50.66	27.91
E	50.66	27.75
G	32.33	27.42
F	30.66	27.18
B	28.33	26.36

C	21.00	25.13
A	12.00	

ثالثاً: الإنتاج الكلي من القرون الخضراء:

إن أحد أهم المؤشرات الإنتاجية في البازلاء هي وزن القرون الخضراء في وحدة المساحة وتشير النتائج في الشكل (3) إلى زيادة الإنتاج في معاملات التلقيح البكتيري بنسبة 6% مقارنة مع الشاهد غير الملقح ولم تكن معنوية، بينما حققت إضافة الأسمدة المعدنية بمشاركة التلقيح البكتيري زيادة في الغلة تراوحت بين65% و256% مقارنة مع المعاملة A بفروق معنوية عالية، كما أنها تفوقت على معاملة التسميد المتبع زراعياً C بزيادة تراوحت بين33% و73% لدى المعاملتين D وG على التوالي بفروق معنوية. كما تفوقت المعاملتين G وD بفروق معنوية عالية على جميع المعاملات، تلتهما معاملة التسميد المتبعة زراعياً C التي تفوقت معنوياً على معاملة الشاهد A والتلقيح البكتيري B إضافة للمعاملة E، تلتها المعاملة F التي تفوقت بدورها على المعاملتين A وB.



شكل (3) الوزن الكلي للقرون في المعاملات المختلفة

المعاملات	A	B	C	D	E	F	G
LSR		47.92	52.28	52.9	50.26	51.81	53.22

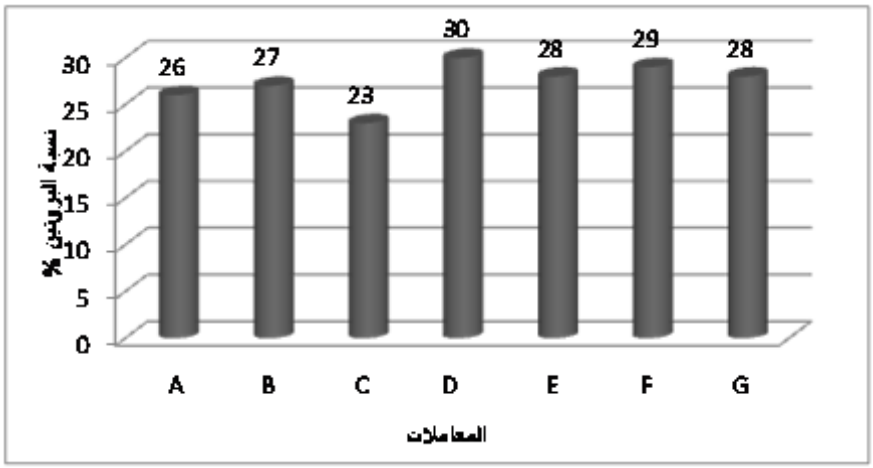
وعند ربط هذه النتائج مع النتائج التي تم الحصول عليها فيما يخص الوزن الرطب والجاف للنبات وعدد العقد البكتيرية، نجد أن المعاملتين G وD قد سجلتا أهم النتائج وهذا يوثق النتائج المذكورة في دليل الإنتاجية لأن زيادة الإنتاج النباتي نتيجة طبيعية لقوة المجموع الخضري والجذري بصورة عامة.

رابعاً: بعض الخصائص النوعية لحبوب البازلاء الخضراء:

من المعلوم أن نوعية الإنتاج تتأثر بظروف وعمليات الخدمة الزراعية إضافةً إلى خصائص الصنف المزروع ومنها نسبة البروتين وفيتامينC في المعاملات المدروسة فقد توصلنا إلى النتائج الآتية:

1- نسبة البروتين:

بينت النتائج أن معاملة التسميد المعدني C قد تميزت بانخفاض نسبة البروتين والتي بلغت في هذه المعاملة 23%، بينما أدت عملية التلقيح البكتيري بمفرده زيادة في نسبة البروتين من 26% لدى الشاهد وحتى 27% لدى المعاملة B، إذ أدت إضافة عنصري الفوسفور والبوتاس لزيادة نسبة البروتين حتى 30%، بينما تراوحت نسبة البروتين في المعاملات الأخرى مابين27% و 29% بدون فروق معنوية فيما بينها الشكل (4).

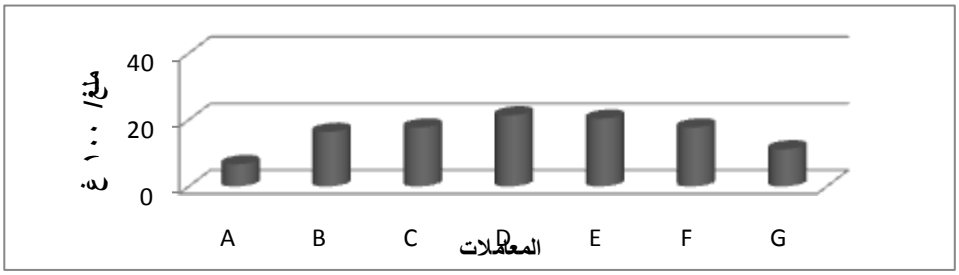


شكل (4) نسبة البروتين في حبوب البازلاء للمعاملات المختلفة (متوسط 12نبات)

المعاملات	D	F	E	G	B	A	C
LSR	2.52	2.5	2.48	2.45	2.38	2.27	

2- فيتامينC:

تراوحت نسبة فيتامينC في المعاملات بين 11% في المعاملة G و21 % في المعاملة D، في حين بلغت لدى الشاهد 7% وقد تفوقت المعاملة B باستخدام التلقيح البكتيري بمفرده على الشاهد معنويا بنسبة 145%، بينما تفوقت المعاملة D معنوياً على جميع المعاملات باستثناء المعاملة E بزيادة قدرها 220% مقارنة بالشاهد وتفوقت على المعاملة G بنسبة 91%. بينما لم يكن هناك أية فروق معنوية بين المعاملات الأخرى الشكل (5).



شكل (5) نسبة فيتامين C في حبوب البازلاء للمعاملات المختلفة (متوسط 12 نبات)

المعاملات	A	B	C	D	E	F	G
LSR		3.02	3.12	3.2	3.18	3.14	2.88

خامساً: تحليل التربة

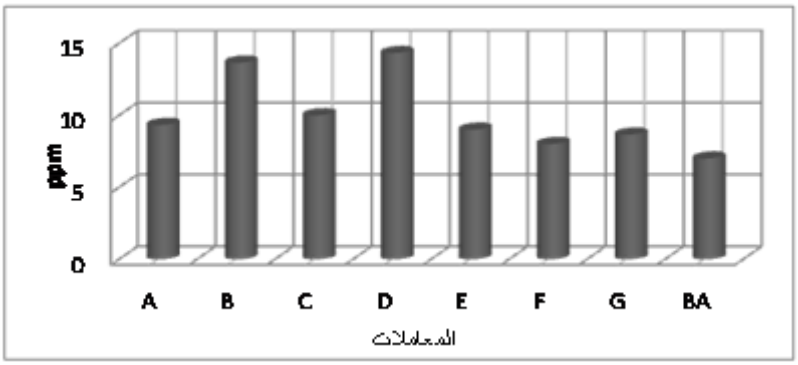
يعدّ تحليل التربة مؤشرا هاما على محتواها من العناصر الغذائية الهامة ودرجة حموضتها وفي هذا المجال تشير النتائج في الجدول (4) إلى انخفاض الـpH قليلاً عما كانت عليه قبل الزراعة وهذا شيء طبيعي ناتج عن تحول التربة لوسط زراعي تنخفض فيها الـpH بفعل ما تفرزه الجذور من أيونات الهدروجين بحيث تجعل العناصر المعدنية

أكثر ذوباناً في محلول التربة وهذا ما يفسر زيادة تركيز الفوسفور المتاح (زيدان وآخرون، 1993)، كما يتضح انخفاض الناقلية الكهربائية بصورة عامة بعد الزراعة مما يدل على تحسين البازلاء لخصائص التربة واستصلاحها بخفض درجة ملوحتها.

أما بالنسبة للآزوت فقد سجلت أعلى نسبة للآزوت في التربة عند المعاملتين الملقحتين بالبكتيريا وغير الحاويتين على أي سماد آزوتي وهما B و D إذ بلغت (14 ppm) أي ضعف نسبة الآزوت قبل الزراعة وهي (7 ppm) وكان تفوقهما بفروق معنوية واضحة على جميع المعاملات بما فيها المعاملة C التي لم تحقق تفوقا سوى على المعاملة BA (قبل الزراعة) بفرق معنوي، وبمقارنة نتائج التحليل الأولي قبل الزراعة وبعد الحصاد نلاحظ زيادة نسبة الآزوت الكلي في التربة بعد الحصاد، إذ تراوحت مابين 14% و100% مقارنة مع ما قبل الزراعة، وهذا ما يؤكد أهمية النبات البقولي في إغناء التربة بالآزوت ويمكن تفسير زيادة الآزوت في تربة المعاملات الملقحة ببكتريا الرايزوبيوم إلى دورها الهام في التثبيت البيولوجي للآزوت الجوي الذي تقوم به بكتيريا العقد الجذرية والذي يتجاوز ما يمتصه النبات من آزوت.

الجدول (4) نتائج تحليل التربة بعد الحصاد مقارنة مع نتائج التحليل الأولي للتربة

آزوت معدني ppm	فوسفور متاح ppm	بوتاس ppm	EC ميلموز/سم	pH	المعطيات / المعلومات
7	8	510	0.49	7.64	قبل الزراعة BA
N	P	K	EC	PH	بعد الزراعة
9	6	415	0.43	7,35	A
14	13	485	0,36	7,44	B
10	14	460	0.31	7,61	C
14	22	485	0,46	7,16	D
9	9	460	0,35	7,31	E
9	8	435	0,30	7,43	F
8	8	450	0,30	7,51	G



شكل رقم (6) نتائج تحليل الآزوت في نهاية التجربة مقارنة مع نتائج التحليل الآولي

BA	G	F	E	D	C	B	A	المعاملات
	2.36	2.48	2.55	2.59	2.62	2.64	2.66	LSR

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1- أدى استخدام التلقيح البكتيري لزيادة الوزن الرطب والجاف للنبات بصفة عامة مقارنة بالشاهد، وقد حققت المعاملتان D (تلقيح بكتيري + تسميد $N_0P_{35}K_{25}$) و G (تلقيح بكتيري + تسميد $N_{15}P_{35}K_{25}$) أفضل النتائج وكان تفوقهما على المعاملة السمادية المتبعة زراعيا بدون فروق معنوية عند المستوى 5%.

2- حقق التلقيح البكتيري مع التسميد المعدني في المعاملتين (N0P35K25 وN15P35K25) أفضل النتائج فيما يتعلق بالإنتاجية، ولم يقتصر تفوقهما على الشاهد إنما زاد عن معاملة التسميد المعدني المتبع زراعيا (N20P35K25) بنسبة تراوحت بين 33% و 73% على التوالي، وهذا ما يشجع استخدام التلقيح البكتيري مع أو بدون السماد الآزوتي .

3- أدت عملية التلقيح البكتيري إلى تحسين نوعية حبوب البازلاء فقد احتوت حبوب المعاملة D على أعلى نسبة لفيتامين C والبروتين، وكان التأثير السلبي بزيادة الجرعة السمادية الآزوتية واضحا في المعاملتين.

4- أثرت عملية التلقيح البكتيري في بعض خواص التربة وخصوبتها فانخفضت قيمة ال (pH) وناقليتها الكهربائية بينما زادت نسبة الفوسفور المتاح وارتفع محتوى التربة من الآزوت وخاصة في المعاملتين D وB مقارنة بباقي المعاملات.

التوصيات:

- نوصي بتخفيض الجرعة السمادية المخصصة للبازلاء من الآزوت المعدني عند تلقيح البذار بالنوع البكتيري المناسب ويفضل الإستغناء عنه مع الحفاظ على التسميد المعدني بالفوسفات والبوتاس بالنسب المعتمدة لأن الزيادة في الإنتاجية التي حققها التلقيح البكتيري مع التسميد الفوسفاتي والبوتاسي قد تفوقت معنويا على المعاملة السمادية المتبعة زراعيا كما هو موضح سابقا .
- للحصول على نوعية أفضل من البازلاء سواء بنسبة البروتين أو فيتامين C في البذور الخضراء يفضل الإستغناء عن التسميد المعدني الآزوتي كما تشير النتائج.
- إن المؤشرات الإيجابية لنتائج تحليل التربة تشجع استخدام التلقيح البكتيري بالنوع الفعال لتحسين كفاءة النبات البقولي بصفة عامة بوصفه مخصباً للأرض مما يزيد من أهميته في برامج الدورات الزراعية.

المراجع:

1- المجموعة الإحصائية لوزارة الزراعة والإصلاح الزراعي سوريا لعام 2007-2008، مكتب الإحصاء، مديرية الزراعة والإصلاح الزراعي في اللاذقية.

2- زيدان.علي، كبيبو.عيسى، بوعيسى.عبد العزيز، الخضر.أحمد، خليل.نديم، خصوبة التربة وتغذية النبات، مطبوعات جامعة تشرين ، كلية الهندسة الزراعية للعام 1992-1993م، الصفحة:179.

3- شركة سليمان الزراعية، دليل أصناف الخضار، 2006-2007، الصفحة 27.

4- كذلك. محمد، المعاملات الزراعية لمحاصيل الخضر، كتاب زراعة الخضراوات، الناشر منشأة المعارف بالإسكندرية، جمهورية مصر العربية، 2001م

5- كور. حسان، خورشيد.عبد الغني، كلية الهندسة الزراعية ، جامعة حلب، العلاقة بين التسميد المعدني الآزوتي والتسميد الحيوي وانعكاسهما علة نمو نبات الفول وإنتاجية ، مجلة باسل الأسد للعلوم الهندسية ، العدد 13، 2001.

6- حمدان. وليد ، كلية الهندسة ازراعية ، جامعة تشرين ، أساسيات تغذية الحيوان ، الجزء العملي،2001 الصفحات : 23-29

7- ALAN .P,*USPatent 4875921 - Bacterial agricultural inoculants*,© 2004-2009 Patent Storm LLC, October 24, 1989, 94-97.

8- ALI-KHAN.T and. ZIMMER.R, *Production of field peas in Canada*. Agric. Canada Pub. 1710/E Communications Branch, Agric. Canada, Ottawa,1989, 21.

9- BEARD. B and HOOVER. R,*Agronomy Journal*,published in Agron, ©American Society of Agnomy J63, 1971,815-816.

10- BOWREN, K, BIEDERBECK.V, BJORGE.H, BRANDT.S, GOPLEN.P, J.L. HENRY, UKRAINTETZ .H, WRIGHT .T, and MCLEAN.L.*Soil improvement with legumes. Saskatchewan Agric*. Soils and Crops Branch, Bul. M10-.1986, 24.

11- CARR.M, MARTIN.G,MELCHIOR.A, TISOR.L and POLAND.W, *Alternative crops and cropping systems in southwestern North Dakota*. In K.A. Ringwall (ed.) North Dakota State Univ, Dickinson Res. Ext. Ctr. 1997 Ann. Rep, Dickinson. 1998,126-146 .

12- CROZAT .Y, AVELINE.A, F. COSTE, GILLET. J, and DOMENACH.A,*Yield performance and seed production pattern of field-grown pea and soybean in relation to N nutrition.*Agron j,1994,135-144.

13- FAO, *Food and Agriculture Organization 2004 PRODUCTION. Yearbook* .Roma,Italy ,Vo1.49

14- FRANK .D and MESY.B, *Microboilogy Facility* . 28/October/1995,29.

15- FRANZEN. D, *Fertilizing field pea and lentil. North Dakota State Univ*, Coop. Ext. Serv. Circ. SF-725 (rev.), Fargo. 1998,22.

16- JONES. K, *Rhizobium for peas and beans*, The American Community Gardening Association, 01 Feb 2009, 36-58.

17- KEVIN. J, *Department of plant science*, University of Manitoba, Winnipeg, Mantoba, R3t2n2 Canada, January,Volume 75, 2002, 131-138.

18- MAKAROVA.E, AKIMOVA.P, SOKOLOVA.M, LUZOVA.B, RUDIKOVSKAYA. E & NURMINSKY.V, *Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemist*ry, © Technical College- Bourgas. Volume 12, 2004, 24-26.

19- MAVIS, BOLLMAN & VESSEY, *soil and plant research station*, hamiltom, waikato university, newzealand, 2006,112-117.

20- MURRAY, G.A., D.L. AULD, J.M. KRAFT, G.A. LEE, F.J. MUEHLBAUER, and L.E. O'KEEFFE. *Dry pea and lentil production in the Pacific Northwest*. Univ. Idaho Agric. Exp. Stat. Bul. 578, Moscow. 1979, 8.

21- MUSBACH. F, *Method of fertilizer application for canning peas*. Am. Soc. Agron, 1934, 70-74.

22- OGHOGHORIE. G, and PATE. J, *The nitrate stress syndrome of the nodulated field pea* (*Pisum Arvense* L.) Techniques for measurement and evaluation in physiological terms. Plant Soil (Suppl.), 1971, 185-202.

23- PATRRICK. C, HENSON. A, ROBERT. A & KENT. R, *Dickinson Research Extension Center* 14089 State Avenue,1999-2000,12.
24- PAULINO.V, OLIVARS.J and BEDMAR.E, *Plant and Soil Magazine*, Netherlands, Volume 101, Number 2/1987/ September, 299-302.
25- PETERSON .T, RUSSELLE. M, *Alfalfa and the nitrogen cycle in the corn belt,* 1991, Soil Water Conserve 46: 229-235.
26- PULUNG. M, *Effect of fertilizer rates on yield, productive efficiency of pea on brown Podzolic soil.* Acta Hort. 1994, 369,306-310.
27- RANGARAJAN. A, BIHN. E, GRAVANI. R, SCOTT. D, and PRITTS. M. *agricultural practices for fresh fruits and vegetables. Food safety begins on the farm: A grower's guide. Cooperative State Research,* 2000. Good Education and Extension Service, USDA, 8–13.
28- SCOTTC.K and BUCKHOLZ.D, *Nitrogen in the environment, Nitrogen fixation, department of Agronomy,* university of Missouri-Columbia,WQO2BI-October. 1993, 201-206.
29- SLINKARD.E and DREW.N, *Dry pea production in Saskatchewan*. Dex. 140/10 (rev), Univ. Saskatchewan, Saskatoon,1988,7.
30- SOSULKI. F and BUCHAN. J, *Effects of rhizobium and nitrogen fertilizer on nitrogen fixation and growth of peas*. Can. J. Plant Sci, 1978, 58,553-556.