مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية - سلسلة العلوم الزراعية المجلد (18) العدد (6) 1996
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research -Agriculture Series Vol. (18) No (6) 1996

تأثير الشكل الآزوتي المعدني (NO_3, NH_4, N) والتثبيت التعايشي للآزوت على نمو نبات الحمص (Cicer arietinum L.)

الدكتور غياث علوش*

(قبل للنشر في 1995/6/19)

□ الملخّص □

أجريت هذه الدراسة على نبات الحمص (صنف غاب 2) حيث زرع في أصص بوجود شكلين من التسميد الآزوتي (NO_3, NH_4, N) أو العدوى بسلالة رايزوبيوم (CP-39) معروفة التخصص بالنسبة للحمص. لم تتلق معاملة الشاهد أي عدوى، بل اعتمدت على العدوى بسلالات رايزوبيوم تتواجد طبيعياً في التربة المستخدمة.

حصدت النباتات بعد 68 يوماً من الزراعة وسجلت الأوزان للمجموعين الخضري والجذري وقدر فيها الآزوت الكلي. هضمت عينات من كلا المجموعتين بوساطة الهضم الجاف وقدر في محلول الهضم كل من الفوسفور، البوتاسيوم، الزنك والنحاس.

لم يكن لسلالة الرايزوبيوم (CP-39) مقدرة كبيرة على منافسة السلالات المنتشرة طبيعياً في التربة بحيث لم تزد النمو الخضري عن 5% ولكنها زادت كفاءة تثبيت الآزوت الجوي بمعدل 12% وكان ذلك كافياً لتفادي ظهور أعراض نقص الآزوت التي ظهرت على نباتات الشاهد. لقد حققت العدوى الرايزوبية (CP-39) معدلاً بحدود 70% من نمو النباتات في المعاملات التي تلقت تسميداً آزوتياً بإحدى صورتيه النتراتية أو الأمونياكية.

لقد احتوت النباتات الرايزوبية على تراكيز من الفوسفور، البوتاسيوم، الزنك وكذلك النحاس تفوق تلك التي احتوتها النباتات التي تلقت التسميد الآزوتي المعدني، إلا أن الكمية المتصة من هذه العناصر كانت أكبر في النباتات النتراتية والأمونياكية مقارنة بالنباتات الرايزوبية أو الشاهد. هذا ما يمكن أن يعبر عنه بوضوح باستخدام حسابات فعالية التثبيت التعايشي التي أوضحت معدلات امتصاص للعناصر قيد الدراسة لا تقل عن 77% بالمقارنة مع حالة التسميد النتراتي وعن 92% بالمقارنة مع حالة التسميد الأمونياكي.

* مدرس في قسم التربة واستصلاح الأراضي - كلية الزراعة - جامعة تشرين- اللاذقية - سورية.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الزراعية المجلد (18) العدد (6) 1996
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Agriculture Series Vol. (18) No (6) 1996

THE EFFECT OF NITROGEN NUTRITION (NO_3, NH_4, N) and Nitrogen Fixation on Growth and Mineral Composition of Chickpea plants (Cicer arietinum L.)

Dr. Ghiath Alloush*

(Accepted 19/6/1995)

❐ ABSTRACT ❐

In a pot experiment, Chickpea plants (CV. Gab 2, ILC-3279) were grown two forms of nitrogen fertilization (NO_3, NH_4, N) or with inoculating with rhizobium (CP-39). Control plants did not receive nitrogen nutrition and dependant on native rhizobium. After 68 days of growth plants were harvested and dry weights of shoots and roots were recorded. Total nitrogen content of shoots and roots were estimated in the dry matters. Subsamples of plant parts were dry-ashed and digested in HCl. In the digests, phosphorus, potasium, Zinc and copper were estimated and their uptake quantities were calculated.

Strain of rhizobium (CP-39) was not able to complete with native rhizobium and growth did not increase more than 50%. However, nitrogen uptake was inhanced by about 21% which was enough to prohibit the appearance of nitrogen deficiency when compared to control plants.

Chickpea plants inoculated with rhizobium (CP-39) were about 70% of those received nitrogen fertilization. The concentrations of P, K, Zn and Cu were higher in the rhizobial plants compared to nitrogen-fed plants. However, total quantities of these nutrients taken up were higher in the nitrogen-fed plants compared with either rhizobial or control plants.

Calculations of symbiotic effectivenes (SE) provided a clearer picture of the uptake of these nutrients. The value of SE in the (CP-39) plants was more than 77% compared with NO_3-N fed plants and more than 92% compared with NH_4-N fed plants.

* Lecturer at Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

المقدمة:

تنتشر جراثيم الرايزوبيوم في معظم الترب الزراعية وتستطيع في معظم الأحيان أن تشكل عقداً جذرية على جذور النباتات البقولية. إن كفاءة مثل هذه البكتريا في تثبيت الآزوت الجوي غير ثابتة وتختلف وبشكل أساسي حسب عاملين أساسيين: نوع النبات وكمية الآزوت المعدني الموجود في التربة.

بعض البكتريا الرايزوبية ما هو متخصص بنوع نباتي واحد تكون معه عالية الكفاءة في تثبيت الآزوت الجوي. إلا أن هذه الكفاءة قد تنخفض كثيراً بوجود سلالات رايزوبية أخرى تزاحم تلك التخصصية وتقلل بالتالي من معدل استفادة النبات البقولي من الآزوت الجوي. أما العامل الآخر فهو مستوى الآزوت المعدني في التربة فهو يؤثر بشكل كبير على معدل تشكل العقد الجذرية الرايزوبية. حيث وجد أنه تحت معدل تسميد حوالي 140 كغ N/هكتار ينعدم تماماً تشكل العقد البكتيرية على المجموع الجذري [Beck, 1992].

إن حقيقة ما يجري على أرض الواقع في حال إجراء عدوى بذور الحمص بالرايزوبيوم المتخصص أن هذه البكتريا تجد في التربة سلالات عديدة قادرة على عدوى جذور نبات الحمص نفسه وتشكيل عقد جذرية بالرغم من كون كفاءتها في تثبيت الآزوت الجوي منخفضة. أما في حال عدم عدوى البذور بالرايزوبيوم والمتخصص فإن المزارعين غالباً ما يلجؤون إلى التسميد الآزوتي مضافاً على 2-3 دفعات خلال الموسم. لذلك تتضمن هذه التجربة تصميماً يسمح بدراسة تأثير الرايزوبيوم الأم المتواجد في التربة (Native Rhizobium) على نمو النبات وتلك التي تم فيها تلقيح البذور برايزوبيوم متخصص (CP-39) تم الحصول عليه من ICARDA ومع المعاملات التي تلقت تسميداً آزوتياً فقط أما بشكله النتراتي أو الأمونياكي مضافاً على ثلاثة دفعات تلبي احتياجات النبات من الآزوت ولا يعيق كثيراً تشكل العقد الجذرية على المجموع الجذري لنبات الحمص.

تبعاً لهذه المعاملات الآزوتية فإنه من المتوقع أن يؤثر الشكل الآزوتي على امتصاص الفوسفور والعناصر الغذائية الأخرى من خلال التغيرات التي قد تحصل في رايزوسفير نباتات هذه المعاملات خاصة إذا تواجد الفوسفور المتاح في التربة المزروعة بمستويات يكون معها عاملاً محدداً لنمو النبات.

الطرق والوسائل:

التربة:

تم جمع التربة من مزرعة الكلية (بوقا) من أرض لم يسبق تسميدها بالسماد الفوسفاتي أو زراعتها منذ سنوات. نظفت التربة من الحصى والمخلفات النباتية بمنخل خاص (2مم). واعتماداً على نتائج تحليل التربة [Alloush, 1993] ومعرفة بعض خواصها الفيزيائية والكيميائية، خلطت التربة مع الرمل بنسبة (1/1 تربة إلى رمل) لخفض مستوى الفوسفور المتاح وتحسين بعض خواصها.

جدول (1): بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة المستخدمة:

%	قوام	التربة	PH	$CaCO_3$		المادة العضوية	P قابل للامتصاص
طين	سلت	رمل	تربة:ماء 1:1	كلية	فعالة	%	ppm
22	18	60	7.6	56.4	22	2.8	11.2

تصميم التربة:

أجريت الدراسة على صنف الحمص (غاب 2) ILC-3279 حيث زرع هذا الصنف في أصص بوجود شكلين من التسميد الآزوتي. لم يقدم لمعاملة الشاهد أي تسميد آزوتي واعتمدت بالتالي على التثبيت التعايشي بوساطة بكتريا الرايزوبيوم التي تنتشر طبيعياً في هذه التربة. في معاملة الزايزوبيوم، أعديت البذور عند الزراعة بلقاح يتضمن بكتريا رايزوبيوم (CP-39) والمعروف تخصصها وفعاليتها بالنسبة للحمص (مصدرها ايكاردا)، تلقت معاملة النترات تسميداً آزوتياً بشكله النتراتي (NO_3-N) وفي معامل الأمونيوم تلقت الأصص تسميداً آزوتياً بشكله (NH_4-N) فكان بالتالي أربعة معاملات وأربعة مكررات لكل منها وهي: الشاهد (C) والمعاملة النتراتية (NO_3-N) والمعاملة الأمونياكية (NH_4-N) المعاملة الرايزوبية (CP-39). رقمت الأصص من 1-16 بحيث يكون لكل معاملة أربعة أرقام متتالية. وزرعت هذه الأصص بعد زراعتها بشكل عشوائي على مربع التجربة في البيت البلاستيكي في شهر كانون الأول من عام 1993.

الزراعة:

احتوى كل أصيص في التجربة على 1.5كغ من خليط تربة: رمل بنسبة 1:1 زرع في كل أصيص 5 بذور من الحمص على عمق 1 من سطح التربة. رويت الأصص من الأسفل بالماء المقطر الذي تضمن

في حالة المعاملات الأزوتية أحد الملحين $(NH_4)_2SO_4$ أو $Ca(NO_3)_2$ وبحيث يتلقى كل أصيص 25 ملغ من الأزوت (N) وذلك حسب المعاملة.

العناية بالتجربة:

الري: تمت السقاية دوما من الأسفل وعلى فترات تباينت حسب حالة الطقس ما بين 1-2 مرة كل أسبوع.

التسميد: زودت أصص المعاملات الأزوتية بدفعتين إضافيتين من الأزوت (25 ملغ N في كل مرة ولكل أصيص) وباستخدام محاليل للأملاح المذكورة أعلاه، الدفعة الأولى بعد 22 يوم من الزراعة والدفعة الثانية بعد 52 يوم من الزراعة.

التفريد: تم تفريد البادرات بعد 11 يوم من الزراعة بحيث ترك بادرتين متجانستين في الحجم في كل أصيص.

التعشيب: أزيلت الأعشاب الغريبة من الأصص أسبوعياً بعد الري

الحصاد:

حصدت النباتات بعد 68 يوماً من الزراعة ونظفت جذورها من التراب العالق بها بالماء ثم وضعت الأجزاء الخضرية والجذرية في أكياس ورقية للتجفيف في الفرن على درجة حرارة 70°م لمدة 48 ساعة الأقل. بعدئذ سجلت الأوزان الجافة وحسب الوزن الجاف الكلي في كل أصيص كما حسب نسبة المجموع الخضري/الجذري.

طحنت العينات النباتية الجافة وأخذ منها (0.3-0.4) غ للترميد بدرجة حرارة 500°م والهضم في 10 مل من حمض كلور الماء (6M) ومن ثم التحضير النهائي بـ4% HCl [Idas, 1986].

جدول (2): تحليل التباين العام (AVOVA) باستخدام البرنامج الإحصائي SAS

العامل/المشاهدات	NO_3-N	NH_4-N	CP-39
وزن المجموع الخضري الجاف	+**	+*	+*
وزن الجذور الجافة	+***	-**	-**
وزن النبات الكلي الجاف	+***	ns	-**
نسبة المجموع الخضري/الجذري	ns	+**	Ns
تركيز الآزوت في المجموع الخضري	+*	+***	+**
تركيز الآزوت في الجذور	ns	+***	+*
محتوى النبات من الآزوت	+**	+***	+**
تركيز الفوسفور في المجموع الخضري	ns	-**	+*
تركيز الفوسفور في الجذور	-***	-**	+*
محتوى النبات من الفوسفور	ns	ns	Ns
تركيز البوتاسيوم في المجموع الخضري	-***	-***	+***
تركيز البوتاسيوم في الجذور	-*	-***	+***
محتوى النبات من البوتاسيوم	+***	-*	ns
تركيز النحاس في المجموع الخضري	-*	ns	+***
تركيز النحاس في الجذور	ns	ns	ns
محتوى النبات من النحاس	ns	ns	+**
تركيز النوباء في المجموع الخضري	-*	-**	+***
تركيز النوتباء في الجذور	ns	ns	ns
محتوى النبات من النوتباء	ns	ns	ns

* العامل يشكل مصدراً للتباين عند درجة معنوية Pr>F = 0.01-0.05

** العامل يشكل مصدراً للتباين عند درجة معنوية Pr>F = 0.001-0.01

-/+ تأثير العامل المدروس بالنسبة للشاهد وns غير معنوي.

قُدّر البوتاسيوم باستخدام جهاز اللهب Flame photometre وقُدّر الفوسفور في محلول الهضم بالطريقة اللونية (فاندات – موليبدات) باستخدام جهاز الطيف الضوئي Spectrophotometre [Idas, 1986]. وتم تقدير تراكيز كل من النحاس والتوتياء في مستخلص الهضم باستخدام جهاز الامتصاص الذري Atomic Absorption [Idas, 1986]. كما قدر الآزوت الكلي في العينات النباتية الجافة بع هضمها بطريقة كلداال.

النتائج:

خضعت جميع النتائج المتحصل عليها بالنسبة لكافة المشاهدات للتحليل الإحصائي العام و الحسابات المتعلقة بآخر فرق معنوي باستخدام البرنامج الإحصائي SAS. يبين الجدول رقم (2) ملخصاً إحصائياً لمشاهدات التجربة.

– نمو النبات:

يوضح الجدول رقم (3) تأثير الشكل الآزوتي على الإنتاج وتوزعه بين المجموعتين الخضري والجذري. لقد أدى التسميد الآزوتي المعدني بشكليه النتراتي والأمونياكي إلى زيادة ومن الأجزاء الخضرية الجافة بشكل معنوي بالمقارنة مع نباتات الشاهد أو تلك التي تلقت العدوى الرايزوبية CP-39. لم يكن للعدوى بالرايزوبيوم CP-39 تأثير معنوي على إنتاج النباتات من الأجزاء الخضرية الجافة بالمقارنة مع نباتات الشاهد.

بالنسبة للجذور، أدت إضافة السماد النتراتي إلى زيادة وزن الجذور الجافة بالمقارنة مع الشاهد إلا أن هذه الزيادة لم تكن معنوية. أما بالنسبة لتأثير السماد الأمونياكي فكان مشابهاً للتأثير الناتج عن عدوى الجذور بالرايزوبيوم (CP-39)، حيث أدى كلا العاملين إلى خفض بسيط وغير معنوي لوزن الجذور الجافة بالمقارنة مع الشاهد في حين كانت الفروقات معنوية بين هاتين المعاملتين من جهة والمعاملة النتراتية من جهة أخرى.

جدول (3): تأثير شكل التغذية الآزوتية على نمو نباتا الحمص وتوزع الناتج من المادة الجافة بين المجموعين الخضري والجذري

LSD	CP-39	NH_4-N	NP_3-N	C	المعاملات
0.33	1.63^{b}	2.25^{a}	2.40^{a}	1.56^{b}	وزن المجموع الخضري الجاف (غ/أصيص)
0.40	1.63^{b}	1.60^{b}	2.23^{a}	1.58^{ab}	وزن المجموع الجذري الجاف (غ/أصيص)
0.65	3.26^{b}	3.85^{b}	4.63^{a}	3.40^{b}	الوزن الكلي الجاف (غ/أصيص)

LSD: أخر فرق معنوي عند مستوى 5% – الأرقام ذات الأحرف المتشابهة ضمن كل صف غير مختلفة معنوياً.

لم يكن لإضافة السماد الأمونياكي أو العدوى بالرايزوبيوم CP-39 تأثير معنوي على الوزن الجاف الكلي للنبات بالمقارنة مع نباتات الشاهد، في حين كان تأثير التسميد النتراتي حيث أدى إلى زيادة الوزن الجاف الكلي بالمقارنة مع المعاملات الأخرى.

– تراكيز ومحتوى النباتات من العناصر K.P.K:

يوضح الجدول رقم (4) تأثير شكل التغذية الآزوتية على تراكيز ومحتوى نباتات الحمص من العناصر K,P,N. لقد زاد التسميد الآزوتي (NO_3, NH_4, N) من تراكيز الازوت في الأجزاء الخضرية بشكل معنوي بالمقارنة مع تلك التي اعتمدت على التثبيت التعايشي للآزوت. ونلاحظ أيضاً أن تركيز الآزوت في معاملة الأمونيوم قد تفوق بشكل معنوي على تركيزه في معاملة النترات. الصورة كانت مماثلة بالنسبة لتراكيز الآزوت في الجذور. بكل الأحوال، كانت تراكيز الأزوت في المجموع الخضري أعلى من تراكيزه في المجموع الجذري وذلك في كل المعاملات، حيث كانت هذه الفروقات صغيرة في المعاملتين اللتين اعتمدنا على التثبيت التعايشي للآزوت (الشاهد، CP-39) وكانت كبيرة في المعاملتين اللتين تلقيتا التسميد الآزوتي المعدني بشكليه النتراتي والأمونياكي. أما بالنسبة للمحتوى الكلي لنباتات المعاملات من الآزوت، فقد وقعت ضمن مجموعتين مختلفتين معنوياً عن بعضهما البعض. فقد احتوت النباتات المسمدة بالنترات أو الأمونيوم، على الأقل، ضعف ما احتوته النباتات في معاملة الشاهد أو تلك التي تلقت العدوى الرايزوبية (CP-39).

بالنسبة للفوسفور، فقد كانت تراكيزه سواء في المجموع الخضري أو الجذري أعلى في المعاملتين اللتين اعتمدنا فيها بشكل أساسي على التثبيت التعايشي للآزوت الجوي مقارنة بتلك المسمدة بالآزوت المعدني الأمونياكي. لم يكن للعدوى بالرايزوبيوم (CP-39) تأثير معنوي على تراكيز الفوسفور في أجزاء النباتات

مقارنة نباتات الشاهد التي اعتمدت على العدوى بسلالات الرايزوبيوم الأم المتواجدة في التربة. أما محتوى النبات الكلي من الفوسفور فقد احتوت النباتات الأمونياكية كمية تقل معنويا عن تلك التي تلقت تسميدا نتراتيا.

أما بالنسبة للبوتاسيوم، فقد كانت تراكيزه في المجموع الخضري لمعاملة الرايزوبيوم (CP-39) أعلى معنويا من باقي المعاملات. كما وتفوق معنويا تركيز البوتاسيوم في المجموع الخضري لنباتات الشاهد أيضا عما هو عليه في معاملتي التسميد الأزوتي المعدني واللتين لم تختلفا معنويا عن بعضهما البعض. أما جذور المعاملة الرايزوبية (CP-39)، فقد احتوت على تراكيز من البوتاسيوم تفوق معنويا ما هو في معاملتي التسميد الأزوتي، وغير معنوية بالمقارنة مع الشاهد. لقد أدى التسميد الأزوتي الامونياكي إلى خفض معنوي لتركيز K في الجذور بالمقارنة مع الشاهد. أما بالنسبة لمعاملة النترات، فلم يكن الانخفاض في تركيز K معنويا بالنسبة للشاهد.

جدول (4): تأثير شكل التغذية الآزوتية على تركيز ومحتوى نباتات الحمص من K,P,N

المعاملات	C	NP_3-N	NH_4-N	CP-39	LSD*
تركيز N في المجموع الخضري (ملغ/غ)	12.3^{c}	23.6^{b}	30.0^{a}	14.2^{c}	4.5
تركيز N في الجذور (ملغ/غ)	11.4^{c}	16.4^{b}	22.7^{a}	13.6^{c}	2.6
محتوى النبات من N (ملغ/أصيص)	40.2^{b}	93.2^{a}	104.0^{a}	45.1^{b}	19.0
تركيز P في المجموع الخضري (ملغ/غ)	1.4^{ab}	1.4^{ab}	1.2^{b}	1.6^{a}	0.2
تركيز P في الجذور (ملغ/غ)	1.8^{a}	1.2^{b}	1.3^{b}	1.9^{a}	0.2
محتوى النبات من K (ملغ/أصيص)	5.4^{ab}	6.1^{a}	4.8^{b}	5.6^{ab}	1.3
تركيز K في المجموع الخضري (ملغ/غ)	21.7^{b}	19.4^{c}	19.4^{c}	24.6^{a}	1.7
تركيز K في الجذور (ملغ/غ)	24.9^{ab}	22.4^{bc}	20.6^{c}	26.9^{a}	3.3
محتوى النبات من K (ملغ/أصيص)	33.6^{b}	46.5^{a}	43.6^{a}	39.8^{ab}	6.9

*LSD: آخر فرق معنوي عند مستوى معنوية 5%.

- الأرقام ذات الأحرف المتشابهة ضمن كل صف غير مختلفة معنويا.

احتوت النباتات التي تلقت التسميد الآزوتي المعدني على كمية من K تفوق معنوياً محتوى نباتات الشاهد ولكن لم تكن هذه الفروقات معنوية بالمقارنة مع معاملة الرايزوبيوم (CP-39). المعاملتان اللتان اعتمدتا على التثبيت التعايشي للآزوت (الشاهد وCP-39) لم تتباين معنويا من حيث محتواهما من البوتاسيوم.

- **تركيز ومحتوى النباتات من التوتياء والنحاس:**

يوضح الجدول رقم (5) تأثير شكل التغذية الآزوتية على تراكيز ومحتوى الأجزاء الخضرية من عنصري التوتياء والنحاس.

لقد زادت العدوى الرايزوبية (CP-39) تراكيز التوتياء في الأجزاء الخضرية بشكل معنوي بالمقارنة مع النباتات التي تلقت تسميداً آزوتياً معدنياً (NH_4, NO_3)، وغير معنوية بالمقارنة مع نباتات الشاهد. أما الشكل الآزوتي (NO_3, NH_4) فلم يكن له تأثير معنوي على تراكيز هذا العنصر في الأجزاء الخضرية. أما المحتوى من التوتياء، فعلى الرغم من وجود تباينات كبيرة بين المعاملات إلا إنها لم تكن معنوية.

جدول (5): تأثير شكل التغذية الآزوتية على تراكيز ومحتوى الأجزاء الخضرية لنباتات الحمص من Zu و Cu

المعاملات	C	NP_3-N	NH_4-N	CP-39	LSD*
تركيز Zn في المجموع الخضري (ميكروغرام/غ)	56^{ab}	42^{b}	40^{b}	79^{a}	25
محتوى الأجزاء الخضرية من Zu (ميكروغرام/أصيص	87^{a}	99^{a}	90^{a}	126^{a}	42
تركيز Cu في المجموع الخضري (ميكروغرام/غ)	80^{b}	60^{b}	84^{b}	191^{a}	86
محتوى الأجزاء الخضرية من Cu (ميكروغرام/أصيص	124^{b}	144^{b}	187^{ab}	300^{c}	113

*LSD: آخر فرق معنوي عند مستوى معنوية 5%.

- الأرقام ذات الأحرف المتشابهة ضمن كل صف غير مختلفة معنويا.

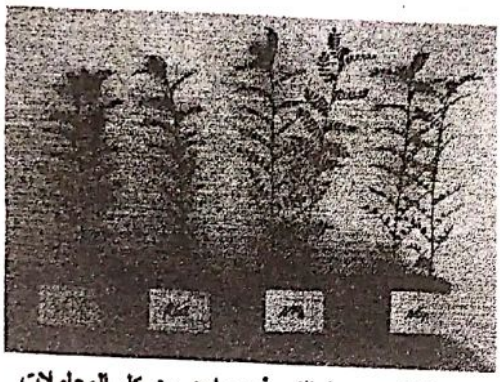
بالنسبة للنحاس، فقد تميزت الأجزاء الخضرية لنباتات الرايزوبيوم CP-39 باحتوائها على تراكيز من النحاس تفوق معنويا تراكيز النحاس في الأجزاء لباقي المعاملات. لم يكن للشكل الآزوتي المعدني

(NO_3, NH_4) تأثير على تراكيز النحاس في الأجزاء الخضرية. أما محتوى الأجزاء الخضرية من النحاس فقد كان أعلى ما يمكن في المعاملة الرايزوبية (CP-39)، وتصبح هذه الفروقات معنوية بالمقارنة مع نباتات الشاهد أو تلك التي تلقت تسميداً آزوتياً بصورته النتراتية.

المناقشة:

تتواجد بكتريا الرايزوبيوم الواسعة الانتشار والتي تتواجد في معظم الترب الزراعية وتستطيع في معظم الأحيان، أن تحدث عدوى على جذور النباتات البقولية التي تزرع على هذه الترب. نتيجة ذلك تتشكل عقد بكتيرية رايزوبية على الجذور تتوزع عادة على طول المجموع الجذري [Peoples وآخرون، 1989]. لكن هذه العقد قد لا تكون بالضرورة ذات كفاءة جيدة في إمداد النبات باحتياجاته من الآزوت بالشكل الذي يسمح له بإكمال حياته والحصول إلى إنتاج جيد [Back, 1992; Saxena, 1984] في حال العدوى الصناعية بسلالة معروفة بتخصصها بنوع بقولي ما، فغالباً ما تتشكل معظم العقد الجذرية في المنطقة المسماة بالتاج (Crown)، هذا إذا كانت التربة أصلاً فقيرة بالتعداد البكتيري. وهذا ما حدث فعلياً عند تزويد بذور الحمص بالسلالة المتخصصة (CP-39) (صورة 1).

صورة 1: المجاميع الجذرية لنموذج واحد من كل معاملة. لاحظ عدد العقد الجذرية على المجموع الجذري للمعاملتين CP-39 وC وكذلك تلونها باللون المحمر والذي يدل على نشاطها في تثبيت الآزوت الجوي.



صورة 2: صورة النموذج واحد من كل المعاملات الأربعة. لاحظ أعراض نقص الآزوت التي بدت على الأوراق السفلية (معاملة C) والتي تمثلت باصفرار عام لوريقات الحمص.

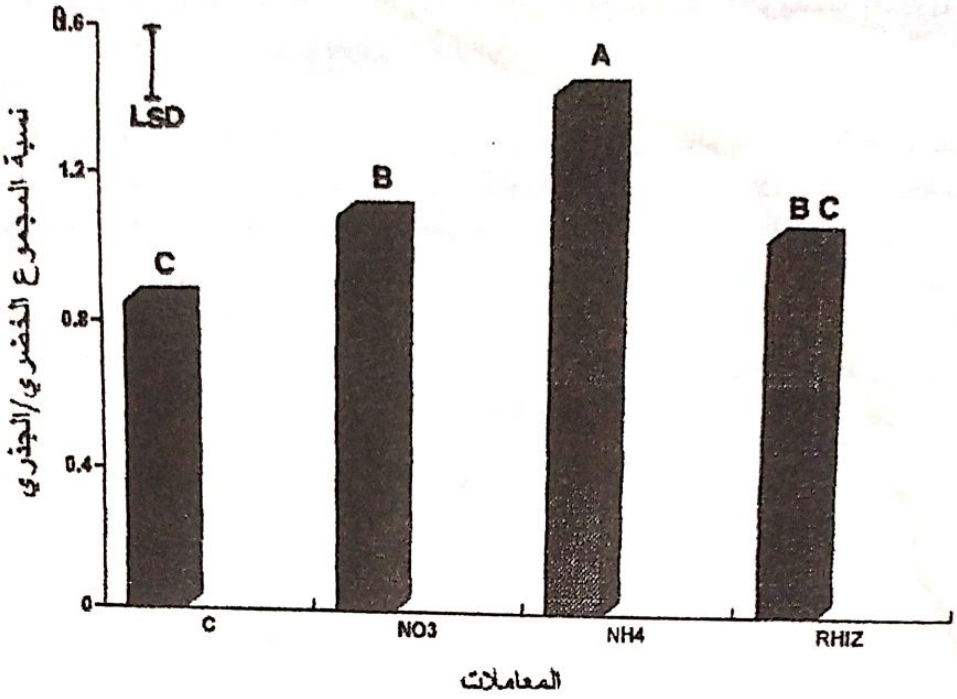
لقد كان للتسميد الآزوتي بشكليه النتراتي والأمونياكي تأثير سلبي على تشكل العقد الجذرية فقد انخفض عدد هذه العقد كما كان المتشكل منها ذات حجوم صغيرة مقارنة بتلك المتواجدة على جذور نباتات الشاهد أو جذور النباتات الرايزوبية (CP-39) (صورة 1).

الكميات السمادية الآزوتية المطبقة في هذه التجربة كانت أدنى بقليل من تلك التي تمنع تماماً تشكل العقد الجذرية على الجذور والتي هي بحدود 140 كغ N/هـ [Beck, 1992]. كما أن التسميد الآزوتي في هذه التجربة قد تم على دفعات قليلة ومتباعدة بحيث لم تبلغ تشكل العقد الرايزوبية على المجموع الجذري.

لم يكن لسلالة الرايزوبيوم (CP-39) مقدرة كبيرة على منافسة السلالات المنتشرة طبيعياً في التربة وتحقيق كفاءة تعايشية أكبر بحيث زاد معها النمو الخضري بمقدار 5% فقط. لكن من ناحية أخرى، فقد ازدادت كفاءة تثبيت الآزوت الجوي بمعدل 251% وكان ذلك كافياً لتفادي ظهور أية أعراض لنقص الآزوت على المجموع الخضري لمعاملة الرايزوبيوم (CP-39) بالمقارنة مع معاملة الشاهد التي ظهر على مجموعات الخضري، قرب موعد الحصاد، أعراض نقص الآزوت ومن بدأت الوريقات بالتساقط (جدول 6، صورة2).

جدول (6): كفاءة التثبيت التعايشي للرايزوبيوم (CP-39) من حيث نمو الأجزاء الخضرية ومحتواه من الآزوت بالمقارنة مع المعاملات الأخرى

	Symbiotic Effectiveness	كفاءة التثبيت التعايشي %
	نمو الأجزاء الخضرية	محتوى الأجزاء الخضرية من الآزوت
C	105	121
NO_3-N	68	41
NH_4-N	73	34



شكل (1): تأثير شكل التغذية الآزوتية على نسبة المجموع الخضري/الجذري.
LSD عند مستوى معنوية 5% للأعمدة ذات الأحرف المتشابهة غير مختلفة معنوياً.

هذا وتجدر الإشارة إلى كفاءة الرايزوبيوم (CP-39) كانت عالية بحيث حققت نمواً للأجزاء الخضرية بمعدل 68% من نمو النباتات في المعاملات التي تلقت تسميداً آزوتياً إلا أن هذه الكفاءة في تثبيت الآزوت الجوي تنخفض إلى حدود 41% بالمقارنة مع معاملة النترات. وهي بذلك أقل من تلك المتحصل عليها وبالنسبة للصنف نفسه (ILC-3279) تحت ظروف المنطقة شبه الجافة في القطر العربي السوري والتي كانت بحدود 50% من المعاملة النتراتية 140 كغ N/هـ [Beck, 1992].

لقد أثر شكل التغذية الآزوتية بشكل كبير على توزع النمو بين المجموعتين الخضري والجذري وعلى الإنتاج من المادة الجافة (شكل 1). فقد شجع التسميد الأمونياكي كثيراً نمو المجموع الخضري بشكل واضح مقارنة بنمو المجموع الجذري الذي تميز بتفرعات قليلة ذات جذور جانبية قصيرة نسبياً وسميكة متخشبة وهذا ما أشار له باحثون آخرون (Le Bot وآخرون، 1990) مما أدى إلى ارتفاع نسبة المجموع الخضري/الجذري بالمقارنة مع المعاملات الأخرى (شكل 1، صورة 1).

على الرغم من أن نمو نباتات الحمص كان على خليط تربة: رمل بنسبة (1:1) وكان تركيز الفوسفور المتاح فيه بحدود 5.6 جزء بالمليون، وهو تقريباً الحد الحرج الذي يسمح بظهور أعراض نقص الفوسفور على النباتات المزرعة [Meston, 1956]، فقد بقيت تراكيز الفوسفور ضمن أنسجة النبات في المعاملات أعلى من 0.12%. وهذا ما يزيد عن الحد الحرج لنقص الفوسفور والمقترح بحدود < 0.1% [Marschner, 1986].

لم يكن للتسميد الآزوتي الأمونياكي أثر إيجابي على تراكيز الفوسفور وامتصاصه من قبل نباتات الحمص بالمقارنة على وجه الخصوص مع المعاملة النتراتية. هذا ما يتعارض مع النتائج المتحصل عليها من قبل العديد من الباحثين [Blair وآخرون، 1971; Barber and Riley, 1971; Miller % Soon, 1977] Le Bot وآخرون 1990]، والتي بنيت زيادة في امتصاص الفوسفور من قبل النباتات المسمدة بالأمونيوم. لكن وتحت ظروف تجربتينا، ربما تفسر عملية النترجة السريعة للأمونيوم في التربة المستخدمة، جيدة التهوية وذات pH مائل قليلاً للقلوية، عدم الحاجة لامتصاص كميات أكبر من شوارد الفوسفور السالبة. ففي هذه الحالة تتواجد شوارد النترات والأمونيوم في محلول التربة وتنتفي الحاجة بالتالي لزيادة امتصاص شوارد الفوسفات من التربة.

لقد تميزت النباتات التي اعتمدت على التثبيت التعايشي للآزوت باحتوائها على تراكيز أعلى من الفوسفور سواء في المجموع الخضري أم الجذري وكذلك بامتصاص أكبر من هذا العنصر بالمقارنة مع

إنتاجها من المادة الجافة. ربما عاد ذلك إلى انخفاض المحتمل في pH رايزوسفير هذه النباتات على إتاحة الفوسفور في التربة [Marschner, 1986]، حيث تحدث تغيرات في pH الرايزوسفير مماثل لتلك النباتات المزودة بالأمونيوم، وحالة انعدام النترجة، نتيجة لزيادة امتصاص الكانيونات/الأنيونات [Marschner, 1986].

كما وتميزت النباتات التي اعتمدت على التثبيت التعايشي للآزوت باحتوائها على تراكيز أعلى من البوتاسيوم في مجاميعها الخضرية والجذرية بالمقارنة مع تلك التي تلقت تسميداً آزوتياً معدنياً بأي من صورتيه (جدول رقم 4). ومما دعا للاستغراب تقارب تراكيز البوتاسيوم في معاملتي الآزوت المعدني حيث أن التغذية الأمونياكية (كصورة كاتيونية للآزوت، NO_3 & NH_4) تعمل في أغلب الأحيان على خفض امتصاص كاتيونات أخرى كالبوتاسيوم والكالسيوم على وجه الخصوص [Van Bcuskhem; Kirkby, 1968][Mengel & Kirbby، 1967 وآخرون][Goh & Haynes, 1978][Le Bot وآخرون 1990]. وهذا ما قد يؤكد أيضاً أن امتصاص الآزوت في معاملة الأمونيوم، بوجود النترجة، قد تم بالشكلين الشاردتين NH_4 &NO_3 ومعهما يزداد تدريجياً امتصاص البوتاسيوم [Kleim وآخرون، 1979]. إضافة إلى أن وجود كلا من الشاردتين NH_4 &NO_3 في المحلول الغذائي يسمح بامتصاص أفضل للآزوت بالمقارنة مع وجود إفرادي لإحدى الشاردتين [Cuehmamm & Sckenb, 1979] بالنسبة لنباتات الخيار. هذا ما يبدو صحيحاً أيضاً بالنسبة لنبات الحمص حيث ترتفع كل من تراكيز الآزوت وامتصاصه في المعاملة الأمونياكية التي ربما حصل فيها بعض النترجة بالمقارنة مع المعاملة التي تلقت تسميداً آزوتياً نترانياً (جدول 4).

ربما سمحت العدوى الرايزوبية (CP-39) بتغيرات طفيفة في pH رايزوسفير هذه النباتات بسبب زيادة امتصاص الكانيونات على الأنيونات بحيث زادت من إتاحة النحاس والتوتياء في التربة للامتصاص من قبل جذور النبات [Marschner, 1986]. هذا ما بدا واضحاً من احتواء الأجزاء الخضرية لهذه النباتات على تراكيز تزيد ضعفين على الأقل على ما هي في المعاملات الأخرى.

إن حساب فعالية التثبيت التعايشي (Symbiotic Effectiveness) للآزوت والناتج عن العدوى بالرايزوبيوم (CP-39) تسمح بعرض أفضل لتأثيرها على امتصاص العناصر الغذائية الأخرى مستخدمين محتوى الأجزاء الخضرية من هذه العناصر وفق المعادلة التي أشار إليها Beck، (1992)

$$SE = \frac{\text{محتوى الأجزاء الخضرية لمعاملة الرايزوبيوم}}{\text{محتوى الأجزاء الخضرية للمعاملة } (NH_4, NO_3, N)} \times 100$$

الجدول (7): نتائج حسابات فعالية التثبيت التعايشي (%) في امتصاص العناصر Zn, Cu, K, P بالنسبة للمعاملات C وNO_3 وNH_4

فعالية التثبيت	التعايشي %	Effectiveness	Symbiotic	
Zn	Cu	K	P	
146	242	120	114	C
127	209	86	77	NO_3-N
141	161	92	94	NH_4-N

لقد زادت العدوى الرايزوبية (CP-39) بشكل أساسي كفاءة امتصاص نباتات الحمص من العناصر النادرة (Cu, Zn) مقارنة بباقي المعاملات بنسبة تتراوح بين 27-140% ولقد حقق أيضاً العدوى الرايزوبية (CP-39) كفاءة أكبر من السلالات الأخرى المنتشرة طبيعياً في التربة بحيث زادت الامتصاص بمعدل 14 و20% بالنسبة لكل من الفوسفور والبوتاسيوم على التوالي. أما بالمقارنة مع المعاملات السمادية الآزوتية، فقد حققت العدوى الرايزوبية معدلات امتصاص جيد يتراوح ما بين 77-94% مما امتصته النباتات المسمدة بالآزوت بمعدل 100 كغ N/هـ، هذا باعتبار أن وزن الهكتار الواحد 2000 طن.

REFERENCES المراجع

[1]- Alloush, G.A. (1993). Study of P-efficiency in chickpea (Cicer arietimum) and its effect on the uptake of iron. 33rd science week, Aleppo, Syria, In Press.

[2]- Beck, D.P. (1992). Yield and nitrogen fixation of chickpea cultivars in response to inoculation with selected rhizobial strains. Agronomy J. 84: 510-516.

[3]- Haynes, R.J. and K.M Goh (1987). Ammonium and nitrate nutrition of plants. Biol Rev. 53: 465-510.

[4]- Kirkby, E.A. (1968). Influence of ammonium and nitrate on the cation-anion balance and nitrogen and carbohydrate metabolism of white mustrated plans grown in dilute nutrient solutions. Soil Sci. 105: 133-141.

[5]- Kirkby, E.A. and Mengel, K. (1967). Ionic balance in different tissues of the tomato plants in relation to nitrate, urea or ammonium nutrition. Plant physio. 42: 6-14.

[6]- Klein, H., A. Priebe and H.J. Jager (1979). Putrescine and spernidine in peas. Effects of nitrogen source and potassium supply. Physiol. Plant. 45: 497-499.

[7]- Le Bot, J; G.A. Alloush; E.A. Kikby and F.E. Sanders (1990). Mineral nutrition of chickpea plants supplied with NO_3 or NH_4-N. II Ionic balance in relation to phosphorus stress. Plant Nutri. 13: 1591-1605.

[8]- Marsechner, H.)1986). Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. London.

[9]- Meaton, A.J. (1956). Methods of chemical analysis for soil survey samples. New Zealand. PP.208.

[10]- Peoples, M.B.; A.W. Faizah; B. Rekasemm and D.F. Herridge (1989). Methods for evaluation nitrogen fixation by nodulated legumes in the field. Australian center for International Agricultural Research. Canberra. Australia. PP.76.

[11]- Riley, D. and S.A. Barder (1971). Effect of Ammonium and nitrate fertilization on phosphorus uptake as related to root-induced pH changes at the root-soil interface. Soil Sci. Soc. Am. 35: 310-306.

[12]- Saxena, M.C. (1984). Dinitrogen Fixation in some food legumes under rainfed conditions of northern Syria. Seminar on the use of isotopes in studies of biological nitrogen fixation. Ankara, Turkey 12-16 November.

[13]- Schenk, M.K. and J. Wehrmann (1979). The influence of ammonia in nutrient solution on the growth and metabolism of cucumber plant. Plant Soil 52: 403-414.

[14]- Soon, X.K. anM. H.H. Miller (1977). Changes in rhizosphere due NH_4 or NO_3 fertilization and phosphorus uptake by corn seedlings (Zea mays L.). Soil Sci. Soc. Am. 41: 77-88.

[15]- Van Beusichem, M. L., E.A. Kirkby and R. Baas (1988). Influence of nitrate and ammonium nitration on the uptake, assimilatin and distribution of nutrients in Ricinus communs. Plant physiol. 86: 914-921.

[16]- The Analysis of Agricultural materials (1986) 3rd Ed. MAFFLADAS. Reference Book 427, Hmso. London.