تثبيت الآزوت الجوّى بواسطة الطحلب CALOTHRIX Sp ومدى تأثره ببعض الأملاح الصوديومية والمركبات الآزوتية

للدكتور أمين النواوى ● والدكتور أحمد نبيل ابراهيم ● والمهندس الزراعى محمد أبو الفضل محمد

مقدمة

تشير بحوث عديدة إلى أهمية عملية تثبيت أزوت الهواء الجوى فى حقول الأرز بواسطة أنواع معينة من الطحالب الخضراء المزرقة (Watanabe وآخرون ١٩٥١ ، Watanabe ١٩٦٢ ، Allen ١٩٥٦ ، النواوى وآخرون ١٩٥٨ ، أبو الفضل وآخرون ١٩٦٥) . وقد بينت دراسات حديثة بالجمهورية العربية المتحدة فائدة تلقيح الأراضى بالطحلب Tolypothrix tenuis المستقدم من اليابان ، وقد صحبتها محاولات لعزل بعض السلالات المحلية ، وذلك فى سبيل تعريفها ودراسة خواصها الفسيولوجية ثم تحديد قدرتها على تثبيت الآزوت الجوى، وقد انتهت هذه المحاولات بعزل أربع سلالات عن طريق الاستعانة ببعض المركبات الكيميائية (النواوى وآخرون ١٩٦٢) ، وقد استخدمت إحداها فى البحث الحالى ، حيث وجد من بعض النتائج الأولية أنها أقدر من السلالات الثلاثة الأخر على تثبيت الآزوت الجوى كأحد أنواع الجنس Calothrix .

ويهدف هذا البحث إلى معرفة العوامل التى قد تؤثر فى نشاط ذلك النوع متى أدخل إلى التربة بالتلقيح ، كدرجة التركيز العالية من كلوريد الصوديوم ، وتواجد أملاح النيتريتورات ، وكذلك تواجد المركبات النتروجينية .

● الدكتور أمين النواوى : مدير قسم بحوث ميكروبيولوجيا المتخلفات الزراعية ، بوزارة الزراعة .
● الدكتور نبيل ابراهيم : مدرس البكتريولوجيا : بكلية الزراعة ، جامعة الأزهر .
● المهندس الزراعى محمد أبو الفضل محمد : مدير عام مراقبة بحوث الميكروبيولوجيا الزراعية ، بوزارة الزراعة .
* نشر هذا البحث باللغة الانجليزية عام ١٩٦٨ فى المجلد الرابع عشر من Acta Agronomica.

مواد البحث والطرق المستخدمة

أولا — مواد البحث :

(ا) «الملقح» : حضر « الملقح » بتنمية الطحلب Calothrix sp. فى دورق مخروطى سعة ١٥٠ سم٣ يحتوى على ٣٠ سم٣ من بيئة معقمة خالية من الأزوت (Watanabe ١٩٥٤) .

(ب) محلول كلوريد الصوديوم وكبريتيد الصوديوم : حضر محلول من الملح الأول ، وآخر من الملح الثانى وذلك بإذابة ٢٥،٤ جم و ٢٤ جم على الترتيب فى لتر ماء .

(ج) المركبات الأزوتية : حضرت كميات من سلفات النشادر ونترات البوتاسيوم والاسبراجين كمركبات ذات نسبة معروفة من الأزوت .

ثانيا — الطرق المستخدمة :

أجريت التجارب فى دوارق مخروطية سعة ٢٥٠ سم٣ تحتوى على ٣٠ سم٣ من بيئة (Watanabe ١٩٥١) الخالية من الأزوت ، وعوملت كما يلى :

(ا) فى تجربة كلوريد الصوديوم : أضيفت كميات معينة من المحلول الأصلى إلى الدوارق للوصول إلى درجات التركيز : صفر — ٤٢٤،٢ — ٨٧٣،٨ — ١٧٤٧،٥ — ٣٣٩٣،٥ — ٤١٩١،٠ جزء ملح فى المليون ، ثم عقمت .

(ب) فى تجربة كبريتيد الصوديوم : عقم المحلول الأصلى بمرشح سيتز ، ثم أضيفت كميات معينة منه إلى الدوارق المعقمة للوصول إلى درجات التركيز ، صفر — ٧٩٥ — ١٥٩٠ — ٣١٨٠ — ٦٧٢٠ — ٨٣١٠ جزء ملح فى المليون .

(ج) فى تجربة المركبات الأزوتية : أضيفت كميات من المركبات الأزوتية إلى الدوارق للوصول فى حالة كل منها إلى درجتى التركيز : ٢١ ، و ١٠٥ جزء نيتروجين فى المليون ، ثم عقمت الدوارق .

وقد لقحت ثلاثة دوارق تمثل معاملة واحدة من المعاملات بمقدار مايعلق

بإبرة ذات عقدة من ملقح الـ Calothrix sp. ، ثم حفظت الدوارق جميعها فى المعمل معرضة لضوء الشمس المباشر وغير المباشر على درجة ٢٥ — ٣٥°م ، وبعد ثمانية أسابيع جمعت نموات الطحلب بالترشيح ، ثم وزنت وأجرى تقدير محتواها من الأزوت الكلى بطريقة الكلداهل العادية ، كما أجرى تقدير الأزوت الذائب فى الراشح (جاكسون ١٩٥٨) .

النتائج

يوضح الجدولان (١ و ٢) الوزن الجاف للطحلب ومحتواه من الأزوت الكلى ، وكذلك محتوى الراشح من الأزوت الذائب، ثم مجموعها كأزوت مثبت من الجو مع استبعاد مايكون قد أضيف من أزوت ، وذلك كله فى لترمن البيئة .

وتبين نتائج تأثير كلوريد الصوديوم فى نمو الطحلب Calothrix sp. وقدرته على تثبيت الأزوت الجوى (جدول ١) أن نمو الطحلب يتأثر عندما تصل درجة تركيز كلوريد الصوديوم إلى ٨٧٣٠٨ جزء فى المليون ، بينما قدرته على تثبيت الأزوت تضعف عندما تصل درجة التركيز إلى ٣٣٩٣٠٥ جزء فى المليون ، فقد بلغت نسبة الأزوت الكلى فى خلايا الطحلب أقصاها (١٠٢ مجم) عند درجة تركيز ٨٧٣٠٨ جزء فى المليون رغما عن حدوث نقص فى وزن الخلايا . وفى حالات التركيزات العالية (٣٣٩٣٠٥ و ٤١٩١٠ جزء فى المليون) هبطت نسبة الأزوت المثبت هبوطا كبيرا ، بينما كان مثل هذا الهبوط فى حالة التركيز الأوسط (١٧٤٧٠٥ جزء فى المليون) غير ذى شأن .

ويبين جدول (١) كذلك تأثير كبريتيد الصوديوم على نمو الطحلب Calothrix sp. وقدرته على تثبيت الأزوت الجوى . وتوضح النتائج أن أعلى مستوى من تركيز ملح كبريتيد الصوديوم سمح بنمو الطحلب هو ١٥٩٠ جزء فى المليون ، حيث لم تسمح المستويات الأخرى بأى نمو ، وعند المستوى المذكور لم يفقد الطحلب قدرته على النمو فحسب بل ضعفت قدرته على تثبيت الأزوت ، حيث بلغت كمية الأزوت المثبت فى غياب كبريتيد الصوديوم ١١١ مجم فى اللتر من البيئة، بينما بلغت فى وجوده ٤٥ مجم فقط .

ومن جدول (٢) يتبين تأثير الأزوت المتحد فى نمو الطحلب Calothrix sp. وقدرته على تثبيت الأزوت الجوى ، وتبين النتائج أن عملية تثبيت الأزوت الجوى تتأثر عموما بوجود الأزوت المتحد على أية صورة من الصور فى البيئة ، غير أن التأثير يبلغ حداً كبيراً فى حالة وجود درجة تركيز عالية من الأزوت النوشادرى أو الأزوت العضوى (الاسبراجين) ، ولو أن هذه الحقيقة بالنسبة إلى الأزوت العضوى قد لاتكون صحيحة على إطلاقها نظراً لاحتمال احتواء الراشح على بقايا من الأزوت العضوى التى لم تقدر كيميائياً .

مناقشة النتائج

يزرع الأرز فى الجمهورية العربية المتحدة فى مساحات واسعة بالدلتا ، حيث تحتوى أراضيها على نسبة من الأملاح الذائبة الكلية تتراوح بين ٣٠٠٠ و ٦٠٠٠ جزء فى المليون ، ومن بينها نسبة تتراوح بين ١٨٠٠ و ٢٤٠٠ من كلوريد الصوديوم .

وإن نتائج هذا البحث تبين أن قدرة الطحلب Calothrix sp. على تثبيت أزوت الهواء الجوى تتأثر قليلا عند درجة تركيز ١٧٤٧,٥ جزء فى المليون ، بينما تتأثر هذه القدرة كثيراً عند درجة تركيز ٣٣٩٣,٥ ، وذلك رغما عن أن كفاءته على النمو لاتتأثر مالم تصل درجة تركيز هذا الملح إلى ٤١٩١,٠ جزءا فى المليون Anabaena ، وهذا يتفق مع ما أشارت إليه Allen (١٩٥٦) من أن الطحلب cylindrica يتحمل الأملاح ، حيث إنه ينمو بحالة عادية فى البيئة المحتوية على نسبة من كلوريد الصوديوم تبلغ ١٥٠٠٠ جزء فى المليون ، وإذا ماوصلت هذه النسبة إلى ٢٠٠٠٠ فإن نموه يأخذ طريقه بعد دور تمهيدى طويل .

ويقضى الأرز — كما هو معروف — معظم حياته تحت ظروف غمر الأرض بالمياه، وهو ماقد يسمح فى حالات خاصة بتكوين كبريتور الأيدروجين وأملاح الكبريتورات بفعل بكتيريا اختزال الكبريتات فى غياب أكسيجين الهواء الجوى (Sturgis ١٩٥٧) . وقد وجد عبد الملك ورزق (١٩٦٣) ، من تجارب معملية أن نسبة كبريتيد الصوديوم تصل إلى ٧٨٠ جزء فى المليون بالتربة الطينية المضافة

جدول (١) : تأثير كلوريد الصوديوم وكبريتيد الصوديوم فى نمو الطحلب *Calothrix sp.* وقدرته على تثبيت الأزوت الجوى

المعاملة	الوزن الجاف للطحلب	الأزوت الكلى فى الطحلب		الأزوت الذائب فى الراشح	الأزوت المثبت	
جزء من كل فى المليون	جم فى اللتر	٪	مجم	مجم فى اللتر	مجم فى اللتر	الأرقام القياسية *
كلوريد الصوديوم						
صفر (للمقارنة)	٣,٤٣٢	٢,٨٣	٩٧	١٤	١١١	١٠٠
٤٢٤,٢	٣,٤٩٨	٢,٨٢	٩٩	١٠	١٠٩	٩٨
٨٧٣,٨	٣,١٠٢	٣,٣٠	١٠٢	١٠	١١٢	١٠١
١٧٤٧,٥	٣,١٣٤	٣,٠٨	١٠٠	٧	١٠٧	٩٦
٣٣٩٣,٥	٢,٨٧١	٢,٠٨	٦٠	١٠	٧٠	٦٣
٤١٩١,٠	٣,٠٦٩	١,٩٠	٥٨	١٠	٦٨	٦١
كبريتيد الصوديوم						
صفر (للمقارنة)	٣,٤٣٢	٢,٣٨	٩٧	١٤	١١١	١٠٠
٧٩٥	٣,٣٣٠	٢,١٠	٧٠	١١	٨١	٧٣
٥٩٠	٢,٤٧٥	١,٥٢	٣٨	٧	٤٥	٤١
٣١٨٠-٦٧٢٠-٨٣١٠	لم يحدث نمو	—	—	—	—	—

* المقارنة = ١٠٠

جدول (٢): تأثير الأزوت المتحد فى نمو الطحلب *Calothrix sp.* وقدرته على تثبيت الأزوت الجوى

المركبات الأزوتية			الوزن الجاف للطحلب	الأزوت الكلى فى الطحلب		الأزوت الذائب فى الراشح	الأزوت المثبت	
المركب	جم مادة فى اللتر	جم أزوت فى اللتر	جم فى اللتر	٪	مجم	مجم فى اللتر	مجم فى اللتر	الأرقام القياسية المقارنة = ١٠٠
سلفات نشادر	٠,٢	٢١	٢,٥	٢,٧٢	٦٨	٦	٥٣	٥٢
	١,١	١٠٥	٢,٠	٢,٦٠	٥٢	٥٥	٢	٢
نترات البوتاسيوم	٠,٣	٢١	٢,٩	٢,٨٠	٨١	١١	٧١	٧٠
	١,٥	١٠٥	٢,٨	٢,٨٠	٧٨	٨٧	٦٠	٥٩
اسبراجين	٠,٢	٢١	٢,٩	٢,٧٠	٧٨	٩	٦٦	٦٥
	١,٠	١٠٥	٣,٠	٢,٨٠	٨٤	٤١	٢٠	٢٠
المقارنة	—	—	٣,٢	٢,٩٠	٩٣	١٠	١٠٢	١٠٠

إليها كميات من المادة العضوية وكبريتات الصوديوم ، وذلك تحت ظروف الغمر التام بالمياه . وقد أوضحت نتائج هذا البحث أن تواجد ٣١٨٠ جزء فى المليون من كبريتيد الصوديوم فى البيئة المستخدمة له تأثير باد فى الطحلب ، بينما كان لوجود تركيز ٧٩٥ — ١٥٩٠ جزء فى المليون تأثير ضار بنمو الطحلب ومقدرته على تثبيت الأزوت الجوى .

هذا وبناء على ماذكر يمكن القول إن الطحلب Calothrix sp. لا يحتمل أن يخضع تحت ظروف الحقل العادية إلى أية تأثيرات سيئة ترجع إلى كلوريد أو كبريتيد الصوديوم ، لا سيما وأنه ينمو بطبيعته على سطح التربة أو المياه .

ويعتبر سماد سلفات النشادر أنسب الأسمدة لتسميد الأرز ، وقد أوضحت نتائج هذا البحث أن قدرة الطحلب Calothrix sp. على تثبيت الأزوت الجوى تتأثر بنحو ٥٠٪ فى وجود ٢١ مليجرام أزوت نشادرى فى اللتر من البيئة ، بينما تتأثر إلى حد العدم فى وجود خمسة أضعاف هذه الكمية ، وهذا مايتفق مع ماأشارت إليه Allen (١٩٥٦)، من أن الطحلب Anabaena cylindrica لايثبت إلا قليلا من الأزوت الجوى أو لايثبت على الإطلاق فى وجود اليوريا أو الأمونيا ، كما يتفق هذا أيضا مع ماوجده طه (١٩٦٤) باستخدام الطحلب Calothrix Elenkinii . هذا وقد وجد أبو الفضل وآخرون (١٩٦٣) أن إضافة سلفات النشادر بمعدل يحتوى على ١٠ أو ٢٠ كيلوجرام أزوت تضر بعملية تثبيت الأزوت الجوى ، وذلك فى تجارب أصص أجريت لدراسة أثر تلقيح التربة بالطحلب Tolypothrix Tenuis فى محصول الأرز . ومن المعروف أن الأرز يسمد عادة بسماد سلفات النشادر بمعدل يحتوى على ٢٠ كيلوجراما من الأزوت للفدان ، وذلك بعد ثلاثة إلى أربعة أسابيع من تاريخ الشتل ، ويمكن تلافى التأثير السيء للأزوت النشادرى بأن يكون التلقيح بالطحلب المراد إدخاله إلى التربة إبان الشتل ، وأن يكون التسميد بسلفات النشادر على دفعتين .

أما عن تأثير الأزوت العضوى فى قدرة الطحلب Calothrix sp. على تثبيت الأزوت الجوى فإن طبيعة انحلال الأزوت العضوى فى السباخ البلدى وهو الشائع الاستخدام فى تسميد الأرز قد تختلف عن طبيعة انحلال الاسبارجين فى

البيئة المعملية مما يستبعد معه حدوث أى تأثير للأسمدة العضوية فى سلوك هذا الطحلب ، خاصة وأن انفراد الأمونيا منها عادة ما يتأخر نتيجة للظروف اللاهوائية السائدة فى أراضى الأرز .

المراجع

(1) Abd-el-Malek, Y., and S. G. Rizk (1963) Jour. Appl. Bact., 26: 140.

(2) Aboul-Fadl, M., Amin S. El-Nawawy, M. El-mofty, M. El-Nadi, and F. A. Farag (1964) Jour. Soil Sci., U.A.R., 4: 91.

(3) Aboul-Fadl, M., M. T. Eid, M. R. Hamissa, Amin S. El-Nawawy, and A. Shoukry (1965) J. Microbiol. U.A.R. 2 (2): 137.

(4) Allen, M. B. (1956) Sci. Month., 83: 2.

(5) El-Nawawy, Ahmed S., Amin S. El-Nawawy, M. Aboul-Fadl, and M. Nada (1958) Jour. Soil Sci., 2: 3.

(6) El-Nawawy, Amin S., M. Lotfy, and M. Fahmy (1958) Agric. Res. Rev., Minis. of Agric., Cairo, 36: 308.

(7) Jackson, M. L. (1958) Soil Chemical Analysis. London : Constable and Co.

(8) Sturgis, M. B. (1957) Year Book of Agriculture, U.S. Dept. of Agric.

(9) Taha, M. S. (1964) Microbiologia, U.S.S.R., 30: 397.

(10) Watanabe, A., S. Nishigaki, and C. Konishi (1951) Nature, 168: 748.

* * *