مجلة المختار للعلوم
مجلد (31)، العدد (02)، السنة (2016) 55-64
جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا
رقم ايداع دار الكتب: 280\2013\بنغازي

تأثير مثبطات النترتة والكبريت على كفاءة الأسمدة النيتروجينية المضافة لترب جيرية على نبات الشعير بمنطقة الجبل الاخضر

يوسف حمد عبد الله[1]، احمد عبد الرحيم مجيد[*1]،عمران حسين[2]

[1] *قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا*

[2] *مركز البحوث الزراعية، البيضاء، ليبيا*

[*] *البريد الالكتروني:* Dr.Ahmed.majid@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.54172/mjsc.v31i2.281

الملخص

أجريت تجربة أصص بإضافة الأسمدة النيتروجينية لنبات الشعير صنف الريحان *Hordeum vulgare* L. في وجود مثبطات النترتة و الكبريت و النامي في تربة جيرية جمعت من منطقة الصفصاف الواقعة شرق مدينة البيضاء لتقييم تأثير كفاءة الأسمدة النيتروجينية في وجود الكبريت ومثبطات النترتة على نمو النبات ومحتواه من النترات. أظهرت النتائج حدوث زيادة معنوية في الوزن الجاف نتيجة إضافة سماد اليوريا ونترات البوتاسيوم والمثبطات في وجود الكبريت بتركيز 2%، وكان وجود مثبط Carbofuran أفضل تأثيراً من EDTA على الوزن الجاف للنبات. في حين حدث تفاوت في محتوى نبات الشعير من أنيون النترات وانخفض التركيز في النبات في وجود مثبط Carbofuran عن تلك المستخدم فيها مثبط EDTA. أما في التربة فقد انخفض متوسط تركيز النترات نتيجة لإضافة المثبطات والكبريت بمعنوية عالية جدا. انخفض الرقم الهيدروجيني بصفة عامة في التربة عند إضافة الكبريت والمثبطات ولوحظ إنخفاض قيمته في المعاملات المضاف فيها سماد نترات البوتاسيوم عن معاملات سماد اليوريا. كما خفّضت المعاملات المختلفة أعداد البكتيريا الكلية في التربة وكان الإنخفاض الكبير في أعداد البكتيريا الكلية في وجود مثبط Carbofuran بمقارنته بمثبط EDTA في حين سجلت المعاملة المستخدم فيها سماد نترات البوتاسيوم ومثبط Carbofuran في وجود الكبريت أقل قيم تركيز لنترات والرقم الهيدروجيني وكذلك متوسط أعداد البكتيريا في التربة.

مفتاح الكلمات: مثبطات Carbofuran و EDTA، الأسمدة النيتروجينية، الكبريت، التربة.

تاريخ الاستلام: يناير 16، 2016؛ تاريخ القبول: مارس 26، 2016.

© للمؤلف (المؤلفون)، يخضع هذا المقال لسياسة الوصول المفتوح ويتم توزيعه بموجب شروط ترخيص إسناد المشاع الإبداعي CC BY-NC 4.0

المقدمة

جميع الأنظمة الزراعية تعتمد بشكل كبير على استعمال الأسمدة النيتروجينية على نطاق واسع فالنيتروجين عنصر ضروري لنمو النبات وفي عملية الإنتاج الزراعية كلها (Watkins، 2007؛ Erisman وآخرون، 1998). إلا أن هذا العنصر يتعرض للعديد من التفاعلات الكيميائية والحيوية الهامة في التربة التي تؤدي إلى تحوله من صورة صالحة وميسرة للنبات إلى صورة غير ميسرة مما ينتج عنه فقدان النيتروجين بالتطاير على شكل غازات كالامونيا NH_3 وغاز أكسيد النيتروز N_2O أو بتحول الامونيوم (NH_4^+) إلى نترات (NO_3^-) (Tiedj، 1988؛ Dalal وآخرون، 2003) والتي قد تصل إلى الماء الأرضي ومنه إلى آبار ومصادر المياه المستخدمة للشرب والري وبذلك سوف ينتقل إلى النباتات أو مياه الشرب مما يؤدى إلى آثار خطيرة على صحة الإنسان والحيوان وما يترتب عليه من مشاكل اقتصادية خطيرة (El-Fakharani، 1995). لذلك هناك قلق عالمي متزايد من تأثيرات النيتروجين على النظام البيئي فعمليات النقل بواسطة الغلاف الجوى والغلاف المائي مسئولة عن عدد كبير من المشاكل البيئية (Galloway وآخرون، 2003). وقد أوضح Randall و Goss (2001) أن المناخ واستخدام نظام الدورات الزراعية وكذلك وقت إضافة الأسمدة النيتروجينية واستخدام مثبطات النترتة من أهم العوامل المؤثرة على تفاعلات النيتروجين في الأراضي الزراعية مما يتطلب ضرورة متابعة التحولات الكيميائية للنيتروجين والتحكم فيها بالعديد من وسائل الإدارة كطريقة إضافة الأسمدة أو تحديد مواعيد إضافتها أو التحكم في كمية السماد المضاف وكمية مياه الري أو قد تستعمل أحيانا بعض المواد التي تعمل على تثبيط أو إعاقة تحول الامونيوم إلى نترات. عملية النترتة هي عملية أكسدة بيولوجية للأمونيوم تقوم بها أجناس بكتيرية هوائية محدودة هي *Nitrosomonas sp.* و *Nitrobacter sp.* (Sparling، 1997). النترات الناتجة من عملية الأكسدة لا يتم شدها على أسطح الحبيبات الغروية المعدنية أو العضوية للتربة لان الشحنة الصافية لهذه الحبيبات معظمها سالبة، أما بالنسبة لايونات الامونيوم فان جزء منها يدمص على الأسطح الغروية السالبة وجزء آخر قد يحدث له تثبيت وخاصة في بعض معادن الطين التي لها المقدرة على تثبيت ايونات الامونيوم وبالتالي يصبح من الصعب استبدالها بالايونات الموجبة الأخرى (Dixon و Weed، 1989). إن إعاقة تحول النيتروجين إلى صورة النترات باستخدام المثبطات تؤدي إلى تقليل مشاكل بيئة خطيرة ونتيجة لذلك تتحقق كفاءة أكبر لاستخدام الأسمدة النيتروجينية ما سيؤدي حتما إلى الزيادة في نمو النبات وتحسن الإنتاج كما ونوعا (Di و Cameron، 2004).

يلعب الكبريت المضاف للترب الجيرية دور مهم وأساسي بوصفه مصلحاً كيميائياً لتحسين خواص التربة الكيميائية فيعمل على خفض الرقم الهيدروجيني (pH) للتربة وزيادة جاهزية العديد من العناصر الغذائية الضرورية ومن أهمها النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم (Ericsson وآخرون 1999؛ Ribeiro وآخرون 2001).

تستخدم العديد من مثبطات النترتة nitrification inhibitors مثل N–serve أو مركب Nitrapyrin أو EDTA (Ethylene diamine tetra acetic acid) أو مركب الكاربوفيوران (Carbofuran) في عملية تثبيط النترتة في التربة (Sahrawat، 1978). من المهم جدا متابعة دور المثبطات والكبريت سوءا في تأثيرها على كفاءة الأسمدة النيتروجينية المضافة أو على النباتات النامية في التربة حيث تتأثر هذه المركبات ببعض العوامل والتي منها قوام التربة والرطوبة والحرارة والمادة العضوية والرقم الهيدروجيني وتواجد كربونات الكالسيوم (Kpomblekou و Killorn، 1996؛ Davies و Williams، 1995). إعاقة عملية النترتة تعتبر خطوة مهمة ينتج عنها زيادة كفاءة الأسمدة النيتروجينية بالإضافة إلى المحافظة على البيئة (McCarty، 1999؛ Chen وآخرون، 2008؛ Hatch وآخرون، 2005). عليه فقد هدفت هذه الدراسة إلى متابعة تأثير إضافة المثبطات والكبريت للتربة على كفاءة وتحولات سمادي اليوريا ونترات البوتاسيوم ونمو نبات الشعير وأعداد البكتيريا الكلية في التربة.

المواد وطرق البحث

استهدفت الدراسة تربة من منطقة الصفصاف (محطة البحوث الزراعية) تقع شرق مدينة البيضاء على مسافة تبعد 20 كم. تم جمع عينات تربة سطحية بعمق 0 – 20 سم من منطقة الدراسة، ثم قسمت إلى ثلاثة أجزاء، الجزء الأول حفظ في أوعية بلاستكية على درجة حرارة 4 درجة مئوية حيث قدرت أعداد البكتيريا الكلية في التربة قبل وبعد انتهاء التجربة باستعمال طريقة صب الأطباق (Pour–plate method) كما ورد في (Cappuccino وSherman، 2008) والجزء الثاني من التربة أجريت عليه بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية وهي القوام والكثافة الظاهرية والسعة الحقلية والتي قدرت كما ورد في (Black وآخرون، 1965)، أما الرقم الهيدروجيني (pH) والتوصيل الكهربي (EC) وكربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) والمادة العضوية (O.M) والسعة التبادلية الكاتيونية (CEC) فقد قدرت كما ورد في (Hesse، 1971)، في حين قدر الفوسفور حسب طريقة (Olsen وآخرون، 1954) والنيتروجين الكلي قدر كما ورد في (Tan، 1996) والنترات قدرت حسب (Cataldo وآخرون، 1975) والجدول (1) يوضح هذه الخصائص. الجزء الثالث من التربة استخدم في الزراعة في أواخر شهر نوفمبر لسنة 2014. صممت التجربة بإتباع طريقة تصميم القطع المنشقة مرتين. شملت المعاملات إضافة الكبريت بتركيز 0 و 2% ونوعين من الأسمدة النيتروجينية الكيميائية في صورة يوريا ونترات البوتاسيوم بتركيز 80 مليجرام/كيلو جرام تربة لكل منهما ونوعين من مثبطات النترتة هما مركب Carbofuran والمركب المخلبي EDTA بتركيز 50 مليجرام/كيلو جرام تربة لكل منهما كما آجراها (Sahrawat، 1978) وقد كررت كل معاملة ثلاثة مرات. أجريت التجربة بأخذ كمية من التربة وضعت في أصيص قطره 20 سم وارتفاعه 22 سم. وضعت بذور نبات الشعير بمعدل 10 حبوب/أصيص ثم خففت إلى 5 نباتات وتم الري والمحافظة على رطوبة التربة عند السعة الحقلية. تم الحصاد بعد فترة زمنية استمرت لمدة أربعة أشهر تقريبا بعد النضج وجمعت العينات النباتية. بعد الطحن والتجفيف

جدول1. بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة.

الخاصية	القيمة	الخاصية	القيمة
السعة الحقلية (%)	32.74	EC مليسمنز/سم	0.4
الكثافة الظاهرية جم/سم^3	1.1	pH	7.71
مفصولات التربة :		CEC مليمكافئ/100جم	26.62
الرمل (%)	16	(%) $CaCO_3$	7.5
السلت (%)	33	(%) O.M	2.9
الطين (%)	51	P جزء في المليون	104.6
القوام	طيني	(%) N	0.15

في الفرن على درجة حرارة 70°م لمدة 48 ساعة قدر الوزن الجاف، ثم تم الهضم الرطب باستخدام خليط الأحماض كما اقترحه (Lowther، 1980) تم فيه تقدير تركيز النترات في النبات، كما تم جمع عينات تربة من كل أصيص وقدر فيها تركيز النترات والرقم الهيدروجيني.

النتائج والمناقشة

أظهرت نتائج إضافة الأسمدة الكيميائية النيتروجينية في وجود المثبطات والكبريت (جدول 2) للتربة المزروعة بنبات الشعير أن هناك تأثير للمعاملات على الوزن الجاف للنبات، حيث زاد الوزن زيادة معنوية، مقارنة بالتربة غير المعاملة (الشاهد) وسجلت أصغر قيمة للوزن 18.34جم/نبات للنبات النامي في التربة غير المعاملة، في حين أكبر قيمة لوزن لنبات كانت 33.16 جم/نبات في المعاملة المستخدم بها سماد اليوريا ومثبط Carbofuran في وجود الكبريت بزيادة قدرها 80.8% مقارنة بالنبات النامي في التربة غير المعاملة. وبمقارنة تأثير المثبطات مع بعضها البعض لوحظ حدوث زيادة في متوسط وزن النبات في المعاملة المستخدم فيها مثبط الكاربوفيوران مقارنة بمعاملة EDTA في حين أن إضافة الكبريت أدت بشكل عام إلى زيادة الوزن الجاف حيث أن الكبريت المضاف للتربة قد يتأكسد في وجود الرطوبة ويتحول إلى حامض الكبريتيك والذي ينتج عنه إنخفاض الرقم الهيدروجيني للتربة على الأقل في المنطقة المحيطة بالجذور مما أدي إلى تحلل بعض مكونات التربة مثل كربونات الكالسيوم التي تعمل على تقييد بعض العناصر الغذائية الأمر الذي نتج عنه إذابة المكونات الغذائية غير الذائبة وتحسن نمو

النبات وزيادة وزنه (Carl و Roger، 1996؛ Besharati و Salehrastin، 1999؛ Havlin وآخرون، 2005).

جدول 2. تأثير المعاملات على تركيز متوسط النترات بالجزء في المليون والوزن الجاف للنبات (جرام/أصيص).

المعاملات		الوزن	النترات
الشاهد		18.34	18.77
كبريت = 0			
UREA	EDTA	27.83	8.214
	Carbofuran	30.07	313.2
KNO_3	EDTA	28.12	11.71
	Carbofuran	29.22	29.90
كبريت 2%			
UREA	EDTA	29.38	12.13
	Carbofuran	33.16	9.65
KNO_3	EDTA	28.39	9.36
	Carbofuran	32.22	9.30
		$L.S.D_{0.05}$	
المثبطات		2.81	1.45
السماد		4.28	2.09
الكبريت		3.99	1.45

كما اتضح من النتائج (جدول 2) أن هناك تأثير للمعاملات على تركيز النترات في نبات الشعير، حيث قل تركيز النترات في النبات مقارنة بالعينة غير المعاملة، وكانت أصغر قيمة 9.30 جزء في المليون في التربة المستخدم فيها معاملة سماد نترات البوتاسيوم ومثبط Carbofuran في وجود الكبريت بينما سجلت أكبر قيمة 18.77 جزء في المليون في التربة غير المعاملة أي نقصت بنسبة 50.45% مقارنة بالتربة غير المعاملة. كما لوحظ من النتائج (جدول 2) أن إضافة الكبريت أدت إلى إنخفاض متوسط تركيز النترات في النبات تعزى ربما للتأثير الحمضي للفينولات الناتجة من تحلل مبيد الكاربوفيوران (Sahrawat، 1978) أو لحدوث أكسدة للكبريت المضاف للترب أو الأثنين معاً مما أدى إلى إنخفاض الرقم الهيدروجيني الأمر الذي أثر على عملية النترتة، فقد لوحظ (جدول 3) إن أكبر قيمة سجلت للرقم الهيدروجيني 7.60، بينما كانت أصغر قيمة 7.34 في المعاملة المستخدم فيها سماد نترات البوتاسيوم ومثبط Carbofuran في وجود الكبريت، وهذا يؤكد الدور الفعال لإضافة

مثبط الكاربوفيوران والكبريت على خفض الرقم الهيدروجيني في التربة. لاحظ Besharati و Salehrastin (1999) بأن التغيرات السريعة في الرقم الهيدروجيني من 0.5- 1.0 وحدة في وقت قصير تؤثر على تحول نيتروجين التربة إلى صورة امونيوم ويقل تركيز النترات في محلول التربة وبالتالي ينخفض تركيزها في النبات وإن الاختلاف أو التباين في تركيز النترات في النبات قد يرجع إلى محصلة تفاعلات الأسمدة مع التربة ومكوناتها وتداخلها مع المعاملات المختلفة مما قد ينعكس على النيتروجين وفقده وتحولاته.

أما بالنسبة لتأثير المعاملات على تركيز النترات في التربة (جدول 3) فقد انخفض التركيز معنويا عند استخدام المعاملات المختلفة مقارنة بالتربة غير المعاملة حيث بلغ أصغر تركيز للنترات 9.25 جزء في المليون في المعاملة المستخدم فيها سماد نترات البوتاسيوم ومثبط Carbofuran في وجود الكبريت بينما سُجل أكبر تركيز 16.52 جزء في المليون في التربة غير المعاملة في حين لوحظ أن إضافة الكبريت نتج عنها إنخفاض معنوي في متوسط تركيز النترات في التربة مقارنة بالتربة غير المعاملة بالكبريت وقد يرجع ذلك إلى قدرة مثبطات النترتة على إبطاء عملية النترتة في التربة مما يؤدى إلى استمرار تأثير وبقاء الأسمدة المضافة لفترة طويلة على صورة امونيوم والذي ظهر في إنخفاض تركيز النترات في محلول التربة وهذا يتفق مع ما ذكره Malla و آخرون (2005) من ان مثبطات النترتة تعمل على إبطاء تحول الامونيوم إلى نترات.

جدول 3. أثر المعاملات على النترات (جزء في المليون) والرقم الهيدروجيني وأعداد البكتيريا (خلية/جرام) في التربة.

المعاملات		النترات	الرقم الهيدروجيني	اعداد البكتيريا الكلية x 10^5
الشاهد		16.52	7.60	8.30
كبريت = 0				
UREA	EDTA	14.24	7.58	6.1
	Carbofuran	10.70	7.55	3.1
KNO_3	EDTA	13.36	7.56	5.3
	Carbofuran	10.46	7.54	4.5
كبريت 2%				
UREA	EDTA	10.15	7.40	4.3
	Carbofuran	9.51	7.37	2.0
KNO_3	EDTA	9.31	7.39	2.5
	Carbofuran	9.25	7.34	1.1
			$L.S.D_{0.05}$	
	المثبطات	0.889	0.049	0.15
	السماد	0.826	0.092	0.25

الكبريت	0.779	0.041	0.10

وبدراسة تأثير المعاملات على متوسط أعداد البكتيريا الكلية في التربة (جدول 3) فقد حدث إنخفاض في متوسط أعداد البكتيريا الكلية نتيجة لهذه المعاملات مقارنة بالتربة غير المعاملة، حيث كانت أكبر قيمة هي 10^5x8.30 في التربة غير المعاملة بينما كان أقل عدد للبكتيريا الكلية هو 10^5 x1.1 في المعاملة المستخدم فيها سماد نترات البوتاسيوم ومثبط Carbofuran في وجود الكبريت. وهذا قد يكون راجعاً إلى تفاعلات الأسمدة المضافة وتحلل المثبطات وأكسدة الكبريت وتداخلها وتفاعلها مع مكونات التربة الأمر الذي قد يؤدي إلى تغيير بعض من خصائصها مثل الرقم الهيدروجيني والذي قد ينتج عنه التأثير السلبي على أعداد البكتيريا الكلية (Alexander، 1977) وبمقارنة مثبطات النترتة مع بعضها البعض من حيث تأثيرها على أعداد البكتيريا الكلية فقد لوحظ أن مثبط Carbofuran قد تفوق على المركب المخلبي EDTA في خفض أعداد البكتيريا الكلية وقد يعود السبب في ذلك إلى تأثير المواد الفينولية الناتجة من تحلل مبيد Carbofuran على نشاط البكتيريا في التربة، فقد اوضح (Sahrawat، 1978) إن هذا التأثير يتمثل في خلب الأنزيمات التي تفرزها الكائنات الدقيقة فيتمكن المثبط من إبطاء أو إعاقة عملية النترتة في التربة مما يؤدى إلى استمرار بقاء النيتروجين على صورة ايون الامونيوم (NH_4^+) وهذا ما وجده (Malla وآخرون، 2005) من إن المثبطات تعمل على إعاقة عملية النترتة وبالتالي خفض مستويات النترات في الترب، حيث أن مثبطات النترتة مواد كيماوية تقوم بخفض معدل تحول ايون الامونيوم (NH_4^+ – N) إلى النترات (NO_3^- N) وذلك بالتدخل في أيض بكتريا جنس *Nitrosomonas sp.* المسؤولة عن الخطوة الأولي في تحول الامونيوم إلى نترات (Zacherl و Amberger، 1990).

مما سبق يتضح أهمية إبطاء عملية النترتة كونها من أهم عمليات إدارة الأنظمة البيئية الزراعية فيما يتعلق بمصير الأسمدة النيتروجينية من خلال إضافة المثبطات والكبريت ودورهما في خفض الأثر البيئي السيئ الناشئ عن النترات (Sparling، 1997) .

المراجع

Alexander, M. (1977). Introduction to soil microbiology. 2nd edition. Wiley and Sons, New York, USA.

Besharati, H. and N. Salehrastin. (1999). The effect of sulfur inoculated with *Thiobacillus* bacteria to increase P uptake. Journal of Soil and Water Sciences, 13:23-39.

Black, C. A., D. D. Evans, J. L. White, L. E. Ensminger and F. Clark. (1965). Methods of soil analysis. Part 2., Chemical and Microbiological Properties, American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA.

Cappuccino, J. G. and N. Sherman. (2008). Microbiology. A laboratory Manual. 8ed. Pearson International Education, Inc., Pearson Benjamin Cummings.

Carl, J. R. and E. Roger. (1996). Nutrient management for commercial fruit and vegetable crops in Minnesota. Department of soil, water, and climate, Minnesota extension service, University of Minnesota.

Cataldo, D., M. Harron, L. E. Scharader and V. L. Youngs. (1975). Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissues by nitration of salicylic acid. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 6:71-80.

Chen, D., H. C. Suter, A. Islam, R. Edis, J. R. Freney and C. N. Walker. (2008). Prospects of improving efficiency of fertilizer nitrogen in Australian agriculture: A review of enhanced efficiency fertilizers. Australian Journal of Soil Research, 46:289-301.

Dalal, R. C., W. Wang, G. P. Robertson and W. J. Parton. (2003). Nitrous oxide emission from Australian agricultural lands and mitigation options: a Review. Australian Journal of Soil Research, 41:165-195.

Davies, D. M. and P. J. Williams. (1995). The effect of the nitrification inhibitor dicyandiamide on nitrate leaching and ammonia volatilization: A U.K. Nitrate Sensitive Areas Perspective. Journal of Environmental Management, 45:263-272.

Di, H. J. and K. C. Cameron. (2004). Treating grazed pasture soil with a nitrification inhibitor, eco-nTM, to decrease nitrate leaching in a deep sandy soil under spray irrigation – a lysimeter study. New Zealand Journal of Agricultural Research, 47:351-361.

Dixon, J. B. and S. B. Weed. (1989). Mineral in soil environments. 2ed, SSSA Book Ser. 1. Soil Science Society of America, Inc., Madison USA.

El-Fakharani, Y. M. (1995). Effect of added sulphur and organic manures on barley grown on a virgin sandy soil. Egyptian Journal of Applied Science, 10:543-560.

Ericsson, G., A. Coale and F. Bollero. (1999). Soil nitrogen dynamics and maize production in municipal solid waste amended soil. Agronomy Journal., 91:1009-1016.

Erisman, J. W., T. Brydges, K. Bull, E. Cowling, P. Grennfelt, L. Nordberg, K. Satake, T. Schneider, K. W. Van der Hoek, J. R. Wisniewski and J. Wisniewski. (1998). Summary Statement. Environmental Pollution, 102:3-12.

Hatch, D., H. Trindade, L. Cardenas, J. Carniero, J. Hawkins, D. Scholefield and D. Chadwick. (2005). Laboratory study of the effects of two nitrification inhibitors on greenhouse gas emissions from slurry-treated arable soil: impact of diurnal temperature cycle. Biology and Fertility of Soils, 41:225-232.

Havlin, J. L., J. D. Beaton, S. L. Tisdale and W.L. Nelson. (2005). Soil fertility and fertilizers .7ed, Upper Saddle River, New Jersey 07458. USA.

Galloway, J. N., J. D. Aber, J. W. Erisman, S. P. Seitzinger, R.W. Howarth, E. B. Cowling and B. J. Cosby. (2003). The Nitrogen Cascade. Bioscience, 53:341-356.

Hesse, P. R. (1971) . A text book of soil chemical analysis. John Murray London. UK.

Kpomblekou, A. K. and R. Killorn. (1996). Nitrification of ammonium nitrogen in soil treated with XDE-474. Oil Science Society of America Journal, 60:1482-1489

Lowther, J. G. (1980). Use of a single H_2SO_4–H_2O_2 digest for analysis of *pinus radiate needles*. Commun. Soil Science and Plant Analysis,11:175-188.

Malla, G., A. Bhatia, H. Pathak, S. Prasad, N. Jain, and J. Singh. (2005). Mitigating nitrous oxide and methane emissions from soil in rice-wheat system of the Indo-Gangetic plain with nitrification and urease inhibitors. Chemosphere, 58:141-147.

McCarty, G. W. (1999). Modes of action of nitrification inhibitors. Biology and Fertility of Soils, 29: 1-9.

Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe and L. A. Dean. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA. Circular No. 939. Washington. DC: U.S. Government Printing Office.

Randall, G. H. and M. J. Goss. (2001). Nitrate losses in surface water through subsurface, tile drainage. In: Nitrogen in the environment: sources, problems, and management. Ed.: R. F. Follet and J. L. Hatfield, Elsevier Science Publishers, The Netherlands, P: 95-122.

Ribeiro, J. E. S., L. E. Dias, V. H. Alvaraz, J. W. V. Mello and W. L. Deniels. (2001). Dynamic of sulfur fraction in Brazilian soils submitted to consecutive harvest of sorghum. Soil Science Society of America Journal, 65:787-794.

Sahrawat, K. L. (1978). Evaluation of chelating compounds and Carbofuran for inhibiting nitrification in soils. Plant and Soils, 50:521-526.

Sparling, G. P. (1997). Soil microbial biomass, activity and nutrient cycling as indicators of soil health. In: Biological indicators of soil health. Ed.: C. E. Pankhurst, B. M. Doube, V. V. S. R. Gupta, CAB International, Wallingford, P:157- 178.

Tan, K. H. (1996). Soil sampling, preparation and analysis. Marcel Dekker, Inc. New York, NY.

Tiedje, J. M. (1988). Ecology of denitrification and dissimilatory nitrate reduction to ammonium. In: Environmental Microbiology of Anaerobes. Ed.: A. J. B. Zehnder, John Wiley and Sons, N.Y, P: 179–244.

Watkins, N. L. (2007). The ability of nitrification inhibitors to decrease denitrification rates in dairy farm soils. M.Sc. thesis, University of Waikato, Hamilton, New Zealand.

Zacherl, B. and A. Amberger. (1990). Effect of nitrification inhibitors on N-fixing bacteria *Rhizobium leguminosarum* and *Azotobacter chroococcum*. Fertiliser Research, 22: 137-139.

The effect of nitrification inhibitors and sulfur on the efficiency of nitrogen fertilizers added to calcareous soil on barley plant in El-Jabal El Akhdar region

Yosef, H. Abdalla, Ahmed, A. Majid, Omran, H. Abdelnaby

Abstract

A pot experiment was conducted to evaluate the effect of nitrogen fertilizer sources in relation to sulfur and nitrification inhibitors application on growth and NO_3 content of barley plants (*Hordeum vulgare L.*) grown in a calcareous soil. Soil samples were collected from Safsaf area, El-jabal Elkhdar, Libya. Results showed that the application of potassium nitrate and urea and nitrification inhibitors (carbofuran and EDTA) in the presence of sulfur, giving further increases in dry weight of plants. Soil NO_3 content was significantly reduced as a result of nitrification inhibitors and sulfur, while the best effect was on dry matter yield. Reducing of NO_3 in plant or soil was observed by using carbofuran more than EDTA. Soil pH and NO_3 and the population of total soil bacteria have the smallest values as a result of treatment (S 2% + carbofuran + KNO_3).

Key words: carbofuran and EDTA, inhibitors, nitrogen fertilizers, sulfur, soil.