تأثير السماد العضوي(زبل الأبقار) في تثبيت عنصر الكادميوم المضاف إلى التربة في سماد السوبر فوسفات وفي زيادة نسبة المادة العضوية والفوسفور المتاح في التربة

Effect of Cow Manure on Cadmium Fixation Applied to Soil by Superphosphate Fertilizer and Increasing of Organic Matter and Available Phosphorus in Soil

عبدالوهاب موسى [1]، و عبد الرحمن الراشد[1]، و يوسف أمين[2]، و محمد منهل الزعبي [1]

(1): الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية – إدارة بحوث الموارد الطبيعية – دمشق - سورية

(2): مركز البحوث العلمية الزراعية في ادلب – محطة بحوث كتيان – سورية

المُلخَّص

يهدف البحث إلى دراسة تأثير إضافة السماد العضوي وسماد السوبر فوسفات في تثبيت عنصر الكادميوم المضاف إلى التربة في سماد السوبر فوسفات في محطة بحوث كتيان (الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية) – إدلب لموسمي الزراعة 2007 و2008، إذْ زرعت التجربة بمحصول البطاطا ثم القمح.

نفذت التجربة بثماني معاملات وأربعة مكررات، وكانت مساحة القطعة التجريبية 20 م^2.

أُضيف سماد السوبر فوسفات بأربع كميات (بدون إضافة، حسب الإحتياج، ضعفا الاحتياج، ثلاثة أضعاف الاحتياج) مع السماد العضوي وبدونه، وأُضيف السماد العضوي بحيث تصل نسبة المادة العضوية في التربة إلى 1.5 %، كما أُضيف السماد الآزوتي إلى القطع غير المضاف لها السماد العضوي بما يعادل نسبة الآزوت في السماد العضوي وذلك على ثلاث دفعات (قبل الزراعة – بعد الزراعة بثلاثة أشهر – بعد الزراعة بأربعة أشهر).

لوحظت زيادة في نسبة المادة العضوية في التربة في المعاملات المسمدة بالسماد العضوي. ولوحظت زيادة طردية في تركيز الفوسفور المتاح في التربة بزيادة سماد السوبر فوسفات.

أظهرت النتائج زيادة تدريجية ومعنوية في تركيز الكادميوم في التربة، وذلك بزيادة معدل إضافة سماد السوبر فوسفات بالمقارنة مع الشاهد بالنسبة للمحصولين، في حين لوحظ عدم وجود فروقات معنوية في المعاملات المضاف لها السماد العضوي. وتبين من خلال دراسة امتصاص النبات لهذا العنصر وجود زيادة تدريجية في تركيز الكادميوم في النبات بزيادة إضافة سماد السوبر فوسفات بالمقارنة مع الشاهد، في حين لوحظ عدم وجود فروقات معنوية في معظم المعاملات المضاف لها السماد العضوي في كلا النوعين المحصوليين.

ازدادت إنتاجية البطاطا زيادة ظاهرية في المعاملات المسمدة بالآزوت المعدني بالمقارنة مع المسمدة بالآزوت العضوي، في حين ازدادت إنتاجية القمح زيادة طردية ومعنوية مع زيادة إضافة السوبر فوسفات في المعاملات المسمدة بالآزوت المعدني والعضوي، فقد بلغت في المعاملة المسمدة بالأزوت المعدني والسوبر فوسفات تركيز 3 (5.32 طن.هكتار$^{-1}$)، في حين بلغت في المعاملة المسمدة بالآزوت العضوي وعند تركيز السوبر فوسفات نفسه قرابة (5.05 طن.هكتار$^{-1}$).

الكلمات المفتاحية: الكادميوم، سماد السوبر فوسفات، السماد العضوي.

©2011 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved.

Abstract

This study aims to investigate the effect of applying manure with superphosphate on fixation of cadmium added to soil by superphosphate fertilizer.

The study was conducted at experimental fields of Kittyan research station (GCSAR) in Idleb governorate during 2007 & 2008 seasons where potato and wheat were sown.

The experiment consisted of eight treatments (split plot design) each one has four replicates, the plot size was 20 m^2.

Superphosphate fertilizer was added at four levels (0, as per requirement, twofold of requirement, and threefold of requirement) with and without manure.

Manure was applied so that the percentage of soil organic matter reached up to 1.5%, N fertilizer was applied in three splits (before sowing, 3 months after sowing, and 4 months after sowing) to the plots without manure in an amount equal to nitrogen concentration in manure.

Experimental results revealed an increase in organic matter percentage in the manure-treated soil. In addition, available phosphorous content in soil increased with increasing the amount of the added superphosphate.

The concentration of total cadmium in soil increased gradually and significantly with increasing superphosphate application without manure compared with the control treatment. However, there were no significant differences between superphosphate treatments when mixed with manure.

The same pattern was observed for plant cadmium content, as it increased gradually with increasing superphosphate application, without manure. There were no significant differences between superphosphate treatments when manure was added.

The yield of potato increased in treatments amended with mineral N comparing to that amended with organic N, whereas the yield of wheat increased significantly by increasing superphosphate in treatments amended with mineral N or amended with organic N, so the yield in treatment that was amended with mineral N and superphosphate (level 3) was 5.32 $ton.ha^{-1}$, meanwhile the yield in treatment that amended with organic N and superphosphate (level 3) was 5.05 $ton.ha^{-1}$.

Key words: Cadmium, Superphosphate fertilizer, Manure.

المقدمة

نتيجة للزيادة المطردة في التعداد السكاني في العقود الأخيرة، وبهدف توفير الغذاء للجميع أصبح من الضروري زيادة إنتاجية الأراضي الزراعية من خلال عمليات إدارة الأراضي مثل الحراثة والري والتسميد والمكافحة. وتعد عملية التسميد من العمليات المهمة للحفاظ على الإنتاجية العالية للمحاصيل، والحفاظ على إنتاجية التربة (Shen، 2002). أدت هذه العمليات أو على الأقل البعض منها في بعض الأحيان إلى الإخلال في التوازن الطبيعي البيئي إضافة إلى ظهور بعض الأضرار على صحة الإنسان والحيوان والنبات والأحياء الدقيقة نتيجةً لتراكم السموم والمعادن الثقيلة في الجسم، بسبب استعمال الكيماويات الزراعية من أسمدة ومبيدات، ما استدعى ضرورة الانتباه إلى استعمال هذه المواد. على عكس الملوثات العضوية لاتخضع أغلب المعادن الثقيلة في التربة إلى التفكك الكيميائي والحيوي، وبالتالي فإنّ التركيز الكلي لهذه المعادن، بالإضافة إلى تأثيرها البيئي السام يكون تراكمياً ويبقى مدداً طويلة بعد دخوله إلى نظام التربة، كما يمكن أن تتسرب هذه المعادن في الأنظمة البيئية المختلفة إلى الماء الأرضي أو تدخل في السلسلة الغذائية للإنسان من خلال امتصاص هذه المعادن من قبل المحاصيل الغذائية المختلفة النامية في الأراضي الملوثة بها (Lin وزملاؤه، 1998). وترتبط قابلية المعادن الثقيلة للإتاحة بدرجة كبيرة بنوعية المادة العضوية في التربة وكميتها، التي يمكن أن تتفاعل مع هذه المعادن مشكلةً معقدات ومخلبيات ذوات

قابلية ذوبان مختلفة (Leita، وزملاؤه، 1999؛ Silveira، وزملاؤه، 2003)، إذْ يكون للمادة العضوية تأثيرات مختلفة في امتصاص العناصر الثقيلة في التربة، وذلك حسب كون هذه المادة منحلة أو غير منحلة، إذْ تبين بأنه يتم تثبيط امتصاص الرصاص والنحاس بشكلٍ فعّال عند تشكيلهما معقدات مع المادة العضوية غير المنحلة (Sauve، 1998)، وتزيد في المقابل المادة العضوية المنحلة من تركيز المعادن الثقيلة في محلول التربة من خلال تشكيل معقدات عضوية معدنية ذائبة (McBride، 1998؛ Almas، وزملاؤه، 2000).

يُعد الكادميوم من المعادن الثقيلة المهمة التي يمكن أن تكون سامة للإنسان، وتشكل التراكيز المرتفعة من الكادميوم في الترب الزراعية خطورة كبيرة على صحة الإنسان والحيوان وإنتاجية النبات (Underwood و Suttle، 1999). وتُعد عملية امتصاص المحاصيل الغذائية للكادميوم وبخاصة الحبوب الطريق الرئيسة لدخول الكادميوم في السلسلة الغذائية للإنسان (Basta وزملاؤه ، 1998).

يمكن أن يؤدي النشاط البشري إلى زيادة تركيز الكادميوم في الأراضي الزراعية والمنتجات الغذائية ما قد يشكل خطورة على صحة الإنسان. وتُعد عملية التسميد من أهم هذه النشاطات إذْ تحتوي الأسمدة الفوسفاتية على تراكيز عالية نسبياً من الكادميوم، لذلك فإن الإضافة المتزايدة لهذه الأسمدة قد تؤدي إلى زيادة تركيز الكادميوم في التربة والمنتجات الغذائية مثل الحبوب. بيّن Zanders (1998) أنّ التسميد المستمر بسماد السوبر فوسفات الغني بالكادميوم قد أدى إلى ارتفاع تركيز الكادميوم في بعض ترب نيوزلندا إلى مستوياتٍ أعلى من الحد المسموح به (3 ميكروغرام/غرام).

يوجد الكادميوم في محلول التربة إمّا على شكل كاتيون ثنائي التكافؤ (Cd^{+2}) أو يتحد مع الأنيونات غير العضوية (الكلور، والكبريتات) أو العضوية (مادة عضوية منحلة) لتشكيل معقدات ذائبة (McLaughlin، 1997). وتكون معقدات الكادميوم أكثر قابلية للحركة في التربة من الشكل الكاتيوني الذائب (Cd^{+2}) وذلك نتيجة لخفض الشحنة الموجبة على كاتيون الكادميوم (Lumsdon وزملاؤه، 1995).

تؤدي الخصائص الكيميائية المختلفة للتربة مثل درجة حموضة التربة (pH) والملوحة وحالة العناصر الغذائية الكبرى ومحتوى الطين والتفاعل مع العناصر الأخرى والمادة العضوية من خلال تأثير هذه الخصائص في قابلية أغلب المعادن الثقيلة للإتاحة بالإضافة إلى شكل وتركيز الكادميوم دوراً رئيساً في تراكم الكادميوم في المحاصيل الغذائية. وتبين بأنّ التحكم بالعوامل السابقة يكون أكثر نجاحاً في خفض تركيز الكادميوم في المحاصيل الغذائية من خفض كمية الكادميوم المدخلة إلى التربة فقط (McLaughlin، 2005).

يهدف البحث إلى دراسة تأثير السماد العضوي في تثبيت عنصر الكادميوم المضاف إلى التربة عبر سماد السوبر فوسفات، وفي زيادة المادة العضوية والفوسفور المتاح في التربة، ومن ثمَّ التأثير في إنتاجية النبات.

مواد البحث وطرائقه

توصيف السوبر فوسفات:

طحن سماد السوبر فوسفات وحددت نسبة رطوبته بالتجفيف في درجة حرارة 105 مْ مدة أربع ساعات، كما قدر الـ pH بجهاز pH meter في معلق سوبر فوسفات/ماء بنسبة 1 : 10، وقدر الفوسفور الكلي بعد هضم العينات بحمض الكبريت المركز، وكذلك الفوسفور الذائب في الماء المقطر وذلك بإضافة محلول فاندات موليبدات الأمونيوم للمستخلصات (Tandon وزملاؤه، 1968) وقياس شدة اللون عند طول الموجة 435 نانو متراً بجهاز المطياف الضوئي، (الجدول 1).

الجدول 1. بعض خصائص السوبر فوسفات.

نسبة الرطوبة (%)	pH	P كلي (%)	P ذائب (%)	Cd (مغ/كغ كلي)
1.24	2.94	29.6	19.1	23.85

توصيف السماد العضوي (زبل أبقار):

قدر الـ pH باستعمال جهاز pH meter في معلق سماد/ماء بنسبة 1 : 10، وقدرت الموصلية الكهربائية EC بجهاز التوصيل الكهربائي في المعلق، تم هضم العينات بالطريقة الرطبة (Walinga وزملاؤه، 1995)، ثمّ قدر الازوت الكلي والفوسفور الكلي في جهاز المطيافية الضوئية الآلي، وقدر البوتاسيوم الكلي بمضواء مطياف اللهب (Flame photometer). كما قدرت بعض العناصر الصغرى والثقيلة (الكلية) في مستخلصات السماد العضوي بجهاز الامتصاص الذري Issac(Varian وKerber، 1971). ويبين الجدول 2 بعض خصائص السماد العضوي المستخدمة.

الجدول 2. بعض خصائص السماد العضوي.

معلق1:10		النسبة المئوية (%)			
pH	EC	OM	N	P_2O_5	K_2O
8.73	3.3	43.95	1.89	1.81	2.45
مغ.كغ$^{-1}$					
Cd	Pb	Cr	Cu	Mn	Zn	Fe
0.25	آثار	آثار	109	418	827	992

توصيف التربة:

أخذت عينات التربة من الطبقة 0-30 سم، وتم هضم العينات بالطريقة الرطبة (Walinga وزملاؤه، 1995)، ثمّ قدر الآزوت الكلي، وتمّ استخلاص الفوسفور المتاح بطريقة أولسن (Olsen وزملاؤه، 1954)، حيث قدر بواسطة جهاز المطيافية الضوئية الآلي (Richards، 1962). وقدرت المادة العضوية بطريقة الأكسدة الرطبة (Jackson، 1958)، كما قدرت بعض العناصر الصغرى المتاحة بطريقة DTBA والكادميوم الكلي (في المعاملات بعد الحصاد بطريقة الماء الملكي) بجهاز الامتصاص الذري نوع Issac (Varian وKerber، 1971)، (الجدول 3).

الجدول 3. بعض خصائص التربة الكيميائية.

النسبة المئوية (%)		(مغ.كغ$^{-1}$)	
N كلي	OM	P متاح	K متاح
0.055	1.116	14.6	496.9
(مغ.كغ$^{-1}$)			
Fe	Cu	Mn	Zn	B
8.714	1.36	10.49	0.608	0.82

تصميم التجربة:

اعتمد في التجربة تصميم القطع المنشقة بثماني معاملات وأربعة مكررات (32 قطعة تجريبية) وكانت مساحة القطعة التجريبية الواحدة 20 م^2 ومساحة التجربة 640 م^2 بحسب المعاملات الآتية:

N= شاهد (سماد آزوتي فقط وبما يعادل نسبة الآزوت في السماد العضوي المضاف بمعدل 163 كغ N .هكتار$^{-1}$).

NSP1 = سماد آزوتي + سوبر فوسفات تركيز1 [حسب الاحتياج بمعدل 280 كغ P_2O_5 .هكتار$^{-1}$].

NSP2 = سماد آزوتي + سوبر فوسفات تركيز 2 [ضعفا الاحتياج].

NSP3 = سماد آزوتي + سوبر فوسفات تركيز 3 [ثلاثة أضعاف الاحتياج]

M = سماد عضوي (بحيث تصبح نسبة المادة العضوية في التربة 1.5 %).

MSP1 = سماد عضوي + سوبر فوسفات تركيز 1.

MSP2 = سماد عضوي + سوبر فوسفات تركيز 2.

MSP3= سماد عضوي + سوبر فوسفات تركيز 3.

الزراعة:

زرعت التجربة بمحصولي البطاطا (صنف أرندة)، ثمّ قمح (صنف شام$_3$) ضمن موسمي نمو 2007 و2008 في محطة بحوث كتيان – مركز البحوث العلمية الزراعية بإدلب، حيث زرعت البطاطا في 2007/3/4 على خطوط المسافة بينها 75 سم، في حين زرع القمح في 2007/12/23 (النثر ومن ثم التخطيط)، وكانت التجربة ضمن دورة زراعية (بطاطا - قمح - فول) واستعملت طريقة الري بالرذاذ.

التسميد:

سمدت القطعة الأولى من التجربة بسمادٍ آزوتي (بما يعادل الآزوت المضاف عن طريق السماد العضوي في القطعة الثانية)، أضيف على ثلاث دفعات:

- الدفعة الأولى قبل الزراعة مباشرة (117.5 كغ يوريا. هكتار$^{-1}$)
- الدفعة الثانية بعد ثلاثة أشهر من الزراعة (165كغ نترات أمونيوم.هكتار$^{-1}$)
- الدفعة الثالثة بعد أربعة أشهر من الزراعة (165 كغ نترات أمونيوم.هكتار$^{-1}$)

سُمدت القطعة الثانية بسماد مخلفات الأبقار بحيث تصل نسبة المادة العضوية في التربة إلى 1.5 %، وخلطت المادة العضوية مع الـ 15 سم من طبقة التربة السطحية. سمدت بعض قطع التجربة بسماد السوبر فوسفات حسب الاحتياج (حسب محتوى التربة وتوصيات وزارة الزراعة للقمح والبطاطا) بمعدل (280 كغ.هكتار$^{-1}$)، وسمد البعض الآخر بضعفي الاحتياج (560 كغ.هكتار$^{-1}$)، وكذلك سمد البعض بثلاثة أضعاف الاحتياج (840 كغ.هكتار$^{-1}$).

النتائج والمناقشة

المادة العضوية في التربة:

يبين الجدول 4 نتائج تحليل المادة العضوية في التربة عند الحصاد، فيلاحظ أن المعاملات المسمدة بالسماد العضوي أبدت فروقات معنوية بالمقارنة مع غير المسمدة عضوياً، وهذا طبيعي نتيجة التسميد العضوي.

الجدول 4. المادة العضوية في التربة (%).

المعاملات	بطاطا	قمح
N	c 0.6	b 0.72
NSP1	c 0.67	b 0.72
NSP2	c 0.64	b 0.75
NSP3	c 0.67	b 0.78
M	b c 0.77	a 0.93
MSP1	bc 0.77	a 1.03
MSP2	a 1.24	a 0.99
MSP3	b 0.97	a 1.02
LSD	0.26	0.133

المتوسطات في العمود الواحد التي تتشابه في حرف واحد على الأقل ليس بينها فروق معنوية على مستوى ثقة (5 %).

الفوسفور المتاح في التربة:

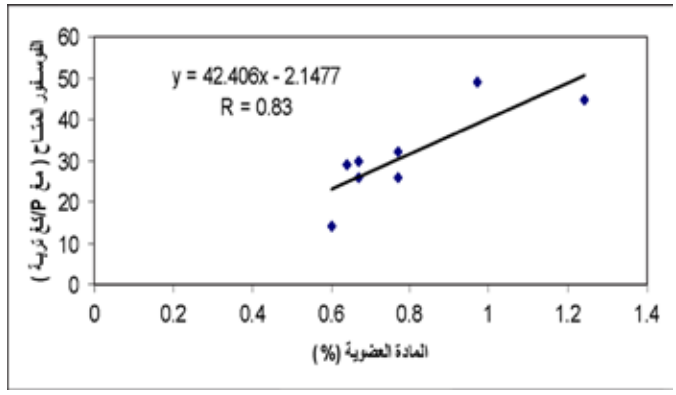
يبين الجدول 5 نتائج تحليل الفوسفور المتاح في التربة عند الحصاد، فيلاحظ زيادة طردية في الفوسفور المتاح في التربة بزيادة إضافة السوبر فوسفات فقد أبدت جميع المعاملات فروقات معنوية بالمقارنة مع الشاهد، وعند مقارنة المعاملة M بالشاهد يلاحظ زيادة معنوية في الفوسفور المتاح في هذه المعاملة بنسبة 126 و32 % على الشاهد في كلا المحصولين.

الجدول 5. الفوسفور المتاح في التربة (مغ P/كغ تربة).

المعاملات	بطاطا	قمح
N	c 14.25	c 15
NSP1	b 26	b 20
NSP2	b 29	ab 22.25
NSP3	b 30	a 24
M	b 32.25	b 19.75
MSP1	b 26	ab 21.25
MSP2	a 44.75	b 19.5
MSP3	a 49	b 19.75
LSD (5%)	7.34	3.57

ويوضح ذلك دور السماد العضوي في زيادة إتاحة فوسفور التربة فهو لا يكون فقط مصدراً لغاز الفحم (CO_2) وشوارد الهيدروجين بل تستطيع المركبات الناتجة عن تفسخ المادة العضوية تشكيل معقدات ضعيفة التيسر نسبياً للنبات (Mishra وBangar، 1986؛ Sing وAmberger، 1991). ويبين الشكل 1 علاقة الإنحدار التي تربط بين نسبة المادة العضوية في التربة والفوسفور المتاح في موسم البطاطا. ويلاحظ أنّ معامل الإنحدار كان موجباً فالعلاقة هي علاقة طردية، ومن خلال إختبار معنوية معامل الإرتباط تبين أنّ الإرتباط كبير وله دلالة معنوية على المستوى 5 %.

الكادميوم الكلي في التربة:



الشكل 1. العلاقة بين نسبة المادة العضوية والفوسفور المتاح في التربة.

لوحظ بالنسبة لمحصول البطاطا زيادة تدريجية ومعنوية في الكادميوم في التربة مع زيادة إضافة سماد السوبر فوسفات بالمقارنة مع الشاهد، حيث ازداد الكادميوم بنسبة 0.8 و6.5 و 8.5 % على التتالي في المعاملات NSP1 و NSP2 وNSP3 بالمقارنة مع الشاهد، في حين لوحظ عدم وجود فروقات معنوية في جميع المعاملات المسمدة عضوياً، الأمر الذي يبين دور السماد العضوي في الحد من خطورة زيادة تركيز عنصر الكادميوم من خلال تثبيته في معقدات عضوية ضعيفة التحلل.

الجدول 6. الكادميوم الكلي في التربة (مغ Cd/كغ تربة).

المعاملات	بطاطا	قمح
N	c 0.246	e 0.116
NSP1	c 0.248	d 0.138
NSP2	ab 0.262	c 0.163
NSP3	a 0.267	b 0.189
M	bc 0.254	c 0.169
MSP1	bc 0.251	bc 0.175
MSP2	bc 0.251	bc 0.181
MSP3	bc 0.253	a 0.215
LSD (5%)	0.011	0.019

لوحظ بالنسبة لمحصول القمح زيادة تدريجية ومعنوية في الكادميوم في التربة وذلك مع زيادة إضافة سماد السوبر فوسفات بالمقارنة مع الشاهد، حيث ازداد الكادميوم معنوياً بنسبة 19 و40.5 و63 % على التتالي في المعاملات NSP1 وNSP2 وNSP3 عن الشاهد، في حين لوحظ عدم وجود فروقات معنوية في جميع المعاملات المسمدة عضوياً باستثناء المعاملة الأخيرة الأمر الذي يبين دور السماد العضوي في الحد من خطورة زيادة تركيز عنصر الكادميوم المتاح، ولكن لم يحد السماد العضوي من زيادة هذا العنصر في التربة لدى زيادة إضافة السوبر فوسفات بكميات كبيرة لمحصول القمح.

ويبين الجدول 7 محتوى الكادميوم الكلي في التربة في معاملات التجربة، إذ يلاحظ زيادة تدريجية في الكادميوم في التربة بزيادة إضافة السوبر فوسفات، وكانت هذه الزيادة معنوية بالنسبة لمحصول القمح، حيث ازداد الكادميوم في المعاملة الثالثة بنسبة 41 % مقارنة بالشاهد.

بيـّن Guo وزملاؤه (2003) أنـه لاتوجـد مـواد مصلحـة Amendments موحدة لخفض نسبة كل المعادن الثقيلة في التربة، ولكن هناك بعض المواد التي يمكن أن تستعمل لتثبيت العديد من المعادن مثل الجص والمادة العضوية. ويمكن استعمال المادة العضوية ليس فقط كمصدر للعناصر الغذائية وإنما أيضاً لخفض قابلية المعادن الثقيلة للإتاحة.

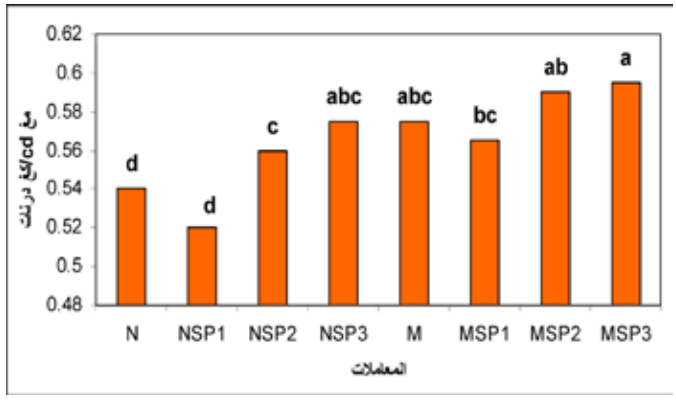
الجدول 7. الكادميوم الكلي في التربة (مغ Cd/كغ تربة).

المعاملات	تربة (بطاطا)	تربة (قمح)
شاهد	a 0.25	d 0.143
سوبر فوسفات تركيز 1	a 0.25	c 0.156
سوبر فوسفات تركيز 2	a 0.257	b 0.172
سوبر فوسفات تركيز 3	a 0.26	a 0.202
LSD (5%)	0.021	0.013

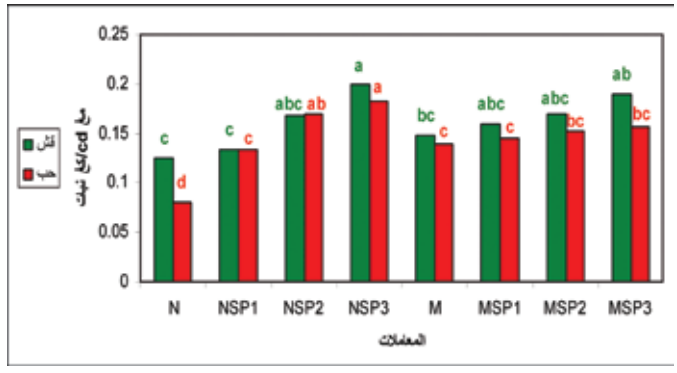
عموماً، هذا التراكم لعنصر الكادميوم هو ضمن الحدود المسموح بها، حيث يوجد هذا العنصر في التربة ضمن التركيز 2-0.01 مغ.كغ$^{-1}$ (Adriano، 1986).

3 - 4 الكادميوم الكلي في النبات:

يبين الشكلان 2 و 3 نتائج تحليل الكادميوم الكلي في النبات عند الحصاد. بالنسبة لمحصول البطاطا. لوحظ زيادة تدريجية في الكادميوم مع ازدياد إضافة سماد السوبر فوسفات بالمقارنة مع الشاهد، حيث ازداد الكادميوم بنسبة 4، 6.5 % على التوالي في المعاملات NSP2 وNSP3 بالمقارنة مع الشاهد، في حين لوحظ عدم وجود فروقات معنوية في معظم المعاملات المضاف لها السماد العضوي.



الشكل2. الكادميوم الكلي في درنات البطاطا (مغ Cd/كغ درنات بعد التجفيف).



الشكل 3. الكادميوم الكلي في نبات القمح (مغ Cd/كغ نبات).

وكذلك بالنسبة لمحصول القمح، لوحظ زيادة تدريجية ومعنوية في تركيز الكادميوم وذلك بزيادة إضافة سماد السوبر فوسفات بالمقارنة مع الشاهد، حيث ازداد تركيز الكادميوم بنسبة 6.4، 34، 59 % و66، 111، 128 % على التوالي في المعاملات NSP1 وNSP2 وNSP3 وذلك في كل من القش والحبوب بالمقارنة مع الشاهد، في حين لوحظ عدم وجود فروقات معنوية في معظم المعاملات المسمدة عضوياً فيما بينها، الأمر الذي يبين دور السماد العضوي في الحد من خطورة زيادة تركيز عنصر الكادميوم.

ويعود ذلك إلى أنّ المادة العضوية تعمل على ربط الكادميوم على شكل معقدات عضوية وبالتالي تخفض من قابليته للإتاحة للنبات حيث تعمل المادة العضوية، وخاصة الحموض الهيومينية ومن خلال مجموعاتها الوظيفية على ربط الكادميوم على شكل معقدات (Bolton وزملاؤه، 1996)، وذكر Bolan وزملاؤه (2003) أنّ إضافة الكمبوست تخفض من الجزء الذائب والمتبادل من الكادميوم، في حين يزداد الجزء المرتبط بالمادة العضوية.

كما بيّن McLaughlin (1998) أنه على الرغم من أنّ إضافة السماد العضوي (الزبل) يؤدي إلى زيادة تركيز الكادميوم في التربة إلا إن تركيز الكادميوم في حبوب القمح ينخفض مع الزمن، ويعود ذلك إلى تشكيل المادة العضوية لمعقدات مع هذا العنصر ضعيفة التحلل.

ويبين الجدول 8 الكادميوم الكلي في النبات عند الحصاد في معاملات التجربة.

الجدول 8. الكادميوم الكلي في النبات بين معاملات التجربة (مغ Cd/كغ مادة جافة).

المعاملات	بطاطا	القمح	
		قش	حب
N	a 0.558	b 0.1366	c 0.112
NSP1	a 0.540	b 0.146	b 0.139
NSP2	a 0.575	ab 0.168	a 0.161
NSP3	a 0.585	a 0.194	a 0.1698
LSD (5%)	0.05	0.033	0.017

يلاحظ من الجدول السابق زيادة تدريجية في تركيز الكادميوم في النبات مع زيادة إضافة السوبر فوسفات وكانت هذه الزيادة معنوية بالنسبة لمحصول القمح، حيث ازداد الكادميوم في المعاملة الثالثة بنسبة 42 و51.6 % في القش والحبوب على التتالي عن الشاهد.

إن تراكم عنصر الكادميوم في النبات هو ضمن الحدود المسموح بها، حيث يوجد هذا العنصر في النبات ضمن التركيز 1.2-0.05 مغ.كغ$^{-1}$ (Adriano، 1986).

إنتاجية النبات:

يبين الجدول 9 إنتاجية نباتي البطاطا والقمح، حيث يلاحظ في محصول البطاطا زيادة الإنتاج في المعاملات NSP1 وNSP2 وNSP3 بنسبة 8.6 و14 و10 % على التتالي بالمقارنةً مع الشاهد، وفي المعاملات المسمدة عضوياً ازداد الإنتاج في المعاملات MSP1 وMSP2 وMSP3 بنسبة 36 و36 و26 % على التتالي مقارنةً بالمعاملة M.

الجدول 9. إنتاجية نباتي البطاطا والقمح طن.هكتار$^{-1}$.

المعاملات	درنات البطاطا	قمح
N	a 22.55	e 3.10
NSP1	a 24.5	cd 4.37
NSP2	a 25.8	ab 5.24
NSP3	a 24.85	a 5.318
M	a 19.4	d 3.99
MSP1	a 26.4	bc 4.70
MSP2	a 26.4	ab 5.15
MSP3	a 24.45	ab 5.05
LSD (5%)	9.9	0.59

وفي محصول القمح كانت الزيادة طردية ومعنوية مع زيادة إضافة السوبر فوسفات، فقد ازداد الإنتاج معنوياً في المعاملات NSP1 وNSP2 وNSP3 بنسبة 41، 69، 71.5 % على التوالي بالمقارنة مع الشاهد، وازداد الإنتاج معنوياً في المعاملة NSP2 بنسبة 20 % عن المعاملة NSP1، وكذلك ازداد الإنتاج في المعاملة NSP3 بنسبة 22 % عن المعاملة NSP1، وفي المعاملات المسمدة عضوياً ازداد الإنتاج معنوياً في المعاملات MSP1 و MSP2 وMSP3 بنسبة 18، 29، 27 % على التوالي بالمقارنةً مع المعاملة M، وازداد الإنتاج في المعاملة MSP2 بنسبة 9.6 % عن المعاملة MSP1، وكذلك ازداد الإنتاج في المعاملة MSP3 بنسبة 26.5 % عن المعاملة MSP1.

ويبين الجدول 10 إنتاجية النبات بين معاملات سماد السوبر فوسفات، فيلاحظ ازدياد الإنتاج بين المعاملات في محصول البطاطا و كانت الزيادة معنوية في محصول القمح بنسبة 28، 45، 46 % على التوالي بالمقارنة مع الشاهد.

الجدول 10. إنتاجية النبات (طن.هكتار$^{-1}$).

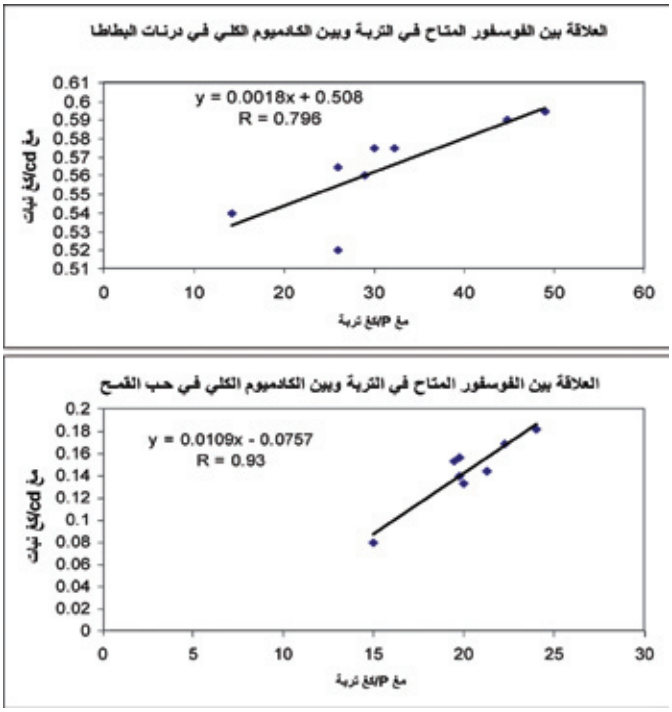
المعاملات	درنات بطاطا	قمح
N	a 20.99	c 3.54
NSP1	a 25.46	b 4.53
NSP2	a 26.11	a 5.12
NSP3	a 24.5	a 5.18
LSD (5%)	7	0.42

يبين الجدول 11 عدم وجود فروقات معنوية في المعاملات المسمدة بالسماد الآزوتي العضوي بالمقارنة مع المعاملات المسمدة بالسماد الآزوتي المعدني، وهذا يوضح تقارب الإنتاج في كلا القطعتين، وذلك بسبب تحول الآزوت العضوي إلى معدني بواسطة عمليات النشدرة و النترتة التي تقوم بها الكائنات الحية الدقيقة في التربة (Alexander، 1977)، في حين يمكن أن يعود السبب في المعاملات المسمدة بالسماد الآزوتي المعدني إلى تعرض الآزوت المعدني للفقد بواسطة الغسل إلى المياه الجوفية أو الفقد بالتطاير (Attia، 1990).

الجدول 11. إنتاجية النبات في قطعتي التجربة(طن.هكتار$^{-1}$).

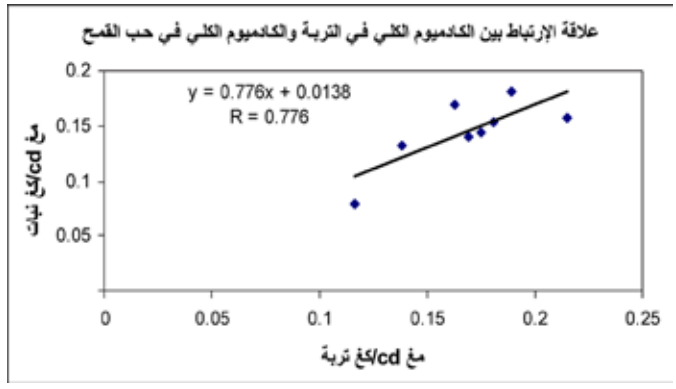
المعاملات	درنات بطاطا	قمح
تسميد أزوت معدني	a 24.4	a 4.51
تسميد أزوت عضوي	a 24.1	a 4.72
LSD (5%)	5.8	0.31

ويبين الشكل 4 علاقة الإنحدار التي تربط بين الفوسفور المتاح في التربة والكادميوم في النبات وذلك في موسمي البطاطا والقمح على التوالي، حيث يبين الشكل أن معامل الإنحدار كان موجباً أي أن العلاقة بين هذه العوامل هي علاقة طردية، كما يبين الشكل السابق معامل الارتباط، حيث يتبين من خلال اختبار معنوية هذا الإرتباط أن الإرتباط كبير بين هذه المتغيرات وله دلالة معنوية على المستوى 5 % بالنسبة للبطاطا وعلى المستويين 5 %، 1 % بالنسبة للقمح.



الشكل 4. العلاقة بين الفوسفور المتاح في التربة والكادميوم الكلي في النبات.

كما يبين الشكل 5 علاقة الإنحدار التي تربط بين الكادميوم في التربة والكادميوم في النبات وذلك بالنسبة للقمح، فيلاحظ أن معامل الإنحدار كان موجباً، فالعلاقة بين هذه العوامل هي علاقة طردية. كما يبين الشكل معامل الإرتباط، حيث يتبين وجود ارتباط معنوي كبيرعلى المستوى 5 % بين هذه المتغيرات .



الشكل 5. العلاقة بين الكادميوم الكلي في التربة والكادميوم الكلي في حبوب القمح.

الاستنتاجات:

أدى التسميد العضوي إلى زيادة نسبة المادة العضوية في التربة بالمقارنة مع غير المسمدة بالسماد العضوي، وازداد الفوسفور المتاح في التربة طرداً بزيادة إضافة السوبر فوسفات.

لوحظت زيادة تدريجية ومعنوية في الكادميوم في التربة بزيادة كمية سماد السوبر فوسفات المضافة بالمقارنة مع الشاهد، في حين لوحظ عدم وجود فروقات معنوية في جميع المعاملات المسمدة عضوياً، الأمر الذي يبين دور السماد العضوي في الحد من خطورة زيادة تركيز عنصر الكادميوم من خلال تثبيته في معقدات عضوية ضعيفة التحلل.

تبين عند دراسة الكادميوم في النبات ازدياد تركيزه في النبات (درنات بطاطا، قمح، قش) مع ازدياد إضافة سماد السوبر فوسفات بالمقارنة مع الشاهد، في حين لوحظ عدم وجود فروقات معنوية في معظم المعاملات المضاف لها السماد العضوي، الأمر الذي بيّن دور السماد العضوي في الحد من خطورة زيادة تركيز عنصر الكادميوم المتاح.

لوحظ زيادة الإنتاج في النبات مع زيادة سماد السوبر فوسفات في المعاملات المسمدة بالسماد العضوي أو غير المسمدة عضوياً، كما ظهر تقارب في الإنتاج في قطعتي التجربة (آزوت معدني وآزوت عضوي).

المراجع

1. Adriano D. C. 1986. Trace element in the terrestrial environment. Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 536p.
2. Alexander,M.1977. ntroduction to Soil Microbiology. Wiley, New York.
3. Almas, A.R., M.B. McBride, and B.R. Singh. 2000a. solubility and lability of cadmium and zinc in two soils treated with organic matter. Soil Sci. 163:250-259
4. Attia M.A. 1990. The biochemistryof uea decomposition by soil organisms. Ph. D. Thesis, Fac. Agric., Minia Univ., Egypt.
5. Basta.N.T, W.R Raun., and Gavi.F 1998. Wheat Grain Cadmium under Long-Term Fertilization and Continuous Winter Wheat Production Better Crops/ Vol. 82 (1998, No. 2).
6. Bolan, N. S., D. C. Adriano, P. Duraisamy and A. Mani. 2003. Immobilization and phytoavailability of cadmium in variable charge soils. III. Effect of biosolid compost addition. Plant and Soil 256:231-241.
7. Bolton. K.A., S Sjoberg.., and L. J. Evans, 1996 "Proton Binding and Cadmium Complexation Constants for a Soil Humic Acid Using a Quasi-Particles Model". Soil Science Society of America Journal. 60: 1064-1072.
8. Guo, G. L. and Q. X.Zhou,: 2003, 'Advances on research on combined pollution in soil-plant system', Chin. J. Appl. Ecol. 14(5), 823–828 (in Chinese).
9. Isaac R. ,and J. D. Kerber, 1971. Atomic Absorption and flame photometery , techniques and uses in soils, plant and water analysis, in L.M.Walsh(ed) . Soil. Sci. Soc of Amer. Madison W. I17-37.
10. Jackson M. L. 1958 .Soil chemical analysis. Prentice Hall Inc.Englewood Cliffe N J.pp 151-153 and 331-334.
11. Leita, L., M.D Nobili,. and Mondini, C.: 1999, 'Influence of inorganic and organic fertilization on soil microbial biomass, metabolic quotient and heavy metal bioavailability', Biol. Fertil. Soils 28, 371–376.

12. Lin, C. F., Lo, S. S., Lin, H. Y. and Y. C Lee,.: 1998, 'Stabilization of cadmium contaminated soils using synthesized zeolite', J. Hazard. Mat. 60, 217–226.
13. Lumsdon, DG, LJ Evans, and KA Bolton,. 1995. 'The influence of pH and chloride on the retention of cadmium, lead, mercury and zinc by soils'. J Soil Contam; 4: 137-150.
14. McBride, M.B., C.E. Martinez, and S.Sauve. 1998. Copper (II) activity in aged suspension of goethite and organic matter. Soil Sci. Soc. Am. J. 62:1542-1548.
15. McLaughlin, M.J., K.G. Tiller, and M.K. Smart. 1997. Speciation of cadmium in soil solutions of saline/sodic soils and relationships with cadmium concentrations in potato tubers (Solanum tuberosum L.). Aust. J. Soil Res. 35:183–198.
16. McLaughlin, MJ,and BR Singh. 1998. 'Cadmium in soils and plants. A global perspective.' In: McLaughlin, MJ, Singh, BR editors. Cadmium in Soils and Plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp1-9.
17. McLaughlin, MJ. 2005. 'Assessing and managing risks of cadmium in agricultural systems' (in review). Submitted to: Science of the Total Environment.
18. Mishra, M. M. ,and K. C. Bangar 1986. Rock phosphate composting: Transformation of phosphorus forms and mechanisms of solubilization Biol. Agric. Hortic. 3: 331-340.
19. Olsen R. S, C. V. Cole, F. S. Watanabe ,and L. A. Dean; 1954 . Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular No.939.
20. Richards L. A. 1962. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. Agricultural hand book no 60 .United states Department of agriculture .
21. Sauvé's., M.B. McBride, and W.Hendershot. 1998. Soil solution speciation of lead (II): Effect of organic matter and pH. Soil Sci. Soc. Am. J. 62:618-621.
22. Shen, S. 2002. Contribution of nitrogen fertilizer to the development of agriculture and its loss in China. Acta Pedol. Sin. 39:12–25.
23. Silveira, M.L.A., Alleoni, L.R.F. and L R G Guilherme, 2003, 'Review: Biosolids and heavy metals in soils', Scientia Agricola 60, 793–806.
24. Sing, C. P. , A. Amberger; 1991.Solubilization and availability of phosphorus during decompositing of rock phosphate enriched straw and urine. Biol. Agric. Hortic. 7: 261-269.
25. Tandon H. L. S. , M. P Cescas, and E. H Tyner 1968. An acid-free vanadate-molybdate reagent for the determination of total phosphorus in soils. Soil Sci Soc of Amer Proceedings 32, 48-51.
26. Underwood E J and N F Suttle 1999. The mineral nutrition of livestock. 3rd ed. CAB International. Wallingford. UK.
27. Walinga I., J. J. Van Der Lee, V. J. G. Houba, W. Van Vark, and I. Novozamsky 1995. Plant Analysis Manual. Kluwer Academic Publishers. London.
28. Zanders J. M. 1998. Studies on the origin, distribution and mobility of cadmium in pastoral soils. Unpublished PhD thesis, Massey University, Palmerston North, New Zealand.