بررسی اثر انواع و مقادیر مختلف کودهای آلی و شیمیایی بر میزان برخی عناصر پرمصرف برگ و دانه در ذرت (*Zea mays* L.)

نصیبه رضوان طلب*[۱]، همت اله پیردشتی[۲]، محمدعلی بهمنیار[۳]، ارسطو عباسیان[٤]

۱. دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۲. استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۳. دانشیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

٤. مربی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۰۱ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۸/۰٦**

چکیده

به منظور بررسی اثر انواع و مقادیر کودهای آلی و معدنی بر میزان برخی از عناصر پرمصرف در برگ و دانه، شاخص سطح برگ و محتوی کلروفیل برگ در ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰٤)، آزمایشی در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۱۳۸٦، به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل و سه تکرار انجام شد. عامل اصلی ۸ تیمار کودی شامل شاهد (بدون مصرف کود شیمیایی و آلی)، کود شیمیایی (سولفات پتاسیم، سوپر فسفات تریپل هر یک به میزان ۷۵ و اوره به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار)، کمپوست زباله، ورمی‌کمپوست و لجن فاضلاب هر یک به میزان ۲۰ و ٤۰ تن در هکتار و همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی بود و عامل فرعی نیز تفاوت کاربرد یک‌ساله و دوساله تیمارهای کودی در نظر گرفته شد. بر اساس نتایج، نوع و مقدار کود مصرفی بر نیتروژن برگ، نیتروژن دانه، فسفر دانه، محتوی کلروفیل برگ و شاخص سطح برگ تأثیر معنی‌داری را نشان داد. همچنین مدت مصرف کود بر تمامی صفات مورد بررسی به جز پتاسیم برگ و دانه و نیتروژن دانه مؤثر بود. نوع کود مصرفی و استفاده از آن به مدت یک‌سال و یا دوسال متوالی موجب اثرات معنی‌داری بر پتاسیم برگ، محتوی کلروفیل برگ، شاخص سطح برگ و عملکرد دانه شد. در بین صفات مورد بررسی عملکرد دانه با نیتروژن دانه و شاخص سطح برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. در مجموع می‌توان گفت که استفاده از کمپوست زباله شهری، ورمی‌کمپوست و لجن‌فاضلاب علاوه بر کاهش آلودگی محیط‌زیست می‌تواند نقش مثبتی را در افزایش عملکرد ذرت ایفا کند.

واژگان کلیدی: ذرت، کمپوست زباله، لجن‌فاضلاب، نیتروژن برگ، نیتروژن دانه، ورمی کمپوست

مقدمه

توانایی تولید غذا یکی از عوامل اصلی توسعه جوامع بشری است که برای تداوم آن، علاوه بر به‌نژادی، تأمین و حفظ حاصلخیزی خاک امری ضروری است (سالک گیلانی و همکاران،۱۳۸۳؛ قنبری بیرگانی و همکاران، ۱۳۸۱). از این رو عناصر ضروری در سطوح کافی برای تکمیل چرخه رشد گیاهان، مورد نیاز بوده و تأثیر مهمی بر بهبود کمی و کیفی عملکرد محصولات زراعی دارند (Warman and Termeer, 2005).

Email:na_rezvan@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

از میان عناصری که در اثر تجزیه کودهای آلی در خاک آزاد می‌گردد و به مصرف گیاهان می‌رسد، نیتروژن توجه خاصی را به خود جلب کرده است و از جمله مهمترین عوامل محدودکننده عملکرد گیاهان است و از طرف دیگر این عنصر از جهات زیست‌محیطی نیز حائز اهمیت می‌باشد. به طوری که نیتروژن ممکن است به شکل نیترات و یا شکل‌های آلی محلول به افق‌های زیر-سطحی و در نهایت به آب‌های زیرزمینی منتقل شده و امکان آلودگی آب‌های زیرزمینی را فراهم کند. به‌علاوه خروج نیتروژن به‌شکل گاز و پیوستن به اتمسفر نیز مورد توجه قرار گرفته است (سالک گیلانی، ۱۳۸۳).

نیتروژن موجود در کودهای آلی اغلب اثرات کمی را بر محصول در همان سال مصرف نشان می‌دهد. این مسئله می‌تواند به‌دلیل پیوندهای قوی در ملکول‌های نیتروژن و ذرات آلی باشد و با شکسته‌شدن آن غلظت نیتروژن محیط به‌تدریج زیاد می‌گردد (Ramadass and Palaniyandi, 2007).

افزایش نیتروژن آمونیومی و نیتراتی در خاک‌های حاوی کود آلی به‌دلیل وجود مقادیر بالاتر نیتروژن در کودهای آلی غنی شده با کودهای معدنی است. تولید نیترات و آمونیوم در خاک توسط آزادسازی نیتروژن در نتیجه فرآیند نیتریفیکاسیون از ترکیبات پایدار کمپوست می‌باشد. همچنین مشاهده شده است که آزادسازی نیتروژن از کمپوست در خاک با توازن بین تثبیت نیتروژن معدنی در بیوماس میکروبی خاک، معدنی شدن نیتروژن آلی و هدررفت نیتروژن در نتیجه شستشو، تصعید آمونیوم و تصعید NO و N_2 در طی فرآیند دنیتریفیکاسیون کنترل می‌شود (Palaniyandi, 2007 Ramadass and). به‌دلیل این‌که عموماً استفاده از کمپوست و یا سایر ترکیبات آلی در خاک به‌تنهایی قادر به تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاهان نیست، افزودن کودهای شیمیایی نیتروژنه به کمپوست ضروری است. بدیهی است با مصرف توأم کمپوست و کودهای معدنی می‌توان مقدار مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داد (ریگی، ۱۳۸٦).

یکی دیگر از عناصر پرمصرف مورد توجه در بحث مصرف کودهای آلی، فسفر است که از اجزای آلی و معدنی خاک‌ها به صورت محلول درآمده و جذب گیاهان می‌گردد. مقدار این عنصر در محلول خاک نسبت به میزان فسفر ناپایدار متحرک بسیار کم است، به همین دلیل فسفر عموماً دومین عنصر غذایی محدودکننده رشد گیاه است. فسفر در گیاه متحرک بوده و از اندام‌های پیرتر به اندام‌های جوان‌تر انتقال می‌یابد. حرکت فسفر در خاک بستگی زیادی به شرایط زنده و غیر زنده خاک دارد و آنزیم‌های مسئول معدنی شدن فسفر ممکن است از میکروارگانیسم‌های موجود در خاک، ریشه گیاهان و یا از منابع کودهای آلی به‌دست آیند (Saha et al., 2007).

پتاسیم نیز یکی دیگر از عناصر پرمصرف گیاهی است که البته غلظت آن در کودهای آلی نسبت به نیتروژن و فسفر کمتر و در حد چند دهم درصد است. بنابراین پتاسیمی که از این طریق آزاد می‌گردد، تأمین‌کننده نیاز گیاهان نبوده و برای تأمین نیاز گیاه به این عنصر علاوه بر مصرف کودهای آلی نیاز به استفاده از کودهای معدنی نیز می‌باشد (واثقی و همکاران، ۱۳۸٤). Ramadass و Palaniyandi (۲۰۰۷) گزارش کردند سطح پتاسیم در خاک با کاربرد کمپوست زباله شهری غنی شده با کودهای شیمیایی بیشتر از تیمار شاهد و کمپوست زباله شهری به تنهایی می‌باشد. همچنین نامبردگان دریافتند که مقدار پتاسیم در خاک با افزایش مقدار مصرف کمپوست زباله شهری افزایش می‌یابد و با تلفیق کودهای شیمیایی با کمپوست زباله شهری می‌توان مقدار پتاسیم قابل جذب را در مزرعه افزایش داد و مقدار این عنصر را در گیاه بالا برد. بر این اساس هدف از این مطالعه بررسی تأثیر کودهای آلی و معدنی به صورت تلفیقی با کودهای شیمیایی و یا عدم تلفیق با آن بر غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ و دانه ذرت و همچنین رابطه آنها با محتوی کلروفیل، شاخص سطح برگ و عملکرد دانه بود.

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۱۳۸٦ اجرا شد. این منطقه در عرض جغرافیایی ۳٤ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ٦ دقیقه شرقی قرارگرفته که ارتفاع آن از سطح دریا ۱٦ متر است. میانگین دما و بارندگی در این منطقه در طی فصل رشد ذرت به ترتیب ۲٦/۸ درجه سانتیگراد و ۱۳۵/۹ میلیمتر است. خصوصیات خاک منطقه و کودهای آلی به ترتیب در جدول ۱ و ۲ آورده شده است. طرح آماری مورد استفاده کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در نظر گرفته شد. عامل اصلی ۸ تیمار کودی شامل شاهد (بدون مصرف کود شیمیایی و کود آلی)، کود شیمیایی (سولفات پتاسیم، سوپر فسفات تریپل هر یک به میزان ۷۵ و اوره ۲۰۰ کیلوگرم درهکتار)، کمپوست زباله، ورمی کمپوست، لجن‌فاضلاب به میزان ۲۰ و ٤۰ تن در هکتار هر یک به همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی بود و عامل فرعی کاربرد یک‌ساله و دوساله تیمارهای کودی در نظر گرفته شد.

کاربرد یک‌ساله کود بیانگر استفاده از تیمارهای کودی فقط در سال ۱۳۸۵ بود و کاربرد دوساله کود، استفاده از همان تیمارهای کودی را هم در سال ۱۳۸۵ و هم در سال ۱۳۸٦ بیان می‌کند. عملیات آماده سازی زمین در بهار ۱۳۸٦ انجام و تیمارهای کودی مربوط به کاربرد دوساله کود در کرت‌های مربوطه در اوایل اردیبهشت ماه اعمال گردیدند. کشت ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰٤) مطابق با دستورالعمل‌های به‌زراعی، در سال زراعی۱۳۸٦ در هر دو نوع کرت (شامل کاربرد کود فقط در سال ۱۳۸۵ و کاربرد کود هم در سال ۱۳۸۵ و هم در سال ۱۳۸٦) مجموعاً در٤۸ کرت انجام شد. در هر کرت فاصله بین ردیف ۷۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کشت به صورت هیرم‌کاری بوده و بذور سبزشده در مرحله دو برگی با فاصله استاندارد ۱۸ سانتی‌متر از یکدیگر تنک گردیدند. آبیاری مزرعه به روش بارانی دو هفته بعد ازکاشت بسته به نیاز ذرت و با توجه به شرایط جوی تقریباً هر هفته یک‌بار انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها مطابق با عملیات زراعی متناسب با رشد ذرت صورت گرفت. در مرحله ۵۰ درصد گرده افشانی، نمونه‌های برگی جهت تعیین درصد عناصر پرمصرف تهیه گردیدند و از آون ۷۰ درجه جهت کاهش رطوبت آنها استفاده شد. نمونه‌های دانه نیز در مرحله برداشت ذرت جمع‌آوری گردید. به منظور تعیین برخی عناصر پرمصرف (فسفر و پتاسیم)، مقدار ۰/۵ گرم نمونه آسیاب شده توسط ترازوی دیجیتالی توزین و به بوته‌های چینی منتقل گردید و سپس در کوره الکتریکی قرار گرفت و دمای آن به‌تدریج و در عرض ۲ ساعت به ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد رسیده و نمونه‌ها به مدت ۱۸ ساعت در این حرارت سوزانده و به خاکستر تبدیل شدند. خاکستر حاصل در ۲/۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال حل و به حجم۵۰ میلی‌لیتر رسانیده، بعد از صاف کردن با کاغذ صافی عصاره حاصل جمع‌آوری شد. از عصاره حاصل، غلظت فسفر و پتاسیم برگ و دانه به‌ترتیب توسط دستگاه‌های اسپکتروفتومتر و فلیم‌فتومتر تعیین شد. برای تهیه عصاره جهت اندازه‌گیری درصد نیتروژن برگ و دانه نیز مقدار ۰/۲ گرم نمونه آسیاب شده به همراه ۱۰ میلی‌گرم اسید سولفوریک و قرص هضم، طی زمان‌بندی حرارتی در دستگاه هضم با افزایش تدریجی دما تا ٤۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. درصد نیتروژن برگ و دانه از نمونه هضم شده توسط دستگاه کجلدال تعیین گردیدند. به‌منظور بررسی محتوی کلروفیل برگ و شاخص سطح برگ، در مرحله تاسل‌دهی ٤ بوته از گیاه ذرت با توجه به در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای از سطح زمین کف‌بر و به آزمایشگاه منتقل شد. با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج (C1–203 Area Meter, USA) سطح برگ نمونه‌ها تعیین گردید.

همچنین محتوی کلروفیل برگ بلال ذرت با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر قرائت شد. داده‌های به‌دست آمده توسط نرم افزار SAS (۱۹۹۷) تجزیه و تحلیل و نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم افزارExcel رسم شدند. به منظور انجام مقایسات میانگین از آزمون دانکن استفاده گردید.

www.SID.ir

جدول ۱. میانگین نتایج تجزیه سه نمونه خاک اولیه قبل از اجرای آزمایش

عمق نمونه برداری	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	مواد آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	شن	رس	سیلت	بافت خاک
			(درصد)		میلی گرم بر کیلوگرم		(درصد)			
۰-۳۰	۱/۱۷	۷/۵۲	۲/٤۱	۰/۲۳٤	۱٤/٥٦	۲۷۸/۰٥	۱۰/۳۳	٤٦/۳۳	٤۳/۳۳	رسی- سیلتی

جدول ۲. نتیجه تجزیه کمپوست های مورد آزمایش

	N	P	K	Fe	Zn	Cu	Mn	هدایت الکتریکی	ماده آلی	اسیدیته
	(درصد)			قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)				(دسی زیمنس بر متر)	(درصد)	
لجن فاضلاب	۲/٦	۰/٤۳۰۷	٤۸۹۳/۹	۷٦/۹٤	۳۱۸/۰۲	۲٥/۷٥	٤۳/۳٤	۱۸/۲۲	٤/٥۳	۷/٤٤
ورمی کمپوست	۰/۸٤	٪٦۲۲۱	٦۲۲۸/۱	٥٥/٥٦	۹/۲۲	۳/۲٦	۱٦/٤۱	۲/۰٥۸	۹/٤۹	۸/۰٥
زباله شهری	۲/۰۳	۰/٤٥٦۰	۸٤۸٥/۷	۲۷۳/۲٦	۱۰۳/۹۳	۳۷/٥۲	٥۲/٤۱	۱۰/۰۷	۲۲/٦۳	۷/٤۱

نتایج

غلظت عناصر پرمصرف برگ

نتایج نشان داد که بین غلظت نیتروژن برگ در سطوح مختلف تیمارهای کودی و مصرف یک‌ساله و یا دوساله آن اختلاف معنی‌داری وجود دارد. این در حالی است که اثر متقابل بین تیمارهای مختلف کودی و مصرف سالانه آن بر غلظت نیتروژن برگ معنی‌دار نگردید (جدول ۳). مصرف دوساله تیمارهای کودی، غلظت نیتروژن برگ ذرت را نسبت به مصرف یک‌ساله آن افزایش دادند (جدول ٤). نتایج نشان داد که مصرف ورمی کمپوست ٤۰ تن در هکتار همراه با ٥۰ درصد کود شیمیایی از بالاترین مقدار غلظت نیتروژن برگ برخوردار بود که با شاهد و تیمار کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری را نشان داد، اما با مصرف کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب ۲۰ تن در هکتار همراه با ٥۰ درصد کود شیمیایی در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ٤). غلظت نیتروژن برگ از همبستگی مثبت و معنی‌داری با محتوی کلروفیل برگ ($r=۰/٤٦^{**}$) و شاخص سطح برگ ($r=۰/٤۳^{**}$) برخوردار بود (جدول ۷). همچنین با بررسی جدول تجزیه واریانس چنین بدست آمد که مصرف سالانه تیمارهای کودی بر غلظت فسفر برگ ذرت معنی‌دار شد، اما نوع تیمارهای کودی و اثر متقابل آن با مصرف سالانه تأثیر معنی‌داری بر غلظت فسفر برگ ذرت نشان نداد (جدول ۳). از نظر مصرف پتاسیم، جدول تجزیه واریانس بیانگرعدم اثرات معنی‌دار نوع تیمارهای کودی و مصرف سالانه آن بر غلظت پتاسیم برگ است اما اثر متقابل بین تیمار کودهای آلی و معدنی با مصرف سالانه آن نیز بر غلظت پتاسیم برگ معنی‌دار شد (جدول ۳). بالاترین غلظت پتاسیم برگ مربوط به مصرف دوساله لجن فاضلاب ۲۰ تن در هکتار همراه با ٥۰ درصد کود شیمیایی بود که با مصرف دوساله ورمی کمپوست ٤۰ تن در هکتار همراه با ٥۰ درصد کود شیمیایی در یک گروه آماری قرار گرفتند و با تیمار شاهد و مصرف کودهای شیمیایی اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (جدول ٥). در بین صفات مورد بررسی غلظت پتاسیم برگ با غلظت پتاسیم دانه و شاخص سطح برگ رابطه مثبت و معنی‌داری را نشان داد و با سایر صفات همبستگی معنی‌داری نداشت (جدول ۷).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. تجزیه واریانس مقادیر کود و کاربرد سالانه کود بر صفات مورد بررسی

منابع تغییر	درجه آزادی	برگ (میانگین مربعات)			دانه (میانگین مربعات)			میانگین مربعات		
		نیتروژن	فسفر	پتاسیم	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	محتوی کلروفیل برگ	شاخص سطح برگ	عملکرد دانه
تکرار	۲	۰/۳۳۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰٦	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۱۰٤	۳/۲۳	۱/۰۷	۰/۱۵۷
نوع کود (A)	۷	۰/۲۷۰**	۰/۰۰۳n.s	۰/۰۹۹n.s	۰/۰۱۰**	۰/۰۰٦**	۰/۱۸٤n.s	۲۷/٤۰**	٤/۵٦**	۱/۹۸n.s
خطای a	۱٤	۰/۰۵۰	۰/۰۰۱	۰/۰۵۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹	۰/۱۱۵	۷/۲٤	۰/٤۳	۰/۸۱۹
کاربرد کود (B)	۱	۱/۰۲۰**	۰/۰۰٦**	۰/۰۲٤n.s	۰/۰٤n.s	۰/۰۰۸**	۰/۰۵۲n.s	۳۵۵/۲۸**	۱۹۹/۹۰**	۱۳/۷۵**
(A) × (B)	۷	۰/۰٦۰n.s	۰/۰۰٤n.s	۰/۰۷۰**	۰/۰۰۷n.s	۰/۰۰۲n.s	۰/۱٦٦n.s	۱۳/۱۰**	۵/۵۱**	۰/۵٦*
خطایb		۰/۰۵۰	۰/۰۰۱	۰/۰۱٤	۰/۰۰۸	۰/۰۰٦	۰/۱۱۰	٤/۸۸	۰/۵۸	۰/۱۷
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۹۵	۱۲/۲۳	۵/۷۷	۷/۱۹	۷/۵۳	۱۳/۲٤	٤/۱۸	۱۱/٤۰	٤/۷٦

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد ، n.s برابر با عدم تفاوت معنی دار.

جدول ٤. مقایسه میانگین اثرات ساده انواع کود و کاربرد سالانه کود بر برخی از عناصر غذایی برگ و دانه ذرت

تیمار	میانگین عناصر غذایی			
*کود	نیتروژن برگ	نیتروژن دانه	فسفر دانه	پتاسیم دانه
Control	۲/۲۰c	۱/۱۹d	۰/۳۲۵cd	۱/۹۷ab
CF	۲/۵۹b	۱/۲۷bc	۰/۳۲۷bc	۱/۵۷b
MWC20+1/2CF	۲/۷٦ab	۱/۳۸a	۰/۳۲۸bc	۱/۹۹ab
MWC40+1/2CF	۲/۵۸b	۱/۲٤cd	۰/۳۲٤cd	۲/۰۹ab
VC20+1/2CF	۲/۵٤b	۱/۲٦b-d	۰/۳۲۹ab	۲/۰۱ab
VC40+1/2CF	۲/۹۸a	۱/۳۰bc	۰/۳۲۵cd	۲/۱٦a
SS20+1/2CF	۲/۷۸ab	۱/۲۹bc	۰/۳۲۰d	۱/٦٤ab
SS40+1/2CF	۲/٦۵b	۱/۳۳a	۰/۳۳۲a	۱/۷۷ab
کاربرد سالانه کود				
مصرف یکساله	۲/۷۵a	۱/۳۰a	/۳۲٤b	۱/۸۸a
مصرف دوساله	۲/۸۱a	۱/۳۲a	۰/۳۲۸a	۲/۰۰a

Control: شاهد، CF: کود شیمیایی، MWC20+1/2CF:کمپوست زباله شهری ۲۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی، MWC40+1/2CF: کمپوست زباله شهری ٤۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی ، VC20+1/2CF: ورمی کمپوست ۲۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی، VC40+1/2CF: ورمی کمپوست ٤۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی، SS20+1/2CF: لجن فاضلاب ۲۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی، SS40+1/2CF: لجن فاضلاب ۲٤۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی. در هر ستون و برای هر تیمار اعداد دارای حروف مشابه تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵: مقایسه میانگین اثرات متقابل انواع کود و کاربرد سالانه کود بر غلظت پتاسیم برگ و عملکرد دانه ذرت

	غلظت پتاسیم برگ (درصد)		عملکرد دانه (تن در هکتار)	
	یک‌ساله	دوساله	یک‌ساله	دوساله
Control	f-h۱/۹۳	f-h۱/۹۳	e٦/۸٥	e٦/۸٥
CF	d-h۲/۰٤	d-g۲/۰۷	eV/۱۱	a-c۹/۰٤
MWC20+1/2CF	d-h۲/۰٤	d-h۲/۰٤	cd۸/۲٥	a۹/٥۰
MWC40+1/2CF	gh۱/۸۸	d-h۱/۹۹	a-c۸/V٦	a۹/٤۹
VC20+1/2CF	b-d۲/۱٦	bc۲/۲V	a۹/٤٦	a۹/٥٦
VC40+1/2CF	c-e۲/۱٤	ab۲/۳۳	b-d۸/٥٦	ab۹/۱۱
SS20+1/2CF	d-h۱/۹۹	a۲/٤۸	cd۸/۲۹	a۹/٥۳
SS40+1/2CF	h۱/۸٦	e-h۱/۹٦	dV/۹۲	a۹/٥۱

Control:شاهد، CF: کود شیمیایی، MWC20+1/2CF:کمپوست زباله شهری ۲۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی، MWC40+1/2CF: کمپوست زباله شهری ٤۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی، VC20+1/2CF: ورمی کمپوست ۲۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی، VC40+1/2CF: ورمی کمپوست ٤۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی،SS20+1/2CF: لجن فاضلاب ۲۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی، SS40+1/2CF: لجن فاضلاب ۲٤۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی. در هر ستون و برای هر تیمار اعداد دارای حروف مشابه تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

غلظت عناصر پر مصرف دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس گویای آنست که مدت مصرف کودهای آلی و معدنی بر غلظت نیتروژن دانه تأثیر معنی‌داری را نداشت و فقط تأثیر نوع کود از نظر آماری معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل بین نوع کود و مصرف سالانه آن بر غلظت نیتروژن دانه معنی دار نگردید (جدول۳). کمپوست زباله شهری ۲۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی بالاترین غلظت نیتروژن در دانه‌های ذرت را تولید نمود که با مصرف لجن‌فاضلاب به میزان ٤۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی در یک گروه آماری قرار گرفتند و نسبت به شاهد و کود شیمیایی اختلاف معنی داری را نشان دادند (جدول ٤). نیتروژن دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری را با عملکرد و شاخص سطح برگ نشان داد. بر اساس جدول تجزیه واریانس، اثر نوع کود مصرفی و مدت مصرف آن بر غلظت فسفر دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد، اما اثر متقابل بین این دو عامل تأثیر معنی‌داری را بر غلظت فسفر دانه در ذرت نداشت (جدول ۳). بالاترین غلظت فسفر دانه مربوط به مصرف لجن فاضلاب ٤۰ تن در هکتار غنی شده همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی بود که با مصرف ورمی کمپوست ۲۰ تن در هکتار غنی شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی اختلاف معنی داری نداشت، اما با شاهد و مصرف کود شیمیایی در یک گروه آماری قرار نگرفتند. مصرف دو ساله تیمارهای کودی نسبت به مصرف آن‌ها فقط به مدت یک‌سال نیز در افزایش غلظت فسفر دانه مؤثر بود (جدول ٤). بر اساس جدول تجزیه واریانس اثر نوع تیمارهای کودی مذکور بر افزایش غلظت پتاسیم دانه ذرت معنی‌دار نبود اما مصرف سالانه آن و همچنین اثر متقابل مدت مصرف و نوع تیمارهای کودی از نظر آماری معنی‌دار شد (جدول ۳). میزان پتاسیم دانه با میزان پتاسیم برگ رابطه مثبت و معنی‌داری را نشان داد و با سایر صفات مورد بررسی از جمله عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری نداشت (جدول ۷).

محتوی کلروفیل در مرحله گرده افشانی

نتایج نشان دادند نوع کود مصرفی، کاربرد سالانه کود و همچنین اثر متقابل نوع کود در مدت مصرف آن بر محتوی کلروفیل برگ در مرحله گرده افشانی اثر معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳). بالاترین محتوی کلروفیل مربوط به کاربرد دوساله ورمی کمپوست٤۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی بود که با مصرف دو ساله لجن فاضلاب ٤۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی و تیمار مصرف دو ساله کود

Archive of SID

www.SID.ir

شیمایی در یک گروه آماری قرار داشته و با سایر تیمارهای کودی و شاهد از نظر آماری متفاوت بودند (جدول ٦). درصد کلروفیل از رابطه مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه (r=٠/٥٠**) و شاخص سطح برگ در مرحله تاسل دهی (r=٠/٦٣**) برخوردار بود (جدول ٧).

جدول ٦: مقایسه میانگین اثرات متقابل انواع کود و کاربرد سالانه کود محتوی کلروفیل و شاخص سطح برگ

	محتوی کلروفیل برگ (میلی گرم برگرم)		شاخص سطح برگ	
	یک‌ساله	دوساله	یک‌ساله	دوساله
Control	bc٥٣/٨٧	bc٥٣/٨٧	c٤/٦٧	c٤/٦٧
CF	de٤٨/٦٠	ab٥٦/٩٩	c٤/٥٦	ab٩/٣٠
MWC20+1/2CF	e٤٥/٢٦	bc٥٣/٦٣	c٤/٥٩	ab٩/٨٧
MWC40+1/2CF	de٤٨/٢٠	bc٥٤/٥٣	c٤/٤٠	ab٩/٣٥
VC20+1/2CF	de٤٩/٣٠	bc٥٤/٢٦	c٥/٠٩	b٨/٥٨
VC40+1/2CF	bc٥٣/٧٣	a٥٩/٥٨	c٥/٢٣	ab٩/٥٩
SS20+1/2CF	cd٥١/٦٠	bc٥٣/٩٣	c٥/٠٢	b٨/٦٥
SS40+1/2CF	cd٥٠/٤٦	ab٥٧/٧٦	c٣/٨٧	a١٠/١٧

Control: شاهد، CF: کود شیمیایی، MWC20+1/2CF: کمپوست زباله شهری ٢٠ تن در هکتار همراه با ٥٠ درصد کود شیمیایی، MWC40+1/2CF: کمپوست زباله شهری ٤٠ تن در هکتار همراه با ٥٠ درصد کود شیمیایی، VC20+1/2CF: ورمی کمپوست ٢٠ تن در هکتار همراه با ٥٠ درصد کود شیمیایی، VC40+1/2CF: ورمی کمپوست ٤٠ تن در هکتار همراه با ٥٠ درصد کود شیمیایی، SS20+1/2CF: لجن فاضلاب ٢٠ تن در هکتار همراه با ٥٠ درصد کود شیمیایی، SS40+1/2CF: لجن فاضلاب ٢٤٠ تن در هکتار همراه با ٥٠ درصد کود شیمیایی. در هر ستون و برای هر تیمار اعداد دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح ٥ درصد بر اساس آزمون دانکن ندانند.

شاخص سطح برگ در مرحله گرده افشانی

نوع کود مصرفی، کاربرد سالانه کود و همچنین اثر متقابل نوع کود در مدت مصرف آن بر شاخص سطح برگ در مرحله گرده افشانی اثر معنی‌داری را نشان داد (جدول ٣). بالاترین شاخص سطح برگ مربوط به کاربرد لجن فاضلاب به میزان ٤٠ تن در هکتار همراه با ٥٠ درصد کود شیمیایی بود که با مصرف ورمی کمپوست ٤٠ تن در هکتار همراه با ٥٠ درصد کود شیمیایی در یک گروه آماری قرار داشته و با سایر تیمارهای کودی و شاهد از نظر آماری متفاوت بودند. کمترین میزان شاخص سطح برگ در مرحله تاسل‌دهی مربوط به شاهد بود که با سایر تیمارهای کودی تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ٦). شاخص سطح برگ از رابطه مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه (r=٠/٦٥**) و محتوی کلروفیل در مرحله گرده افشانی (r=٠/٦٣**) برخوردار بود (جدول ٧).

عملکرد دانه

نتایج نشان داد که نوع و مقدار کود مصرفی، مدت مصرف کود و همچنین اثر متقابل بین نوع و مقدار کود برعملکرد دانه تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ٣). از این رو بالاترین عملکرد دانه هنگامی به‌دست آمد که از لجن فاضلاب ٢٠ تن در هکتار همراه با ٥٠ درصد کود شیمیایی به مدت دو سال متوالی استفاده شد، اما اختلاف معنی‌داری با مصرف دوساله لجن‌فاضلاب ٤٠ تن در هکتار و ورمی کمپوست ٢٠ و ٤٠ تن در هکتار همراه با ٥٠ درصد کود شیمیایی از نظر آماری نشان نداد (جدول ٥). در بین صفات مورد بررسی مقدار فسفر برگ (r=٠/٣٠*)، نیتروژن دانه (r=٠/٤١**) و شاخص سطح برگ (r=٠/٦٠**) از همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه برخوردار بودند (جدول ٧).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷: ضرایب همبستگی صفات مورد بررسی با یکدیگر

	شاخص سطح برگ	محتوی کلروفیل برگ (میلی‌گرم بر گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	پتاسیم دانه (درصد)	فسفر دانه (درصد)	نیتروژن دانه (درصد)	پتاسیم برگ (درصد)	فسفر برگ (درصد)	نیتروژن برگ (درصد)
نیتروژن برگ	۰/۴۳**	۰/۴۶**	۰/۲۳ n.s	−۰/۱۴n.s	−۰/۰۷n.s	۰/۱۷n.s	۰/۱۳n.s	−۰/۲۴ n.s	۱
فسفر برگ	−۰/۳۱*	−۰/۱۶n.s	−۰/۳۰*	−۰/۰۹n.s	۰/۲۹n.s	−۰/۰۹n.s	−۰/۱۷ n.s	۱	
پتاسیم برگ	۰/۰۲n.s	۰/۰۸n.s	۰/۰۹n.s	۰/۳۴*	−۰/۲۴n.s	۰/۱۵n.s	۱		
نیتروژن دانه	۰/۵۳**	۰/۲۳n.s	۰/۴۱**	۰/۰۵n.s	۰/۲۲n.s	۱			
فسفر دانه	۰/۳۲*	۰/۲۱n.s	۰/۳۰n.s	−۰/۲۴n.s	۱				
پتاسیم دانه	−۰/۱۰n.s	−۰/۱۰n.s	−۰/۰۴n.s	۱					
عملکرد دانه	۰/۶۰**	۰/۱۹n.s	۱						
محتوی کلروفیل برگ	۰/۶۲**	۱							
شاخص سطح برگ	۱								

بحث

مطالعات حاکی از بهبود غلظت نیتروژن برگ و تأثیر آن بر عملکرد دانه با استفاده از کودهای آلی مختلف از جمله لجن‌فاضلاب، ورمی‌کمپوست و کمپوست زباله شهری بوده‌اند، در این راستا می‌توان به مشاهده Atiyeh و همکاران (۲۰۰۱) اشاره نمود که گزارش کردند اغلب فرم نیتروژن معدنی در ورمی کمپوست حاصل از کودهای دامی، به شکل نیترات و در مقابل فرم نیتروژن معدنی در بسترهای کشت رایج به صورت آمونیوم بود. این مسئله بیانگر استفاده آسان و سریع‌تر گیاهان از جمله گوجه-فرنگی از نیتروژن معدنی در تلفیق با ورمی کمپوست و خاک می‌باشد، همچنین مخلوط ورمی‌کمپوست حاصل از کودهای دامی با کودهای معدنی باعث افزایش کارایی جذب نیتروژن توسط بوته‌های گوجه‌فرنگی گردید که با بالاتر بودن غلظت نیتروژن در بافت‌های این گیاه در تیمار مصرف توأم کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست حاصل از کود دامی نسبت به عدم کاربرد کود شیمیایی قابل توجیه است و در نهایت افزایش رشد گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی و بهبود عملکرد را در پی داشت. علاوه بر آن Sabey و همکاران (۱۹۹۷) دریافتند، پس از برداشت گندم، نیتروژن کل خاک که به صورت آمونیومی و یا نیتراتی باقی می‌ماند متناسب با افزایش مقادیر لجن فاضلاب افزایش می‌یابد. به طور کلی کودهای آلی از جمله لجن فاضلاب با داشتن نیتروژن بالاتر، دارای ارزش کودی بسیار بالایی است (Fytili and Zabaniotou, 2008).

در مطالعه دیگری مشخص گردید که جذب نیتروژن توسط ذرت در خاکهای حاوی کمپوست و کودهای آلی نسبت به شاهد افزایش نشان داد که دلیل آن را افزایش نیتروژن خاک در نتیجه مصرف کودهای آلی دانستند (Eghball et al., 2004). از طرفی عموماً استفاده از کمپوست و یا سایر ترکیبات آلی در خاک به‌تنهایی قادر به تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاهان نیست، افزودن کودهای شیمیایی نیتروژنه به کمپوست ضروری است. بدیهی است با مصرف توأم ورمی کمپوست و کودهای معدنی می‌توان مقدار مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داد (ریگی، ۱۳۸۶). Borkar و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند که کاربرد کودهای آلی باعث کاهش تثبیت فسفر در خاک و افزایش فعالیت میکروبی خاک می‌گردد که در نهایت قابلیت دسترسی فسفر را برای گیاهان افزایش می‌دهد. همچنین Singh و Singh (۱۹۹۰) دریافتند که کودهای

Archive of SID

www.SID.ir

آلی اضافه شده به خاک بر افزایش قابلیت دسترسی فسفر برای گیاهان مؤثر هستند. Yamur و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که مصرف لجن فاضلاب در کشت عدس موجب افزایش معنی‌دار فسفر در خاک گردید و بیشترین مقادیر آن در تیمار مصرف ٦٠ تن در هکتار لجن فاضلاب مشاهده شد.

با توجه به نتایج تحقیق حاضر از نظر میزان پتاسیم موجود در برگ ذرت می‌توان چنین اظهار کرد که مصرف کودهای آلی از جمله ورمی کمپوست و لجن فاضلاب غنی شده با نیمی از مقدار کود شیمیایی مصرف شده توسط کشاورزان می‌تواند جایگزین مناسبی به منظور تأمین غلظت پتاسیم برگ ذرت باشد از اینرو می‌توان مصرف کودهای شیمیایی را در مزرعه کاهش داد و از اثرات مضر زیست‌محیطی آن کاست. مطالعات نشان می‌دهند که افزایش آهسته جذب پتاسیم در خاک بدلیل افزایش قابلیت جذب اشکال غیر قابل جذب به اشکال قابل جذب است (Padamavathiamma et al., 2008). Palaniyandi و Ramadass (۲۰۰۷) دریافتند سطح پتاسیم در خاک با کاربرد کمپوست زباله شهری غنی شده با کودهای شیمیایی بیشتر از شاهد بوده و مصرف کمپوست زباله شهری تلفیقی با کودهای شیمیایی در خاک حداکثر مقدار پتاسیم را نسبت به مصرف تنهای کمپوست زباله شهری نشان داد.

Cheng و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که پس از دو ماه مصرف لجن فاضلاب در خاک، مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل دسترس در خاک‌های تحت کشت چاودار افزایش معنی‌داری را نشان داد. همچنین مطالعات نشان دادند که با مصرف یک‌ساله لجن فاضلاب در خاک، مقادیر نیتروژن دانه ذرت نسبت به دانه‌های گندم و جو افزایش بیشتری را نشان داد و از این رو منجر به عملکرد بیشتر در بذور ذرت گردید. همچنین آفتابگردان نیز به مصرف لجن فاضلاب پاسخ مثبت داده و مقدار نیتروژن در دانه‌های آن متناسب با کاربرد مقادیر بیشتر لجن فاضلاب افزایش نشان داد (Sirpanomtanakorn, 2000).

Jarausch-Wehrheim و Mocquot (۲۰۰۰) دریافتند که مقادیر عناصر نیتروژن، پتاسیم، فسفر، کلسیم و منیزیم در گیاهان تیمار شده با لجن فاضلاب در حد نیاز مطلوب رشد ذرت بوده از این‌رو لجن‌فاضلاب حاوی مقادیر ارزشمند عناصر ضروری برای رشد ذرت می‌باشد.

Singh و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که با افزایش مصرف لجن‌فاضلاب محتوی کلروفیل برگ آفتابگردان به طور معنی‌داری افزایش نشان داد که متناسب با افزایش میزان نیتروژن در خاک بود، البته افزایش مصرف لجن فاضلاب در خاک می‌تواند باعث افزایش عناصر سنگین در خاک نیز گردد که منجر به کاهش سرعت فتوسنتز، مختل کردن فعالیت گیرنده های نوری، افزایش پراکسیداسیون چربیها می‌گردد که در نهایت کلیه این عوامل باعث کاهش رشد و عملکرد می‌شوند.

استفاده از کودهای آلی در کشت ذرت نقش مثبتی را در افزایش عملکرد آن به همراه دارد. در این زمینه Eghbal و همکاران (۲۰۰٤) گزارش کردند که کاربرد یک‌ساله و یا دوساله کمپوست و یا کود دامی می‌تواند باعث افزایش عملکرد دانه ذرت نسبت به شاهد شد. ایشان دلیل آن را بهبود وضعیت عناصر غذایی و اسیدیته خاک دانستند. در مطالعات گوناگون، مصرف کودهای آلی افزایش عملکرد در آفتابگردان (Lavado, 2006)، گندم (الماسیان و همکاران، ۱۳۸۵)، برنج (Eghball and Power, 1999)، چغندر قند (مرجوی و همکاران، ۱۳۸۱) و را در پی داشته است اما با این وجود، اضافه کردن مقدار زیادی لجن‌فاضلاب و سایر کودهای آلی موجب افزایش شوری خاک (Khoshgoftarmanesh and Kalbasi, 2000 و واثقی و همکاران، ۱۳۸٤) و یا جذب نسبتاً زیاد برخی فلزات توسط گیاه (واثقی و همکاران، ۱۳۸٤) می‌گردد که در نهایت کاهش عملکرد محصول می‌گردد (Khoshgoftarmanesh and Kalbasi, 2000).

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری نهایی

مصرف لجن فاضلاب، ورمی‌کمپوست و زباله شهری نسبت به استفاده از کودهای شیمیایی میزان، نیتروژن، فسفر و پتاسیم بیشتری را برای ذرت فراهم کردند. این در حالی است که چنانچه کودهای آلی مذکور با ۵۰ درصد کود شیمیایی تلفیق شوند، می‌توانند اثرات بهتری را در افزایش میزان عناصر پرمصرف و عملکرد ذرت نیز نشان دهند. استفاده از این نوع کودها به مدت دو سال متوالی بهتر از مصرف یک‌ساله آن است، اما کاربرد متوالی آن در سال‌های طولانی به بررسی‌های تکمیلی جهت ارزیابی اثرات زیست‌محیطی و غلظت عناصر سنگین در خاک و گیاه دارد. لازم به ذکر است که استفاده از کمپوست‌های مذکور نسبت به کودهای معدنی هزینه بیشتری را در پی دارد اما اثرات درازمدت آن بر خصوصیات خاک، تأمین عناصر غذایی کم مصرف و پرمصرف و حفظ بیولوژی خاک می‌تواند کاهش سود حاصله را جبران نموده و استفاده متوالی و بهینه از زمین‌های کشاورزی را ممکن سازد. در نهایت می‌توان چنین گفت که علاوه بر افزایش در عملکرد ذرت، استفاده از کودهای آلی به دلیل کاهش آلودگی‌های زیست محیطی می‌تواند نقش به سزایی را در جهت نیل به اهداف کشاورزی پایدار ایفا کند.

منابع

الماسیان، ف.، آستایی، آ. و نصیری محلاتی، م. (۱۳۸۵). بررسی اثر مصرف شیرابه و کمپوست بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم. مجله بیابان. جلد ۱. شماره ۱۱. صفحات ٤٤٧-٤٤٢.

ریگی، م. ر. (۱۳۸٦). بررسی اثر سه نوع ورمی کمپوست و نیتروژن بر عملکرد و ترکیبات شیمیایی ذرت و برنج در گلخانه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز. صفحه ۷-۵.

سالک گیلانی، س.، نور بخش، ف.، افیونی، م. و رضایی‌نژاد، ی. (۱۳۸۳). تأثیر افزودن لجن فاضلاب بر شدت نیتریفیکاسیون و جذب نیتروژن به وسیله گیاه ذرت. مجله آب و فاضلاب، شماره ۵۲۰، صفحات ۳۱-۲۰.

قنبری بیرگانی، د.، خلقانی، ج.، مظاهری، ع. و شریفی، ح. (۱۳۸۱). بررسی کارایی تریفلوسواوفرونمتیل در کنترل علف های هرز پهن برگ مزارع چغندر قند. مجله علوم زراعی ایران. جلد ٤. صفحات ۳۰٦-۲۹۲.

مرجوی، آ. و جهاد اکبر، م. (۱۳۸۱). بررسی اثر مصرف کمپوست زباله شهری بر خصوصیات خاک و صفات کمی و کیفی چغندر قند. مجله چغندر قند. جلد ۱، شماره ۱۸. صفحات ١٤-١.

واثقی، س.، افیونی، م.، شریعتمداری، ح و مبلی، م. (١٣٨٤). بررسی اثر کمپوست لجن فاضلاب بر غلظت برخی عناصر و خصوصیات شیمیایی خاک. مجله آب و فاضلاب. جلد ۱، شماره ٦. صفحات ۲۲-۱۵.

Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S. and Metzger, J.D. (2001). Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. Bioresource Technology. 78: 11-20

Borkar, D.K., Deshmukh, E.S., and Bhoyar, V. S. (1991). Manurial values of FYM and compost as influenced by raw materials used methods and period of decomposition. Journal Soil Crops. 1:117 – 119.

Cheng, H., Xu, W., Liu, J., Zhao, Y.H. and Chen, G. (2007). Application of composted sewage sludge (CSS) as a soil amendment for turfgrass growth Ecological Engineering. 2: 96–104.

Archive of SID

www.SID.ir

Eghbal, B. and Power, J.F. (1999). Composted and non-composted manure application to conventional and no-tillage systems: corn yield nitrogen uptake. Agronomy Journal. 91: 819-825.

Eghball, B., Ginting, D. and Gilley, J.E. (2004). Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. Agronomy Journal. 96: 442–447.

Fytili, D. and Zabaniotou, A. (2008). Utilization of sewage sludge in EU application of old and new methods—A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 12: 116–140.

Jarausch-Wehrheim, B. and Mocquot, M. (1999). Absorption and translocation of sludge-borne zinc infield-grown maize (*Zea mays* L.). European Journal of Agronomy. 11: 23–33.

Khoshgoftarmanesh, A.H. and Kalbasi, M. (2000). Effect of municipal waste leachate on soil properties and growth and yield of rice. Journal of Communications in Soil Science and Plant Analysis. 33: 2011-2020.

Lavado, R.S. (2006). Effect of sewage sludge application on soils and sunflower yield: quality and toxic element accumulation. Journal of Plant Nutrition. 29: 975-984.

Padamavathiamma, P.K., Li, L.Y. and Kumari, U.R. (2008). An experimental study of vermin-biowaste composting for agricultural soil improvement. Bioresource Technology. 99: 1672-1681.

Ramadass, K. and Palaniyandi, S. (2007). Effect of enriched municipal solid waste compost application on soil available macronutrients in the rice field. Archives of Agronomy and Soil Science. 53(5): 497–506.

Sabey, B.R., Agbim, N., and Markstrom, D.C. (1977). Land application of sewage sludge: IV. wheat growth, N content, N fertilizer value, and N use efficiency as influenced by sewage sludge and wood waste mixtures. Environmental Quality. 6:52-58.

Saha, S., Gopinath, K.A., Kundu, S. and Gupta, H. S. (2007). Comparative efficiency of three organic manure at varying rates of its application to baby corn. Agronomy and Soil Sciences. 53: 112-1129.

SAS Institute. Inc. (1997). SAS/STAT Users Guide, Version 6.12. SAS Institute. Inc. Cary, NC.

Singh, L., and Singh, M. (1990). Effect of organic matter and urea on the availability of nitrogen and phosphorus. Journal Indian Society Soil Science. 23: 205 – 211.

Singh, R., Sharma, R.R., Kumar, S., Gupta, P, K. and Patil, R.T., (2008). Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria* × *Ananassa* Duch). Bioresource Technology. Article in press.

Sirpanomtanakorn, S. (2002). Plant available nitrogen from anaerobically digested sludge and septic tank sludge applied to crops grown in the tropics. Waste Management & Research. 20 (2): 143-149.

Warman, P.R., and Termeer, W.C. (2005). Evaluation of sewage sludge, septic waste and sludge compost applications to corn and forage: Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn and B content of crops and soils. Bioresource Technology. 96: 1029–1038.

Yamur, M., Kaydan, D. and Arvas, O. (2005). Effects of sewage biosolid application on seed protein ratios, Seed NP Contents, Some Morphological and Yield Characters in Lentil (*Lens culinaris* Medic.). Research Journal of Agricluture and Biological Sciences 1(4): 308-314.

Archive of SID

www.SID.ir