مجله کشاورزی، جلد ٦، شماره ١، سال ١٣٨٣، صص ٢٨-١٩

اثر استفاده از کمپوست زباله شهری، ازت و فسفر بر عملکرد ذرت علوفه‌ای

ایرج اله‌دادی *، رمضان علی‌دوست **، غلام عباس اکبری *

و عبدا... قاسمی پیربلوطی ***

چکیده

در یک آزمایش اسپیلت پلات فاکتوریل اثر سه سطح کمپوست زباله شهری (صفر، ١٠ و ٢٠ تن در هکتار ماده خشک)، سه سطح ازت خالص (صفر، ١٠٠ و ٢٠٠ کیلوگرم در هکتار) و سه سطح اکسید فسفر (صفر، ٦٠ و ١٢٠ کیلوگرم در هکتار) بر عملکرد گیاه ذرت علوفه‌ای بررسی شد. اثر مصرف کمپوست زباله شهری بر تغییرات صفات مختلف گیاه ذرت علوفه‌ای معنی‌دار نبود. اثر متقابل کمپوست، ازت و فسفر بر عملکرد ماده خشک، ارتفاع بوته و تجمع عناصر فسفر، کلسیم، آهن، منگنز و روی در اندام هوایی گیاه ذرت معنی‌دار بود. مصرف کمپوست سبب افزایش غلظت پتاسیم، کلسیم، منگنز و آهن در اندام هوایی ذرت شد.

واژه‌های کلیدی: ازت؛ ذرت علوفه‌ای؛ فسفر؛ کمپوست زباله شهری

* - استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران - ایران

** - کارشناس ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران - ایران

*** - مربی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، چهارمحال بختیاری - ایران

مقدمه

مصرف کود آلی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک را اصلاح نموده و سبب حاصلخیزی آن می‌شود. عملکرد گیاهان در زمین‌های زراعی که میزان مواد آلی آن درحد کافی نیست کمتر از مقادیر مورد انتظار است (۱، ۸ و ١٤). کود دامی و کود سبز از منابع تأمین مواد آلی اراضی کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشند ولی به‌دلیل محدود بودن میزان تولید آنها امکان استفاده از کمپوست حاصل از تخمیر زباله‌های شهری قابل بررسی است (۱، ۲، ۷، ۹ و ۱۰).

در یک تحقیق اثر کود شیمیایی، کود کمپوست و کود دامی بر رشد و عملکرد نیشکر بررسی شد. استفاده از کمپوست سبب افزایش عملکرد و بهبود خصوصیات کیفی محصول نیشکر نسبت به تیمار شاهد شد ($P<0/05$). عملکرد نیشکر در تیمار مصرف کود حیوانی نیز کمتر از تیمار کمپوست بود (۱۲). در آزمایش دیگری در هر هکتار زمین زراعی چهار تن کمپوست و ١٦ تن کود حیوانی پخش شد. با بررسی خاک در بهار و پاییز مشخص شد که درصد ماده آلی، میزان ازت، فسفر و پتاسیم در خاک دارای تیمار کمپوست نسبت به دو تیمار کود دامی و شاهد بیشتر است. در تحقیق دیگری نیز تأثیر استفاده از کود کمپوست و کود دامی بر ذرت علوفه‌ای (رقم African tall) با تیمار کود شیمیایی مقایسه شد (۱۳). استفاده از کمپوست همراه با ۷۵ درصد از میزان کود شیمیایی (N-P-K) توصیه شده در منطقه، بیشترین عملکرد علوفه را داشت. با تجزیه نمونه‌های خاک و گیاه در میکروپلات‌های نشان‌دار شده با ازت نشان‌دار مشخص شد که اثر مصرف کمپوست بر افزایش میزان ازت قابل جذب خاک و گیاه معنی‌دار است (٢٦).

اهمیت کود کمپوست زباله جامد شهری به‌دلیل اصلاح خصوصیات فیزیکی خاک بیشتر از ارزش غذایی آن می‌باشد. کمپوست شکل پایداری از مواد آلی را مهیا می‌کند که خصوصیات فیزیکی، ظرفیت نگهداری آب، خلل و فرج کل، پایداری خاکدانه‌ها، مقاومت به فرسایش و وزن مخصوص ظاهری خاک را اصلاح می‌کند (۹ و ٢٤). در یک تحقیق به مدت سه سال استفاده از ۵۰ تن کمپوست زباله جامد شهری در هر هکتار مزرعه گوجه‌فرنگی سبب افزایش میزان اسیدیته خاک از ۵/۸ به ٦/٨ شد (۲۵). استفاده از کمپوست خصوصیات شیمیایی خاک را از طریق اسیدیته، ظرفیت تبادل کاتیونی و هدایت الکتریکی اصلاح می‌کند (٢٤) ولی علی‌رغم این مزایا باید برای جلوگیری از تجمع عناصر و فلزات سنگین در گیاه، بدن دام و انسان نکات زیر مورد توجه قرار گیرد :

- عدم استفاده از بقایا و ضایعات حاوی مقادیر زیاد فلزات سنگین
- مصرف محدود کمپوست درحد تأمین نیاز گیاهان
- عدم استفاده از کمپوست ضایعات شهری برای گیاهانی که فلزات را ذخیره می‌کنند (نظیر توتون)
- کنترل اسیدیته خاک درحدود شش و یا بیشتر (۱۱).

تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر استفاده از کمپوست زباله شهری همراه با کودهای ازته و فسفره بر عملکرد ذرت علوفه‌ای و همچنین بررسی میزان ذخیره عناصر معدنی در اندام هوایی ذرت انجام شد.

مواد و روشها

این تحقیق در تابستان سال ۱۳۷۹ در مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان (دانشگاه تهران) واقع در ۲۸ کیلومتری جنوب شرقی تهران اجرا شد. کمپوست موردنیاز از کارخانه کمپوست کهریزک تهران تهیه شد. برای تعیین خصوصیات کمپوست، خاک و مخلوط کمپوست و خاک، نمونه‌های تصادفی از کمپوست و چندین قسمت از مزرعه از عمق صفر الی ۳۰ سانتی‌متر تهیه و برای تجزیه فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه تجزیه مواد سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری اصفهان ارسال شد. نتایج حاصل از تجزیه نمونه‌ها در جدول (۱) ارایه شده است.

خاک محل مورد آزمایش دارای بافت لوم - رسی و اسیدیته آن درحدود ۸/۵ بود. همچنین درصد کل ازت آن معادل ۰/۰۷ و مقدار فسفر و پتاسیم قابل جذب تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک به‌ترتیب ۵/٦ و ۲٤۰ قسمت در میلیون بود. آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل درقالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد آزمایش شامل مقادیر مختلف کود کمپوست در کرت‌های اصلی و تیمارهای کود ازته و فسفره به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی منظور شد (جدول ۲).

در این آزمایش از ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤ استفاده شد. زمین محل انجام طرح در خرداد سال ۱۳۷۹ بعد از برداشت جو با گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد. سپس مقادیر مختلف کمپوست به کرت‌های موردنظر اضافه و با استفاده از روتیواتور با خاک مخلوط شد. همچنین در هر هکتار ۲۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم (حاوی ۵۰ درصد اکسید پتاسیم) و ۲۰ کیلوگرم کود کامل به خاک تمام تیمارها اضافه شد. کل فسفر موردنظر توسط سوپر فسفات تریپل (دارای ٤۷ درصد اکسید فسفر) و ٦۰ درصد از ازت موردنظر توسط اوره (حاوی ٤٦ درصد ازت) قبل از کاشت بذور در کرت‌های موردنظر پخش و با خاک مخلوط شد.

بذور ذرت توسط دستگاه ردیف‌کار ذرت و با ۷۵ سانتی‌متر فاصله بین ردیف‌ها و با تراکم ۸۸۰۰۰ بوته در هکتار کشت شد (٦). پس از عملیات کشت در تاریخ ۲۵ تیر آبیاری اول انجام شد. در تاریخ ۱۲ آبان از دو ردیف وسط هر کرت با حذف ۰/۵ متر اول (اثر حاشیه)، معادل شش مترمربع از سطح کشت شده با دستگاه چاپر برداشت و توزین شد. از هر کرت یک نمونه برداشت و پس از توزین در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت خشک شد (٦). پس از تعیین وزن خشک و درصد رطوبت نمونه‌ها، مقدار کل ماده خشک تولیدی در واحد سطح باتوجه به سطح برداشت نمونه‌ها در کرت‌ها تصحیح شد. برای تعیین میزان فسفر، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی و مس در اندام هوایی ذرت، نمونه‌هایی به آزمایشگاه تجزیه مواد سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری اصفهان ارسال شد.

جدول ١ - خصوصیات فیزیکی - شیمیایی کمپوست و مخلوط خاک و کمپوست

خصوصیات		^1S	^2S	$^1C_{10}$	$^2C_{10}$	$^1C_{20}$	$^2C_{20}$	C
اسیدیته		٨/٧	٨/٦	٨/٧	٨/٧	٨/٣	٨/٥	٧/١
هدایت الکتریکی (میلی موس بر ثانیه)		١/٣٩	٠/٥٥	١/١١	١/٠٧	٠/٨٥	٠/٤٦	٣/٤٣
عناصر کل (میلی‌گرم بر کیلوگرم)								
فسفر	(P)	٢٤٣٠	٣٥٠٠	٣٧٣٠	٣٦٢٠	٤٤٢٠	٣٨٥٠	٤١٥٠
پتاسیم	(K)	٣٩٠	٣٦٠	٤١٠	٣٩٠	٤٥٠	٤٣٠	٣٧٢
منیزیم	(Mg)	٨٨٠	٨٣٠	٩٠٠	٨٨٠	٩٥٠	٩٢٠	٤٣٠
کلسیم	(Ca)	٣٧٢٠	٣٥١٠	٣١٦٠	٣٠٧٠	٣٦١٠	٣٥٨٠	٣٤٤٠
منگنز	(Mn)	١٤٠	١٣٠	١٣٠	١٢٠	١٥٠	١٤٠	٤٠
آهن	(Fe)	١٤٠٠	١٢٩٠	١٤٦٠	١٤٥٠	١٧٥٠	١٧١٠	١٢٦٠
روی	(Zn)	٢٥٠	٢٠٠	٢٧٥	٢٥٠	٣٠٠	٢٥٠	٩٧٥
مس	(Cu)	٢٠	١٩	٣٩	٢٩	٤٢	٣١	٤٠٥
کادمیم	(Cd)	٣	٢/٥	٢/٥	٢/٥	٣	٣	٣/٥
نیکل	(Ni)	٤٩/٥	٤٧/٥	٥٤	٥٢/٥	٦٤	٦٣	٦٣

^1S : خاک قبل از کشت ، ^2S : خاک بعد از کشت ، C : کمپوست خالص ، $^1C_{10}$: خاک + ١٠ تن ماده خشک کمپوست قبل از کشت ، $^2C_{10}$: خاک + ١٠ تن ماده خشک کمپوست بعد از کشت ، $^1C_{20}$: خاک + ٢٠ تن ماده خشک کمپوست قبل از کشت ، $^2C_{20}$: خاک + ٢٠ تن ماده خشک کمپوست بعد از کشت

جدول ٢ - تیمارهای مورد بررسی

نوع تیمار	سطوح مختلف		
کمپوست زباله شهری (C)	صفر (C_0)	١٠ تن ماده خشک در هکتار (C_{10})	٢٠ تن ماده خشک در هکتار (C_{20})
کود ازته (N)	صفر (N_0)	١٠٠ کیلوگرم ازت خالص در هکتار (N_{100})	٢٠٠ کیلوگرم ازت خالص در هکتار (N_{200})
کود فسفره (P_2O_5)	صفر ($P_2O_{5(0)}$)	٦٠ کیلوگرم اکسید فسفر در هکتار ($P_2O_{5(60)}$)	١٢٠ کیلوگرم اکسید فسفر در هکتار ($P_2O_{5(120)}$)

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از برنامه کامپیوتری MSTAT-C و SAS استفاده شد. به‌دلیل کمی بودن عوامل مورد استفاده در آزمایش از روش تفکیک مجموع مربعات به روش کنتراست (Contrast) استفاده شد تا میزان تغییرات صفات مورد بررسی در اثر استفاده از مقادیر مختلف تیمارها تعیین شود (١٥ و ١٦). برای محاسبه ضرایب کنتراست و رسم نمودارها و شکل‌ها از نرم‌افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج و بحث

اثـر کمپوست بر تغییرات عملکرد ماده خشک و عملکـرد انـدام هوایـی ذرت معنی‌دار نبود، ولی اثـر مـتقابل کمپوسـت با سطوح مختلف کودهای ازتـه و فسـفره معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). این تفاوت ناشـی از وجـود کود ازته است که همراه با مقادیر مخـتلف کمپوسـت و کـود فسـفره سبب افزایش عملکـرد مـاده خشـک ذرت شده است و با نتایج سایر محققین مطابقت دارد (۳ و ٤).

تغییـرات عملکـرد مـاده خشـک ذرت در سـطوح C_0 و C_{10} همـراه بـا مقادیـر مختلف کود ازتـه و فسـفره، نسـبت بـه سطح C_{20} محسوس‌تر می‌باشد (شکل ۱). عدم تأثیر کمپوست بر عملکرد انـدام هوایـی ذرت می‌تواند ناشی از کمبود شدید مـواد آلـی خـاک (۰/۵۵ درصـد) و عـدم مصرف کمپوست به‌مقدار کافی باشد (۲۳). افزایش جزیی عملکـرد مـاده خشـک ذرت بـر اثـر اسـتفاده از کمپوسـت مـی‌تـواند بـه‌دلـیل اثر مثبت آن از نظر مقـدار مـاده آلـی، خصوصـیات فیزیکـی خاک و تأمـین عناصـر پرمصـرف و کـم‌مصـرف باشـد (۵ و ۱۹).

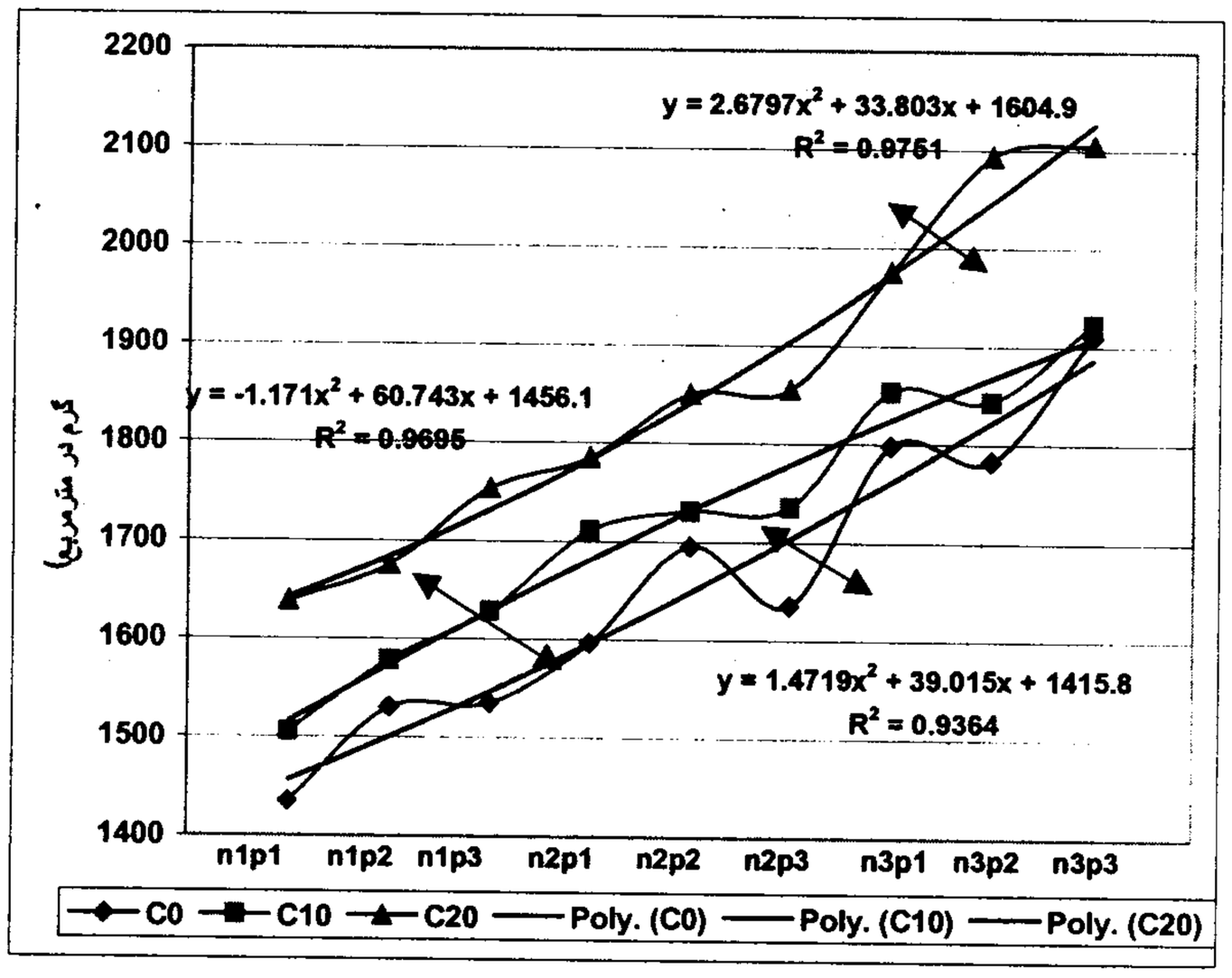
تغییـرات میـزان فسـفر در اندام هوایی ذرت بـرای مقادیـر مختلف کمپوست معنی‌دار نبود ولی اثر متقابل کمپوست، ازت و فسفر بر غلظت فسفر معنـی‌دار بـود (P<۰/۰۵). افـزایش مصـرف کـود کمپوسـت بـر تغییـرات مقدار فسفر معنی‌دار نبود. ولـی مصـرف مقادیـر بیشـتر ازت و فسـفر سبب افـزایش میـزان فسـفر در انـدام هوایی ذرت شد. افـزایش مقـدار فسـفر انـدام هوایـی ذرت بـر اثر مصـرف کـود کمپوسـت توسـط سـایر محققـین گزارش شده است (۲۷).

تغییرات میزان پتاسیم در اندام هوایی بر اثر استفاده کود کمپوست، کود ازت و فسفر معنی‌دار نبود. ولی اثر متقابل مصرف کود کمپوست و فسفر بر غلظت پتاسیم بسیار معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). افزایش مصرف کمپوست سبب افزایش پتاسیم اندام هوایی شد. ولی افزایش میزان فسفر سبب کاهش پتاسیم اندام هوایی شد.

تغییـرات میـزان کلسیم در اندام هوایی ذرت بـرای مقادیـر مخـتلف کمپوسـت زبالـه شـهری معنـی‌دار نبود. ولی اثر متقابل کود کمپوست، ازت و فسـفر بـر تغییـرات کلسـیم معنـی‌دار بـود (P<۰/۰۵). در یـک تحقـیق بـا زیـاد شـدن میزان مصـرف کمپوست ضایعات کاغذ میزان کلسیم در اندام هوایی گیاه پنجه مرغی به‌دلیل زیاد بودن این عنصر در ماده آلی و قابلیت استفاده آن توسط گیاه افزایش یافت (۲۰).

اثـر مصـرف کمپوسـت و فسـفر بر تغییرات مقدار منیزیم اندام هوایی گیاه ذرت معنی‌دار نبود. ولـی اثر مصرف کود ازت (P<۰/۰۱) و اثر متقابل کـود کمپوست × فسفر (P<۰/۰۱) و کود فسفر × ازت معنـی‌دار بـود (P<۰/۰۵). اثـر اصلی مصرف کمپوسـت و کـود فسـفر بر مقدار منیزیم معنی‌دار نبود. ولـی بـا افـزایش مصـرف ازت، غلظت این عنصـر در اندام هوایی ذرت افزایش یافت. در یک آزمـایش غلظـت کلسیم و منیزیم میوه‌های گوجه فرنگـی بـا مقادیـر بیشـتر کـود کمپوسـت و ازت افـزایش یافـت (۲۵). همچنـین در تحقیق دیگری مقادیـر بیشـتر کـود کمپوست سبب افزایش میزان کلسـیم و منیـزیم انـدام هوایـی ذرت شـیرین شد (۲۷).

تغییرات مقادیر آهن و منگنز در اندام هوایی ذرت بر اثر مصرف کود کمپوست معنی‌دار نبود.



شکل ١ - روند تغییرات عملکرد ماده خشک ذرت

ولی اثر متقابل مصرف کود کمپوست، ازت و فسفر بر غلظت این دو عنصر معنی‌دار بود (P<٠/٠١). افزایش مصرف کود ازت و فسفر سبب کاهش میزان آهن در اندام هوایی شد که با نتایج سایر محققین مطابقت دارد (١٨ و ٢٥).

مقادیر بیشتر کود ازت سبب افزایش غلظت منگنز در اندام هوایی ذرت شد. ولی مصرف بیشتر کود فسفر سبب کاهش غلظت این عنصر شد. در تحقیقی میزان آهن و منگنز با استفاده بیشتر کمپوست در غده‌های سیب زمینی افزایش یافت (٢٧).

تغییرات غلظت روی اندام هوایی ذرت بر اثر استفاده از کود کمپوست، ازت و اثر متقابل آنها معنی‌دار نبود. ولی تأثیر مصرف کود فسفر بر مقدار روی معنی‌دار بود (P<٠/٠٥). با مصرف بیشتر کود فسفر غلظت روی در اندام هوایی ذرت افزایش یافت. در یک مطالعه گلخانه‌ای استفاده از کمپوست سبب افزایش میزان روی در غده‌های سیب زمینی شد (٢٧). در تحقیقات دیگر نیز میزان روی در ریشه‌های گوجه فرنگی (٢١) و دانه جو (٢٦) بر اثر مصرف بیشتر کمپوست افزایش یافت. تأثیر استفاده از مقادیر مختلف کود کمپوست، ازت و فسفر و اثر متقابل آنها بر مقدار مس اندام هوایی ذرت معنی‌دار نبود ولی با مصرف بیشتر کود فسفر. غلظت این عنصر در اندام هوایی ذرت کاهش یافت. در یک تحقیق مقدار مس در اندام هوایی گیاه ذرت شیرین (٢٧) و دانه جو (٢٢) بر اثر مصرف بیشتر کود کمپوست افزایش یافت.

نتیجه‌گیری

در این آزمایش اثر مصرف کود کمپوست بر عملکرد ماده خشک اندام هوایی معنی‌دار نبود. ولی تأثیر استفاده از مقادیر مختلف کود کمپوست،

ازت و فسفر بر عملکرد ماده خشک، ارتفاع بوته و غلظت فسفر، کلسیم، آهن و منگنز در اندام هوایی گیاه ذرت معنی‌دار بود ($P<0/05$). با مصرف مقادیر بیشتر کود کمپوست غلظت پتاسیم، کلسیم، آهن و منگنز در اندام هوایی ذرت افزایش یافت. براساس بررسی‌های مزرعه‌ای مصرف بیشتر کمپوست، ازت و فسفر علایم ظاهری در اندام‌های هوایی گیاه ذرت به‌عنوان نشانه‌های مسمومیت ناشی از مقدار زیاد عناصر سنگین مشاهده نشد. بنابراین استفاده از مقادیر بیشتر کمپوست زباله شهری ممکن است از طریق اثر مثبت بر خصوصیات فیزیکی خاک‌های با ماده آلی کم سبب افزایش عملکرد و همچنین کاهش آلودگی محیط زیست شود.

تشکر و قدردانی

از همکاری معاونت پژوهشی و آزمایشگاه خاک‌شناسی پردیس ابوریحان (دانشگاه تهران) و آزمایشگاه تجزیه مواد سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری استان اصفهان تشکر می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱ - اسدی کنگرشاهی، ص. و کریمیان، ن. ع. ۱۳۷۸. تأثیر مس و ماده آلی و برهم‌کنش آنها در رشد و ترکیب شیمیایی ذرت. ششمین کنگره علوم خاک ایران. دانشگاه فردوسی مشهد. ۲٤٥ صفحه.

۲ - پرورش، ع. و شاه‌منصوری، م. ر. ۱۳۷۳. تهیه کود آلی کمپوست. انتشارات نشر پرستش. ۷۵ صفحه.

۳ - توحیدی‌نژاد، ع. ۱۳۷۳. تأثیر مقادیر کود ازته و نحوه توزیع آن بر کمیت و کیفیت ذرت دانه‌ای و منحنی رشد آن در منطقه جیرفت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس. ۱۱۰ صفحه.

٤ - توکلی، ع. ۱۳۷۳. اثر کودهای ازت، فسفر و پتاسیم بر رشد و عملکرد ذرت (رقم ٦۰٤). پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان. ۸۹ صفحه.

۵ - علی‌دوست، ر. ۱۳۸۰. بررسی مقادیر کمپوست ضایعات شهری، ازت و فسفر روی رشد و تغذیه معدنی ذرت علوفه‌ای (سینگل کراس ۷۰٤). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران. ۷۱ صفحه.

٦ - قاسمی پیربلوطی، ع. ۱۳۸۰. بررسی اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر نحوه تخصیص ماده خشک در ذرت دانه‌ای در منطقه ورامین. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران. ۹۷ صفحه.

۷ - قرآنی، ا. و بهرامی، ق. ع. ۱۳۷۷. تهیه کود کمپوست از زباله‌های شهری گامی به سوی خودکفایی. مؤسسه تولید کود آلی شهرداری اصفهان. ٦۰ صفحه.

۸ - کوچکی، ع.، مجنون حسینی، ن. و هاشمی دزفولی، ا. ۱۳۷٦. کشاورزی پایدار (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۷٦ صفحه.

۹ - محمدی گل‌تپه، ا. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۷٦. ضرورت تولید و استفاده از کودهای بیولوژیک در خاک‌های زراعی به‌منظور افزایش مواد آلی. خلاصه مقالات اولین گردهمایی ملی

کاهش مصرف سموم و استفاده بهینه از کودهای شیمیایی در کشاورزی. کرج. ایران. ۹۰ صفحه.

۱۰ - ملکوتی، م، ج. ۱۳۷۵. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. چاپ اول. انتشارات نشر آموزش کشاورزی. تهران. ایران. ۱۵۰ صفحه.

11 . Allahdadi I, Chlifour FP and Beauchamp CJ (1998) De-inking sludge affects mineral nutrition of forage legume crops. American Society of Agronomy Congress. Baltimore. USA. 549 P.

12 . Allahdadi I, Chlifour FP and Beauchamp CJ (1997) Phosphorus and de-inking sludge effects on mineral nutrition of forage crops. J. Mineral Nutrition. 31: 405-501.

13 . Maynar AA (1995) Cumulative effect of annual additions of municipal solidwaste compost on the yield of field growth tomatoes. Compost Science and Utilization 3(2): 47-54.

14 . Moreno E (1996) Transfers of heavy metal from a calcareous soil amended with sewage-sludge compost to barley plants. Bio Resource Technology 55(3): 251-258.

15 . Nabila E (1998) Metal concentrations, growth and yield of potato produced from in vitro plantlets or micro tubers and grown in municipal solid waste amended substrates. Journal of Plant Nutrition 21(4): 725-739.

16 . Ozores M and Hampton HH (1993) Municipal solid waste (MSW) soil amendment influence on growth and yield of snap bean. Proc. Annu. Meet. Fla. State Hortic. Soc. 18(6): 208-210.

17 . Rodd V (1999) Comparison of source separated municipal compost and solid manure. Abstract of Technical Reports. Eastern Canada Soil and Water Conservation Center. 123 P.

18 . Sherchan DP and Gurung GB (1996) Effect of five years continuous application of organic and inorganic fertilizers on crop yields and physico-chemical properties of soil under rained maize/millet-cropping system. PACC, Technology Paper Pukhribus Agriculture Center. 14-16 PP.

19 . Shiralpour AD, Meconnell B and Smith WH (1992) Physical and chemical properties of soils as affected by municipal solid waste compost applications. Biomass and Bioenergy 3: 261-266.

20 . Simard RR, Bazirmakenga R, Yelle S and Coulombe G (1998) Effects of de-inking paper sludges on soil properties and crop yields. Canadian Journal of Soil Science 78: 689-697.

21 . Suantha P and Litong VP (1994) Tracer studies on the efficiency of compost nitrogen in mappon soil series on crop yield. Department of dry and Thiland. Per. Common. 359 P.

22 . Warman PR (1999) Influence of source separated MSW compost on vegetable crop growth and soil properties. 168 P.