تأثیر کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب بر خصوصیات شیمیایی خاک،کمیت و کیفیت چغندرقند در رودشت اصفهان

Effect of municipal compost and sewage sludge on soil chemical characteristics, quality and quantity of sugar beet in Rudasht - Esfahan

علیرضا مرجوی[1] *و محمدرضا جهاداکبر[1]

تاریخ دریافت: ۸۷/۹/۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۱۴

ع.ر. مرجوی و م.ر. جهاداکبر. ۱۳۹۰ . تأثیر کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب بر خصوصیات شیمیایی خاک،کمیت و کیفیت چغندرقند در رودشت اصفهان. **مجله چغندرقند ۲۷(۱): ۸۳-۶۷**

چکیده

این بررسی طی سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۴ جهت مطالعه تأثیر کودهای آلی کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب بر محصول چغندرقند در سال اول و آخر تناوب چهار ساله (چغندرقند، ذرت علوفه‌ای، پیاز، گندم و چغندرقند) در ایستگاه تحقیقاتی آبیاری و زهکشی رودشت اصفهان در کرت‌های ثابت انجام شد. در هر سال چهار تیمار مصرف کودهای آلی(کمپوست شهری ۲۵ و ۵۰ تن در هکتار و لجن فاضلاب ۱۵ و ۳۰ تن در هکتار) به همراه تیمار شاهد (عدم مصرف کودآلی) در یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در این تناوب بررسی شد. براساس نتایج به‌دست آمده در این تناوب مشخص شد که بالاترین مقادیر کربن‌آلی، پتاسیم و سرب قابل جذب خاک در تیمار مصرف۵۰ تن کمپوست شهری و بالاترین مقادیر عناصر فسفر و مس قابل جذب خاک برای تیمار ۳۰ تن لجن فاضلاب مشاهده شد. با گذشت زمان، کود کمپوست شهری توانست میزان روی قابل جذب خاک را به‌صورت معنی‌دار افزایش دهد. مصرف کودهای آلی کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب به‌صورت معنی‌دار عملکردریشه چغندرقند را افزایش، اما درصدقند را کاهش دادند. این کاهش با مصرف لجن فاضلاب نسبت به کمپوست زباله شهری بیشتر گردید. در سال آخر تناوب اثرات کودهای آلی مورد بررسی بر عملکرد قندناخالص معنی‌دار نبود ، اما به‌دلیل افزایش ناخالصی‌های ریشه با مصرف کودهای آلی کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب عملکرد قندخالص نسبت به سال اول تناوب به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت. در نتیجه مصرف این نوع کودها به‌خصوص کود لجن فاضلاب به‌صورت مداوم برای منطقه رودشت اصفهان و در خاک‌های ریز بافت قابل توصیه نمی‌باشد.

واژه‌های کلیدی: چغندرقند، زباله شهری، کمپوست شهری، لجن فاضلاب

۱- مربی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان *- نویسنده مسئول marjovvi@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

از گذشته‌های دور فرهنگ استفاده مجدد از موادزائد در کشور ایران وجود داشته است و نیاکان ما تقریباً هیچ چیزی را دور نمی‌ریختند. در سال ۱۳۴۸ استفاده از موادآلی دور ریز خانگی به‌روش جدید و مکانیزه با تاسیس کارخانه‌ای در اصفهان شروع شد. پس‌از آن و با رشد جمعیت اصفهان و توسعه شهری، نیاز به کارخانه دیگری احساس گردید که در سال ۱۳۶۰ مقدمات اجرایی ساخت کارخانه دوم کمپوست اصفهان شروع و در مهرماه ۱۳۶۸ افتتاح شد. کارخانه کودآلی کمپوست اصفهان به ظرفیت ۸۰۰–۸۵۰ تن زباله در روز تاکنون توانسته است در ۱۵ سال گذشته بالغ بر دو میلیون تن زباله دریافت و تبدیل به کودآلی کمپوست نماید (Marjovi 2001). میزان اسیدیته، شوری، خصوصیات فیزیکی، درجه رسیدگی و پایداری از خصوصیات بارز جهت تعیین کیفیت یک کودکمپوست می‌باشد (Robin et al. 2001). ترکیب موادآلی زباله تنها از بقایای گیاهی و حیوانی نیست. به‌عبارتی زباله یک ترکیب غیرمتجانس است که کلیه اجزای تشکیل دهندهٔ آن قابلیت کمپوست شدن را ندارد (Dalzell et al. 1987). موادمعدنی و فلزات سنگین در کمپوست ممکن است وجود داشته باشند و چه بسا مصرف بی‌رویه آن و بدون اعمال مدیریت ویژه موجب آلودگی و شوری خاک‌ها گردد و خطرات زیست محیطی جبران‌ناپذیری به‌بار آورد (Anonymous 1985 ; Chang et al. 1984). یکی از عوامل مهم و تعیین‌کننده کیفیت کودکمپوست و لجن فاضلاب مقدار و نوع فلزات سنگین آن است (Dalzell et al. 1987). مقدار فلزات سنگین در لجن فاضلاب وکودکمپوست حاصل‌از زباله‌های شهرهای بزرگ وصنعتی بیشتر از شهرک‌های کوچک و اقماری است(Rafi 1990). مصرف این کودها در کشاورزی باعث انتقال فلزات سنگین به گیاه و از آن طریق به دام‌ها و انسان می‌شود. در تحقیقی که طی شش سال با مصرف کمپوست شهری، در تناوب گندم، ذرت و چغندرقند انجام گرفت، مشخص شد که مصرف کمپوست مقدار عناصر روی و مس را در دانه گندم و ریشه چغندرقند افزایش می‌دهد. در این آزمایش عناصری مانند کادمیم، کروم و نیکل موجود در کمپوست تأثیر معنی‌داری بر عملکرد نداشتند (Cortellini 1999). رحیمی (Rhimi 1990) مصرف مقدار زیاد کودکمپوست را باعث افزایش قابلیت هدایت الکتریکی خاک و هم‌چنین افزایش فلزات سنگین در خاک و گیاه دانست و مقدار کم آن را مجاز گزارش کرد ولی این آزمایش تنها در یک دوره زراعی چند ماهه انجام شد. بغوری (Baghori 1989) با مطالعه‌ای که روی خاک‌های پائین دست حاشیه زاینده‌رود از لحاظ آلودگی به فلزات سنگین انجام داد به این نتیجه رسید که میزان کادمیم در این گونه خاک‌ها پنج برابر و مقدار کل سرب ورودی حداقل یک و نیم برابر خاک شاهد است. هم چنین میزان کل کادمیم جذب شده توسط گیاه در این خاک‌ها حداقل دوازده برابر شاهد بود که آلودگی کادمیم را در این گونه خاک‌ها به اثبات رساند. محققان محیط زیست برای جلوگیری از هر گونه ضرر و زیان و خسارات ناشی‌از شور شدن یا آلودگی خاک و آب با فلزات سنگین شرایط و استانداردهایی را برای

Archive of SID

www.SID.ir

حداکثر مقدار مجاز فلزات سنگین و هم چنین حداکثر مجاز مصرف کودهای کمپوست و لجن فاضلاب در کشاورزی تعیین نموده‌اند (Chang et al. 1984 ; Davies et al. 1972 ; Pescod 1992). به طورکلی مصرف کمپوست می‌تواند سبب کاهش فرسایش، تبدیل فلزات سنگین به فرم آلی و از دسترس خارج کردن آن‌ها از جذب گیاه و هم چنین بهبود بخشیدن به فعالیت میکروبی خاک باشد. لذا در بسیاری از محل‌هایی که نیاز به کشت یا فضای سبز دارند مثل کارخانه‌ها وکنار جاده‌ها، جهت بهبود و قابل کشت شدن آن‌ها از کمپوست استفاده می‌شود (Alexander 1999; Stratton et al. 2000).

با تمام خصوصیات مثبتی که تاکنون نتایج تحقیقات از کودهای کمپوست نشان داده‌اند ولی باید توجه داشت این کودها از لحاظ خصوصیات میکروبی، شیمیائی و فیزیکی برای گیاهان یا خاک، مضر نباشند. لذا بایستی برای کمپوست‌های تولید شده معیار استانداردی در نظر گرفت تا همواره کودهای تولید شده در حد مرغوب به بازار عرضه گردند. بنابراین تمام کودهایی که به‌عنوان کودکمپوست تولید می‌شوند نمی‌توانند مفید باشند و باید درخصوص استانداردها و موارد چگونگی حاصلخیز کردن خاک، تعیین آلودگی و زیان‌هایی که ممکن است به محیط زیست وارد کنند، کارا بودن و عدم ضدیت با محیط طبیعی، تعیین اثر روی موجودات مفید محیط مورد توجه کافی قرار گیرند (Robin et al. 2001). در مطالعه‌ای که توسط مرجوی (2001) در دو دوره کامل تناوب طی سال‌های۱۳۷۲ تا ۱۳۷۶ درکرت‌های ثابت در منطقه براآن اصفهان بر محصول چغندرقند انجام شد، مشخص گردید که در خصوص اثرات کودکمپوست شهری بر محصول چغندرقند با تناوب گندم با تیمارهای کودکمپوست به میزان صفر ، ۲۵ و ۵۰ تن در هکتار و سه سطح مصرف نیتروژن خالص به مقدار صفر ،۶۰ و۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، غلظت عناصر غذائی فسفر، پتاسیم، آهن، روی و مس به‌صورت معنی‌داری در خاک تیمار شده با کمپوست شهری بیشتر گردید. هم‌چنین غلظت سرب در خاک افزایش پیدا کرد. بنابراین با توجه به اثرات زیان بار زیست محیطی سرب، باید به حذف و یا کاهش چشمگیر این عنصر در کمپوست اقدام نمود تا این کودها قابل استفاده برای مصارف کشاورزی گردد. میزان عملکردریشه چغندرقند به‌خصوص در دوره دوم اجرای این آزمایش به‌طور معنی‌داری در تیمارهای دارای کمپوست بالاتر بود. در تیمار عدم مصرف کودکمپوست، عملکردقند به‌صورت معنی‌داری از تیمارهای مصرف کودکمپوست بالاتر بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این مطالعه عنوان شد که نمی‌توان کودکمپوست را قبل از کشت چغندرقند مصرف کرد علت آن می‌تواند نیتروژن آزاد شده در زمان قندسازی باشد، که در دسترس گیاه قرار گرفته و موجب کاهش معنی‌دار عملکردقند می‌گردد.

کبیری نژاد و همکاران (Kabirinejad et al. 2007) مطالعه‌ای را در اصفهان روی گیاه ذرت انجام دادند.کاربرد ۵۰ تن در هکتار کود کمپوست در مقایسه با کوددامی باعث افزایش معنی‌دار غلظت‌های کل و قابل عصاره‌گیری با DTPA سرب در خاک رسی و

Archive of SID

www.SID.ir

مقدار سرب ریشه و ساقه شد. هم چنین در بررسی دیگری در اصفهان (Abtahi et al. 2009) که جهت بررسی تأثیر کوتاه مدت کمپوست زباله شهری بر مقدار روی و مس در خاک و گیاه ذرت انجام شد مشاهده گردید که بیشترین غلظت روی و مس جذب شده در تیمارهایی که بیش از ۵۰ تن در هکتار کودکمپوست دریافت کرده بودند، به طور معنی‌داری بیشتر از شاهد و تیمار مصرف کودشیمیایی بود. مصرف کمپوست اثر معنی‌داری بر مقدار روی و مس در اندام هوائی داشت. مقدار این عناصر در اندام هوایی در خاک شنی لومی بیشترین و در خاک رسی لومی کمترین بود. نتایج این تحقیق نشان داد که افزودن کودکمپوست به خاک باید براساس مقدار و افزایش میزان قابل جذب این عناصر در خاک ارزیابی گردد. هودجی و افیونی (Hodaji and Afyoni 2007) در مطالعه‌ای در یک خاک رسی تحت کشت شاهی، کاهو و اسفناج اعلام کردند که مصرف لجن فاضلاب سبب افزایش معنی‌دار مقدار سرب در اندام هوایی شاهی نسبت به تیمار شاهد و کودشیمیایی می‌گردد. مصرف لجن فاضلاب اثر معنی‌داری بر مقدار سرب قابل استخراج با DTPA در هیچ یک از لایه‌های خاک نداشت. با توجه به مقادیر زیاد کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب موجود در اصفهان و کاربرد آن در زراعت استان، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر لجن فاضلاب و مقایسه آن با کمپوست زباله شهری بر صفات کمی و کیفی چغندرقند در یک تناوب چهار ساله چغندرقند، ذرت علوفه‌ایی، پیاز، گندم و چغندرقند در ایستگاه تحقیقاتی آبیاری و زهکشی رودشت اصفهان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه طی سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۴ در ایستگاه تحقیقاتی آبیاری و زهکشی رودشت اصفهان انجام شد. ایستگاه در ۶۵ کیلومتری شرق اصفهان در طول جغرافیایی ۵۲ درجه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۲/۵ درجه شمالی و ارتفاع ۱۴۵۰ متر از سطح دریا قرار دارد. آب مورد نیاز این آزمایش از کانال انتقال آب (با شوری متوسط ۰/۸ دسی‌زیمنس بر متر) ایستگاه در طی فصل رشد تأمین شد. تجزیه خصوصیات شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی قبل از کشت اول چغندرقند در جدول ۱ ارائه گردیده است .

جدول ۱ نتایج تجزیه شیمیایی نمونه مرکب خاک محل اجرای آزمایش قبل از اجرای آزمایش(سال ۱۳۷۹)

عمق نمونه برداری (سانتی‌متر)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	کربن‌آلی (درصد)	مس	آهن	سرب	روی	منگنز	کادمیم	فسفر	پتاسیم
				قابل جذب							
				(میلی گرم در کیلوگرم)							
۰-۳۰	۳/۲	۷/۸	۰/۵۵	۱/۵	۶	۲	۱/۱	۹/۴	۰	۷	۳۴۰

این تحقیق در کرت‌های ثابت با مساحت ۴۰ مترمربع اجرا شد. آزمایش با چهار تیمار کودآلی کمپوست زباله شهری و کود لجن فاضلاب به همراه تیمار شاهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در

Archive of SID

www.SID.ir

یک تناوب چهار ساله (چغندرقند، ذرت علوفه‌ای، پیاز، گندم و چغندرقند) در سه تکرار از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۳ اجرا شد. تیمارها عبارت بودند از: ۱- عدم کاربرد کودآلی در طول دوره‌های آزمایش (شاهد). ۲- کودکمپوست زباله شهری به میزان ۲۵ تن در هکتار. ۳- کودکمپوست زباله شهری به میزان ۵۰ تن در هکتار. ۴- لجن فاضلاب به میزان ۱۵ تن درهکتار و ۵- لجن فاضلاب به میزان ۳۰ تن در هکتار.

به دلیل این که میزان عرف مصرف در منطقه مورد مطالعه برای کمپوست زباله شهری به‌طور میانگین ۳۵ تن در هکتار و برای لجن فاضلاب ۲۵ تن در هکتار بود تیمارها طوری انتخاب شدند که حد بالا و پائین مصرف عرفی این کودها در منطقه مورد مطالعه قرار گیرد. نتایج تجزیه شیمیایی کودکمپوست زباله شهری و کود لجن فاضلاب مورد استفاده در طول این بررسی در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲ خصوصیات شیمیایی کودکمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب استفاده شده در طول دوره تناوب (چهار مرحله)

نمونه	هدایت الکتریکی دسی زیمنس بر متر	اسیدیته	C/N	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	سدیم	کلسیم	منیزیم	آهن	منگنز	روی	مس	سرب	کادمیم
				(درصد)						(میلی گرم در کیلوگرم)					
کمپوست زباله شهری	۲۱/۳	۷	۱۴	۱/۶	۰/۵	۰/۸	۰/۶	۳/۵	۰/۶	۷۰۵۶	۲۶۱	۵۳۲	۲۵۸	۱۰۴	۶/۹
لجن فاضلاب	۱۱/۶	۶/۹	۱۰	۲/۶	۰/۵	۰/۸	۰/۴	۴/۱	۰/۶	۷۹۴۵	۲۵۳	۴۷۲	۴۱۸	۱۱۲	۸/۸

تیمارهای کودهای آلی قبل از کشت چغندرقند، ذرت علوفه‌ایی، گندم و چغندرقند با ترکیب ذکر شده در سال‌های آزمایش به خاک محل کشت اضافه شد. خاک محل آزمایش از لحاظ رده‌بندی جدید تاکسونومی از نوع Fine mixed thermic typic torri fluvents بود و جزء بافت سنگین با کلاس سیلتی رسی محسوب می‌گردید. در ابتدا در سال ۱۳۷۹ پس از انتخاب زمین نسبت به تسطیح و کرت‌بندی زمین اقدام شد و به‌دلیل ثابت بودن کرت‌ها، کرت‌بندی طوری صورت پذیرفت که پس از پایان هر کشت و آماده‌سازی مجدد زمین جهت کشت بعدی تنها پشته‌های عرضی تخریب و پس از یک شخم سطحی و اعمال تیمارهای کودآلی مجدداً پشته‌های عرضی بسته شدند. در اولین مرحله نمونه‌برداری خاک در سال ۱۳۷۹، پس از کرت‌بندی و قبل از اعمال تیمارهای کودهای آلی، نسبت به نمونه‌گیری مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری و در پنج تکرار از خاک محل اجرای آزمایش گردید(جدول ۱). سپس تیمارهای کودآلی (جدول ۲) طبق نقشه آزمایش مصرف شدند و پس از مخلوط کردن آن‌ها با خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری، کشت چغندرقند انجام گرفت. پس‌از اتمام کشت نسبت به نمونه‌برداری از گیاه به تفکیک اندام هوایی و ریشه انجام شد. نمونه‌های گیاهی برای تجزیه‌های لازم به آزمایشگاه منتقل شدند و پس از شستشو با آب معمولی

Archive of SID

www.SID.ir

و آب مقطر، جهت خشک کردن در دمای ۷۵ درجه در آون تهویه دار قرار گرفتند. هم چنین از خاک محل اجرای آزمایش به تفکیک تیمار و تکرار نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر صورت پذیرفت. سپس کربن‌آلی به روش تیتراسیون، فسفر با استفاده از روش اولسون با دستگاه اسپکتوفتومتر، پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر و عناصر مس، روی، آهن، منگنز، سرب، کادمیم، توسط دستگاه جذب اتمی طبق روش‌های استاندارد (عصاره‌گیری با DTPA) اندازه‌گیری شدند (Council on Soil Testing and Plant Analysis 1974). در دی ماه سال اول برداشت چغندرقند صورت پذیرفت و عملکردریشه گیاه محاسبه شد. در سال‌های بعد نیز اعمال تیمارهای کودی و کشت‌های پیش‌بینی شده در تناوب انجام گرفت. کلیه عملیات انجام گرفته در ابتدا و انتهای کشت سال اول در سال آخر نیز (سال ۱۳۸۴ و کشت مجدد چغندرقند) صورت گرفت. در هر سال نمونه خاک از تمام کرت‌ها تهیه و نسبت به تعیین خصوصیات شیمیایی آن اقدام گردید. کلیه عملیات داشت از قبیل آبیاری به موقع، مبارزه باعلف‌های هرز و آفات و بیماری‌ها، عرضه کودسرک نیتروژن از منبع اوره براساس دو تقسیط از میزان کل ۳۵۰ کیلوگرم در هر هکتار قبل‌از کشت و پس‌از تنک به‌صورت یکسان برای تمامی کرت‌ها در دو سال کشت چغندرقند در تناوب انجام شد. پس‌از رسیدگی فیزیولوژیکی در هر دو سال کشت در اول و آخر تناوب، تمام کرت‌های فرعی برداشت، شمارش و توزین شدند. جهت تعیین عملکرد کمی و کیفی از دو ردیف وسط تمام کرت‌های آزمایشی پس‌از حذف اثرحاشیه، تمام بوته‌ها برداشت و عملکردریشه مشخص گردید. از ریشه‌های شسته شده چغندرقند به کمک دستگاه خمیرگیر نمونه تهیه شده و با استفاده از دستگاه بتالایزر صفات کیفی خمیر شامل درصد قندناخالص به‌روش پلاریمتری، میزان سدیم و پتاسیم به روش فلیم‌فتومتری و نیتروژن مضره به روش عدد آبی اندازه‌گیری شد. میزان قندملاس نیز با استفاده از فرمول راینفلد (Reinefeld and Ammerich1986) برآورد گردید. نتایج دو سال کشت چغندرقند به‌صورت جداگانه با نرم افزار SAS تجزیه شد و به‌دلیل یکنواختی واریانس خطا در دو سال تجزیه مرکب انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن وگروه‌بندی تیمارها با نرم افزار MSTATC انجام شد.

نتایج و بحث

تغییرات عناصر در خاک

از متن جدول ۳، تجزیه واریانس استنباط می‌شود که اثرات کودهای کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب موجب تغییر معنی‌دار در عناصر مورد بررسی در خاک در سال اول و آخر تناوب شدند.

کربن آلی

با توجه به جدول ۴ بیشترین میزان درصد کربن آلی در خاک، در سال اول (۷۹) و آخر تناوب(۸۴) با مصرف بیشتر کودکمپوست زباله و لجن فاضلاب به دست آمد. در سال اول تناوب بالاترین درصد کربن‌آلی

Archive of SID
www.SID.ir

خاک مربوط به مصرف تیمارهای ۵۰ تن کمپوست و ۳۰ تن لجن فاضلاب بود که به‌صورت معنی‌دار از سایر تیمارها بالاتر بودند. در سال آخر تناوب نیز این روند در مورد کمپوست ۵۰ تن مشاهده شد. روند صعودی درصد کربن‌آلی در خاک محل آزمایش با مصرف بیشتر کودآلی می‌تواند با جذب نیتروژن کل توسط ریشه چغندرقند همراه باشد، این پدیده در تیمارهای مصرف کودآلی نسبت به تیمار شاهد در سال آخر تناوب نیز مشاهده شد (جدول۶).

فسفر

میزان فسفر خاک در سال اول تناوب با مصرف کودهای آلی افزایش نشان داد و با گذشت زمان در سال آخر تناوب این میزان افزایش در تیمارهای کود لجن فاضلاب بخصوص در سطح دوم آن افزایش چشم‌گیری یافت. با افزایش میزان فسفر در خاک میزان جذب این عنصر در ریشه چغندرقند نیز افزایش نشان داد (جدول۶). این افزایش جذب در تیمارهای کود لجن فاضلاب به مراتب بیشتر از تیمارهای کود کمپوست بود. به طوری که میزان افزایش جذب فسفر در سال ۷۹ در تیمار لجن ۳۰ تن نسبت به شاهد ۵۰ درصد و در سال ۸۴ ، ۷۰ درصد بود. این در حالی است که همین افزایش در تیمار کمپوست ۵۰ تن نسبت به شاهد در سال‌های ۷۹ و ۸۴ به‌ترتیب ۱۷ درصد کاهش و ۵۰ درصد افزایش نشان داد. در نتیجه مشخص گردید که کود لجن فاضلاب منبع سرشاری از فسفر قابل جذب در خاک می‌باشد که به‌دنبال آن نیز می‌تواند باعث جذب بیشتر این عنصر در ریشه چغندرقند شود (جدول ۴).

پتاسیم

براساس جدول ۴ در سال اول تناوب با مصرف ۵۰ تن کود کمپوست در هکتار بیشترین میزان پتاسیم قابل جذب نسبت به شاهد مشاهده شد. در سال آخر تناوب پس‌از سه مرحله دیگر عرضه کودهای آلی، پتاسیم خاک کمپوست۵۰ تن هم‌چنان بیشتر از تیمارهای دیگر بود و میزان آن نیز نسبت به سال اول تناوب افزایش نشان داد. پتاسیم قابل جذب در سال آخر تناوب در تیمار کمپوست ۵۰ تن در هکتار نسبت به شاهد حدود ۴۵ درصد افزایش ولیکن تیمار لجن فاضلاب ۳۰ تن در هکتار نسبت به شاهد حدود هشت درصد کاهش نشان داد. در نتیجه جهت افزایش پتاسیم قابل جذب در خاک، مصرف کودکمپوست زباله نسبت به کود لجن فاضلاب بهتر است. افزایش پتاسیم قابل جذب در خاک، تأثیری بر میزان جذب این عنصر در ریشه چغندرقند نداشت (جدول ۶).

منگنز

در سال اول تناوب بالاترین منگنز با کاربرد تیمارکمپوست ۵۰ تن در هکتار حاصل شد. این روند در سال آخرتناوب نیز حفظ شد. در مجموع کودکمپوست باعث افزایش بیشتر منگنز در خاک نسبت به کود لجن فاضلاب شد (جدول ۴).

مس

بر اساس جدول ۴ تیمار لجن ۳۰ تن در هکتار به صورت معنی‌داری توانست مس قابل جذب در خاک را در سال اول و آخر تناوب افزایش دهد. بعد از تیمار لجن ۳۰ تن ، تیمارهای لجن ۱۵ تن و کمپوست ۵۰

Archive of SID

www.SID.ir

تن و نهایتاً تیمارهای کمپوست ۲۵ تن و شاهد در رده‌های پایین‌تر قرار گرفتند. به‌طوری که میزان مس قابل جذب در خاک در سال آخر تناوب از ۱/۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم تیمار شاهد به ۷/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم تیمار لجن ۳۰ تن رسید، در حالی که در تیمار کمپوست ۵۰ تن میزان مس قابل جذب در خاک به میزان ۴/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید. در نتیجه تیمارهای کودی لجن فاضلاب باعث افزایش بیشتر میزان مس قابل جذب در خاک نسبت به تیمارهای مصرف کمپوست گردید. این پدیده موجب گردید که لجن فاضلاب جذب بالاتر عنصر مس در ریشه چغندرقند را داشته باشد (جدول ۶).

روی

در سال اول تناوب عرضه کودهای آلی (سال ۷۹)، بیشترین میزان روی مربوط به تیمار لجن۳۰ تن و سپس تیمارهای کودکمپوست بود(جدول ۴) و لیکن با گذشت زمان و عرضه سه نوبت دیگر تیمارهای کودهای آلی این روند تغییر کرد، به‌طوری که در سال آخر تناوب بالاترین روی قابل جذب در خاک مربوط به تیمار کمپوست ۵۰ تن بود و تیمارهای لجن فاضلاب در رتبه بعدی قرار گرفتند . با توجه به جدول شماره ۶ تقریباً می‌توان همین روند را در جذب روی در ریشه چغندرقند مشاهده کرد. در نتیجه در سال اول عرضه کودهای لجن فاضلاب و کمپوست زباله شهری، میزان روی قابل جذب خاک و به تبع آن جذب بیشتر این عنصر در ریشه چغندرقند در تیمار لجن فاضلاب ۳۰ تن و با گذشت زمان و فرصت بیشتر فعل و انفعالات کود در خاک، کودکمپوست زباله شهری توانست روی بیشتری را در خاک تأمین نماید که به دنبال آن میزان جذب این عنصر در ریشه گیاه چغندرقند نیز بیشتر گردید.

آهن

کودهای کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب تقریباً هر کدام به یک اندازه میزان آهن قابل جذب خاک را در سال اول و آخر تناوب افزایش دادند و این پدیده با گذشت زمان دستخوش تغییر نشد. هر چند که در هر دوره تناوب تفاوت‌های آماری بین تیمارهای وجود داشت ولی با ارزیابی دو دوره تناوب مشاهده می‌گردد که اختلاف چندانی در غلظت آهن سال ۸۴ نسبت به سال ۷۹ مشاهده نمی‌گردد (جدول ۴).

سرب

تیمار کمپوست ۵۰ تن در سال اول و آخر تناوب موجب افزایش معنی‌دار سرب خاک گردید. کود لجن فاضلاب در مجموع مقدار سرب کمتری نسبت به کودکمپوست به خاک وارد کرد. تیمار شاهد کمترین مقدار سرب قابل جذب را داشت. این موضوع نشان داد که کودهای آلی لجن فاضلاب و کمپوست شهری می‌توانند در همان مرحله اولیه عرضه، میزان سرب قابل جذب را در خاک بالا ببرند. این روند در سال آخر تناوب (۸۴) نیز تکرار شد (جدول ۴) و بیان‌گر آن است که گذشت زمان نیز تغییرات چندانی در سرب قابل جذب در خاک ایجاد نمی‌کند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳ تجزیه واریانس مربوط به عناصر مورد تجزیه در خاک محل آزمایش بعداز برداشت چغندرقند در سال‌های اول (۷۹) و آخر تناوب (۸۴) (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری)

منبع تغییرات	سال	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴
		کربن آلی		فسفر		پتاسیم		منگنز		مس		روی		آهن		سرب	
	درجه آزادی	میانگین مربعات															
بلوک	۲	۰/۰۰۲	۰/۰۱	۱۱/۱۴	۴۷/۵۶	۱۶۴/۹۰	۲۵۸۸	۰/۱۷	۰/۰۴	۰/۲۱	۱/۸۸	۲/۴۸	۲/۷۴	۰/۷۸	۰/۷۹	۰/۳۰	۰/۱۳
تیمار	۴	۰/۰۲*	۰/۰۹*	۱۷/۳۲*	۴۷۶**	۳۲۵۹**	۱۰۸۸۲**	۲/۱۶**	۱/۳۵*	۸/۱۵**	۱۵/۹۲**	۲۲/۶۵**	۱۳**	۴/۸۳*	۸/۷۱**	۱/۳۲**	۰/۵۹**
اشتباه	۸	۰/۰۰۳	۰/۰۱	۴/۶۰	۱۴/۳۰	۱۶۹/۸۷	۴۱۱	۰/۱۰	۰/۲۳	۰/۱۶۸	۰/۶۵	۲/۳۱	۰/۴۳	۰/۹۸	۱/۰۲	۰/۱۴	۰/۲۳
ضریب تغییرات	–	۸/۵۶	۱۲/۲۱	۲۰/۵۱	۲۹/۸۱	۴/۶۸	۷/۴۱	۴/۳۰	۱۳/۷۵	۱۳/۷۹	۱۹/۲۶	۳۸/۶۰	۱۸/۶۵	۱۳/۶۱	۱۷/۴۱	۱۳/۸۰	۱۷/۴۷

*و ** به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول۴ میانگین عناصر مورد تجزیه در خاک محل آزمایش بعد از برداشت چغندرقند در سال‌های اول (۷۹) و آخر تناوب (۸۴) (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری)

تیمار	سال	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴
		کربن آلی		فسفر		پتاسیم		منگنز		مس		روی		آهن		سرب	
		درصد								میلی گرم در کیلوگرم							
شاهد		۰/۶b	۰/۵۷c	۷/۱b	۵c	۲۵۲bc	۲۵۲c	۶/۶c	۳cb	۱/۸c	۱/۳c	۱/۱c	۰/۴d	۵/۸c	۳/۳c	۱/۹۸c	۱/۳۵c
کمپوست ۲۵ تن		۰/۶۹b	۰/۶۸bc	۱۰ab	۴/۳c	۲۸۰b	۲۹۴b	۹/۴a	۲/۷c	۲/۴bc	۲/۶c	۳/۵bc	۲/۵c	۷/۶abc	۵/۲bc	۲/۹۳b	۲/۸۹b
کمپوست ۵۰ تن		۰/۸۸a	۱/۰۴a	۱۲/۳a	۷/۸c	۳۳۰a	۳۶۵a	۷/۸b	۳/۸ab	۲/۸b	۴/۶b	۵/۵b	۶/۰a	۸/۸a	۷/۲ab	۳/۷۳a	۴/۹۷a
لجن ۱۵ تن		۰/۶۲b	۰/۸۳b	۹/۶ab	۲۸/۸b	۲۸۰b	۲۰۰d	۷/۱bc	۳/۶abc	۲/۳bc	۵/۲b	۲/۱c	۳/۸bc	۶/۱bc	۶/۳ab	۲/۳۳bc	۲/۰۷bc
لجن ۳۰ تن		۰/۷۴a	۰/۸۴b	۱۳/۳a	۴۳/۱a	۲۴۲c	۲۳۱cd	۶/۷c	۴/۴a	۶/۸a	۷/۲a	۹/۲a	۴/۶b	۸/۰ab	۷/۶a	۲/۸۰b	۲/۴۳b

اعدادی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند از لحاظ آماری دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند

Archive of SID

www.SID.ir

تغییرات عناصر در ریشه چغندرقند

نتایج تجزیه واریانس مشخص کرد که کودهای کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب موجب تغییر معنی‌دار در عناصر مورد بررسی در ریشه چغندرقند بجز نیتروژن در سال اول، پتاسیم در دو سال کشت و عنصر منگنز در سال آخر تناوب گردید (جدول ۵).

نیتروژن کل

در سال اول تناوب (۷۹) مصرف کودهای آلی تغییری در نیتروژن کل ریشه چغندرقند ایجاد نکرد. ولیکن در سال آخر تناوب(۸۴) مصرف کودهای کمپوست شهری و لجن فاضلاب به صورت معنی‌دار موجب افزایش نیتروژن کل ریشه گردیدند (جدول ۶). این موضوع بر درصد قندناخالص تأثیر گذاشت و در سال آخر تناوب (۸۴) مصرف کودهای آلی به‌خصوص کود لجن فاضلاب موجب کاهش معنی‌دار در درصد قندناخالص گردید(جدول ۶).

فسفر

براساس جدول۶ در سال ۷۹ (سال اول تناوب) عرضه کودهای آلی کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب تفاوت معنی‌دار با شاهد (به جز تیمار لجن ۳۰ تن در هکتار) از جهت فسفر ریشه نداشتند. بالاترین میزان جذب فسفر در ریشه چغندرقند با گذشت زمان و عرضه سه نوبت دیگر کودهای آلی مربوط به کود لجن فاضلاب بود. تیمارهای کمپوست مقدار جذب فسفر کمتری داشتند و کمترین مقدار جذب فسفر مربوط به تیمار شاهد بود. در نتیجه لجن فاضلاب شرایط مناسب‌تری را جهت جذب بیشتر فسفر در ریشه چغندرقند نسبت به تیمارهای کودکمپوست فراهم نمود. این پدیده می‌تواند به‌دلیل بالاتر بودن میزان فسفر قابل جذب در خاک باشد. همان گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود بیشترین فسفر قابل جذب اندازه‌گیری شده در سال آخر تناوب (۸۴) در تیمار لجن فاضلاب ۳۰ تن در هکتار بود.

پتاسیم

کودهای آلی تأثیری بر میزان پتاسیم ریشه در سال اول تناوب (۷۹) نداشتند و گذشت زمان نیز تأثیری بر این وضعیت نداشت. مصرف کودهای آلی در هر دو سال کشت چغندرقند در تناوب، تأثیر معنی‌داری بر مقدار پتاسیم جذب شده توسط ریشه نگذاشت (جدول ۶).

آهن

بالاترین جذب آهن درسال اول تناوب در تیمار لجن ۳۰ تن در هکتار و کمترین مقدار جذب آهن مربوط به تیمار شاهد بود. در سال آخر تناوب پدیده فوق تکرار شد، با این تفاوت که تیمارهای لجن ۱۵ و ۳۰ تن بالاترین جذب آهن و تیمارهای کمپوست ۵۰ و ۲۵ تن و شاهد کمترین مقدار جذب را داشتند (جدول ۶). در نتیجه می‌توان گفت که لجن فاضلاب نسبت به کمپوست دارای فعل و انفعالات بیشتری در خاک می‌باشد و با افزودن این کود به خاک میزان فعالیت باکتری‌ها جهت تولید موادآلی بالا می‌رود. این فعالیت‌ها میزان CO_2 موجود در خاک را افزایش می‌دهد و در نتیجه آهن Fe^{+3} موجود در خاک به آهن Fe^{+2} و قابل دسترس برای گیاه تبدیل می‌گردد و شرایط برای جذب آهن توسط گیاه فراهم و میزان جذب آهن در ریشه چغندرقند در تیمار کودهای لجن فاضلاب بیشتر می‌گردد (Havlin et al. 2005). بالا

Archive of SID

www.SID.ir

بودن مقدار آهن قابل دسترس درخاک در این تیمار (جدول ۴) نیز مؤید این موضوع می‌باشد.

روی

براساس جدول ۶ در سال اول تناوب(۷۹) میزان جذب روی به‌ترتیب دارای بالاترین مقدار در تیمارهای لجن فاضلاب ۱۵ و ۳۰ و سپس در تیمارهای کمپوست ۲۵ و ۵۰ تن در هکتار بود. با گذشت زمان و انجام فعل و انفعالات لازم این روند تغییر کرد، به‌طوری که بالاترین مقدار روی ریشه در سال آخر تناوب (۸۴) در تیمارهای کمپوست ۲۵ و ۵۰ و سپس در تیمارهای لجن ۱۵ و ۳۰ تن در هکتار مشاهده شد. کمترین مقدار جذب روی در ریشه در هر دو سال در تیمار شاهد به دست آمد. لذا در کوتاه مدت میزان جذب عنصر روی توسط چغندرقند در تیمارهای لجن فاضلاب نسبت به کودکمپوست روند بالاتری داشت، در حالی که با گذشت زمان، شرایط مناسبی جهت جذب بیشتر روی در تیمارهای کودکمپوست نسبت به تیمارهای کود لجن فاضلاب برای چغندرقند مشاهده شد.

مس

میزان جذب مس در ریشه چغندرقند در سال اول تناوب (۷۹) با کاربرد کود آلی لجن فاضلاب بالاترین مقدار بود. این پدیده درسال آخر تناوب (۸۴) نیز مشاهده شد. با این تفاوت که تیمارهای کمپوست با تیمارهای لجن فاضلاب از لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفتند. در این تناوب مشخص گردید که کود لجن فاضلاب باعث جذب بیشتر مس در ریشه چغندرقند نسبت به کودکمپوست شهری می‌شود(جدول ۶).

منگنز

با توجه به جدول شماره ۶ در سال اول تناوب (۷۹) کودکمپوست باعث بیشترین مقدار جذب منگنز در ریشه چغندرقند شد، ولی با گذشت زمان در سال آخر تناوب (۸۴) هیچگونه تفاوت معنی‌داری بین تیمارها کودی و شاهد برای جذب منگنز در ریشه چغندرقند مشاهده نشد.

جمع‌بندی تغییر عناصر در خاک و ریشه چغندرقند

بررسی نتایج خاک دو سال کشت چغندرقند در اول و آخر تناوب نشان داد که تیمار کمپوست مصرف ۵۰ تن در هکتار به صورت مداوم موجب افزایش معنی‌دار مقادیر کربن‌آلی، پتاسیم قابل جذب و سرب قابل جذب خاک می‌گردد. همین پدیده برای تیمار لجن فاضلاب مصرف ۳۰ تن در هکتار برای عناصر فسفر قابل جذب و مس قابل جذب اتفاق افتاد. این موضوع نشان‌گر برتری هرکدام از کودهای آلی کمپوست و لجن فاضلاب در تامین عناصر ذکر شده در خاک می‌باشد. در مورد عنصر روی، در سال اول تناوب لجن فاضلاب ۳۰ تن و در سال آخر تناوب کمپوست ۵۰ تن بالاترین روی قابل جذب را در خاک داشتند. با گذشت زمان، کودکمپوست شهری توانست میزان روی قابل جذب خاک را به‌صورت معنی‌دار افزایش دهد (Marjovi 2001; Marjovi and Jahadakbar 2001). کود لجن فاضلاب نسبت به کود کمپوست زباله شهری از لحاظ جذب بیشتر عناصر جذب شده در ریشه چغندرقند (به استثنای پتاسیم و منگنز) کارایی بالاتری داشت، که این پدیده با گذشت زمان تکرار گردید (به استثنای عنصر روی که با گذشت زمان جذب آن در تیمارهای کمپوست شهری بیشتر شد).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۵ تجزیه واریانس مربوط به عناصر مورد تجزیه در ریشه چغندرقند در سال‌های اول (۷۹)وآخر (۸۴) تناوب

منبع تغییرات	سال	منگنز		مس		روی		آهن		پتاسیم		فسفر		نیتروژن کل	
	درجه آزادی	میانگین مربعات													
		۷۹	۸۴	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴
بلوک	۲	۰۰/۰۵۹	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۶	۰/۳۲۹	۰/۰۳	۱۰۸۸	۴۱/۴۵	۰/۰۳	۳/۵۲	۰/۵۹	۰/۱۹	۴۶/۳۲	۲۸
تیمار	۴	۰/۰۱۴	۰/۱۵*	۰/۰۰۰۷*	۰/۰۰۴**	۰/۰۳۸	۰/۱۲	۲۹۶۶**	۱۶۷۸*	۵۷/۷۹**	۱۳/۲۹**	۰/۹۱**	۴/۸۳	۲۳۵/۹۴*	۵۰
اشتباه	۸	۰/۰۱۰	۰/۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۸۹	۰/۰۷	۴۱۲	۱۵۶	۷/۲۱	۴/۲۹	۰/۰۷	۱/۳۷	۴۷/۶۳	۳۲
ضریب تغییرات	---	۱۵/۲۸	۱۶/۹۱	۱۸/۸۹	۱۱/۸۰	۲۲/۶۹	۱۹/۰۹	۱۶/۶۸	۱۷/۴۳	۲۰/۷۷	۱۶/۴۷	۴/۷۸	۱۶/۲۷	۱۵/۰۲	۲۶/۴۸

- و ** به ترتیب معنی داربودن در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول۶ میانگین‌های عناصر مورد تجزیه در ریشه چغندرقند در تیمارهای مختلف در سال‌های اول (۷۹)وآخر (۸۴) تناوب

تیمار	سال	نیتروژن کل		فسفر		پتاسیم		آهن		روی		مس		منگنز	
		درصد						میلی گرم در کیلوگرم							
		۷۹	۸۴	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴	۷۹	۸۴
شاهد		۰/۶۱a	۰/۸۹b	۰/۰۶b	۰/۱۰d	۱/۴۶a	۱/۱۰a	۸۶/۳c	۵۴/۰b	۸/۳c	۳/۳c	۵/۷b	۵/۶b	۴۲/۵b	۲۲/۵a
کمپوست ۲۵تن		۰/ ۵۹a	۱/۳۰a	۰/۰۴b	۰/۱۲cd	۱/۲۵a	۱/۵۳a	۱۰۴/۳bc	۴۳/۴b	۱۰/۱bc	۱۹/۸a	۵/۰c	۶/۸ab	۵۹/۵a	۲۱/۰a
کمپوست ۵۰تن		۰/۶۴a	۱/۰۷ab	۰/۰۵b	۰/۱۵bc	۱/۲۱a	۱/۵۲a	۱۲۲/۰ bc	۴۱/۲ b	۱۲/۵bc	۱۹/۳ a	۵/۵cd	۷/۷ab	۵۰/۰ab	۲۷/۱ a
لجن ۱۵ تن		۰/۶۷ a	۱/۴۴ a	۰/۰۵b	۰/۱۸ a	۱/۴۱ a	۱/۴۵ a	۱۳۶/۳ b	۹۵/۸ a	۱۴/۰b	۱۲/۴b	۶/۵ a	۹/۵a	۳۸/۰b	۲۳/۵ a
لجن ۳۰ تن		۰/۷۷ a	۱/۳۴ a	۰/۰۹a	۰/۱۷ ab	۱/۲۵ a	۱/۶۰ a	۱۷۹/۰ a	۹۷/۹ a	۱۹/۷ a	۱۲/۸b	۶/۰ab	۷/۴ab	۳۹/۷ b	۱۳/۵ a

اعدادی که در هر ستون حداقل یک حرف مشترک دارند از لحاظ آماری دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۷ تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی تاثیر کودهای آلی در دو کشت چغندرقند در تناوب زراعی در رودشت اصفهان

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		عملکرد ریشه	درصد قند ناخالص	عملکرد قند ناخالص	سدیم ریشه	پتاسیم ریشه	نیتروژن مضره ریشه	ضریب استحصال	درصد قند ملاس	عملکرد قند خالص
تکرار	۲	۲۳/۷۱	۰/۸۰	۰/۶۹	۰/۱۸	۰/۱۰۰	۲/۰۰	۶/۵۶	۰/۱۰	۰/۷۲
تیمار	۴	۱۷۲/۵۷	۴/۶۵	۱/۸۱	۲/۱۰	۰/۶۳	۴/۷۳	۹۴/۵	۰/۸۰	۰/۸۳
اشتباه الف	۸	۱۶/۹۱	۱/۲۷	۱/۰۸	۰/۴۶	۰/۲۲	۱/۱۷	۵/۸۵	۰/۰۵	۰/۹۸
سال	۱	۷۳۴**	۳۳/۹۸**	۱/۸۹	۶۲/۸۱**	۴۰/۰۲**	۳۲**	۲۵۸۹**	۲۸/۸**	۱۱/۶۹**
سال×تیمار	۴	۲۸/۴۳	۲/۶۲	۱/۷۹*	۲/۳۷**	۰/۲۸	۰/۵۸	۵۱/۷*	۰/۳۳	۲/۵۹**
سال×تکرار	۲	۰/۹۷	۱/۶۹	۰/۳۶	۰/۴۶	۰/۴۲	۰/۵۴	۱۵/۸	۰/۲۵	۰/۸۱
اشتباه ب	۷	۳۷/۸۹	۰/۸۷	۰/۴۲	۰/۲۹	۰/۲۷	۰/۲۱	۱۲/۳۴	۰/۱۲	۰/۲۷
ضریب تغییرات	-	۱۱/۰۱	۵/۴۲	۶/۸۱	۱۴/۶۲	۶/۸۴	۹/۹۵	۴/۷۲	۸/۶۹	۷/۳۸

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

بررسی خصوصیات کمی و کیفی چغندرقند

سال بر تمام صفات کمی و کیفی به جز عملکرد قندناخالص چغندرقند تأثیر معنی‌دار گذاشت. میانگین تیمارهای کودآلی مورد مطالعه در دو سال تناوب تفاوت معنی‌دار نداشتند. در عین حال اثرات سال در تیمار بر عملکرد قندناخالص، سدیم ریشه، ضریب استحصال و عملکرد قندخالص تأثیر معنی‌دار داشت(جدول ۷). در جدول ۸ تأثیر مصرف کودهای آلی مورد مطالعه در دو سال کشت چغندرقند در تناوب بر برخی از صفات کمی و کیفی چغندرقند که روند تغییرات آن در دو سال آزمایش متفاوت بود نشان داده شده است. در مورد عملکرد قندناخالص، در سال اول تناوب (۷۹) با مصرف لجن ۱۵ تن در هکتار بالاترین عملکرد قندناخالص به‌دست آمد ولی در سال آخر کشت چغندرقند در تناوب (۸۴)، بالاترین عملکرد قندناخالص با تیمار مصرف ۵۰ تن کودکمپوست شهری حاصل شد هرچند که با سایر تیمارها و شاهد این سال تفاوت معنی‌داری نداشت. این موضوع می تواند به‌علت کاهش درصد قندناخالص چغندرقند در سال آخر کشت چغندرقند در تناوب(۸۴) نسبت به سال اول کشت چغندرقند در تناوب(۷۹) باشد. همان طوری که مشخص است در سال اول عرضه کودهای لجن فاضلاب و کمپوست در کشت چغندرقند (۷۹)، میزان عملکردقند چغندرقند تابع مستقیم عملکردریشه است، در نتیجه عملکردقند آن نیز تغییراتی شبیه به عملکردریشه دارد ولی با گذشت زمان و عرضه مداوم کودهای آلی مورد مطالعه و کاهش درصد قندناخالص در سال آخر کشت چغندرقند در تناوب (۸۴) بین تیمارهای مختلف از لحاظ عملکرد قند تفاوتی مشاهده نمی‌شود. علت این امر را می‌توان به عوامل کاهش دهنده درصدقند در ریشه چغندرقند جستجو نمود. یکی از این عوامل می‌تواند ناخالصی‌های ریشه باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که عرضه کودهای لجن فاضلاب و کودکمپوست زباله شهری می‌توانند در کوتاه مدت اثرات مفیدی بر عملکرد قندناخالص در چغندرقند داشته باشند اما با گذشت زمان اثرات آن تعدیل و در نهایت بی اثر می‌گردد. لذا این نوع کودها برای کشت چغندرقند به‌صورت استفاده مداوم توصیه نمی‌گردد. همین نتیجه را مرجوی و جهاداکبر(2001) برای مصرف کودکمپوست شهری اعلام کردند.

جدول۸ مقایسه میانگین عملکرد قندناخالص، سدیم ریشه، ضریب استحصال و عملکرد قندخالص چغندرقند در سال‌های ۷۹ و ۸۴

	عملکرد قند ناخالص تن در هکتار		سدیم میلی اکی والان گرم در یکصد گرم ریشه چغندرقند		ضریب استحصال درصد		عملکرد قند خالص تن در هکتار	
سال / تیمار	۱۳۷۹	۱۳۸۴	۱۳۷۹	۱۳۸۴	۱۳۷۹	۱۳۸۴	۱۳۷۹	۱۳۸۴
شاهد	۷/۴۹c	۹/۵۶b	۱/۹۸e	۴/۲۰bc	۸۴/۶۳a	۷۲/۵۹b	۶/۳۵d-f	۶/۹۴b-e
کمپوست ۲۵ تن	۹/۲۹۵b	۹/۹۹ab	۲/۰۵e	۵/۱۲b	۸۴/۸۷a	۶۴/۸۰cd	۷/۸۹b	۶/۴۹c-f
کمپوست۵۰ تن	۹/۴۰b	۱۰/۲۵ab	۲/۶۰de	۳/۷۱cd	۸۳/۴۰a	۷۰/۶۳bc	۷/۸۲b	۷/۶b-d
لجن ۱۵ تن	۱۰/۹۶a	۹/۱۷b	۲/۱۴e	۶/۳۲a	۸۳/۳۴a	۵۹/۰de	۹/۱۴a	۵/۴۰f
لجن ۳۰ تن	۹/۴۴b	۹/۹۵ab	۲/۴۲e	۶/۳۰a	۸۰/۹۳a	۵۷/۲۵e	۷/۶۶bc	۵/۷۱ef

میانگین هایی که برای هرصفت دارای حروف مشترک می باشند فاقد تفاوت آماری در سطح پنج درصد می باشند.

براساس جدول ۸، در دو سال مطالعه سدیم ریشه در سال آخر تناوب (۸۴) نسبت به سال اول تناوب (۷۹) با مصرف کودهای آلی به‌صورت معنی‌دار افزایش یافت. این افزایش موجب کاهش معنی‌دار درصد قندناخالص در سال آخر تناوب در ریشه چغندرقند شد. افزایش سدیم ریشه یکی از عوامل اصلی در کاهش درصد قندناخالص می‌باشد این موضوع توسط محققین زیادی مورد تأئید قرار گرفته است (Ebrahimian et al. 2005; Jahadakbar and Marjovy 2003). بیشترین جذب سدیم ریشه و کمترین ضریب استحصال در تیمارهای کود لجن فاضلاب به‌دست آمد. این موضوع موجب کاهش معنی‌دار عملکرد قندخالص و ضریب استحصال تیمارهای لجن فاضلاب گردید، اما عملکرد قندناخالص تیمار کودهای لجن فاضلاب به‌خاطر افزایش عملکرد ریشه با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار نداشت. هر چند که عرضه کودهای کمپوست شهری و به‌خصوص لجن فاضلاب توانست عملکردریشه چغندرقند را نسبت به شاهد افزایش دهد ولیکن چون جهت تولید بیشتر، عملکرد قندخالص نباید کاهش یابد مصرف کودهای آلی به‌خصوص لجن فاضلاب برای تولید قندخالص به‌صورت مداوم در تناوب چغندرقند توصیه نمی‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

مقادیر کربن آلی، پتاسیم و سرب قابل جذب خاک در تیمار کمپوست ۵۰ تن و تیمار لجن فاضلاب ۳۰ تن برای عناصر فسفر و مس قابل جذب خاک بیش از سایر تیمارها بود. عنصر روی در خاک، در سال اول تناوب برای تیمار لجن فاضلاب ۳۰ تن و درسال آخر تناوب در تیمارکمپوست مصرف ۵۰ تن بالاترین مقدار قابل جذب در خاک را نسبت به سایر تیمارها داشتند. لذا با گذشت زمان، کودکمپوست شهری توانست میزان روی قابل جذب خاک را به‌صورت معنی‌دار افزایش دهد.کود لجن فاضلاب نسبت به کودکمپوست شهری از لحاظ بیشتر عناصر جذب شده در ریشه چغندرقند (به استثنای پتاسیم و منگنز) از کارایی بالاتری برخوردار بود که این روند در سال آخر تناوب در کشت چغندرقند مشاهده گردید (به استثنای عنصر روی که با گذشت زمان جذب آن در تیمارهای کمپوست شهری بیشتر شد). مصرف کودهای آلی کمپوست شهری و لجن فاضلاب توانست عملکردریشه چغندرقند را افزایش دهد. ولی مصرف این کودها درصد قندناخالص را کاهش داد. این کاهش با مصرف لجن فاضلاب نسبت به کمپوست شهری بیشتر بود. لذا عملکرد قندناخالص که حاصل ضرب عملکردریشه و درصد قندناخالص می‌باشد با مصرف کودهای آلی مورد مطالعه به‌صورت معنی‌دار نسبت به شاهد افزایش پیدا نکردند. ناخالصی‌های ریشه با مصرف کودهای آلی کمپوست شهری و لجن فاضلاب به‌صورت معنی‌دار افزایش یافتند. با مصرف مداوم کودهای آلی کمپوست و لجن فاضلاب عملکرد قندخالص نسبت به سال اول تناوب به‌صورت معنی‌دار کاهش یافت. در نتیجه مصرف این نوع کودها به‌خصوص کود لجن فاضلاب برای منطقه رودشت اصفهان و در خاک‌های ریز بافت به صورت مداوم برای کشت چغندرقند قابل توصیه نمی‌باشد.

منابع مورد استفاده:

References:

Abtahi A, Hodaji M, Hajrasoliha S, Afyony M. Effect of short-term use of municipal compost on zinc and copper concentrations in soil and corn. Third National Congress of Recycling and Using Renewable Resources in Organic Farming. Isfahan, Islamic Azad University Khvarsgan, Faculty of Agriculture. 2009. (in Persian)

Alexander R. Compost markets grow with environmental application. Biocycle. 1984. 4: 43-48

Baghori A. Investigation Chemical contamination of soils in Zayandarood river marginal lands. MS thesis, Tehran University School of Public Health. 1989.(in Persian, abstract in English)

Archive of SID

www.SID.ir

Chang AC, Warneke JE, Page AL, Lund .LJ. Accumulation of heavy metals in sewage sludge tre-ated soils. J. Environ. Qual . 1984. 13(1): 87-91.

Cortellini L. Effects of content of organic matter, nitrogen and heavy metals in plants after application of compost and sewage sludge. In: De Bertoldi et al. (Eds).The Science of Composting. Pub. Blackie, London.1999 . pp. 457-468

Council on Soil Testing and Plant Analysis. Handbook on reference methods for soil testing. Council on Soil Testing and Plant Analysis, 1974.Athens, Greece.

Dalzell HW, Biddlestone AJ, Gray KR, Thurairagan K. Soil management: compost production and use in tropical and subtropical environments. 1987. FAO Soils Bulletin No.56.

Davies DB, Eagle DJ, Finney JB. Soil management. Suffolk Farming Press. 1972. PP: 254.

Ebrahimian, HR, Ranji Z, Rezaei M. Sift resistance resource sugar beet to salinity in the greenhouse and field. Final report. 84/419. A.R.E.O. IR. 2005(in Persian, abstract in English)

Havlin JL.,Tisdale SL, Beaton JD, Nelson WL. Soil Fertility and Fertilizers. Pearson Prentice Hall. 2005. 515p

Hodaji M, Afyoni M. Lead concentrations in soil treated with sewage sludge and its uptake by plants. Third National Congress on Recycling and Renewable Resources in Organic Farming. Isfahan, Islamic Azad University Khovrasgan, Faculty of Agriculture. 24 to 26 May . 2007. (in Persian, abstract in English)

Jahadakbar MR, Marjovy AR,. Effect of salinity on nitrogen and potassium efficiency in sugar beet farming. Final Report. Center for Organization Research and Training documentation about Iranian Agriculture. 2003. (in Persian, abstract in English)

Jeangille P. Substrata for horticulture in subtropical and tropical regions. 1991. Pub. FAO.

Kabirinejad SM, Hodaji M, Afyoni M, Azadany N. Comparison of compost fertilizer and manure application on the concentration of lead in soil under corn cultivation. Third National Congress Recycling and Renewable Resources in Organic Farming. Isfahan,

Archive of SID

www.SID.ir

Islamic Azad University Khovrasgan, Faculty of Agriculture, 24 to 26 May 2007.(in Persian, abstract in English)

Marjovi AR. Effects of municipal compost on crop rotation .Final Report No. 553/81 dated 11/10/81 soil water Institute.2001.(in Persian, abstract in English)

Marjovi AR, Jahadakbar MR. Effects of municipal compost on soil chemical properties and quantitative and qualitative traits of sugar beet. Journal of Research and sugar beet, 2001. 18(1): 1-15 . (in Persian, abstract in English)

Pescod MB. Waste water treatment and use in agriculture. FAO.1992.

Pescode MB, Arar A. Treatment and use of sewage effluent for Irrigation. Butter Worths London. 1985. FAO Regional Seminar in Nicosia, Cyprus.

Reinefeld E, Ammerich E. Zur Bewertung der Bewertung der Qualitat von zuckerruben; Z. Zuckerind. 1986.111, 730-738.

Rhimi G. Studies on the effects of compost fertilizer salt Valvdgy amount of heavy metals uptake by corn from soils containing compost fertilizer. MS thesis, College of Agriculture, Isfahan University of Technology.1990.(in Persian, abstract in English)

Rafi M. Soil Physics, Tehran University Press .1990. 296.

Robin AK, Szmidt K, Andrew A, Dickson W. Use of compost in agriculture, Frequently Asked Questions (FAQs) .2001. Remade Scotland

Stratton ML, Barker A. Ragsdale A. Sheet composting overpowers weeds in restoration project. 2000.Biocycle 4: 57-59.

Szmidt RAK. Principles of composting. Technical Note.TN446. Pub.1997. SAC

Szmidt RAK. Report of the National waste strategy for Scotland. Composting Task Group. 1999.

Archive of SID

www.SID.ir