

بررسی تأثیر تراکم کرم E.Foetida بر pH، نسبت C/N و سرعت فرایند در فرایند تولید ورمی کمپوست از پسماندهای غذایی

چکیده

روزانه مقادیر زیادی زباله از اجتماعات انسانی به روش‌های مختلف دفع می‌شود. بخش چشمگیری از این زباله‌ها را مواد آلی تشکیل می‌دهند که بازیافت این مواد و بهره‌گیری از آنها به روش‌های مختلف به علت جلوگیری از آسیب به محیط زیست و حفظ منابع و انرژی مورد توجه انسان قرار دارد. یکی از روش‌های مناسب بازیافت این مواد، تولید کود آلی با استفاده از روش ورمی کمپوست است که با بهره‌گیری از خصوصیات کرم‌های خاکی به تغییر و تبدیل مواد زاید آلی به کود آلی مناسب کمک می‌کند. هدف از این مطالعه تعیین تأثیر تراکم کرم‌ها بر مقادیر pH و نسبت C/N که از شاخص‌های مهم کیفی کمپوست هستند و همچنین سرعت پیشرفت فرایند است. در این مطالعه از کرم خاکی گونه Eiseinia Foetida استفاده شد و ۵ محیط شامل ۱ محیط شاهد و ۴ محیط با تعداد کرم‌های متفاوت ایجاد شده و مقادیر pH، نسبت C/N و سرعت فرایند بررسی شد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار افزایش تعداد کرم بر pH نیست ($p > 0.05$). این مسئله نشان می‌دهد که افزایش تراکم کرم از ۰ تا ۲۴ تأثیر چندانی در تغییرات pH نداشته است. ولی میانگین pH در محیط‌های با کرم بیشتر، پایین‌تر است. بین تراکم کرم‌ها و نسبت C/N رابطه معنی‌داری به دست آمد. در تأثیر بر نسبت C/N، تراکم ۰ و ۶ کرم تفاوت معنی‌داری نشان ندادند ولی بین ۰ کرم و سایر محیط‌ها با تعداد کرم بیشتر، تفاوت معنی‌داری در نسبت C/N وجود داشت. کمترین مقدار نسبت C/N در محیط با تراکم ۱۸ کرم به دست آمده که آن را در حد استاندارد کلاس B کمپوست طی ۱ ماه فرایند شدن، قرار می‌دهد. همچنین بیشترین سرعت فرایند در تراکم ۱۸ کرم در ۷۰ گرم پسماند غذایی به دست آمد.

کلید واژه

تراکم، ورمی کمپوست، سرعت فرایند، E.Foetida، پسماند غذایی

سر آغاز

میلیون‌ها تن زباله آلی سالانه دفن، و یا سوزانده می‌شوند، هر یک از این روش‌ها در دفع زباله‌ها می‌تواند آسیب‌های متعددی به محیط زیست وارد کند و از لحاظ هزینه نیز جمع‌آوری و دفن، و یا سوزاندن این مواد هزینه‌های زیادی را به سازمان‌های مربوط تحمیل می‌کند. در روش دفن زباله، علاوه بر مشکلات و خطرهای ورود نیترات و سایر مواد آلاینده به آبهای زیرزمینی، اشغال فضای بیشتر توسط مواد زاید از دیگر معایب این روش به شمار می‌روند (Primoa, 2009; Sawyer, 1978; 2009).

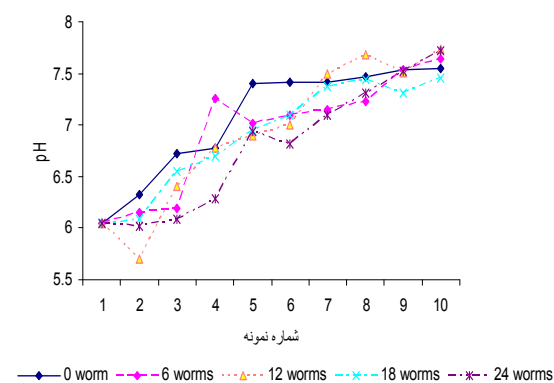
یکی از مهم‌ترین روش‌های فرآوری پسماندهای آلی، بازیافت آن به صورت کود آلی است. در نتیجه این فرایند، علاوه بر کاهش مشکلات بهداشتی و زیست‌محیطی، مقادیر زیادی کود آلی تولید می‌شود.

در این میان استفاده از کرم‌های خاکی برای تولید کود آلی از زباله جایگاه خاصی پیدا کرده است که کود حاصل ورمی کمپوست گفته می‌شود (افلاکیان، ۱۳۸۱؛ Tejada, 2009). کشور ایران سالانه

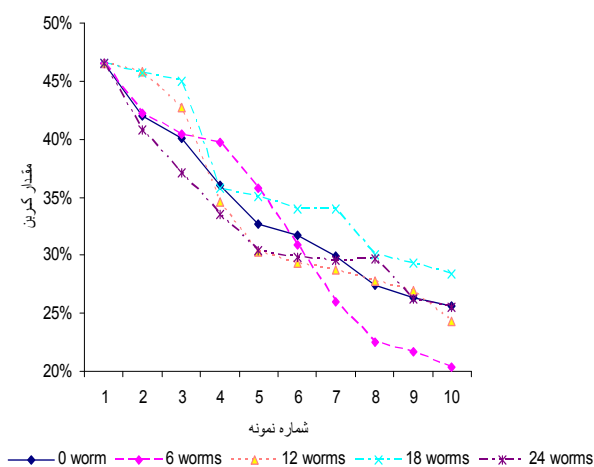
می شد (Richard, 2005). اندازه‌گیری مقدار کربن نمونه‌ها نیز با قرار دادن نمونه‌های رطوبت‌گیری شده پس از توزین در کوره مافلر به مدت ۲ ساعت در 550°C حرارت داده می‌شد و دوباره توزین شده و با تعیین مقدار Vs مقدار کربن محاسبه می‌شد (Richard, 2005 و Csuros, 1997). اندازه‌گیری مقدار نیتروژن نیز بر روی نمونه‌هایی به وزن ۰/۱ گرم به روش تیترومتری میکروکجدلال صورت گرفته و برای هر نمونه ثبت می‌شد (Csuros, 1997). برای آنالیز آماری داده از آزمون Multivariate و Linear Regression استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از آزمایش‌ها انجام گرفته برای تعیین تأثیر تراکم بر سرعت فرآیند، pH و نسبت C/N نیز که در ۵ محیط شامل چهار محیط نمونه و یک محیط شاهد انجام گرفت در نمودار شماره (۱) نشان داده شده است.



1-A



1-B

فقط از منابع زباله‌های شهری، ظرفیت تولید بیش از ۴ میلیون تن کود آلی ورمی کمپوست را داراست (فرجی، ۱۳۸۵).

در فرآیند تولید کمپوست با استفاده از کرم‌ها، پسماندهای آلی توسط کرم‌ها خورده شده و به کود تبدیل می‌شوند. در این روند با ورود مواد آلی به بدن کرم‌ها برخی باکتری‌های مفید که در تجزیه مواد نقش دارند به آنها افزوده شده و در تسریع فرآیند تجزیه مواد تأثیر می‌گذارند و همچنین بر تثبیت و تبدیل مواد معدنی مورد نیاز گیاهان اثر مثبت دارند (اصغرینیا، ۱۳۸۲ و Gupta, 2004).

در مطالعه‌ای که توسط Federico و همکارانشان صورت گرفته تأثیر مثبت افزودن ورمی کمپوسی به خاک در محصول گوجه فرنگی نشان داده شده است (Federico, 2007). همچنین نتایج مطالعه دیگری نشان‌دهنده افزایش رشد ساقه برنج و حاصلخیزی خاک با استفاده از ورمی کمپوست بوده است (Jeyabal, 2001).

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین تأثیر تراکم کرم‌ها در سرعت فرآیند و همچنین pH و نسبت C/N در فرآیند ورمی کمپوست، پس از آماده‌سازی پسماندها به مدت ۱۸ روز به‌طور هوازی، پسماندهای آماده‌سازی شده به بستر کرم‌ها اضافه شدند، بدین ترتیب که در قسمت پایین ظرف ۳۵۰ گرم بستر از ورمی کمپوست که در ظرف مورد نظر ارتفاع مناسبی برای جایگزینی کرم‌ها ایجاد می‌کرد، قرار گرفت و پنج ظرف محتوی ۳۵۰ گرم بستر ایجاد شد.

به یکی از آنها کرم اضافه نشد و به عنوان شاهد قرار گرفت. به چهار ظرف دیگر به ترتیب ۱۲۶، ۱۸ و ۲۴ عدد کرم (وزن شدند تا از لحاظ وزنی نیز ترتیب تقریباً حفظ شود) افزوده شدند. سپس به مقدار برابر ۷۰ گرم پسماند آماده‌سازی شده به هر یک از ظرف‌ها اضافه شد و ۱۰۰ گرم ورمی کمپوست نیز به عنوان پوشش بر روی آن قرار گرفت. محیط‌ها در این مرحله به ترتیب B_0 برای شاهد و B_4, B_3, B_2, B_1 علامت‌گذاری شدند و به مدت ۱ ماه مورد پایش قرار گرفتند. نمونه برداری در طول یک ماه به تعداد ۱۰ بار با توالی زمانی برابر صورت گرفت.

به هنگام نمونه‌برداری لایه پوششی بالای پسماند که رنگ کاملاً متمایزی از پسماند داشت در هر محیط کنار زده می‌شد و پس از برداشت نمونه دوباره بر روی پسماند غذایی درون محیط کشیده می‌شد. برای اندازه‌گیری pH، نمونه‌ها پس از خشک کردن در 105°C برای مدت ۲۴، با آب مقطر محلول شده و بعد از ۱۰ دقیقه ثابت از صافی عبور داده شده و pH آنها با استفاده از pH متر دیجیتال اندازه‌گیری

B3 و B4 میزان نیتروژن روند افزایش را نیز نشان داده، یا روند کاهشی آن کمتر بوده است، در محیط B3 میزان نیتروژن ۰/۱۹۶٪ افزایش نشان داده است.

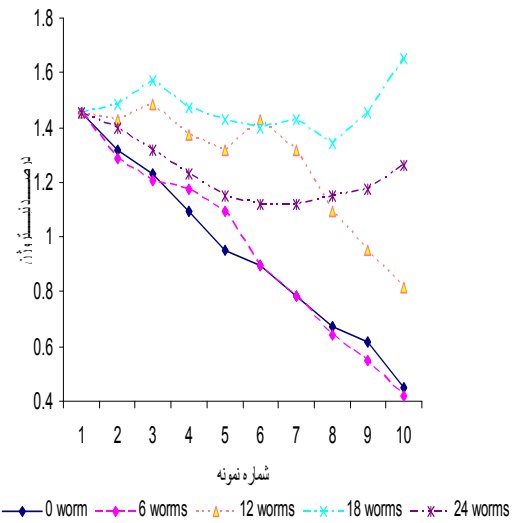
بیشترین مقدار افزایش pH در محیط B4 و بیشترین مقدار کاهش مقدار کربن را محیط B1 (۶ کرم) دارد. همچنین بیشترین مقدار کاهش نسبت C/N در محیط B3 دیده می شود. بیشترین مقدار کاهش میزان نیتروژن نیز در محیط B1 مشاهده می شود.

بحث و نتیجه گیری

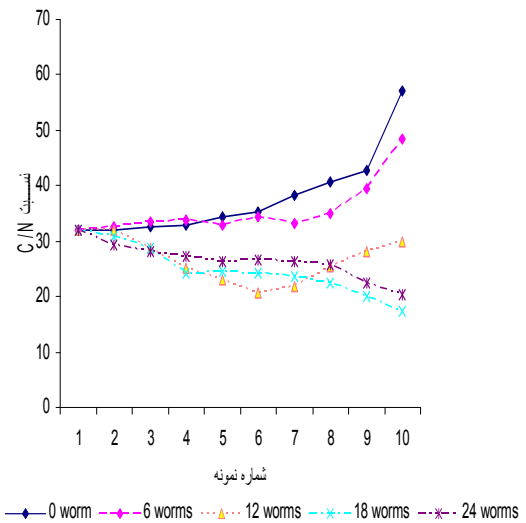
بررسی نتایج حاصل نشان دهنده این است که بین محیطهای مختلف از لحاظ تحلیل آماری برای pH، تفاوت معنی داری وجود ندارد. تحلیل مذکور در نرم افزار SPSS و با آنالیز Multivariate صورت گرفت. این مسئله نشان می دهد که افزایش تراکم کرم از ۰ تا ۲۴ تأثیر چندانی در تغییرات pH نداشته است.

ولی مقایسه میانگینها طبق نمودار شماره (۲)، نشان دهنده افت میانگین pH با افزایش تعداد کرمهاست و همچنین مقدار تفاوت در بین گروه شاهد بدون کرم و نمونههای کرم دار و همچنین بین ۱۸ کرم تا ۲۴ کرم چشمگیرتر است.

به دلایل ذکر شده می توان نتیجه گرفت که افزایش تعداد کرمها در نگهداری میزان pH در رنج استاندارد کلاس A ($pH=8/4-6/5$) می تواند مؤثر باشد (Brinton, 2000).



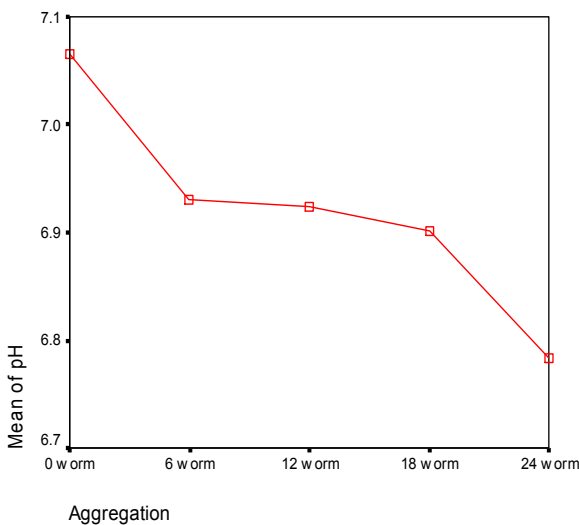
1-C



1-D

نمودار شماره (۱) A, B, C و D: تغییرات مقادیر pH، کربن، نیتروژن و نسبت C/N در محیط های مختلف، در طول مدت ۱ ماه انجام فرایند

نتایج حاصل مبین روندی افزایشی در نسبت C/N در محیط شاهد است که در نمونه های دیگر این روند کمتر شده و در نمونه های B3 (۱۸ کرم) و B4 (۲۴ کرم) نسبت C/N روند کاهشی داشته است. همچنین مقایسه نتایج حاصل نشان می دهد که میزان pH در همه محیطها روند افزایشی داشته است. درصد نیتروژن نیز به همراه درصد کربن در اغلب محیطها روند کاهشی داشته ولی در نمونه های



نمودار شماره (۲): مقایسه میانگین pH در تراکم های متفاوت

عامل محدودکننده تغذیه کرم‌ها، و یا عامل محدودکننده دیگری می‌تواند دلیل این روند باشد. البته کمترین مقدار نسبت C/N در محیط با تراکم ۱۸ کرم به دست آمده که آن را در حد کلاس B طی ۱ ماه فرایند شدن قرار می‌دهد. در نتایج به دست آمده مشاهده شده که در محیط‌هایی با ۰ و ۶ کرم، در نسبت C/N افزایش رخ داده که این مسئله ناشی از سرعت زیاد مصرف یا فرار نیتروژن از محیط نسبت به مصرف کربن است.

این در حالی است که در محیط‌های دیگر کاهش مقدار نیتروژن کمتر بوده و یا مقدار آن در اثر تثبیت و معدنی شدن ثابت باقی مانده یا افزایش یافته که توأم با کاهش مقدار کربن باعث کاهش مقدار C/N شده است و بنابراین هر چند در محیط با ۶ کرم بیشترین مقدار کاهش کربن را داریم ولی کاهش زیاد در مقدار نیتروژن و عدم تثبیت آن که این مسئله نیز می‌تواند ناشی از مناسب نبودن فعالیت باکتری‌ها، یا ناکافی بودن تعداد کرم‌ها در زیر و رو کردن و تغذیه مواد و در نتیجه تشکیل محل‌های بی‌هواری و خروج نیتروژن از محیط باشد، باعث عدم کاهش نسبت C/N شده است.

اگر سرعت فرایند را سرعت در رسیدن به نسبت C/N پایین‌تر که یکی از شاخص‌های رسیدگی کمپوست است در نظر بگیریم، بنابراین با آنالیز رگرسیون خطی این نسبت در تراکم‌های مختلف و داشتن شیب خط، می‌توان گفت که سرعت کدام تراکم در کاهش C/N بیشتر بوده است.

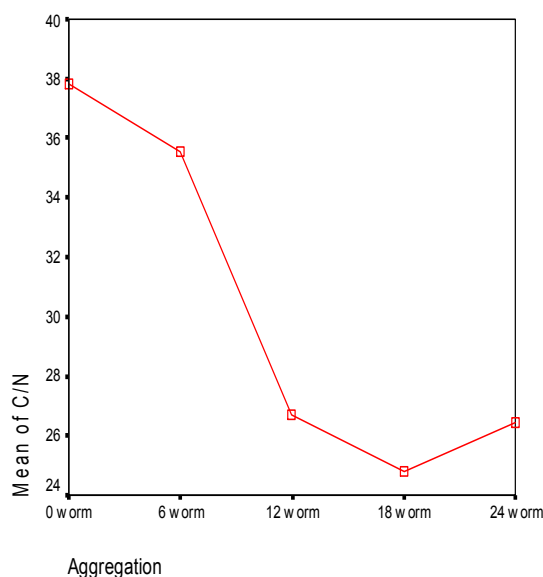
این آنالیز نشان داد که با افزایش تعداد کرم‌ها شیب خط رگرسیون C/N در جهت منفی افزایش یافته (یعنی سرعت کاهش C/N بیشتر شده)، که به ترتیب برای محیط‌های B0-B1-B2-B3-B4 مقادیر شیب ۰/۹۳، -۱/۴، -۰/۱۸، -۰/۳۹، و ۲/۵۱ است.

این نتایج نشان‌دهنده بیشترین شیب منفی در محیط با ۱۸ کرم است، بنابراین این محیط در زمان کمتری به رسیدگی بیشتری دست می‌یابد. این مسئله نیز جدای از هماهنگی و تناسب بیشتر در مصرف کربن و نیتروژن در فرایند نیست و نشان می‌دهد که در محیط با تراکم ۱۸ کرم در ۷۰ گرم پسماند با سرعت بیشتری کمپوست می‌رسد. هرچند که آنالیز آماری نشان داده که تفاوت این محیط با محیط‌های ۱۲ و ۲۴ کرمی معنی‌دار نیست ولی این تفاوت اندک نیز می‌تواند ناشی از وجود کرم‌های بیشتر در صرف پسماندهای غذایی باشد که با بیشتر شدن رقابت در محیط ۲۴ کرمی این روند دوباره افت می‌کند.

از آنجایی که مطالعات نشان داده که ورمی کمپوست در افزایش تبدیل نیتروژن آمونیاکی به نیتروژن نیتراتی (معدنی) مؤثر است (Bansal, 2000 و Federico, 2007)، می‌توان انگاشت که این موضوع در کنترل pH نیز مؤثر بوده و با کاهش آمونیاک از افزایش pH بیش از مقدار مطلوب جلوگیری می‌کند.

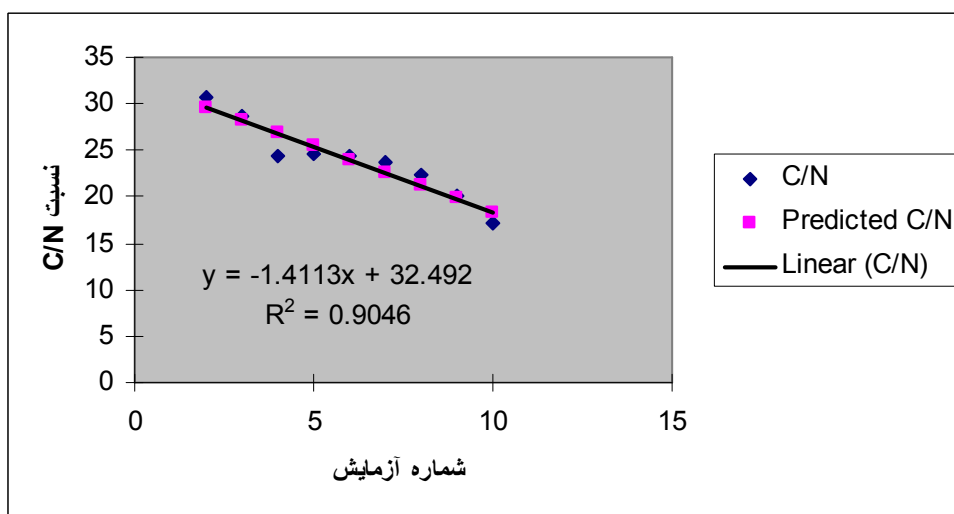
در بررسی تأثیر تراکم بر نسبت C/N نیز از آنالیز Multivariate و آزمون تعقیبی scheffe استفاده شد. نتایج حاصل از این آنالیز نشان می‌دهد که در تأثیر بر نسبت C/N، تراکم ۰ و ۶ کرم تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهند ولی بین ۰ کرم و سایر محیط‌ها با تعداد کرم بیشتر، تفاوت معنی‌داری در نسبت C/N وجود دارد (p-value < 0.05).

همچنین این آزمون نشان می‌دهد که بین ۱۲ کرم و ۱۸ و ۲۴ کرم نیز تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. بنابراین می‌توان گفت که همواره افزایش تراکم بر کاهش نسبت C/N تأثیر زیادی نمی‌گذارد. نمودار مقایسه میانگین‌های مقادیر C/N نیز به شکل زیر است.



نمودار شماره (۳): میانگین مقادیر نسبت C/N در تراکم‌های متفاوت

همان‌طور که در نمودار شماره (۳) نیز مشاهده می‌شود با افزایش تعداد کرم، نسبت C/N کاسته شده ولی در تراکم‌های ۱۲، ۱۸ و ۲۴ کرم این مقادیر نزدیک هم است و این مسئله می‌تواند ناشی از عدم افزایش بیشتر تعداد و فعالیت باکتری‌ها در حضور کرم‌های بیشتر باشد.



نمودار شماره (۴): خط رگرسیون مربوط به نسبت C/N در تراکم ۱۸ کرم

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از دانشگاه علوم پزشکی زنجان که تأمین هزینه‌های این تحقیق را بر عهده داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

اصغرینیا، ح. ۱۳۸۲. مقایسه کمپوست هوازی با کمپوست تهیه شده توسط کرم خاکی ورمی کمپوست از نظر زمان رسیدن و کیفیت میکروبی و شیمیایی، مجموعه مقالات ششمین همایش کشوری بهداشت محیط، مازندران.

افلاکیان، ا. ۱۳۸۱. تهیه کود کمپوست با استفاده از کرم‌های خاکی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

فرجی، ذ. علیخانی، ح. ثوابقی، غ. راستین، ن. ص. ۱۳۸۵. فناوری ورمی کمپوست، حلقه‌ای جایگزین در چرخه مواد، جهت نیل به بهداشت محیط زیست و توسعه پایدار، اولین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست.

Bansal, S., K.K., Kapoor.2000. Vermicomposting of crop residues and cattle dung with Eisenia foetida, Bioresource Technology, Volume 73, Issue 2, Pages 95-98

Brinton, F.W. 2000. Compost quality standards & guidelines, New York State Association of Recyclers, Dec 2000.

Csuros, M. 1997. Environmental Sampling and Analysis Lab Manual, CRC Press Inc; Spi edition, ISBN-13: 978-1566701785.

Federico,A. and et al . 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*), Bioresource Technology. 98 (15): 2781–2786.

Gupta, p.k. 2004. vermicomposting for sustainable agriculture, Agrobios(India)

Jeyabal, A., G.,Kuppuswamy. 2001. Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and its response in rice–legume cropping system and soil fertility, *Eur. J. Agron.*15(3): 153-170.

Primoa, O. and et al . 2009. Nitrate removal from electrooxidizedlandfill leachate by ion exchange. *Haz. Mat.* 164 (1): 389-393.

Richard,T.and et al. 2005: Cornell Composting, Cornell Waste Management Institute. Available in (http://compost.css.cornell.edu/Composting_homepage.html)

Sawyer, C.N., P.L.,McCarty.1978. *Chemistry for Environmental Engineering*, 3rd Edition. McGraw-Hill Book Company, NY, NY. 532 pp.

Tejadaa, M. and, et al. 2009. Effects of a vermicompost composted with beet vinasse on soil properties, soil losses and soil restoration. *CATENA.* 77(3): 238-247.