

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

روح الله رستمی^{*}، امیر نبئی^۱، اکبر اسلامی^۲، حسین نجفی صالح^۳

۱- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، مریم دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اسلام

۲- کارشناس بهداشت محیط، مستول آزمایشگاه تصفیه‌خانه فاضلاب شهری رجای nabe2005@yahoo.com

۳- استادیار بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی رجای eslami_akbar@yahoo.com

۴- داشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیبد پیشتری b_n_saleh@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۰۷/۰۷/۸۷ تاریخ بدیرش: ۰۳/۰۷/۸۸

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 Eisenia Foetida استفاده شد و محیط شامل ۱۰ 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($p\text{-value}>0.05$). این نتایج 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

سوآغاز

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

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 تحمل 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,

می شد (Richard, 2005). اندازه گیری مقدار کربن نمونه ها نیز با قرار دادن نمونه های رطوبت گیری شده پس از توزین در کوره مافلر به مدت ۲ ساعت در 55°C حرارت داده می شد و دوباره توزین شده و با تعیین مقدار VS مقدار کربن محاسبه می شد (Richard, 2005 و Csuros, 1997). اندازه گیری مقدار نیتروژن نیز بر روی نمونه هایی به وزن $1/10$ گرم به روش تیتریتمتری میکرو کجلال صورت گرفته و برای هر نمونه ثبت می شد (Csuros, 1997). برای آنالیز آماری داده از آزمون Linear Regression و Multivariate استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از آزمایش ها انجام گرفته برای تعیین تأثیر تراکم بر سرعت فرایند، 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.

فقط از منابع زباله های شهری، ظرفیت تولید بیش از ۴ میلیون تن کود آلی ورمی کمپوست را دارد است (فرجی، ۱۳۸۵).

در فرایند تولید کمپوست با استفاده از کرم ها، پسماندهای آلی توسط کرم ها خورد شده و به کود تبدیل می شوند. در این روند با ورود مواد آلی به بدن کرم ها برخی باکتری های مفید که در تجزیه مواد نقش دارند به آنها افزوده شده و در تسريع فرایند تجزیه مواد می گذارند و همچنین بر تثبیت و تبدیل مواد معنی مورد نیاز گیاهان اثر مثبت دارند (اصغری، ۱۳۸۲ و Gupta, 2004).

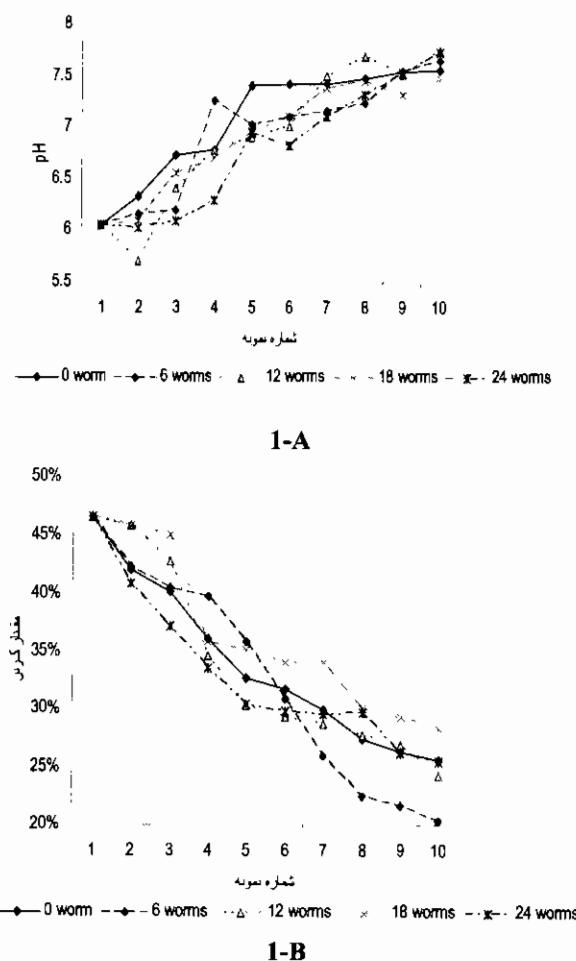
در مطالعه ای که توسط Federico و همکارانشان صورت گرفته تأثیر مثبت افزودن ورمی کمپوستی به خاک در محصول گوجه فرنگی نشان داده شده است (Federico, 2007). همچنین نتایج مطالعه دیگری نشان دهنده افزایش رشد ساقه برنج و حاصلخیزی خاک با استفاده از ورمی کمپوست بوده است (Jeyabal, 2001).

مواد و روش ها

به منظور تعیین تأثیر تراکم کرم ها در سرعت فرایند و همچنین pH و نسبت C/N در فرایند ورمی کمپوست، پس از آماده سازی پسماندها به مدت ۱۸ روز به طور هوایی، پسماندهای آماده سازی شده به بستر کرم ها اضافه شدند، بدین ترتیب که در قسمت پایین ظرف ۳۵۰ گرم بستر از ورمی کمپوست که در ظرف مورد نظر ارتفاع مناسبی برای جایگزینی کرم ها ایجاد می کرد، 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 ۲۴ و ۱۸، ۱۲ و ۶ عدد کرم (وزن شدنده تا از لحاظ وزنی نیز ترتیب تقریباً حفظ شود) افزوده شدند. سپس به مقدار برابر ۷۰ گرم پسماند آماده سازی شده به هر یک از ظرف ها اضافه شد و ۱۰۰ گرم ورمی کمپوست نیز به عنوان پوشش بر روی آن قرار گرفت. محیط ها در این مرحله به ترتیب B₀ برای شاهد و B₁, B₂, B₃, B₄ علامت گذاری 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 نمونه برداری لایه پوششی بالای پسماند که رنگ کاملاً متغیر از پسماند داشت در هر محیط کنار زده می شد و پس از برداشت نمونه دوباره بر روی پسماند غذایی درون محیط کشیده می شد. برای اندازه گیری pH، نمونه ها پس از خشک کردن در اون 105°C مدت ۲۴، با آب مقطر محلول شده و بعد از ۱۰ دقیقه ثبات از صافی عبور داده شده و pH آنها با استفاده از pH متر دیجیتال اندازه گیری



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.

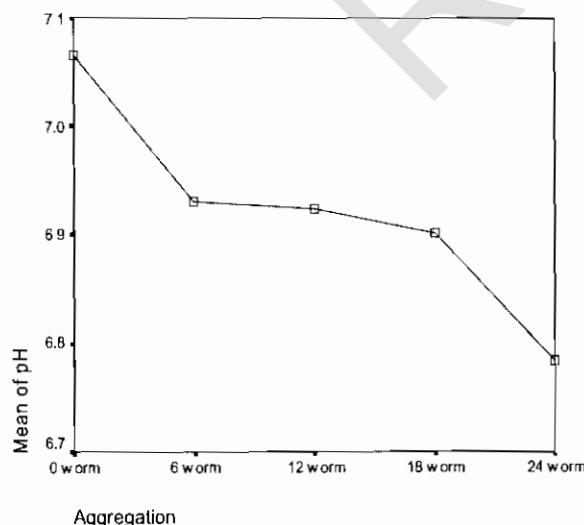
بیشترین مقدار افزایش pH در محیط B4 و بیشترین مقدار کاهش مقدار کربن را محیط B1 (۶ کرم) دارد. همچنین بیشترین مقدار کاهش نسبت C/N در محیط B3 دیده می شود. بیشترین مقدار کاهش میزان نیتروژن نیز در محیط B1 مشاهده می شود.

بحث و نتیجه گیری

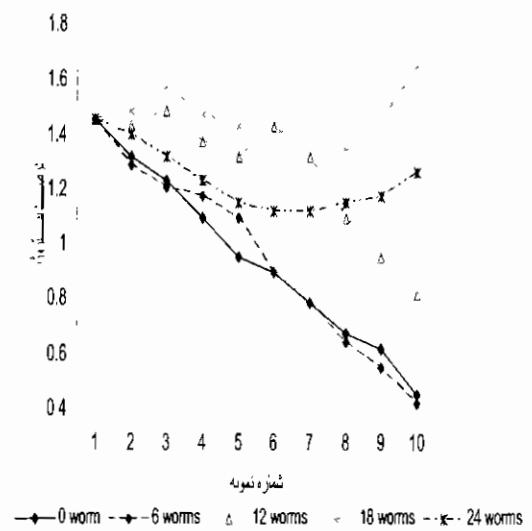
بررسی نتایج حاصل نشان دهنده این است که بین محیط‌های مختلف از لحاظ تحلیل آماری برای pH، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. تحلیل مذکور در نرم افزار spss و با آنالیز Multivariate صورت گرفت. این مسئله نشان می‌دهد که افزایش تراکم کرم از ۰ تا ۲۴ تأثیر چندانی در تغییرات pH نداشته است.

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 کرم‌دار و همچنین بین ۱۸ کرم تا ۲۴ کرم چشمگیرتر است.

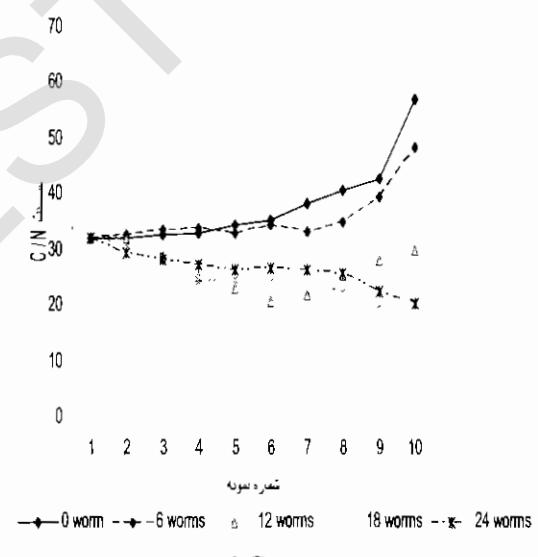
بهدلایل ذکر شده می‌توان نتیجه گرفت که افزایش تعداد کرم‌ها در نگهداری میزان pH در رنج استاندارد کلاس A ($pH=8/4-6/5$) می‌تواند مؤثر باشد (Brinton, 2000).



نمودار شماره (۲): مقایسه میانگین pH در تراکم‌های مختلف



1-C



1-D

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

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

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 فوار 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 بی‌هوایی 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 شبی خط، می‌توان گفت که سرعت کدام تراکم در کاهش C/N بیشتر بوده است.

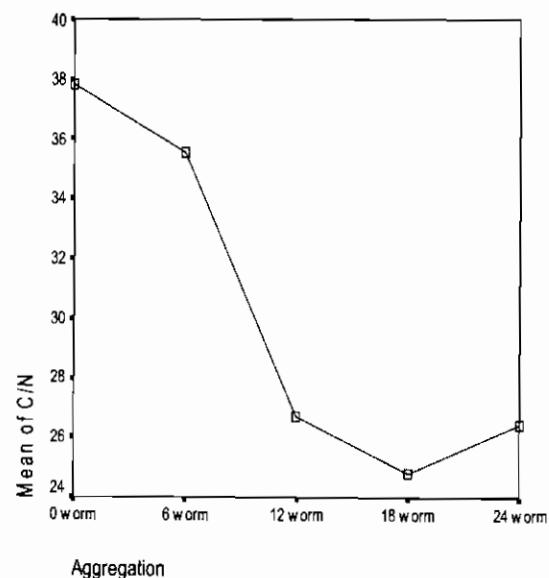
این آنالیز نشان داد که با افزایش تعداد کرم‌ها شبی خط رگرسیون C/N در جهت منفی افزایش یافته (یعنی سرعت کاهش C/N بیشتر شده)، که به ترتیب برای محیط‌های B0-B1-B2-B3-B4 مقادیر شبی ۹۳/۰، ۴/۰، ۳۹/۰، ۱۸/۰ و ۵۱/۲ است.

این نتایج نشان‌دهنده بیشترین شبی 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 انداز 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 (Federico, 2007 و Bansal, 2000)، می‌توان انگاشت که این موضوع در کنترل pH نیز مؤثر بوده و با کاهش آمونیاک از افزایش pH بیش از مقدار مطلوب جلوگیری می‌کند.

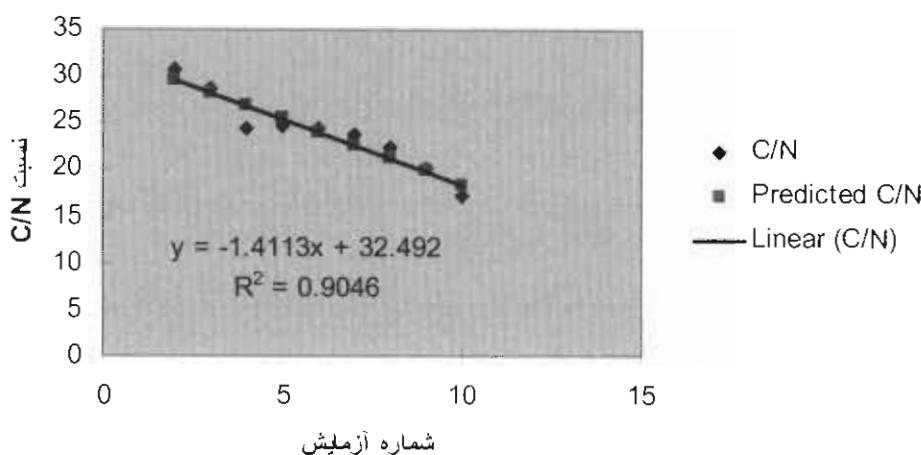
در بررسی تأثیر تراکم بر نسبت C/N نیز از آنالیز Multivariate scheffe استفاده شد. نتایج حاصل از این آنالیز نشان می‌دهد که در تأثیر بر نسبت C/N، تراکم ۰ و ۶ کرم تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهند ولی بین ۰ کرم و سایر محیط‌ها با تعداد کرم بیشتر، تفاوت معنی‌داری در نسبت C/N وجود دارد ($p-value < 0.05$).

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 فدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

اصغرنبا، ح. ۱۳۸۲. مقایسه کمبوست هوایی با کمبوست نهبه شده توسط کرم حاکی ورمی کمبوست از نظر رمان رسیدن و کیفیت میکروبی و شبیه‌سازی، مجموعه معالاب نسخه‌ی همایش کسری بهداشت محیط، مارندran.

افلاکیان، ا. ۱۳۸۱. نهبه کود کمبوست با استفاده از کرم‌های خاکی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات بهران.

فرجی، د. علیخانی، ح. نوافی، غ. راسنین، ن. ص. ۱۳۸۵. فناوری ورمی کمبوست، حلقه‌ای جایگزین در جرخه مواد، جهت نبل به بهداشت محیط ریسپ و نوسعه پایدار، اولین همایش نخصصی 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 vinasé on soil properties, soil losses and soil restoration. CATENA. 77(3): 238-247.