Archive of SID

تأثیر بقایای آلی مختلف بر برخی خصوصیات و روند تغییرات عناصرغذایی در فرآیند تولید ورمی‌کمپوست

فرناز هوشیار جبل کندی[1]، علی عباسپور، میر حسن رسولی صدقیانی و حمیدرضا اصغری

دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه صنعتی شاهرود؛ **f.houshyar91@yahoo.com**

دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه صنعتی شاهرود؛ **abbaspour2008@gmail.com**

دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه ارومیه؛ **hr.sadaghiani@yahoo.com**

دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه صنعتی شاهرود؛ **hamidasghari@gmail.com**

دریافت: **95/9/7** و پذیرش: **96/4/12**

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تغییرات برخی عناصر غذایی موجود در بقایای آلی در فرآیند تولید ورمی‌کمپوست انجام گردید. مواد آلی شامل کود گاوی + سبوس گندم (CB)، کود گاوی+ کاه و کلش (CS)، کود گاوی+ لاشبرگ درختان چنار و افرا (CL)، کود گاوی+ بقایای هرس درختان سیب و انگور (CP)، کود گاوی+ ضایعات عرقیات بادرنجبویه (CE) به همراه تیمار شاهد کود گاوی (C) در حضور کرم خاکی *Eisenia fetida* تیمار گردید و در زمانهای صفر، 60، 120 و- 180 روز برخی خواص کمپوست‌ها و تغییرات عناصر غذایی ارزیابی گردید. مقادیر EC با گذشت زمان در تمام بقایای آلی افزایش معنی‌داری داشت (EC:1/9-3/8 dS/m) و pH در محدوده خنثی تا قلیایی قرار گرفت (pH:6/5-7/4)، مقادیر CEC به طور معنی‌داری در تمام تیمارها افزایش نشان داد و بیشترین مقدار آن در زمان 180 روز در تیمار CS (364cmol$_+$/kg) مشاهده گردید. همچنین مقادیر فسفر و پتاسیم در بقایای آلی تجزیه شده به طور معنی‌داری افزایش یافت و بیشترین مقدار این عناصر در تیمارهای CP و CS به ترتیب 1/01 و 2/31% بود. مقدار نیتروژن در تیمارهای CP، CE و CL به ترتیب 2/51، 1/97 و1/91 برابر مقدار اولیه افزایش نشان داد و میزان کربن آلی در طول تجزیه بقایا بطور معنی‌داری کاهش یافت و بیشترین کاهش میزان کربن آلی در تیمار CE وC به ترتیب 0/54 و0/52 برابر مقادیر اولیه مشاهده گردید. نسبت C/N در کلیه تیمارها بطور معنی‌داری کاهش یافت که در تیمارهای CP و C بیشترین و کمترین مقادیر کاهش نسبت C/N به ترتیب 0/22و0/47 برابر مقادیر اولیه مشاهده گردید و مقدار نهایی این نسبت به ترتیب 8/28 و 8/10 شد. مقادیر NO_3^- و NH_4^+ در طول فرایند تولید ورمی‌کمپوست، بطور معنی داری افزایش یافت و مقدار نیترات در تمام بقایای آلی بیشتر از آمونیوم بود. افزایش میزان عناصر غذایی ناشی از معدنی شدن مواد آلی، عاملی مؤثر در رسیدگی ورمی‌کمپوست می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بقایای آلی، عناصر غذایی، ورمی‌کمپوست، کرم خاکی *Eisenia fetida*

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: ارومیه، پردیس نازلو، دانشگاه ارومیه، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی علوم خاک

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

رشد فزاینده جمعیت و الگوی زندگی مصرفی، تولید مقادیر بسیار زیادی از ضایعات کشاورزی، صنعتی و پسماندهای جامد را به دنبال دارد، به دلیل کمبود مکان-های دفن و قوانین زیست محیطی، دفع این ضایعات با مشکل روبرو است که متأسفانه قسمت اعظم ضایعات کشاورزی در مزارع و باغات سوزانده و یا در گوشه‌ای رها می‌شوند و موجب آلودگی محیط زیست می‌شود. یک راه عملی برای حل این مشکل تبدیل این ضایعات به ورمی‌کمپوست می‌باشد (هنرور و همکاران، 1390). تولید ورمی‌کمپوست یک فناوری ترکیبی از دو فرآیند پرورش کرم خاکی و تولید ورمی‌کمپوست می‌باشد. منبع غذایی مناسب کرم‌خاکی همچنین مناسب‌ترین درصد اختلاط مواد غذایی مختلف می‌تواند نقش قابل توجهی در سرعت رشد، تکثیر و تغذیه کرم خاکی داشته و در نهایت ورمی-کمپوست با کیفیت و مرغوبیت بالا تولید نماید (موبوتا و ون رینسبورگ، 2003).

کرم‌های خاکی پنج تا 10% مواد بلعیده شده را برای رشد و فعالیت متابولیکی جذب و بقیه به صورت فضولات کرم خاکی (Cast) و ترشحات همراه با مخلوط دیواره داخلی روده و میکرب‌ها دفع می‌شود (گومز-براندز و همکاران، 2008). ورمی کمپوست از خلل و فرج زیاد، ظرفیت بالای تهویه، زه‌کشی مناسب و ظرفیت نگهداری آب زیادی برخوردار است. ورمی‌کمپوست حاوی اکثر عناصر غذایی قابل دسترس مثل نیترات، فسفر، کلسیم و پتاسیم محلول برای گیاه است و شواهد بسیاری مبنی بر کیفیت بالاتر کود حاصله از این روش و تأثیر مثبت آن بر رشد و عملکرد گیاهان مختلف وجود دارد (کاوشیک و گارگ، 2003)، همچنین وجود عناصر میکرو مانند آهن، روی، مس و منگنز از دیگر مزایای کود ورمی کمپوست می‌باشد (آتیه و همکاران، 2000).

در مطالعاتی که بر روی فضولات کرم‌های خاکی صورت گرفت، مقدار نیتروژن 15 برابر و پتاسیم هفت برابر و منیزیم دو برابر بیشتر از مواد اولیه گزارش شده است (مجلسی و همکاران، 2012) و این بیانگر این مطلب است که ورمی‌کمپوست از نظر مواد غذایی غنی بوده و در طی فرآیند ورمی‌کمپوست عناصر ضروری گیاه مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم موجود در ضایعات آلی به شکل قابل دسترس برای گیاه تبدیل می‌شود (ندگوا و تامپسون، 2001). گارگ و همکاران (2006) گزارش کردند که درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم در فرآیند ورمی-کمپوست شدن ضایعات افزایش می‌یابد، در حالی‌که pH و کربن آلی کل به تدریج کاسته شده و این کاهش تابعی از طول دوره ورمی‌کمپوست شدن، می باشد. پتاسیم و فسفر در اثر آنزیم‌های روده کرم خاکی و فعالیت میکروفلور، در فضولات کرم‌های خاکی افزایش یافته. از طرفی نسبت C/N در ورمی‌کمپوست به دلیل مصرف کربن مواد آلی در فعالیت‌های کرم خاکی و سوخت و ساز و معدنی شدن نیتروژن، کاهش می‌یابد و این باعث افزایش بیشتر فعالیت کرم‌های خاکی و رشد و تولید مثل بیشتر و نیز بیانگر بلوغ ورمی‌کمپوست و پیشرفت تجزیه مواد می‌باشد (مورایس و گویدا، 2003). این تحقیق به منظور ارزیابی تغییرات کربن آلی و عناصر غذایی ضروری رشد گیاه در فرایند تشکیل ورمی‌کمپوست از بقایای آلی مختلف انجام گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی عناصر غذایی موجود در ورمی‌کمپوست حاصل از منابع مختلف آلی، آزمایشی درگلخانه تحقیقاتی گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه انجام شد (سال1392). این مطالعه به صورت طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای مورد استفاده شامل تیمار شاهد کود گاوی (C)[1]، کود گاوی + سبوس گندم (CB)[2]، کود گاوی+کاه و کلش (CS)[3]، کود گاوی + لاشبرگ درختان چنار و افرا (CL)[4]، کود گاوی+بقایای هرس درختان سیب و انگور (CP)[5] و کود گاوی+ضایعات عرقیات بادرنجبویه (CE)[6] که با نسبت حجمی (1:3) در جعبه‌های چوبی به ابعاد 30*30*20 ریخته شد و به مدت 4 هفته تا 60 درصد رطوبت اشباع نگه‌داری شدند. پس از این مدت تعداد 40 عدد کرم‌خاکی با وزن بیوماس یکسان (0/2± 9/4 گرم) از گونه *Eisenia fetida* به جعبه‌ها افزوده شدند. در طول مدت زمان آزمایش تیمارها در شرایط ثابت دمایی 20 تا 25 درجه سانتی‌گراد و رطوبت 60 درصد ظرفیت نگهداری آب، فرآیند تولید ورمی-کمپوست ادامه یافت. در زمان‌های صفر، 60، 120و 180روز پس از انکوباسیون از تیمارها نمونه برداری انجام گردید. نمونه‌ها هوا خشک شد و پس از عبور از الک دو میلیمتری برای تجزیه‌های شیمیایی آماده شدند. خصوصیات شیمیایی ورمی‌کمپوست‌های حاصله شامل EC و pH در نسبت حجمی 1 به 5 ورمی‌کمپوست به آب

1. Control
2. Control + wheat Bran
3. Control + Straw
4. Control + Leaves of plane trees and maple
5. Control + Pruning apple trees and grapes
6. Control + Extracts waste of *Melissa officinalis*

www.SID.ir

Archive of SID

مقطر و CEC به روش استات سدیم (باور و همکاران، 1952) اندازه‌گیری گردید. اندازه‌گیری فسفر و پتاسیم کل در عصاره حاصل از هضم خشک و به ترتیب به روش کالریمتری و فلیم فتومتری، کربن آلی با روش والکی و بلک (نلسون و سومرز، 1982) و نیتروژن کل در عصاره حاصل از هضم‌تر به روش کجلدال و نیتروژن معدنی (آمونیوم و نیترات) به روش کجلدال (کینی و نلسون، 1982) تعیین گردیدند. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای SPSS و MSTATC و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

جدول 1 نتایج تجزیه واریانس خصوصیات شیمیایی ورمی‌کمپوست حاصل از بقایای آلی در طول مدت زمان تهیه ورمی‌کمپوست را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین زمان‌های مختلف و همچنین بقایای آلی مختلف در کلیه صفات اندازه‌گیری شده، اختلاف آماری معنی‌داری (p 0/001 >) وجود دارد (جدول 1).

جدول 1- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات شیمیایی ورمی‌کمپوست حاصل از بقایای آلی مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		pH	EC	CEC
زمان (T)	3	1/76 ***	4/57***	3779/3***
ماده آلی (OM)	5	1/24 ***	3/84***	1472/3***
T*OM	15	0/73 ***	0/24***	346/9***
خطا	48	0/01	0/62	24/64
ضریب تغییرات	-	1/55	4/56	1/56

*** و ns به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح 0/1 درصد و عدم تفاوت معنی‌دار می باشد.

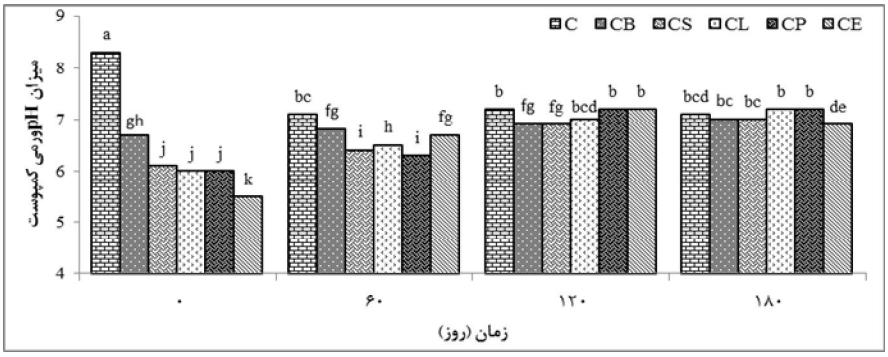
نتایج مقایسه میانگین‌ها اثرات متقابل زمان و بقایای آلی (شکل 1) نشان داد که pH در طول زمان‌های نمونه برداری افزایش یافت و به طرف شرایط خنثی تغییر کرد. در زمان‌های اول و دوم به دلیل بالا بودن میزان آمونیوم در تیمار C و CB مقدار pH در این محیط بالاتر بود (شکل 1). با گذشت زمان، در زمان‌های دوم و سوم با ایجاد تغییرات در بقایای آلی و کمپوست شدن موادآلی شرایط را برای فعالیت کرم‌های خاکی تغییر داده باعث افزایش pH در کلیه بقایای آلی شده است. این افزایش در مقادیر pH در زمان چهارم کمتر بود. به نظر می‌رسد به مرور زمان با تغذیه کرم‌های خاکی از بقایای آلی، تولید اسیدهای آلی توسط میکروارگانیسم‌ها و کرم‌های خاکی و همچنین معدنی شدن نیتروژن pH محیط به سمت خنثی تغییر یافته است. در مطالعات کمیلز و هام (2006) عنوان شده در اثر فعالیت‌های سوخت و ساز میکربی و فعالیت کرم‌های خاکی، اسیدهای آلی تولید و در ساختار فضولات کرم‌های خاکی (Cast) تجمع یافته و باعث کاهش pH می‌شود و از طرفی در طول فرآیند تشکیل ورمی-کمپوست، فرآیند معدنی شدن نیتروژن نیز رخ می‌دهد، میزان NH_4^+ تولیدی افزایش یافته و باعث افزایش pH می‌شود به دلیل رخ دادن دو فرآیند همزمان و مؤثر بر تغییرات pH، تغییرات این پارامتر اندک بوده و به سمت تعادل میل می‌کند و شرایط ایده‌آل برای فعالیت بیشتر کرم‌های خاکی مهیا می‌شود که البته این نتایج توسط فارس و همکاران (2005) نیز بدست آمد.

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل زمان و بقایای آلی (شکل 2) نشان داد که در زمان‌های نمونه برداری مقادیر EC افزایش یافت. در زمان دوم بیشترین تغییرات EC (شکل 2) مربوط به تیمار CL بود و به نظر می‌رسد که احتمالاً به دلیل بالا بودن EC اولیه بالای تیمار مورد نظر باشد، ولی به دلیل ساختار قابل تجزیه و شرایط کیفی مطلوب و مورد پسند مواد غذایی، مشکل خاصی برای کرم‌های خاکی ایجاد نکرده و آنها به راحتی به رشد و فعالیت پرداخته‌اند. به نظر می‌رسد که آزاد شدن یون-های حاصل از تجزیه مواد آلی در طی فرآیندهای هضم و دفع کرم‌های خاکی می‌تواند دلیلی بر افزایش EC در تیمارها باشد. در مطالعات پرامانیک و همکاران (2007) گزارش شده است با گذشت زمان و ایجاد تغییرات در

www.SID.ir

Archive of SID

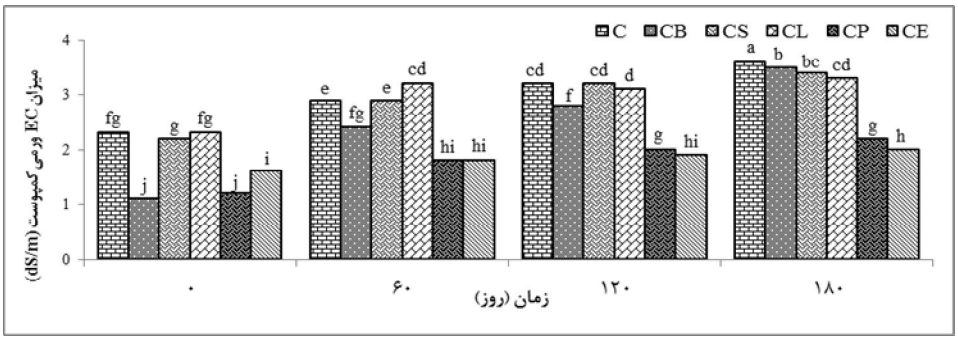
بقایای آلی و افزایش فعالیت کرم‌های خاکی در بقایای آلی مقادیر EC افزایش یافت.



شکل 1- اثرات متقابل زمان و بقایای آلی بر میزان pH ورمی‌کمپوست

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

کود گاوی(C)، کود گاوی + سبوس گندم (CB)، کود گاوی + کاه و کلش گندم (CS)، کود گاوی + بقایای گیاهی درختان چنار و افرا (CL)، کود گاوی + ضایعات هرس درختان انگور و سیب (CP) و کود گاوی + ضایعات عرقیات بادرنجبویه (CE)



شکل 2- اثرات متقابل زمان و بقایای آلی بر میزان (EC(dS/m ورمی‌کمپوست

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

کود گاوی(C)، کود گاوی + سبوس گندم (CB)، کود گاوی + کاه و کلش گندم (CS)، کود گاوی + بقایای گیاهی درختان چنار و افرا (CL)، کود گاوی + ضایعات هرس درختان انگور و سیب (CP) و کود گاوی + ضایعات عرقیات بادرنجبویه (CE)

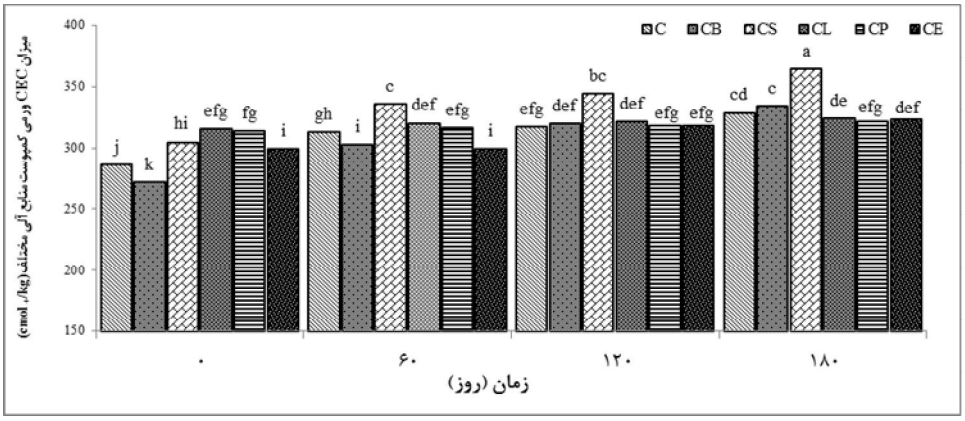
در تمام بقایای آلی در طول فرآیند کمپوست-سازی CEC افزایش یافت و بالاترین CEC در زمان 180 روز مربوط به تیمار CS (364cmol $_+$ /kg) مشاهده گردید (شکل 3). در زمان دوم بیشترین میزان CEC در تیمار CS مشاهده شد (شکل 3). با گذشت زمان، افزایش فعالیت کرم‌های خاکی و تغییر در ساختار بقایای آلی که به ذرات ریزی تبدیل شده‌اند تأثیر مثبتی بر میزان CEC داشته است و باعث افزایش CEC در تمام بقایای آلی شده است. در مطالعات پرامانیک و همکاران (2007) بیان شده است در اثر تغذیه کرم‌های خاکی، موادآلی موجود در محیط به ذرات ریزتری خرد شده و باعث افزایش سطح ویژه ورمی‌کمپوست، افزایش ظرفیت تبادلی عناصر غذایی و افزایش میزان عناصر غذایی در محیط می‌باشد که این امر در افزایش مقدار CEC نقش مؤثری داشته است.

مطالعات شی- وی و فو- ژن (1991) نشان داد که ورمی‌کمپوست دارای سطح ویژه بالایی بوده، همچنین دارای مکان‌های ریز برای فعالیت میکربی و جذب و نگهداری عناصر غذایی می‌باشد و نتایج مشابهی توسط

www.SID.ir

Archive of SID

مرادی و همکاران (2014) گزارش گردید و نشان داده شد که ورمی‌کمپوست دارای سطح ذرات بیشتری برای تبادل عناصر غذایی می‌باشد.



شکل 3- اثرات متقابل زمان و بقایای آلی بر میزان (cmol + /kg) CEC ورمی‌کمپوست
میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.
کود گاوی(C)، کود گاوی + سبوس گندم (CB)، کود گاوی + کاه و کلش گندم (CS)، کود گاوی + بقایای گیاهی درختان چنار و افرا (CL)، کود گاوی + ضایعات هرس درختان انگور و سیب (CP) و کود گاوی + ضایعات عرقیات بادرنجبویه (CE).

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس غلظت عناصر غذایی در ورمی‌کمپوست حاصل از بقایای آلی مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		N	P	K	O.C	C/N
زمان (T)	3	6/39 ***	1/02***	2/55 ***	1586/3***	1623/7***
ماده آلی (OM)	5	0/38 ***	0/44***	1/25 ***	137/31***	58/2***
T*OM	15	0/27 ***	0/051***	0/1***	4/41***	35/8***
خطا	48	0/03	0/0004	0/008	0/49	1/1
ضریب تغییرات	-	7/62	3/42	9/11	2/17	7/1

***، ** و ns به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح 0/1 درصد، 1 درصد و عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

بررسی غلظت عناصر غذایی در ورمی‌کمپوست حاصل از بقایای آلی مختلف

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بین زمان‌های مختلف و همچنین بقایای آلی مختلف در کلیه این صفات اختلاف آماری معنی‌داری (p <0/001) وجود دارد (جدول 2). نتایج مقایسه میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 % نشان داد (جدول 3) مقدار نیتروژن در بقایای آلی مورد آزمایش از 1/23% (CS) تا 3/53% (CE) متغیر بود و در کل در تمام بقایا در طول فرایند تشکیل ورمی‌کمپوست میزان نیتروژن بطور معنی‌داری افزایش نشان داد که علت آن کاهش حجم بقایای اولیه (معدنی شدن نیتروژن) می‌باشد. بیشترین مقدار افزایش نیتروژن در بین تیمارهای CE (3/53%)، CP (3/36%) و CL (3/24%) مشاهده گردید. این افزایش مقدار نیتروژن به ترتیب 1/97، 2/5 و1/91 برابر مقدار اولیه نیتروژن (زمان صفر روز) در مواد آلی بود. افزایش جمعیت کرم‌های خاکی و فعالیت بیشتر آنها سبب افزایش سرعت معدنی شدن نیتروژن در بین تیمارها شده و بیشترین تغییرات غلظت نیتروژن در تیمار CP مشاهده شد که در زمان اول 1/34% و در زمان چهارم به 3/36% افزایش یافته است.

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل زمان و بقایای آلی (جدول 3) نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین بقایای آلی در طول مدت زمان تهیه ورمی‌کمپوست بود. تغییرات نیتروژن در زمان اول (صفر روز) بین 2/3- 1/2%

www.SID.ir

Archive of SID

بود که این تغییرات در تیمارهای C و CS مشاهده شد، میزان کربن آلی در زمان اول (صفر روز) در تیمار C (39/8%) و CE (51/8%) به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار را داشت و به نظر می‌رسد کرم‌های خاکی در محیط‌های که میزان نیتروژن بیشتر و نسبت C/N کمتر باشد تا حدود 20 تا 35، تمایل بیشتری به رشد و فعالیت دارند ولی کاهش زیاد میزان کربن آلی نیز سبب توقف رشد و فعالیت کرم‌های خاکی خواهد بود که در مطالعه رستمی و همکاران (1388) به این مطلب اشاره شده است. آتیه و همکاران (2000) گزارش نمودند که تغذیه کرم‌های خاکی از بقایای آلی و عبور آنها از دستگاه گوارشی کرم‌های خاکی و تأثیر آنزیم‌های روده کرم‌های خاکی باعث معدنی شدن نیتروژن شده و نیتروژن به فرم-های معدنی شامل آمونیوم و نیترات در ساختار فضولات کرم‌های خاکی (Cast) ظاهر می‌شود و با گذشت زمان و تغذیه کرم‌های خاکی بر میزان آمونیوم و نیترات اضافه شده ولی احتمالاً به دلیل اینکه آمونیوم به صورت آمونیاک از محیط خارج شده و یا سریعاً به نیترات تبدیل شود این افزایش آمونیوم کمتر مشاهده شده است که مشاهدات مشابهی نیز بوسیله سینها و همکاران (2010) در این زمینه گزارش شده است. آتیه و همکاران (2002) گزارش نمودند علاوه بر تأثیر آنزیم‌های روده کرم‌های خاکی، معدنی شدن فسفر و فعالیت باکتری‌های که باعث دفع مواد حاوی فسفاتاز می‌شوند، با گذشت زمان و افزایش جمعیت و فعالیت کرم‌های خاکی روند معدنی شدن عناصر با سرعت بیشتری انجام شده و باعث افزایش عناصر غذایی در فضولات کرم‌های خاکی (Cast) شده است که این نتایج با مطالعه ندگوا و تامپسون (2001) مطابقت دارد.

در مطالعه پلاز و همکارانش (2008) گزارش شده است در طی فرآیند تشکیل ورمی‌کمپوست از کود گاوی و تفاله زیتون، میزان نیتروژن به دلیل معدنی شدن مواد غنی از کربن افزایش داشته و این به دلیل فعالیت باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن می‌باشد و مقدار نهایی نیتروژن به میزان تجزیه و نیتروژن اولیه مواد بستری بستگی دارد و علاوه بر این به ترشحات و مواد دفعی نیتروژن‌دار توسط کرم‌ها مربوط می‌شود. در مطالعه سوتار (2009) بر روی تولید ورمی‌کمپوست از ضایعات سبزیجات گزارش نمود افزایش نیتروژن به دلیل معدنی شدن آن وبیشتر نیتروژن معدنی در ورمی‌کمپوست در فرم نیترات بود که البته این نتایج توسط خویراکپام و بهارگوا (2009) نیز بدست آمد.

نتایج مقایسه میانگین در جدول 3 نشان داد در کلیه بقایای مورد آزمایش در طول فرایند ورمی‌کمپوست سازی میزان نیترات افزایش یافت و میزان آمونیوم به نسبت کمتری نسبت به نیترات افزایش یافت. محدوده تغییرات نیترات در بقایای مورد آزمایش از 28/04mg/kg (C) تا 82/13 mg/kg (CE) متغیر بود و در مورد آمونیوم محدوده تغییرات از 28 mg/kg (CE) تا 70/32 mg/kg (CB) متغیر بود. بیشترین مقدار افزایش نیترات در تیمارهای CE (82/13 mg/kg) و CP (78/4 mg/kg) مشاهده گردید. با گذشت زمان و تغذیه کرم های خاکی از بقایای آلی، تأثیر آنزیم‌های روده کرم خاکی سبب معدنی شدن نیتروژن شده و بیشترین تغییر در مقدار نیترات مشاهده گردید، همچنین بیشترین مقدار افزایش آمونیوم در تیمارهای CB (61/6 mg/kg) و C (59/7 mg/kg) مشاهده شد. افزایش زیاد مقدار یون آمونیوم در این تیمارها احتمالاً به دلیل وجود مقدار اولیه بیشتر یون آمونیوم در این تیمارها بوده استکه با نتایج حاصل از مطالعات آتیه و همکاران (2000) مطابقت دارد. در مطالعات بنیتو و همکاران (2003) بیان شده است با گذشت زمان و افزایش سرعت معدنی شدن نیتروژن، فرم نیترات در ورمی‌کمپوست بیشتر از آمونیوم افزایش یافت که می‌تواند ناشی از تبدیل آمونیوم به نیترات در فرآیند نیتریفیکاسیون باشد.

نتایج مقایسه میانگین (جدول 3) نشان داد مقدار فسفر در بقایای آلی از (CB) 0/18% تا (CS) 1/02% متغیر بود. در تمام بقایای آلی در طول فرایند ورمی-کمپوست سازی میزان فسفر بطور معنی‌داری افزایش نشان داد. بیشترین مقدار افزایش فسفر در تیمارهای CS (1/02%) و CP (1/01%) و کمترین مقدار افزایش آن در تیمار CB (0/34%) که به ترتیب 4/6، 3/6 و 1/8 برابر نسبت به مقدار اولیه‌ی آن (زمان صفر روز) در بقایای آلی بوده و افزایش کم مقدار فسفر احتمالاً به دلیل تأخیر در فعالیت کرم‌های خاکی، کاهش فعالیت بیولوژیک و معدنی شدن فسفر آلی باشد. در اثر تغذیه کرم‌های خاکی و عبور مواد آلی از دستگاه گوارشی کرم‌های خاکی و تأثیر آنزیم-ها و ریز موجودات روده کرم‌های خاکی باعث دفع مواد حاوی فسفاتاز شده و میزان فسفر در فضولات کرم‌های خاکی(Cast) افزایش یافت. در مطالعه مدن و یادار (2012) بیان شد که به دلیل فعالیت باکتری‌ها و معدنی شدن فسفر با گذشت زمان مقدار فسفر افزایش می‌یابد و این مطلب در مطالعات گومز- براندز و همکاران (2008) گزارش شده و با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 3- جدول مقایسه میانگین عناصر غذایی موجود در ورمی کمپوست حاصل از بقایای آلی مختلف

زمان (روز)	بقایای آلی	N	P	K	O.C	C/N	NO_3^-	NH_4^+
		٪					mg/kg	
0	C	2/33 g	0/45i	0/59lm	39/8 e	17/23 d	28/04 i	29/22 i
	CB	1/74 h	0/18 m	0/53m	46/9 c	27 c	49/45 de	70/32 a
	CS	1/23 i	0/22 l	0/95hi	45/2 d	36/76 a	36/46 gh	32/51 hi
	CL	1/69 h	0/23 l	0/63klm	45/1 d	26/69 c	38/56fgh	32/51 hi
	CP	1/34 i	0/28 k	0/21n	49/1 b	36/52 a	34/59 hi	30/32 hi
	CE	1/79 h	0/34 j	0/51m	51/8 a	28/99 b	29 i	53/21 cd
60	C	2/31g	0/48 i	1/10 gh	22/5 n	9/71hijkl	37/3 fgh	37/33fgh
	CB	2/62 efg	0/22 l	0/71 kl	30/7 gh	11/7 efg	42/93efg	59/73 bc
	CS	2/55 fg	0/91 c	1/28 ef	29/1 ij	11/37efgh	41/06fgh	37/33fgh
	CL	2/58 cde	0/78 f	0/61 klm	31/5 g	12/20ef	44/80 ef	37/33fgh
	CP	2/58 cde	0/82 c	0/61 klm	32/8 f	12/73 e	39/20fgh	29/86hi
	CE	2/96 bcd	0/78 f	0/63 klm	31/3 g	10/71 fghi	39/2 fgh	28 i
120	C	2/34 e	0/72 h	1/44 cd	21/5 no	9/15 ijkl	48/53 e	44/8 ef
	CB	2/87 bcd	0/29 k	1/1 gh	29/6 hi	10/3 fghij	48/53 e	65/3 ab
	CS	2/58 cde	0/95 b	1/52 c	26/1 l	10/13 ghij	59/73 c	42/93 ef
	CL	3/16 ab	0/77 fg	0/77 jk	28/2 jk	8/92 ijkl	57/86 c	44/8 ef
	CP	2/57 cde	0/93 bc	0/94 hi	28/7 jk	11/17efgh	57/86 c	41/06efg
	CE	2/84 bcd	0/87 d	0/9 ij	30/3 gh	10/64 fghi	56 cd	44/8 ef
180	C	2/56 cde	0/74 gh	1/85 b	20/8 o	8/10 l	67/20b	59/73 bc
	CB	2/97 bc	0/34 j	1/18 fg	28/7 ijk	9/65 hijkl	59/73 c	61/6b
	CS	2/85 bcd	1/02 a	2/31 a	24/4 m	8/93 ijkl	70/93 b	33/78ghi
	CL	3/24 ab	0/83 c	0/94 hi	27/6 k	8/50 jkl	70/93b	37/33fgh
	CP	3/36 a	1/01 a	1/04 ghi	27/8 jk	8/28 kl	78/40a	46/66 de
	CE	3/53 a	0/91 c	1/34 de	28/1 jk	7/97 l	82/13 a	46/66 de

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

کود گاوی(C)، کود گاوی + سبوس گندم (CB)، کود گاوی + کاه و کلش گندم (CS)، کود گاوی + بقایای گیاهی درختان چنار و افرا (CL)، کود گاوی + ضایعات هرس درختان انگور و سیب (CP) و کود گاوی + ضایعات عرقیات بادرنجبویه (CE)

نتایج مقایسه میانگین (جدول 3) نشان داد در تمام بقایا در طول فرایند تشکیل ورمی‌کمپوست میزان پتاسیم افزایش نشان داد، مقادیر پتاسیم در بقایای مورد آزمایش از (CP) 0/21% تا (CS) 2/31% متغیر بود. بیشترین مقدار افزایش پتاسیم در تیمارهای CS (2/31%) و C (1/85%) و کمترین مقدار افزایش پتاسیم در تیمار CL (0/94) که به ترتیب 2/43، 3/1 و 1/49 برابر نسبت به مقدار اولیه‌ی آن در بقایای آلی بوده است. افزایش بیشتر مقدار پتاسیم در تیمار C می‌تواند به این دلیل باشد که مقدار اولیه پتاسیم در این تیمار بالا بوده می‌تواند ناشی از معدنی شدن ترکیبات آلی باشد و همچنین تولید ترشحات از بدن کرم‌های خاکی باعث افزایش فعالیت میکربی در محیط شده و سبب افزایش مقدار پتاسیم در ورمی‌کمپوست می‌شود. مشاهدات مشابهی نیز بوسیله پارتاساراتی و رنگاناتن (2000) در این زمینه گزارش شده است. در مطالعات شرما (2003) افزایش مقدار پتاسیم به دلیل فعالیت میکروفلور موجود در روده‌های کرم‌ها گزارش گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی تغییرات کربن آلی و نسبت C/N در ورمی-کمپوست حاصل از بقایای آلی مختلف

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان دادند که بین زمان‌های مختلف و بقایای آلی مختلف از نظر کربن آلی اختلاف آماری معنی‌داری ($p < 0/001$) وجود دارد (جدول 2). نتایج مقایسه میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 % نشان داد (جدول 3) محدوده تغییرات کربن آلی از 20/8% (C) تا 51/8% (CE) متغیر بود. در زمان اول به دلیل عدم تغییر در ساختار مواد آلی درصد کربن آلی بالاتر بوده و با گذشت زمان و ادامه روند ورمی‌کمپوست سازی در کلیه تیمارهای درصد کربن آلی کاهش یافت. بیشترین مقدار کاهش درصد کربن آلی در تیمار C (39/8% (صفر روز) -20/81% (180 روز)) و کمترین مقدار کاهش درصد کربن آلی در تیمار CL (45/1% (صفر روز) - 27/6% (180 روز)) بود. کربن به دلیل تنفس کرم‌های خاکی و میکروارگانیسم‌های موجود در بستر به صورت CO_2 متصاعد شده و از میزان آن کاسته می‌شود. سوتار و سینگ (2008) گزارش نمودند که تغذیه کرم‌های خاکی از مواد آلی باعث کاهش کربن آلی در محیط شده و این به دلیل افزایش تنفس و سوخت و ساز بدن کرم‌های خاکی و میکرب‌ها و همچنین تولید اسیدهای آلی در طول فرآیند تجزیه و معدنی شدن مواد آلی می‌باشد که در حدود 43-20 % کربن آلی در فرآیند ورمی‌کمپوست از بین می‌رود و گارگ و همکاران (2006) نیز نتایج مشابهی گزارش کرده اند.

نسبت C/N یکی از مهم‌ترین شاخص‌های مورد استفاده برای رسیدگی ضایعات آلی است که توسط بسیاری از محققین مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتایج مقایسه میانگین (جدول 3) نشان داد که در کلیه‌ی تیمارهای بقایای آلی نسبت C/N کاهش یافت، مقدار نسبت C/N در بقایای مورد آزمایش از 7/97 (CE) تا 36/76 (CS) متغیر بود. در تیمارهای C (8/1) و CE (7/9) کمترین مقدار نسبت C/N را در 180 روز داشت. کاهش زیاد نسبت C/N در تیمار C می‌تواند ناشی از این باشد که مقدار نیتروژن اولیه در کود گاوی بیشتر بوده است و سبب شده تا نسبت اولیه C/N در ابتدای فرایند کاهش یابد و با فعالیت کرم‌های خاکی، باکتری‌ها و سایر میکرب‌ها نیتروژن در محیط افزایش یافته و نسبت C/N کاهش یابد. کاهش نسبت C/N معمولاً با خروج CO_2 و افزایش نیتروژن بر اثر دفع مواد نیتروژنی و تولید مواد موکوسی در همه تیمارها مشاهده شد که این نتیجه خارج از انتظار نبود. در مطالعات هاشمی مجد و همکاران (1382) بیان شد کاهش نسبت C/N به کمتر از 20 نشان دهنده افزایش درجه پایداری و رسیدگی ورمی‌کمپوست است که این نتایج توسط میربلوک و همکاران (1390) نیز بدست آمد. نتایج حاصل از مطالعه سوتار (2006) نیز نشان داد که تغذیه هر چه بیشتر کرم‌های خاکی از بقایای آلی، باعث کاهش کربن آلی محیط شده و در چنین شرایطی که کربن در محیط کاهش می‌یابد در حقیقت گازهای موجود در محیط خارج و بسترها از لحاظ بو فاقد بوی نامطبوع شده و این بر ادامه فعالیت کرم‌های خاکی اثر گذار بوده و با ادامه روند معدنی شدن، نسبت C/N کاهش می‌یابد. بنسل و کاپور (2000) با مطالعه خود بر روی ورمی‌کمپوست حاصل از کود گاوی در حضور کرم-های خاکی *Eisenia fetida* بیان کردند نسبت C/N دارای کاهش معنی‌داری بود و میزان نیتروژن افزایش یافته است. مطالعات ساروجانی و همکاران (2009) نشان داد که کاهش در مقدار کربن آلی و افزایش ماده آلی در ورمی-کمپوست نشان دهنده پیشرفت تجزیه مواد بوده است.

نتیجه‌گیری

ورمی‌کمپوست حاصل از بقایای آلی مختلف در اثر گذشت زمان، تأثیر جمعیت کرم‌های خاکی و تغذیه آنها تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات و میزان عناصرغذایی موجود در ورمی‌کمپوست دارد. تیمارهای CP و CE از لحاظ عناصر غذایی از نظر شرایط اولیه مواد آلی، در مقایسه با سایر تیمارها غنی‌تر بود. در تیمار CE با ادامه روند کمپوست سازی نسبت C/N کمترین مقدار را داشت که نشان دهنده پیشرفت تجزیه مواد و درجه رسیدگی ورمی‌کمپوست می‌باشد.

سپاسگذاری

بدین وسیله از گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه به‌خاطر فراهم نمودن امکانات لازم برای انجام این پژوهش، کمال تشکر و قدردانی را بعمل می‌آوریم.

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع:

1. رستمی، ر.، ا. نبئی، ا. اسلامی و ح. نجفی صالح. 2010. بررسی تأثیر تراکم کرم *E. foetida* بر pH، نسبت C/N و سرعت فرایند در فرایند تولید ورمی کمپوست از پسماندهای غذایی. مجله محیط شناسی. 35(52): 98-93.
2. میربلوک، آ.، ا. لکزیان و غ. حق نیا غلامحسین. 1390. مقایسه خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و درجه رسیدگی ورمی کمپوست بدست آمده از کود گاوی تیمار شده با ملاس چغندر قند، تهویه و خاک. نشریه زراعت. 33: 33-26.
3. هاشمی مجد، ک.، م. کلباسی، ا. گلچین و ح. شریعتمداری. 1382. شناسایی گونه *Eisenia fetida* بومی برخی از مناطق شمالی ایران و ارزیابی توان این گونه در تولید ورمی کمپوست. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. 7(4): 68-61.
4. هنرور، م.، س. سماوات، م. ح. داوودی و خ. کریمی. 1390. امکان تولید کمپوست و ورمی کمپوست از ضایعات چغندر قند مصرفی کارخانه قند. مجله علوم غذایی و تغذیه. 8(3): 54-46.
5. Atiyeh, R.M., Lee, S., Edwards, C.A., Arancon, N.Q. and Metzger, J.D. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresource Technology 84(1):7-14.
6. Atiyeh, R.M., Subler, S., Edwards, C.A., Bachman, G., Metzger, J.D. and Shuster, W. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia 44(5):579-590.
7. Bansal, S. and Kapoor, K.K. 2000. Vermicomposting of crop residues and cattle dung with *Eisenia foetida*. Bioresource Technology 73(2):95-98.
8. Benito, M., Masaguer, A., Moliner, A., Arrigo, N. and Palma, R.M. 2003. Chemical and microbiological parameters for the characterisation of the stability and maturity of pruning waste compost. Biology and Fertility of Soils 37(3):184-189.
9. Bower, C.A., Reitemeier, R.F. and Fireman, M., 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. Soil Science 73(4):251-262.
10. Fares, F., Albalkhi, A., Dec, J., Bruns, M.A. and Bollag, J.M. 2005. Physicochemical characteristics of animal and municipal wastes decomposed in arid soils. Journal of Environmental Quality 34(4):1392-1403.
11. Garg, P., Gupta, A. and Satya, S. 2006. Vermicomposting of different types of waste using *Eisenia foetida*: A comparative study. Bioresource Technology 97(3):391-395.
12. Gómez-Brandón, M., Lazcano, C. and Domínguez, J. 2008. The evaluation of stability and maturity during the composting of cattle manure. Chemosphere 70(3):436-444.
13. Kaushik, P. and Garg, V.K. 2003. Vermicomposting of mixed solid textile mill sludge and cow dung with the epigeic earthworm *Eisenia foetida*. Bioresource Technology 90(3):311-316.
14. Keeney, D. R. and D.W. Nelson. 1982. Nitrogen inorganic forms. In: page al, Miller R.H. Keeney D.R. methods of soil analysis, part 2. Chemical and microbiological properties, 2nd . ASA, SSSA, Madison, Wis.: 648-649.
15. Khwairakpam, M. and Bhargava, R. 2009. Vermitechnology for sewage sludge recycling. Journal of Hazardous Materials 161(2):948-954.
16. Komilis, D.P. and Ham, R.K. 2006. Carbon dioxide and ammonia emissions during composting of mixed paper, yard waste and food waste. Waste Management 26(1):62-70.
17. Maboeta, M.S. and Van Rensburg, L. 2003. Vermicomposting of industrially produced woodchips and sewage sludge utilizing *Eisenia fetida*. Ecotoxicology and Environmental Safety 56(2):265-270.
18. Madan, S. and Yadav, A. 2012. Vermicomposting of distillery sludge with different wastes by using *Eisenia fetida*. Advances in Applied Science Research 3(6):3844-3847.

www.SID.ir

Archive of SID

19. Majlessi, M., Eslami, A., Saleh, H.N., Mirshafieean, S. and Babaii, S. 2012. Vermicomposting of food waste: assessing the stability and maturity. Iranian Journal of Environmental Health science and Engineering 9(1): 1-25
20. Moradi, H., Fahramand, M., Sobhkhizi, A., Adibian, M., Noori, M., Abdollahi, S. and Rigi, K. 2014. Effect of vermicompost on plant growth and its relationship with soil properties. International Journal of Farming and Allied Sciences 3(3):333-338.
21. Morais, F.M.C. and Queda, C.A.C. 2003. Study of storage influence on evolution of stability and maturity properties of MSW composts. In Advances for a sustainable Society Part II: Proceedings of the fourth International Conference of ORBIT association on Biological Processing of Organics. Perth, Australia.
22. Ndegwa, P.M. and Thompson, S.A. 2001. Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosolids. Bioresource Technology 76(2):107-112.
23. Ndegwa, P.M. and Thompson, S.A. 2000. Effects of C-to-N ratio on vermicomposting of biosolids. Bioresource Technology 75(1):7-12.
24. Nelson, R. E. and Sommers, L. E. 1982. Total carbon, Organic carbon and organic matter. In A. L. Page et al. (ed) Methods of Soil Analysis. Part2. 2nd. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI. 539-579.
25. Parthasarathi, K. and Ranganathan, L.S. 2000. Chemical characterization of mono and polycultured soil wormcasts by tropical earthworms. Environment and Ecology 18(3):742-746.
26. Plaza, C., Nogales, R., Senesi, N., Benitez, E. and Polo, A. 2008. Organic matter humification by vermicomposting of cattle manure alone and mixed with two-phase olive pomace. Bioresource Technology 99(11):5085-5089.
27. Pramanik, P., Ghosh, G.K., Ghosal, P.K. and Banik, P. 2007. Changes in organic–C, N, P and K and enzyme activities in vermicompost of biodegradable organic wastes under liming and microbial inoculants. Bioresource Technology 98(13):2485-2494.
28. Sarojini, S., Ananthakrishnasamy, S., Manimegala, G., Prakash, M. and Gunasekaran, G. 2009. Effect of lignite fly ash on the growth and reproduction of earthworm *Eisenia fetida*. Journal of Chemistry 6(2):511-517.
29. Sharma, S. 2003. Municipal solid waste management through vermicomposting employing exotic and local species of earthworms. Bioresource Technology 90(2):169-173.
30. Shi-Wei, Z. and Fu-Zhen, H., 1991. The nitrogen uptake efficiency from 15N labeled chemical fertilizer in the presence of earthworm manure (cast). Advances in Management and Conservation of Soil Fauna:539-542.
31. Sinha, R.K., Herat, S., Valani, D., Singh, K. and Chauhan, K. 2010. Vermitechnology for Sustainable Solid Waste Management: A Comparative Study of Vermicomposting of Food & Green Wastes with Conventional Composting Systems to Evaluate the Efficiency of Earthworms in Sustainable Waste Management with Reduction in Greenhouse Gas Emissions.
32. Suthar, S. 2009. Vermicomposting of vegetable-market solid waste using *Eisenia fetida*: Impact of bulking material on earthworm growth and decomposition rate. Ecological Engineering 35(5):914-920.
33. Suthar, S. 2006. Potential utilization of guar gum industrial waste in vermicompost production. Bioresource Technology 97(18):2474-2477.
34. Suthar, S. and Singh, S. 2008. Feasibility of vermicomposting in biostabilization of sludge from a distillery industry. Science of the Total Environment 394(2):237-243.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of different organic residues on some vermicompost properties and nutrient trend during vermicomposting process

F. Houshyar Jabal Kandi[1], A. Abbaspour, M. H. Rasouli Sadaghiani and H. R. Asghari

MSc Student of Soil Science, University of Shahrood; E-mail: f.houshyar91@yahoo.com
Associate Professor of Soil Science, University of Shahrood; E-mail: abbaspour2008@gmail.com
Associate Professor of Soil Science, University of Urmia; E-mail: hr.sadaghiani@yahoo.com
Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Shahrood; E-mail: hamidasghari@gmail.com

Received: November, 2017 & Accepted: July, 2017

Abstract

This study was conducted in order to investigate the changes of nutrient status during vermicomposting process from various organic residues. Organic materials included cow manure + wheat bran (CB), cow manure + wheat straw (CS), cow manure + sycamore and maple litter (CL), cow manure + apple and grape pruning waste (CP), cow manure + lemon balm extract wastes (CE) along with cow manure as control (C). These organic residues were treated in the presence of *Eisenia fetida*. Some properties of vermicompost and changes in nutrient contents were evaluated at 0, 60, 120 and 180 days. The results showed that EC and pH significantly increased over time in all examined organic wastes and ranged from 1.9 to 3.8 dSm^{-1} for EC and from 6.5 to 7.4 for pH. Cation exchange capacity (CEC) also increased noticeably, so that the highest CEC amount was observed at 180 days in CS treatment by 364 $cmol^{(+)}kg^{-1}$. Furthermore, P and K contents in decomposed organic wastes increased significantly and the highest amounts were obtained in CP and CS treatments by 1.01 and 2.31 %, respectively. The same uptrend happened for N content in CP, CE and CL treatments by 2.51, 1.97 and 1.91 fold compared to initial amounts. On the other hand, Organic carbon significantly decreased during decomposition and the highest decrement in organic carbon content was observed in CE and C treatments by 0.54 and 0.53 fold compared to initial values. C/N ratio in all examined treatments significantly decreased where the highest C/N ratio and the lowest decrease obtained in CP and C treatments by 0.22 and 0.47 fold compared to initial values. NO_3^- and NH_4^+ significantly increased during vermicomposting process as nitrate content was more than ammonium content in all treatments. Increasing the nutrients amount due to organic matter mineralization, is the effective factor in maturity level of vermicompost.

Keywords: *Eisenia fetida***,** Nutrients, Organic wastes, Vermicompost

[1] Corresponding author : Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia 57135-165, Iran

www.SID.ir