تبدیل لجن فاضلاب شهری به کمک کرم‌های خاکی بومی به ورمی‌کمپوست

کاظم هاشمی‌مجد[1]

چکیده

ساخت ورمی‌کمپوست از لجن فاضلاب یکی از روش‌های مناسب برای تبدیل آن به کودهای آلی می‌باشد. در این مطالعه، تاثیر نوع لجن و مواد حجم دهنده بر رشد کرم‌های خاکی ارزیابی شد. آزمایش در قالب طرح اسپلیت فاکتوریل در سه تکرار انجام شد که در آن نوع لجن (لجن خام، لجن تصفیه شده در هاضم، لجن آب‌گیری شده در لاگن‌ها و لجن خشک شده) فاکتور اصلی و نوع مواد حجم دهنده (تراشه چوب، برگ درختان و کاه گندم) و درصد آمیختن (صفر، 15، 30 و 45 درصد موادحجم دهنده و لجن فاضلاب) فاکتورهای فرعی بودند. بعد از پنج ماه خواباندن گلدان‌ها در شرایط کنترل شده رطوبتی و حرارتی، فراوانی کرم‌ها و پیله تخم آن‌ها و وزن تر کرم‌ها اندازه‌گیری شد. فراوانی و وزن کرم‌ها و هم‌چنین فراوانی پیله‌های تخم تولید شده در تیمارهای دارای لجن خشک نهایی به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود. از بین مواد حجم دهنده تراشه چوب مناسب‌ترین ماده برای کاربرد در تولید ورمی‌کمپوست از لجن فاضلاب بود. بین برگ درختان و کاه گندم تفاوت معنی‌داری از این نظر وجود نداشت. مناسب‌ترین درصد آمیختن لجن با مواد حجم دهنده از نظر رشد کرم‌ها 30 درصد (حجمی/حجمی) بود. بنابراین، استفاده از لجن خشک نهایی با 30 درصد آمیختن تراشه چوب برای ساخت ورمی‌کمپوست و استفاده از این تکنیک برای افزایش پایداری لجن فاضلاب تولیدی واحدهای تصفیه فاضلاب در کشور پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ورمی‌کمپوست، لجن فاضلاب، مواد حجم دهنده، عناصر سنگین، *Eisenia foetida*

1. استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

سالیانه حجم بسیار زیادی از لجن فاضلاب در سراسر دنیا تولید می‌شود که مشکلات زیادی را از نظر هزینه دفع و آلودگی محیط زیست به‌دنبال دارد. روش‌های تیمار لجن فاضلاب شامل سوزاندن، دفن کنترل شده، استفاده در اراضی کشاورزی بعد از هضم، خشک کردن و کمپوست کردن می‌باشد. روش کمپوست‌کردن بیولوژیکی لجن فاضلاب باعث پایدار شدن مواد آلی آن شده و جمعیت عوامل بیماری‌زا را نیز به مقدار زیادی کاهش می‌دهد (بورگ و انکیری، 1978). کمپوست کردن یک روش بسیار مناسب است زیرا از نظر اقتصادی بسیار مقرون به صرفه می‌باشد. کمپوست شدن روش تجزیه میکروبی، گرمایی، و هوازی مواد آلی به‌وسیله جمعیت کثیری از زیرجانداران ذاتی می‌باشد که منجر به پایداری، رسیدگی، حذف بوهای نامطلوب و تولید محصولی با مواد هوموسی زیاد می‌شود. کمپوست به راحتی قابل ذخیره و عرضه برای فروش می‌باشد (کواتمن و همکاران، 2000). بسیاری از پژوهش‌گران کارآیی استفاده از کرم‌های خاکی را در تبدیل لجن فاضلاب به ورمی‌کمپوست، قابل استفاده در اراضی کشاورزی، مورد تاکید قرار داده‌اند (هریس و همکاران، 1990؛ الویرا و همکاران،1997). اضافه کردن کرم‌های خاکی در فرایند تولید کمپوست فناوری مناسبی برای مدیریت لجن فاضلاب به‌شمار می‌رود. فعالیت کرم‌های خاکی سبب حفظ شرایط هوازی و افزایش سرعت تجزیه میکروبی می‌شود. در این فرایند وزن زنده کرم‌ها افزایش یافته و فضولات کرم‌های خاکی غنی از عناصر غذایی تولید می‌شود (بنیتز و همکاران، 1999). اضافه کردن مواد حجم دهنده به لجن فاضلاب باعث افزایش فعالیت کرم‌ها و بهبود کیفیت محصول تولید شده می‌گردد (دومینگوز و همکاران 1999). گوندک و فیلیپک-مازور در سال 2001 از خاک اره سوزنی برگ‌ها، خرده ریز مقوا و کاه گندم به‌عنوان مواد حجم دهنده با نسبت 15 درصد اختلاط برای تهیه ورمی‌کمپوست از لجن فاضلاب استفاده نمودند. آروموگا و همکاران در سال 2004 در هندوستان از مخلوط لجن فاضلاب، کلش برنج و کود دامی برای تهیه ورمی‌کمپوست استفاده کردند. ویگروس و رامیرز-کامپروس (2002) از سنبل آبی[1] به‌عنوان ماده حجم دهنده استفاده کردند. این پژوهش‌گران هم‌چنین کاهش قابل ملاحظه‌ای را در جمعیت باکتری‌های کلی فرم و تخم‌های انگل مشاهده نمودند. ایستمن و همکاران (2001) نشان دادند که جمعیت باکتری‌های کلی‌فرم مدفوعی، تخم‌های انگل در ورمی‌کمپوست بسیار کمتر از کمپوست بوده و تولید ورمی‌کمپوست یک روش جایگزین بسیار مناسب برای تولید کمپوست کلاس A می‌باشد. در ایران مطالعات بسیار محدود بوده است به‌خصوص مطالعه‌ای که ازکرم‌های بومی استفاده شده و تاثیر مواد مختلف حجم دهنده و نسبت آمیختن آن‌ها با لجن بر رشد و تکثیر کرم‌ها بررسی شود، انجام نشده است. ندافی و همکاران در سال 2004 از گونه *Eisenia foetida* در سطح آزمایشی برای تهیه ورمی‌کمپوست از لجن فاضلاب در تهران استفاده نمودند. در آزمایشی که توسط شاه‌منصوری و همکاران (2005) انجام گرفت تجمع عناصر سنگین در بدن کرم‌های خاکی بومی و وارداتی از گونه *Eisenia fetida* در فرایند تولید ورمی‌کمپوست از لجن فاضلاب شهر اصفهان بررسی شد. هدف از اجرای این پژوهش بررسی امکان تبدیل لجن فاضلاب شهر تبریز به کود آلی با استفاده از کرم‌های خاکی بومی و همچنین تعیین مناسب‌ترین ماده حجم دهنده و مناسب‌ترین نسبت آمیختن لجن با این مواد بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه شیشه‌ای دانشگاه محقق اردبیلی به مرحله اجرا در آمد. آزمایش در قالب طرح اسپلیت فاکتوریل بود که در آن مراحل تصفیه لجن به عنوان فاکتور اصلی و عوامل نوع ماده حجم دهنده و درصد آمیختن به‌صورت فاکتوریل در نظر گرفته شدند. نمونه‌های لجن فاضلاب از مراحل مختلف تصفیه فاضلاب (لجن خام، لجن تصفیه شده در هاضم، لجن مرطوب آب‌گیری شده در لاگن و لجن خشک نهایی) از تصفیه خانه فاضلاب شهر تبریز آورده شد. نمونه‌های لجن تازه و لجن بعد از هاضم به‌دلیل آبکی بودن به‌وسیله صافی

1. Water hyacinth

Archive of SID
www.SID.ir

پارچه‌ای صاف شده و به‌منظور حذف بوهای نامطلوب به مدت 20 روز در فضای باز نگهداری شدند. پس از آن نمونه‌های لجن با مواد حجم دهنده (کاه گندم خرد شده، تراشه چوب درخت زبان گنجشک و برگ خرد شده درختان اقاقیا) به نسبت‌های صفر، 15، 30 و 45 درصد (حجمی/حجمی) آمیخته و در گلدان‌های چهار لیتری در سه تکرار ریخته شدند. برای تعیین زمان مناسب برای افزودن کرم‌ها، تعداد 10 کرم در چندین نوبت و به‌فواصل یک هفته به گلدان‌ها اضافه گردید و زنده ماندن آن‌ها بررسی شد. پس از استقرار کرم‌ها تعداد 100 عدد کرم خاکی در حال بلوغ از گونه *Eisenia foetida* شمارش و به گلدان‌ها افزوده شدند. رطوبت گلدان‌ها بر اساس وزن در حد 70 درصد رطوبت اشباع تنظیم و آب‌پاشی گلدان‌ها برای جلوگیری از خشک شدن سطح گلدان‌ها و حفظ رطوبت در این حد انجام شد. گلدان‌ها در شرایط گلخانه به مدت 5 ماه نگهداری شدند. سپس محتویات گلدان‌ها برداشت و فراوانی کرم‌ها، فراوانی کوکون یا پیله‌ها، وزن تر کرم‌ها در هر گلدان و وزن تر مواد تعیین شد.

نمونه‌های انواع لجن فاضلاب و مواد حجم دهنده در دمای 60 درجه سانتی‌گراد به‌مدت 72 ساعت خشک و سپس آسیاب شدند. یک گرم از مواد در دمای 550 درجه سانتی‌گراد در کوره الکتریکی خاکستر شده و به‌وسیله اسید کلریدریک 2 نرمال عصاره‌گیری شد. از عصاره حاصل برای تعیین غلظت کل عناصر استفاده گردید (جونز و همکاران 1991). ویژگی‌های شیمیایی لجن در مراحل مختلف تجزیه (قبل از اضافه شدن به گلدان‌ها) شامل pH و EC در عصاره 1:5 (مواد و آب مقطر)، کربن آلی با روش والکلی بلک، نیتروژن کل با دستگاه کجلدال اتوماتیک ساخت شرکت گرهارد مدل 2020، فسفر کل با روش رنگ سنجی و سدیم و پتاسیم کل با دستگاه فلیم فوتومتر،کلسیم و منیزیم با روش کمپلکسومتری اندازه‌گیری شد (اسپارکس، 1996). خصوصیات ذکر شده به استثنای pH و EC برای نمونه‌های مواد حجم دهنده نیز با روشی مشابه اندازه‌گیری شد.

مناسب‌ترین مرحله تصفیه، نوع ماده حجم دهنده و نسبت آمیختن لجن با مواد حجم دهنده با استفاده از آزمون‌های تجزیه واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین با آزمون دانکن و به‌کارگیری نرم‌افزارهای SPSS، SAS وMSTATC تعیین گردید.

نتایج و بحث

ویژگی‌های شیمیایی لجن فاضلاب شهر تبریز در مراحل مختلف تجزیه در جدول 1 آمده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود این نمونه‌ها دارای pH حدود خنثی و EC نسبتاً کمی است که برای رشد گیاهان مناسب است. درصد کربن آلی تصفیه شده در هاضم نسبت به لجن خام بسیار کمتر است که نشان دهنده تجزیه سریع مواد آلی در هاضم می‌باشد. کاهش درصد نیتروژن لجن تصفیه شده در هاضم را نیز می‌توان به تصعید و خروج آمونیاک نسبت داد که این عمل منجر به حذف بوهای نامطلوب لجن می‌شود. نسبت کربن به نیتروژن لجن بسیار کمتر از حد مطلوب برای فرآیند تولید ورمی‌کمپوست است که این موضوع لزوم اضافه شدن مواد حجم دهنده حاوی کربن زیاد را روشن می‌سازد. ندگوا و تامپسون (2000) گزارش کردند که نسبت کربن به نیتروژن 25:1 مواد اولیه باعث دست‌یابی به حداکثر پایداری، بیش‌ترین ارزش کودی و کم‌ترین آلودگی بالقوه زیست‌محیطی در فرایند تولید ورمی‌کمپوست از لجن‌فاضلاب می‌شود. پرورش و همکاران (2004) گزارش کردند که نسبت کربن به نیتروژن لجن فاضلاب تولید شده در تصفیه‌خانه جنوب اصفهان 1: 15/8 بود. نکته قابل ذکر دیگر این است‌که در فرایند هضم لجن در تصفیه‌خانه درصد فسفر نمونه‌ها افزایش چشم‌گیری داشته است که دلیل آن‌را می‌توان خروج کربن و کاهش حجم لجن بیان نمود زیرا فسفر به شکل‌های شستشو و تصعید هدر نمی‌رود. آتیه و همکاران (2000) اظهار داشتند که تجزیه سریع ترکیبات حاوی کربن و خروج سریع CO_2 در فرایند ورمی‌کمپوست باعث کاهش وزن مواد و افزایش نسبی عناصر دیگر می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول1: ویژگی‌های شیمیایی لجن فاضلاب در مراحل مختلف تجزیه

ویژگی	مرحله نمونه‌برداری			
	لجن خام	لجن تصفیه شده در هاضم	لجن مرطوب داخل لاگن	لجن خشک داخل لاگن
pH	7/05	7/41	6/86	7/24
هدایت الکتریکی (dS/m)	1/7	1/50	1/41	1/42
کربن آلی (%)	20/5	17/48	16/5	17/3
نیتروژن کل(%)	3/22	2/71	4/093	3/55
نسبت C/N	6/36	6/45	3/34	4/87
فسفر (%)	0/91	2/52	2/12	1/33
پتاسیم (%)	0/34	0/28	0/21	0/24
کلسیم (%)	13/2	14/8	13/4	12/2
منیزیم (%)	3/6	3/1	2/6	4/7
سدیم (%)	1/94	1/25	0/98	1/05

ویژگی‌های شیمیایی مواد حجم دهنده به‌کار رفته برای تولید ورمی‌کمپوست در جدول 2 نشان داده شده است. نسبت کربن به نیتروژن تراشه چوب درختان زبان گنجشک و کاه گندم در این آزمایش کمتر از ارقام ذکر شده در منابع می‌باشد (به ترتیب 500:1 و 80:1)که دلیل آن پوسیدگی جزئی نمونه‌های به‌کار رفته است (گوپتا و همکاران 1977). در آزمایشی که پرورش و همکاران (2004) در مورد خصوصیات شیمیایی لجن فاضلاب و مواد حجم دهنده انجام دادند نسبت کربن به نیتروژن خاک اره را 310/5 گزارش نمودند.

نتایج تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) ویژگی‌های زیستی کرم‌ها شامل فراوانی کرم، فراوانی کوکون یا پیله تخم، وزن کرم‌ها در زمان برداشت ورمی‌کمپوست و همین‌طور وزن تر مواد اضافه شده در گلدان‌ها در جدول 3 ذکر شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود در اکثر موارد تاثیر تیمارهای مختلف در سطح یک درصد از نظر آماری معنی‌دار شده است.

جدول 2: ویژگی‌های شیمیایی مواد حجم دهنده به‌کار رفته در آزمایش

ویژگی	مواد حجم دهنده		
	برگ درختان	تراشه چوب	کاه گندم
کربن آلی (%)	18/8	22/5	25/7
نیتروژن کل (%)	1/12	0/092	0/68
نسبت C/N	16/8	244/6	37/7
فسفر (%)	0/199	0/018	0/041
پتاسیم (%)	0/21	0/11	0/86
کلسیم (%)	3/2	4/8	7/2
منیزیم (%)	2/4	3/7	2/8
سدیم (%)	0/62	0/45	0/57

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 3: تجزیه واریانس یک‌طرفه برای خصوصیات زیستی کرم‌های خاکی در زمان برداشت گلدان‌ها

منابع تغییرات	درجه آزادی	فراوانی کرم	فراوانی پیله تخم	وزن تر کرم (گرم)	وزن تر مواد (گرم)
تکرار	2	919/3 ns	18/36 ns	75/12 ns	7320/9 ns
عامل A	3	50450/29 **	142/45 **	9662/55 **	15738708/2 **
خطا	2	326/91	4/99	95/25	37721/5
عامل B	2	15329/9 **	147/52 **	956/32 **	247793/1 **
AB	6	623/44 ns	62/08 **	242/29 **	374853/13 **
عامل C	3	6689/58 **	66/88 **	931/43 **	1281440/23 **
AC	9	1440/57 **	83/12 **	433/41 **	578329/84 **
BC	6	2491/18 **	76/49 **	213/23 **	37321/21 ns
ABC	18	759/43 ns	63/34 **	165/44 **	120748/03 **
خطا	44	806/83	10/60	67/52	27618/75
CV (%)		43/61	109/81	44/18	14/71

عامل A: نوع لجن، عامل B: نوع حجم دهنده و عامل C: درصد آمیختن

نتایج مقایسه میانگین برای نشان دادن تاثیر نوع لجن، نوع مواد حجم دهنده، درصد آمیختن لجن با مواد حجم دهنده بر ویژگی‌های زیستی کرم‌ها در جدول 4 آمده است. فراوانی و وزن کرم‌ها و هم‌چنین تعداد پیله-های تخم تولید شده در تیمارهای دارای لجن خشک به-طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود. لجن مرطوب گردآوری شده از داخل لاگن‌ها از این نظر در رتبه بعدی قرار داشت و لجن خام و تصفیه شده در هاضم از تناسب کمی برای رشد و تکثیر کرم‌ها برخوردار بودند.

با وجود رشد بیشتر کرمهای خاکی در گلدانهای حاوی لجن خشک، در انتهای آزمایش وزن تر مواد در این گلدانها کمتر از تیمارهای دیگر بود علت آن را می‌توان محتوی کمتر رطوبت این نوع لجن در زمان اضافه شدن به گلدانها دانست.

از بین مواد حجم دهنده تراشه چوب مناسبترین ماده برای استفاده در تولید ورمی‌کمپوست از لجن فاضلاب می‌باشد و حداکثر وزن و فراوانی کرم و فراوانی تخم در این ماده حاصل شد. بین برگ درختان و کاه گندم تفاوت معنی‌داری از این نظر وجود نداشت. محققان مختلف از مواد حجم دهنده متفاوتی برای تولید ورمی‌کمپوست از لجن استفاده نمودند. برای مثال، زورپاس و همکاران (2003) از ضایعات کاغذ، مانیوس و استنیفورد (2006) از شاخ و برگ زیتون، ویگوروس و رامیرز-کامپروس (2002) از ضایعات سنبل آبی، راموس و همکاران (2005) از کود گاوی و کاه یولاف، پرورش و همکاران (1383) از خاک اره و مابوتا و وان رنزبورگ (2003) از تراشه چوب به عنوان ماده حجم دهنده استفاده کردند. در بررسی منابع تحقیقی که مواد حجم دهنده مختلف را با هم مقایسه کنند پیدا نشد.

مناسب‌ترین درصد آمیختن لجن با مواد حجم دهنده از نظر رشد کرمها 30 درصد (حجمی/حجمی) می‌باشد، هرچند بین 15 درصد و 30 درصد آمیختن تفاوت معنی‌داری از نظر وزن کرم وجود نداشت (جدول4). درباره درصد مناسب اختلاط مواد حجم دهنده ارقام متفاوتی گزارش شده است. ویگوروس و رامیرز-کامپروس (2002) نسبت مناسب آمیختن لجن و سنبل آبی را 30 درصد بیان کرده‌اند. پرورش و همکاران (2004) بهترین ترکیب لجن با خاک اره را 1 به 0/6 گزارش کردند. زورپاس و همکاران (2003) نتیجه گیری کردند که ترکیب لجن فاضلاب با 40 الی 50 درصد ضایعات کاغذ دارای بهترین خصوصیات کمپوست تولیدی از نظر ارزش کودی می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 4: تاثیر نوع لجن، نوع مواد حجم دهنده و درصد آمیختن لجن و مواد حجم دهنده بر ویژگی‌های زیستی کرم‌ها

عوامل	سطوح	فراوانی کرم	فراوانی پیله تخم کرم	وزن کرم (گرم)	وزن مواد (گرم)
نوع لجن	خام	25/00 c	0/25 c	8/72 c	1427/67 b
	تصفیه شده در هاضم	24/29 c	3/17 b	6/12 c	1052/9 c
	مرطوب داخل لاگن	51/19 b	3/42 b	17/49 b	1279/97 b
	خشک داخل لاگن	104/06 a	5/03 a	42/07 a	1939/51 a
نوع ماده حجم دهنده	برگ درختان	60/54 b	3/79 b	26/39 b	1670/20 a
	تراشه چوب	98/83 a	5/54 a	35/44 a	1598/87 a
	کاه گندم	73/50 b	3/33 b	27/51 b	1555/66 b
درصد آمیختن	صفر	53/00 b	2/50 c	18/78 c	1590/00 b
	15	86/56 b	4/61 b	33/21 a	1683/51 a
	30	96/00 a	5/94 a	33/07 a	1671/92 a
	45	74/94 b	3/83 b	28/87 b	1487/54 b

مقایسه میانگین با آزمون دانکن در سطح 5 درصد، ارقام با حروف یکسان برای هر عامل در هر ستون فاقد تفاوت معنی‌دار است.

با توجه به اهمیت بیشتر وزن زنده کرمها در بین خصوصیات زیستی، اثرات متقابل عوامل مختلف مورد آزمایش بر این صفت تعیین گردید که در جدول 5 نتایج آن ذکر گردیده است. در مورد اثر متقابل نوع مواد حجم دهنده و زمان تجزیه لجن ملاحظه می‌شود که تیمار تراشه چوب و لجن خشک بالاترین میزان وزن تر کرمها را تولید کرده است.

جدول5: مقایسه میانگین اثرات متقابل عوامل بر وزن کرم داخل گلدان‌ها (گرم).

نوع مواد حجم دهنده	نوع لجن	وزن کرم	درصد اختلاط	زمان تجزیه	وزن کرم	نوع مواد	درصد اختلاط	وزن کرم
برگ	پیش از هاضم	3/73 fg	0 (%)	لجن خام	9/43 efg	برگ	0 (%)	11/99 c
تراشه چوب	پیش از هاضم	12/11 cd	15 (%)	لجن خام	8/73 efg	برگ	15 (%)	19/23 bc
کاه	پیش از هاضم	10/31 def	30 (%)	لجن خام	16/53 cde	برگ	30 (%)	14/99 c
برگ	پس از هاضم	2/73 g	45 (%)	لجن خام	0/17 h	برگ	45 (%)	13/04 c
تراشه چوب	پس از هاضم	11/10 de	0 (%)	تصفیه شده	0/97 gh	تراشه چوب	0 (%)	11/99 c
کاه	پس از هاضم	4/54 efg	15 (%)	تصفیه شده	5/86 fgh	تراشه چوب	15 (%)	25/17 b
برگ	لجن مرطوب	16/53 cd	30 (%)	تصفیه شده	6/77 fgh	تراشه چوب	30 (%)	32/89 a
تراشه چوب	لجن مرطوب	17/25 cd	45 (%)	تصفیه شده	10/97 ef	تراشه چوب	45 (%)	24/02 b
کاه	لجن مرطوب	18/70 c	0 (%)	لجن مرطوب	13/33 def	کاه	0 (%)	11/99 c
برگ	لجن خشک	36/26 b	15 (%)	لجن مرطوب	23/00 c	کاه	15 (%)	24/08 b
تراشه چوب	لجن خشک	53/63 a	30 (%)	لجن مرطوب	21/06 cd	کاه	30 (%)	19/19 bc
کاه	لجن خشک	36/32 b	45 (%)	لجن مرطوب	12/56 ef	کاه	45 (%)	14/59 c
			0 (%)	لجن خشک	24/23 c			
			15 (%)	لجن خشک	76/53 a			
			30 (%)	لجن خشک	45/09 b			
			45 (%)	لجن خشک	45/19 b			

مقایسه میانگین با آزمون دانکن در سطح 5 درصد؛ ارقام با حروف یکسان برای هر عامل در هر ستون بدون تفاوت معنی‌دار می‌باشد

Archive of SID
www.SID.ir

با بررسی اثر متقابل نوع لجن و درصد آمیختن نیز می‌توان نتیجه گرفت تیمار لجن خشک نهایی با 15 درصد آمیختن با مواد حجم دهنده حداکثر وزن زنده کرمها را تولید نموده است و با در نظر گرفتن اثر متقابل نوع مواد حجم دهنده و درصد آمیختن تیمار تراشه چوب با 30 درصد آمیختن با لجن مناسبترین تیمار از نظر تولید وزن زنده کرمها بوده است. آشکار است که این نتایج، داده‌های جدول4 را تأیید می‌کنند و بهترین ترکیب مواد اولیه برای تولید ورمی‌کمپوست از آمیختن لجن خشک لاگنها با تراشه چوب و با نسبت 30 درصد به‌دست می‌آید.

نتیجه‌گیری

درصد کربن و نیتروژن لجن فضلاب در مراحل اولیه تصفیه این ماده در هاضم به شدت کاهش می یابد. نسبت کربن به نیتروژن انواع لجن فاصلاب کمتر از حد مطلوب برای تولید کمپوست است که نشانگر لزوم آمیختن مواد حجم دهنده با سبت بالای کربن به نیتروژن می باشد. فراوانی و وزن کرمها و همچنین تعداد پیله‌های تخم تولید شده در تیمار لجن خشک بیش از سایر انواع لجن بود. تراشه چوب از تناسب بیشتری نسبت به کاه و برگ درختان برای تولید ورمی‌کمپوست از لجن فاضلاب برخوردار است و نسبت مناسب آمیختن این ماده با لجن 15 الی 30 درصد حجمی می‌باشد. استفاده از کرمهای خاکی و آمیختن مواد حجم دهنده در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری در سطح کشور می‌تواند روشی کارآمد برای افزایش پایداری و بهبود کیفیت لجن فاضلاب باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

پرورش، ع. ر.، موحدیان ح. و حمیدیان ل. 1383. بررسی کیفیت شیمیایی و ارزش کودی ورمی‌کمپوست تهیه شده از لجن فاضلاب شهری اصفهان. آب و فاضلاب ج 15، ش2 ص 29-32.

Arumuga, G. K., Ganesan, S., Kandasamy, R., Balasubramani, R. and Burusa, D. R. 2004. Unicipal solid waste management through anaecic earthworm, *Lampito Mauritti* and their role in microbial modification. Eco Service International, Available at:http://www.eco-web.com/editorial/040831.html

Atiyeh, R. M., Dominguez, J., Subler, S. and Edwards, C. A. 2000. Change in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia anderi*, Bouche') and effects on seedling growth. Pedobiologia, 44: 709 – 724.

Benitez, E., Nogales, R., Elvira, C., Masciandaro, G. and Ceccanti, B. 1999. Enzyme activities as indicators of the stabilization of sewage sludge composting with *Eisenia foetida*. Bioresource Technology 67: 297-303.

Burge, W. D. and Enkiri, N. K. 1978. Virus adsorption by five soils. Journal of Environmental Quality 7: 73-76.

Dominguez, J., Edwards, C. A. and Webster, M. 1999. Vermicomposting of sewage sludge solids: Effects of bulking materials on the growth and reproduction of the earthworm *Eisenia andreii* (Bouché). Pedobiologia 43 (4): 372-379.

Eastman, B. R., Kane, P. N., Edwards, C. A., Trytek, L., Gunadi, B., Stermer A. L. and Mobley, J. R. 2001. The effectiveness of vermiculture in human pathogen reduction for USEPA biosolids stabilization. Compost Science & Utilization 9(1): 38-49

Elvira, C., Sampedro, L., Dominguez, J. and Mato, S. 1997. Vermicompositing of wastewater sludge from paper-pulp industry with nitrogen rich materials. Soil Biology and Biochemistry 29: 759-762.

Gondek, K. and Filipek-Mazur, B. 2001. Agricultural usability of sewage sludge and vermicompost of tannery origin. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Environmental Development, 4(2):
Available Online: http://www.ejpau.media.pl/series/volume4/issue2/environment/art-01.html

Gupta, S. C., Dowdy, R. H. and Larson, W. E. 1977. Hydraulic and thermal properties of a sandy soil as influenced by incorporation of sewage sludge. Soil Science Society of America Journal 41: 601-605.

Harris, G. D., Platt W.L. and Price, B.C. 1990.Vermicomposting in a rural community, Biocycle, 31: 48-51.

Jones, J. B., Wolf, B. and Mills, H. A. 1991. Plant analysis handbook: A practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Macro- Micro Pub. Inc., Athens, GA, pp23-37.

Maboeta, M. S. and van Rensburg, L. 2003. Bioconversion of sewage sludge and industrial produced woodchips. Water, Air, and Soil Pollution 150(1): 219-233.

Manios, T. and Stenifored, E. I. 2006. Heavy metals fractionation during the thermophilic phase of sewage sludge composting in aerated static piles. Journal of Environmental Science and Health 41(7): 1235-1244.

Naddafi, K., Zamanzadeh, M., Azimi, A. A., Omrani, G. A., Mesdaghinia A. R. and Mobedi, E. 2004. Effect of temperature dry solids and C/N ratio on Vermicomposting of waste activated sludge. Pakistan Journal of Biological Sciences 7(7): 1217-1220.

Ndegwa, P. M. and Thomson, S. A. 2000. Effect of C to N ratio on vermicompostiong of biosolids. Bioresource Technology 75(1): 7-12.

Parvaresh, A., Shahmansouri, M. R. and Alidadi, H. 2004. Determination of carbon/nitrogen ratio and heavy metals in bulking agents used for sewage composting. Iranian Journal of Public Health 32(2): 20-23.

Quatmane A., Provenzano, M. R., Hafidi M. and Senesi, N. 2000. Compost maturity assessment using calorimetry, spectroscopy and chemical analysis. Compost Science & Utilization 8: 124-134.

Archive of SID

www.SID.ir

Ramos, S. M. C., Silva E. M. E. and Dendooven. L. 2005. Vermicomposting of biosolids with cow manure and oat straw. Biology and Fertility of Soils 41(3): 190-198.

Shahmansouri, M. R., Pourmoghadas, H., Parvaresh, A. R. and Alidadi, H. 2005. Heavy metals bioaccumulation by Iranian and Australian earthworms (Eisenia fetida) in the sewage sludge vermicomposting. Iranian J. Env. Health Sci. Eng. 2(1): 28-32.

Sparks, D. L. 1996. Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods. SSSA Book Series Number 5, Soil Science Society of America, Madison, WI.

Vigueros, C. and Ramirez-Camperos, E. 2002. Vermicompostiong of sewage sludge: A new technology for Mexico. Water Science and Technology 46(10): 153-158.

Zorpas, A. A., Arapoqlou, D. and Panaqiotis, K. 2003. Waste paper and clinoptilolite as bulking material with dewatered anaerobically stabilized primary sewage sludge (DASPSS) for compost production. Waste Management 23(1): 27-32.

Archive of SID

www.SID.ir

Converting of Sewage Sludge to Vermicompost Using Native Earthworms

Hashemimajd[1], k.

Abstract

Production of vermicompost from sewage sludge is one of the suitable methods for convert of this waste to organic fertilizer. In this study, effects of decomposition stage of sludge and bulking materials on growth of earthworms were investigated. Experimental design was split factorial in three replications. The main factor was the stage of sewage decomposition (raw sewage, digested sludge in digester, dewatered sludge in lagoons, and final dried sludge in lagoons), and kind of bulking materials (woodchips, tree leaves, and wheat straw) and mixing proportion of bulking materials to swage sludge (0, 15, 30, and 45 %, V/V) were as subordinate factors. After 5 months incubation of pots in controlled moisture and temperature conditions, numbers of worms, cocoons, wet body weight of worms, and concentration of nutrients and heavy metals in produced vermicompost were measured. Population of worms, their body weight and cocoon production were highest in the pots contain final dry sludge. The growth and reproduction of earthworms were greater when wood chips used as bulking material for vermicompost production. There was no significant difference between wheat straw and tree leaves in this respect. The suitable mixing proportion of bulking material and sewage sludge was 30 % (V/V). Therefore, mixing of wood chips with dry sewage with the proportion of 30 % (V/V) for vermicompost production and use of this technique to improve the stability of sewage sludge produced in sewage treatment plants are recommended.

Keywords: Vermicompost, Sewage sludge, Bulking materials, Heavy metals, *Eisenia foetida*

Archive of SID

1. Asistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Mohaqheqh Ardabili, Ardabil

www.SID.ir