

افزایش سرعت فرآیند تولید کمپوست از مواد زاید جامد شهری و بهبود کیفیت محصول نهایی

جواد عابدینی طرqbه - شهناز دانش - محمد یزدانبخش

مسئول آزمایشگاه های سازمان بازیافت و تبدیل موادشهرداری مشهد

گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد

Email: abedini_chem@yahoo.com

چکیده

درجه رسیدگی و بلوغ کمپوست به عوامل متعددی از قبیل رطوبت، ترکیب مواد اولیه، نسبت کربن به ازت و pH بستگی دارد. در این تحقیق اثر کمپوست نهایی تولید شده بعنوان افزودنی بر فرآیند تخمیر بررسی شده است. و سرعت فرآیند، زمان تخمیر و کیفیت کود حاصل مقایسه شده است. در این تحقیق دوازده توده در حال کمپوست شدن بعنوان نمونه مورد آزمایش قرار گرفته است، بدین نحو که برای هر یک از درصد های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ و نمونه شاهد (بدون افزودنی) سه تکرار در نظر گرفته شده است. در حین این فرآیند دما و pH اندازه گیری و ثبت شده است. بعد از گذشت یک ماه بخشی از توده های مورد آزمایش نمونه برداری شده و مورد آزمونهای فیزیکی و شیمیایی از قبیل pH، هدایت الکتریکی، نسبت کربن به ازت، مواد آلی، ازت، کربن آلی، سدیم و پتاسیم قرار گرفته است. در نهایت اثر کمپوست نهایی بعنوان فعال کننده و افزودنی مشخص شد بطوریکه زمان لازم برای تخمیر را کاهش داده و کیفیت کمپوست تولیدی را از نظر درصد مواد آلی و دیگر پارامترها بهبود می بخشد.

کلمات کلیدی

کمپوست - موادزایدجامدشهری - تخمیر - افزودنی

۱. مقدمه

روشهای مختلفی برای دفع مواد زائد آلی وجود دارد که یکی از آنها تبدیل با روشهای هوازی و کمپوست شدن می باشد. کمپوست کردن روشی قدیمی و ارزان قیمت می باشد. در این روش مواد زائد آلی نظیر پسماندهای غذایی و گیاهی به کود مفیدی برای کشاورزی تبدیل شده که مزایای بسیاری را در اصلاح خاک دارد و بعنوان کود های مغذی و حالت دهنده خاک مورد استفاده قرار می گیرد [۱۶] در تبدیل مواد زائد جامد آلی به کمپوست میکروارگانیسم های مختلفی دخالت دارند، در دافع تجزیه میکروبیولوژی انجام می شود [۲۸،۲۲،۱۲،۴].

کمپوست شدن فرآیندی گرمزاست بطوریکه ترکیبات پیچیده بیوشیمیایی تشکیل شده و طی آنها مواد آلی توسط میکروارگانیسم های هوازی تخمیر می شوند. در این تجزیه پیوندهای بین مولکولهای آلی شکسته شده و انرژی آزاد می شود که بدین صورت شرایط رشد متابولیکی فراهم می شود. [۲۰ و ۱].

با افزایش کمی جمعیت و بدنبال آن رشد اقتصادی و صنعتی جوامع بشری، مواد زائد جامد شهری در سطح جهان افزایش یافته است. در سالهای اخیر تکنولوژی تبدیل مواد زائد جامد آلی به کمپوست بطور عمده ای رواج یافته است چرا که در حدود ۶۰ درصد آنها مواد آلی فساد پذیر و قابل تجزیه هستند. مواد آلی بعد از طبقه بندی و تفکیک بوسیله عوامل متعدد از قبیل ماشین آلات مکانیزه قابل استفاده برای کمپوست شدن هستند [۳۰].

کمپوست ترکیب پایدار و ثبت شده ای است که بعلاوه وفور مواد آلی در آن خواص فیزیکی خاکها را بهبود داده میزان جذب آب و نگهداری آنرا در خاک افزایش داده، علاوه بر این کمپوست باعث افزایش مقاومت گیاه و ریشه زایی می شود که در افزایش کمی و کیفی محصول اثر دارد. کمپوست باعث بهبود خواص شیمیایی خاک نیز می شود بطوریکه ظرفیت تبادل کاتیونی را افزایش داده، pH را متعادل می کند و درصد عناصر مغذی برای گیاه را افزایش می دهد [۲۵]. عدم وجود فلزات سنگین در مواد اولیه مورد استفاده به ما این اطمینان را می دهد که کمپوست تولید شده از نظر آلودگی فلزات سنگین مشکلی ندارد [۲۴]. خاک غنی شده با کمپوست اثر فاحشی بر ریشه و محصول دهی گیاهان را نشان داده است و باعث پیشرفت بیولوژیکی خاک شده که مزایای اقتصادی را بدنبال خواهد داشت. در تحقیقات مختلفی این اثرات بررسی و به اثبات رسیده است [۲۵].

مواد پسمانده میوه فروشی ها و رستورانها بهترین مواد برای تولید کمپوست هستند [۲۴] این مواد بعد از جمع آوری و تفکیک تحت شرایط کنترل شده ای از نظر دما و pH و رطوبت قرار گرفته و بصورت توده های مشخصی با ابعاد بهینه مورد تجزیه قرار می گیرند. رطوبت بهینه در حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد، pH در محدوده خنثی، نسبت کربن به ازت بین ۲۵ تا ۳۵ گزارش شده است. دمانیز در ۶۰ درجه سانتیگراد تا حدی باید نگهداشته شود تا فعالیت میکروارگانیسم های ترموفیلیک کامل شود. [۱۴] متابوسیم جاری در این فرآیند هوازی بوده و به اکسیژن نیاز دارد که توسط هوادهی باید تامین شود. بطوریکه اکسیژن داخل توده ها باید در حدود ۱۵ درصد باشد. اگر کمبود اکسیژن در توده در حال تخمیر ایجاد شود جمعیت میکروبی بی هوازی نسبت به هوازی غالب شده و شرایط تخمیر بی هوازی فراهم می شود که در نتیجه بوهای نامطبوع ناشی از تولید اسیدهای آلی و گاز متان متصاعد می شود. [۹]. اثر هوادهی و سرعت آن بر فرآیند کمپوست تحقیق شده است و پارک در تحقیق خود بعنوان عامل اصلی تجزیه مواد زائد نام برده است [۱۹].

در این فرآیند همراه تولید کمپوست بعنوان محصول ترکیبات دیگر نظیر دی اکسید کربن و آب حاصل شده که بصورت بخار و شیرابه خارج می شوند [۱۱]. بطور اساسی فرآیند کمپوست شدن از چند مرحله تشکیل شده است، مرحله اول که بسیار آهسته انجام می شود و دما افزایش پیدا می کند (مزوفیلیک). سپس افزایش دما شتاب می گیرد و در دمای بالا انجام می شود (ترموفیلیک) و در نهایت دما کاهش می یابد و جمعیت میکروبی به حداقل می رسد (رسیدگی). [۱۵ و ۳].

افزایش دما و نگهداری توده ها در دمای بالا در نابودی عوامل بیماریزا و پاتوژن موثر است دما در مقایسه با pH در این منظور مهم تر است. [۱۴] در این روش در مواد زائد جامد عوامل بیماریزا از بین رفته و سلامت کمپوست تامین می شود

. دماهای ایده آل بدین منظور در محدوده ۵۵ درجه سانتیگراد می باشد . البته برخی از قارچها قادرند در دماهای بالاتر نیز فعالیت کنند [۶].

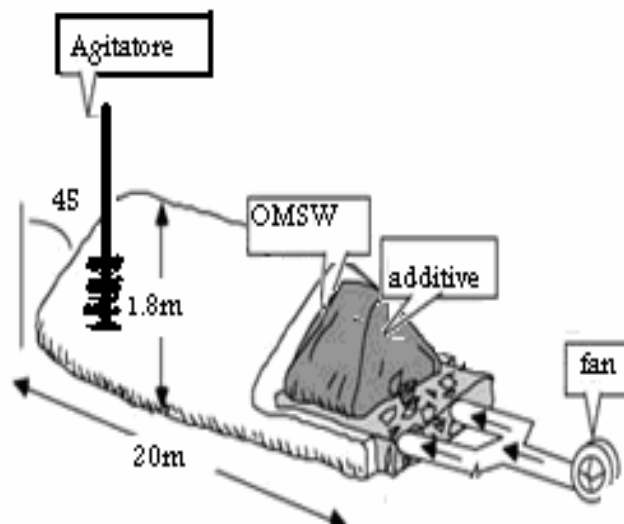
آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده مقاله ای را بعنوان " فرآیند کاهش عوامل بیماریزا" در US- part503 EPA S40CFR برای کمپوست درجه یک قابل عرضه به بازار منتشر کرده است که در آن آمده است مواد اولیه باید برای سه روز متوالی در دمای ۵۵ درجه سانتیگراد یا بیشتر قرار گیرند [۱۷]. در طی کمپوست شدن نیتروژن آلی به آهستگی به نیتروژن معدنی تبدیل می شود این فرآیند معدنی شدن معمولاً بصورت تبدیل آمونیوم به نیترات است . و نیتراسیون نیز توسط یکدسته از باکتریها انجام می شود [۲۸] . وی، ویژگیهای کمپوست (کودهای آلی) را اینطور بیان می کند : بدون بو باشد ، pH در حدود ۶/۵- ۷ باشد ، مواد آلی ۲۵-۳۵ درصد ترکیب را تشکیل دهند ، درصد رطوبت در حدود ۲۵ باشد ، رنگ قهوه ای تیره داشته باشد و نسبت C/N در محدوده ۱۵-۲۰ قرار گیرد [۳۰]

۲. وسایل و روش ها

۲-۱- فرآیند کمپوست شدن

مواد زاید جامد آلی (مخلوط مواد زاید گیاهی ، سبزیجات و پسماندهای غذایی ، کاغذ و غیره) بعد از جمع آوری و تفکیک بوسیله سرندهای استوانه ای دوار کارخانه کمپوست مشهد و جداسازی نهایی زیستی توسط نیروی انسانی ، بصورت توده هایی روی هم قرار گرفته است .

روشی که در این تحقیق استفاده شده است ، روش هوادهی در پایل های ثابت می باشد [۲۸ و ۲۹] . ابعاد پایل های مورد نظر جهت آزمایشات بصورت ۲۰×۸×۱/۸ متر مکعب (ارتفاع × عرض × طول) در نظر گرفته شده و شیب توده در ارتفاع ۴۵ درجه بوده است . بستری که پایل ها در آن قرار می گیرند مشبک بوده و از طریق کانالهایی به فن های هوادهی مرتبط می شوند . (مطابق شکل ۱) .



شکل ۱- نمایش شماتیک پایل های مورد آزمایش

برنامه هوادهی بصورت ۲ ساعت ، روز در میان بوده و توده ها هر پنج روز یکبار بوسیله یک همزن مارپیچی زیروشده اند . دماهای پایل ها روزانه اندازه گیری شده و میانگین سه نقطه از پایل ثبت شده است . pH نیز هر سه روز یکبار اندازه گیری شده است . قبل از شروع رطوبت مواد اولیه در حدود ۶۵ درصد (وزنی / وزنی) تنظیم شده است . در این تحقیق دوازده پایل را انتخاب کرده که سه نمونه شاهد (بدون افزودنی) و برای هر یک از درصدهای ۱۰ ، ۱۵ و ۲۰ سه نمونه تکرار در نظر گرفته شده است (مطابق جدول ۱) .

جدول ۱- ترکیب درصد نمونه ها

نمونه ها	درصد مواد زاید آلی	درصد کمپوست افزودنی
A1	۹۰	۱۰
A2	۸۵	۱۵
A3	۸۰	۲۰
B	۱۰۰	۰

خواص و ویژگیهای مواد اولیه استفاده شده در آزمایشگاه کارخانه کمپوست مشهد اندازه گیری شده است . (مطابق جدول ۲) .

جدول ۲- نتایج آزمایشات مربوط به مواد اولیه

فاکتورها	A1	A2	A3	B	افزودنی
رطوبت	۶۶	۶۳	۶۰	۷۰	۲۰
pH	۵/۷۰	۶/۰۰	۶/۱۰	۵/۵۰	۷/۲۴
EC(ms/cm)	۴/۰۱	۳/۹۳	۳/۹۳	۴/۱۲	۳/۲۶
TVS(%)	۶۵/۵۰	۶۴/۲۵	۶۱/۷۶	۶۸/۹۱	۳۸/۸۵
O.C(%of TS*)	۲۹/۷۸	۲۹/۰۳	۲۸/۴۰	۳۱/۱۲	۱۷/۶۲
N(%of TS)	۱/۵۷	۱/۵۶	۱/۵۵	۱/۶۲	۱/۳۲
P(%of TS)	۱/۱۸	۱/۲۲	۱/۲۴	۱/۱۵	۱/۲۲
K(%of TS)	۳/۰۱	۲/۹۱	۲/۸۴	۳/۱۶	۱/۵۷
Na(%of TS)	۱/۲۸	۱/۲۶	۱/۲۵	۱/۲۹	۱/۱۳
C:Nنسبت	۱۸/۶	۱۸/۳	۱۸/۰	۱۹/۲	۱۳/۳۵

TS*: Total Solid

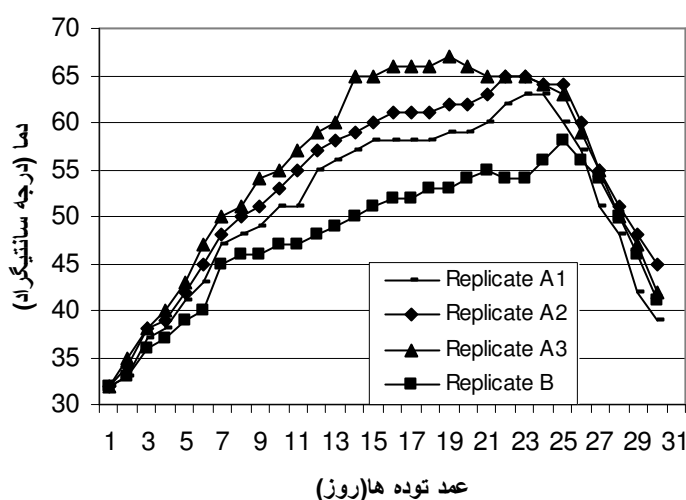
۲-۲- آزمایشات فیزیکی و شیمیایی

نمونه های کمپوست بعد از گذشت دوره یک ماه مورد آزمایش قرار گرفت برای انجام آزمایشات مربوطه یک کیلو گرم از هر پایل نمونه گیری شده است و از نظر آزمایشات مختلف بصورت زیر مورد آزمون قرار گرفته است روشهای انجام آزمایشات مربوطه مطابق با روشهای استاندارد انجمن شیمی امریکا می باشد .

pH و هدایت الکتریکی (EC) در محلول های ۱۰ درصد تهیه شده بوسیله دستگاه pH متر Metrohm و دستگاه هدایت سنج EDT-BA380 اندازه گیری شده است . [روش ۹۷۳/۰۴] مواد آلی (OM) و کل مواد جامد فرار (TVS) با کاهش وزن در کوره الکتریکی Exciton 1200-21 در دمای ۴۵۰ درجه سانتیگراد اندازه گیری شده است . [روش ۹۶۷/۰۵] آنیتروژن کل به وسیله روش کجدال بعد از هضم در محلول اسید سولفوریک غلیظ محاسبه شده است . برای اندازه گیری کربن آلی ، روش اکسیداسیون کربن بوسیله محلول در کرومات پتاسیم و تیتراسیون با اسید . مورد استفاده قرار گرفته است و نسبت C/N محاسبه شده است . سدیم و پتاسیم نیز بوسیله دستگاه Flame photometer 405 به روش اسپکتر و فوتومتری بعد از هضم در اسید اندازه گیری شده است . [روش ۹۷۴/۰۱]

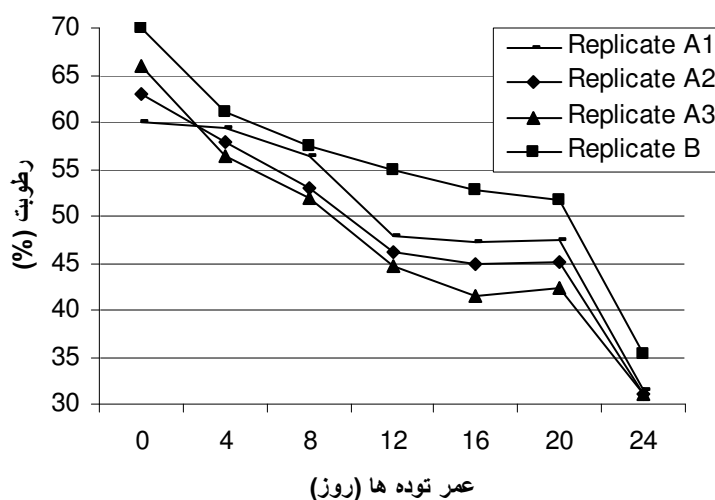
۳- بحث و نتایج

دمای اولیه مواد در ابتدا افزایش می یابد و بعد از اینکه عمل تجزیه به اتمام رسید ، کاهش می یابد بیشترین دما (۶۷ درجه سانتیگراد) بعد از گذشت ۱۹ روز در پایل های A3 مشاهده شد . بیشترین دمای اندازه گیری شده در پایل های شاهد ۵۸ درجه سانتیگراد بعد از گذشت ۲۵ روز می باشد . که در مقایسه با نمونه A3 شش روز اختلاف داشته و دما نیز حدود ۹ درجه بهبود یافته است که نشانه فعالیت میکروبی بیشتر می باشد . افت دمای مشاهده شده بعد از ۲۵ روز نشانگر اتمام فعالیت است که در واقع مرحله رسیدگی و تثبیت شروع می شود . نمونه های A3 از سلامت کاملتری برخوردار خواهند بود زیرا که زمان بیشتری را در دمای بالا گذرانده اند . و به همین نسبت هر چه میزان افزودنی در مقایسه با A1 و A2 بیشتر شده است این هدف کامل تر می شود (نمودار ۱)



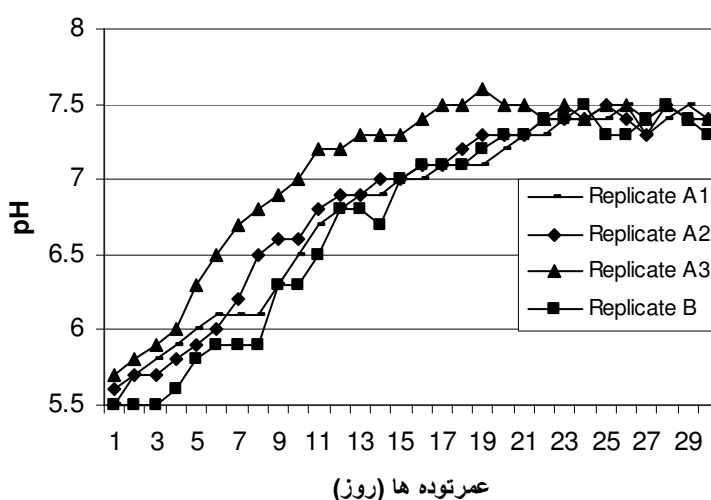
نمودار ۱- تغییرات دما برحسب زمان

رطوبت توده ها هر چهار روز اندازه گیری شده است. همانطور که از نمودار شماره ۲ مشخص است رطوبت توده ها به تدریج کاهش یافته بطوریکه رطوبت اولیه بین ۶۰ تا ۷۰ درصد بوده و در نهایت به کمتر از ۳۰ درصد می رسد. واضح اسن که در نمونه های حاوی افزودنی این کاهش رطوبت که ناشی از فعالیت و افزایش دمای توده هاست فاحش بوده و با نونه شاهد قابل مقایسه است. نمونه A3 که بهترین نتایج را دارد دارای رطوبت بهینه ۶۰ درصد در ابتدای فرآیند بوده است.



نمودار ۲- تغییرات رطوبت برحسب زمان

مقادیر pH تابع جنس مواد و ترکیبات اولیه مورد استفاده است. مواد پسمانده آشپزخانه ها بخاطر تولید اسیدهای چرب آلی نظیر لاکتیک اسید و بوتیریک اسید دارای pH پایین تری اند [۳]. ابتدا pH در حدود ۵ می باشد که بیانگر خاصیت اسیدی است. سپس افزایش یافته و در طول ۶ روز تا ۱۲ روز به سرعت به محدوده خنثی یعنی محدوده ۷ می رسد. در طی روزهای ۱۵ تا ۳۰ تغییرات خاصی در pH مشاهده نشده است. رسیدن به pH خنثی از نمونه های دارای افزودنی نسبت به شاهد سریعتر اتفاق افتاده است و تعادل pH و خنثی شده در زمان کمتری انجام شده است بطوریکه نمونه B بعد از ۱۵ روز به این حالت رسیده است. مسلماً رسیدن به pH خنثی در عملکرد و فعالیت میکروارگانیسم ها موثر خواهد بود. (نمودار ۳)



نمودار ۳- تغییرات pH بر حسب زمان

بر طبق آزمایشات انجام شده بهبود کیفیت در نتایج مربوط به نمونه های دارای افزودنی کاملاً مشهود است. (جدول ۳) نمونه های A3 همگن تر بوده و دارای بافت یکنواختی می باشند. مطابق جدول ۳ در برخی از ویژگیها نظیر pH اختلاف در نمونه ها مشاهده نگردید. نسبت C/N در نمونه های دارای افزودنی افزایش یافته است بطوریکه در نمونه A3 نسبت به B در حدود ۴ درجه افزایش مشاهده شده است. و همچنین درصد مواد آلی افزایش قابل ملاحظه ای داشته است. تحت شرایط گرمایی هوای زائدات جامد شهری ساختار خود را از دست می دهند و تجزیه می شوند. مواد افزودنی مذکور در نقش عامل حجیم کننده و افزایش جمعیت میکروبی نیز موثر است. افزودن کود های آلی به خاک باعث افزایش رشد گیاهان شده و محتویات نیتروژن دار را در بافت گیاهی افزایش می یابد.

جدول ۳- نتایج آزمایشات مربوط به محصولات

فاکتورها	A1	A2	A3	B
pH	۷/۲	۷/۱	۷/۲	۷/۴
EC(ms/cm)	۳/۶۴	۳/۶۳	۳/۶۰	۳/۶۵
TVS(%)	۴۷/۲	۴۹/۳	۵۳/۳	۴۷/۰
O.C(%of TS)	۱۹/۱	۲۲/۳	۲۶/۸	۱۷/۴
N(%of TS)	۱/۳۶	۱/۴۴	۱/۵۸	۱/۲۴
K(%of TS)	۱/۰	۱/۰	۱/۱	۰/۹
Na(%of TS)	۱/۲	۱/۳	۱/۳	۱/۱
C:Nنسبت	۱۴	۱۵/۵	۱۷	۱۴

۴. نتیجه گیری

یکی از روش های بیوتکنولوژی تبدیل هوازی مواد زاید جامد شهری به کودهای آلی (کمپوست) تحت شرایط همزنی و هوادهی و کنترل pH و دما می باشد. برای کاهش زمان لازم برای فرآیند تولید کمپوست و افزایش کیفیت محصول نهایی روش های متفاوتی می باشد. افزایش فعال کننده ها از قبیل کمپوست به توده های در حال فرآیند علاوه بر این که راندمان بالایی را در کیفیت محصول نهایی افزایش می دهد موجب کاهش زمان نیز شده است. بیشترین نقش این افزودنی حجیم کنندگی و بهبود تنفس توده، کاهش رطوبت نامطلوب و افزایش جمعیت میکروبی نتیجه شده است.

۵. منابع و مراجع

- [1] Alexander, M. (1997) *Introduction to Soil Microbiology*, 2nd edn. John Wiley and Sons. New York.
- American Public Health Association. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th edn, Clesceri, L.S., Greenberg, A.A., & Eaton, A.D. (eds). American Public Health Association/ American Water Work Association/ Water Environmental Federation, Washington DC, USA, part 2, 2-54, 1998
- [2] Beck-Friis B, Smårs S, Jönsson H and Kirchmann H. 2001. *Gaseous emissions of carbon dioxide, ammonia, nitrous oxide from organic household waste in a compost reactor under different temperature regimes*. J. Agricultural Engineering Research.
- [3] Beffa, T., Blanc, M., Marilley, L., Fischer, J.L., Lyon, P.F. and Aragno, M. (1996) *Taxonomic and metabolic microbial diversity during composting*. In *The Science of Composting Part I*, ed. De Bertoldi, M., Sequi, P., Lemmes, B. and Papi, T. pp. 149-161. London: Chapman & Hall.
- [4] Bernal, M.P., C. Paredes, M.A. Sánchez-Monedero, J. Cegarra. 1998b. *Maturity and stability parameters of composts with a wide range of organic wastes*. *Bioresource Technology* 63:91-99.

- [5] Bertoldi, M., G. Vallini, and A. Pera. 1984. *Technological aspects of composting including modeling and microbiology*. In J.K.R. Gasser (ed.) *Composting of agricultural and other wastes*, Elsevier Applied Science Publishers, London, 27-41.
- [6] Brady, N.C., and R.R. Weil. 2002. *The Nature and Property of Soils*, 13th Ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 960 pp.
- [7] Bremner, J.M. 1996. Nitrogen – total . In *Methods of soil Analysis Part 3- Chemical Methods* ed . black , C.A., Evans , D ., White J.L.,
- [8] Ensinger, L.E ., Clark , F.E . and Dinauer R.C . pp . 1085 – 1121. WI : Soil science society of America
- [9] Druilhe, C.A.de, Guardia, D.Rogean, and N.leMouel. 2002. *Dynamics of carbon and nitrogen in wastewater*. 2002
- [10] Eiland, F., A.M. Lind, M. Leth, J.J.L. Iversen, M. Klamer, and H.E.K. Jensen. 2001. *C and N turnover and lignocellulose degradation during composting of Miscanthus straw and liquid pig manure*. *Compost Science & Utilization* 9:186-197.
- [11] Epstein E. (1997) *The Science of composting* . Boca Raton . FL : CRC Press
- [12] Golueke, C.G. (1972) *Composting: A study of the Process and its Principles*. Pennsylvania: Rodale Press, Inc., Emmaus.
- [13] Golueke, C.G. (1992) *Bacteriology of composting*. *Biocycle* 33, 55-57.
- [14] Haug, R.T, *The Practical Handbook of Compost Engineering*. Lewis Publishers; Boca Raton, FL, USA, 1993
- [15] Holmqvist I.A., 2 and Thor Axel Stenström I, 2002, *Survival of Ascaris Suum Ova, Indicator Bacteria and Salmonella Typhimurium Phage 28B in Mesophilic Composting of Household Waste*, 1 Swedish Institute for Infectious Disease Control SE-171 82 SOLNA, Sweden.
- [16] James I. Chang , J. J. Tsai , K. H. Wu , 2006, *Composting of vegetable waste*, *Waste Management & Research*, Vol. 24, No. 4, 354-362, Department of Safety, Health and Environmental Engineering, National First University of Science and Technology, Kaohsiung, Taiwan, R.O.C.
- [17] Ndegwa, P.M., and S.A. Thompson. 2001. *Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of solids*. *Bioresource Technology* 76:107-112.
- [18] Nelson . D.W. and Sommers , L.E. (1996) *Total carbon , organic carbon , and organic matter* .In : *Methods of soil Analysis part 3- Chemical Methods* rd . Black , C.A ., Evans , D ., White , J.L ., Ensinger , L .E ., Clark , F.E . and Dinauer , R.C . pp. 961-1011. WI : soil Science Society of America
- [19] Park , J.I., Yun , YS ., & Park , J.M. (2002) *Long – term operation of slurry bioreactor for decomposition of food wastes*. *Bioresource Technology* , 84, 101-104
- [20] Paul, E.A. & Clark F.E. (1996) *Soil Microbiology and Biochemistry* , 2nd edn. Academic Press. San Diego , CA. doi 10.1006/jaer.2000.0662.
- [21] Ros .M, J.A. Pascual, C. Garcia, M.T. Hernandez and H. Insam , 2006. *Hydrolase activities, microbial biomass and bacterial community in a soil after long-term amendment with different composts* *Soil Biology and Biochemistry*, Volume 38, Issue 12, December 2006, Pages 443-452
- [22] Rynk, R., van de Kamp, M., Willson, G.B. et al. (1992) *On-Farm Composting Handbook*. New York: NRAES, Cornell University.
- [23] Sánchez-Monedero, M.A., A. Roig, C. Paredes, and M.P. Bernal. 2001. *Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures*. *Bioresource Technology* 78:301-308.
- [24] Sharma, V.K., Candietelli, M., Fortuna, F. & Cornacchia, G. *Process of urban and agro-industrial residues by aerobic composting : review* . *Energy Conversion and Management* , 38, 453-478, 1997
- [25] Shiralipour, A, et al .1992, *Physical and chemical properties of soils as affected by municipal solid waste compost application* *Biomass and Bioenergy*, Volume 3, Issues 3-4, 1992, Pages 261-267
- [26] Shiralipour . A., et al .1992, *Uses and benefits of MSW compost: A review and an assessment* *Biomass and Bioenergy* , Volume 3, Issues 3-4, 1992, Pages 267-279. Stabnikova .O. , et al, 2005 . *Biotechnology for aerobic conversion of food waste into organic fertilizer, waste management & research*, 23:39-47, 2005
- [27] Tiquia, S.M., Tam, N.F.Y. and Hodgkiss, I.J. (1996) *Microbial activities during composting of spent pig-manure sawdust litter at different moisture contents*. *Bioresource Technology* 55, 201-206.
- [28] Tiquia , S.M., 2002, *Microbial Transformation of Nitrogen During Composting* , *Microbiology of Composting*, 2002 S.M. Tiquia, *Evolution of extracellular enzyme activities during manure composting*, 2002, *Journal of Applied Microbiology* 2002, 92, 764-775
- [29] Tiquia , S.M. , 2005 *Microbiological parameters as indicators of compost maturity*, *Journal of Applied Microbiology* 2005, 99, 816-828
- [30] Wei, et al, 2003, *Technology of MSW Composting The Technology of the Municipal Solid Wastes Composting*. Life Science College, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, China, China Agricultural University, Beijing, China *Zimin Nature and Science*, 1(1), 2003.