تاثیر باکتری های سودوموناس، ازتوباکتر و عناصر شیمیایی مختلف در دماهای ۲۸ و ۴۱ درجه سلسیوس بر خصوصیات زیستی و پی اچ ورمی کمپوست

آرش همتی [۱]، حسینعلی علیخانی [۲] و مقصود سیفی [۳]
[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه تهران و دانشجوی دکتری دانشگاه تبریز، [۲] استاد دانشگاه تهران

[۳]دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه بوعلی سینا همدان

چکیده
در این تحقیق، آزمایشی با ۸ تیمار در دماهای ۲۸ و ۴۱ درجه سلسیوس با سه تکرار به مدت ۶۰ روز در در گروه مهندسی علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران انجام پذیرفت. نتایج نشان داد در تمامی تیمارها با افزایش زمان ورمی کمپوستینگ، افزایش معنی داری در جمعیت باکتری ها، تنفس و شاخص کربن زیست توده میکروبی حاصل شد و تیمارهای باکتریایی مقادیر بالاتری داشتند. از تیمارهای باکتریایی تیمار VC+*Az* (غنی شده با ازتوباکتر) و از تیمارهای شیمیایی نیز تیمار VC+NSP(غنی شده با نیتروژن، گوگرد و فسفر) جمعیت میکروبی بیشتری داشت. تیمارهای باکتریایی با افزایش دما کاهش و بر عکس تیمارهای کودی و VCC (شاهد) افزایش شاخص ها ی زیستی را نشان داد. pHدر تیمار VC+S (غنی شده با گوگرد) کمترین و VC+N (غنی شده با نیتروژن) بیشترین مقدار را داشت. pH در تیمارهای باکتریایی نیز کاهش یافت و تیمار VC+Ps (غنی شده با سودوموناس) بیشترین کاهش را داشت.

کلمات کلیدی: ورمی کمپوست، سودوموناس، ازتوباکتر، عناصر شیمیایی، شاخص های زیستی

مقدمه
ورمی کمپوست شدن، فرایند غیر گرماگرای بوده که تغذیه و جذب عناصر غذایی از بقایای آلی را برای گیاه تسهیل کرده و وضعیت خاک را از نظر فیزیکی و بیوشیمیایی بهبود می بخشد (Reinecke et al., ۱۹۹۲).
یکی از دلایل عمده عدم رغبت کافی برای کاربرد گسترده ورمی کمپوست در مزرعه، نیاز به مقادیر نسبتا بالای ورمی کمپوست برای افزایش محسوس عملکرد می باشد. لذا یکی از راه هایی که می تواند اثر بخشی ورمی کمپوست را افزایش داد، غنی سازی آن می باشد. محققان نیز گزارش کردند که برای توسعه ی کشاورزی پایدار، غنی سازی پسماندهای آلی می تواند مفید واقع شود. غنی سازی ورمی کمپوست با باکتری های حل کننده فسفات و تثبیت کننده نیتروژن اخیرا انجام شده که موجب افزایش فسفر قابل جذب و همچنین افزایش نیتروژن کل در ورمی کمپوست گردیده است (Kaushik et al, ۲۰۰۸; Busato et al., ۲۰۱۲).
ورمی کمپوست یک حامل موثر و کارا، همچنین تقویت کننده موثر برای رشد باکتری ها می باشد و با اثر هم افزایی نقش باکتری های دی ازوتروف و میکوریزا، باعث افزایش رشد گیاهان می شود (Gutié rrez-Miceli et al., ۲۰۰۸).
در برخی از تحقیقات اخیرا تغییر جمعیت میکروارگانیسم ها در ورمی کمپوست و بهبود کیفیت کودهای آلی مطالعه شده است (Padmavathiamma et al., ۲۰۰۸). کمپوست کردن بقایای آلی همراه با کانی فسفات (Ca۱۰(PO۴)۶F۲) و جامعه ی میکروبی موجب حل فسفات های نامحلول و در نتیجه باعث افزایش فسفر قابل جذب برای گیاهان می شود. برخی از باکتری های تثبیت کننده نیتروژن در کنار تثبیت نیتروژن، با تولید اسید های آلی فسفر را نیز حل می کنند. تعدادی از باکتری های دی ازوتروف مثل جنس های سودوموناس، بورخولدریا ، آگروباکتریوم، ازتوباکتر و اروینیا (Pseudomonas spp., Burkholderia spp., Agrobacterium spp., Azotobacter spp. and Erwinia spp.) قادر به افزایش فسفات قابل جذب و تثبیت زیستی نیتروژن هستند. افزایش دسترسی زیستی فسفر توسط این میکروارگانیسم ها با تولید اسیدهای آلی صورت می گیرد که فسفر معدنی را قابل جذب می سازد (Scervino et al., ۲۰۱۰). از طرف دیگر معدنی کردن فرم آلی فسفر توسط آنزیم های فسفاتاز صورت می گیرد که با تبدیل فرم آلی و غیر قابل جذب فسفر به یون های قابل جذب فسفات توسط میکروارگانیسم های حل کننده فسفات انجام می گیرد (Eivazi and Tabatabai ۱۹۷۷).
غنی سازی کمپوست با سولفات آمونیم و اوره بصورتی که نیتروژن در ابتدای کمپوستینگ به فرم های جامد یا محلول به بستر اضافه گردد، انجام شده و در نهایت باعث افزایش نیتروژن کل و اثر بخشی بیشتر شده است (Adamtey et al., ۲۰۰۹; Ahmad et al., ۲۰۰۸).

تحقیق حاضر برای تعیین چگونگی تاثیر باکتری های سودوموناس، ازتوباکتر و عناصر شیمیایی در دماهای مختلف بر خصوصیات زیستی (جمعیت میکروبی، کربن زیست توده و تنفس) و pH ورمی کمپوست انجام گردید.

مواد و روش ها

ورمی کمپوست از ماده اولیه کود گاوی و بقایای گیاهی با نسبت ۳:۱ (وزنی/ وزنی) در حضور کرم کمپوستر Eisenia fetida به مدت پنج ماه در ایستگاه آموزشی-پژوهشی ورمی کمپوست پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران تولید شد. . برای این منظور هشت تیمار در سه تکرار بشرح زیر انتخاب شد:

VCC: تیمار ورمی کمپوست بدون غنی سازی

تیمارهای باکتریایی شامل:

VC+Az: ورمی کمپوست +ازتوباکتر کروکوکوم (۲۱Az)

VC+Ps: ورمی کمپوست + سودوموناسفلورسنس (۵۹ Ps)

VC+Az+Ps: ورمی کمپوست + ازتوباکتر کورکوروم (۲۱Az) + سودوموناس فلورسنس (۵۹ Ps)

تیمارهای کودی شامل:

VC+N: ورمی کمپوست + ۱ درصد نیتروژن (یک گرم نیتروژن (N) در ۱۰۰ گرم ورمی کمپوست)

VC+S: ورمی کمپوست + ۱ درصد گوگرد عنصری

VC+P: ورمی کمپوست+ ۱ درصد فسفر

VC+NSP: ورمی کمپوست + ۱ درصد نیتروژن + ۱ درصد گوگرد عنصری + ۱ درصد فسفر (P_2O_5) (نیتروژن با کود اوره، فسفر با سوپر فسفات تریپل و گوگرد با گوگرد عنصری).

همه تیمارها تا ۶۰ درصد ظرفیت نگهداری با آب مقطر مرطوب شدند. در نهایت نمونه ها به مدت ۶۰ روز در انکوباتور در دماهای ۲۸ و ۴۱ درجه سلسیوس نگهداری شدند تیمارهای ورمی کمپوست غنی شده در روزهای صفر و ۶۰ تیمارهای ورمی کمپوست غنی شده مورد تجزیه قرار گرفتند.

شاخص های زیستی (بیولوژیکی) در این تحقیق شامل: تنفس با روش اندرسون، کربن زیست توده با روش وو و جمعیت میکروبی با روش CFU gr^{-1} [۶۰] در ابتدا و انتهای انکوباسیون با سه تکرار اندازه گیری شد. pH با استفاده از دستگاه pH متر اندازه گیری شد (Page ۱۹۸۲).

این تحقیق به صورت طرح کاملا تصادفی در سه تکرار در گروه مهندسی علوم خاک دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران اجرا گردید. نتایج به دست آمده از تجزیه ورمی کمپوست غنی شده با نرم افزار SAS مورد تجزیه قرار گرفت و مقایسه میانگین داده ها با استفاده از تست توکی در سطح پنج درصد انجام شد. (آنووا، تست توکی با درصد احتمال ۰۵/۰).

نتایج و بحث

طبق جدول ۱ غنی سازی ورمی کمپوست باعث افزایش معنی داری در جمعیت میکروبی در تیمارها شده است. نتایج بدست آمده نشان داد در تمامی تیمارها با افزایش زمان ورمی کمپوستینگ، افزایش معنی داری در جمعیت باکتری ها (به روش gr-۱ CFU) حاصل شد و تیمارهای باکتریایی جمعیت بالاتری داشتند. در بین تیمارهای باکتریایی تیمار VC+Az دارای بیشترین جمعیت میکروبی بود و در بین تیمارهای شیمیایی نیز تیمار VC+NSP جمعیت میکروبی بیشتری داشت که احتمالا زیست فراهمی بالای عناصر غذایی در این تیمار علت افزایش جمعیت میکروبی بوده است. تیمار VCC جمعیت کمتری از باکتری ها را داشت. تیمارهای کودی با تامین عناصر مورد نیاز میکروب ها از جمله نیتروژن، کربن و گوگرد باعث افزایش زیست توده میکروبی می شوند (Schlesinger and Andrews ۲۰۰۰). تیمار VC+N جمعیت کمتری نسبت به بقیه تیمارها داشت، pH بالای این تیمار می تواند دلیل کاهش جمعیت میکروبی در این تیمار باشد همچنین نیتروژن اضافه شده در این تیمار نیز به احتمال زیاد دلیل افزایش جمعیت میکروبی نسبت به تیمار VCC باشد. افزایش جمعیت باکتری های تلقیح شده تا ۶۰ روز در دماهای مزوفیل گزارش شده است (Kaushik et al, ۲۰۰۸; Busato et al., ۲۰۱۲). با توجه به نتایج شمارش جمعیت باکتری در این تحقیق می توان چنین نتیجه گرفت که کلیه تیمارهای باکتریایی انتخاب شده توانایی زیادی در رشد و تکثیر در ورمی کمپوست تا مدت زمان ۶۰ روز را دارند.

جدول ۱- جدول مقایسه میانگین مربوط به تاثیر تیمارهای غنی شده و تاثیر دما بر جمعیت میکروبی (gr^{-1} CFU) (*۱۰^{۴})، کربن زیست توده ($\mu g\ g^{-1}$) و تنفس(mg CO_2. g^{-1} dm. ۲۴ h^{-1})

تیمار ها	دما (C)	CFU gr^{-1}		کربن زیست توده		تنفس			pH
		آغاز	پایان	آغاز	پایان	آغاز	پایان	آغاز	پایان
VCC	۲۸	Ad۲۳/۱	Bh۴۳/۲	Ad۰/۳۳۵	Bh۳/۴۱۷	Ad۲۳/۲۲	Bh۹۷/۳۵	Aa۶۳/۷	Ac۵۱/۷

[۶۰] Colony Forming Unit

	۴۱	Al۲۳/۱	Am۲۳/۴	Al۱۰/۳۳۵	Ap۰/۴۶۶	Al۳۳/۲۳	Ap۴۳/۳۸	Ai۶۳/۷	Bg۲۸/۴۱Ad۶۶/۲۴Bg۰/۵۲۴Ad۳/۳۴۰Bg۳۳/۱۲Ad۲۷/۱۲۸VC+NBk۴۶/۷
	۴۱	Al۲۸/۱	Al۳۳/۲۶	Al۳/۳۴۰	Ao۳/۶۹۱	Al۷۸/۲۴	Ao۶۶/۴۵	Ai۶۳/۷	Bi۱۹/۸**Aa۶۳/۷Aa۵۴/۸**
	۲۸	Ad۲۸/۱	Be۳۳/۲۹	Ad۰/۳۴۳	Be۰/۷۸۵	Ad۷۸/۲۴	Be۵۵/۵۰	Aa۶۳/۷	Af۹۲/۶
	۴۱	Al۲۸/۱	Aj۳۳/۳۳	Al۰/۳۴۳	Al۳/۸۴۶	Al۶۶/۲۴	Al۸۷/۵۲	Ai۶۳/۷	Bo۴۶/۶
	۲۸	Ad۲۸/۱	Bf۰۰/۲۶	Ad۳/۳۳۸	Bf۰/۷۵۲	Ad۶۶/۲۴	Ad۶۶/۴۸	Aa۶۳/۷	Ad۳۷/۷
	۴۱	Al۲۸/۱	Ak۳۳/۳۱	Al۳/۳۳۸	Am۳/۸۲۸	Al۷۷/۲۴	Al۶۶/۵۲	Ai۶۳/۷	Bn۲۲/۷
	۲۸	Ad۲۹/۱	Bd۳۳/۳۵	Ad۷/۳۴۱	Bd۰/۹۶۶	Ad۳۳/۲۵	Bd۱۳/۵۶	Aa۶۳/۷	Ab۷۳/۷
	۴۱	Al۲۷/۱	Ai۳۳/۴۱	Al۷/۳۴۱	Aj۳/۱۰۵۹	Al۶۶/۲۵	Aj۳۳/۵۹	Ai۶۳/۷	Bj۵۳/۷
	۲۸	Aa۳۳/۱۲	Aa۳۳/۵۰	Aa۰۰/۵۸۷	Aa۳۳/۱۲۴۱	Aa۶۶/۴۱	Aa۳۳/۶۵	Aa۶۳/۷	Ac۵۰/۷
	۴۱	Ai۳۳/۱۲	Bi۳۳/۴۲	Ai۶۶/۵۸۶	Bi۶۶/۱۱۲۳	Ai۳۳/۳۹	Bi۶۳/۶۲	Ai۶۳/۷	Aj۵۱/۷
	۲۸	Ac۳۳/۷	Ac۳۳/۳۶	Ac۶۶/۴۵۶	Ac۶۶/۱۱۲۴	Ac۷۷/۳۷	Ac۴۷/۶۲	Aa۶۳/۷	Ae۲۷/۷
	۴۱	Ak۳۳/۷	Bl۶۶/۲۶	Ak۳۳/۴۵۶	Bn۰۰/۷۹۳	Ak۶۶/۳۴	Bn۳۳/۵۳	Ai۶۳/۷	Am۳۰/۷
	۲۸	Ab۳۳/۱۰	Ab۳۳/۴۳	Ab۶۶/۵۰۲	Ab۰۰/۱۱۹۲	Ab۶۶/۳۹	Ab۶۶/۶۳	Aa۶۳/۷	Ad۳۸/۷
	۴۱	Aj۳۳/۱۰	Bk۶۶/۳۱	AJ۰۰/۵۰۲	Bk۶۶/۹۲۸	AJ۳۳/۳۶	Bk۳۶/۵۶	Ai۶۳/۷	Al۴۲/۷

تیمارهای نشان داده شده در هر ستون با حروف کوچک (a, b, c, d, e, f, g, h) با داشتن حداقل یک حرف مشترک دارای اختلاف معنی دار در دمای ۲۸ درجه سلسیوس نمی باشد (P<۰.۰۵).

تیمارهای نشان داده شده در هر ستون با حروف کوچک (i, j, k, l, m, n, o, p) با داشتن حداقل یک حرف مشترک دارای اختلاف معنی دار در دمای ۴۱ درجه سلسیوس نمی باشد (P<۰.۰۵).

حروف بزرگ مشترک برای هر تیمار نشان دهنده نداشتن اختلاف معنی دار در دماهای ۲۸ و ۴۱ درجه سلسیوس می باشد (P<۰.۰۵).

افزایش دمای گرماگذاری (انکوباتور) تاثیر متفاوتی روی جمعیت میکروبی تیمارها داشت تیمارهای باکتریایی با افزایش دما کاهش معنی داری در جمعیت میکروبی را نشان داد و بر عکس تیمارهای کودی و VCC افزایش جمعیت میکروبی را داشت. بیشترین دما برای رشد ازتوباکتر ۶۰- ۵۵ درجه سلسیوس می باشد و کمترین دما برای رشد آن نزدیک صفر درجه سلسیوس است. فعال ترین دما برای ازتوباکتر ۳۰- ۲۰ درجه سلسیوس گزارش شده است (Greene and Robert ۱۹۳۲). همچنین سودوموناس فلورسنس در محدوده ۳۷- ۵/۷ درجه دارای بیشترین تحرک می باشد (Lynch ۱۹۸۰). لذا افزایش دما یک عامل محدود کننده برای باکتری های جنس ازتوباکتر و سودوموناس می باشد و دمای ۲۸ درجه مناسب ترین دما برای رشد و تکثیر این باکتری ها بود. با افزایش دما جمعیت میکروبی در تیمارهای کودی افزایش یافت، زیائو[۶۱] و همکاران، (۲۰۱۱) گزارش کردند تحقیقاتی که بر روی افزایش دما انجام شده افزایش تنوع ریزسازواره‌ها و افزایش جمعیت باکتری های جنس باسیلوس و قارچ ها را مشاهده کرده اند. احتمالا افزایش تنوع ریزسازواره علت افزایش جمعیت میکروبی باشد.

نتایج بدست آمده از اندازه گیری تنفس نشان داد با افزایش جمعیت میکروبی در تیمارها این شاخص نیز افزایش می یابد. با افزایش مواد غذایی در تیمارهای شیمیایی و بیشتر شدن جمعیت میکروبی در این تیمارها، تنفس نیز افزایش یافت ولی مشابه با نتایج شمارش CFU gr^{-1} تیمارهای باکتریایی با داشتن حداکثر تنفس نشان دادند که توانایی حداکثری در رشد و تکثیر و همچنین استفاده از منبع کربنی در ورمی کمپوست را دارا هستند (جدول ۱). تنفس به تعادل بین سرعت ورود کربن از طریق مواد آلی و سرعت خروج آن توسط تجزیه کنندگان موجود بستگی دارد (Adl ۲۰۰۳).

[۶۱] Xiao

نتایج بدست آمده از شاخص کربن زیست توده میکروبی نیز مطابق بقیه شاخص‌های زیستی (بیولوژیکی) بود و تیمارهای باکتریایی دارای بیشترین مقدار کربن زیست توده بودند (جدول ۱). ورمی کمپوست با داشتن ماده آلی مناسب، توانایی تامین کربن قابل جذب برای ریزسازواره ها را داشت و غنی سازی ورمی کمپوست باعث افزایش رشد میکروبی و در نتیجه افزایش کربن زیست توده گردیده است. کربن زیست توده میکروبی نیز به وسیله دسترسی کربن کنترل می شود، اضافه کردن کود آلی باعث فراهم کردن کربن قابل جذب برای حفظ میکروب ها می شود (Hojjati and Nourbakhsh ۲۰۰۶).

جمعیت میکروبی و کربن زیست توده از جمله شاخص های زیستی هستند که به ایجاد هر گونه تغییر در مدیریت خاک یا شرایط محیطی سریعا عکس العمل نشان می دهند. اضافه کردن مستمر انواع کودها شامل شیمیایی و آلی به خاک ممکن است ویژگی های زیستی آن را تحت تاثیر قرار دهد (Schlesinger and Andrews ۲۰۰۰). با توجه به زیست فراهمی کربن آلی در ورمی کمپوست، با اضافه شدن عناصر مغذی، شاخص های زیستی افزایش یافت، بنابراین غنی سازی ورمی کمپوست می تواند راهکار مناسبی برای کاهش اثرات سوء مصرف مستقیم کودهای شیمیایی باشد.

pH در تیمار VC+S دارای کمترین مقدار و VC+Nدارای بیشترین مقدار بود. در طول انکوباسیون گوگرد عنصری با کاهش و اکسایش (یعنی با تولید H_2S و SO_4^{-2}) منجر به تولید H^+ و لذا کاهش pH در این تیمار گردید (Druschel et al., ۲۰۰۳) و pH این تیمار در طول انکوباسیون کاهش محسوسی یافت. بیشترین pH در تیمار VC+Nمشاهده شد که احتمالا در طی انکوباسیون اوره به کربنات آمونیوم تبدیل شده که این فرم با هیدرولیز شدن به بی کربنات آمونیوم، آمونیوم و هیدروکسید آمونیوم تغییر شکل داده و باعث افزایش pH در این تیمار شده است (Adamtey et al., ۲۰۰۹). تیمار VC+NSP که با گوگرد و اوره غنی سازی شده بود تغییرات pH کمتری داشت و احتمالا گوگرد عنصری و اوره در طی انکوباسیون اثرات یکدیگر را خنثی کرده اند. pH در طی دوره، در تیمارهای باکتریایی با کاهش محسوسی همراه بود، تیمار VC+Ps بیشترین کاهش را داشت، این کاهش pH را می‌توان به تولید اسید های آلی و افزایش اسید هیومیک نسبت داد(Busato et al., ۲۰۱۲) که باعث افزایش حل کنندگی فسفر نیز می شود. در واقع باکتری جنس سودوموناس با تولید اسید های آلی و افزایش اسید هیومیک، قابلیت دسترسی فسفر را افزایش می دهد. تیمار VC+Az تغییرات کمتری در pH نسبت به تیمار VC+Ps داشت که می تواند به علت نیتروژن تثبیت شده و تولید کمتر اسیدهای آلی باشد. تیمار VCC کمترین تغییر را در pH داشت. افزایش دما نیز تاثیر متفاوتی بر تیمارها داشت در تیمارهای کودی باعث کاهش pH در تیمارها نسبت به دمای ۲۸ درجه شد. ولی در تیمارهای باکتریایی تاثیر معنی داری مشاهده نشد (جدول ۱).

منابع

Adamtey N. Co e O. Ofosu-Budu GK. Danso S. K. A. and Forster D. ۲۰۰۹. Production and storage of N-enriched co-compost. Waste Management. ۲۹: ۲۴۲۹-۲۴۳۶.

Adl S. M.۲۰۰۸. The Ecology of Soil Decomposition. CAB International, Wallingford, UK. ۲۰۰۳.

Ahmad, R., Khalid, A., Arshad, M., Zahir, ZA. and Mahmood, T. Effect of compost enriched with N and L-tryptophan on soil and maize. Agronomy for Sustainable Development. ۲۸ (۲): ۲۹۹-۳۰۵.

Busato J. G. Lima L. S. Aguiar N. O. Canellas L. P. and Olivares F. L. ۲۰۱۲. Changes in labile phosphorus forms during maturation of vermicompost enriched with phosphorus-solubilizing and diazotrophic bacteria. Bioresource Technology. ۱۱۰, ۳۹۰-۳۹۵.

Druschel G. K. Hamamers R. J. and Banfield JF .۲۰۰۳. Kinetics and mechanism of polythionate oxidation to sulfate at low pH by O_2 and Fe^{3+}. Geochimica et Cosmochimica Acta; Vol. ۶۷, No. ۲۳, pp. ۴۴۵۷-۴۴۶۹.

Eivazi F. and Tabatabai M. A. ۱۹۷۷. Phosphatases in soils. Soil Biol. Biochem. ۹, ۱۶۷-۱۷۲.

Greene R. A. ۱۹۳۲. The Applicability of the Azotobacter(Placque) Method for Determining the Fertility Requirements of Arizona Soils. Soil Sci; Vol. ۳۴ - Issue ۲ - ppg ۸۳-۹۴.

Gutié rrez-Miceli F. A. Moguel-Zamudio B. Abud-Archila M. Gutié rrez-Oliva V. F. and Dendooven L. ۲۰۰۸. Sheep manure vermicompost supplemented with a native diazotrophic bacteria and mycorrhizas for maize cultivation. Bioresour. Technol. ۹۹, ۷۰۲۰-۷۰۲۶.

Hojjati S. and Nourbakhsh F. ۲۰۰۶. Enzyme activities and microbial biomass carbon in a soil amended with organic and inorganic fertil. J. Agron; ۵: ۵۶۳-۵۷۹.

Kaushik P. Yadav Y. K. Dilbaghi N. and Garg V. K. ۲۰۰۸. Enrichment of vermicomposts prepared from cow dung spiked solid textile mill sludge using nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria. Environmentalist, ۲۸:۲۸۳-۲۸۷.

Lynch W. H. ۱۹۸۰. Effect of Temperature on *Pseudomonas fluorescens* Chemotaxis. J Bacteriol; p. ۳۳۸-۳۴۲

Padmavathiamma P. K. Li L. Y. and Kumari U. R. ۲۰۰۸. An experimental study of vermibiowaste composting for agricultural soil improvement. Bioresour. Technol. ۹۹, ۱۶۷۲-۱۶۸۱.

Page A. L. ۱۹۸۲. Methods of Soil Analysis. Agronomi ۹, ASA, SSSA, Madison, Wiscosin, USA.
Reinecke A. J. Viljioen S. A. and Saayman R. J. ۱۹۹۲. The suitability of Eudrilus eugeniae, Perionyx excavatus and Eisenia fetida (Oligochaete) for vermicomposting in southern Africa in terms of their temperature requirements. Soil Biol. Biochem. ۲۴, ۱۲۹۵-۱۳۰۷.
Scervino J. M. Mesa M. P. Monica I. D. Recchi M. Moreno N. S. and Godeas A. ۲۰۱۰. Soil fungal isolates produce different organic acid patterns involved in phosphate salts solubilization. Biol. Fertil. Soils ۴۶, ۷۵۵-۷۶۳.
Schlesinger W. H. and Andrews J. A. ۲۰۰۰. Soil respiration and the global carbon cycle. Biogeochemistry; ۴۸: ۷-۲۰.
Xiao Y. Zeng G-M. Yang Z-H. Ma Y-H. Huang C. Shi W-J. Xu Z-Y. Huang J. and Fan C-Z. ۲۰۱۱. Effects of Continuous Thermophilic Composting (CTC) on Bacterial Community in the Active Composting Process. Microb Ecol; ۶۲:۵۹۹-۶۰۸.

Abstract

In this study, an experiment with ۸ treatments was conducted at temperatures of ۲۸ and ۴۱ ° C with three replications for ۶۰ days in the Engineering Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Tehran University. The results showed that with increasing time of verimcomposting, all treatments has a significant increase in the population of bacteria, respiration and microbial biomass carbon index and bacterial treatments had higher values. Bacterial treatments VC + Az (enriched Azotobacter) and chemical treatments as well as treatments VC + NSP (enriched with nitrogen, sulfur and phosphorus) has more microbial population. Bacterial treatments were increased with decreasing temperature and vice versa fertilizers and VCC (control) showed an increase in bio-indicators. pH in the treatment of VC VC + S (enriched sulfur) minimum and VC + N (nitrogen-enriched) had the highest. pH on Bacterial treatments was decreased in VC + Ps (enriched Pseudomonas) had the largest decline.

Keywords: vermicomposting, Pseudomonas, Azotobacter, chemical, biological index