

河北省承德地区秸秆堆肥特性及腐熟度评价^{*}

王 静 郭素娟^{**} 马履一

(北京林业大学省部共建森林培育与保护教育部重点实验室, 北京, 100083)

摘 要 以河北省承德地区的油葵秸秆、玉米秸秆、大豆秸秆与鸡粪为原料, 设置4种不同配比(F1、F2、F3、F4), 于2009年秋末接种EM菌进行堆肥试验. 通过对堆肥过程中堆体的温度、含水率、 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 、pH值、C/N、*T*值的测定, 研究了不同配比对堆肥腐熟度的影响. 采用大白菜种子发芽指数(GI)评价了堆肥的腐熟度和生理毒性. 结果表明: (1) 在堆肥腐熟过程中4种不同配比均有明显的高温期, 各项化学及生物学指标均呈现规律性变化. (2) 在堆肥结束时, 各配比的 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 含量下降到 $1.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 以下, $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 的含量明显增多, pH值在7.6—8.1之间, 各配比的C/N在14—18之间, *T*值小于0.6, GI大于100%, 均符合堆肥腐熟标准. F4最先达到腐熟, F2次之. (3) GI与 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 、C/N均呈极显著负相关, 相关系数分别为-0.8999、-0.6412; 而与 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 的相关性不显著. C/N和 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 呈极显著相关, 相关系数分别为0.5821、-0.5672.

关键词 堆肥, 秸秆, 腐熟度.

中国是农业大国, 作物秸秆资源非常丰富, 传统的处理秸秆的方式如丢弃、无控焚烧、直接还田和加工粗饲料, 都存在着利用率低、转化率低、经济效益低的缺点, 并且对环境造成严重污染^[1-2]. 另外, 集约化禽畜养殖业的迅速崛起, 禽畜粪便造成了环境的污染^[3]. 堆肥法(Composting)作为一种处理固体有机废物(包括畜禽粪便、污水、污泥和城市生活垃圾等), 使之无害化、资源化的有效手段, 长久以来在国内外广泛地被研究和应用^[4]. 堆肥腐熟不完全, 会对土壤环境与植物的生长造成不良影响, 因此在堆肥的质量控制中, 腐熟度最为重要. 通常用物理、化学和生物学参数指示堆肥的腐熟度^[5]. 然而, 不同的研究中关于腐熟稳定程度的结论不同^[6], 到目前为止, 堆肥腐熟稳定程度的评价体系仍不完善^[7]. 有研究表明, 接种微生物菌剂能加速堆肥材料的腐熟, 增加产品的肥效^[8-9].

本试验研究在秋季低温条件下不同秸秆与鸡粪按照比例进行混合后接种EM发酵剂进行堆肥, 从物理、化学及生物学各个指标来进行腐熟度的评价, 并对各个指标间进行了相关性分析, 综合考虑各个指标, 从而筛选出最佳配比, 为低温下用堆肥的方法处理当地的农业废弃物提供一定的科学依据.

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于2009年11月1日到12月15日在承德地区隆化县苏木营林场进行. 承德地区位于东经 $115^\circ 54' \sim 119^\circ 15'$, 北纬 $40^\circ 11' \sim 42^\circ 40'$, 地处暖温带向寒温带过渡地带, 属半湿润半干旱大陆性季风气候, 四季分明, 光照充足, 昼夜温差大. 年平均气温 8.9°C , 年均无霜期160 d.

玉米秸秆、油葵秸秆、大豆秸秆由河北承德隆化县苏木营林场提供, 秸秆使用前粉碎到2 cm左右. 鸡粪由隆化县养鸡场提供, EM菌剂购于北京世纪万业缘生物有限公司, 有效菌数(CFU) $\geq 20 \text{ 亿} \cdot \text{mL}^{-1}$, 每1000 kg肥料施用1000 mL. 用于发芽指数(GI)测定的大白菜(*Brassicacampestris*L. ssp. *pekinensis* (Lour.) Olsson)种子购于中国农业科学院. 堆肥材料的基本性状见表1.

1.2 试验方法

试验共设置4个配比(表2), 以秸秆为主要原料, 固定鸡粪比例不变, 调节秸秆比例, 添加少量的尿

2010年7月5日收稿.

^{*} 中央高校基本科研业务费专项资金资助.

^{**} 通讯联系人, E-mail: gwangzs@263.net

素来调节 C/N 比,并按照 EM 菌使用说明添加进行生物堆肥.

表 1 堆肥材料主要成分
Table 1 The main component of the composting materials

原料	含水率/%	TC/(g·kg ⁻¹)	TN/(g·kg ⁻¹)	C/N
鸡粪	79.5	182.33	14.45	12.6
玉米秸秆	24.3	556.80	8.92	62.4
大豆秸秆	20.6	438.29	7.20	60.9
油菜秸秆	18.2	535.71	6.69	80.1

表 2 不同原料堆肥的配比及初始指标
Table 2 Different ratio of composting materials and the initial indicators

配比	V(油菜秸秆):V(玉米秸秆):V(大豆秸秆):V(鸡粪)	pH 值	含水率/%	C/N
F1	6:1:1:2	8.72	66.3	27.34
F2	1:6:1:2	8.60	67.5	25.05
F3	1:1:6:2	8.63	61.4	25.83
F4	(8/3):(8/3):(8/3):2	8.45	63.6	25.41

将试验材料按照以上的比例进行充分混合,加水调节含水量在 65% 左右,进行室外露天堆肥.堆肥后覆盖塑料膜以保温保湿.分别于堆肥的第 0 天、第 3 天、第 6 天、第 10 天、第 15 天、第 21 天、第 30 天、第 45 天进行多点取样,并按四分法收集样品.取样后分成两份,一份用于鲜样测定,另一份自然风干,用于干样的测定.

1.3 分析方法

温度: 分别在第 0—15 天和第 21 天、第 30 天、第 45 天的 10:00 和 15:00 用水银温度计测定温度,两次的平均值为堆体的温度.

含水率测定方法: 烘干法.鲜样置于烘箱内,105℃下烘干至恒重,测定重量变化.

堆肥鲜样按 $m(\text{堆肥}):m(\text{水})=1:10$ 在 $160\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 振荡 30 min 后过滤,滤液在 4℃ 贮存储备用.铵态氮(NH_4^+-N)用靛酚蓝比色法测定;硝态氮(NO_3^--N)用酚二磺酸比色法测定^[10];pH 值用雷磁 pHs-2F 型 pH 计测定.

鲜样风干后粉碎过 1 mm 筛,用于测定全氮(H_2SO_4 消解,半凯氏定氮仪测定)、全碳(沸水浴重铬酸钾法)^[11].鲜样和干样的各项指标进行 3 次重复测定.

T 值即堆肥结束时的 C/N 与初始 C/N 的比值.

1.4 堆肥样品的生物学测定

将堆肥鲜样按 $m(\text{堆肥}):m(\text{水})=1:10$ 浸提,160 $\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$ 振荡 1 h 后过滤,吸取 5 mL 滤液于带有滤纸的培养皿中,滤纸上放置 20 粒大白菜种子,重复 3 次,用去离子水作空白对照.置于培养箱在 25℃ 下暗培养 36 h 后,测定种子的发芽率和根长,按下列公式计算种子的发芽指数(GI)^[12].

$$GI = \frac{\text{堆肥浸提液处理种子的发芽率} \times \text{浸提液处理种子的根长}}{\text{去离子水处理种子的发芽率} \times \text{去离子水处理种子的根长}} \times 100\%$$

2 结果与讨论

2.1 堆肥过程中温度的变化

从图 1 中可以看出,各配比的堆肥都有一个明显的升温和降温的过程,并且温度的变化不受外界环境的影响.各配比达到的最高温度分别为 65℃、68℃、67℃、67℃,超过 55℃ 的天数分别为 10 d、9 d、11 d、12 d. F4 的高温期最长,说明 F4 堆体内部的有机体反应时间较其它处理更长,推测 F4 效果最好.

温度的变化在一定程度上可以反映堆体内部微生物活动的变化情况,在一定温度范围内,温度每升高 10℃,有机体生化反应速率提高 1 倍^[13].从图 1 可以看出,4 个堆体内部的微生物都非常活跃,能够将堆体内部不稳定成分降解使之稳定,但是温度过高会导致 N 素过度流失,因此有效地控制好温度,使微生物能够充分地将原料降解,又不使 N 素过度流失,将是非常重要的一个环节.

2.2 堆肥含水率的变化

水分在堆肥过程中的主要作用在于溶解有机物,参与微生物的新陈代谢;水分蒸发时带走热量,调

节堆体温度. 本试验的初始含水率为 65% 左右, 随着反应的进行, 含水率呈下降趋势(图 2), 第 6 天至第 23 天下降最大, 这是因为高温期更有利于水分的蒸发, 以调节堆体内部温度. 第 23 天以后含水率降低趋势明显减缓, 这是因为堆体内部温度降低并开始趋于稳定, 水分蒸发量减少, 且微生物的新陈代谢减缓, 消耗水分减少. 到第 45 天时含水率下降量均大于 10%, 其中 F2 下降量最大, 为 14.3%, F3 下降量最小, 为 10.9%.

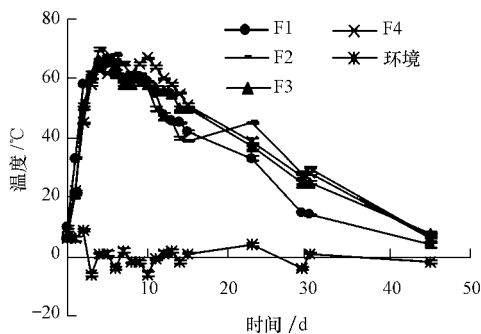


图 1 不同处理堆肥温度的变化

Fig. 1 Change of temperature in compost under different treatments

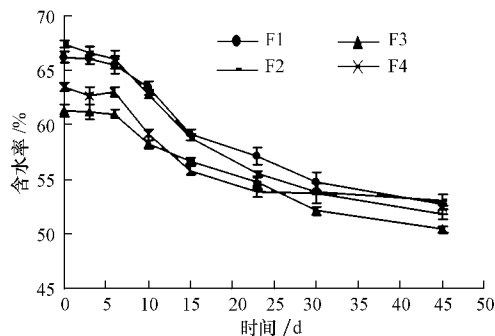


图 2 不同处理堆肥含水率的变化

Fig. 2 Change of moisture content in compost under different treatments

有研究表明, 堆体内部水分含量控制在 40%—65% 有利于微生物的新陈代谢^[14], 最适含量为 50%—60%^[15], 同时堆体含水量有利于 NH_4^+-N 的积累^[16]. 本研究通过对堆体内部水分含量的测定发现, 将初始含水量控制在 65% 左右, 微生物从反应初始到反应结束都处于相对较好的环境, 使堆体内的原料进行很好的降解.

2.3 堆肥过程中 NH_4^+-N 与 NO_3^--N 的变化

从图 3 可知 4 个配比的水溶性 NH_4^+-N 含量总体都呈现先升高后降低的趋势, 其中 F1 的 NH_4^+-N 含量在第 10 天达到最高值 $7.546 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, F2 呈现出双峰值, 在第 15 天达到最高值 $7.090 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, F3 在第 6 天达到最高值 $6.334 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 而 F4 在第 3 天就达到最高值 $6.227 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$; F1 与 F3 的水溶性 NH_4^+-N 含量从第 23 天时急剧下降, 达到 30 天时趋于稳定, F2 与 F4 的水溶性 NH_4^+-N 含量从第 15 天时急剧下降, 到达 23 天时趋于稳定. 4 个配比的 NH_4^+-N 的含量在 30 天时都低于 $1.0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. 这是因为堆肥初期温度迅速升高, 嗜热微生物分解代谢有机质, 进行氨化作用^[17]. 随着堆肥的进行, 堆体内部温度下降, 嗜温性微生物占据优势, 氨化作用降低, 再加上 NH_3 的挥发, NH_4^+-N 的含量骤然下降.

从图 4 可知 4 个配比的 NO_3^--N 含量总体呈现先升高后降低然后又升高的趋势. 堆沤过程中在第 15 天时含量最低, 之后随着温度的降低, NO_3^--N 的含量呈现逐渐增加的趋势. 这是因为堆肥初期升温阶段和堆肥腐熟后期降温阶段嗜温性微生物占据优势, 其中的硝化细菌非常活跃.

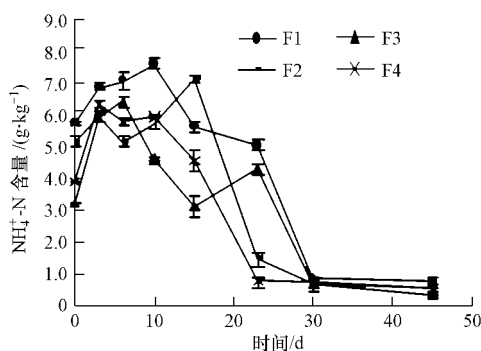


图 3 不同处理堆肥 NH_4^+-N 的变化

Fig. 3 Change of NH_4^+-N in compost under different treatments

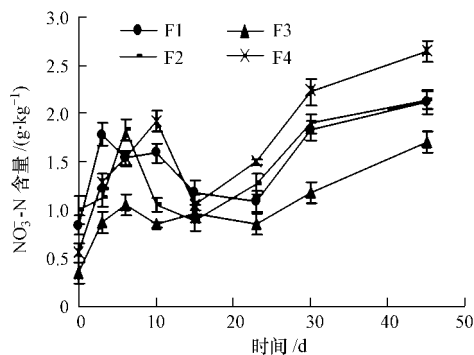


图 4 不同处理堆肥 NO_3^--N 的变化

Fig. 4 Change of NO_3^--N in compost under different treatments

在堆肥过程中, N 素的损失是不可避免的, 主要是通过 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 以 NH_3 的形式挥发掉, 为了提高肥效和减少环境污染, 应该尽量减少 NH_3 的挥发. 有研究表明^[18], NH_3 的挥发与水溶性 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 的浓度和 pH 值有密切关系, 因此可以通过提高堆体水分含量和降低堆体的 pH 值来减少 NH_3 的挥发; 堆体内部的初始 N 素在微生物进行矿化过程中, 主要被转化为可溶性 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 和 $\text{NO}_3^- \text{-N}$, 因此, 通过 N 素形态的转化, 也可以减少 N 素的损失.

2.4 堆肥过程 pH 值的变化

从图 5 可知, 各处理的初始 pH 值均呈现弱碱性, 堆肥结束时 pH 值较初始 pH 值降低, 这与为调节初始 C/N 添加少量尿素有关. pH 值随着时间和温度变化, 呈现出先升高后降低的趋势, 这与黄懿梅^[19]以鸡粪与小麦秸秆和玉米秸秆为堆肥原料的研究结果中 pH 值变化趋势一致. 这是因为微生物生命活动中产生有机酸, 随着温度的升高而挥发, 而微生物分解蛋白质类有机物产生了氨气, pH 值上升, 之后随着氨气的挥发 pH 值有所下降. 各个配比 pH 值达到最大值的时间不尽相同, F1 和 F2 分别在第 3 天时达到最大, 为 8.81 和 8.68; F3 在第 6 天时达到最大, 为 8.67, F4 在第 10 天时达到最大, 为 8.75. 到达第 30 天时候, pH 值已经稳定在 7.8—8.2 之间, 之后 pH 值稍有降低.

2.5 不同堆肥处理中 C/N 的变化及 T 值对腐熟度的衡量

研究认为, 腐熟堆肥的 C/N 应在 15—20 之间^[20]. 由图 6 可知, 4 个配比在堆肥过程中 C/N 总体呈现下降的趋势, 在第 23 天, F2 和 F4 的 C/N 低于 F3 和 F1, 在第 30 天和第 45 天, 4 个配比的 C/N 都在 14—18 之间, 符合腐熟的标准. 堆肥过程中也可用 T 值对堆肥腐熟度进行评价, Morel 等认为 T 值小于 0.6 时堆肥达到腐熟^[21]. 本试验 4 个配比中 F2 和 F4 在第 23 天 T 值最先接近于 0.6, 在第 30 天和第 45 天的 4 个配比 T 值均小于 0.6, 符合腐熟的要求.

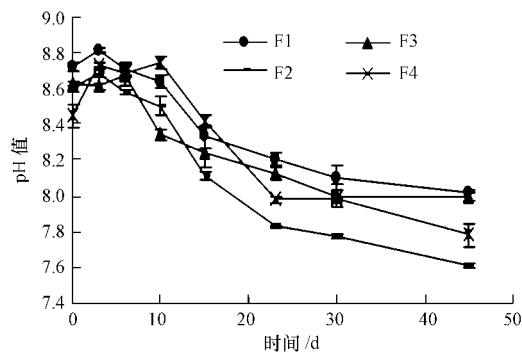


图 5 不同处理堆肥 pH 值的变化
Fig. 5 Change of pH in compost under different treatments

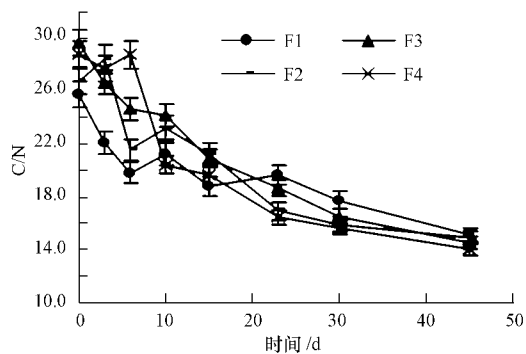


图 6 不同堆肥处理 C/N 的变化
Fig. 6 Change of C/N in compost under different treatments

2.6 堆肥过程中种子发芽指数(GI) 的变化

从图 7 可知, 4 个配比除 F1 以外, 最初的 GI 值都大于 0, 之后随着时间的推移, GI 值总体呈现出先降低后升高的趋势. 其中 F2 和 F4 最先大于 90%. 在第 30 天时, 4 个配比都达到 100% 以上. Zucconi 指出, 当 GI 值 > 50% 时, 表示堆肥已腐熟^[22]. 由于选取测定 GI 的种子不一样, GI 的结果会有一定差异. F2 和 F4 在第 23 天时, GI 值均大于 90%, 判定其基本腐熟. 4 个配比在第 30 天时都达到腐熟, 这与 T 值的结论一致.

通过对 4 个堆体的 GI 值分析以及物理、化学指标的测定, 4 个配比都能够使堆体得到很好的发酵, 达到腐熟标准. 但最好的配比是 F4, 其次是 F2, 再次是 F1 和 F3.

2.7 GI 与各项化学指标间的相关性分析和回归分析

通过对 GI 和上述各项化学指标进行相关性分析可知(表 3), GI 与 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 、C/N 均存在极显著的负相关性, 其中与 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 的相关性最大, 相关系数为 -0.8999, 而与 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 的相关性不显著. $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 和 C/N 呈现极显著的正相关关系, $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 与 C/N 呈现极显著的负相关关系. 可见, 在本试验中, GI、

$\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 、 C/N 和 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 都适宜作为堆肥腐熟的评价指标.

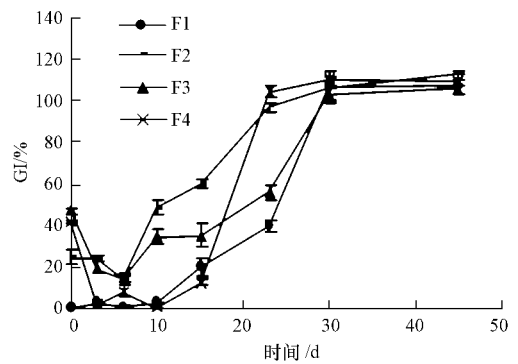


图 7 不同处理堆肥 GI 的变化
Fig. 7 Change of seed germination index under different treatments

表 3 GI 与各化学测定指标间的相关性分析
Table 3 Correlation coefficients among various indicators during composting

指标	GI	$\text{NH}_4^+ \text{-N}$	$\text{NO}_3^- \text{-N}$
$\text{NH}_4^+ \text{-N}$	-0.8999 **		
$\text{NO}_3^- \text{-N}$	0.2360	-0.2416	
C/N	-0.6412 **	0.5821 **	-0.5672 **

注: ** 表示相关性极显著 $P < 0.01$, * 表示相关性显著 $P < 0.05$.

由于 GI 与 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 和 C/N 存在极显著的相关性,将 GI 和 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 、 C/N 进行回归分析,设 GI 为 Y , $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 为 X_1 , C/N 为 X_2 ,得出它们的复相关系数 R 为 0.9114,判定系数 R^2 为 0.8307,回归方程为:

$$Y = 134.968 - 13.644X_1 - 1.541X_2 \text{ 其中 } 0 < X_1 < 8.0; 14.0 < X_2 < 19.7$$

根据得出的回归方程,可以利用测得堆体化学指标的数据,估计出发芽指数,对堆体的腐熟程度进行初步判断.

3 结论

(1) 4 个配比的堆肥在堆置过程中,各项指标都呈现出一定的规律性变化. 温度都有明显的升温期、高温期及降温期, F4 的高温期最长; 4 个配比的含水量都持续下降; $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 的含量先升高后降低, F2 与 F4 在第 23 天时最先下降到 $1.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 左右; 4 个配比的 $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 含量在堆肥结束时较初期明显增加; pH 值也呈现出先升高后降低的趋势,在第 30 天时 pH 值稳定在 7.8—8.2 之间,较堆肥初期 pH 值下降,这与堆肥初期添加了少量尿素调节 C/N 有关; C/N 和 T 值总体呈下降趋势,在第 23 天时 F2 和 F4 的 C/N 最先下降到 16—18 之间, T 值接近 0.6,在第 30 天时 4 个配比的 C/N 都在 14—18 之间, T 值均小于 0.6,符合腐熟的标准;通过白菜种子 GI 测定堆肥过程中植物毒性的变化,说明随着堆肥的腐熟,其对植物毒性逐渐减弱,其中 F4 和 F2 在第 23 天时 GI 最先接近 100%.

(2) GI 与各项化学指标进行相关性分析时,与 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 和 C/N 呈现出极显著相关,说明 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 、 C/N 可以作为评价发芽指数 GI 的间接指标. 通过建立回归方程 $Y = 134.968 - 13.644X_1 - 1.541X_2$,可以对 GI 进行估计,对堆体的腐熟度进行初步判断,可以减少实验工作量. 此方程式建立在此次实验的基础上,且各项变量都在一定的范围才适用.

(3) 通过对 GI 以及其它化学指标的测定比较,4 个配比都能够使堆体得到很好的发酵,达到腐熟标准. 但最好的配比是 F4,其次是 F2,再次是 F1 和 F3.

参 考 文 献

[1] 韩鲁佳,闫巧娟,刘向阳,等. 中国农作物秸秆资源及其利用现状 [J]. 农业工程学报, 2002, 18 (3) : 87-91
[2] 石磊,赵由才,柴晓利. 我国农作物秸秆的综合利用技术进展 [J]. 中国沼气, 2005, 23 (2) : 11-14

[3] 窦新红. 我国家禽业面临的主要生态问题及对策 [J]. 中国家禽 2001 23 (6) : 2-5

[4] 李国学 张福锁. 固体废弃物堆肥化与有机复混肥生产 [M]. 北京: 化学工业出版社 2001

[5] Levanon D ,Pluda D. Chemical physical and biological criteria for maturity in composts for organic farming [J]. Compost Science & Utilization 2002 ,10 (4) : 339-347

[6] Saviozzi A ,Cardelli R ,Levi-Minzi R ,et al. Evolution of biochemical parameters during composting of urban wastes [J]. Compost Science &Utilization 2004 ,12 (2) : 153-161

[7] Kadir WR , Ahmad R , Kong H W ,et al. Amelioration of composting process by fertilizers [J]. Compost Science & Utilization 2004 ,12 (1) : 80-86

[8] 许晓英 李季. 复合微生物菌剂在污泥高温好氧堆肥中的应用 [J]. 中国生态农业学报 2006 ,14 (3) : 64-66

[9] 欧亚玲 陈强 邵宇 等. 接种高温细菌复合菌剂对鸡粪堆肥的影响研究 [J]. 四川农业大学学报 2008 26 (1) : 89-92

[10] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业出版社 2000

[11] 蔡耕鸣 梁运献 罗小红 等. 沸水浴重铬酸钾法测定有机无机肥料中有机碳 [J]. 西南农业学报 ,1999 ,12 (3) : 70-74

[12] 李季 彭生平. 堆肥工程实用手册 [M]. 北京: 化学工业出版社 2005

[13] Cardenas-Gonzalez B ,Ergas S J ,Switzenbaum M S. Characterization of compost biofiltration media [J]. Journal of the Air and Waste Manage Merit Association ,1999 49: 784-793

[14] 魏源送 ,王敏健 ,王菊思. 堆肥技术及进展 [J]. 环境科学进展 ,1999 7 (3) : 11-23

[15] Osada T ,Kuroda K ,Yonaga M. Determination of nitrous oxide , methane , and ammonia emissions from a swine waste composting process [J]. Mater Cycles Waste Management 2000 2: 51-56

[16] Liang Y ,Leonard J J ,Feddes J J ,et al. A simulation model of ammonia volatilization in composting [J]. American Society of Agricultural Engineers 2004 47 (5) : 1667-1680

[17] 王伟东 刘建斌 牛俊玲 等. 堆肥化过程中微生物群落的动态及接菌剂的应用效果 [J]. 农业工程学报 2006 22 (4) : 148-152

[18] 郑瑞生. 猪粪堆肥化处理氨气释放规律及调控措施研究 [D]. 福建农林大学硕士学位论文 2005

[19] 黄懿梅 安韶山 ,白红英 等. 鸡粪与不同秸秆高温堆肥中氮素的变化特征 [J]. 西北农林科技大学学报 2004 32 (11) : 53-58

[20] 柴晓利 张华 赵由才. 固体废物堆肥原理与技术 [M]. 北京: 化学工业出版社 2005

[21] Morel T L ,Colin F ,Germon J C ,et al. Methods for the evaluation of the maturity of municipal refuse compost//Gasser J K R. Composting of agricultural and other wastes [C]. London: Elsevier Applied Science publishers ,1985: 56-72

[22] Zucconi F ,Forte M ,Monac A ,et al. Biological evaluation of compost maturity [J]. Biocycle ,1981 22: 27-29

CHARACTERISTICS OF STRAW COMPOSTING AND EVALUATION
OF MATURITY IN CHENGDE , HEBEI PROVINCE

WANG Jing GUO Sujuan MA Luyi

(Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education , Beijing Forestry University , 100083 , China)

ABSTRACT

Composting is one of the means for treatment of solid organic waste , which makes the waste harmless and useful. In this study , A composting experiment was set up in the late autumn of 2009 in Chengde , Hebei province , using sunflower straws , corn stalks , soybean straws and chicken manure as raw materials , and adopting EM treatment. By measuring the temperature , moisture content , pH , $\text{NH}_4^+ \text{-N}$, $\text{NO}_3^- \text{-N}$, C/N , T value in the composting process , the effect of material ratios on compost maturity was investigated. Chinese cabbage seed germination index (GI) was adopted to evaluate the maturity and physiological toxicity. The results showed that in the pile composting process 4 different treatments had significantly high temperature period. The chemical indicators and biological indicators changed regularly. At the end of the composting , $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ content decreased to $1.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, $\text{NO}_3^- \text{-N}$ increased significantly , pH maintained at 7.6—8.1 , C/N maintained at 14—18 , T value was less than 0.6 μ and GI greater than 100% , all of which met the maturity standards for compost decomposition. F4 reached maturity first , followed by F2. On the GI index associated with each chemical analysis , GI was negatively correlated with $\text{NH}_4^+ \text{-N}$, C/N , reaching -0.8999 and -0.6412 respectively , but had no significant correlation with $\text{NO}_3^- \text{-N}$. C/N was positively correlated with $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ and $\text{NO}_3^- \text{-N}$, reaching 0.5821 and -0.5672 respectively.

Keywords: composting , agricultural straw , maturity.