

DOI:10.11937/bfyy.201515042

添加菌剂和鸡粪对园林废弃物堆肥效果的影响

冯红梅¹, 秦永胜², 李筱帆², 胡焱³, 彭霞薇¹

(1. 北京林业大学 生物技术与科学学院, 北京 100083; 2. 北京市林业工作总站, 北京 100029;

3. 南京农业大学 生命科学学院, 江苏 南京 210095)

摘要:以果园修剪枝条、鲜鸡粪为试材,采用好氧堆肥技术,在枝条粉碎物中添加不同比例的鸡粪及堆肥发酵菌剂,研究添加菌剂及鸡粪量对堆肥进程及腐熟效果的作用。结果表明:各处理的堆肥温度在不同时间内均上升到 50℃ 以上并持续 2 周以上,符合高温堆肥无害化卫生标准;堆肥 40 d 时,各处理的含水量、pH 值、C/N 比值、种子发芽势、总养分均达到较理想的效果。综合上述测定指标,其中以添加菌剂、枝条粉碎物与鲜鸡粪混合比例为 1:1 的处理效果最好,进入高温期的时间比其它处理提前 2~5 d,堆肥结束时该处理的种子发芽势为 86.69%、C/N 降为 12.41,总养分含量为 4.89%,均明显优于其它处理。

关键词:园林废弃物;微生物菌剂;鸡粪;堆肥;资源化利用

中图分类号:S 141.4;X 705 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)15-0156-05

园林绿化废弃物是指城市园林绿化养护管理、林地抚育经营、果树整形修剪过程中产生的枝叶、草屑、花败、锯末等有机废弃物,又被称为园林绿化剩余物^[1]。随着生态城市的快速发展,城市园林绿化废弃物的数量日益增多。以北京为例,2010 年全市园林绿化废弃物理论蕴藏总量约 520 万 t,其中可利用总量约 443 万 t。随着绿化面积的扩大,特别是平原造林工程的实施,园林绿化废弃物实际产生量将逐年增加,预计 2015 年全市

园林绿化废弃物理论蕴藏总量将达 569 万 t,可利用量达到 484 万 t^[2-3]。

园林废弃物来源虽然复杂,但其组成成分主要为有机物质,是不可多得的有机资源。但是,当前多数园林绿化废弃物被填埋、焚烧,造成资源的极大浪费。园林绿化废弃物因其质地疏松、填埋处理占用空间大,给城市垃圾纳运带来很大的压力,且产生渗滤液污染地下水。直燃焚烧处理则产生二氧化碳等温室气体和二噁英、硫化氢等有毒气体,直接造成大气污染^[4]。与填埋、焚烧相比,园林绿色废弃物的循环利用(即堆肥化处理)具有保护环境、节约能源、投资少、运行费用低、回报高等优点,因此国外大多采用堆肥方式处理园林绿色废弃物^[4-5]。我国在园林绿化废弃物堆肥资源化利用方面起步较晚,近年来也开始受到学术界的高度关注^[6-8]。与此同时,林地、果园土壤有机质含量很低,肥

第一作者简介:冯红梅((1989-),女,硕士研究生,研究方向为资源与环境微生物学。E-mail:455573243@qq.com。

责任作者:彭霞薇(1974-),女,天津人,博士,副教授,研究方向为资源与环境微生物学。E-mail:pengxw@bjfu.edu.cn。

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资助项目(TD2012-03);北京市财政资金资助项目。

收稿日期:2015-05-18

Breeding on the New Chinese Chive Varieties of Broad Leaf and the High Quality of the Leeks 'Youkuan No. 1'

ZHANG Guihai, WANG Mingyao, WANG Xueying, HUANG Zhihui, TIAN Qingwu,

WANG Changhao, ZHANG Zhao, TIAN Yingchun, TIAN Xiaofei

(Institute of Vegetables, Langfang Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Langfang, Hebei 065000)

Abstract: Through Hybridization group between the high quality of inbred lines and the male sterile line, the selected hybrid generation, with the combination of field investigation and indoor identification phase, the study screened the new Chinese chive varieties of broad leaf and the high quality of the leeks named 'Youkuan No. 1'.

Keywords: inbred lines; hybridization group; new Chinese chive varieties; seed point

力不足,需要使用有机肥来提高地力;而林地,尤其是果园,每年修剪下来的大量枝条,如果都堆放在果园和路旁,还可能导致病虫害传播及火灾。废弃物通过堆肥化处理,并作为生物有机肥施用于果园,不仅可以实现生物质资源的再利用,还可以限制病虫害的发生,为实现有机果园的运营模式提供可能。

在园林废弃物堆肥化处理过程中,微生物是其中主要的动力来源,直接影响堆肥的温度、pH 值、碳氮比等主要参数指标^[7,9],是堆肥无害化、快速化过程的主要影响因素。由于园林废弃物中主要成分为纤维素、半纤维素和木质素等较难降解的生物质,且 C/N 值高,本身的营养成分不能满足微生物生长的需要,而且也很难为微生物直接利用,该试验在前期研究的基础上选择了一种效果相对较好的市售微生物菌剂,通过添加鸡粪的方法,研究其对园林废弃物堆肥参数的影响,为园林绿色废弃物堆肥化处理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验所用园林废弃物取自北京市昌平区昆利有机果园苹果树修剪枝条,枝条粉碎为粒径 1~3 cm 的小段,鲜鸡粪来自果园周边的养鸡场。微生物堆肥菌剂为广州微元有限公司生产的堆肥快速腐熟剂。堆肥材料的基本理化性质见表 1。

表 1 堆肥材料的基本理化性质

Table 1 Physical and chemical properties of raw composting materials

材料 Material	碳含量 C content /%	氮含量 N content /%	碳氮比 C/N ratio	含水量 Moisture content /%	pH 值 pH value
枝条粉碎物 Garden waste	52.68	0.41	128.49	12.36	6.72
鸡粪 Chicken manure	23.87	2.14	11.15	52.33	7.85

1.2 试验方法

试验在北京市昌平区昆利果园进行,试验设 4 个处理,包括枝条粉碎物与鸡粪 1:1 混合不加菌剂处理(处理 1)、枝条粉碎物与鸡粪 1:1 混合加菌剂处理(处理 2)、枝条粉碎物与鸡粪 2:1 混合不加菌剂处理(处理 3)和枝条粉碎物与鸡粪 2:1 混合加菌剂处理(处理 4)。枝条粉碎物在与鸡粪混合前 2 d 先补充水分,使其含水量达到 50%~60%,然后按不同比例与新鲜鸡粪混合,添加菌剂的处理按 10 m² 物料加 1 kg 菌剂比例与上述物料进行混合。每个处理的堆体长 3 m、底宽 2 m、上宽 1.2 m、高 0.8 m,采用法夫曼公司生产的堆肥翻堆机进行翻堆,堆肥前期(堆肥开始到第 10 天),每隔 1 d 翻堆 1 次,之后 4 d 翻堆 1 次,至温室降至 40℃ 以下时不再翻堆。在堆肥期每隔 2 d 取样 1 次,每次在堆肥前、后、左、

右和中部选 5 个点进行取样,充分混合后分成 2 份,其中一部分保存于 4℃ 冰箱中,用于后续含水量、pH 值、种子发芽指数测定,其余部分自然风干,粉碎过 1 mm 筛,用于后续有机碳、总氮、总磷、总钾含量测定。

1.3 项目测定

温度:采用超长水银温度计测量,每天 10:00 测量堆体中心部位温度,采用多点测量,然后取温度平均值,同时记录环境温度;含水量:称取 10 g 左右鲜样,采用 105℃ 烘干法测量;pH 值:鲜样与蒸馏水按 1:10(W/V) 比例混合,连续振荡 4 h,取滤液用 pH 值酸度计测量;有机碳:采用重铬酸钾容量法-外加热法测量;全氮:采用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮-凯氏定氮法测量;全磷:采用 H₂SO₄-HNO₃ 消煮-钼锑抗比色法测量;全钾:采用 H₂SO₄-HNO₃ 消煮-火焰光度法测量,具体操作按照中国有机肥标准 NY525-2012 进行^[10]。种子发芽指数(GI):参考张津^[11]所述方法略加改进,灭菌的培养皿(直径 9 cm)内垫一张滤纸,均匀放入 30 粒油菜种子,然后加入堆肥浸提液 5.0 mL(10 g 样品中加入 100 mL 蒸馏水浸泡 24 h 后过滤),放置在(25±1)℃ 的培养箱中黑暗培养 48 h,测定发芽率和根长,每样品重复 3 次,以蒸馏水做空白对照,计算得出 GI 值。

$GI = (\text{堆肥处理的种子发芽率} \times \text{种子根长}) / (\text{蒸馏水处理的种子发芽率} \times \text{种子根长}) \times 100$ 。

2 结果与分析

2.1 堆肥过程中堆体温度的变化

堆体温度的变化是微生物利用堆肥物料中可溶性有机物进行代谢的结果,是反映堆肥进程的重要指标之一^[12],堆肥过程中的高温期(50℃ 以上)有助于消除堆肥原料中有害生物和水分的去除,保证堆肥产品的安全无害化,达到国家对有机肥产品的要求。由图 1 可知,随时堆肥时间的推进,各个处理的堆体温度均呈现升温、高温、降温并达到稳定的规律性变化,均能达到 50℃ 以

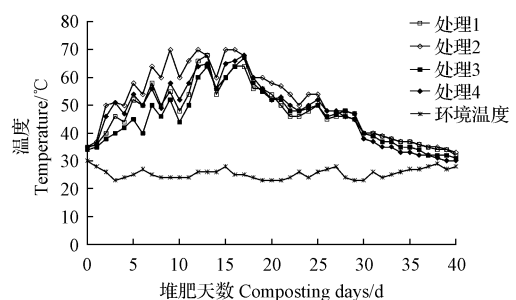


图 1 堆肥过程中温度的变化

Fig. 1 Change of the temperature during composting

上并持续2周以上,符合高温堆肥无害化卫生标准^[10]。处理2和处理4升温速度均快于处理1和处理3,处理2和处理4分别在堆肥后2 d和3 d上升到50℃以上,各自对照组分别提前3 d和4 d达到高温期,而且高温期持续时间长,超过50℃的天数分别为24 d和20 d,比未加堆肥腐熟剂的处理高温时间分别延长6 d,说明添加菌剂可以提高堆肥初期微生物代谢速度,通过改善堆体内部微生物群落结构,加快堆肥升温过程,延长高温时间。从温度监测的结果来看,处理1比处理3升温速度快,处理2比处理4升温速度快,说明堆肥材料的配比对堆肥速度也有较大影响。各个处理高温(50℃以上)时间维持了14~24 d,之后逐渐下降,到堆肥40 d时,温度已经降至接近室温,说明堆肥已经达到腐熟要求。

2.2 堆肥过程中堆体物料含水量的变化

由图2可知,在堆肥的整个过程中,各个处理的含水量均呈现出不断下降的趋势,但在堆肥后2 d和6 d时,与前一个时间段测定的含水量相比,基本没有下降,甚至略有升高,出现这种现象的原因,在于堆肥初期微生物对底物的快速降解,导致一定量水分的产生;之后由于持续高温以及翻堆作用,使各处理的堆肥含水量呈现随时间而规律性降低的趋势。其中处理2和处理4的含水量分别比处理1和处理3的含水量下降速度要快,原因是处理2和处理4中枝条粉碎物含量高,堆体孔隙度更高,增加了水分的流失速度,堆肥到40 d时,各个处理的含水量均降至30%以下,符合生物有机肥产品的要求。

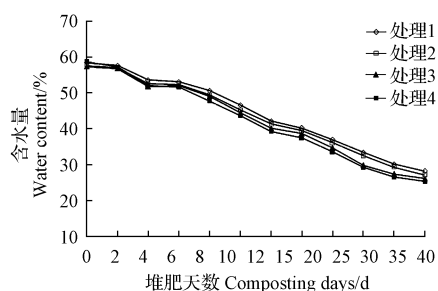


图2 堆肥过程中含水量的变化

Fig. 2 Change of the water content during composting

2.3 堆肥过程中堆体 pH 值的变化

堆肥初期,适宜的 pH 值为微生物降解堆肥原料中的有机质提供了重要的环境,是堆肥成功的重要条件。堆肥过程中 pH 值会随着微生物的降解活动而呈现规律性变化,进而影响堆肥产品的质量和腐熟度。由图3可知,堆肥初始阶段,处理1和处理3的 pH 值接近,分别为7.46和7.43,处理2和处理4的 pH 值接近,分别为

7.31和7.29,之后随着堆肥温度的升高,4个处理 pH 值均呈现快速上升的趋势,然后 pH 值达最高,之后缓慢下降,堆肥结束时 pH 值保持在8.2~8.4范围内,符合生物有机肥产品要求的范围。其中处理2的 pH 值上升速度最快,在各时间内 pH 值也均高于其它处理,这与堆肥的升温进程是一致的,也进一步说明,该堆肥处理中微生物最活跃。

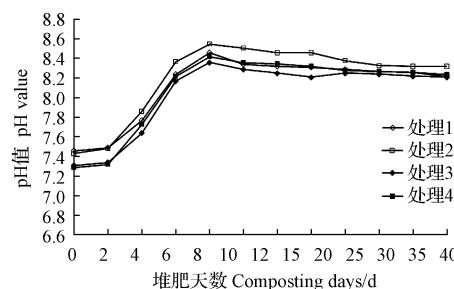


图3 堆肥过程中 pH 值变化

Fig. 3 Change of the pH value during composting

2.4 堆肥过程中不同处理的物料 C/N 的变化

堆肥初始阶段,原料中的有机物质可以为微生物代谢提供必要的碳源和氮源,合适的 C/N 是加速堆肥腐熟,促进微生物代谢和繁殖的基本保证。C/N 变化是检验堆肥腐熟的一个重要指标。在堆肥过程中,碳源被消耗,进而转化为 CO₂ 和腐殖质,氮源一部分以氨气的形式散失,其余大部分转化为硝酸盐和亚硝酸盐,或由生物体同化吸收,堆肥腐熟时 C/N 降至 10~20^[13-14]。由图4可知,堆肥初期,处理1和处理2的 C/N 分别为22.36和23.15,处理3和处理4的 C/N 分别为35.67和35.12,符合堆肥对原料 C/N 值要求的范围 20~40。随着堆肥时间的推进各试验处理,C/N 均呈递减趋势,尤其在堆肥前10 d内,C/N 变化显著,之后呈现非常缓慢的下降趋势,30~40 d时达到稳定。对于添加堆肥发酵菌剂的处理2和处理4,堆肥前10 d,C/N 下降趋势明显快于未加菌剂的处理1和处理3,而且堆肥结束时前者的 C/N 也明显低于后者,说明菌剂的添加有助于加快堆肥物料中有机物的降解速度,从而降低堆肥材料的 C/N,并最终影响堆肥产品的 C/N 值。

2.5 堆肥过程中物料对种子发芽指数(GI)的影响

种子发芽指数(GI)是判断堆肥产品质量和堆肥是否腐熟的重要指标之一,也可以检测堆肥样品植物毒性水平^[15]。ZUCCONI 等^[16]认为,当 GI>50%时,堆肥产品对植物没有毒害,堆肥基本腐熟;当 GI>80%时,堆肥产品可被认为完全腐熟。该试验以油菜种子为材料,测定了4个处理不同堆肥取样时间的物料对其发芽指数

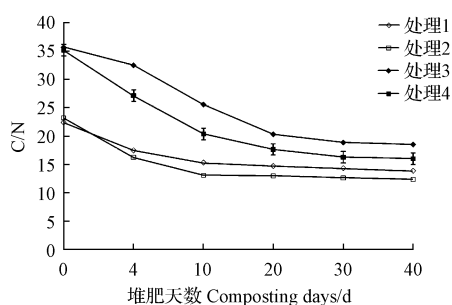


图4 堆肥过程中各处理 C/N 的变化

Fig. 4 Change of the C/N during composting

的影响,可以揭示各处理的堆肥进程。由图 5 可知,随着堆肥时间的延长,各个处理的发芽指数均呈先下降再上升的趋势,在堆肥前期(0~15 d),4 个处理的发芽指数均小于 50%,堆肥 20 d 到堆肥结束时,添加堆肥腐熟剂的处理 2 和处理 4 发芽指数均大于 50%,而未加菌剂的处理 1 和处理 3 分别在堆肥 25 d 和 30 d 时发芽指数才大于 50%,在堆肥结束时 4 个处理的发芽指数分别为 72.47%、86.69%、70.25% 和 80.75%。在各个堆肥阶段,发芽指数最高的为处理 2,其次为处理 4,发芽指数最低的为处理 3,由此也说明枝条粉碎物与鸡粪的比例以及菌剂的添加可以影响堆肥物料的腐熟周期。

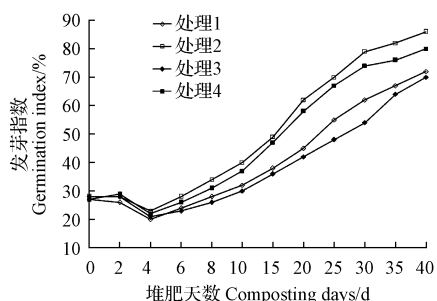


图5 堆肥过程中种子发芽指数的变化

Fig. 5 Change of seed germination index during composting

2.6 堆肥前后养分的变化

由表 2 可以看出,在堆肥结束时,各处理的有机质含量比堆肥初始阶段均有明显降低,主要原因是微生物的降解导致有机碳的大量被分解利用,降幅为 35.34%~46.27%。堆肥结束时堆肥中的全氮、全磷、全钾含量均有所增加,增加范围在 4.32%~11.11%、1.79%~7.08%、2.99%~8.38%,其中添加菌剂的处理比未加菌剂的处理增高比例均高。从总养分的含量来看,各处理的总养分在堆肥后均比堆肥前有所提高,堆肥后总养分含量均高于 4%,达到有机肥国家标准 NY525-2002 总养分 ≥ 4 的要求。

表2 堆肥前后物料养分的变化

Table 2 Change of nutrient components before and after composting

处理 Treatment	前后 Before and after	有机质 Organic matter /%	总氮 Total N /%	总磷 Total P /%	总钾 Total K /%	总养分 Total nutrient /%
处理 1 Treatment 1	初始 Initial	53.58	1.39	1.21	1.96	4.56
	结束 End	34.65	1.45	1.26	2.02	4.73
处理 2 Treatment 2	初始 Initial	53.88	1.35	1.23	1.99	4.57
	结束 End	31.88	1.49	1.28	2.12	4.89
处理 3 Treatment 3	初始 Initial	70.10	1.14	1.12	1.67	3.93
	结束 End	39.89	1.25	1.14	1.72	4.12
处理 4 Treatment 4	初始 Initial	70.84	1.17	1.13	1.67	3.97
	结束 End	38.06	1.30	1.21	1.81	4.32

3 结论与讨论

堆肥腐熟过程是各种理化因子及生物因子共同作用的结果,在堆肥过程中微生物、温度、C/N、水分、pH 值、氧气(即翻堆频率或通氧量)等因素相互作用、相互影响,最终完成堆肥的腐熟化。微生物菌剂的添加对于加快堆肥进程有一定的促进作用^[7,9],微生物的活动对有机物的分解起着决定性的作用,使堆肥升温,不但可以生成大量可被植物利用的有效态氮、磷、钾等化合物,同时还可以合成新的高分子腐殖质,从而提高土壤肥力^[17]。

该研究在前期试验的基础上筛选广州微元有限公司生产的堆肥快速腐熟剂,结果表明在各处理中添加了堆肥腐熟剂的 2 个处理(即处理 2 和处理 4),可以明显提高堆体温度,进入高温期所需要的时间明显加快 3~4 d,高温期持续的时间延长 6 d。堆肥物料的初始 C/N 比值也会影响堆肥升温进程^[18],C/N 范围在 20~40 内的处理,均比较适宜堆体内的微生物的生长和代谢,使堆体快速进入升温过程,该试验的结果也验证了这一点。从试验结果来看,不论是否添加菌剂,枝条粉碎物与鸡粪混合比例为 1:1 的处理(即处理 1 和处理 2),其初始 C/N 为 22 左右,和二者混合比例为 2:1 的处理(即处理 3 和处理 4),其初始 C/N 为 35 左右,均在 1 周内升温到 50℃以上,并以处理 1 和处理 2 的效果更好,说明适合的 C/N 比值对堆肥腐熟是至关重要的,甚至有些报道表明该参数的作用要大于菌剂的效果^[19]。通过测定堆肥过程中温度变化、发芽指数、堆肥前后营养物质含量变化,可以了解堆肥腐熟进程及腐熟度,该研究结果表明,处理 1 的上述指标均优于其它处理。该试验为园林枝条废弃物的资源化利用提供了一条经济有效的途径。

参考文献

- [1] 吕子文,方海兰,黄彩娣. 美国园林废弃物的处置及对我国的启示[J]. 中国园林,2007(8):90-94.
- [2] 于鑫,孙向阳,徐佳,等. 北京市园林绿化废弃物现状调查及再利用

对策探讨[J]. 山东林业科技, 2009(4):5-7, 11.

[3] 吴卫红, 米锋, 张大红, 等. 园林绿化废弃物资源化利用产业发展模式-以北京市为例[J]. 世界林业研究, 2010, 23(5):77-80.

[4] 龚小强. 园林绿化废弃物堆肥产品改良及用作花卉栽培代用基质研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2013.

[5] 倪文清. 园林绿化废弃物处理的现状及政策分析[J]. 现代园艺, 2014(12):161.

[6] 刘佳, 李婧男, 文科军, 等. 不同堆肥条件下园林废弃物中有机碳物质的动态变化[J]. 北方园艺, 2012(24):174-178.

[7] 李文玉, 栾亚宁, 孙向阳, 等. 接种外源微生物菌剂对园林废弃物堆肥腐熟的影响[J]. 生态学杂志, 2014, 33(10):2670-2677.

[8] 王朴, 丁昭全, 张瑛, 等. 园林废弃物覆盖对园林土壤理化性质的影响[J]. 北方园艺, 2013(1):70-72.

[9] 梁金凤, 于跃跃, 文方芳, 等. 添加腐熟菌剂对园林绿色废弃物堆肥化效果的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2013(6):97-104.

[10] 中华人民共和国农业部. 中华人民共和国农业行业标准(NY525-2012) 有机肥料[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.

[11] 张津. 菌剂和调整剂对番茄秸秆与鸡粪堆腐性能及肥效的影响研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2013.

[12] VICKY L M, VESTAL J R. Physical and chemical correlates of microbial activity and biomass in composting municipal sewage sludge[J]. Applied and Environmental Microbiology, 1985, 50(6):1395-1403.

[13] 李承强, 魏源送. 不同填充料污泥好氧堆肥的性质变化及腐熟度[J]. 环境科学, 2001, 22(3):60-65.

[14] 李艳霞, 王敏健, 王菊思. 有机固体废弃物堆肥的腐熟度参数及指标[J]. 环境科学, 1999, 20(2):98-103.

[15] WANG P, CHANGA C M, WATSON M E, et al. Maturity indices for composted dairy and pig manures[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2004, 36:767-776.

[16] ZUCCONI F, PERA A, FORTE M, et al. Evaluating toxicity of immature compost. Biocycle, 1981, 22(2):54-57.

[17] 李国学, 李玉春, 李彦富. 固体废弃物堆肥化及堆肥添加剂研究进展[J]. 农业环境科学学报, 2003, 22(2):252-256.

[18] 陈雅娟, 霍培书, 和旭艳, 等. 物料 C/N 对鸡粪锯末高温堆肥腐熟过程主要指标的影响研究[J]. 中国农业大学学报, 2012, 17(5):118-123.

[19] 陈祥, 易吉林, 包兵, 等. 园林植物废弃物堆肥的理化性状及参数研究[J]. 北方园艺, 2010(12):225-228.

Effect of Microorganism Agents and Chicken Manure on Composting of Garden Wastes

FENG Hongmei¹, QIN Yongsheng², LI Xiaofan², HU Yan³, PENG Xiawei¹

(1. College of Biological Sciences and Technology, Beijing Forestry University, Beijing 100083; 2. General Forestry Administration of Beijing, Beijing 100029; 3. College of Life Science, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095)

Abstract: To study the effect of microorganism agents and chicken manure on composting and putrefaction, the garden green wastes were mixtured with different ratio of chicken manure and a high temperature aerobic composting technology was employed in this research. The results showed that the four treatments reached high temperature (above 50℃) for more than 2 weeks from the beginning 2—7 days of composing. After 40 days of composing, the moisture, pH value, C/N value, seed germination index and total nutrient of each treatment achieved desired results. According to these results, it showed that inoculating microorganism agents and garden waste; chicken manure of 1 : 1 (treatment 2) had the best composing effect. The data demonstrated that the high temperature above 50℃ was 2—5 days faster than other treatments. The germination index was 86.69%, C/N value was 12.41, and the total nutrient was 4.89%, which were better than other treatments.

Keywords: garden waste; microorganism agents; chicken manure; composting; resource utilization