

蔬菜秧与牛粪好氧堆肥试验研究

袁顺全^{1,2}, 曹 婧³, 张俊峰¹, 刘洪涛², 李 鹏¹, 马 兴¹, 庞纯伟¹, 韩 洁^{*}, 陈同斌²

(1. 北京城市系统工程研究中心, 北京 100089,

2. 中国科学院地理科学与资源研究所环境修复研究中心, 北京 100101;

3. 中国人民大学附属中学分校, 北京 100027)

摘 要: 以蔬菜秧、牛粪和玉米秸秆为原料, 在北京延庆县旧县镇延庆有机农业示范园内进行了为期 60 d 的高温好氧堆肥试验。初始堆肥混合物料的含水量为 61.5%, C/N 为 21.3。采用翻堆机进行机械翻堆供氧。结果表明, 该区蔬菜秧和牛粪的营养含量较高, 重金属含量较低, 但水分含量很高, C/N 都很低, 直接用采收后的蔬菜秧和牛粪混合堆肥, 达不到堆肥的适宜条件, 需添加 C/N 较高且水分含量较低的玉米秸秆, 以实现堆肥的适宜条件。试验表明蔬菜秧和牛粪堆肥是可行的, 能有效解决当地的农业废弃物处理问题和有机农业生产中的有机肥短缺问题。

关键词: 堆肥; 蔬菜秧; 牛粪

中图分类号: S142; S141.4 文献标识码: A 文章编号: 1673-6257(2010)04-0061-04

好氧堆肥是目前最常用的一种固体有机废弃物的处理方法^[1], 城市污泥堆肥^[2]、城市污泥与猪粪的混合堆肥^[3]等研究已非常深入, 并开发出 CTB 自动控制高温生物堆肥及专用肥生产成套技术^[4], 有效解决了城市和农村快速发展中的固体废弃物处理问题。通过堆肥可以实现畜禽粪便和种植业废弃物的无害化和资源化, 达到养殖业与种植业发展的对接, 也是目前我国发展循环农业的一种重要模式^[5]。有关牛粪与玉米秸秆等种植业废弃物进行混合堆肥的研究较多, 目前已分别从原料配比^[6]、预堆期^[7]、腐熟度^[8]、堆肥添加剂^[9]等多个角度进行了深入研究, 然而对蔬菜秧与牛粪混合堆肥的研究未见报道。

随着我国生活水平的提高, 蔬菜种植和奶牛养殖规模不断扩大, 随之产生的蔬菜废弃物和牛粪也不断增加, 对周围环境产生了一定的影响, 与此同时, 有机农业生产中还存在有机肥短缺现象。如果蔬菜秧能和牛粪混合发酵生产有机肥, 将解决蔬菜生产和奶牛养殖过程中遇到的难题。开展蔬菜秧与牛粪堆肥的试验研究, 试图解决奶牛养殖与蔬菜种植中的农业废弃物处理问题和有机农业生产中的有机肥短缺问题。

1 材料与方法

1.1 试验材料

堆肥原料采用蔬菜采收后的废弃西红柿秧、彩椒秧、茄子秧, 玉米秸秆和新鲜牛粪。蔬菜秧取自北京延庆县旧县镇有机农业示范园, 玉米秸秆取自延庆县旧县镇农田, 牛粪取自当地奶牛养殖场。

1.2 试验方法

本堆肥试验采用露天条垛堆肥工艺, 在延庆有机农业示范园区内的堆肥工程区内进行。由于蔬菜秧和牛粪的含水量都很高, C/N 都较低, 无法将采收后的蔬菜秧与鲜牛粪直接混合堆肥。为了达到适宜的堆肥发酵条件, 堆肥前需要把采收后的蔬菜秧晾晒干, 以调整堆料合适的水分含量; 添加玉米秸秆, 以调整堆料适宜的 C/N。

新鲜牛粪与经粉碎机粉碎后的蔬菜秧和玉米秸秆按照质量比为 3:1:1 的比例均匀混合, 堆制成底部宽 2.5 m、高 1.2 m、长 50 m 的长条, 用翻堆机进行通风供氧。待温度升至 40℃时开始翻堆, 每两天翻一次, 堆体温度超过 65℃时, 增加翻堆次数, 腐熟后期适当减少翻堆次数。

1.3 采样与测定

为了掌握堆肥原料的基本状况和设计原料配方, 首先对堆肥所用原料牛粪、西红柿秧、彩椒秧、茄子秧和玉米秸秆进行采样, 并测定样品的含水量、全氮、全磷、全钾、pH、有机质和重金属

收稿日期: 2009-12-25 最后修订日期: 2010-04-26

基金项目: 北京市财政专项(2008204155); 国家科技支撑计划(2007BAD87B01)。

作者简介: 袁顺全(1975-), 男, 山东省临朐县人, 博士, 助理研究员, 主要从事资源与环境等方面的研究。通讯作者为韩洁。

(Cd Hg Pb Cr、As) 含量。堆肥所用原料的采样时间为 2009 年 9 月下旬，按照多点取样均匀混合的方法采集样品，堆肥原料性质测定结果见表

1、表 2。堆肥进程中堆料的采样时间为第 1、20、40、60 d，每次取样均在翻堆机充分翻堆，均匀混合后多点法取样。

表 1 堆肥原料的基本性质

名称	含水量 (%)	全 N (%)	全 P (%)	全 K (%)	有机质 (%)	pH 值	C/N	养分 (%)
彩椒秧	83.68	2.73	2.99	1.30	55.74	9.23	11.8	7.02
西红柿秧	84.38	2.43	3.25	0.72	51.87	8.82	12.4	6.39
茄子秧	79.12	2.02	1.62	0.49	58.87	6.16	16.9	4.13
玉米秸秆	65.15	0.89	3.39	0.49	59.94	7.95	38.9	4.77
牛粪	75.50	2.60	4.91	0.33	47.26	9.53	10.8	7.83

表 2 堆肥原料中的重金属含量

(mg/kg)

名称	Cd	Hg	Pb	Cr	As
彩椒秧	0.004 9	0.002 6	0.005 6	0.040 0	0.000 2
西红柿秧	0.004 2	0.003 9	0.007 3	0.032 0	0.000 5
茄子秧	0.010 6	0.022 6	0.015 3	0.041 2	0.000 2
玉米秸秆	0.011 8	0.012 2	0.027 2	0.033 9	0.000 5
牛粪	0.005 8	0.003 7	0.012 5	0.074 1	0.000 5
标准限值	3	5	100	300	30

含水量用烘干法，全氮用凯氏定氮法，全磷用分光光度法，pH 值用 pH 酸度计测定，有机质用重铬酸钾氧化法^[10]；全钾及重金属 (Cd Hg Pb Cr、As) 含量用电感耦合等离子发射光谱仪 (ICP - AES) 测试^[11]。堆体温度用双金属温度计，每日 8:00 和 16:00 分别测定，每次多点取平均值为堆体的温度，同时记录天气状况与堆体周围的环境温度。

2 结果与分析

2.1 物料性质

从堆肥原料测试结果看，牛粪和蔬菜秧的养分含量较高，牛粪的养分含量最高为 7.83%，其次为彩椒秧和西红柿秧，养分含量分别为 7.02% 和 6.39%，远高于有机肥标准要求的 4%。研究表明堆肥过程中磷和钾是不易损失的^[9]，因此，用牛粪和蔬菜秧堆肥能有效提高堆肥的养分含量，提高有机肥的品质。

堆肥物料的重金属 (Cd Hg Pb Cr、As) 含量的测定结果表明，该区域的牛粪、玉米秸秆和蔬菜秧的重金属含量均很低，远远低于《城镇垃圾农用控制标准 (GB8172—87)》规定的限值。因此，用有机农业生产体系中的蔬菜秧与牛粪堆肥施

用是安全的。

2.2 堆体温度的变化

堆肥温度变化是反映发酵进程最直接，也是最便捷的一项指标。根据《粪便无害化卫生标准 (GB7959—87)》达到无害化卫生标准的堆肥温度为最高温度达 50~55℃以上，持续 5~7 d。本试验对堆体温度的检测结果如图 1 所示。堆料的起始温度为 14℃，堆肥开始后温度缓慢上升，第 5 d 堆体温度首次超过 40℃，达到 45℃，之后开始翻堆，温度交替上升，50℃以上持续了 11 d，测试的最高温度为 63℃，已经符合粪便无害化卫生标准。第 19 d 开始温度突然急速下降，可能是由于北京突降大雪使堆体的水分含量增加、环境气温骤降、热量

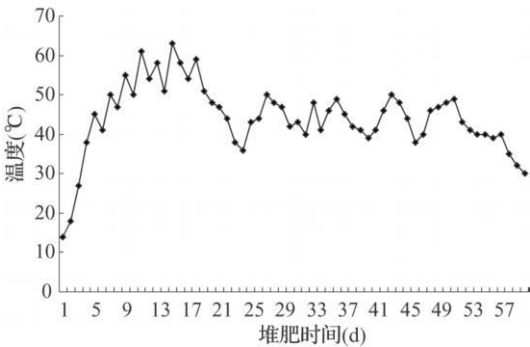


图 1 堆体温度随堆肥时间的变化

大量散失所致。第 25 d 开始温度又缓慢回升，维持在 40~ 50℃ 之间，第 57 d 后温度逐渐下降。

2.3 堆体含水量的变化

水分是堆肥微生物生命活动的基础，也是堆肥中重要的工艺控制参数，堆料中水分含量的高低对堆肥微生物及理化性质有着显著的影响，研究表明，堆肥的最佳水分含量为 50% ~ 60%^[12]。适宜的水分含量是保证微生物最佳活性的必要条件，为了使堆料的含水量调整到最佳条件，通常添加调理剂^[13]，本试验用玉米秸秆来调节含水量，主要出于秸秆成本低廉、来源充足和便于推广的考虑。堆肥进程中微生物分解有机质产生热量和水分，水分不断蒸发，堆体的水分含量总体趋势是不断减少。由于堆肥所用原料与条件不同，得到的结论也不同，栾冬梅等人的试验研究表明，堆料在发酵过程中水分含量是先升高后下降的^[14]，李玉红等人的研究结果是水分含量持续下降，前期下降速度较快，后期下降缓慢^[15]。本实验的起始含水量为 61.5%，堆肥开始后，含水量持续下降到第 60 d 的 23.5%，但前期含水量的下降速度较缓慢（图 2）。分析原因可能是第 19 d 刚好下了大雪，外部输入了大量雪水，使第 20 d 测定的含水量较高，这与温度的检测结果一致。

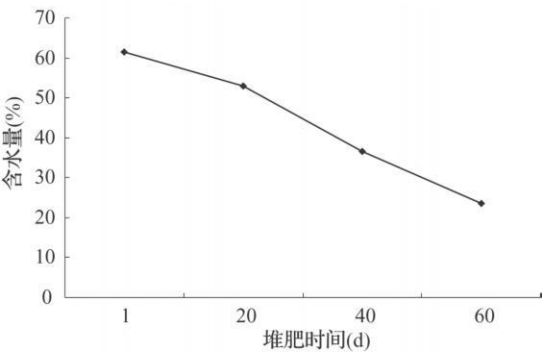


图 2 堆肥过程中堆体含水量的变化

2.4 堆体 pH 值的变化

pH 值也是影响堆肥的一个重要因素，堆肥过程中最适宜微生物生长的 pH 值为 6.5~ 8.5^[14]。有关堆肥过程中 pH 值的变化所见报道中有两种情况，一种情况是堆肥初期 pH 值下降，腐熟阶段又有所回升^[16]；另一种情况是在堆肥过程中 pH 值先上升后下降^[17]。本试验的测定结果是堆肥过程中 pH 值变化不大，第 60 d 的测定结果较第 1 d 略有下降。

2.5 堆体 C/N 的变化

C/N 是最常用于评价堆肥腐熟度的重要参数，一般认为腐熟的堆肥 C/N 小于 20。本试验堆料起始的 C/N 为 21.3，第 60 d 测得的 C/N 为 11.7，堆体 C/N 的变化如图 3 所示。从图中可以看出，在整个堆肥过程中 C/N 持续下降，前期较快，后期变缓，原因可能是堆料中既有玉米秸秆又有蔬菜秧，前者以纤维素为主易分解，后者不易分解。同时，第 19 d 降雪与环境温度的下降，使得堆体温度下降，微生物活动减弱也是原因之一。

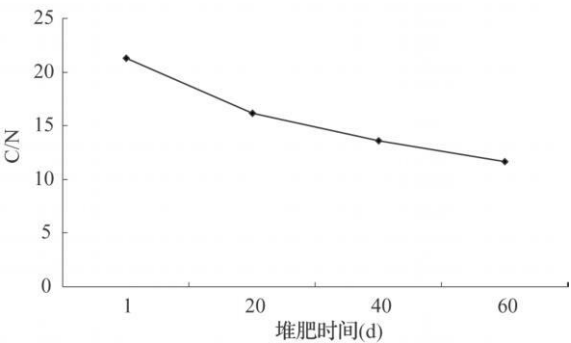


图 3 堆肥过程中 C/N 的变化

3 结论

3.1 本试验采用的牛粪与蔬菜秧重金属含量较低，氮、磷、钾养分含量高，以此为原料进行发酵生产有机肥，是一条治理和综合利用农业废弃物的可行途径。

3.2 研究区采收后的蔬菜秧和鲜牛粪的水分含量都很高，而 C/N 都较低，因而不能直接混合堆肥，需添加含水量低且 C/N 较高的干玉米秸秆或将蔬菜秧晾晒风干，同时添加 C/N 较高的物料，以保证堆肥发酵适宜的含水量和 C/N。

3.3 随着有机种植、有机蔬菜、有机饲料、有机养殖等有机农业规模的不断扩大，堆肥将成为有机农业发展中的一个重要环节。堆肥原料来自有机农业生产中的副产物，堆肥的成品有机肥返还到有机农业生产中，将实现良性有机循环。

3.4 采用其他有机固体废弃物堆肥生产有机肥，原料必须严格检测，控制有毒有害物质，成品有机肥施于农田也应适当控制其施用量。

参考文献:

[1] 胡学玉, 李学垣. 有机固体废弃物的堆肥化处理与资源化利用 [J]. 农业环境与发展, 2002 19 (2): 20- 21
[2] 陈同斌, 高定, 李新波. 城市污泥堆肥对栽培基质保水能

- 力和有效养分的影响 [J]. 生态学报, 2002, 22 (6): 802-807.
- [3] 陈同斌, 罗维, 高定, 等. 混合堆肥过程中容重的层次效应及动态变化 [J]. 环境科学, 2004, 25 (5): 143-147.
- [4] 高定, 陈同斌, 郑国砥, 等. CTB自动控制高温生物堆肥及专业肥生产成套技术 [A]. 2008年给水厂、污水厂运行与管理及升级改造高级研讨会论文集 [C]. 天津: 全国给排水杂志社, 2008. 420-424.
- [5] 袁顺全, 韩洁, 张俊峰, 等. 以堆肥工程为纽带的循环农业模式 [J]. 畜牧与饲料科学, 2009, 30 (5): 103-104.
- [6] 李玉红, 王岩, 李清飞. 不同原料配比对牛粪高温堆肥的影响 [J]. 河南农业科学, 2006 (11): 65-67.
- [7] 高建程, 于金莲, 石登荣, 等. 不同预堆期对牛粪堆肥进程的影响研究 [J]. 农业环境科学学报, 2008, 27 (3): 1214-1218.
- [8] 钱晓雍, 沈根祥, 黄丽华, 等. 畜禽粪便堆肥腐熟度评价指标体系研究 [J]. 农业环境科学学报, 2009, 28 (3): 549-554.
- [9] 赵明梅, 牛明芬, 何随成, 等. 不同微生物菌剂对牛粪堆肥发酵影响的研究 [J]. 农业环境科学学报, 2007, 26 (增): 587-590.
- [10] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999.
- [11] 袁顺全, 赵焯, 刘殿成. 弥河流域农用地健康研究 [J]. 农业工程学报, 2008, 24 (1): 20-23.
- [12] 罗维, 陈同斌. 湿度对堆肥理化性质的影响 [J]. 生态学报, 2004, 24 (11): 2656-2663.
- [13] 高定, 黄启飞, 陈同斌. 新型堆肥调理剂的吸水特性及应用 [J]. 环境工程, 2002, 20 (3): 48-50.
- [14] 栾冬梅, 关静姝, 徐璿, 等. 碳氮比对牛粪好氧堆肥过程的影响 [J]. 东北农业大学学报, 2008, 39 (8): 77-81.
- [15] 李玉红, 王岩, 李清飞. 外源微生物对牛粪高温堆肥的影响 [J]. 农业环境科学学报, 2006, 25 (增): 609-612.
- [16] 单德鑫, 李淑芹, 许景钢. 固体有机废物堆肥过程中氮的转化 [J]. 东北农业大学学报, 2007, 4 (2): 265-269.
- [17] 牛俊玲, 梁丽珍, 兰彦平. 板栗苞和牛粪混合堆肥的物质变化特性研究 [J]. 农业环境科学学报, 2009, 28 (4): 824-827.

Experimental study on compost of vegetable waste and cow dung

YUAN Shurquan^{1,2}, CAO Jing³, ZHANG Jun-feng¹, LIU Hong-tao², LI Peng¹, MA Xing¹, PANG Chun-wei¹, HAN Jie¹, CHEN Tong-bin² (1. Beijing Research Center of Urban Systems Engineering Beijing 100089, 2. Center for Environmental Remediation Institute of Geographic Science and Natural Resources Research, Chinese Academy of Science Beijing 100101, 3. The Branch School of the High School Affiliated to Renmin University of China Beijing 100027)

Abstract The high temperature compost experiment which lasted 60 days used vegetable wastes, cow dung and corn stalks as material in Yanqing organic agriculture demonstration base of Beijing. The C/N of initial complex material was 21.3 and its content of water was 61.5%. The test results showed that in vegetable wastes and cow dung the content of nutrient and water were very high, but the C/N and the content of heavy metals were very low. Therefore it wasn't enough to only compost vegetable wastes and cow dung. In order to achieve more suitable compost condition, corn stalks which contained high C/N and low content of water should be added. The experiment showed that it was feasible to compost vegetable wastes and cow dung which could solve the problem of local agricultural wastes and the shortage of organic fertilizer in organic agricultural production.

Key words compost, vegetable waste, cow dung