

不同工艺和调理剂对猪粪高温堆肥的影响

孙先锋^{1,2}, 邹奎², 钟海风², 谢式云²

(1. 华中农业大学资源环境学院, 湖北 武汉 430070; 2. 海口农工贸(罗牛山)股份有限公司博士后科研工作站, 海南海口 570125)

摘要: 采用在塑料大棚内堆制方法, 研究了不同工艺条件和不同调理剂的猪粪高温堆肥的影响。结果表明, 原工艺堆肥初期温度上升缓慢, 堆体中微生物长时间不能达到合适的生长温度, 使发酵效率降低, 发酵时间明显延长, 同时, 原工艺堆体散发出的氨味非常浓, 导致肥料产品营养成分散失严重; 而改进工艺堆肥升温快, 微生物生长繁殖迅速, 从而有效地缩短了发酵时间, 堆肥物料有淡淡的氨味和醇香味; 新鲜猪粪中加入锯末、干猪粪及蘑菇渣作为调理剂, 调节初始物料含水率至 65% 左右, 并接入合适的微生物菌剂有利于猪粪发酵腐熟; 干猪粪和蘑菇渣作为调理剂具有相似的效果, 但干猪粪容易获得, 并且处理氮的转化率更高, 更适合作为堆肥调理剂。

关键词: 猪粪; 堆肥; 工艺; 调理剂

中图分类号: X713 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-2043(2004)04-0787-04

Effect of Different Technics and Bulking Agents on Composting of Swine Feces

SUN Xian-feng^{1,2}, ZOU Kui², ZHONG Hai-feng², XIE Shi-yun²

(1. Huazhong Agriculture University, Department of Resources & Environment, Wuhan 430070, China; 2. Postdoctoral Workstation of Haikou Agriculture & Industry & Trade Luoniushan Co., Ltd., Haikou 570125, China)

Abstract: Effect of different technics and bulking agents on composting of swine feces was studied. Under the primary technic, the temperature during initial phase rised so slowly that the composting could not reach the suitable temperature for microorganism growth for a long time, which caused reducing the fermentation efficiency and prolonging the fermentation time obviously. At the same time, the odor of ammonia resulted from the composting under the primary technics was very thick, which caused dissipating of product nutrition seriously. Under the improved technics, the temperature went up rapidly, the microorganisms in composting grew so quickly that the fermentation time was shortened efficiently, and the composting materiel had light ammonia odor with a little ferment fragrance. Adding sawdust, dry feces and mushroom dregs in fresh swine feces, regulating the initial water content around 65%, and inoculating suitable bacterial preparation were in favor of the maturity of composting. Dry feces and mushroom dregs had the similar effects in fermentation, but the former, with higher translating rate of nitrogen and obtaining easily, was more suitable for composting bulking agent than the latter since.

Keywords: swine feces; composting; technics; bulking agent

高温堆肥是目前处理有机固体废弃物的有效方法,尤其在畜禽粪便的无害化处理方面越来越受到人们的重视,并已在实际生产中得到应用^[1,2]。通过对国内外相关资料的查阅和一段时间的实际研究,认为成功的高温堆肥要解决好三个方面问题,即工艺,菌种和调理剂。科学的工艺参数及其控制是堆肥的前提;高效的微生物菌种可以提高生产效率,缩短发酵时

间,提高产品质量;调理剂可以调整物料含水率和 C/N 等,为微生物提供合适的生长繁殖条件。

本文通过在罗牛山公司苍隆猪场利用自行研制开发的菌剂进行多次堆肥处理试验,对原有工艺作了改进,得到了重要的工艺参数,并利用添加几种调理剂进行了对比试验,为堆肥用合适调理剂的选择和深入研究猪粪堆肥打下了基础。

1 试验方法

1.1 试验地点

收稿日期: 2003-12-10

作者简介: 孙先锋(1973—),男,工学博士,现在海口农工贸(罗牛山)股份有限公司博士后科研工作站工作,主要从事废水生物处理回收利用和畜禽粪便资源化处理研究。

海口农工贸(罗牛山)股份有限公司下属的苍隆猪场堆肥试验基地。

1.2 试验材料

主要原料:自制菌剂,鲜猪粪。

调理剂:蘑菇渣、锯末和干猪粪(每一批高温堆肥中后期的半腐熟肥料)。

主要原料及调理剂理化性状见表1。

表1 主要原料及调理剂理化性状

Table 1 Characters of raw material and bulking agent

项目	气味	颜色	水分/%	C/%	N/%	pH
鲜猪粪	淡腥臭味	灰褐色	80~85	62	2.2	7.6
蘑菇渣	淡霉味	灰色	23.4	33	1.8	—
锯末	木香味	黄褐色	45	63	0.21	—
干猪粪	无臭	灰黑色	22.1	54	2.48	8.2

1.3 堆肥试验设计

原工艺:即苍隆猪场原先的处理工艺。物料配比按表2中试验1进行,人工方法翻匀后堆成高0.3m的长条垛,前期(约10d)以塑料薄膜覆盖,整个过程翻堆8次。

改进工艺:对苍隆猪场原先的工艺进行了改进。物料配比按表2中试验2进行,经机械搅拌使之混合均匀。物料堆制在通风的塑料大棚内,无需塑料薄膜覆盖,每堆长、宽、高分别为1.5、1.2、0.5m,每堆总重量约为0.8t,整个过程翻堆3次。

调理剂对堆肥的影响:添加不同调理剂进行对比堆肥试验,物料配比按表2中试验3和4进行。

表2 堆肥试验物料的配比表(干基,kg·t⁻¹)

Table 2 Quotient lists of compost materials (dry, kg·t⁻¹)

编号	鲜猪粪	锯末	蘑菇渣	干猪粪	菌种	水分/%	C/N
1	195	5.5	—	8.5	5	75	17.8
2	149	27.5	76.6	85	5	65	28.6
3	150	27.5	—	170	—	65	27.7
4	150	27.5	153.2	—	—	65	30.5

表中数据为设计值,应以实测值为准。每天上午8:00测定所有堆肥的温度,然后多点取样,混合,及时测定各指标。

1.4 指标测定^[3]

温度(温度计)、pH值(METTLER DELTA 320-S pH计)、含水率(100℃~105℃烘干法);铵氮(KCl浸提—蒸馏法)^[4]。

2 结果及讨论

2.1 不同工艺对堆肥温度的影响

采用不同的工艺对苍隆猪场猪粪进行了对比堆肥试验,每天早上8:00对堆体5个位置的温度作了测定,取平均值,以温度为纵坐标,时间为横坐标作图,其变化情况见图1。

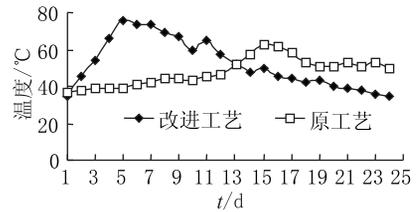


图1 不同堆制工艺对堆肥温度的影响

Figure 1 Effect of different technics on the temperature of compost

堆体温度在55℃条件下保持3d以上(或50℃以上保持5~7d),是杀灭堆料中所含的致病微生物和虫卵,保证堆肥的卫生指标合格和堆肥腐熟的重要条件^[5]。当温度稳定在30℃~40℃时,说明发酵已基本完成^[6,7]。从图1中可以看出,原工艺堆肥初期温度上升缓慢,体现不出接入微生物菌种可加快升温的目的,12d内温度只上升了10℃左右,显然不能满足高温堆肥的要求,而且至堆肥结束时温度仍维持在50℃左右,未达到腐熟的要求。而改进工艺在堆肥开始时,由于微生物消耗部分水溶性有机物和养分而活动剧烈并大量繁殖,堆肥温度上升很快,所有处理在2~4d即进入高温堆肥阶段(>50℃),维持时间都超过7d,并且堆肥结束时温度已降到40℃以下,满足堆肥卫生标准的要求。

2.2 不同工艺对堆肥含水率的影响

每天对物料的各项指标进行测定,不同工艺猪粪堆肥试验的新鲜物料含水率变化结果见图2。

从图2中可以看出,改进工艺在12d内可使含水率由65%降至25%左右,而原工艺由于含水率偏高,需要24d才能下降到25%左右,其中在堆肥初期12d内含水率基本没有变化,这种长时间的高含水率状态使物料中氧气的供应不足,即使增加翻堆次数也不会有明显的改善,导致厌氧微生物大量生长繁殖,好

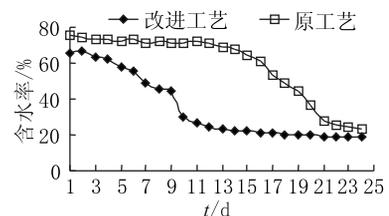


图2 不同堆制工艺对堆肥含水率的影响

Figure 2 Effect of different technics on water content of compost

氧微生物受到抑制。厌氧过程会产生多种有毒和有臭物质,使堆肥过程臭味加重,并且长时间存在。这也证明在堆肥开始阶段将物料含水率调整合适,创造出好氧微生物合适的生长条件,才能达到高温堆肥的目的,并有效去除臭味和缩短堆肥腐熟时间。

2.3 不同工艺对堆肥 pH 值的影响

测定每天采回的新鲜样品 pH 值,并作图,结果见图 3。

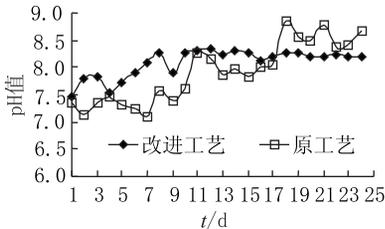


图 3 不同堆制工艺对堆肥 pH 值的影响

Figure 3 Effect of different technics on pH value of compost

从图 3 中可以看出,2 种工艺 pH 值变化基本一致,总体呈上升趋势。原工艺在堆肥前 7d pH 值有所下降,这是一段时期的厌氧过程产生了有机酸所致,后期则表现为波动较大的快速上升,至堆肥结束时 pH 值约为 8.6,符合腐熟堆肥 pH 值在 8.0~9.0 之间的标准^[8];改进工艺 pH 值变化相对稳定,堆肥结束时, pH 值稳定在 8.2 左右,达到腐熟要求;堆肥过程中发现,原工艺散发出的氨味非常浓,而改进工艺则有淡淡的氨味和醇香味,分析认为,原工艺在最后 7 d 中,物料一直处在约 8.5 的较高 pH 值,使氨的挥发大大加剧,肥料的养分含量会受到影响,而改进工艺末期 pH 值较低,氨挥发损失少,养分含量高。

2.4 不同调理剂对堆肥温度的影响

由于不同调理剂的结构和性质有一定的差别,添加不同的物料会对堆肥试验产生不同影响。本试验选取锯末、干猪粪和蘑菇渣作为调理剂,按表 2 中的试验设计,作了猪粪堆肥试验,每天对各项指标进行测定。温度测定结果见图 4。

图 4 是不同调理剂对堆肥温度变化的影响。从图中可以看出,添加干猪粪或蘑菇渣两组处理在堆肥发酵过程中对温度的影响差别不大,在堆肥后期的降温阶段干猪粪的效果要略好于蘑菇渣,其下降幅度更大,最终温度更低,但两者均能满足腐熟堆肥的要求。

2.5 不同调理剂对堆肥含水率的影响

不同调理剂的猪粪堆肥试验中,连续测定了物料含水率,其变化情况见图 5。

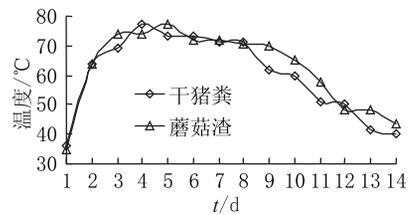


图 4 不同调理剂对堆肥温度的影响

Figure 4 Effect of different bulking agents on the temperature of compost

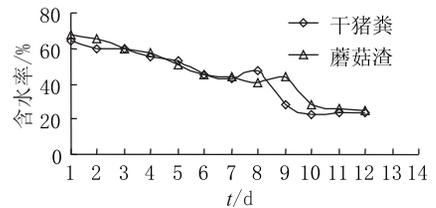


图 5 不同调理剂对堆肥含水率的影响

Figure 5 Effect of different bulking agents on water content of compost

图 5 显示,2 种处理含水率变化趋势基本一致,而且在堆肥结束时均可达到腐熟的要求,故干猪粪和蘑菇渣均可作为堆肥发酵的调理剂,但考虑到大规模生产时蘑菇渣的供应可能会受到限制,而干猪粪则原料充足,随时可以获得,因此以干猪粪为主要调理剂是符合实际的。

2.6 不同调理剂对堆肥铵氮的影响

铵氮是堆肥腐熟的一个重要指标,图 6 是不同调理剂堆肥物料铵氮变化曲线。

从图 6 可以看出,2 条曲线均表现为先上升后下降的趋势,铵氮含量上升是微生物分解代谢有机质,进行氨化作用的结果,5 d 后,铵氮含量开始下降,表明微生物的亚硝化作用逐渐占了主导地位,有资料认为,这时可以认为堆肥已经腐熟^[9],但由于物料中仍含有超过 $1\ 000\ \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的铵氮,若施肥量过大可能会对作物有害,因此,应当适当延长亚硝化作用时间,使铵氮含量降低;添加干猪粪处理的初始铵氮含量明显高于蘑菇渣处理,是由于干猪粪中本身含有一定的铵

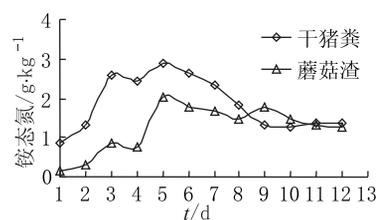


图 6 不同调理剂对堆肥铵氮的影响

Figure 6 Effect of different bulking agents on $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ of compost

氮, 堆肥结束时两者铵氮含量相近, 说明干猪粪处理氮的转化率更高。

综合上述试验结果, 表明以干猪粪作为堆肥调理剂效果好于蘑菇渣, 其来源充足, 成本很低, 更适合大规模工业化生产的实际。

3 结论

(1) 与原工艺相比, 改进工艺能有效去除猪粪的臭味, 并明显缩短了堆肥发酵时间。

(2) 新鲜猪粪中加入锯末、干猪粪和蘑菇渣等调节物料初始含水率至 65% 左右, 并接入合适的微生物菌剂有利于猪粪发酵。

(3) 添加干猪粪作为填料效果好于蘑菇渣。因此, 可因地制宜, 适当把部分干猪粪(堆肥半成品)回流, 与新鲜猪粪混合堆制发酵, 以满足大规模工业化生产对调理剂需求的实际。

参考文献:

[1] Lau A K, Lo K V, Liao P H, Yu J C. Aeration experiments for swine

- waste composting[J]. *Bioresource Technology*, 1992, 41: 145 - 152.
- [2] Bernal M P, Paredes C, Sanchez - Monedero M A, et al. Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes[J]. *Bioresource Technology*, 1998, 63: 91 - 99.
- [3] 中国标准出版社第一编辑室. 中国农业标准汇编. 土壤肥料卷(第二版)[M]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [4] 南京农业大学. 土壤农化分析(第二版)[M]. 北京: 农业出版社, 1986.
- [5] GB7959 - 87, 粪便无害化卫生标准[S].
- [6] Haug R T. Compost Engineering: Principles and Practice[J]. *Ann Arbor Science Michigan*, 1980.
- [7] 李国建, 钱新东. 堆肥腐熟指标的探讨[J]. 城市环境与城市生态, 1990, 3(2): 27 - 30.
- [8] 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.
- [9] 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, 2000.