

不同调理剂对牛粪好氧堆肥的影响

于海霞^{1,2}, 孙 黎², 栾冬梅^{2*}

(1. 天津市畜牧兽医站, 天津 300402; 2. 东北农业大学动物科技学院, 哈尔滨 150030)

摘 要:养殖业的发展造成了周边环境的严重污染。好氧堆肥技术是处理固体有机废弃物的一种有效方法。该文利用自制发酵箱进行了牛粪与不同调理剂—玉米芯、玉米秸秆和稻草的混合好氧堆肥试验。试验结果表明,当堆肥底料的初始碳氮比为 27:1,初始含水率为 65%时,玉米芯、玉米秸秆和稻草均可作为调理剂与牛粪进行好氧堆肥,且可达到无害化要求。而采用粒径大、多孔、疏松的玉米芯作为调理剂,有利于通风供氧,堆体升温和降温均较快,高温持续时间长,堆料腐熟快,有利于加快堆肥的进程。

关键词: 牛粪; 调理剂; 堆肥

中图分类号: X713

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2006)Supp-0235-04

0 引 言

随着养殖规模的扩大和集约化程度的提高,养殖场对周边环境的污染日趋严重,特别是规模较大的牛场,其粪便的处理更是迫在眉睫。好氧堆肥技术是目前处理固体有机废弃物最根本、最经济和最有效的方法。目前,有关牛粪堆肥方面的研究资料有限。李秀金等(2002)对牛粪与稻草混合堆肥的主要影响因素进行了研究^[1];张相锋等(2002)以花卉废物和牛粪为原料,进行了温度反馈的通气量控制联合堆肥的中试研究^[2]。有限的资料多集中在通风和温度控制方面,而对于调理剂方面涉及比较少。由于牛粪纤维含量高、水分较多,不利于堆肥时的通风供氧,容易使发酵处于厌氧状态,而且,牛粪的碳氮比并不在较适宜的范围,这都需要通过加入调理剂进行调节,使牛粪在堆肥时能够快速升温并达到腐熟。本试验选用常见的玉米芯、玉米秸秆和稻草为调理剂,分别与牛粪进行好氧堆肥,为牛粪的好氧堆肥寻找较适宜的调理剂。

1 材 料 和 方 法

1.1 堆肥试验装置

堆肥试验装置由发酵箱和控制系统组成。发酵箱(0.5m×0.5m×0.7m)由聚丙烯材料做成。距发酵箱底部 10cm 放置 1 个开孔率为 15%的金属筛板,其筛孔直径为 10mm,堆体的垫料层即置于其上。控制系统用于通风和温度的自动控制。

1.2 试验材料的选择与设计方案

试验前将玉米秸秆、稻草和玉米芯切成 3~5cm 长的小段。各种原料的特性见表 1(均为实测值)。

根据物料衡算(以堆料的 C/N 为依据,控制堆料的 C/N 为 27:1)确定牛粪与调理剂的重量比,各处理组物

料配比见表 2。

表 1 堆肥原料参数特性

Table 1 Parameters of the raw composting material

指 标	牛 粪	玉米秸秆	玉米芯	稻 草
含水率/%	77.36	12.08	9.94	12.34
全碳/%	40.24	39.72	40.97	35.06
全氮/%	2.00	0.80	0.72	1.00
碳 氮 比	20.12	49.81	56.89	35.04
有机质/%	91.7	95.74	98.39	87.2

表 2 各处理组的物料配比(质量比)

Table 2 Raw material ratios in different treatments

试验处理	物料配比	含水率/%
玉米芯组	牛粪:玉米芯=1:0.15	65
玉米秸秆组	牛粪:秸秆=1:0.17	65
稻草组	牛粪:稻草=1:0.40	65

1.3 堆制过程

首先在筛板上铺垫厚 10cm 左右的调理剂,然后按表 2 中的物料配比将牛粪与调理剂充分混合均匀后分别装入 3 个发酵箱内,并在其上部铺设 10cm 厚的覆盖层。堆料经过 10~12h 的自然发酵后,开始通风。当堆体温度上升至 60℃时,调整通风量使这一温度保持 3d 以上。当堆体温度接近室温时,结束发酵。

1.4 检测项目及检测方法

在试验过程中记录堆体温度和堆体中氧气浓度的变化情况。前期每 2h、后期每 4~6h 用热电偶温度计测定堆体内的温度,并通过数据记录仪(横川 4806RG)自动记录测定结果。在堆肥过程中,每天用顺磁式氧气分析仪(Morgan 500D)测定堆体内的氧气浓度。堆制的第 0、3、7、14、21、28 及 35d,在堆体的中部采集堆肥样品约 200g,混合均匀后,一部分样品保存在 4℃冰箱

收稿日期:2006-08-10 修订日期:2006-10-17

基金项目:国家自然科学基金项目(50376009)和黑龙江省科技攻关项目(20030101001-00)

作者简介:于海霞(1977-),女,黑龙江省富锦市,助理畜牧师,硕士,动物营养与饲料科学。天津市北辰区宜兴埠北天津市畜牧兽医站,300402。Email:yuhaixia607@163.com。

通讯作者:栾冬梅(1963-),女,黑龙江省集贤县,副教授,硕士,养殖场废弃物的处理。哈尔滨市香坊区公滨路木材街 59 号东北农业大学动科院,150030。Email:ldmneau@163.com。

内,用于测定 pH 值、大肠杆菌菌值、蛔虫卵数和种子发芽指数,其余制成风干样品,用于全碳和全氮的测定。种子发芽指数采用 Cress 发芽试验测定,大肠杆菌菌值按《粪便无害化卫生标准》中的方法进行测定^[3],蛔虫卵采用麦克马斯特氏法测定,全氮采用凯氏定氮法测定,全碳采用以下公式估算

$$M=0.47VS$$

式中 M—全碳含量, g/g; VS—挥发性固体的含量

1.5 数据处理

试验数据的处理及图表制作均利用 Excel 完成。

2 试验结果与讨论

2.1 堆料物理性状的变化

试验开始时,堆料中牛粪呈黄褐色,具有很强的刺激性臭味,且招引了大量的苍蝇。随着试验的进行,堆料的臭味逐渐减少,箱体周围苍蝇数目开始减少,同时各个发酵箱底部均有黄色液体流出,发酵箱内堆料的颜色变化不大。当试验结束时,堆料的臭味全部消失,具有较强的泥土气味,不再吸引苍蝇,堆体内出现白色或灰白色的菌类,而且,玉米芯组的颜色变成黑褐色,稻草和玉米秸秆组都变成褐色。

2.2 堆肥过程中堆体温度的变化

温度是影响微生物活动和堆肥工艺过程的重要因素,所有的参数控制都是为了使堆体在最短时间内进入高温期,并维持适当的温度。研究表明,堆肥的最适温度为 50~60℃,在此温度范围内有利于杀死其中的病原菌,温度过高或过低均不利于畜禽粪便的堆肥化处理。堆肥温度过低会导致有机物的分解缓慢,堆肥温度过高则会抑制并杀死部分有益的微生物^[4]。堆料温度在 55℃ 条件下保持 3d 以上(或 50℃ 以上保持 5~7d),是杀灭堆料中的致病微生物、保证堆肥的卫生学指标合格和堆肥腐熟的重要条件。从图 1 的温度变化曲线可以看到,各组堆温变化的总趋势基本上相同,3 个试验组的温度变化总体上均呈现先上升再下降的趋势,表现为升温期、高温期和降温期的阶段变化规律。从表 3 可以看出,3 个堆体的堆温都达到了 55℃,并维持 3d 以上,而且,玉米芯组达 55℃ 所需时间最短,堆体温度高于 55℃ 的时间最长,而降至室温所需的时间最短。

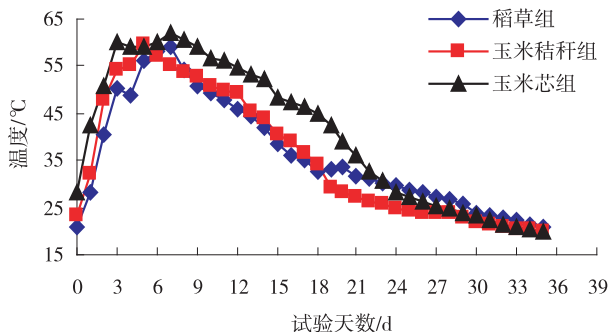


图 1 各试验组堆体中部温度的变化曲线

Fig.1 Changes of central temperature in different treatments

表 3 不同堆体的温度特性

Table 3 Characteristics of temperature in different treatments

组别	堆温达 55℃ 所需时间/d	堆体温度高于 55℃ 的时间/d	堆温降至室温所需时间/d
稻草组	5	3	25
玉米秸秆组	4	4	23
玉米芯组	3	9	20

2.3 堆肥过程中堆体耗氧速率的变化

氧气是影响堆肥进程的关键因素。氧气的供给对堆肥过程中有机物的分解速率、温度控制、臭气产生和堆肥质量均有重要影响^[5]。在堆肥的不同时期,反应进行的程度不同,堆体的耗氧速率也不相同。因此,在堆肥的过程中,测出堆体的氧气含量,按需供给氧气,进而控制堆体的通风,既可以给微生物提供必需的氧气,保证整个堆肥过程的顺利进行,还可以节约能源,避免浪费。

本次试验用耗氧速率来评定氧气的消耗程度进而控制通风量的大小。耗氧速率表明了堆肥过程中微生物利用氧的速率,是堆肥中好氧微生物分解和转化有机物速率的标志^[6]。如图 2 所示,在整个堆肥过程中,随着堆体温度的升高,堆体的耗氧速率也迅速增加,而高温期过后堆体的耗氧速率也随之减少,这与郑玉琪(2004)的研究结果一致^[7]。从图 2 中还可以看到,玉米芯组在升温期的耗氧速率比其它两组要快,这是因为玉米芯组堆体内的孔隙率较大,容纳的氧气多,因此堆体内的好氧微生物可以充分利用氧气对有机质进行分解,进而堆温上升也较快。

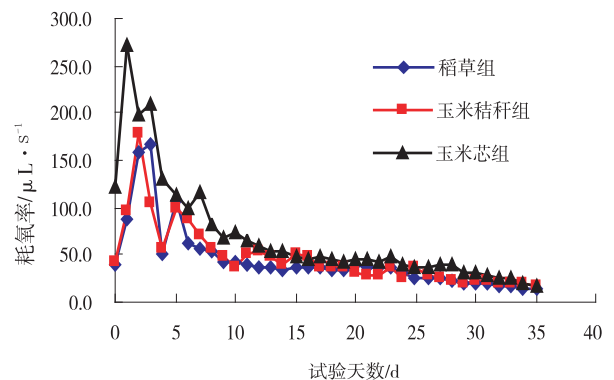


图 2 不同处理中氧气消耗率的变化

Fig.2 Rate curves of oxygen consuming in different treatments

2.4 堆肥过程中堆料 C/N 的变化

在新陈代谢和合成细胞的过程中,好氧微生物需要碳、氮、磷、钾等营养元素,而以碳、氮为最多,但微生物对碳、氮的需要是有区别的。碳是好氧堆肥过程中微生物的能量,为微生物的生命活动提供能量,氮是微生物合成蛋白质的必需成分,用于微生物的增殖。堆肥过程中碳氮含量会影响微生物的种群变化,因此碳和氮的比例是好氧堆肥过程中影响生物转化的一个重要因素。Haug (1993) 提出的 C/N 为 (15~30):1^[8],杨毓峰 (1999) 提出牛粪堆料的 C/N 为 (25~50):1^[9]。根据以

上理论及研究结果,本次试验采用的初始碳氮比是 27:1。

从图 3 可知,堆料的 C/N 随着堆肥时间的延长呈下降的趋势,这与杨毓峰(1999)的试验结果一致。通常把 C/N 作为评价堆肥腐熟度的一个基本指标,但由于堆肥原料的性质有很大差异,C/N 不能作为评价堆肥腐熟与否的绝对指标。有人建议采用 $T = (\text{终点 C/N}) / (\text{初始 C/N})$ 来评价垃圾类堆肥的腐熟度,当 T 值小于 0.6 且变化很小时,堆肥达到腐熟。通过测定和计算,试验结束时玉米芯组、玉米秸秆组和稻草组的 T 值分别为 0.49、0.52 和 0.55,满足 $T < 0.6$ 的要求,表示堆肥已经腐熟。

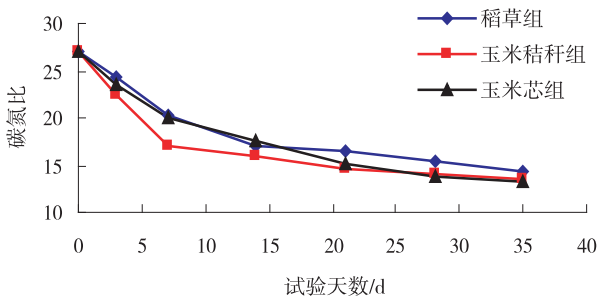


图 3 不同处理组 C/N 的变化

Fig. 3 Curves of C/N ratio in different treatments

2.5 堆肥过程中堆料 pH 值的变化

堆肥过程中最适宜微生物生长的 pH 值为 6.5~8.5。研究表明,富含纤维素和蛋白质的物料堆肥时最佳 pH 值接近 8.0。本次试验的堆料中牛粪含蛋白质,三种调理剂富含纤维素,从图 4 可以看出,堆肥初期 pH 值随着堆肥的进行而逐渐升高,玉米秸秆在第 7d pH 值达最高,为 8.53,玉米芯组和稻草组在第 14d 达最高,分别为 8.53 和 8.38。在降温期,各组 pH 值则逐渐下降,35d 时,稻草组、玉米秸秆组和玉米芯组 pH 值分别下降到 8.09、8.14 和 8.18。

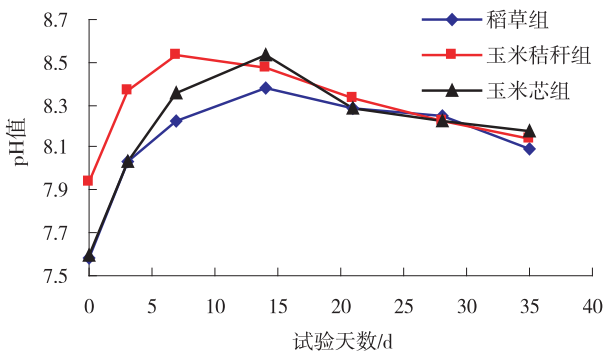


图 4 不同处理组 pH 值的变化

Fig. 4 Curves of pH values in different treatments

2.6 堆肥过程中堆料卫生学指标的变化

堆肥的卫生学指标是评价堆肥产品的质量及堆肥工艺是否合格的一个主要参数。目前各国均将蛔虫卵和大肠杆菌的灭活作为畜禽粪便堆肥的卫生学指标。参照我国《粪便无害化卫生标准》(GB7959-87)中的规定,蛔虫卵的死亡率达到 95%~100%、粪大肠杆菌菌

值达到 0.01~0.1 时,即可认为堆肥已经达到无害化标准。本次试验中,玉米芯组和玉米秸秆组在第 7d,稻草组在第 14d 时均达到《粪便无害化卫生标准》。

2.7 堆肥过程中堆料种子发芽指数的变化

用发芽指数(Germination Index, GI)测定堆肥的毒性,是检验堆肥腐熟度的一种非常直接和有效的方法。一般认为,当 GI 大于 80% 时堆肥已经腐熟。从图 5 可以看出,35d 时玉米芯组、玉米秸秆组和稻草组的 GI 值分别达到了 107.35%、102.48% 和 95.33%,表明堆肥已经腐熟。

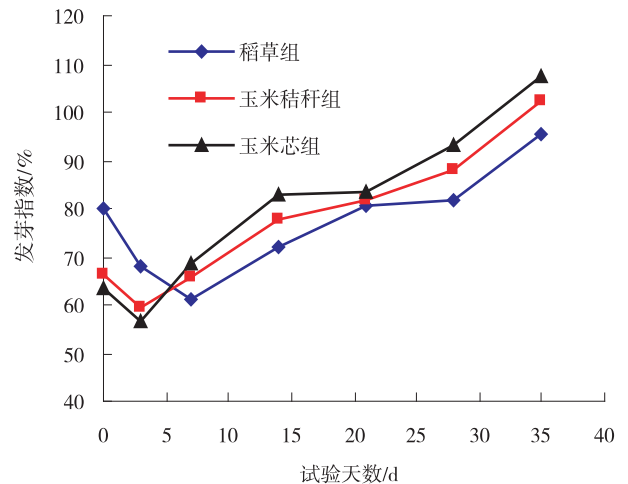


图 5 不同处理组种子发芽指数的变化

Fig. 5 Curves of germination index in different treatments

3 结论

从本次试验结果可以看出,当堆肥底料的初始碳氮比为 27:1、初始含水率为 65% 时,玉米芯、玉米秸秆和稻草都可作为调理剂与牛粪进行好氧堆肥,且都可以达到无害化要求,而采用粒径大、多孔、疏松的玉米芯作为调理剂与牛粪堆肥,有利于通风供氧,堆体升温 and 降温均较快,高温持续时间长,堆料腐熟快,有利于加快堆肥的进程。试验结果还表明,由于 3 种调理剂在堆肥过程中不同阶段的耗氧速率不同,因而堆体对通风量的要求也将不同,应根据堆肥反应的不同阶段,按需供给氧气,以保证整个堆肥过程的顺利进行并合理进行堆体的通风。

【参考文献】

- [1] 李秀金,董仁杰. 粪草堆肥特性的试验研究[J]. 中国农业大学学报. 2002,7(2):34~35.
- [2] 张相锋,王洪涛,聂永丰,等. 猪粪和锯末联合堆肥的中试研究[J]. 农村生态环境. 2002,18(4):19~22.
- [3] GB7959-87. 粪便无害化卫生标准[S].
- [4] Tiquia S M, Tam N E Y, Hodiss I J. Microbial activities during composting of spent pig manure sawdust litter at different moisture contents[J]. Biores Technol. 1996,55(2):201~206.
- [5] Frederick C, Michel Jr, Reddy C A. Composting rate, odor production, and compost quality in bench-scale reactors[J]. Compost Science and Utilization. 1998,6(4):6~14.

- [6] 田 旻, 柳丽芬, 张兴文, 等. 秸秆与污泥混合堆肥研究 [J]. 大连理工大学学报. 2003, 43(6): 753~758.
- [7] 郑玉琪, 陈同斌, 高定, 等. 静态垛好氧堆肥堆体中氧气浓度和耗氧速率的垂直分布特征 [J]. 环境科学. 2004, 25(2): 134~139.
- [8] Haug R T. The Practical Handbook of Compost Engineering [M]. Lewis Publishers, 1993.
- [9] 杨毓峰, 薛澄泽, 唐新保. 畜禽废弃物的堆肥化处理和利用 [J]. 西北农业大学学报. 1999, 8(2): 119~120.

Effects of different bulking agents on cattle manure composting

Yu Haixia^{1,2}, Sun Li², Luan Dongmei^{2*}

(1. Tianjin Animal Science and Veterinary Station, Tianjin 300402, China;

2. College of Animal Science and Technology, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: The development of stockbreeding results in serious pollution to the circumiacent environment. Aerobic composting technology is an effective solution to treat solid organic rejectamenta. The experiment was conducted to study the effect of different bulking agents on cattle manure composting. The results indicated that when the initial ratio of C to N in the underset of compost was 27:1, and initial water content was 65%, all the corn core, corn straw and rice straw can be used as opsonin which enhances the aerobic composting of cow feces, and it can reach the level of innocuity. While the porous and loose corn core was beneficial to the ventilation and oxygen supply of composting bin, the temperature of the compoting bin which the bulking agent is corn core rose and dropped quickly and the high temperature lasted much longer, and the corn core was beneficial to the process of composting.

Key words: cattle manure ; bulking agent ; composting