

调理剂在猪粪处理中的除臭及保氮作用

黄红英, 常志州*, 朱万宝, 叶小梅, 张建英

(江苏省农科院土肥所微生物研究室, 江苏 南京 210014)

摘要: 通过室内培养与室外堆肥试验,研究了添加调理剂对猪粪发酵过程中臭味及氮素损失的影响。结果表明,添加调理剂可以减少猪粪发酵中氨与硫化氢的挥发,减轻氮素损失与猪粪的恶臭。使用本研究中所采用的发酵剂与发酵工艺,75%含水量的猪粪经过 15 d 的发酵,可达基本腐熟程度。

关键词: 猪粪发酵; 调理剂; 氮素损失; 除臭

中图分类号: X172 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 – 0267(2001)03 – 0169 – 03

Odor Reduction and Inhibitor of Nitrogen Losses by Chemical Amendments During Composting Pig Manure

HUANG Hong-ying, CHANG Zhi-zhou, ZHU Wan-bao, YE Xiao-mei, ZHANG Jian-ying
(Jiangsu Academy of Agricultural Sciences Jiangsu, Nanjing 210014 China)

Abstract: Experiments with indoor incubation and outdoors pilot composting were carried out to investigate effects of chemical amendments on odor reduction and inhibitor of nitrogen losses during composting pig manure. The results suggested that chemical amendment used has decreased the amounts of both NH₃ and H₂S cumulative volatilization for 15 days– incubation, respectively. With our operation procedure, the composts of pig manure with 75% moisture for 15 days were available for application into soil.

Keywords: composting; pig manure; nitrogen loss; odor reduction

堆肥化处理是猪粪无害化、安全化处理的有效手段。但是,传统堆肥常需两个月至半年,历时长,处理效率低下,难以适应现代规模养殖业发展的需要。在传统堆肥过程中,往往还会产生难闻的恶臭,污染环境,由于氨的挥发,造成了堆肥氮养分损失,降低堆肥产品的农用价值。为加速堆肥腐熟,控制恶臭散发,人们正试图在堆肥中添加各种生物、化学调理剂来控制堆肥过程,减少NH₄⁺ – N的挥发,达到缩短堆肥时间、控制恶臭产生和减少氮损失的目的^[1-5]。

本文报道几种不同调理剂对猪粪堆肥腐熟、除臭和保氮的影响,并对其机理进行了初步探讨。

1 材料与方法

1.1 材料

生猪粪源:采自江苏省农业科学院养殖场;
发酵剂:本课题组自行研制。为粉末状固体,内

含多种喜温微生物,活菌数> 10⁹ 个·g⁻¹;
化学调理剂:为天然沸石等 4 种无机矿物盐。

1.2 试验处理

1.2.1 室内培养试验 取 200 g 含水率约 74% 鲜粪拌入一定量的调理剂,装入一容积为 470 mL 的广口玻璃瓶中,瓶内置一装有 20 mLNH₃ 或 H₂S 吸收液的铝盒,用塑料薄膜封口。50 ℃ 恒温培养。

试验按不同调理剂分为 6 个不同处理,其中:处理 A 为加发酵剂不加调理剂,处理 B、C、D、E 在加发酵剂的基础上再加不同的调理剂,处理 F 为对照。每个处理设 6 个重复,其中 3 个做 NH₃ 吸收试验,另 3 个做 H₂S 吸收试验。

1.2.2 室外试验 在常熟市养殖发展公司养猪场进行,试验取 2 000 g 含水量为 70% 的新鲜猪粪装入尼龙网袋中,设计与室内试验相同的 6 个处理,重复 3 次,每个重复的 6 个处理置于一个更大的尼龙网袋中,3 个网袋分别置于室外堆肥堆中上、中、下的 3 个不同位置,堆肥前接种自研的发酵剂,堆制 15 d,试验结束后,采集不同处理的样品,测定NH₄⁺ – N 与全氮含量,并取堆制发酵后的猪粪样品,测定猪粪的腐熟

度。

1.3 测定方法

以硼酸吸收, 酸滴定法测定 NH_3 释放量, 碘量法测定 H_2S 释放量, 以鲜样进行水分测定, 以风干和烘干样品测定 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 、 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 和全 N, pH 值酸度计法测定。腐熟度试验取鲜粪和堆肥后的粪样做青菜种子发芽试验, 蒸馏水作对照。

2 结果和分析

2.1 室内试验的结果

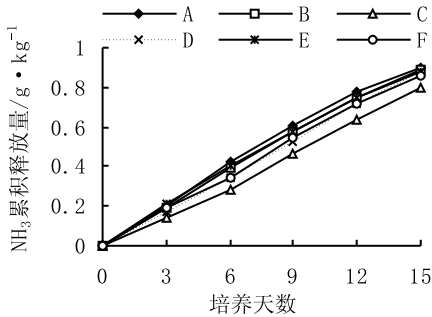


图 1 NH_3 累积释放量

Figure 1 Accumulatively released amount of NH_3 from the composting

酵剂(处理 A)与对照 F 相比, 减少了 H_2S 的累积释放量, 但在堆肥前期促进了 NH_3 的释放。这可能是由于接种发酵菌剂后, 加速了有机氮的矿化, 造成了 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的大量积累, 而使 NH_3 挥发量增加。

李增军等^[6]报告: 天然沸石具有高效吸附性能, 特别对水、氨、 H_2S 、 CO_2 等极性分子具有很强的亲和力, 即使在低相对湿度、低浓度和高温等不利条件下, 仍具有较强的吸附能力, 在农业上常被用作贫瘠土壤的保肥剂、氮素增效剂和土壤改良剂。试验中, 添加 5% 的天然沸石作为吸附剂(B), 结果(图 1)表明, 添加沸石对氨的吸收基本无效。这可能是由于在水分含量较高的猪粪堆肥中, 水的竞争削弱了吸附剂对氨的吸附作用。

试验中, 添加无机盐的处理 C 与 E 均较显著地减少了 NH_3 与 H_2S 累积释放, 尤其在堆肥初期, 效果最明显。在同等剂量的情况下, 处理 C 稍好于处理 E。进一步分析不同处理减少氨累积释放量的原因(表 1),

表 1 不同处理的 pH 值

Table 1 pH values of different treatments

项目	鲜样	A	B	C	D	E	F
发酵结束	8.51a	9.26	9.26	9.06	9.21	9.34	9.33
风干	7.69b	9.10	9.15	8.77	8.97	9.16	9.12

注: a——采鲜样测定; b——90℃烘干后测定。

2.1.1 不同处理对 NH_3 和 H_2S 累积释放量的影响

已有的研究表明^[1]: NH_3 不是畜禽粪便致臭的唯一物质, 但 NH_3 挥发量与粪便中其它致臭物质的挥发是相关的($r^2 = 0.94$), 即: 减少 NH_3 的挥发, 可以减少粪便的恶臭。为了说明添加不同调理剂的除臭效果, 试验中也以 NH_3 与 H_2S 累积释放量的多少, 作为不同处理除臭效果进行分析。

室内培养试验中, NH_3 与 H_2S 累积释放量的结果如图 1、2 所示。

由图 1 和图 2 可以看出, 添加本课题组研制的发

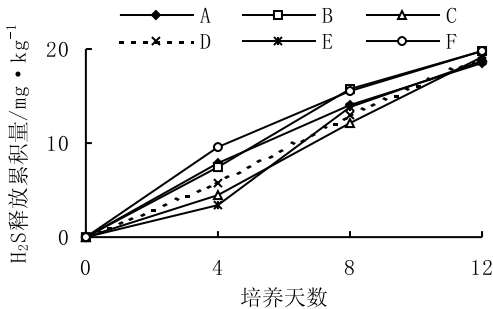


图 2 H_2S 累积释放量

Figure 2 Accumulatively released amount of H_2S from the composting

发现: 降低发酵过程中或发酵产物 pH 值可能是减少氨挥发的原因之一。

2.1.2 不同处理对风干产物中 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 、 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 及全氮的影响

室内试验结束后, 将样品风干, 测定样品中 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 、 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 及全氮含量, 结果见表 2。

由表 2 可以看出, 经 15 d 50℃ 处理的堆肥, 其所有处理的全氮含量均低于鲜粪, 平均减少 13% 左右, 说明堆肥在发酵过程中存在着氮素的损失, 如果把干物质减少也计算在内, 则因堆肥发酵而造成氮素损失的比例将会更高。 NH_3 挥发量的结果也证明, NH_3 累积释放量平均占鲜粪氮总量 22%, 而吸收液对挥发

表 2 堆肥产物风干后 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 、 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 及全氮含量比较*

Table 2 The contents of $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 、 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ and total nitrogen in the dried compost mixture

处理	水分含量 /%	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$ /mg · kg ⁻¹	$\text{NO}_3^- - \text{N}$ /mg · kg ⁻¹	全 氮 /g · kg ⁻¹	与鲜样比 /%
鲜粪	2.18	362	—	24.90	100
A	6.21	219	10.60	21.87	87.8
B	6.00	185	10.22	21.85	87.7
C	6.39	148	10.08	22.22	89.2
D	5.85	145	10.03	22.31	89.6
E	5.16	132	10.94	21.82	87.6
F	6.18	144	9.89	21.90	80.0

* 表中各种氮素均折成无水干物的 N 含量。

NH₃ 的吸收是一种不完全吸收, 因此, 实际上氮的损失量更高。可见, 在利用含氮量较高的畜禽粪堆肥时, 应采取必要的保氮措施, 以防止氮的流失, 保证堆肥质量。

风干样品中不同处理全氮含量与氮挥发的吸收结果基本一致, 即氮挥发少的处理, 全氮含量高。

不同处理风干产物中NO₃⁻ - N 含量均较低, 不到全氮含量的 1%, 这与 Moore 等人(1995)^[2]的实验结果相符。在如此低浓度NO₃⁻ 的底物条件下, 反硝化作用速率不会很快。因此, 对快速腐熟的猪粪堆肥来说, 控制NH₄⁺ - N 以 NH₃ 形式挥发应是减少氮损失的有效措施。

2.2 室外试验结果

2.2.1 不同处理对NH₄⁺ - N、NO₃⁻ - N 及全氮含量的影响

室外的堆肥试验结果(表 3)与室内培养试验的结果基本一致, 即猪粪的发酵处理造成了氮素损失, 但实际损失量少于室内培养试验结果。不同处理对 NH₄⁺ - N、NO₃⁻ - N 及全氮等含量的影响与室内试验的趋势相同, 但对全氮含量作方差分析, 处理间差异未达显著水平($F = 1.93, F_{0.05} = 3.33$)。各处理中, 以处理 C 氮的损失量为最少, 但注意到: 实际处理发酵的产物中NH₄⁺ - N 的含量明显高于室内处理的样品, 这可能由于实际处理中, 堆制的体积较大, 一定程度上影响了 NH₃ 的挥发, 这部分氮在施用过程中, 是否还会损失掉, 有待进一步研究。

表 3 NH₄⁺ - N、NO₃⁻ - N 及全氮含量

Table 3 The contents of NH₄⁺ - N、NO₃⁻ - N and total nitrogen

处理	NH ₄ ⁺ - N	NO ₃ ⁻ - N	全 氮	与鲜样比
	/mg · kg ⁻¹		/g · kg ⁻¹	/%
鲜粪	3 620	—	30. 1	100. 0
A	3 290	14. 25	25. 1	83. 4
B	3 370	12. 98	24. 4	81. 1
C	3 690	11. 06	26. 4	87. 7
D	3 030	11. 60	24. 6	81. 7
E	3 470	13. 81	25. 2	83. 7
F	3 470	13. 74	25. 1	83. 4

对置于堆中不同层次样品NH₄⁺ - N、NO₃⁻ - N 及全氮含量的结果进行分析发现(表 4), 在堆肥堆中, 不同层次其氮素的损失量是不一致的, 且统计达极显著差异($F = 18.29^{**}, F_{0.01} = 9.93$)。堆的上层氮素损失较大, 堆的下层氮素则损失较小, 其原因可能是由于在堆肥的上层通气状况较中下层好, 发酵快, 加之 NH₃ 相对底层易挥发等因素, 而造成氮的损失, 这种推断还需进一步试验论证。

表 4 堆中不同层次氮含量比较(g · kg⁻¹)

Table 4 Comparison of the contents of nitrogen at different sections in the composting

项目	底层	中层	上层
NH ₄ ⁺ - N	3. 35	3. 14	3. 68
NO ₃ ⁻ - N	0. 01	0. 02	0. 01
全 氮	26. 7	25. 0	23. 6

2.2.2 堆肥的腐熟情况

腐熟度结果测定表明(表 4), 采用本研究室的发酵工艺与技术, 含水量 75% 的猪粪经过 15 d 左右的发酵, 猪粪的浸提液已不影响种子的发芽与根系的正常生长(表 5), 达到了基本腐熟程度。即表明其产品施用安全。

表 5 种子发芽实验结果

Table 5 Germination of seeds in the available compost

项目	蒸馏水	发酵粪浸提液	鲜粪浸提液
发芽率/%	100	95. 8	80. 2
根 长/%	100	91. 3	69. 2
影响率/%	100	87. 5	55. 6

3 小结

3.1 猪粪在发酵处理过程中存在着一定量的氮素损失, 通过添加调理剂无机盐, 可以减少氮素损失, 同时可以减少硫化物的挥发, 从而减轻了猪粪发酵过程中的恶臭。

3.2 采用条垛式发酵处理猪粪时, 在堆中的上下不同位置, 氮素损失量不同, 对此作进一步研究, 通过采取适当措施, 可以减少氮的损失。

3.3 应用试验中采用的发酵剂及发酵工艺等条件, 75% 含水量的猪粪通过 15 d 的发酵, 达到基本腐熟程度。即表明其产品施用安全。

参考文献:

[1]Gloria N A - da et al. Evaluation of gypsum and some phosphates as inhibitors losses in manures[J]. *Revista - Brasileria - de - Cien cia - do - Solo*, 1992, **15**(3): 297 - 301.

[2]Moore P A et al. Effect of chemical amendmets on ammonia volatilization from poultry Litter[J]. *J Environ Qual*, 1995, 24: 293 - 300.

[3]Pain B F, Y J Rees, Lockyer D R. Odour and ammonia emissions following the application of pig or cattle slurry to land [A]. In: V. C. Nielsen, J. N. Voorburg and P. L' Hermite (eds). *Volatile Emis sions from Livestock farming and sewage operations*[C]. Elsevier Applied Science, New York. 1988. 2 - 11.

[4]Pain B F, T H Misselbrook. Relationships between odour and ammonia emission during and following the application of slurries to land[A]. In: V. C. Nielsen, J. H. Voorburg and P. L' Hermite (eds.). *Odour and Am - monia Emissions from Livestock farming*[C], Elsevier Applied Science, New York. 1991. 2 - 9.

[5]Witter - E. Use of CaCl₂ to decrease ammonia volatilization after application of fresh and anaerobic chicken slurry to soil[J]. *J Soil Science*, 1991, **42**(3): 369 - 380.

[6]李增军,张启军. 天然沸石及其在农业中的应用[J]. *农业环境保护*, 1995, **14**(1): 41 - 42.