

文章编号: 100226819(2001)0520082206

## 猪粪堆肥臭气产生与调控的研究

吴银宝<sup>1</sup>, 汪植三<sup>1</sup>, 廖新佛<sup>1</sup>, 刘胜安<sup>2</sup>, 梁敏<sup>2</sup>, 吴启堂<sup>3</sup>, 黄焕忠<sup>4</sup>, 周立祥<sup>5</sup>

(1. 华南农业大学动物科学系; 2. 广东省三水市畜牧科学研究所; 3. 华南农业大学资源环境学院;  
4. 香港浸会大学生物系; 5. 南京农业大学资源环境学院)

**摘要:** 通过两次室外中型堆肥试验, 研究在相同水分条件(68.8%), 不同调理剂、不同碳氮比(C/N)、不同通气方式以及不同添加剂对猪粪堆肥过程中臭气产生与控制的影响。研究表明: 猪粪堆肥中, 臭气的主要形式是氨气, 主要产生在堆肥的升温及高温期。降低堆肥的 pH 值、增加微生物对  $\text{NH}_4^+\text{N}$  的固定等是控制臭气的有效措施; 过磷酸钙添加量为 1.5% 时, 可以降低堆肥的 pH 值, 使  $\text{NH}_3$  浓度减小, 促进  $\text{NH}_4^+\text{N}$  向其它形式的氮转变, 且不影响堆肥的腐熟; 除臭剂试验组堆肥过程中臭味小, 堆肥结束后的物理性状最好, 不影响猪粪堆肥进程, 可在生产中推广。

**关键词:** 猪粪; 堆肥; 臭气; 除臭

中图分类号: S816.7 文献标识码: A

当前, 随着规模化畜牧业的迅速发展, 畜禽粪便排放量急剧增加, 而且排放点相对集中。按一头猪平均年产粪尿 2.5 t 计, 一个万头猪场每年至少产生粪便 1.26 万 t(不含尿)<sup>[1]</sup>, 也就是说, 全年将产生 30~44 万 kg 氮和 32~57 万 kg 磷。这些粪便如不经合理处理而任其堆放, 不仅会使养分大量损失而降低肥效, 还会造成严重的环境污染, 给畜牧场环境卫生、疫病防治带来极大的损失。

堆肥是目前常用的一种好氧发酵处理有机废弃物的方法。通过堆肥, 可实现畜禽粪便无害化的目的; 且堆制结束后, 堆肥的氮、磷、钾含量均有上升趋势, 有利于培肥土壤, 改善和提高土壤腐殖质组成, 为作物生长提供营养物质。但堆肥过程中, 微生物对堆肥基质分解时会产生  $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  等臭气, 而且  $\text{NH}_3$  的挥发是堆肥氮损失的形式之一, 这样在臭气扩散的同时, 堆肥的氮养分大量损失, 降低了堆肥的农用价值<sup>[2~5]</sup>。因此, 优质、高效、无污染的堆肥制作及调控技术的研究具有重要意义。本文研究规模化养猪场堆肥生产中臭味产生的机理, 从而达到控制臭气、保存养分的目的。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验材料

收稿日期: 2001209208

基金项目: 美国洛克菲勒兄弟基金资助项目

作者简介: 吴银宝, 博士研究生, 广州天河五山 华南农业大学动物科学系, 510642

#### 1.1.1 堆肥原料

本试验用猪粪作为堆肥基质, 以稻草、稻壳作为堆肥的调理剂, 其中稻草铡成 3 cm 长。试验用猪粪、稻草、稻壳的主要成分如表 1。

表 1 堆肥原料的主要成分

Table 1 Initial conditions of the material composting

原料	猪粪	稻草	稻壳
含水率/%	69.04	8.10	5.00
全氮 $\text{N}/\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	26.56	8.37	11.68
全碳 $\text{C}/\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	352.80	412.80	436.00
C/N	13.28	49.32	37.33

#### 1.1.2 添加剂

试验用除臭剂由本单位自制。

### 1.2 试验设计

#### 1.2.1 堆肥池规格

堆肥池的长、宽、高分别为: 1.5、1.0、1.8 m。

#### 1.2.2 试验分组

试验设计见表 2。

两次堆肥均按 68.8% 的水分含量, 相同 C/N(第 5 组除外)进行试验设计, 但以实测值为准。

### 1.3 试验处理

#### 1.3.1 堆制方法

第一次堆肥中, 除臭剂在堆肥开始时加入, 各组堆肥量 400 kg; 第二次堆肥, 回流堆肥在堆制开始时加入, 过磷酸钙在堆至第 7 d 时加入, 各组堆肥量 200 kg。各组堆肥用塑料布覆盖。

表 2 试验设计

Table 2 The design of experiment

试验分组		C/N	通风方式
第一次堆肥	第 1 组: 猪粪+ 稻草+ 除臭剂(1%)	23.9	1 人工翻堆
	第 2 组: 猪粪+ 稻壳	21.5	1 人工翻堆
	第 3 组: 猪粪+ 稻草(É)	23.9	1 机械通风
	第 4 组: 猪粪+ 稻草(°)	23.9	1 人工翻堆
	第 5 组: 猪粪+ 稻草(、)	31.5	1 人工翻堆
第二次堆肥	第 6 组: 猪粪+ 稻草	24.0	1 人工翻堆
	第 7 组: 猪粪+ 稻草+ 过磷酸钙(1%)	24.0	1 人工翻堆
	第 8 组: 猪粪+ 稻草+ 回流堆肥(33%) <sup>3</sup>	25.1	1 人工翻堆
	第 9 组: 猪粪	24.5	1 人工翻堆
	第 10 组: 猪粪+ 稻草+ 过磷酸钙(1.5%)	24.0	1 人工翻堆

3 : 回流堆肥指在正式试验开始时已提前堆制到第 5 天的堆肥。

### 1.3.2 通风方式

人工翻堆为: 1 次/5 d;

机械通风时间为: 前 4 d 全天间歇性通风, 每 4 h 通风 30 min, 每天通风 3 h, 此后每天只 12 h 通风, 每 4 h 通风 15 min, 每天通风 45 min。

### 1.4 采样及测定

#### 1.4.1 采样时间

第一次堆肥: 堆肥当天及第 3 d 各采样一次, 以后每周定点采样;

第二次堆肥: 堆肥当天及第 5 d 各采样一次, 以后每 10 d 定点采样。

#### 1.4.2 测定指标及方法

##### 1) 温度

每天测定堆肥温度 2 次(上午 9:00, 下午 16:00), 同时测定环境温度、湿度。每处理组两支温度计, 在堆体中部前、后定点插放, 温度计插入堆体 30 cm 深。

##### 2) 采样测定的化学指标及测定方法<sup>[3]</sup>

酸碱度(pH 值)采用电位法; 水溶性碳采用重铬酸钾容量法- 外加热法; 水溶性氮采用 1 N NaOH 浸提—Zn—FeSO<sub>4</sub> 还原蒸馏法; 铵态氮(NH<sub>4</sub><sup>+</sup> N)采用碱解扩散法; 硝态氮(NO<sub>3</sub><sup>-</sup> N)采用差减法。

全氮采用 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>—水杨酸—混合盐消煮法; 有机质采用重铬酸钾容量法- 外加热法。

##### 3) 氨气(NH<sub>3</sub>)和硫化氢(H<sub>2</sub>S)

NH<sub>3</sub> 采用容量法<sup>[4]</sup>; H<sub>2</sub>S 采用 A M 450 系列 H<sub>2</sub>S 检测报警仪测定。

### 1.5 统计分析方法

对试验所取得的数据用 Microsoft Excel 97 进

行方差分析。多重比较采用邓肯氏新复极差检验法(DMRT 法)。

## 2 结果与分析

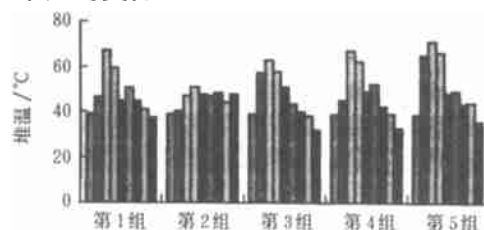
### 2.1 堆肥物料物理性状的变化

表 3 堆肥物料物理性状变化

Table 3 Physical changes of the composting materials

堆肥时间/d	物理性状
0	猪粪呈黄褐色; 臭味较浓; 粪团较多, 基质不均匀;
3~ 10	各组分层, 表层黑褐色, 内部颜色变化不大, 臭味有减轻的趋势; 第 10 天时已无蛆; 表内层相差不大, 除第 2 组为棕褐色, 第 9 组为黄褐色外, 其它各组为黑褐色; 无臭, 第 1 组有除臭剂的芳香味; 堆肥物料混合均匀, 但出现结块现象, 以第 1 组及第 10 组最少; 第 3 组出现明显的分层, 表层 30 cm 较湿、粘, 黑褐色, 内部则较干, 多为稻草; 第 9 组有渗液渗出;
20~ 30	第 1 组、第 10 组表现性状最好, 物料疏松均匀, 其余各组则有程度不同的结块现象; 第 2 组为褐色, 稻壳仍维持原状, 仍有零星粪团, 第 3 组内、外明显分层, 表现性状较差; 第 9 组仍为黄褐色。
40~ 42	

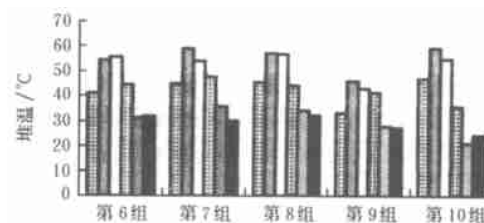
### 2.2 堆温的变化



各组间从左到右依次为第 0、1、3、7、14、21、28、35、42 d 堆温

图 1 第一次堆肥堆温变化

Fig 1 Changes of temperature during the first composting



各组间从左到右依次为第 1、5、10、20、30、40 d 堆温

图 2 第二次堆肥堆温变化

Fig 2 Changes of temperature during the second composting

由图 1、图 2 中可知, 第一次堆肥(第 2 组除外)和第二次堆肥(第 9 组除外)都经历了一个完整的堆肥腐熟过程, 即升温期、高温期、降温腐熟期, 最高堆温超过 60 , 并在 50 以上维持 5~ 10 d, 符合粪便无害化卫生标准<sup>[8]</sup>。

第一次堆肥中,不同的堆肥时期堆温变化差异显著 ( $P < 0.05$ ),多重比较显示这种差异主要由堆肥后前 3 周内的堆温变化所致,第 3 周后,相邻两周间差异已不显著 ( $P > 0.05$ )。第二次堆肥不同处理组间显著差异主要来源于第 9 组与其它各组间的显著差异 ( $P < 0.05$ )。不同的堆肥时间,各处理组堆温变化显著 ( $P < 0.05$ ),但在堆肥 30 d 后,各处理组堆温已趋稳定。

### 2.3 酸碱度(pH 值)的变化

第一次堆肥结束时 pH 值在 8.5~9.0 之间,符合腐熟堆肥 pH 值应在 8.0~9.0 之间的标准<sup>[6]</sup>;其中第 3 组 pH 值最低,这与第 3 组  $\text{NH}_4^+\text{N}$  低于其它组有关;不同堆肥时间的 pH 值变化差异显著 ( $P < 0.05$ ),这种差异由第 1~3 周内 pH 值的变化引起。

第二次堆肥中为降低 pH 值,创造适合微生物生长繁殖的良好环境,增加过磷酸钙试验组,这是造成堆肥 pH 值呈逐步降低趋势的原因之一,但堆肥结束后的 pH 值为 8.5 左右,仍符合堆肥腐熟的标准。方差分析及多重比较表明,第 7 组及第 10 组与其它各组间均有显著差异,其它各组间差异不显著,这与上述两组分别添加了 1%、1.5% 的过磷酸钙有关。

### 2.4 C/N 的变化

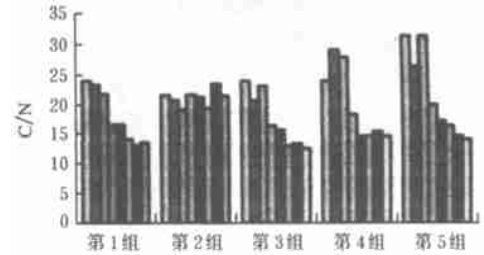
堆肥过程中,氮含量随着堆制天数的延长有增加的趋势,有机质含量随着堆制天数的延长逐渐降低,所以试验结束时,除第 2 组外,其余各组堆肥固相 C/N,均从原来的 24:1 下降至 20:1 以下(图 3、图 4),说明堆肥已符合腐熟的标准<sup>[2,6~8]</sup>。而第 2 组由于其全氮含量有所下降,C/N 至堆肥结束时,仍维持在堆制初期的水平上。

### 2.5 水溶性铵态氮

如图 5、图 6 所示,铵态氮的变化表现为先升后降,且从堆肥开始直到第一次堆肥的第 5 周或第二次堆肥的第 30 d,相邻两次采样间均有显著差异。至堆肥结束时各试验组铵态氮含量均小于  $10 \text{ mg/kg}$  左右,这与文献报道腐熟堆肥应基本检不出铵态氮相符<sup>[6~8]</sup>。

第一次堆肥组间差异显著 ( $P < 0.05$ ),特别是第 3 组,铵态氮的变化相对较缓,这与连续机械通风使铵态氮不易累积有关<sup>[20,21]</sup>;第 5 组猪粪含量相对较少,稻草含量多,铵态氮含量也少。

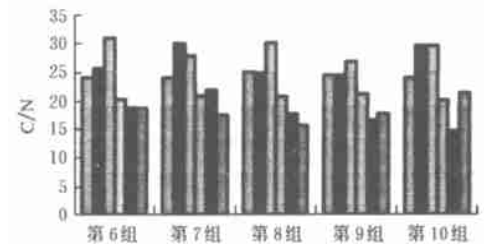
第二次堆肥中水溶性铵态氮含量要比第一次堆



各組間從左到右依次為第 1、3、7、14、21、28、35、42 d C/N

圖 3 第一次堆肥 C/N 變化

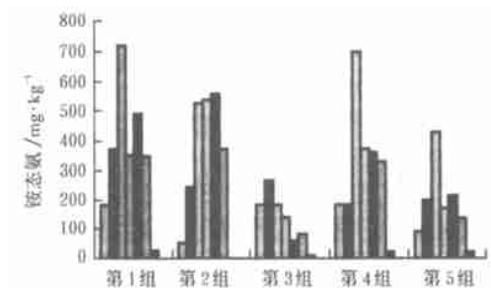
Fig 3 Changes of C/N during the first composting



各組間從左到右依次為第 1、5、10、20、30、40 d C/N

圖 4 第二次堆肥 C/N 變化

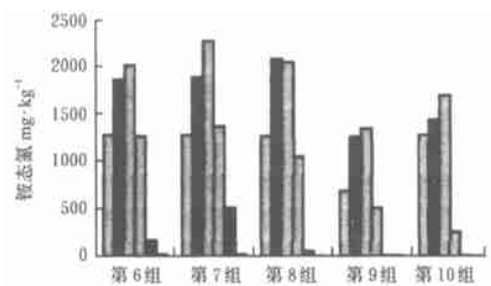
Fig 4 Changes of C/N during the second composting



各組間從左到右依次為第 1、3、7、14、21、28、35、42 d 铵态氮

圖 5 第一次堆肥铵态氮變化

Fig 5 Changes of  $\text{NH}_4^+\text{N}$  during the first composting



各組間從左到右依次為第 1、5、10、20、30、40 d 铵态氮

圖 6 第二次堆肥铵态氮變化

Fig 6 Changes of  $\text{NH}_4^+\text{N}$  during the second composting

肥高,说明铵态氮受堆肥原料的影响较大。不同组间显著性差异 ( $P < 0.05$ ) 主要表现为第 8 组(纯猪粪

组) 铵态氮含量较低, 这主要是因为第 8 组堆温低, 微生物分解作用较弱, 氮素的矿化作用不完全所致。

### 2.6 氨气(NH<sub>3</sub>)的变化

堆肥过程中NH<sub>3</sub>变化曲线与NH<sub>4</sub><sup>+</sup>N含量变化曲线相似(图7、图8)。第二次堆肥NH<sub>4</sub><sup>+</sup>N高于第一次堆肥, 因此其NH<sub>3</sub>含量也比第一次高。在第一次堆肥中, 各组间显著性差异(P < 0.05) 主要是因为第2组及第4组NH<sub>3</sub>较高; 第二次堆肥, 各组间显著性差异(P < 0.05) 则是由第6组及第10组NH<sub>3</sub>含量较低所造成, 这与它们NH<sub>4</sub><sup>+</sup>N含量、pH值均较低有关; 第9组NH<sub>4</sub><sup>+</sup>N含量较低, 但由于堆温较低, 微生物对NH<sub>4</sub><sup>+</sup>N的固定较少, 而其pH值又较高, 因此NH<sub>3</sub>含量高。两次堆肥, NH<sub>3</sub>从堆肥开始后即有一个明显的上升, 至堆肥结束时, 各组NH<sub>3</sub>量已降至20 mg ökg以下, 这是造成不同堆肥时间显著差异(P < 0.05) 的原因。

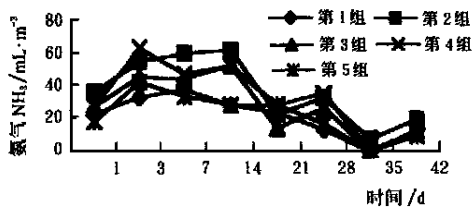
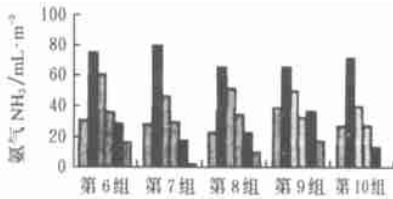


图 7 第一次堆肥氨气变化

Fig 7 Changes of NH<sub>3</sub> during the first composting



各组间从左到右依次为第 1、5、10、20、30、40 d 氨气

图 8 第二次堆肥氨气变化

Fig 8 Changes of NH<sub>3</sub> during the second composting

### 2.7 H<sub>2</sub>S 的变化

两次堆肥中, 不同采样时间硫化氢含量均为 0。

## 3 讨论

### 3.1 堆肥过程中臭味产生的时间及形式

堆肥过程中, 蛋白质、氨基酸会因微生物的活动而进行脱羧作用和脱氨作用, 这是堆肥过程中臭味产生的主要因素。脱羧作用在 pH 值 4~5 的条件下产生胺及含硫化合物; 在高 pH 值条件下, 氨基酸脱氨生成 NH<sub>3</sub> 和挥发性脂肪酸(VFA)。硫化氢(H<sub>2</sub>S)

溶于水呈酸性, pH 值越高溶解越多, 释放越少; NH<sub>3</sub> 溶于水呈碱性, pH 值越低溶解越多, 释放越少<sup>[1,9]</sup>。好气条件可产生较多的 NH<sub>3</sub>, 而 H<sub>2</sub>S 产生量较少; 厌氧条件下则正相反。水分也是影响臭气产生的因素之一, 水分含量大, 通气受到影响, 发生厌氧酵解, VFA、H<sub>2</sub>S 及粪臭素等产生量增加, 恶臭增强<sup>[1,10]</sup>。

猪粪堆肥的升温及高温期, pH 值较高, 脱氨作用占主导, 氮类物质被微生物分解为 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>N, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>N 的快速积累使 pH 值进一步提高, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>N 一部分被微生物进一步转化为 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>N 和生物量态氮, 另一部分则在堆温达到 50 以上, pH > 7 的环境中, 与其它大多数挥发性有机物一起以气态挥发。这不仅是堆肥恶臭产生的主要原因及形式, 而且也是堆肥氮类物质损失的主要形式之一。据报道, 这种形式的损失占铵态氮的 10% ~ 100%<sup>[22-24]</sup>。由于高 pH 值会抑制脱羧作用, 并使脱羧作用所产生的硫化氢溶解。因此, 猪粪堆肥过程中臭气的主要形式是氨气, 它主要产生在堆肥的高温期。

### 3.2 控制臭气的方式

#### 3.2.1 控制氨气的产生

如图 9 所示, 猪粪堆肥过程中 NH<sub>3</sub> 的产生可分为两步, 第一步是含氮类物质经微生物分解作用而转化为 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>N, 第二步是 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>N 在堆温 50 以上, pH > 7 的环境中以 NH<sub>3</sub> 形式的挥发。因此, 就可从这两方面来控制臭气的产生。

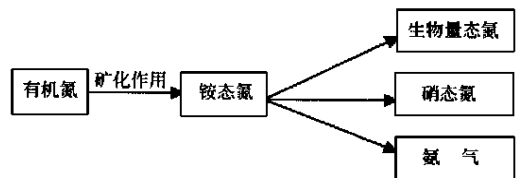


图 9 氨气产生示意图

Fig 9 The production of NH<sub>3</sub>

抑制矿化作用可以减少 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>N 的产生量, 从根本上解决 NH<sub>3</sub> 的产生问题, 但是堆肥的作用之一是将有机氮转化为植物可直接吸收利用的无机氮, 微生物对含氮类物质的降解正是这种作用之一, 抑制氮的降解会减弱氮的矿化作用, 对堆肥进程不利; 同时将这种堆肥施于农田, 抑制作用消除后, 大量释放的无机氮对作物生长不利<sup>[18]</sup>。

因此, 要减少 NH<sub>3</sub> 的产生必须从减少 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>N 以 NH<sub>3</sub> 形式挥发着手。调节堆腐材料的 C/N 对减少堆肥初期的氮损失有一定意义。研究表明: 碳源物

质的加入有利于减少 $\text{NH}_3$ 的挥发,这主要是因为增加了水溶性物质的含量,促进了微生物对氮的固定。本次研究中, $\text{C}/\text{N}$ 高,升温快,铵态氮的含量较低,但对其它理化性质无不良影响。在第二次堆肥试验中,稻草组的铵态氮含量要高于纯猪粪组,但氨气却低于纯猪粪组也说明了碳源物质的加入有利于减少 $\text{NH}_3$ 的挥发。

降低堆肥 $\text{pH}$ 值是比较有效地降低 $\text{NH}_3$ 产生的方法之一,如添加甲酸、乙酸、硫酸亚铁等化学制剂可降低堆肥的 $\text{pH}$ 值,从而减少 $\text{NH}_3$ 的挥发<sup>[1,11,25]</sup>。本次研究中,采用过磷酸钙作为调节堆肥 $\text{pH}$ 值的措施,在添加量为1.5%时可以降低堆肥的 $\text{pH}$ 值,使 $\text{NH}_3$ 浓度减轻,促进 $\text{NH}_4^+\text{N}$ 向其它形式的氮转变;堆肥结束时, $\text{NH}_4^+\text{N}$ 含量已降至 $10\text{mg}/\text{kg}$ 以下,符合堆肥的腐熟标准;此外种子发芽率上升幅度快于其它试验组。但应注意添加过磷酸钙会增加堆肥中磷的含量,如果按作物对氮的需要量来确定堆肥的施用量时,就会增加磷污染的危险<sup>[33]</sup>。

由于微生物在氮类物质降解 $\text{NH}_4^+\text{N}$ 利用方面起至关重要的作用,因此可筛选能转化、吸收和利用 $\text{NH}_4^+\text{N}$ 的微生物,促进 $\text{NH}_4^+\text{N}$ 的转化,减少挥发性损失。研究表明:添加微生物制剂可以调控堆制过程中的碳氮代谢,减少氮类物质分解为氨氮后以气态挥发损失,促使氮类物质向蛋白氮和硝酸盐氮转化,保留更多的氮养分,提高堆肥质量,减少臭气<sup>[12-15]</sup>。但由于 $\text{NH}_4^+\text{N}$ 主要产生在高温期,因此所筛选的微生物必须耐高温,同时不应特别强化 $\text{NH}_4^+\text{N}$ 向 $\text{NO}_3^-\text{N}$ 的转化,因为 $\text{NO}_3^-\text{N}$ 含量上升,会增加堆肥污染地下水的危险,影响堆肥的应用<sup>[16,18]</sup>。本次研究中,采用第5d的回流堆肥目的是利用堆肥自有的微生物以促进堆肥基质的分解,但各项指标显示,这种作用并不显著,其原因主要是因为两次高温的抑制使堆肥中微生物数量和活性受到影响,不能起到加速分解堆肥基质的作用。

### 3.2.2 掩蔽剂

其原理是通过较浓的芳香气味来掩盖堆肥过程产生的臭气。尽管 $\text{NH}_3$ 是堆肥中臭味产生的主要因素,但吡啶、粪臭素等的作用也不可忽视,而这些物质的去除又较为困难,因此可采用掩蔽剂。本研究所采用的除臭剂便是通过这种掩盖作用来消除人们对臭气敏感程度,它在堆肥高温及降温期对臭味的减轻具有一定作用。此外,除臭剂组的氨气浓度也较

低,其抑制 $\text{NH}_4^+\text{N}$ 挥发的机理尚需进一步研究。

## 4 结 论

1)  $\text{C}/\text{N}$ 高不影响猪粪堆肥腐熟进程,且有利于堆肥的升温及减少臭气的产生,但稻草加入量大会使堆肥占地面积增大,实际应用受影响。

2) 猪粪堆肥中,臭气产生的主要形式是铵态氮( $\text{NH}_4^+\text{N}$ )以 $\text{NH}_3$ 的形式挥发,堆温大于 $50^\circ\text{C}$ 、 $\text{pH}$ 值大于7的堆肥条件会增强这种作用。降低堆肥的 $\text{pH}$ 值、添加吸附剂以及增加微生物对 $\text{NH}_4^+\text{N}$ 的固定等是控制臭气的有效措施。

3) 当过磷酸钙添加量为1.5%时,可以降低堆肥的 $\text{pH}$ 值,使 $\text{NH}_3$ 浓度减轻,促进 $\text{NH}_4^+\text{N}$ 向其它形式的氮转变,且不影响猪粪堆肥的腐熟。此外添加过磷酸钙还可提高堆肥中磷的含量。

4) 除臭剂组堆肥过程中臭味小,堆肥结束后的物理性状最好,可在生产中推广。

### [参 考 文 献]

- [1] 王新谋 家畜粪便学[M] 上海:上海交通大学出版社,1997.
- [2] 吴银宝,汪植三,廖新佛等 猪粪堆肥研究进展[J] 家畜生态,1999,20(3,4):221~227.
- [3] 南京农业大学 土壤农化分析[M] 第2版 北京:农业出版社,1992
- [4] 王新谋 家畜环境卫生学[M] 北京:农业出版社,1989
- [5] 中华人民共和国国家标准 粪便无害化卫生标准 GB7959-287[S]
- [6] 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
- [7] 房敏,黄焕忠,黄铭洪 评估固体废弃物堆肥腐熟和稳定的研究[J] 上海环境科学,1999,18(2):91~93
- [8] 杨毓峰,薛澄泽,唐新保 畜禽废弃物堆肥的腐熟指标[J] 西北农业大学学报,1999,27(4):62~66
- [9] 傅政敏 猪舍环境除臭方法之探讨[J] 畜牧半月刊,1991,46(8):93~95
- [10] 常湘君译 猪场臭气的测定和控制[J] 国外畜牧学-猪与禽,1996,(5):39~41
- [11] 常志州,朱万宝,叶小梅等 畜禽粪便除臭及生物干燥技术研究进展[J] 农村生态环境,2000,16(1):41~43,52
- [12] 蒲一涛,钟毅沪,周万龙等 氮菌和纤维分解菌的混合培养及其对生活垃圾降解的影响[J] 环境科学与技术,1999,(1):15~17
- [13] 庞金华,程平宏,余廷园 两种微生物制剂对猪粪堆肥

- 的效果[J]. 农业环境保护, 1998, 17(2): 71~ 73
- [14] 唐运平译 N F Y Tam 等 两种工业用细菌制品对猪废弃物圈内处理系统中营养物转化的影响[J]. 国外农业环境保护, 1991, 30(4): 39~ 41.
- [15] 赵京音, 姚 政 微生物制剂 EM 控制鸡粪堆制过程恶臭的研究[J]. 农村生态环境, 1995, 11(4): 54~ 56
- [16] 徐志宏译 地下水硝酸盐的来源[J]. 国外畜牧学- 猪与禽, 1996, (1): 34~ 35.
- [17] Guang Wen, Thomas E Bates, R Paul Voroney. Evaluation of nitrogen availability in irradiated sewage sludge, sludge compost and manure composts[J]. J Environ Qual, 1995, 24: 527~ 534
- [18] Kithome M, Paul J W, Bomke A A. Reducing nitrogen losses during simulated composting of poultry manure using adsorbents or chemical amendments [J]. Environ Qual, 1999, 28: 194~ 201.
- [19] Balhman Egliball, James F P Ower, John E Gilly, et al Nutrient, carbon, and mass loss during composting of beef feedlot manure[J]. J Environ Qual, 1997, 26: 189~ 193
- [20] He Xintao, Terry J Logasn, Samuel J Traina. Physical and chemical characteristics of selected U. S municipal solid waste composts[J]. J Environ Qual, 1995, 24: 543~ 552
- [21] Sartaj M, Femandes L, Patni N K. Performance of forced, passive, and natural aeration methods for composting manure slurries [J]. Trans of the A S A E, 1995, 40(2): 457~ 463
- [22] Alkanani T, Akochi E, MacKenzie A F, et al Organic and inorganic amendments to reduce ammonia losses from liquid hog manure[J]. J Environ Qual, 1992, 21: 709~ 715
- [23] Eghball B, Power J F, Gilley J E, et al Nutrient, carbon and mass loss during composting of beef cattle feedlot manure[J]. J Environ Qual, 1997, 26: 189~ 193
- [24] Sommer S G, Hutchings N. Techniques and strategies for the reduction of ammonia emission from agriculture[J]. Water Air Soil Pollut, 1995, 85: 237~ 248
- [25] Stevens R J, Laughlin R J, Frost J P. Effect of acidification with sulfuric acid on the volatilization of ammonia from cow and pig slurries[J]. J Agric Sci, 1989, 113: 389~ 395

## Study on the Odor Production and Control of Swine Manure Composting

Wu Yinbao<sup>1</sup>, Wang Zhisan<sup>1</sup>, Liao Xindi<sup>1</sup>, Liu Sheng'an<sup>2</sup>,

Liang Min<sup>2</sup>, Wu Qitang<sup>3</sup>, Huang Huanzhong<sup>4</sup>, Zhou Lixiang<sup>5</sup>

(1. Department of Animal Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 2. Animal Science Institute of Sanshui City, Sanshui 510642, China; 3. College of Natural Resource and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 4. Department of Biology, Hong Kong Baptist University, China; 5. College of Natural Resource and Environment, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210024, China)

**Abstract:** Two medium scale composting experiments were carried out to study the effects of bulking agents, carbon to nitrogen ratio (C/N), aeration forms and additions on the swine manure composting under the moisture content of 68.8%. The changes of various indexes and the odor production and control were also studied. The results obtained were as follows: The odor produced with the ammonia volatilization during swine manure composting. This volatilization should be increased markedly as high pH value (pH > 7) and temperature (> 50 °C). Reducing the composting materials pH value, adding suitable amendments and increasing the immobilization of  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  could reduce the odor. The addition of 1.5% calcium superphosphate to swine manure composting could reduce the pH value and the ammonia ( $\text{NH}_3$ ) emission, and promote  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  to convert to other form of N. It could also increase the content of P. The finished composts made with the deodorant amendment could reduce the odor and had the best quality in the physical characteristics. It could be put into use in practice.

**Key words:** swine manure; composting; odor; deodorization