

## 牛粪和蚯蚓粪对猪排泄物中臭气化合物产量的影响

曾正清<sup>1</sup> 孙振钧<sup>1</sup> Theo van Kempen<sup>2</sup> 马永良<sup>1</sup> 崔宗均<sup>3</sup> 吕振宇<sup>1</sup> 刁小萍<sup>1</sup>

(1. 中国农业大学 资源与环境学院,北京,100094; 2. 北卡罗莱纳州立大学 农业和生命科学学院,罗利,北卡罗莱纳,27695; 3. 中国农业大学 农学与生物技术学院,北京,100094)

**摘要** 该试验主要研究了添加牛粪和蚯蚓粪对猪排泄物中臭气产量的影响,在猪排泄物中分别添加2个水平的牛粪和蚯蚓粪,并在32℃进行厌氧发酵。试验结果表明2%的牛粪能将发酵中期猪排泄物中乙酸、丁酸的浓度分别降低7倍和2倍( $P < 0.01$ ),但增加异戊酸、戊酸的浓度,直到厌氧发酵的后期,异戊酸和戊酸的浓度才逐渐降低;另外,2%牛粪还能增加3倍的生物产气量( $P < 0.01$ ),降低3-甲基吲哚的浓度;蚯蚓粪也能降低猪排泄物中对甲酚、3-甲基吲哚和部分挥发性脂肪酸的浓度;牛粪和蚯蚓粪均能提高猪排泄物的pH值和氨挥发,降低铵氮和总氮的含量。总之,牛粪和蚯蚓粪均能降低厌氧发酵的猪排泄物中部分臭气化合物的含量。

**关键词** 牛粪; 蚯蚓粪; 臭气化合物; 猪排泄物

中图分类号 X 512

文章编号 1007-4333(2003)03-0037-06

文献标识码 A

### Effect of cattle feces and wormcompost supplementation on odor compounds in pig slurry

Zeng Zhengqing<sup>1</sup>, Sun Zhenjun<sup>1</sup>, Theo van Kempen<sup>2</sup>, Ma Yongliang<sup>1</sup>,  
Cui Zongjun<sup>3</sup>, Lü Zhenyu<sup>1</sup>, Diao Xiaoping<sup>1</sup>

(1. College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 10094, China;

2. College of Agriculture and Life Science, North Carolina State University, Raleigh, NC, 27695, USA;

3. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

**Abstract** In this trial, effect of cattle feces and vermicompost on odor compounds in pig slurry were investigated. Two level of cattle feces and vermicompost were supplemented in anaerobically fermented pig slurry, and the effect of cattle feces and vermicompost on odor compounds in pig slurry were determined. It turned out that cattle feces had decreased the concentration of acetic acid and butyric acid by 7 fold and 2 fold respectively ( $P < 0.01$ ), except for propionic acid; The concentration of valeric acid and  $\gamma$ -valeric acid were increased in the slurry with cattle feces in mid stage of experiment, and decreased whereafter. In addition, cattle feces had significantly increased the biogas production by 3 fold ( $P < 0.01$ ), decreased the concentration of 3-methylindole in pig slurry. The concentration of p-cresol and 3-methylindole in the slurry containing vermicompost was lower, compared with control; Vermicompost had also decreased the concentration of most VFAs in pig slurry. The concentration of total nitrogen, ammonium nitrogen were decreased significantly when the slurry supplemented with cattle feces and earthworm; Slurry pH and ammonia emission increased significantly in the slurry by cattle feces and earthworm supplementation. It was concluded that cattle feces and vermicompost can reduce some of odorant concentrations in anaerobically fermented pig slurry.

**Key words** cattle feces; vermicompost; odorous compounds; pig slurry

随着养猪业集约化程度提高,猪场排泄物的无害化处理越来越受到重视,因为这些排泄物污染地表水和土壤,而且臭气化合物严重污染空气。我国大多数猪场对排泄物都没有进行任何处理,而直接流入农田或粪坑,猪排泄物中有160多种臭气化合

物<sup>[1]</sup>,但只有4类化合物是主要的,即:挥发性脂肪酸、酚类物质、吲哚类和硫醇类<sup>[2]</sup>。降低这些排泄物中的臭气化合物,将对改善农村生态环境有重要意义。

蚯蚓粪中含有大量放线菌和兼性厌氧微生物

收稿日期:2003-03-03

基金项目:十五国家科技攻关资助项目(2001BA508B01)

作者简介:曾正清,博士研究生;孙振钧,教授,博士生导师,主要从事家畜生态研究,Tel:(010)62892942

物<sup>[4]</sup>;而后者是分解吡啶类臭气化合物的主要菌群<sup>[5]</sup>;与单胃动物的粪便相比,牛粪中存在较多的甲烷菌,利用牛粪中的甲烷菌可以提高农业废弃物的生物产气量<sup>[5]</sup>,这对增加农村能源供给具有重要的意义;因此牛粪和蚯蚓粪具有潜在的降低猪排泄物臭气化合物浓度的能力,但有关研究报道较少,这是本研究的主要目的。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

小母猪粪和尿液:采自北京市种猪育种公司的70~80 kg 空怀母猪;牛粪:采自中国农业科学院畜牧所饲养的斯门塔尔肉牛;蚯蚓粪:采自中国农业大学资源与环境学院生态工程系饲养的 *Eisenia Fetida* 蚯蚓粪;以上母猪、肉牛日粮组分见表1。试验开始前,将猪粪、猪尿和水按 1 0.9 1.6 的比例配成猪排泄物样本。

### 1.2 方法

猪排泄物样本平均装入 60 个 500 mL 密闭的瓶中,每瓶 245 mL,每组 12 个瓶,共 5 组,分别添加

1%、2%的牛粪、蚯蚓粪并设 1 个对照(表2)。然后将每个广口瓶中的空气抽尽(使其尽量接近粪坑中下层的厌氧环境),至于 32 °C 的培养箱中;整个试验期分为 3 个阶段,即前期(0~10 d),中期(0~20 d)和后期(0~30 d);每天测定各瓶的产气量,并分别于 10、20 和 30 d 采样分析猪泥浆的 pH、干物质、挥发性氨、氨态氮、总氮、挥发性脂肪酸、大肠杆菌。

表 1 母猪、牛及蚯蚓的日粮组成

组 分	母猪日粮	牛日粮	蚯蚓日粮
干草		70	
玉米	66	16.2	
豆饼	16.4	5.1	
麦麸	14	2.6	
菜粕		0.9	
棉粕		3.6	
磷酸氢钙	1.0	0.4	
石粉	1.6	0.6	
牛粪			100
预混料	1.0	0.6	

表 2 各处理的成分及臭气化合物含量

Table 2 Composition and odorant concentrations of treatments

成 分	对照组	处 理			
		1%牛粪	2%牛粪	1%蚯蚓粪	2%蚯蚓粪
猪排泄物 / g	245	245	245	245	245
牛粪(风干物) / g		2.45	4.5		
蚯蚓粪(风干物) / g				2.4	4.5
C/N	7.72	7.85	8.00	7.78	7.85
pH	8.08	8.06	8.05	8.08	8.08
各处理组的臭气化合物含量均值/(mmol L <sup>-1</sup> )					
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> / (mg mL <sup>-1</sup> )			0.562		
乙酸			27.552		
丙酸			4.694		
丁酸			1.951		
异戊酸			0		
戊酸			0.032		
对甲酚			0.624		
吡啶			0.048		
3-甲基吡啶			0.051		

猪排泄物由 70 g 猪粪、62.5 g 猪尿和 112.5 g 水混合均匀而成。25.17<sup>[6]</sup>;蚯蚓粪 C/N 18.22<sup>[4]</sup>)

根据以下数据计算值(猪粪 C/N 13.00<sup>[6]</sup>,猪尿 C/N 4.2;牛粪 C/N

1.2.1 方法 干物质、铵氮和总氮:分别按 GB6435-86、GB7479-87 和 GB6432-94 测定。

pH、大肠杆菌和生物产气量的测定:pH 用 pH

25pH 计(上海精密科学仪器有限公司)测定;大肠杆菌按活菌稀释平板计数法测定,用 EMB 培养基在 37 °C 的条件下培养 36 h 后,数其菌落数;生物气体产

生量:将聚集在试验所用广口瓶中的生物气体通过软管,释放于另一装满水且水表面上覆有一层植物油的1000 mL密闭三角瓶中,排水量即为生物气体产生量。

挥发性氨的测定:在环境条件下,用99%的纯净氮气按 $0.125\text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ 的速度通入被测猪泥浆中,时间为8 min;通过猪泥浆的气体用 $0.005\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的硫酸溶液吸收,同时用自来水按相同的程序做一个空白对照液,再按照GB 7479-87测定硫酸吸收液中的铵浓度。

臭气化合物的测定:取1 mL猪排泄物 $10^4\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 离心15 min,取其上清液,用20%盐酸调pH 2.6~3.2后测定挥发性脂肪酸;另取2 mL猪排泄物用1 mL混合提取液(三氯甲烷和丙酮等量)充分混合,置于40℃的温水中1 h,吸取提取液, $10^4\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 离心15 min后测定酚类和吡啶类化合物;再用Shimadzu 14A气相色谱仪分析提取液的臭气化合物。

1.2.2 统计分析 所有数据是用SAS8.2分析,按GLM模型处理,Duncan's多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 牛粪和蚯蚓粪对猪排泄物pH、干物质、气体产生量和大肠杆菌的影响(表3)

添加牛粪和蚯蚓粪后猪排泄物pH升高,特别是到中后期,这种趋势更明显( $P < 0.01$ ),试验开始后10~20 d添加2%牛粪的处理产气量为对照组的3倍( $P < 0.01$ );同样,有1%牛粪的猪排泄物产气量也明显升高( $P < 0.01$ ),说明牛粪明显增加猪排泄物早期生物产气量,这有利于加快猪场处理猪排泄物的速度,提高年平均处理能力,还可以提高猪排泄物的利用率。蚯蚓粪对产气量无明显影响( $P > 0.05$ )。在整个试验期,各试验组干物质都明显高于对照组( $P < 0.01$ )。从表3中还可看出,经过10 d的发酵,各组大肠杆菌的含量没有明显差异( $P > 0.05$ ),但发酵20和30 d后,含有牛粪和蚯蚓粪的猪排泄物中大肠杆菌数量要比对照组高( $P < 0.05$ );而且随着发酵的进行,猪排泄物中大肠杆菌数有逐步增加的趋势。

表3 牛粪和蚯蚓粪对猪排泄物的pH、干物质、产气量和大肠杆菌的影响

Table 3 Effect of cattle feces and vermicompost on slurry pH, dry matter, biogas and coliform

项目	处理时间/d	处 理				
		对照组	1%牛粪	2%牛粪	1%蚯蚓粪	2%蚯蚓粪
pH	10	6.19 b	6.23 ab	6.24 ab	6.24 ab	6.24 a
	20	6.64 c	7.25 ba	7.35 a	6.74 c	7.09 b
	30	7.46 c	7.56 ab	7.62 a	7.53 b	7.51 b
干物质/%	10	7.24 b	7.55 b	8.34 a	7.15 b	7.49 b
	20	7.05 b	7.22 b	7.91 a	7.37 b	7.50 b
	30	6.38 c	6.53 cb	7.21 a	7.07 ab	7.49 a
产气量/( $\text{mL}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ )	10	0.28 a	0.27 a	0.29 a	0.28 a	0.28 a
	20	0.23 c	0.50 b	0.82 a	0.23 c	0.34 bc
	30	0.31 a	0.33 a	0.29 a	0.28 a	0.32 a
大肠杆菌/( $10^8\cdot\text{g}^{-1}$ ,干物质)	10	5.20 a	5.16 a	5.13 a	4.96 a	4.87 a
	20	6.03 b	6.40 ab	6.90 a	6.08 b	6.19 b
	30	7.33 b	7.32 b	7.30 b	7.52 a	7.45 a

a, b, c 同行相同字母的各组间差异不显著( $P > 0.05$ ),下同。

### 2.2 牛粪和蚯蚓粪对猪排泄物中臭气化合物含量的影响(表4)

经过10 d的发酵,各处理挥发性脂肪酸,特别是乙酸、丙酸、丁酸明显增加,添加牛粪和蚯蚓粪还能提高大多数挥发性脂肪酸的浓度,特别是丁酸和

异戊酸的浓度( $P < 0.05$ );发酵20 d后,猪排泄物中的挥发性脂肪酸组成明显变化,牛粪处理组中乙酸的浓度比对照大大降低,丁酸的浓度也明显降低;发酵30 d后,在添加有牛粪或蚯蚓粪的猪排泄物中,除丙酸外的大多数挥发性脂肪酸的浓度都低于对

照;另外,含有牛粪的猪排泄物中戊酸浓度只在试验进行 30 d 后才降低,说明戊酸与乙酸和丁酸相比更难降解。在猪排泄物中添加牛粪或蚯蚓粪能够降低

3-甲基吡啶的含量 ( $P < 0.05$ ),特别是在猪排泄物发酵到 20 d,也能够降低对甲酚的浓度;但同时有增加吡啶浓度的趋势 ( $P > 0.05$ )。

表 4 牛粪和蚯蚓粪对猪排泄物中臭气化合物的影响

Table 4 Effect of cattle feces and vermicompost on odorous compounds in pig slurry

处理时间/d	项目/(mmol L <sup>-1</sup> )	对照组	处 理			
			1%牛粪	2%牛粪	1%蚯蚓粪	2%蚯蚓粪
10	乙酸	88.66 a	89.29 a	86.67 a	85.36 a	88.86 a
	丙酸	44.36 a	47.60 ac	48.07 b	46.56 a	44.57 a
	丁酸	17.05 a	19.45 b	19.18 b	19.20 b	20.20 b
	异戊酸	1.67 a	1.83 b	1.83 b	1.75 b	1.80 b
	戊酸	2.87 a	3.27 a	2.58 a	2.77 a	3.53 a
	对甲酚	0.84 a	0.82 a	0.80 a	0.82 a	0.79 a
	吡啶	0.072 a	0.078 a	0.079 a	0.074 a	0.079 a
	3-甲基吡啶	0.082 a	0.075 ab	0.069 b	0.074 ab	0.070 b
20	乙酸	116.37 a	54.27 c	14.88 d	115.21 a	90.04 b
	丙酸	62.66 c	69.00 ab	72.11 a	65.28 cb	61.43 c
	丁酸	25.15 a	23.84 a	14.67 b	25.11 a	25.72 a
	异戊酸	1.80 a	1.85 a	1.82 a	1.83 a	1.84 a
	戊酸	3.29 a	3.07 a	2.84 a	3.19 a	3.28 a
	对甲酚	0.89 a	0.82 a	0.75 b	0.73 b	0.78 ab
	吡啶	0.078 a	0.081 a	0.076 a	0.077 a	0.072 a
	3-甲基吡啶	0.083 a	0.074 b	0.075 ab	0.079 a	0.072 a
30	乙酸	3.83 a	3.093 b	2.95 b	4.505 a	3.45 b
	丙酸	64.51 ab	70.04 a	62.61 b	61.19 b	64.83 ab
	丁酸	12.71 a	0.32 b	0.24 b	5.92 b	0.32 b
	异戊酸	1.79 a	1.52 b	1.25 b	1.80 a	1.70 a
	戊酸	1.80 a	0.19 b	0.12 b	1.98 a	0.26 b
	对甲酚	0.86 a	0.79 a	0.76 a	0.78 a	0.72 a
	吡啶	0.071 a	0.074 a	0.069 a	0.070 a	0.068 a
	3-甲基吡啶	0.068 a	0.062 a	0.071 a	0.063 a	0.068 a

表 5 牛粪和蚯蚓粪对猪排泄物中的氨挥发率、氨氮和总氮含量

Table 5 Effect of cattle feces and vermicompost on ammonia emission, ammonium and total nitrogen in pig slurry

指 标	处理时间/d	对照组	处 理			
			1%牛粪	2%牛粪	1%蚯蚓粪	2%蚯蚓粪
氨挥发率/(mg L <sup>-1</sup> )	10	1.09 a	1.15 a	1.05 a	1.12 a	1.13 a
	20	1.10 a	1.13 b	1.15 ab	1.08 a	1.10 a
	30	1.16 b	1.20 a	1.21 a	1.23 c	1.21 a
铵氮/(mg mL <sup>-1</sup> )	10	0.59 a	0.60 a	0.59 a	0.58 a	0.59 a
	20	0.54 a	0.48 b	0.45 b	0.56 a	0.48 b
	30	0.53 a	0.45 ab	0.42 b	0.43 b	0.51 a
总氮/(mg mL <sup>-1</sup> 鲜猪粪)	10	16.76 a	16.79 a	16.62 a	16.66 a	16.58 a
	20	16.11 a	16.17 a	15.99 b	16.10 ab	15.92 b
	30	16.07 a	16.19 a	15.99 ac	15.92 bc	15.75 b

### 2.3 牛粪和蚯蚓粪对猪排泄物中挥发性氨氮、铵态氮和总氮的影响(表5)

牛粪或蚯蚓粪对厌氧发酵 10 d 的猪排泄物中的氨挥发率、铵氮含量和总氮无明显影响 ( $P > 0.05$ ); 经过 20 和 30 d 的发酵后, 和对照组相比, 添加有牛粪和蚯蚓粪的猪排泄物中的氨挥发率提高 ( $P < 0.05$ ), 表明牛粪或蚯蚓粪在降低猪排泄物中臭气化合物的同时也增加了排泄物中氨氮损失, 这

降低了处理后的排泄物作为肥料的价值, 也会增加氨气对环境的污染, 因此还应采取一定的措施降低氨氮的损失; 发酵 20 d 后, 含有牛粪和 2% 蚯蚓粪的猪排泄物中铵氮明显低于对照组 ( $P < 0.01$ ); 30 d 后, 添加有牛粪和 1% 蚯蚓粪的猪排泄物中的铵氮要低于对照组 ( $P < 0.01$ ); 同样, 蚯蚓粪能明显降低猪排泄物中的总氮含量 ( $P < 0.01$ )。

### 2.4 各指标之间的相关性(表6)

表6 猪排泄物中 pH、乙酸、丁酸、生物产气量和大肠杆菌之间的相互关系  
Table 6 Correlatives among slurry pH, acetic, butyric, biogas and coliform

指标	pH	乙酸	丁酸	生物产气量	大肠杆菌	氨挥发率	铵氮
pH	1	-0.7678**	-0.6420*	0.1997 <sup>NS</sup>	0.9779***	0.8015***	-0.7407**
乙酸		1	0.8651*	-0.9147**	-0.8433**	-0.8830*	0.5311 <sup>NS</sup>
丁酸			1	0.0786 <sup>NS</sup>	-0.6896**	-0.8719*	0.1925 <sup>NS</sup>
生物产气量				1	0.0284 <sup>NS</sup>	-0.0322 <sup>NS</sup>	-0.5711 <sup>NS</sup>
大肠杆菌					1	0.8083**	-0.6949*
氨挥发率						1	-0.4818 <sup>NS</sup>
铵含量							1

NS  $P > 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$

乙酸浓度和猪排泄物的 pH、生物产气量、氨氮挥发量和大肠杆菌之间成高度负相关, 相关系数分别为 -0.7678、-0.9147、-0.8830 和 -0.8433; 猪排泄物中的大肠杆菌和 pH 之间、乙酸和丁酸之间、pH 与氨挥发率之间都呈明显正相关, 相关系数分别为 0.9779、0.8651 和 0.8015; 另外, 猪排泄物中的铵氮与 pH 值之间呈明显的负相关 (-0.7407)。

## 3 讨论

### 3.1 牛粪和蚯蚓粪对猪排泄物 pH、干物质、气体产生量和大肠杆菌的影响

从试验结果中可看出, 牛粪和蚯蚓粪能明显升高猪排泄物的 pH 值; 乙酸中的氢离子比其他挥发性有机酸、特别是长链有机酸中的氢离子更容易电离, 牛粪大大降低了猪排泄物中乙酸的浓度, 使 pH 提高。牛粪还能明显增加猪排泄物的生物产气量, 这可能是由于牛粪中产甲烷菌的数量比猪粪多<sup>[5]</sup>, 从而促进了乙酸等有机酸转化为甲烷和二氧化碳。蚯蚓粪有增加猪排泄物产气量的作用, 蚯蚓的饲料全是牛粪, 蚯蚓粪增加生物产气量可能是由于其中含有一部分未被消化或被蚯蚓采食的牛粪。随着厌氧发酵的进行, 猪排泄物中的大肠杆菌数逐步增加这是因为牛粪和蚯蚓粪降低了猪排泄物中乙酸等挥

发性脂肪酸的浓度, 从而提高了排泄物的 pH 值, 解除了挥发性有机酸对大肠杆菌生长的抑制作用, 这和其他的研究报道结果相一致<sup>[7]</sup>。

### 3.2 牛粪和蚯蚓粪对猪排泄物中臭气化合物含量的影响

沼气产生一般要经过水解发酵阶段、产氢产酸阶段和产甲烷这 3 个阶段。水解发酵是微生物将有机物大分子降解成小分子; 产氢产酸是微生物将水解发酵产生的中间产物分解成乙酸和氢; 本试验中猪排泄物经过 10 d 的发酵后, 与试验开始时相比, 各组挥发性脂肪酸的含量都明显升高, 特别是乙酸、丙酸、丁酸等挥发性脂肪酸明显增加, 这可能是水解发酵和产氢产酸的交叉点; 在这个阶段, 添加牛粪或蚯蚓粪都能提高大多数挥发性脂肪酸的浓度, 特别是丁酸和异戊酸的浓度, 这很有可能是由于在猪排泄物中添加牛粪和蚯蚓粪增加了其中的干物质含量; 从而增加微生物发酵的底物; 另外, 反刍动物后肠消化道里的环境和反刍动物的瘤胃相似, 其中含有较多产挥发性脂肪酸的微生物, 这也可能是牛粪和蚯蚓粪提高酸化阶段猪排泄物中挥发性脂肪酸含量的原因。发酵中后期(即经过发酵 20~30 d 后), 在添加有牛粪或蚯蚓粪的猪排泄物中, 除丙酸外, 其它大多数挥发性脂肪酸的浓度都低于对照组; 这很有可能是由于牛粪中产甲烷菌的数量高于猪粪, 提

高了将挥发性脂肪酸转化为甲烷和二氧化碳的效率<sup>[5]</sup>。另外,由于粪尿混合在一起,使试验所用猪排泄物的 C/N 将至约 7.72 1,这和甲烷菌生长所需的最佳碳氮比(20~25 1)要低很多<sup>[12]</sup>;而添加牛粪或蚯蚓粪后,提高了猪排泄物中的碳氮比,这样可促进产甲烷菌的活动,从而降低猪排泄物中挥发性脂肪酸的含量。

从试验结果看出,在发酵过程中丙酸逐渐聚集在猪排泄物中。有研究报道将丙酸降解成甲烷被氢气阻断,产生的氢气将会和其他气体一起挥发,戊酸和庚酸都将被降解成乙酸、氢气和丙酸,丙酸将不再进一步代谢分解,使它在培养基中的浓度逐渐升高<sup>[10]</sup>,这和本试验结果相一致;另外,低浓度的乙酸盐会阻止丙酸的氧化<sup>[11]</sup>;试验结果还表明牛粪能够明显降低猪排泄物中乙酸和丁酸浓度,因此能降低丙酸的代谢率,从而提高了丙酸在猪排泄物中的浓度;在猪排泄物中添加牛粪和蚯蚓粪能够降低 3-甲基吲哚的含量( $P < 0.05$ ),特别是在猪排泄物发酵到 20 d,也能够降低对甲酚的浓度;但同时有增加吲哚浓度的趋势( $P > 0.05$ );微生物在 pH 值为 8.0 的环境中将大部分色氨酸降解为吲哚,而只有少部分转化成 3-甲基吲哚<sup>[12]</sup>,从表 3 可见,牛粪和蚯蚓粪能够提高猪排泄物的 pH 值,从而降低微生物将其中的色氨酸转化为 3-甲基吲哚的效率,将大部分转化为吲哚,使排泄物中的吲哚浓度增加。另外,蚯蚓粪也能降低一部分对甲酚的浓度,但对其降低猪排泄物中对甲酚浓度的机理尚不清楚,需进一步研究。

### 3.3 牛粪和蚯蚓粪对猪排泄物中挥发性氨氮、铵态氮和总氮的影响

从试验结果中可见经过 20 和 30 d 的发酵,和对照组相比,添加有牛粪或蚯蚓粪的猪排泄物中氨挥发率提高;pH 是影响氨氮挥发率的主要因素之一,牛粪和蚯蚓粪使溶液的 pH 值上升,加快了溶液中离子态铵氮转化成分子态的氨氮,从而增加了氨气的挥发率;这和其他研究者所报道的结果相一致<sup>[13]</sup>。由于挥发性氨氮的产量逐渐升高;导致总氮的减少,虽然牛粪在试验开始 10 和 20 d 后没有增加其氨气的挥发率;但其氨气挥发的总量(氨氮挥发率乘以产气量)要远远大于对照组;而且,蚯蚓粪还能将一部分铵氮转化为硝酸盐<sup>[14]</sup>;这些都可能是牛粪和蚯蚓粪明显降低猪排泄物中总氮和铵氮含量的原因。牛粪通过增加乙酸等有机酸转变成甲烷的

量,从而降低了猪排泄物的 pH 值,由于 pH 值的降低,导致挥发性氨氮的产量和大肠杆菌数量的增加。

## 4 结 论

牛粪能够提高猪排泄物的生物产气量,降低除丙酸外的大多数挥发性脂肪酸的浓度;牛粪或蚯蚓粪能降低厌氧发酵猪排泄物中 3-甲基吲哚的浓度,但提高厌氧发酵的猪排泄物 pH 和大肠杆菌的数量,降低排泄物中氨氮、总氮的浓度。

## 参 考 文 献

- [1] O'Neill D H, Phillips V R. A review of the control of odour nuisance from livestock buildings [J]. J Agri l Engin Res, 1992, 53:23~50
- [2] Phillips J H, Brain F B. Reduction of odorous compounds in fresh pig slurry by dietary control of crude protein [J]. J Food Sci and Agri, 1996, 71:508~514
- [3] Schiffman S. Livestock odors: implications for human health and well-being [J]. J Ani Sci, 1998, 76:1343~1355
- [4] Radha D K. Earthworm—Cinderella in Organic Farm [M]. India: Grillsyn Pub Corp, 1994. 85~102
- [5] Khoda C, Ando T, Nakai Y. Anaerobic microorganisms degrading 3-methylindole (skatole) and indole in composting processes [J]. Ani Sci and Tech, 1997, 68(11): 1045~1051
- [6] 方德华,庞江春,刘邦芳.农村混合废弃物发酵生产沼气的条件研究 [J]. 西南农业大学学报, 1997(6):298~303
- [7] 何明清.家畜微生物生态学 [M]. 北京:中国农业出版社, 1994
- [8] 姚永福,徐洁泉.中国沼气技术 [M]. 北京:中国农业出版社, 1989. 13~35
- [9] Yu H Q, Fang H H P. Thermophilic acidification of dairy wastewater [J]. Ap Micro and Biotech, 2000, 54: 3, 439~444
- [10] Hobson P N, Bousfield S, Summers R. Energy from waste series, methane production from agricultural and domestic waste [M]. Ap Sci Pub, 1981, 78~96
- [11] Lettinga G, Rebac S, Parshina S, et al. High rate treatment of anaerobic wastewater at low temperature [J]. App Enviro Mic, 1999, 65(4): 1696~1702
- [12] Jensen M T, Cox R P, Jensen B B. 3-methylindole (skatole) and indole production by mixed populations of pig fecal bacteria [J]. App Enviro Mic, 1995, 61(8): 3180~3184
- [13] Canh T T, Sutton A L, Aarnink A J A, et. al. Dietary carbohydrates alters the fecal composition and pH and the ammonia emission from slurry of growing pig [J]. J Ani Sci, 1998, 76:1887~1895
- [14] 浦德伦. 畜禽粪便除臭技术研究进展 [J]. 中国家禽科技, 1996, 12:41~42