

秸秆堆肥化处理猪场废水影响因子的研究

邓良伟, 李 建, 谭小琴, 汤玉珍, 陈子爱, 孙 欣

(农业部沼气科学研究所, 四川 成都 610041)

摘 要:采用堆肥发酵仓法在冬季和夏季进行了秸秆堆肥过程处理猪场废水的影响因素研究。结果表明,夏季总的吸水率(1:9.43)比冬季(1:6.65)高 41.8%;夏季堆体温度 50℃、55℃以上持续时间分别比冬季长 14 d 和 18 d。加猪粪水处理、含麦秆少的处理、鼓风处理的吸水率分别高于加厌氧消化液处理、含麦秆多的处理、翻堆或翻堆+鼓风的处理;堆体温度 50℃、55℃以上的持续时间也表现出与吸水率同样的趋势。在堆肥过程中,氮、磷、钾是一个不断累加和浓缩的过程。堆肥过程结束时,全氮含量达到 3%左右,全磷达 0.7%~1.75%,全钾达 1.8%~3%,氮、磷、钾总养分含量在 5.5%~7.5%之间。堆肥过程对蛔虫卵 100%杀灭,除加猪粪水厌氧消化液的处理、以单纯麦秆为载体的处理外,其他处理的卫生指标均达到了《粪便无害化卫生标准》(GB7959)的要求。载体吸水率、高温持续时间、堆肥养分含量以及卫生指标说明稻秆最适合作为载体处理利用猪场废水。

关键词:秸秆; 猪场废水; 堆肥; 吸水率; 影响因子

中图分类号:X703.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-2043(2005)03-0506-06

Influencing Factors of Treatment and Reuse of Piggery Wastewater Through Compost Using Straw as Carrier

DENG Liang-wei, LI Jian, TAN Xiao-qin, TANG Yu-zhen, CHEN Zi-ai, SUN Xin

(Biogas Scientific Research Institute of the Ministry of Agriculture, Chengdu 610041, China)

Abstract: Influencing factors of composting with straws as carrier for treating piggery wastewater were investigated in summer and winter, respectively. The ratio of straw absorbing wastewater (1:9.43) in summer was 41.8% higher than that (1:6.65) in winter. The duration of high temperature with 50℃ and 55℃ was 14 d and 18 d, respectively, longer in summer than those in winter. The treatments with adding piggery wastewater, with less wheat straw and with aeration using air blowing had higher ratio of straw absorbing wastewater than those of treatments with adding anaerobic effluent, having more wheat straw and with aeration using turnover or using air blowing + turnover, respectively. The duration of high temperature with over 50 ℃ and 55 ℃ also revealed the same trend as the ratio of straw absorbing wastewater. In the process of composting, the nitrogen, phosphorus and kalium of composting fertilizer cumulated continuously and condensed. At the end of composting, the content of total N, P and K reached about 3%, 0.7%~1.75%, and 1.8%~3%, respectively, and the total contents of nitrogen, phosphorus and kalium ranged from 5.5% to 7.5%, higher than that of original composting mixture. In the composting process, 100% parasite eggs were killed. Except for ecological index of composts, only those with wheat-straw as carrier and compost adding anaerobic effluent, other indexes were in line with the official Sanitation Standard for Non-hazardous Treatment of Night Soil, (GB7959—87). The ratio of straw absorbing wastewater, duration of high temperature, nutrient contents and sanitation indexes showed that rice straw was the most suitable in three straws to use as carrier in treating and reusing piggery wastewater.

Keywords: straw; piggery wastewater; composting; ratio of straw absorbing wastewater; influencing factors

1 kg 生物质瞬间完全燃烧释放约 15 000 kJ 热能,如果缓慢氧化也会释放相同的能量(袁歆 1997)^[1]。

收稿日期:2004-08-18

基金项目:农业部科教司农村能源泉专项资金、国家“十五”科技攻关资助(2002BA514A-1-2-4)

作者简介:邓良伟(1966—),男,理学硕士,副研究员,主要从事废水处理研究、工程设计与调试。

这种生物缓释热是一种清洁环保的能源,已有多项利用的事例,如:加热地温、生物热温室(汤国辉 1994)^[2]、利用生物缓释热处理糖蜜酒精废液(陈立平 2000)^[3]等。利用堆肥过程产生的生物缓释热处理畜禽粪水,国外已有研究和应用,如:Shuchardt(1987)^[4]进行了畜禽粪水与秸秆联合堆肥的试验研究;Jenssen (1994)^[5]

开发了利用厕所黑水添加有机物的液态堆肥装置；Papadimitriou(1997)^[6]进行了利用堆肥过程处理橄榄加工废水的研究。但以上研究均没有回收废水中潜在能源——沼气,并对堆肥过程处理利用废水的影响条件没有进行详细研究。本研究是在利用堆肥过程处理猪场废水的基础上,进一步研究其影响因素。

1 材料与方法

1.1 堆肥原料

吸收利用猪粪水的载体为麦秆、稻秆和玉米秆。

表 1 秸秆的营养组成

Table 1 Characteristics of composition for the straws used in the test

项目		含水率/%	有机质(C)/%	C/N	全氮(N)/%	全磷(P ₂ O ₅)/%	全钾(K ₂ O)/%
玉米秆	冬季	14.6	35.8	45.1	0.81	0.28	0.74
	夏季	10.1	38.10	54.4	0.70	0.23	0.73
麦秆	冬季	13.6	37.4	71.5	0.50		
	夏季	12.9	35.80	60.7	0.59	0.30	0.88
	冬季	13.5	39.5	53.4	0.74		
	夏季	8.8	35.70	55.8	0.64		

表 2 猪粪水及其厌氧消化液的养分组成

Table 2 Composition of piggery wastewater and its anaerobic effluent

项目	TS/%	COD/mg·L ⁻¹	BODs/mg·L ⁻¹	全氮(N)/%	全磷(P ₂ O ₅)/%	全钾(K ₂ O)/%	粪大肠菌值	蛔虫卵/个	pH
猪粪水	0.71~1.55	6530~11364	4036~6041	0.11~0.23	0.017~0.028	0.08~0.14	10 ⁵	8.4	7.07~7.64
猪粪水厌氧消化液	0.36~1.15	2307~8390	805~5168	0.07~0.13	0.011~0.017	0.03~0.09	10 ⁴	未查见	7.66~7.86

1.3 试验方法

将稻秆、麦秆、玉米秆粉碎至 0.1~0.5 cm,加入猪粪水(或其消化液),使其与秸秆混合至秸秆吸水近饱和,装填到各自的发酵仓,然后每天向堆肥上均匀加 2 次猪粪水或厌氧消化液,根据秸秆水分含量、堆肥温度等情况酌情增减粪水量。

整个试验分两个周期,第一个堆肥周期在冬季进行,从 11 月 26 日开始至第二年 2 月 18 日结束。第二个堆肥周期在夏季进行,从 4 月 13 日开始至 7 月 23 日结束。

1.4 测试指标及方法

猪粪水(厌氧消化液)撒布量采用容器计量法。堆肥温度用测温仪(7151 型)测定,气温采用水银温度计测定,每天测 2 次,求平均值。

pH 值采用 pH 计(型号 Inolab pH level1)测定,堆肥样品测定之前用 1:10(m/V)的水提取^[7]。堆肥水分、总固体(TS)采用烘干法,105 ℃烘 8 h 至恒重^[7]。有机质测定采用重铬酸钾法^[7]。全氮采用 FeSO₄-Zn 粉还原后 2300 定氮仪测定。全磷采用高氯酸-硫酸-钼锑抗比色法^[7]。全钾采用四苯硼钠容量法^[7]。速效氮采用扩散

麦秆、稻秆取自成都市双流县;玉米秆取自四川省洪雅县。猪粪水来自成都市双流县华阳镇一存栏规模 300 头的养猪场,猪粪水厌氧消化液为该猪场废水经过一个 10 m³ 沼气池厌氧消化后的出水。3 种秸秆及猪粪水和厌氧消化液的养分组成见表 1、表 2。

1.2 堆肥发酵仓

堆肥发酵仓边框由钢板焊接而成,用五层板封闭,内衬泡沫板保温。每个堆肥发酵仓的长、宽、高均为 1 m,内设通气管,采用小型空压机供气,其型号为 ACO-018,供气量 260 L·min⁻¹。

吸收法^[7]。速效磷采用碳酸钠浸提-钼锑抗比色法^[7]。腐殖质组成和腐植酸碳采用焦磷酸钠和氢氧化钠提取,重铬酸钾氧化法测定^[7]。COD 测定采用重铬酸钾法^[8],BOD 测定采用呼吸法(BOD 自动测定仪)。秸秆及堆肥的化学指标以干基计算,而猪粪水及其厌氧消化液的化学指标均以湿基计算。

2 结果与讨论

2.1 载体的吸水率

考察载体的吸水率是本研究的主要目的,本文将每单位质量秸秆处理利用废水的质量定义为载体吸水率。表 3 是玉米秸秆载体处理利用猪粪水吸水率的统计。夏季总的吸水率 (1:9.43) 比冬季 (1:6.65)高 41.8%。在初始吸水率上差异表现更为明显,夏季的初始吸水率(1:2.61)比冬季(1:1.75)高 49.1%。这主要是因为夏季气温比冬季高,夏季堆肥温度也比冬季堆肥温度高(表 5),高温期比冬季长,堆肥过程中水分更易于蒸发;另外夏季堆肥所用秸秆是上年所收割的秸秆,在存放过程中本身含水量降低,冬季堆肥所用玉米秸秆含水量是 14.6%,夏季所用玉米秸秆含水量

10.1%,致使在堆肥时吸水率增大。

表 4 是不同秸秆组合以及不同通气方式吸收粪水总量的统计。加猪粪水处理(T₄)的吸水率高于加猪粪水厌氧消化液处理(T₃),因为粪水中的有机物能为堆肥中微生物活动提供营养,促进堆肥过程的进行并产生生物热蒸发废水,猪粪水有机物浓度比厌氧消化液高,所以秸秆对其吸收量也大。含麦秆载体体的处理(T₆)的吸水率低于含麦秆载体少的处理(T₄),说明麦秆载体的吸水性能不如稻草及玉米秆载体。这与秸秆

的特性有关:玉米秆疏松,浸水后仍能保留一定的孔隙;稻草纤维柔软,粉碎后颗粒细;麦秆纤维硬度比玉米秆、稻草大,表面的蜡质又阻碍其对水分的吸收以及生物的作用。对于不同的通风方式,相同的秸秆载体和粪水(T₂~T₄),处理之间吸水率有所差别:鼓风处理(T₂)的吸水率高于翻堆(T₃)或翻堆+鼓风(T₄)的处理。这是由于鼓风的通风方式使堆肥维持较长的高温期(表 5),水分蒸发量大,也就直接导致其对粪水的消耗量增大。

表 3 季节对玉米秸秆吸收猪粪水的影响

Table 3 Effects of seasons on wastewater amounts absorbed by corn straw

季节	载体(秸秆)质量/kg	初始加水量/kg	初始吸水率/kg·kg ⁻¹	堆肥过程加水量/kg	总加水量/kg	总吸水率/kg·kg ⁻¹
冬季	143.7	251.9	1.75	707	958.9	1:6.65
夏季	155	405	2.61	1 057	1 462	1:9.43

表 4 不同载体、通气方式对载体吸水量的影响

Table 4 Effects of carrier and aeration method on wastewater amounts absorbed by corn straw

编号	处理	载体(秸秆)量	初始加水量	堆肥过程加水量	总加水量	吸水率
		/kg	/kg	/kg	/kg	/kg·kg ⁻¹
T ₁	玉米秆+猪粪水+鼓风	155	405	1 057	1 462	1:9.43
T ₂	稻秆:玉米秆:麦秆 1:1:1+猪粪水+鼓风	155	405	1 086	1 491	1:9.62
T ₃	稻秆:玉米秆:麦秆 1:1:1+猪粪水+翻堆	155	405	1 069	1 474	1:9.51
T ₄	稻秆:玉米秆:麦秆 1:1:1+猪粪水+翻堆+鼓风	155	405	1 060	1 465	1:9.45
T ₅	稻秆:玉米秆:麦秆 1:1:1+猪粪水厌氧消化液+翻堆+鼓风	155	405	1 026	1 431	1:9.23
T ₆	稻秆:麦秆=1:1+猪粪水+翻堆+鼓风	155	405	1 047	934.4	1:9.37

2.2 堆肥过程温度变化

在冬季气温 4℃~16℃,平均气温 7.5℃,夏季气温 13.5℃~33℃,平均气温 24.7℃的条件下,同一种载体(以玉米秆为例),夏季的堆肥温度明显高于冬季,见表 5。“玉米秆+猪粪水”夏季与冬季达到的最高温度比较接近,分别为 66℃、64℃。而夏季 50℃、55℃以上温度的持续时间分别比冬季长 14 d 和 18 d。说明气温对堆肥过程堆温有较大影响。

如表 6 所示,对于同一种载体组合,稻草:玉米秆:麦秆为 1:1:1,“鼓风”的平均温度高于“翻堆”和“翻堆+鼓风”。堆肥过程所达到的最高温度,“翻堆”(70℃)、“翻堆+鼓风”(69℃)高于“鼓风”(66℃),而 50℃、55℃以上的持续时间,“鼓风”明显高于“翻堆”和“翻堆+鼓风”,说明“翻堆”更有利于均匀通风,因为最高温度比“鼓风”高。但是,“翻堆”也散失更多的热量,50℃、55℃的持续时间比“鼓风”短。但从经济上权

表 5 季节对玉米秆吸收猪粪水堆肥温度影响

Table 5 Effects of seasons on temperature of compost with corn straw receiving piggery wastewater

季节	平均堆肥温度/℃	最高温度/℃	>50℃持续时间/d	>55℃持续时间/d
冬季	49.7±9.3	64	45	28
夏季	53.9±8.6	66	59	46

注:处理为玉米秆+猪粪水。

表 6 通气方式对秸秆吸收猪粪水堆肥温度的影响

Table 6 Effects of aeration approaches on temperature of composts with mixed straw receiving piggery wastewater

通风方式	平均堆肥温度/℃	最高温度/℃	>50℃持续时间/d	>55℃持续时间/d
翻堆	49.2±9.4	70	49	34
鼓风	51.3±9.7	66	59	46
翻堆+鼓风	49.1±8.9	69	53	31

注:处理为稻草:玉米秆:麦秆 1:1:1+猪粪水。

衡,翻堆更可取。

如表 7 所示,对于同一种载体组合,稻草:玉米秆:麦秆为 1:1:1,采用相同的通风方式:“翻堆+鼓风”。加“猪粪水”的处理平均温度高于加“厌氧消化液”的处理。堆肥过程所达到的最高温度,前者 69 ℃稍高于后者 68 ℃。而 50 ℃、55 ℃以上的持续时间,加“猪粪水”处理比加“厌氧消化液”分别高 13 d 和 4 d。这主要是由于“猪粪水”中的有机质含量高于“厌氧消化液”(表 2),在堆肥过程中微生物增殖得快,产生的热量使堆肥温度上升得快,并且在堆肥过程使微生物一直保持较高的活性,产生的生物热大。说明秸秆直接处理利用猪粪水比利用其厌氧消化液更为有利。

表 7 载体吸收猪粪水与吸收猪粪水厌氧消化液温度变化比较

Table 7 Difference of temperatures between composts with added piggery wastewater and with added anaerobic effluent				
添加废水	平均堆肥温度/℃	最高温度/℃	>50 ℃ 持续时间/d	>55 ℃ 持续时间/d
猪粪水	49.1±8.9	69	53	31
猪粪水厌氧消化液	47.2±9.7	68	40	27

注:处理为稻秆:玉米秆:麦秆 1:1:1+鼓风+翻堆。

表 8 不同载体对吸收猪粪水堆肥温度的影响

Table 8 Effects of carrier on temperature of composts with added piggery wastewater				
载体	平均堆肥温度/℃	最高温度/℃	>50 ℃ 持续时间/d	>55 ℃ 持续时间/d
稻秆: 玉米秆: 麦秆=1: 1: 1	49.1±8.9	69	53	31
稻秆: 麦秆=1: 1	46.2±9.3	67	39	25

注:处理为猪粪水+鼓风+翻堆。

2.3 堆肥过程养分变化

在本研究中(表 9),随着堆肥的进行,有机碳呈下降趋势,至堆肥结束,下降到 30%左右(相当于有机质 52%左右)。在普通堆肥过程中,由于氨氮的挥发和氧化为硝酸盐氮后的反硝化,全氮都呈下降的趋势^[13]。而本试验中,全氮呈现增加的趋势,夏季全氮比冬季堆肥增加的更多,以玉米秆为载体的堆肥为例,堆肥开始时全氮含量比较接近,至堆肥结束,冬季试验全氮达 1.92%,而夏季可达 3.04%,夏季比冬季高 58.3%。这是因为,尽管本试验也存在氨氮的挥发和硝酸盐氮的反硝化,但由于每天猪粪水的添加,不断向堆肥过程增加氮源,堆肥中氮是一个不断累积的过程,添加越多,累积越多。由于夏季堆肥添加粪水比冬季多,所以氮的累积比冬季多。以麦秆为载体的处理,堆肥结束时全氮含量低于玉米秆及稻草载体的堆肥。添加猪粪水的处理,堆肥结束时全氮含量高于添加厌氧消化液的处理。所有处理 C/N 比呈现下降趋势,至堆肥结束时,冬季堆肥 C/N 为 15.1,夏季为 10 左右,低于其他普通堆肥的 C/N。通气方式对堆肥过程中碳氮变化没有明显影响。

采用相同的通风方式:翻堆+鼓风,都吸收利用猪粪水,含麦秆载体少的处理“稻秆:玉米秆:麦秆为 1:1:1”的平均温度高于含麦秆载体多的处理“稻秆:麦秆为 1:1”。堆肥过程所达到的最高温度,前者比后者分别高 14 d 和 6 d。可能是因为麦秆表面含有腊质,不利于微生物作用。

一般的堆肥过程中,50 ℃以上堆温持续时间为 10~28 d^[9,10],55 ℃以上堆温持续时间为 4~20 d^[11、12]。而本试验 50 ℃以上堆温持续时间为 22~59 d,55 ℃以上堆温持续时间为 6~46 d,几乎是普通堆肥的 2 倍。说明持续添加猪粪水或厌氧消化液的堆肥方式能大大延长高温期。

堆肥过程中,磷、钾含量均增加,一方面是由于有机物的分解损失,磷、钾相对含量增加;另一方面,由于每天猪粪水(或其厌氧消化液)的添加,磷、钾不断积累,其绝对量增加。普通堆肥,磷、钾只是相对量的增加,而不会有绝对量的增加。试验也发现,含有稻草的处理,其钾的含量明显高于其他处理,主要是因为稻草原料中钾含量高于其他两种原料。

添加猪粪水的处理,其氮、磷、钾的含量均高于添加猪粪水厌氧消化液的处理,这是由于猪粪水中氮、磷、钾的含量均高于猪粪水厌氧消化液(见表 9)。

在本研究试验中,由于氮、磷、钾是一个累加的过程,在吸水量大的夏季堆肥过程结束时,全氮含量达到 3%左右,全磷达 0.7%~1.75%,全钾达 1.8%~3%,氮、磷、钾总养分含量在 5.5%~7.5%之间。本试验所用的猪粪水浓度较低,COD 为 8 734~9 710 mg·L⁻¹,总氮 0.12%~0.18%。如果猪粪水更浓,所获得的堆肥氮、磷、钾含量将会更高。本研究所获得的堆肥,氮、磷、钾含量均高于其他以秸秆、畜禽粪便、垃圾为原料的堆肥^[9,10,14~16]。因此,本研究所获得的堆肥是一种养分较高的有机肥。

表 9 堆肥过程养分变化

Table 9 Variation of nutrient contents during composting process							
季节	处理	时期	有机质(C) / %	全氮(N) / %	C/N	全磷(P ₂ O ₅) / %	全钾(K ₂ O) / %
冬季	玉米秆+猪粪水	初始	35.6	1.16	31.6	0.30	1.00
		结束	29.0	1.92	15.1	0.85	1.91
	玉米秆+猪粪水厌氧消化液	初始	35.6	1.02	36.5	0.29	0.91
		结束	29.4	1.81	16.2	0.76	1.81
	稻秆+ 猪粪水	初始	39.3	1.05	37.4	0.32	1.12
		结束	32.7	1.87	17.4	0.73	2.71
	稻秆+猪粪水厌氧消化液	初始	39.3	0.92	42.7	0.31	1.04
		结束	33.0	1.73	19.0	0.60	2.44
	麦秆+猪粪水厌氧消化液	初始	37.2	0.80	44.6	0.25	0.96
		结束	34.0	1.76	19.3	0.74	1.96
	麦秆+猪粪水厌氧消化液	初始	37.2	0.66	53.9	0.23	0.87
		结束	36.0	1.78	20.2	0.63	1.81
	玉米秆+猪粪水+鼓风	初始	38.3	1.03	34.9	0.33	1.09
		结束	35.8	3.04	11.2	0.73	1.89
夏季	稻秆：玉米秆：麦秆 1：1：1+猪粪水+鼓风	初始	36.8	0.99	37.1	0.32	1.14
		结束	32.2	2.90	11.1	0.92	2.11
	稻秆：玉米秆：麦秆 1：1：1+猪粪水+翻堆	初始	36.8	0.99	37.1	0.32	1.14
		结束	36.5	2.88	12.7	1.47	2.81
	稻秆：玉米秆：麦秆 1：1：1+猪粪水+翻堆+鼓风	初始	36.8	0.99	37.1	0.32	1.14
		结束	30.5	3.01	10.1	1.08	2.88
	稻秆：玉米秆：麦秆 1：1：1+猪粪水厌氧消化液+翻堆	初始	36.7	0.89	41.2	0.32	1.14
		结束	29.1	2.99	9.73	1.75	2.48
	稻秆：麦秆 1：1 猪粪水+翻堆+鼓风	初始	35.3	0.95	39.2	0.29	1.10
		结束	28.2	2.71	10.4	1.56	2.98

以“稻草:麦秆为 1:1+猪粪水”处理为例:堆肥腐熟后,干基氮、磷、钾含量分别为 2.71%、1.56%、2.98%,换算为湿基后氮、磷、钾含量分别为 2.17%、1.25%、2.38%(以出售堆肥含水率 20%计算);而两种秸秆湿基氮、磷、钾含量平均值分别为 0.55%、0.24%、0.72%;猪粪水氮、磷、钾平均含量分别为 0.12%、0.021%、0.13%。堆肥与秸秆相比,堆肥的氮、磷、钾含量分别为秸秆相应值的 3.95 倍、5.21 倍、3.31 倍。堆

肥与猪粪水相比,氮、磷、钾含量分别为后者相应值的 18.00 倍、59.52 倍、18.31 倍。这充分说明,堆肥过程实际上是一个氮、磷、钾养分“浓缩”的过程。

2.4 卫生指标

试验结果表明,冬季以麦秆为载体的堆肥,高温期比同期其他载体的堆肥短 20 d 左右,大肠菌值比同期其他堆肥低 10¹~10²;而夏季加厌氧消化液的堆肥高温期比同期其他堆肥短 13~19 d,大肠菌值也比

表 10 堆肥卫生指标检验结果

Table 10 Testing results of sanitation indicators of composts				
季节	处理	粪大肠菌值	蛔虫卵死亡率/%	堆温 50~55℃ 以上天数/d
冬季	玉米秆+猪粪水+鼓风	10 ⁻²	100	45
	玉米秆+猪粪水厌氧消化液+鼓风	10 ⁻¹	100	43
	稻草+ 猪粪水+鼓风	10 ⁻²	100	43
	稻草+猪粪水厌氧消化液+鼓风	10 ⁻²	100	45
	麦秆+猪粪水厌氧消化液+鼓风	10 ⁻⁴	100	26
	麦秆+猪粪水厌氧消化液+鼓风	10 ⁻³	100	22
	玉米秆+猪粪水+鼓风	10 ⁻²	100	49
夏季	稻秆：玉米秆：麦秆=1：1：1+猪粪水+鼓风	10 ⁻²	100	59
	稻秆：玉米秆：麦秆=1：1：1+猪粪水+翻堆	10 ⁻²	100	49
	稻秆：玉米秆：麦秆=1：1：1+猪粪水+翻堆+鼓风	10 ⁻²	100	53
	稻秆：玉米秆：麦秆=1：1：1+猪粪水厌氧消化液+翻堆+鼓风	10 ⁻³	100	41
	稻草：麦秆=1：1 猪粪水+翻堆+鼓风	10 ⁻¹	100	40
	粪便无害化卫生标准(GB7959-87)	10 ⁻¹ ~10 ⁻²	95~100	5~7

同期其他堆肥低 10^1 。说明高温期长短与大肠菌值密切相关。除了上述几个处理外,其他处理大肠菌值均达到了《粪便无害化卫生标准》(GB7959-87)。堆肥结束后大肠菌值指标也说明;玉米秆、稻草载体优于麦秆载体,吸收处理猪粪水的处理优于吸收厌氧消化液的处理。因此麦秆不适宜作吸收利用猪场废水的载体,并且最好是直接处理利用猪场废水,而不宜将猪场废水先进行厌氧消化。

所有处理高温持续时间都大大超过卫生标准要求,但是,本研究是连续添加粪水,即使在高温期后也在添加,这部分粪水没有经过高温期,尽管高温期长,也不能说明粪水已经无害化,必须参考粪大肠菌值。当然,为了安全起见,在实际生产中,也可在高温期结束时停止添加粪水。

冬夏两季堆肥各处理可全部对蛔虫卵100%杀灭,满足《粪便无害化卫生标准》(GB7959-87)。

以上分析说明采用本研究的联合堆肥工艺处理猪场粪水,如果直接利用猪粪水,采用玉米秆、稻草作载体,所获得的堆肥产品在卫生指标方面是安全的。

3 结论

利用秸秆与猪粪水联合堆肥过程产生的生物热蒸发处理猪场废水,1 kg 秸秆在冬季吸可收利用猪粪水6.50 kg左右,夏季9.43 kg左右。在堆肥过程中,氮、磷、钾是一个累加的过程,也是对猪粪水中养分的浓缩过程。由此所获得的堆肥,氮、磷、钾总养分含量远高于其他堆肥,说明采用秸秆与猪粪水联合堆肥处理利用猪场废水是可行的。载体吸水率、高温持续时间、堆肥养分含量以及卫生指标说明稻草最适合作载体用来处理猪粪水。

猪粪水浓度越高,所含有有机物越多,堆肥的高温期也越长,所获得堆肥的氮、磷、钾养分含量也越高。因此,猪场采用此工艺处理猪场废水时,应控制冲洗水量,减少粪水产生量,增加废水浓度。这样可减少秸

秆用量以及堆肥装置容积,并增加堆肥的养分含量。

参考文献:

- [1] 袁 歆,张全福.生物热能开发利用新途径之一——缓释系统新概念[J].农业环境与发展,1997,1: 8~10.
- [2] 汤国辉.生物能温室温度及其影响因素研究[J].南京农业大学学报,1994,17(2):17~22.
- [3] 陈立平,陈开正,吴鸿祥,陈 央.甘蔗糖厂酒精废液堆肥实现零排放的工程实践[J].环境科学研究,2000,13(3):60~63.
- [4] Schuchardt F. Composting of liquid manure and straw[M]. Proceedings, 4th International CIEC,1987.271~81.
- [5] Jenssen P D, Skielhaugen O J. Local ecological solutions for wastewater and organic waste treatment—a total concept for optimum reclamation and recycling[M]. Pro. Seventh International Symposium on Individual and Small Community Sewage System,Atlanta, ASAE18-94,1994.379~387.
- [6] Papadimitriou E K, Chatjipavlidis I, Balis C. Application of composting to olive mill wastewater treatment[J]. *Environmental Technology*, 1997, 18(1): 101~107.
- [7] 李西开.土壤农业化学常规分析方法[M].北京:科学出版社,1984.
- [8] 国家环保局.水和废水分析方法(第三版)[M].北京:中国环境科学出版社,1989.
- [9] 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.
- [10] 李国学.不同通气方式和秸秆切碎程度对堆制效果和养分转化的影响[J].农业环境保护,1999,18(3):106~110.
- [11] 杨毓峰,薛澄泽.畜禽废弃物好氧堆肥化条件研究[J].陕西农业科学,1998,(6):10~11.
- [12] 朴 哲,等.高温堆肥的生物化学变化特征及植物抑制物质的降解规律[J].农业环境保护,2001,20(4):206~209.
- [13] Mahimairaja S, Bolan N S, Hedley M J, Macgregor A N. Losses and transformation of nitrogen during composting of poultry manure with different amendments: an incubation experiment[J]. *Bioresource Technology*, 47:265~273.
- [14] 黄红英,常志州,朱万宝,叶小梅,张建英.调理剂在猪粪处理中的除臭及保氮作用[J].农业环境保护,2001,20(3):169~171.
- [15] 庞金华,程平宏,余廷园.高温堆肥的水气矛盾[J].农业环境保护,1999,18(2):73~75.
- [16] 李国学,张福锁.固体废物堆肥化与有机复混肥生产[M].北京:化学工业出版社,2000.22~23.