

试验研究

## 三种调理剂与家畜粪便减量化处理效果分析

段丽杰<sup>1</sup>, 孟凡萍<sup>2</sup>

(吉林省环境科学研究院, 吉林长春 130012)

**摘要:** 养殖业作为我国经济和农业的重要组成部分, 已经逐步向着规模化、产业化方向发展, 大型的现代化畜牧场、养殖场不断出现, 同时大量集中的禽畜粪便导致的环境污染越来越严重, 且已成为制约养殖业发展的一个重要因素。本试验就是利用日本 JST 赠送的生态厕所为反应装置, 从家畜粪便(牛粪)的减量化处理及资源化利用的角度出发, 做三个平行处理试验, 分别以木屑、玉米秸秆屑和木屑混合物、玉米秸秆屑三种物料为调理剂, 与家畜养殖场的牛粪进行序批式好氧减量化处理。旨在为研究中国农场的玉米作物秸秆是否可以替代木屑作为反应过程中的调理剂, 达到对禽畜养殖业粪便良好的减量化处理效果, 减轻对环境的污染。

**关键词:** 家畜粪便; 生态厕所; 减量化

**中图分类号:** X705 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8759(2014)03-0030-04

### ANALYSIS OF THE TREATMENT OF LIVESTOCK MANURE REDUCTION WITH THREE BULKING AGENTS

DUAN Li-jie<sup>1</sup>, MENG Fan-ping<sup>2</sup>

(1. Jilin Academy Of Environmental Sciences, Jilin Changchun 130012;

2. North-east Normal University, Jilin Changchun, 130024)

**Abstract:** The poultry feeding industry plays an important role in economy and agriculture, and it is developing step by step in scale and industrialization in China. At the same time, a great deal of livestock manure leads the environment pollution, and become a factor that blocks the poultry feeding industry development. This paper researched on the treatment of cattle manure with the bio-toilet presented by JST in Japan. The sawdust, the mixture of the sawdust and cornstalk, the corn stock were used the bulking agents. In order to study on whether using the cornstalk replaces with the sawdust as bulking agent. These results suggested that cornstalk was suitable for treating livestock manure as bulking agent. Furthermore to achieve good deal with the effect of livestock manure reduction, and to reduce environmental pollution.

**Keywords:** Livestock Manure; bio-toilet; Reduction

随着我国养殖业的迅速发展, 禽畜粪便的排放数量逐年增加。据统计, 禽畜粪尿排放量每头牛为 55~65 kg/d, 每头猪为 3.5~11.0 kg/d, 每只鸡为

0.10~0.15 kg/d, 每只羊为 2.66kg/d<sup>[1]</sup>。大量的禽畜粪便不经处理而排入环境, 将会对地表水、地下水、土壤和空气造成严重的污染, 并危及禽畜本身及人体健康<sup>[2]</sup>。如此大量的禽畜粪便不经处理排入环境, 将会对地表水、地下水、土壤和大气造成严重的污染, 并危及禽畜本身及人体健康<sup>[3-5]</sup>。目前对禽畜粪便处理方法中, 堆肥处理方法较为常用, 但

收稿日期: 2013-06-24

基金项目: 日本科学技术振兴事业团资助, 合作项目为“可持续发展与卫生设备”

第一作者简介: 段丽杰(1977-), 女, 工程师, 主要从事环境科研工作。

存在占地面积大、不能完全控制臭气、发酵时间长等缺点<sup>[6-8]</sup>。同时就目前而言,我国木材缺乏,并且木屑的再利用方式逐渐增多,以废弃物形式丢弃的木屑量逐年在减少。而我国是一个农业大国,农村每年产生大量作物秸秆,并且利用率很低,一些地方的秸秆被大量焚烧,不仅浪费资源而且污染大气环境<sup>[9]</sup>;如果农作物秸秆能替代木屑作为调理剂,其应用前景非常广阔。因此,寻找一种替代木屑且普遍应用推广的调理剂,对于我国利用此种方法处理禽畜粪便具有重要的意义。本试验利用日本 JST 赠送的生态厕所反应装置为试验设备,分别选择木屑、木屑和秸秆屑混合物及秸秆屑作为调理剂,牛粪以连续添加的方式进行减量化处理研究。与传统堆肥技术相比,这种新技术对牛畜粪便减量化效果明显,反应终结产物中养分含量提高,而且设备具有适用性广、运行成本低等优势,是可推广的一项新技术。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验装置

日本正和电工株式会社研制生产的 S-15 型生态厕所装置。

### 1.2 试验材料

本试验以木屑和木屑与秸秆屑作为微生物的载体,木屑为 20 目,秸秆长度 1~2cm。试验用的牛粪取自长春市郊小型养殖场,木屑取自木材加工厂,秸秆取自农村。牛粪、木屑和秸秆屑的主要理化性质如表 1。

表 1 试验物物理化性质 单位:%

指标	水分	有机质	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	pH
牛粪	79.12	77.75	1.09	0.397	0.216	8.26
木屑	24.57	99.23	0.09	0.05	0.07	5.25
秸秆	10.78	92.13	0.71	0.27	1.37	6.03

### 1.3 试验方法

试验设为三个平行处理,即 E1、E2、E3。三个处理分别选择碳氮比较高的木屑、木屑与玉米秸秆屑混合物及玉米秸秆屑三种物料作为反应过程中的调理剂,在反应初始时将物料的水分调节到 40%~70%,然后每天定量添加 2.5 kg 新鲜牛粪,同时测定物料的温度、有机质、pH、总氮、总磷、总钾、总碳及湿度,研究各指标的变化趋势。当物料的 C/N 比值小于 20 时(35 d 时),停止添加牛粪,物料继续在装置内稳定 10 d,即 45 d 后取出称重。具体实验操作见表 2。

表 2 试验初始条件

试验	调理剂	牛粪:调理剂 / (kg:kg)	初始 / (C/N)	牛粪添加量 / (kg/d)	试验过程控制
E1	木屑	2.5:5	59.46	2.5	1)维持 40%~70%水分。
E2	混合物	2.5:5	72.86	2.5	2)35d 时停止添加牛粪,
E3	秸秆屑	2.5:5	66.96	2.5	45d 时取出物料。

注:混合物为玉米秸秆屑和木屑(1:1)混和

## 2 结果与讨论

### 2.1 水分变化

三个平行处理在反应初始时,物料的水分被调节到 60%左右,因此三个处理在添加牛粪的 1~35 d 之间,水分含量基本都维持在 40%~60%,满足了微生物生长的条件<sup>[10-11]</sup>。由图 1 可见,E1 处理中物料的水分含量比其他两个处理偏低,并且经过数理统计中的 T 检验,表明在反应过程中,E1 与 E2 和 E3 在水分含量上存在差异性。造成这种差异性可能是由于 E1 处理中仅以木屑为调理剂,E2 中添加了 50% 的玉米秸秆屑,E3 的调理剂全部为玉米秸秆屑,相关资料研究表明:由于玉米秸秆屑吸水膨胀软化,有利于微生物分解和菌体、养分的移动,促使微生物活动旺盛,有机物分解加快,导致 E2、E3 中产生较多的水;并且以木屑为调理剂的脱水能力要好于玉米秸秆屑。另外,在 35~45d 即物料在装置内稳定时期,由于停止添加牛粪及微生物代谢活动的减弱,三个处理中物料水分都呈现明显的下降趋势,差异不显著。

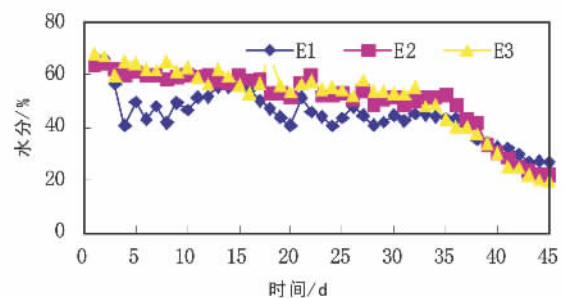


图 1 水分含量随反应时间变化情况

### 2.2 温度变化

对于微生物作用而言,温度是影响微生物活动和减量化处理过程的重要因素。研究表明,反应过程中温度维持在 55℃~60℃时,微生物的降解能力最为活跃<sup>[12,13]</sup>。三个处理在添加牛粪的 1~35 d 内,温度基本稳定在 55℃左右,在 35~45 d 温度呈明显下降趋势。经过数理统计中的 T 检验,表明

三个处理在温度上未表现差异性。由图2可见,以木屑为调理剂的E1中,温度由初始的50℃逐渐升高,大约在第10d出现了最高温度68℃,随后稳定在55℃,停止添加牛粪的35~45d出现明显下降趋势;E2中,由于物料的初始水分比E1中要高,导致在1~13d之间,E2的温度较E1要低,第14d时温度到达最高温度60℃,随后也稳定在55℃左右;E3中,高温期出现的比较晚,大约出现在第15d。但从整体上看E3的温度要略高于其他两个处理,原因可能是E2、E3中的玉米秸秆屑与E1中木屑相比,含有较多的易被微生物利用的有机物质所致。三个处理在反应过程中,高温持续的时间足以灭杀物料中有害病菌。因此,处理后的产物无害化程度较高。

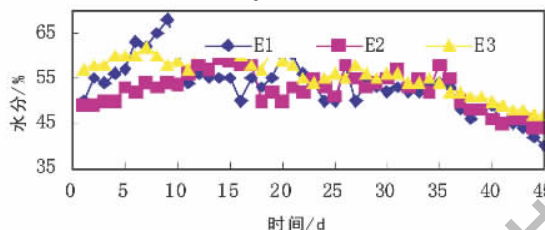


图2 温度随反应时间变化情况

### 2.3 pH 值变化

三个处理在添加牛粪的1~35d, pH值都在8~9之间波动,变化情况见图3所示,经过T检验未表现差异性;变化趋势出现不同主要表现在35~45d,即停止添加牛粪的过程。以木屑为调理剂的E1中, pH值略有下降,试验结束时达到8.34;而以混合物为调理剂(木屑与秸秆屑)的E2中,出现明显上升趋势,最后达到9.96,这与反应结束时氮的变化情况相一致,即高的pH值出现也是导致氮损失比较严重的阶段<sup>[14]</sup>;以玉米秸秆屑为调理剂的E3中,大约在28d开始pH值出现上升阶段,到第40d又开始出现下降趋势,最后达到8.83。另外,经过数理统计中的T检验,三个处理在35~45d之间, pH值存在差异性,主要与选择调理剂的吸附性能有直接关系。

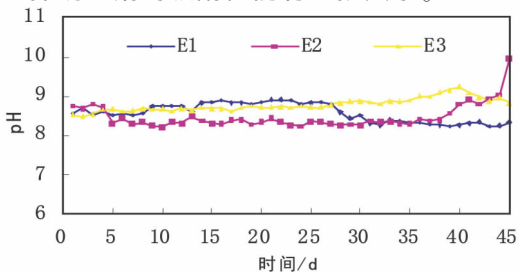


图3 pH 随反应时间变化情况

### 2.4 有机质变化

由图4可见,在反应的1~25d中,E2中的有机质较E1中下降的幅度略大,25~45d时有机质的降解速度与E1基本接近,且有有机质含量由初始的91.26%降解到45d时的47.23%,总降解率达到48.25%;以玉米秸秆屑为调理剂的E3中,由于含有较高的纤维素、淀粉、脂类和蛋白质,在细菌、真菌、放线菌的联合作用下,其能量的可利用性和释放速度就较高<sup>[15]</sup>,在减量化处理过程中其有机质降解程度明显高于E1,由初始的84.74%降解到45d时的46.53%,降解率达到45.09%。从以上数据分析可见,以混合物为调理剂(木屑和玉米秸秆屑)的E2中,有机质的总降解率要高于其他两个处理,其原因可能是木屑虽然含有较多难被微生物降解的有机物,但由于其本身多孔隙的物理性质,可以为微生物提供更好的好氧环境,加快了对玉米秸秆屑的降解速度。

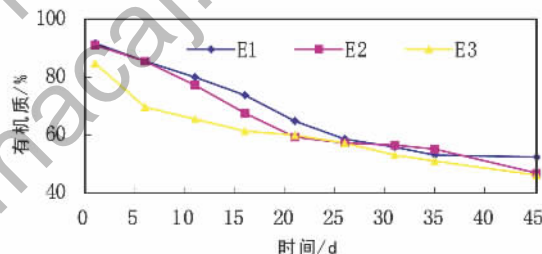


图4 反应过程中有机质的变化情况

### 2.5 C/N 比值

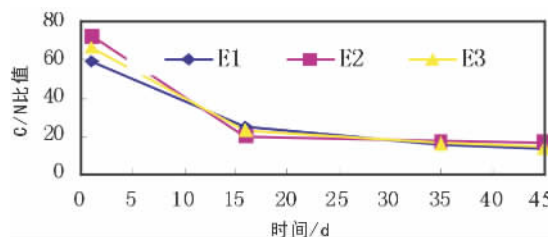


图5 反应过程中 C/N 比值变化情况

由图5可见,碳氮比随时间的变化曲线。曲线表明,碳氮比随反应进行呈下降趋势。在1~35d即添加牛粪的过程中,三个处理的C/N比值下降趋势都比较明显,以木屑为调理剂的E1,C/N比值由初始的59.46降低到15.32;以混合物为调理剂的E2,C/N比值由初始的72.86降低到17.26;以玉米秸秆屑为调理剂的E3,C/N比值由初始的66.96降低到16.01。并且C/N比值快速下降阶段都出现在1~16d,在这一阶段由于每天添加C/N比值较低的新鲜牛粪以及微生物不断的大量消耗

碳源,造成 C/N 比值迅速下降;在 16~35 d 之间,三个处理的 C/N 比值基本维持在 20 左右,C/N 比值的下降速度平缓;在停止添加牛粪的 35~45d 时,由于此时三个处理的 C/N 比值都小于 20,不能满足微生物的生长要求,其生长代谢活动减缓<sup>[15]</sup>,对碳素和氮素的利用率明显降低,因此试验结束时物料的 C/N 比值没有明显的变化。

### 2.6 减量效果

家畜粪便作为有机肥直接施用,其最大的障碍是含水量高、恶臭,不便运输<sup>[3]</sup>。本试验中三个处理都是围绕禽畜粪便的减量化及脱水、干燥与除臭的技术路线,进行减量化处理研究。试验过程中处理牛粪总重量及反应最后剩余物湿重、干重情况表 3。

表 3 试验结束时物料湿重、干重的变化

试验	Q 湿重/kg	S 湿重/kg	R 湿重损失/%	Q 干重/kg	S 干重/kg	R 干重损失/%
E1	92.5	23	75.14	19.09	14.02	26.57
E2	92.5	20	78.38	19.67	15.59	20.75
E3	92.5	18.5	80.00	20.25	16.23	19.87

物料的减少主要是由于随着反应的进行,因高温状态,水分被蒸发及干物质被微生物不断分解而减少。通过计算可看出,三个处理经过高温好氧菌的作用后,减量效果十分明显。从表 3 中可以看出,对于处理相同重量 87.5 kg 的牛粪,以木屑为调理剂的 E1 经过 45 d 处理后,剩余产物湿重为 23 kg,湿重、干重减量分别达到 75.14%、26.57%;以混合物为调理剂的 E2,剩余物质湿重为 20 kg,湿重、干重减量分别达到 78.38%、20.75%;而以玉米秸秆屑为调理剂的 E3,剩余产物湿重为 18.5 kg,湿重、干重减量分别达到 80%、19.87%。通过三个处理的湿重、干重减量效果比较,可以看出,E1、E2、E3 的湿重减量依次增加,这可能因为,在反应的过程中,E2 和 E3 的水分含量基本高于 E1,最后物料的减量因水分损失多所致;而干重的减量依次下降,可能是因为木屑与玉米秸秆屑相比,含有较多的孔隙,提供了更利于微生物生存的好氧环境,另外,玉米秸秆屑表面脂质的限制,降低了微生物对其有机质分解利用的速度。

### 3.7 减量化过程中养分含量变化

家畜粪便牛粪经过减量化处理后,养分含量对比反应初期均明显增加,见表 4。从表 5 中可以

看出,三个处理在结束时,氮、磷、钾的相对含量都明显升高。但 E2 中氮的含量在反应结束时出现下降趋势,因此在添加玉米秸秆屑作为调理剂的同时,在后期要注意采取保氮措施。另外,通过与农用控制标准比较<sup>[16]</sup>,三个处理的最终产物都达到了资源化效果。

## 3 结论

表 4 牛粪处理前后养分含量的变化情况 单位:干重%

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
牛粪	1.09	0.40	0.22
E1	2.03	1.73	1.69
E2	1.01	1.21	2.88
E3	2.13	1.41	4.25
农用控制标准	0.50	0.30	1.00

(1)选择不同的调理剂(木屑、木屑与玉米秸秆屑混合物、玉米秸秆屑)与家畜粪便(牛粪)进行减量化处理,湿重减量都在 75%以上,干重减量最少的也达到近 20%,效果都非常明显。

(2)三个处理在反应过程中,始终存在氮素损失的现象。在 1~35 d 时,由于减量化效果比氮素损失明显,所以这一阶段氮素呈上升趋势;而在 35~45 d,即停止添加牛粪时,氮素表现了下降趋势。因此,在反应的后期阶段要注意采取保氮措施。

(3)三个处理在反应初始时,温度都迅速上升,且在 1~35 d 内,温度都稳定在 50℃~60℃之间;停止添加牛粪的 35~45 d 时,出现下降趋势。从反应的温度看,堆肥都达到了灭菌的效果。

(4)试验表明,物料的性质和含水率是配比设计的关键参数,试验过程中由于采用的是序批式即每天连续添加牛粪的方式,初始含水率调节在 60%~70%之间较为为宜。

(5)反应过程中 pH 值的变化趋势,在三个处理中都出现相同的变化趋势,即在反应初始时便达到 8,随后稳定在碱性阶段,因此,处理后的物料可用于酸性土壤的改良。

(6)由于高温作用、水分蒸发以及干物质减少,反应后的剩余产物的氮、磷、钾相对含量都明显升高,资源化利用程度较高。

(7)在试验过程中,不需人为对物料进行翻堆以及其他操作,机械化程度高,无异味放出,因此此处理方法应用前景较为广阔。

(下转第 61 页)

规划影响的群体、个人,如附近或拟迁入的机关、企事业单位、村委会和个人等;关心港口建设的行业专家、政府部门、社会人士。

公众参与的方式一般采用网上公示、张贴公告、发放调查表、媒体等形式,公众参与应严格执行《环境影响评价公众参与暂行方法》中规定的两次公示等要求。

#### 2.2.4 风险评价

对于一些大型危险品集中的石油化工港口、集装箱码头等可能产生爆炸、泄漏、溢油等风险事故。如发生风险事故,将会对海域的水环境、生态环境造成巨大影响。

对于港口总体规划环评中的环境风险分析,根据国家环保总局 2004 年颁布的《建设项目环境影响评价技术导则》<sup>[7]</sup>可知:风险评价重点是确定最大可信事故的风险影响程度、范围与周边其它功能区及相邻敏感点的空间关系,在预测的基础上对规划初步方案进行优化调整,对可能产生的环境风险提出预防性的规划措施。

例如:宁波-舟山港区域范围大,大型危险品码头集中,危险品运输量大,船舶密度大,通航条件复杂,事故发生率较高,是我国沿海风险最高的海域之一。因此,对于宁波-舟山港区规划环评必须进行风险评价,制订风险应急系统建设方案,并不断完善应急响应预案,建立健全应急响应体系。

### 3 小结

本文基于《规划环境影响评价技术导则》(试行),结合港口规划环评的特点,对规划环评的技术路线和评价内容进行了总结。通过规划阶段的环境影响评价,识别和控制港口发展的环境不利因素,可以从宏观上保证区域社会经济和环境保护的协调发展。

### 参考文献

- [1] ALFREDO O R.A new method to determine the level of the environmental impact assessment studies in Mexico [J]. Environmental Impact Assessment Review, 2001, 21: 73-81.
- [2] FRIHY O E. The necessity of environmental impact assessment (EIA) in implementing coastal projects: lessons learned from the Egyptian Mediterranean Coast [J]. Ocean & Coastal Management, 2001, 44: 489-516.
- [3] 国家环境保护总局. 规划环境影响评价技术导则(试行, HJ/T 130-2003)[S]. 2003.
- [4] K Gupta, S K Gupta, Rashmi S Patil. Environmental management plan for ports and harbors projects[J]. Clean Technology Environmental Policy, 2005, 7: 133-141.
- [5] 张洪玉, 张淑云, 卜汉臣. 论水资源承载力概念及其评价方法[J]. 黑龙江水利科技, 2008, 36(1): 157-159.
- [6] 国家环境保护总局. 环评公众参与暂行办法. 2005.
- [7] 国家环境保护总局. 建设项目环境风险评价技术导则(HJ/T 169.2004)[S]. 2004.

(上接第 33 页)

### 参考文献

- [1] 朱丽坤, 刘清慧, 陈泽峰. 浅析黑龙江垦区畜禽养殖业污染防治措施[J]. 现代农业. 2008, (07): 39-40.
- [2] 杨朝飞. 加强畜禽粪便污染防治迫在眉睫[J]. 环境保护. 2001(2): 32-35.
- [3] 王亚东, 江立方. 畜禽粪便流失对市郊生态环境影响的初探[J]. 上海农业学报, 1994, 10(增刊): 67-70.
- [4] 赵青玲, 杨继涛, 李遂亮等. 畜禽粪便资源化利用技术的现状及展望[J]. 河南农业大学学报, 2003, 37(2): 184-187.
- [5] 吴淑杭, 姜震方. 俞清英. 畜禽粪便污染现状与发展趋势[J]. 上海农业科技. 2002(1): 8-10.
- [6] 刘青松. 农村环境保护 [M]. 中国环境科学出版社, 北京 2003: 134-136.
- [7] 魏源送, 王敏健, 王菊思. 堆肥技术进展[J]. 农业环境保护, 2001, 20(6): 452-453.
- [8] 戴旭明. 加拿大牧场的粪便处理技术[J]. 浙江畜牧兽医, 2000, (1): 42-43.

- [9] 张相锋, 王洪涛, 周辉宇等. 花卉秸秆和牛粪联合堆肥的中试研究[J]. 环境科学学报, 2003, 23(3): 360-364.
- [10] Miller, F.C. 1993. Composting as a process Based on the control of Ecological Selective Factors. In: Soil Microbial Ecology, application in agricultural and environment management. Edited by F. Blaine McTing, Jr.
- [11] 李国学, 张福锁. 固体废物堆肥化与有机复混肥生产[M]. 化学工业出版社, 北京. 2000.
- [12] Fogart A.M. and olli H. Tuovinen. Microbiological degradation of pesticides in yard waste composting. Microbiological review, June. 1991, 225-233.
- [13] Jeris J.S., Raymond W. Regan. Controlling environmental parameters for optimum composting. Composting Science May -June, 1993, 16-22.
- [14] 张相锋, 王洪涛, 周辉宇等. 花卉秸秆和牛粪联合堆肥的中试研究[J]. 环境科学学报, 2003, 23(3): 360-364.
- [15] 李庆康. 畜禽粪便的无害化处理及肥料化利用[J]. 农村工程实用技术. 2001(11): 24-25.
- [16] 张宝莉. 农业环境保护[M]. 化学工业出版社, 北京. 2002, 298.