

# 高温好氧发酵堆肥处理技术研究

姜 莹

(黑龙江省农业科学院 信息中心, 黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**结合好氧发酵的经验,阐述了目前好氧发酵堆肥技术的现状,同时对高温好氧堆肥工艺的工艺流程、技术原理和运行参数进行了总结和分析。经过好氧堆肥处理可使废物减量化、稳定化和无害化,并进一步进行资源利用。

**关键词:**好氧发酵;好氧堆肥;工艺流程

**中图分类号:**S158

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2010)03-0106-02

近年来,随着无机肥料成本的不断增加,科学家们越来越注意到可利用的有机肥料的价值,比如农作物废弃物,动物粪便等。研究主要集中在生物原料的质量、数量以及应用方法上。目前,对于利用、处理动物粪便已经提出许多建议。主要方法有田间施用、野外处理、氧化塘系统、堆肥处理、土地填埋、构造沼泽地、反面渗透以及厌氧处理等。而高温好氧堆肥是处理有机废物普遍使用的方法。由于高温堆肥可以最大限度地杀灭病原菌,同时对有机质的降解速度较快,目前大多采用高温好氧堆肥。好氧堆肥是有机副产品归田前的一种常用的稳定化和无害化方法。通过堆肥这个生物学过程,牲畜粪便被分解、稳定,大部分病原体被消灭,土地应用过程中的恶臭被消除。堆肥作为一种处理技术可以提高有机副产品的有效性和可接受性,使之成为贫瘠干旱土壤的肥料和土壤调节装置。高温废弃物处理系统在降解速率、病原微生物失活速率和污泥产量方面比低温的有优势,提高生物降解率可以减少处理所需的时间,也就是减少了机器设备的成本费用。

## 1 好氧发酵工艺原理

好氧发酵是好氧微生物如细菌、放线菌和真菌等通过自身的生命活动,通过氧化、还原与合成,把一部分有机质氧化成无机质,提供微生物生长所需要的能量;一部分有机质转化成微生物合成新细胞所需要的营养物质<sup>[1-2]</sup>。好氧发酵过程见图1。

## 2 好氧发酵工艺类型

好氧发酵工艺主要分为露天堆肥和封闭堆肥。露天堆肥通常操作环境不良、占地面积较大,不适合人口密集的地区。目前生产常用的方法是封闭堆肥,即容器式好氧发酵,按发酵温度,好氧发酵过程分为:中温、高温、降温。在中温阶段,嗜

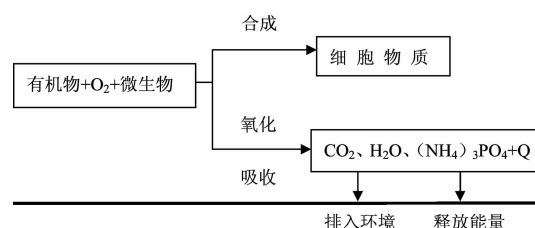


图1 好氧发酵原理图

温菌生长繁殖活跃,在高温阶段,嗜温菌活跃程度受到抑制,而嗜热菌活跃,在降温阶段,嗜温菌再度活跃,发酵过程进入稳定的腐熟阶段。高温好氧发酵-生物降解工艺的主要特点在于省地,省投资,省动力消耗,设备结构简单,操作方便,产品质量稳定,处理效果好。

## 3 好氧发酵的工艺条件

好氧发酵过程中一些工艺参数,控制和监测的参数主要有含水率、温度、通风供养、pH、发酵周期腐熟度、耗氧量和有机质、C/N,一次发酵时间(强制通风),二次发酵时间(自然通风)等参数。高温堆肥处理的影响因素主要有C/N、含水量、温度、供氧量和pH<sup>[3]</sup>。

### 3.1 温度

温度通常与微生物的活动有关。为了使菌充分活动,需要适当的温度,在有机肥发酵机内最适当的温度是60~70℃。通过维持这一温度来蒸发水分,干燥畜粪。常规牛粪堆肥的温度为50℃左右,温度超过55℃就要及时翻堆。若发酵温度低于15℃或高于70℃,微生物将进入休眠状态或大量死亡,发酵缓慢甚至停止。好氧、高温堆肥过程中温度通常高达50℃,考虑到微生物种类的多样性和分解速度,最高的堆肥适宜温度是60℃。高于55℃的堆肥温度可以有效地减少杂草种子的生殖能力和抑制病原体活性。在堆肥系统中,52~62℃使高温活性保持的最好。

### 3.2 供氧量

氧气是影响好氧堆肥的关键因素之一。为保证微生物充足的氧浓度,缩短堆肥发酵的周期,在操作时应控制垃圾堆层中气相的氧浓度在10%以上。

收稿日期:2009-11-11

作者简介:姜莹(1979-),女,黑龙江省齐齐哈尔人,硕士,研究实习员,从事农业工程咨询工作。E-mail:jiangying2003@126.com。

### 3.3 水分

堆肥中有机物分解,微生物生长繁殖,都需要水分。其含水量最大值取决于物料的空隙容积。含水量在 50%~60% 之间最有利于微生物分解。水分超过 70%,温度上升困难,分解速度也明显降低,因为水分过多,堆肥物质粒子之间充满水,阻碍通气,造成厌氧状态,不利于好氧微生物生长,并产生硫化氢等恶臭气体。水分含量低于 40%,不能满足微生物生长需要,有机物难以分解。堆肥正常进行的含水量下限为 40%~50%。当含水量降到 20% 以下时,生物活性基本停止。微生物最适宜的水分含量是 40%~60%,物料含水过高或过低都会对好氧微生物的分解代谢活动产生负面影响。

### 3.4 酸碱度

通常未处理畜粪是酸性(pH 6.0 左右),而菌的活动最适合 pH 8.0~9.0。好氧性发酵开始后则产生大量的  $\text{NH}_3$ ,使 pH 变成碱性(pH 8.0~9.0),从而具备了好氧性菌容易活动的环境。在堆肥初期,由于酸性细菌的作用,pH 降到 5.5~6.0,堆肥物料呈酸性;随后由于以酸性物料为养料的细菌生长和繁殖,使 pH 上升,堆肥过程结束后物料的 pH 可上升到 8.5~9.0,最后 pH 基本稳定在 8.0~10.0。

### 3.5 碳氮比

微生物的生长速度与堆肥物料的碳氮比有关。微生物自身的 C/N 为 4~30,做培养基的有机物 C/N 处于该范围内效果最好。C/N 为 10~25 时,有机物的降解速度最大。发酵后物料的 C/N 将会减少,一般下降 6%~14%,最高则可下降 27% 以上。有机物质中的碳氮比率一般高于 20:1,碳氮的比率在发酵过程中快速降低。当碳氮比率低于 20:1 时,说明发酵已处于稳定阶段。一般好氧发酵前碳氮比率在 25:1~35:1,当碳氮比率为 33:1 时可达到最快发酵速度<sup>[4]</sup>。

### 3.6 碳磷比

除碳、氮外,磷对微生物的生长影响也很大。常利用在垃圾中添加污泥进行混合堆肥,通过污泥中丰富的磷来调整堆肥原料的 C/P。堆肥原料适宜的 C/P 为 75~150。

### 3.7 钾与磷

发酵有机物质适量的磷与钾必不可少,磷是形

成微生物细胞质的主要成分,而钾能调整细胞内的渗透关系。以氮作为相对的度量标准,磷含量应占 20% 左右,钾含量应占 8% 左右,有机物质的磷、钾含量一般都能达到此标准,不需要对其做调整。

### 3.8 有毒、害物质

某些有机物中也许会存在一部分对发酵中好氧菌有毒、害的物质,许多重金属元素,例如:锰、铜、锌、镍、铬和铅,以及有毒物、浓酸等,若它们的含量过高就会对好氧菌造成危害。导致好氧菌的大量死亡使发酵速度变慢,应避免有毒物质进入发酵场地。

### 3.9 有机质

高温好氧堆肥中适合的有机质含量在 20%~80%,过高和过低均不利于堆肥的正常进行。

### 3.10 腐熟标志

能较好的反应畜禽废弃物堆肥腐熟的指标有氨态氮( $\text{NH}_4^+-\text{N}$ )含量、水溶碳(WSC),均是堆肥过程中各种微生物优先利用的碳源,其含量可以反映堆肥的腐熟程度<sup>[5]</sup>。

## 4 好氧发酵的优缺点

### 4.1 优点

产品生物活性高,维生素丰富,酶活产量高。能大幅度地转化非蛋白氮为真蛋白。蛋白含量因物质损耗而得以浓缩和提高。发酵时间短(1~3 d)。培养物易于干燥。

### 4.2 缺点

投资相对较大。杂菌难以控制,易产氨味,卫生条件要求严格。物质损耗大(好氧呼吸),损耗达 8%~20%。劳动强度大,管理复杂。占地面积大。有可能发酵失败,技术风险大。原料一般要求蒸料灭菌处理(发酵处理棉菜粕除外)<sup>[6]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 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.
- [2] 韩素芹. 动物粪便饲料加工技术[J]. 畜牧与兽医,2005,37(4):61-62.
- [3] 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.
- [4] 赵京音,姚政. 畜禽粪简易堆(沤)制过程中生物及理化性状的变化[J]. 上海农业学报,1995,11(1):45-52.
- [5] 杨毓峰,薛澄泽. 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.
- [6] 郭云霞,黄仁录,郝庆红. 畜禽粪便的无害化资源化处理技术[J]. 养殖与饲料,2006(12):49-52.

## Research on Technology of Thermophilic Aerobic Fermentation Composting

JIANG Ying

(Information Center of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

**Abstract:** Connecting with the experiences of the aerobic fermentation, describes current situations of the application of thermophilic aerobic fermentation techniques in China, and sums up and analyzes the technical processes and the operational parameters of the aerobic fermentation process and aerobic composting process. Through the aerobic composting treatment, the further reduction, stabilization and innocuity of the waste can be obtained.

**Key words:** aerobic fermentation; aerobic composting; technical processes