

发酵草屑在低有机质污泥堆肥中的作用

姚天举¹, 李纪周¹, 赵芳², 黄叶² (1. 黄淮学院, 河南驻马店 463000; 2. 镇江水业总公司, 江苏镇江 212000)

摘要 [目的]为明确发酵草屑在低有机质污泥堆肥中的作用。[方法]分别以刨花、葡萄糖、发酵草屑为调理剂进行低有机质污泥堆肥对比试验, 研究发酵草屑在低有机质污泥堆肥中的作用。[结果]发酵草屑和低有机质污泥按照 1:5 比例混合在强制通风条件下进行好氧堆肥, 堆料初期温度上升慢, 达到中温后温度急剧上升到高于 55 ℃, 并维持 3 d 以上。加发酵草屑后, 污泥中有机质的分解率从最低的 8.1% 提高到 36%, 检测表明达到无害化标准。热量平衡计算表明发酵草屑在堆肥中的作用是有效调理堆料的 C/N 比, 并为微生物提供初期碳源, 既是起爆剂和调理剂, 又是高温菌的营养物提供者。[结论]低有机质污泥加发酵青草堆肥是一种简单、经济、可行的技术。

关键词 低有机质污泥; 发酵草屑; 好氧堆肥; 热量平衡计算

中图分类号 S147.5 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)32-10388-02

Effect of Fermented Grass Litters in the Compost of Low Organic Sludge

YAO Tian-ju et al (Huanghuai University, Zhumadian, Henan 463000)

Abstract [Objective] The study aimed to confirm the effect of fermented grass litters in the compost of low organic sludge. [Method] With shavings, glucose and fermented grass litters as conditioners respectively, the comparison experiment was conducted to study the effect of fermented grass litters in the compost of low organic sludge. [Result] The aerobic compost was conducted on the mixture of fermented grass litters and low organic sludge with the ratio of 1:5 under forced aeration condition. The temperature in compost material increased slowly in early stage, increased sharply over 55 ℃ after it reached moderate temperature and maintained for over 3 d. The decomposition rate of organic matter in sludge increased from the lowest 8.1% to 36% after adding fermented grass litters, the detection result showed it reached the harmless level. The heat balance calculation showed that the function of fermented grass litters in the compost was to adjust C/N ratio of compost material effectively, and provide initial carbon sources for microbe. It was not only the initial detonating agent and conditioner but also the nutriment supplier of thermophilic bacteria. [Conclusion] The compost of adding fermented grass into low organic sludge was a simple, economic and feasible technique.

Key words Low organic sludge; Fermented grass litters; Aerobic compost; Heat balance calculation

城市污泥常含病原菌、寄生虫卵、重金属及某些难降解有机毒物, 堆放与排放未经处理的污泥必对环境造成二次污染, 常规的污泥堆肥处理可杀灭绝大多数细菌和病毒。苏南地区污水处理厂污泥的有机质含量为 35%~70%^[1], 而镇江污水厂污泥有机质含量为 25% 左右, 甚至低到 18.8%, 堆肥时单位发热量明显低于苏南的污泥。有学者指出高温堆肥有机质含量最合适范围为 20%~80%^[2]。笔者经试验证明, 仅靠低有机质污泥自身堆肥往往不能成功, 难以维持 3 d 以上的高温, 因此对污水处理厂的低有机质污泥的处理显得十分重要。

1 材料与方法

1.1 堆肥材料和试验仪器 低有机质污泥堆肥需要添加易被微生物利用的碳源。将镇江污水厂绿化草坪修剪下来的草屑装满塑料袋, 将青草逐层压实, 排除空气, 扎紧袋口, 堆放使之发生厌氧发酵。20 d 后打开, 能闻到酸奶味或醇香味, 草屑变成固态的发酵青草和液态的发酵液。草屑经发酵处理, 不仅能产生溶解在发酵液里的有机酸, 同时还能使粗纤维软化^[3]。

污泥取自该污水厂含水率为 64.5% 的脱水污泥, 有机质含量为 25% 或者 28.2 g/g_(干污泥); 自制 70% 含水率的发酵青草, 有机质含量为 12.63 g/g_(干草)。试验中使用的仪器有分析天平、电热恒温干燥箱、马弗炉、水质多功能测定仪 (HACH)。

1.2 试验装置 低有机质堆肥试验装置见图 1。反应器为 220 L 的覆盖保温棉的废弃油桶, 上部有保温的盖, 盖上有

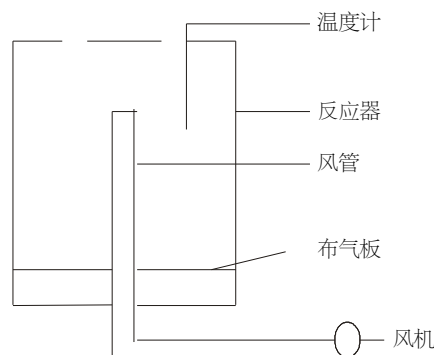


图 1 堆肥装置示意

排泄废气的小孔, 桶底有通气孔, 通过直径 50 mm 的 UPVC 管道与鼓风机相连, 布气板和通气管都以 40 mm 的间距均匀分布, 直径为 10 mm 的气孔。

1.3 比对试验 处理 1: 以刨花为调理剂, 将 130 kg 脱水污泥和 30 kg 晒干的刨花混合, C/N 比调整为 20:1, 含水率调整为 52%。按堆肥工况装桶堆肥。

处理 2: 以葡萄糖为调理剂, 将 130 kg 脱水污泥和 25 kg 晒干的刨花混合 (刨花作为调整孔隙的蓬松剂), 分 4 部分加入, 每加入一部分后, 撒入 1.5 kg 葡萄糖。C/N 比调整为 20:1, 含水率调整为 52%。按堆肥工况装桶堆肥。

处理 3: 以发酵草屑为调理剂, 将 130 kg 脱水污泥和 25 kg 发酵草屑、20 kg 晒干的刨花混合, 含水率调整为 58%, 按堆肥工况装桶堆肥。各次堆肥前后数据见表 1。

表 1 堆肥前后物料参数变化

处	污泥质	污泥有	堆前含	堆后质	堆后含	堆后有机	分解
理	量//kg	机质//%	水率//%	量//kg	率//%	质含量//%	率//%
1	130	25	52	149	49	21.9	8.1
2	130	25	52	125	46	19.6	25.0
3	130	25	56	132	47	17.4	36.0

基金项目 镇江市科学技术社会发展指令性项目 (SH2004006)。

作者简介 姚天举 (1973-), 男, 重庆人, 讲师, 从事污水处理研究。

收稿日期 2007-05-15

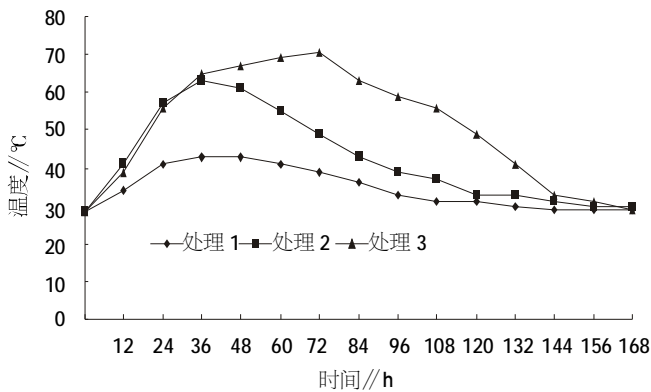


图 2 脱水污泥与不同调理剂堆肥温度曲线

2 结果与分析

2.1 不同调理剂对堆肥温度变化的影响 图 2 表明,处理 1 温度不能升到 55 °C 以上,即使在 45~55 °C 的中温段也不能维持 2 d 以上,不能达到无害化、稳定化的目的。对比可以看出处理 2 和处理 3 污泥外加有机质后堆肥温度上升迅速,而且都能达到 55 °C 的高温段。但是外加葡萄糖虽然有助于升温,却不能持久,最多能维持 2 d 高温,且降温迅速。处理 3 比处理 2 初期温度上升慢,达到中温后温度急剧上升到高温段并能保持 3 d 以上高温。

2.2 处理 3 取样分析 通过比较可知,处理 3 的污泥外加发酵草屑后,污泥中有机质分解率提高。从最低的 8.1 % 提高到 36 %。对于同一批次的污泥而言,只能说明高温阶段越长,污泥有机质越能被微生物分解利用,有机质的分解率也越高。显然有机质分解率越高,污泥中有机质就越少,因而污泥越稳定,污泥也越接近腐熟。经镇江市疾控中心检测处理 3 样品,完全达到无害化标准。

2.3 热量平衡计算分析 污泥中有机质逐步被微生物通过不同路径分解利用,德国学者 Loll 测得污泥稳定的热产量为每分解 1 g COD 产热 14.7 kJ^[4],则可通过 COD 这个易于测定的指标来换算草屑中有机物的热能这一较难测定的指标,也就可以得出堆肥过程中的反应放热量。草屑反应放热量=14.7 kJ×消耗的 COD;其余的采用李艳霞的公式^[5];多余的热量就是散热量。根据这些数据、公式和表 1 和表 2 的内容对 3 个处理堆肥过程进行近似热量平衡计算,结果见表 2。

表 2 堆肥热量平衡计算 kJ

处理	反应放热	堆料升温	实际散热	理论散热	蒸发热
1	0.77×10 ⁷ (0)	0.39×10 ⁷	0.23×10 ⁷	0.28×10 ⁷	0.15×10 ⁷
2	1.23×10 ⁷ (0.01×10 ⁷)	0.64×10 ⁷	0.36×10 ⁷	0.33×10 ⁷	0.23×10 ⁷
3	1.45×10 ⁷ (0.01×10 ⁷)	0.79×10 ⁷	0.39×10 ⁷	0.37×10 ⁷	0.27×10 ⁷

表 2 表明,外加有机质释放的热量占堆肥总放热的比例很小,应该不是影响堆肥成败的主要因素之一。但是处理 1 没有外加有机质就不能成功堆肥,堆后刨花的颜色、重量都没有改变,说明刨花不是低有机质污泥堆肥的有效调理剂,需要改用其他含有易被微生物利用的有机质的调理剂。

3 讨论

低有机质污泥中易溶的和难分解的有机质都较少,易

溶有机质在中温阶段就消耗殆尽,高温菌取代中温菌后就缺乏食物而处于饥饿状态,因而未形成优势菌群,不能升到高温阶段,这是处理 1 不能成功的原因。

处理 2 加入的葡萄糖是小分子易溶有机质,极易被微生物利用,微生物生长繁殖迅速,所以温度快速升高,初期温度曲线斜率大。但葡萄糖在达到高温前就很快消耗完毕,达到 55 °C 高温后,由于缺乏足够的碳源,高温菌难以分解利用污泥中的难分解有机质来合成细胞并增殖,微生物菌群生理活动释放的热量不足以保持 3 d 以上高温段,所以温度快速下降。加大葡萄糖用量能使高温段延长,但增加了堆肥的成本,堆肥产品不具经济竞争力。处理 3 所加发酵青草中的发酵液含有的游离氨基酸和有机酸等也极易被微生物利用,而且发酵青草内已有大量微生物,使污泥中微生物急剧起爆,所以升温更为迅速,等同于葡萄糖的功用。达到高温后,高温菌继续利用发酵青草和污泥中其余易分解有机质和难分解有机质来增殖细胞,从而能保持活性,使高温段维持 3 d 以上。高温维持时间越长,难分解有机质越能得到充分利用,提高了污泥中有机质的分解率,能达到常规污泥堆肥不能企及的 36 % 的有机质分解率。所以发酵青草在堆肥中既是起爆剂和调理剂,又是高温菌所需营养物的提供者。

通过温度曲线和热量平衡计算可知,调理剂放热在堆肥总释放热量中所占比例甚少,不是推动温度变化的主要因素。调理剂的真正作用是提供微生物维持生理活动所需的碳源,弥补污泥中不足的碳源,使微生物能够顺利增殖。微生物生理活动释热使堆料温度上升。堆肥工艺就是创造微生物理想的生存条件,低有机质污泥堆肥中调理剂的作用就是提供易被微生物利用的碳源。

4 结论

(1) 青草厌氧发酵后,得到富含有机酸和游离氨基酸的发酵液,同时纤维素得到软化,容易在短时间内被微生物分解利用,可作为污泥堆肥的调理剂。

(2) 当污泥有机质含量低于某一反应器容积时的有机质含量下限时即为低有机质含量污泥,依靠此污泥自身不能成功堆肥。将发酵草屑和低有机质污泥按一定比例混合则能成功堆肥。发酵草屑既是起爆剂和调理剂,同时又是调理堆料孔隙性的蓬松剂。低有机质污泥外加发酵青草堆肥是一种简单、经济、可行的技术。

参考文献

- [1] 周立祥,张英,占新华,等.苏南地区城市污泥的基本性质及农业利用效果问题与对策[J].世界科技研究与发展,2000(S1):95-100.
- [2] 唐建国,马远东,李波,等.污水处理厂污泥处理处置技术介绍[J].环境保护,2000(2):18-20.
- [3] 蔡兴旺,吴鹏,郎倩,等.生物发酵饲料及其发酵剂的研究[J].饲料工业,2003,24(12):37-39.
- [4] 龙腾锐.污水生物处理单元能量平衡与分析方法研究与应用[J].环境科学学报,2002,22(5):683-688.
- [5] 李艳霞,王敏健,王菊思.环境温度对污泥堆肥的影响[J].环境科学学报,1999,20(6):64-65.