

Effects of Biomass Power Plant Ash on the Composting Characteristics

Bingyun Ma, Hang Li

National Engineering Laboratory for Biomass Power Generation Equipment, North China Electric Power University, Beijing
Email: mby@ncepu.edu.cn

Received: Oct. 18th, 2018; accepted: Nov. 2nd, 2018; published: Nov. 9th, 2018

Abstract

Effects of biomass power plant ash on the horse dung and mushroom residue composting were studied. The results indicated that composting characteristics were changed remarkably. With an increase of biomass power plant ash content from 4% to 12%, the contents of the moisture, total carbon, volatile solid all decreased significantly during the 60 composting processes and the pH value and EC value enhanced, however, the effects on the total nitrogen content and C/N ratio were little. This can be due to air permeability and fraction void of the composting improved, which was contributed to heat and mass transfer. However, due to the higher contents of alkali metals and alkali earth metal enhanced the pH value of the composting and hindered aerobic microorganism metabolism. So the rotten degree of the composting decreased. In brief, biomass power plant ash should have an optimum additive amount in the composting, for example no more than 8%.

Keywords

Biomass Power Plant Ash, Horse Dung, Aerobic Composting

生物质电厂灰渣对堆肥特性影响的研究

麻冰云, 李航

华北电力大学, 生物质发电成套设备国家工程实验室, 北京
Email: mby@ncepu.edu.cn

收稿日期: 2018年10月18日; 录用日期: 2018年11月2日; 发布日期: 2018年11月9日

摘要

本文主要研究了生物质电厂灰渣对马粪和蘑菇渣堆肥特性的影响。结果表明, 添加生物质电厂灰渣能明

显改变堆肥特性。随着生物质电厂灰渣添加量的增加, 从4%到12%, 在60天的堆肥周期内, 堆体的含水率、总碳和挥发性固体含量均呈明显下降趋势, pH值和电导率明显提高, 但是对总氮和碳氮比的影响较小。这可能主要是添加生物质电厂灰渣改善了堆体的透气性和疏松度, 利于堆肥过程的热质传递, 但是由于含有较多的碱金属及碱土金属元素, 导致pH值升高, 抑制堆肥过程微生物的代谢, 降低了物料的腐熟度, 因此在堆肥过程不宜添加过多的生物质电厂灰渣。

关键词

生物质电厂灰渣, 马粪, 好氧堆肥

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

生物质的热能利用是应对能源危机、促进新农村发展、实现可持续发展的重要措施。目前我国已核准的生物质直燃发电项目超过 300 个, 装机容量为 1488 万 kW 以上[1], 根据《可再生能源中长期发展规划》, 到 2020 年将达 2400 万 kW。生物质灰渣是生物质电厂的主要副产物之一, 据统计, 仅国能生物整个秸秆发电产业日产灰渣约 800 吨。由于灰渣密度小、质量轻, 极易容易产生二次污染。

我国是个传统的农业大国, 而有机肥(也叫土家肥)的使用在我国农业生产中具有悠久的历史。在传统的土家肥生产中, 草木灰是主要添加料之一。而生物质电厂灰渣就是草木灰, 一般含有未燃尽炭 10%~15%、二氧化硅 35%、钾元素 5%、磷元素 1% [2] [3], 完全可以用来生产有机肥。国内外学者对秸秆、畜禽粪便等为主要原料的堆肥过程进行了深入研究[4] [5] [6] [7], 掌握了有机肥生产的关键技术。本文在总结前人研究的基础上, 尝试研究生物质电厂灰渣与马粪和蘑菇渣共混进行好氧堆肥, 为充分利用我国生物质电厂的灰渣资源提供途径。

2. 实验部分

2.1. 实验材料

马粪来自北京市邓庄马场, 为当日新鲜粪便。生物质电厂灰渣来自国能黑龙江公主岭生物质电厂。蘑菇渣来自北京市昌平区四家庄村秸秆气化站。

2.2. 实验装置

本实验所用实验装置为直径 0.3 米、高 0.6 米的圆柱形容器。容器外层为聚氨酯保温材料, 底部为带有小孔的金属板, 便于通空气。温度传感器置于反应器的中心, 用于检测堆肥温度。

2.3. 实验内容

主要研究生物质电厂灰渣添加量对马粪—蘑菇渣堆肥的影响。通过预实验结果及参考前人的研究基础[4] [5] [6] [7], 堆肥过程的主要工艺参数为: 通风量, 0.2 L/min, 初始含水率, 55%; 堆肥时间, 60 天; 每 10 天翻堆一次, 同时对样品进行理化特性分析。马粪与蘑菇渣的比例为 3:1, 生物质电厂灰渣的添加量分别为 4%、8%和 12%。实验指标及测量方法见表 1。

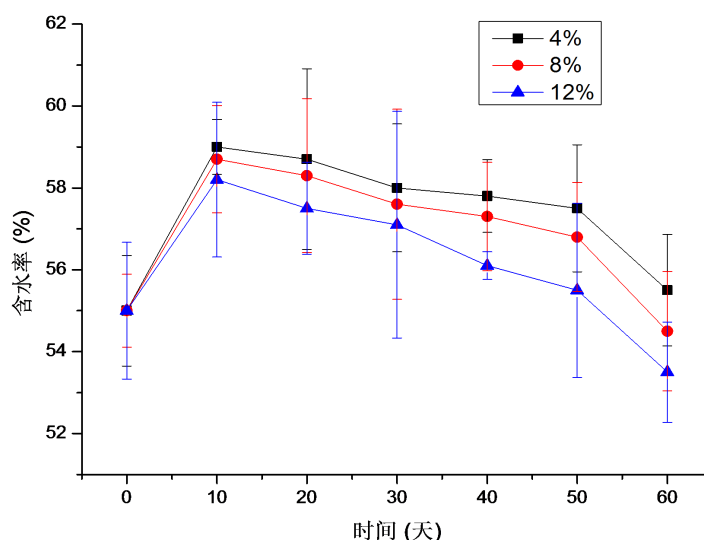
Table 1. Analysis methods of composting samples**表 1.** 堆肥样品理化指标及分析方法

分析项目	参考标准	测试方法
含水率 (Moist)	TMECC 03.09A	热风干燥法(65℃, 24 h)
总氮 (TN)	TMECC 04.02A	燃烧法, 元素分析仪测定
总碳 (TC)	TMECC 04.01A	燃烧法, 元素分析仪测定
挥发性固体 (VS)	TMECC 03.02A	马弗炉燃烧法(540℃, 6 h)
电导率 (EC)	TMECC 04.10A	电导率测定仪测定
酸碱度 (pH)	TMECC 04.11A	pH 计测定
碳氮比 (C:N)	TMECC 05.02A	计算

3. 结果与分析

3.1. 含水率

由图 1 可以看出, 随着堆肥时间的增加, 堆体中的含水率先增加后降低。在最初的堆肥阶段增加尤为明显。这主要是由于在反应初期, 在微生物的作用下, 马粪和蘑菇渣等发生了氧化分解产生了水, 导致含水率增加; 而随着堆肥的进行, 有机质被快速分解, 形成很多小分子物质, 在此过程中堆体温度升高, 导致水分蒸发加速并随着通风过程被排出, 导致含水率快速降低[8]。

**Figure 1.** Moisture content of samples**图 1.** 堆肥过程含水率的变化

由图 1 也可以看出, 生物质电厂灰渣的添加量对堆肥过程的含水率有明显的影响。当添加量为 4% 时, 在 60 天的堆肥时间内, 堆体的含水率由 55% 增加到 59%, 堆肥结束时降低为 55.5%。当添加量为 8% 时, 堆体的含水率由 55% 先增加到 58.7%, 然后降低到 54.5%。当添加量为 12% 时, 堆体的含水率由 55% 先增加到 58.2%, 然后降低到 53.4%。也就是说随着生物质灰渣添加量的增加, 堆体的最大和最小含水率均逐渐降低。这可能主要是由于: 1) 生物质灰渣的添加抑制了有机质的降解, 导致堆肥初期生成的水分减少; 2) 生物质灰渣的添加使物料变得更加疏松, 透气性增加, 有利于水分蒸发速率, 进而使更多的水分在通风过程被带走。由于水分是微生物新陈代谢的基础, 较低的含水率不利于微生物的生长[7], 因此在堆肥过程中不宜添加过量的生物质电厂灰渣。

3.2. 总碳、总氮和 C/N 比

图 2~4 分别展示了不同生物质电厂灰渣添加量的物料在 60 天堆肥周期内总碳、总氮以及 C/N 的变化情况。可以看出, 随着堆肥时间的增加, 物料的总碳和总氮含量均显著降低, 而 C/N 逐渐升高。这主要是由于在堆肥过程中在微生物的作用下, 物料中的有机质被消耗造成的。由于物料中总氮含量较低, 而氮又是微生物代谢必须的元素, 因此导致总氮含量降低速率大于总碳含量的, 故此 C/N 逐渐升高。

从图 2~4 也可以看出, 生物质电厂灰渣添加量对物料总碳含量的影响较显著, 对总氮和 C/N 的影响相对较少。这主要是由于生物质电厂灰渣中含有大量的金属氧化物等物质, 碳含量相对较低, 因此随着其添加量的增加, 降低了物料总碳含量, 由 38.45%降低到 38.19%。同时较高的生物质灰渣含量可能抑制堆肥过程微生物的代谢活动, 使在一定堆肥时期内物料的分解成都降低, 故此在堆肥结束的时候(60 天)物料总碳含量随着生物质电厂灰渣添加量的增加而升高, 由 35.54%升高到 36.21%。由于氮的含量比较小, 生物质电厂灰渣添加量对总氮的影响不很明显。

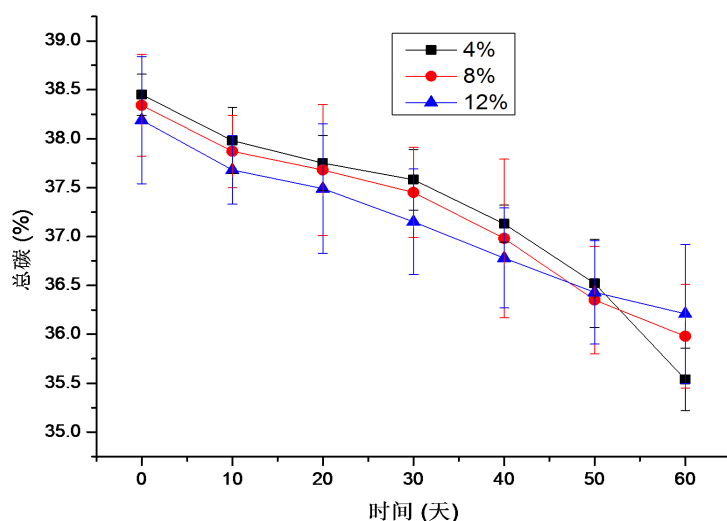


Figure 2. Total carbon content of samples

图 2. 堆肥过程总碳变化情况

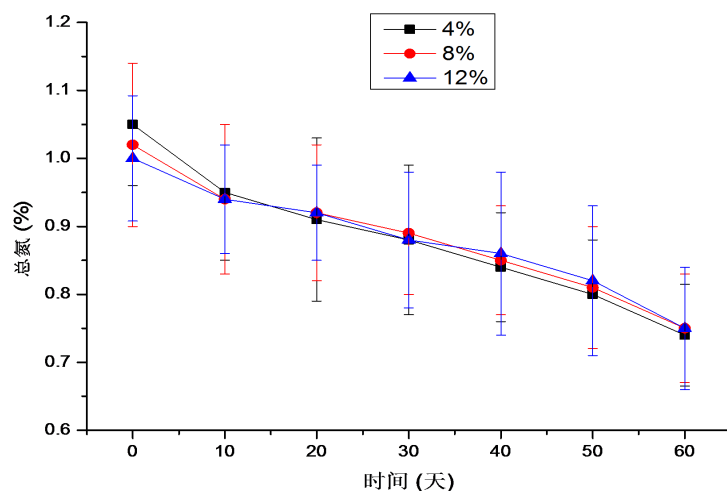


Figure 3. Total carbon content of samples

图 3. 堆肥过程总氮变化情况

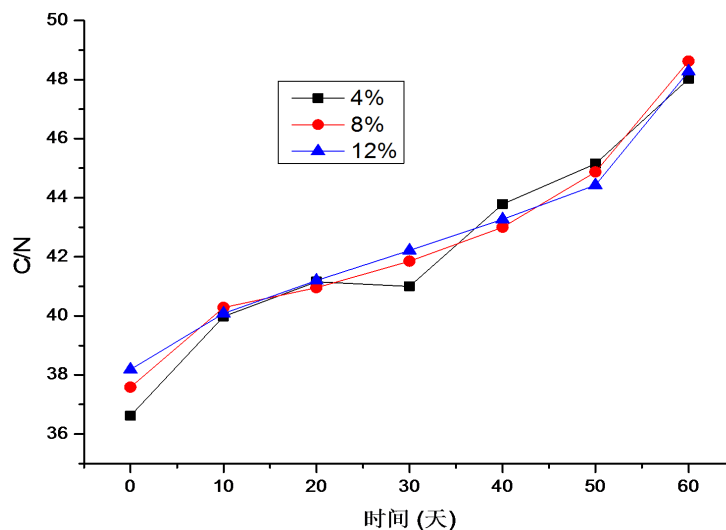


Figure 4. C/N ratio of samples
图 4. 堆肥过程碳氮比变化情况

3.3. 挥发性固体

挥发性固体含量用以表征物料中有机质的降解情况, 是判断堆肥腐熟程度的重要指标。由图 2~5 可以看出, 不管生物质电厂灰渣的添加量为多少, 物料挥发性固体含量均逐渐减小, 并最终趋于各自的稳定。但是灰渣的添加量影响了物料的腐熟程度。当添加量为 4% 时, 挥发性固体含量由 54.28% 降至 45.46%, 降低了 8.82%; 当添加量为 8% 时, 挥发性固体含量由 48.56% 降至 42.37%, 降低了 6.19%; 当添加量为 12% 时, 挥发性固体含量由 40.13% 降至 35.66%, 降低了 4.47%。这进一步说明增加生物质电厂灰渣的添加量会抑制堆肥过程微生物的新陈代谢, 不利于有机质的降解。

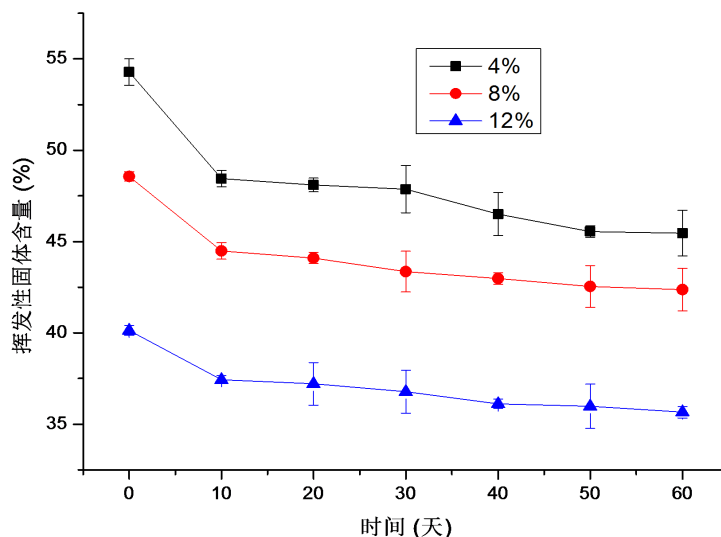


Figure 5. Volatile solid content of samples
图 5. 堆肥过程挥发性固体变化情况

3.4. 酸碱度

由图 6 可以看出, 物料在堆肥过程 pH 值是先升高后降低。这主要是由于, 微生物在代谢有机质的

过程中, 不但会产生碱性气体—氨气, 还会产生有机酸。氨气溶于堆体中的水中, 导致堆体的 pH 值升高, 而有机酸的生成又会中和部分的氨, 导致 pH 值降低。由图 3 也可以看出, 在堆肥初期, 物料中的氮被快速消耗, 因此必将产生较多的氨气, 这可能是堆肥 10 天的物料 pH 值增加的主要原因, 而随着越来越多的有机质被分解, 更多的有机酸被生成, 从而使物料的 pH 值逐渐降低。

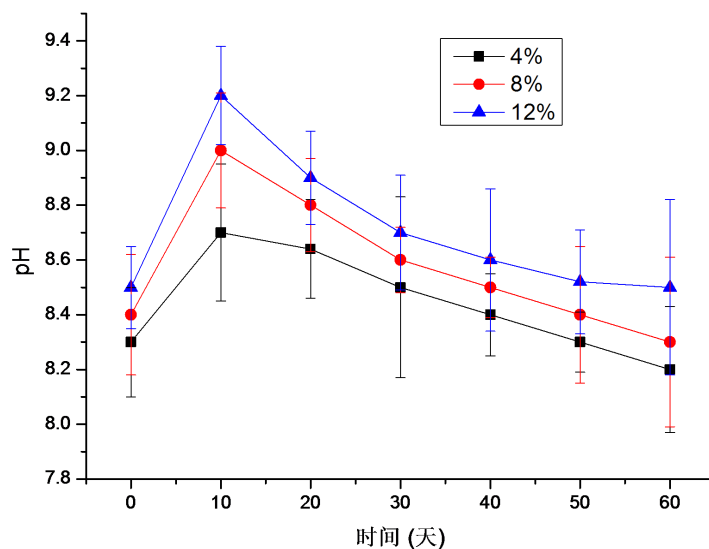


Figure 6. pH values of samples

图 6. 堆肥过程 pH 变化情况

随着生物质电厂灰渣添加量的增加, 物料的 pH 值逐渐升高, 在 0 天时, 由 8.3 增加到 8.5。这可能主要是由于灰渣中含有的碱金属和碱土金属氧化物或其盐溶于水造成的, 而添加量越多其 pH 值必然越高。

3.5. 电导率

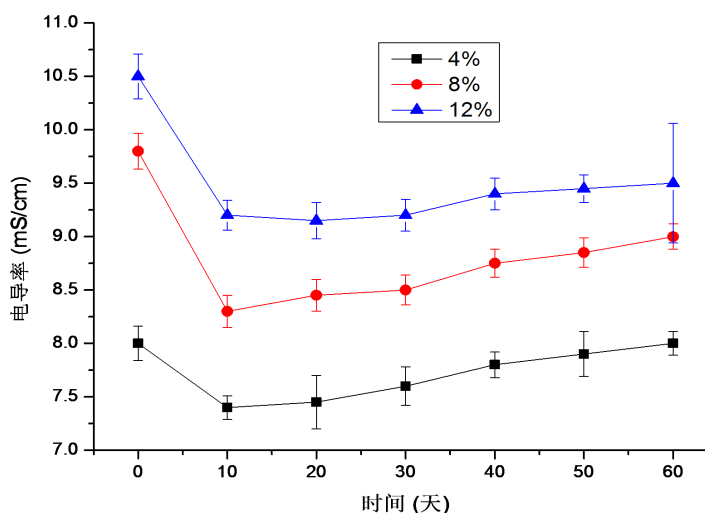


Figure 7. EC values of samples

图 7. 堆肥过程电导率变化情况

由图 7 可以看出, 随着堆肥时间的增加, 物料的电导率均表现出先降低然后增加的趋势。物料的电导率主要与物料中离子种类和离子的浓度有关。在堆肥初始阶段, 堆体中的含水率显著增加(图 1)。离子

浓度降低, 物料导电率降低。而随着堆肥时间的增加, 堆体中的含水率逐渐降低, 同时有机质被分解的过程中不但会产生有机酸等, 还会释放出含有的碱金属和碱土金属等物质, 进而增加物料中离子的种类和浓度, 因此导电率升高。

生物质电厂灰渣的添加量对物料的电导率有显著影响, 随着添加量的增加, 物料的电导率值逐渐增加, 堆肥初期(0天)物料电导率由 8 mS/cm 增加到 10 mS/cm 和堆肥结束(60天)时由 8 mS/cm 增加到 9.5mS/cm。由于生物质电厂灰渣中含有较高的碱金属和碱土金属的氧化物或盐, 而这些物质易溶于水, 导致物料电导率增加。

4. 结论

生物质电厂灰渣的添加改变了马粪和蘑菇渣的堆肥特性。随着生物质电厂灰渣添加量的增加, 降低了堆料的含水率、总碳和挥发性固体含量, 但会提高其 pH 值和电导率。这些结果暗示了高的生物质电厂灰渣添加量可能抑制堆肥过程微生物的代谢, 降低了物料的腐熟度, 因此在堆肥过程不宜添加过多的生物质电厂灰渣。

致 谢

本研究受国家电网公司科技项目(GNKJ201701)资助, 在此表示感谢。

参考文献

- [1] 黄小琴. 我国林业生物质发电的现状、存在问题及发展对策[J]. 价值工程, 2018, 37(16), 176-177.
- [2] 肖瑞瑞, 陈雪莉, 王辅臣, 等. 不同生物质灰的理化特性[J]. 太阳能学报, 2011, 32(3): 364-369.
- [3] 史丽杰. 浅谈生物质发电厂灰渣的综合利用[J]. 黑龙江科技信息, 2009(34): 92-92.
- [4] 赵秀玲, 朱新萍, 罗艳丽, 等. 添加不同秸秆对牛粪好氧堆肥的影响[J]. 中国农业科技导报, 2014, 16(3): 119-125.
- [5] 张蔓, 魏明宝, 马闯, 等. 不同调理剂对污泥好氧堆肥的影响[J]. 河南农业科学, 2014, 43(1): 48-53.
- [6] Cooperband, L.R., Stone, A.G., Fryda, M.R. and Ravet, J.L. (2003) Relating Compost Measures of Stability and Maturity to Plant Growth. *Compost Science & Utilization*, 11, 113-124. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2003.10702118>
- [7] 李秀金, 董仁杰. 粪草堆肥特性的试验研究[J]. 中国农业大学学报, 2002, 7(2): 31-35.
- [8] Miller, F.C. and Finstein, M.S. (1985) Materials Balance in the Composting of Wastewater Sludge as Aerated by Process Control. *Journal Water Pollution Control Federation*, 57, 122-127.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjas@hanspub.org