

文章编号: 2095 - 7300(2015)01 - 024 - 04

城市污泥重金属钝化试验研究

唐 瑶^{1,2}, 李碧清^{2*}, 冯 新², 唐 霞², 肖先念², 朱 蕾²

(1. 广州大学 数学与信息科学学院, 广东 广州 510006; 2. 广州市市政污水处理总厂, 广东 广州 510655)

摘 要: 研究了城市污水厂污泥好氧堆肥过程中的重金属钝化规律. 由蘑菇渣、磷矿粉、鸡粪、高温菌种与城市污泥组成的试验堆体在微生物作用下快速干化. 经过 30 天的好氧堆肥, 试验堆体稳定态铬的比例达到了 67 ~ 80%, 稳定态铜的比例达到了 31 ~ 41%, 稳定态镍的比例达到了 49 ~ 57%, 稳定态锌的比例达到了 46 ~ 55%, 稳定态锰的比例达到了 56 ~ 64%, 污泥重金属的生物活性和毒性减少. 生成的复合有机肥施用于园林绿化. 图 5, 表 2, 参 5.

关键词: 城市污泥; 好氧堆肥; 重金属; 钝化

中图分类号: X703 **文献标识码:** A

城市污水厂污泥中的重金属是使城市污泥难以大规模变成有机肥的主要因素. 城市污水厂污泥来自大自然, 应科学合理地处理处置污泥, 使城市污泥成为有机肥与缓效肥回到大自然. 大量化肥施用于农业与林业既影响了土壤结构与土壤肥力, 又增加了水环境的面源污染. 好氧堆肥试验探讨了广州市污水处理厂离心脱水污泥的重金属钝化相关技术.

1 试验材料与方法

试验地点位于广州从化市鳌头镇西湖村, 试验于 2012 年 10 月开始. 试验污泥来自广州市石井污水处理厂离心脱水污泥, 试验堆体采用梯形断面条状, 每个条堆长 45 m, 宽 3 m, 堆体高 1.2 m ~ 1.5 m. 试验堆体共 6 个, 每个堆体间隔 2 m. 试验堆体底部设有塑料管通风系统, 试验堆体最大通风量为 0.55 m³/(m³ · min). 实测试验污泥中重金属铬、铜、镍、锌及锰含量为 844.3 mg/kg, 2 464.9 mg/kg, 93.6 mg/kg, 1 814.7 mg/kg, 488.9 mg/kg; 试验污泥中重金属铬、铜、镍、锌及锰残渣态含量 385.6 mg/kg, 302.5 mg/kg, 28.9 mg/kg, 242.3 mg/kg,

230.3 mg/kg.

表 1 6 个试验方案
Tab. 1 Six experimental schemes

序号	脱水污泥 /m ³	蘑菇渣 /m ³	磷矿粉 /kg	鸡粪 /kg	高温菌 /kg
堆体 1#	5	10	—	—	—
堆体 2#	5	10	150	1 200	—
堆体 3#	5	10	150	—	90
堆体 4#	5	10	—	1 200	90
堆体 5#	5	10	150	1 200	90
堆体 6#	5	10	150	1 600	90

五种物料进入堆肥条堆开始生物发酵干化, 重金属含量和残渣态重金属含量取样频率为堆肥期间的第 1 天、3 天、5 天、7 天、9 天、12 天、15 天、22 天、30 天, 实验室测定. 重金属含量采用消解 + ICP 仪测定法; 残渣态重金属含量采用 5 步提取法^[1-3].

2 试验结果与分析

2.1 铬的测定数据及结果分析

试验堆体成形时, 各堆体稳定态铬比例为 35 ~

收稿日期: 2014 - 11 - 20
基金项目: 住建部科技攻关计划项目(编号: 2011 - K6 - 10); 广州市科技重大专项计划项目 2011 产学研专项(编号: 2011Y5 - 00008)
作者简介: 唐 瑶(1973 -), 女, 黑龙江佳木斯人, 硕士, 讲师, 研究方向: 应用数学与水环境恢复.
* 通讯作者, E-mail: libiqing@sohu.com.

45%,此时稳定态铬比例最低,随后3天内快速增加,第3天堆体1#、2#、3#、4#、5#、6#稳定态铬比例分别为67%、50%、80%、74%、66%、80%;随后稳定态铬比例缓慢增第30天达到最高,分别达到92%、76%、86%、80%、80%、85%(见图1)。

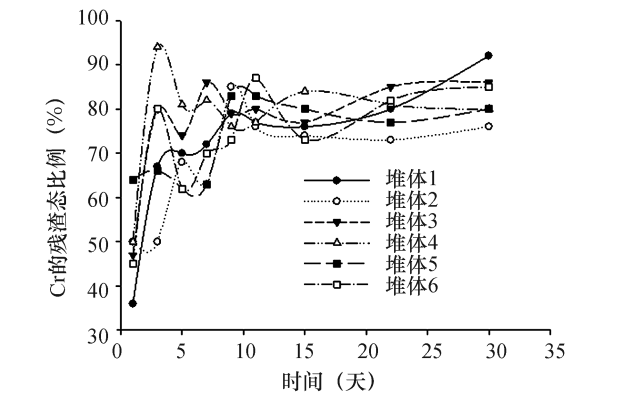


图1 稳态铬比例变化曲线

Fig.1 Curve of the Proportion of steady- state chromium

2.2 铜的测定数据及结果分析

试验堆体成形时,各堆体稳定态铜为10~15%,堆体此时稳定态铜的比例最低;在随后的3天内快速增加,第3天堆体1#、2#、3#、4#、5#、6#稳定态铜的比例分别达到了27%、16%、29%、36%、31%、30%,然后比例缓慢增加,在第30天达到最高,分别达到了34%、31%、34%、34%、40%、41%(见图2)。

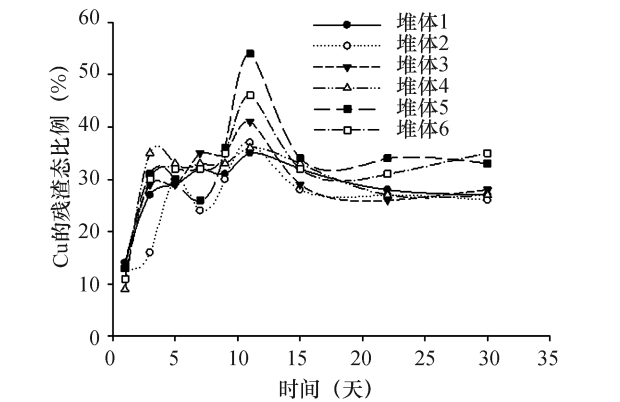


图2 稳态铜比例变化曲线

Fig.2 Curve of the Proportion of steady- state copper

2.3 镍的测定数据及结果分析

试验堆体成形时,各堆体稳定态镍的比例为40~50%,堆体此时稳定态镍的比例相对较低;随后比例逐渐增加,第11天堆体1#、2#、3#、4#、5#、6#稳定态镍的比例分别达到了61%、60%、56%、68%、63%、59%;随后比例缓慢减少,在第30天分别为52%、50%、52%、49%、58%、57%。由图3可见各堆体稳定态镍的比例都相对较高,其中堆体5#、6#稳定态镍的比例相对堆体1#、2#、3#、4#更高与更稳定(见图3)。

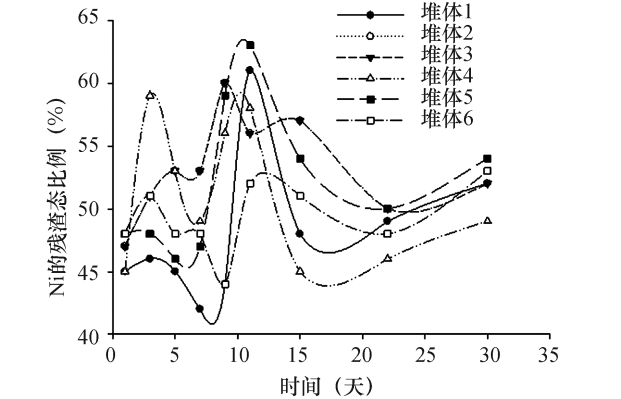


图3 稳态镍比例变化曲线

Fig.3 Curve of the Proportion of steady- state nickel

2.4 锌的测定数据及结果分析

试验堆体成形时,各堆体稳定态锌比例比例为10~15%,堆体此时稳定态锌的比例相对最低;随后3天比例增长非常迅速,第3天堆体1#、2#、3#、4#、5#、6#稳定态锌的比例分别增加到63%、63%、70%、66%、73%、74%,然后缓慢增加,第11天稳定态锌的比例分别达到了81%、80%、88%、85%、95%、89%,随后比例逐渐减少,在第30天分别为46%、49%、50%、50%、55%、55%。其中堆体5#、6#稳定态锌的比例相对堆体1#、2#、3#、4#更高与更稳定(见图4)。

2.5 锰的测定数据及结果分析

试验堆体成形时,各堆体稳定态锰的比例比例为10%~30%,堆体此时稳定态锰的比例相对最低;随后的三天增长非常迅速,第3天堆体1#、2#、3#、4#、5#、6#稳定态锰的比例分别增加到68%、

41%、62%、77%、68%、67%，从第3天到第30天稳定态锌的比例变化很较小，在第30天分别为56%、

58%、57%、64%、62%、56%。由图5可见各堆体稳定态锌的比例都有较大幅度提高(见图5)。

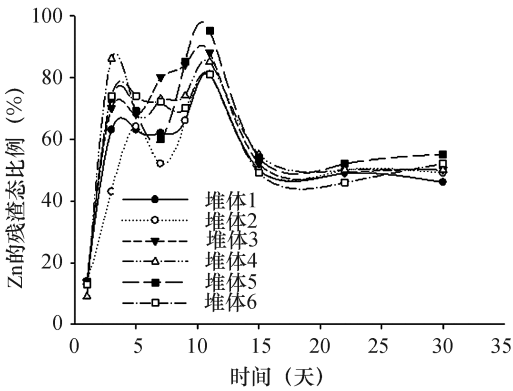


图4 稳态锌比例变化曲线

Fig. 4 Curve of the Proportion of steady- state zinc

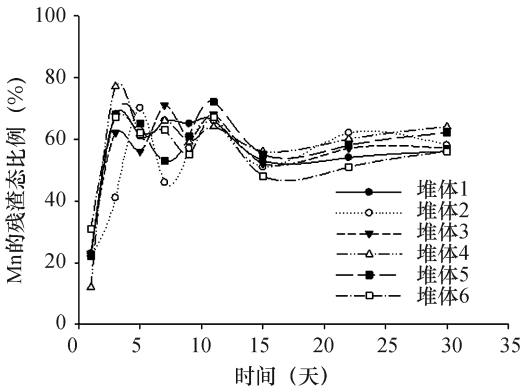


图5 稳态锰比例变化曲线

Fig. 5 Curve of the Proportion of steady- state manganese

3 重金属总量检测与分析

城市污泥好氧堆肥各堆体重金属总量检测均值见表2。由表2知,各试验堆体重金属含量都满足《城镇污水处理厂污泥处置农用泥质》(CJ/T309—2009)中的B级泥质标准,除总铜外其他重金属指标都满足A级泥质标准^[4,5]。

种.可交换态、碳酸盐结合态和铁锰氧化物结合态为不稳定态,有机结合态、残留态为稳定态.可交换态重金属容易被作物吸收利用,碳酸盐结合态、铁锰氧化物结合态、有机结合态和残留态重金属不易被作物吸收利用。

好氧堆肥过程中试验堆体重金属总量没有降低,其稳定态的比例有较大幅度,有效降低了污城市污泥中重金属活性。

表2 堆体重金属检测结果 (单位:mg/kg)

Tab. 2 Determination results of heavy metal content in dry sludge stack (Unit:mg/kg)

项目	堆体1#	堆体2#	堆体3#	堆体4#	堆体5#	堆体6#
铬	266	224	232	201	159	193
铜	893	978	983	974	938	849
镍	39.49	44.33	38.89	40.20	40.26	37.00
锌	1 160	1 107	1 285	1 221	1 174	1 003
锰	607	613	682	610	633	701

4 试验结果分析

各堆体重金属铬、铜、镍、锌、锰的稳定态比例均有增加,试验堆体5#、6#试验结果相对试验堆体1#、2#、3#、4#试验结果更优。

试验堆体中的重金属形态有交换态、碳酸盐结合态、铁锰氧化物结合态、有机结合态和残留态五

5 结 语

由蘑菇渣、磷矿粉、鸡粪、高温菌种与城市污泥组成的试验堆体在微生物作用下快速干化.经过30天的好氧堆肥,试验堆体稳定态铬、铜、镍、锌、锰的比例分别达到了67~80%、31~41%、49~57%、46~55%、56~64%,好氧堆肥使城市污泥重金属被钝化,重金属活性和毒性减少,提高了城市污泥资源化的环境安全性.项目堆肥产品已应用于广州从化区城郊街万花园西和村的1000亩樱花基地园。

参考文献:

[1] 李碧清,唐 瑶,冯 新,等.广州市利用城市污泥生产有机肥的实践[J].中国给水排水,2010,26(24):67-69.
LI Bi-qing, TANG Yao, FENG Xin, et al. Practice of production of organic fertilizer using sewage sludge in Guangzhou[J]. Chian Water & Wastewater, 2010, 26(24):

67-69.

[2] 张杰,李碧清,李继祥,等. 我国城市污水处理与利用对策研究[J]. 湖南科技大学学报,2004,19(2):80-83.
ZHANG Jie, LI Bi-qing, LI Ji-xiang, et al. Research on countermeasures of urban wastewater treatment and utilization in China[J]. Journal of Hunan University of Science & Technology, 2004, 19(2): 80-83.

[3] 张杰,李碧清. 城市节制用水的理论与方法[J]. 城市环境与城市生态, 2003, 16(4): 1-3.
ZHANG Jie, LI Bi-qing. Theories and methods of city water conservation[J]. Urban Environment and Urban Ecology, 2003, 16(4): 1-3.

[4] 李碧清,冯新,唐瑶,等. 城市污泥生物快速干化技术研究[J]. 环境工程, 2014, 32(8): 89-91.
LI Bi-qing, FENG Xin, TANG Yao, et al. Study on fast bio-drying technology of sewage sludge[J]. Environment Engineering, 2014, 32(8): 89-91.

[5] 李碧清,唐瑶,冯新,等. 广州市城市污泥处理方法[J]. 环境工程, 2011(Z): 220-222.
LI Bi-qing, TANG Yao, FENG Xin, et al. Methods Dealing with sewage sludge in Guangzhou[J]. Environment Engineering, 2011, (z): 220-222.

Experimental Study on the Inactivation of Heavy Metal in Sewage Sludge

TANG Yao^{1,2}, LI Bi-qing^{2*}, FENG Xin², TANG Xia², XIAO Xian-nian², ZHU Lei²

(1. School of mathematics and information, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China;
2. Guangzhou Sewage Treatment General Plant, Guangzhou 510655, China)

Abstract: This paper studied the inactivation of heavy metal in the process of sewage sludge aerobic composting. Experiment stacks, which were made of mushroom residue, powdered rock phosphate, chicken manure, bacteria in high temperature and sewage sludge, dried fast under the effect of microbe. Proportions of steady-state chromium, copper, nickel, zinc, manganese respectively were 67 ~ 80%, 31 ~ 41%, 49 ~ 57%, 46 ~ 55%, 56 ~ 64% after aerobic composting for 30 days. The biological activity and toxicity of sewage sludge decreased. The compound organic fertilizer was used in landscape. 5figs., 2tabs., 5refs.

Keywords: sewage sludge; aerobic composting; heavy metal; inactivation

Biography: TANG Yao, female, born in 1973, M. E., lecturer, engaged in mathematics and water environment recovery.