

## 污泥堆肥土种植盆栽长春花渗滤液中重金属含量

曹雪莹<sup>1</sup>, 徐云峰<sup>2</sup>, 邓小兰<sup>3</sup> (1. 广东省东莞市圣茵城市景观农业工程研究中心, 广东东莞 523000; 2. 广东省东莞市圣茵有机肥有限公司, 广东东莞 523000; 3. 广东圣茵花卉园艺有限公司, 广东东莞 523000)

**摘要** [目的]明确利用污泥堆肥土种植植物的可行性。[方法]分别用生活污水堆肥而成的堆肥土和菜园土种植盆栽长春花, 每2周收集渗滤液, 分析长春花的存活率及渗滤液中Pb、Cd、Cu、Zn的含量。[结果]利用堆肥土种植盆栽长春花的长势优于菜园土, 参照《地表水环境指标标准(GB 3838—2002)》的评价标准, 综合评价渗滤液中重金属(Pb、Cd、Cu、Zn)均符合V类水标准。[结论]经过堆肥处理的堆肥土的种植效果好, 且不扩散污染, 可为土地利用。

**关键词** 堆肥土; 重金属; 污泥; 渗滤液

中图分类号 X703 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)04-0061-03

### Heavy Metals Content of Leachate from Sludge Compost Soil Planting Potted *Catharanthus roseus*

CAO Xue-ying<sup>1</sup>, XU Yun-feng<sup>2</sup>, DENG Xiao-lan<sup>3</sup> (1. Dongguan Shengyin Urban Landscape Agricultural Engineering Research Center, Dongguan, Guangdong 523000; 2. Dongguan Shengyin Bio-organic Fertilizer Co., Ltd., Dongguan, Guangdong 523000; 3. Guangdong Shengyin Flower Gardening Co., Ltd., Dongguan, Guangdong 523000)

**Abstract** [Objective] To study the feasibility of cultivating plants by sludge compost soil. [Method] Sludge compost soil and vegetable soil were used to cultivate *Catharanthus roseus* in pot, and the leachate were collected every 2 weeks, the survival rate of *Catharanthus roseus* and Pb, Cd, Cu, Zn content in leachate were analyzed. [Result] The results showed that *Catharanthus roseus* grew better in sludge compost soil than in vegetable soil; according to Surface Water Quality Standard (GB 3838—2002), heavy metals (Pb, Cd, Cu, Zn) in the leachate were up to the standard of level V. [Conclusion] The planting effect of compost soil is good and non proliferation pollution.

**Key words** Compost soil; Heavy metal; Sludge; Leachate

城市污泥是城市污水处理站的必然副产物, 是一种由有机残片、微生物、无机颗粒、胶体污泥等组成的极其复杂的非均质体。在含有病原菌、重金属等有害物质的同时, 还含有丰富的有机质、氮、磷、钾等<sup>[1]</sup>。因此, 通过堆肥处理技术, 使有机物不断被降解和稳定, 可生产出一种适宜用于花卉、苗木与园林绿化利用的产品, 从而真正实现循环经济。污泥中的重金属残留是制约污泥土地利用的主要因素之一<sup>[2]</sup>。笔者从城市污水厂污泥土地利用的环境安全性出发, 分别利用菜园土和堆肥土种植盆栽长春花, 收集渗滤液, 分析地下水的重金属污染程度, 旨在为污泥土地的科学合理利用提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

**1.1.1 供试土样。**菜园土与堆肥土购自广东省东莞市地区。菜园土和堆肥土的基本性质见表1, 其重金属含量见表2。由表2可知, 菜园土和堆肥土均达到《城镇污水处理厂污泥处置 园林绿化用泥质》(CJ 248—2007)标准, 可应用于花卉、苗木的生产以及园林绿化工程的应用。

表1 菜园土和堆肥土的基本性质

样品 Sample	有机质 Organic matter	TN	TP	TK
菜园土 Vegetable garden soil	88	0.5	2.3	7.5
堆肥土 Compost soil	236	4.5	9.7	4.8

表2 菜园土和堆肥土的重金属含量

样品 Sample	Cu	Cd	Pb	Zn
菜园土 Vegetable garden soil	41.30	0.07	54.95	53.05
堆肥土 Compost soil	84.40	0.42	39.12	153.61
CJ 248—2007	<800	<5	<300	<2 000

**1.1.2 水质重金属。**对试验用水进行重金属分析检测, 结果为Cu 0.050 μg/mL, Cd 0.020 μg/mL, Pb 0.002 μg/mL, Zn 0.034 μg/mL。

**1.1.3 供试植物。**长春花。

**1.2 堆肥工艺** 采用露天堆肥, 将新鲜污泥、蘑菇渣、废白土按湿重比10:3:3进行人工混合均匀, C/N调节至25, 保持含水率50%~60%, 堆肥时间为34 d, 堆肥土降至常温, 发酵完成。物料的基本性质见表3。

**1.3 种植方法** 种植基地位于东莞市万江区水蛇涌(圣茵花场)。试验时间:2016年5月17日至7月16日。试验设2个处理, 每处理10个平行。处理①:以菜园土为种植基质, 以盆栽形式每盆种植1株长春花小苗。处理②:以堆肥土为种植基质, 以盆栽形式每盆种植1株长春花小苗。1 d浇水2次, 试验过程中, 不使用农药和化肥。每隔14 d测长春花小苗的株高、冠幅及成活率。

渗滤液收集方法:于每个盆栽底部放置底盘, 每次浇水后, 将渗滤液收集到对应的容器中, 每隔14 d对渗滤液采样1次, 检测分析其重金属含量。

**1.4 理化性质测定方法** 采用重量法测定含水率; 采用玻璃电极法测定pH; 采用重铬酸钾容量法测定有机质含量; 采用凯氏定氮法测定总氮含量; 采用氢氧化钠熔融-钼锑抗比

表3 物料的基本性质

Table 3 Basic properties of materials

物料 Materials	pH	含水率 Moisture//%	有机质 Organic matter//g/kg	TN g/kg	TP g/kg	TK g/kg
污泥 Sludge	6.84	76.0	361.2	17.8	12.1	70.0
蘑菇渣 Mushroom residue	6.74	41.3	361.2	26.7	17.1	48.0
废白土 Waste clay	4.25	21.3	254.4	1.1	3.2	15.0

注:污泥来自东莞市区城镇生活污水

Note: Sludge are from urban sewage in Dongguan

色法测定(中国热带农业科学院分析测试中心,2007)总磷含量;采用氢氧化钠熔融后火焰光度法测定(中国热带农业科学院分析测试中心,2007)全钾含量。采用硝酸-高氯酸-氢氟酸消煮样品,原子吸收分光光度计(Z-2000,HITA-CHI)测定土壤重金属(Pb、Cd、Cu、Zn)全量。采用原子吸收分光光度计(Z-2000,HITACHI)测定水样重金属(Pb、Cd、Cu、Zn)全量。

## 2 结果与分析

**2.1 不同处理长春花的存活率** 测定结果表明,利用堆肥土种植长春花的成活率为90%,远高于菜园土种植长春花的成活率(40%)。从图1、2可以看出,不管是冠幅还是株高,处理②的长势均优于处理①。这与菜园土的营养成分较堆肥土差,再加上菜园土质地黏重,不利于根系舒展生长有关。

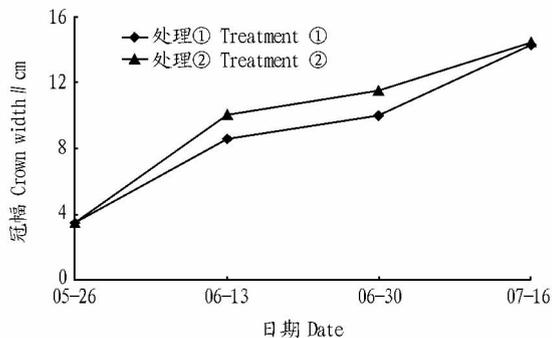


图1 不同处理长春花的冠幅

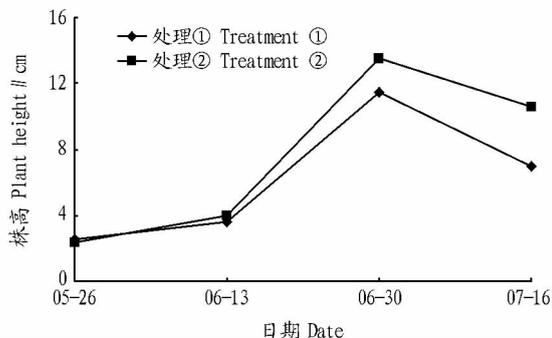
Fig.1 Crown width of *Catharanthus roseus* in different treatments

图2 不同处理长春花的株高

Fig.2 Plant height of *Catharanthus roseus* in different treatments

### 2.2 不同处理渗滤液重金属含量

**2.2.1 Cu 含量。**从图3可以看出,处理①、②渗滤液中Cu含量在0.039~0.150 mg/L,远低于标准1.000 mg/L。而处理②渗滤液的Cu含量高于处理①,这与菜园土的Cu含量低

于堆肥土有关。

**2.2.2 Cd 含量。**从图4可以看出,处理①、②渗滤液中Cd含量在0~0.001 mg/L,远低于标准0.010 mg/L,而处理②渗滤液中Cd含量稍高于处理①,这与菜园土的Cd含量低于堆肥土有关。

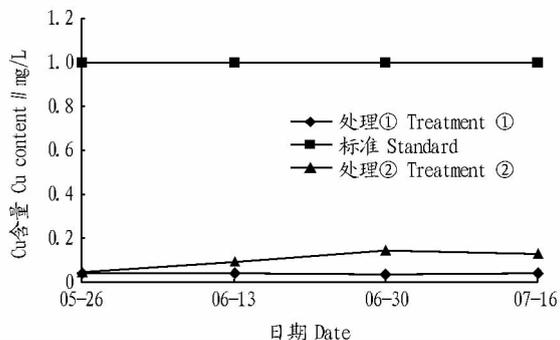


图3 不同处理渗滤液中Cu含量

Fig.3 Cu content in leachate in different treatments

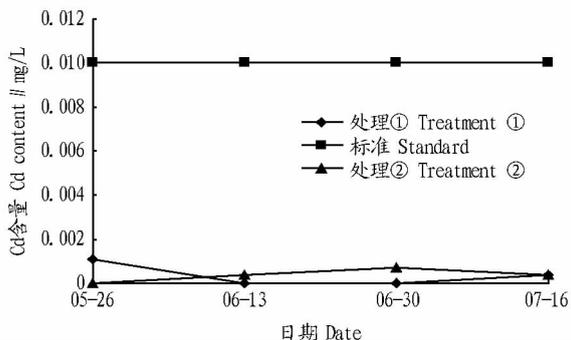


图4 不同处理渗滤液中Cd含量

Fig.4 Cd content in leachate in different treatments

**2.2.3 Pb 含量。**从图5可以看出,处理①、②渗滤液中Pb含量在0.050~0.074 mg/L,低于标准0.100 mg/L,处理②渗滤液中Pb含量低于处理①,这与菜园土的Pb含量高于堆肥土有关。

**2.2.4 Zn 含量。**从图6可以看出,处理①、②渗滤液中Zn含量在0~0.053 mg/L,低于标准2.000 mg/L,尽管堆肥土的Zn含量为153.61 mg/kg,菜园土的Zn含量为53.05 mg/kg(表2),然而,处理①、②的渗滤液中Zn含量相近,且均为低值。这是由于一方面,重金属Zn在土壤中以残渣态为主<sup>[3]</sup>,在自然界正常条件下不易释放,能长期稳定在沉积物中<sup>[4]</sup>;另一方面,堆肥土的有机质含量高,能促进堆肥土中重金属Zn的形态转化为有机态Zn<sup>[5]</sup>。

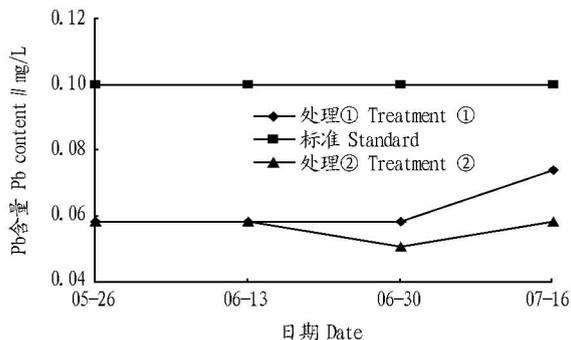


图 5 不同处理渗滤液中 Pb 含量

Fig. 5 Pb content in leachate in different treatments

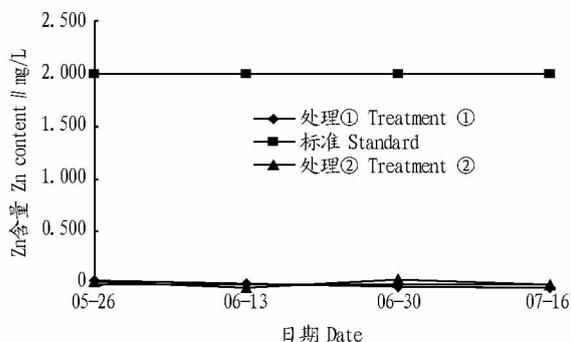


图 6 不同处理渗滤液中 Zn 含量

Fig. 6 Zn content in leachate in different treatments

### 3 结论

该研究表明,相对于园林种植常用的菜园土,堆肥土更适用于种植盆栽长春花,存活率、株高、冠幅的生长指标均优于菜园土。除了重金属 Zn 以外,渗滤液中重金属 Pb、Cd、Cu 含量与种植基质的重金属含量呈正相关,即基质中重金属 (Pb、Cd、Cu) 含量高,则渗滤液中重金属 (Pb、Cd、Cu) 的含量高。参照《地表水环境指标标准 (GB 3838—2002)》的评价标准,渗滤液的重金属 Zn、Cd 含量符合 I 类标准,重金属 Cu 含量符合 II 类标准,而重金属 Pb 含量稍高,符合 V 类标准,因此,综合评价,渗滤液符合 V 类标准,可排放于“适用于农业用水区及一般景观要求水域”。研究发现,堆肥过程不但可使污泥中挥发性物质含量降低,臭味减小,而且可以固化和钝化重金属<sup>[6]</sup>。因此,可利用生物好氧堆肥方法将城市生活污水污泥制成堆肥土,并将其应用于种植盆栽花卉,对受纳水体不会造成环境污染。

### 参考文献

- [1] 杨玉荣,魏静,李倩茹.城市污泥堆肥对草坪草生长的影响[J].安徽农业科学,2010,38(11):5586-5587.
- [2] 吕彦.城市污水厂污泥土地利用重金属迁移规律研究[D].上海:同济大学,2004.
- [3] 郝汉舟,靳孟贵,李瑞敏,等.耕地土壤铜、镉、锌形态及生物有效性研究[J].生态环境学报,2010,19(1):92-96.
- [4] 韩春梅,王林山,巩宗强,等.土壤中重金属形态分析及其环境学意义[J].生态学杂志,2005,24(12):1499-1502.
- [5] 尚和平,李洋,张涛,等.畜禽粪便有机肥中 Cu、Zn 在不同农田土壤中的形态归趋和有效性动态变化[J].环境科学,2015(1):314-324.
- [6] 谢小兰,曹雪莹,种云霄,等.铜锌超标的城镇污泥在大规模条垛式堆肥过程中重金属变化[J].环境工程,2014,32(S1):319-324.

(上接第 54 页)

性  $\text{SO}_4^{2-}$  随着地表、地下径流进入矿区周围水体;而矿区外部坑塘水体中  $\text{SO}_4^{2-}$  含量不高,为 15.96 ~ 126.05 mg/L。矿区水体的 COD 为 1.76 ~ 22.93 mg/L,且绝大部分水样的 COD 不超过 8.00 mg/L。

### 参考文献

- [1] 虎维岳,李忠明,王成绪.废弃矿山引起的环境地质灾害[J].煤田地质与勘探,2002,30(4):33-35.
- [2] BULUSU S, AYDILEK A H, ASCE M, et al. Remediation of abandoned mines using coal combustion byproducts[J]. Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering, 2005, 131(8): 958-969.
- [3] 王来贵,潘一山,赵娜.废弃矿山的安全与环境灾害问题及其系统科学研究方法[J].渤海大学学报(自然科学版),2007,28(2):97-101.
- [4] 李喜林,王来贵,苑辉,等.大面积采动矿区水环境灾害特征及防治措施[J].中国地质灾害与防治学报,2012,23(1):88-93.

- [5] 魏引尚,韩国锋,袁珍.陕北矿区水环境安全评价[J].煤矿安全,2011,42(3):125-127,131.
- [6] 张春燕.山西省大同矿区水环境分析及水资源保护[J].山西焦煤科技,2010(9):53-56.
- [7] 徐良骥,严家平,高永梅.煤矿塌陷水域水环境现状分析及综合利用:以淮南矿区潘一煤矿塌陷水域为例[J].煤炭学报,2009,34(7):933-937.
- [8] 宋晓猛,杨森,刘勇,等.矿区水环境质量评价研究[J].洁净煤技术,2010,16(2):97-100.
- [9] 魏焕鹏,党志,易筱筠,等.大宝山矿区水体和沉积物中重金属的污染评价[J].环境工程学报,2011,5(9):1943-1949.
- [10] 宁增平,肖唐付,杨菲,等.锦矿区水体水环境镉污染及硫同位素示踪研究[J].矿物岩石地球化学通报,2011,30(2):135-141.
- [11] 李永华,姬艳芳,杨林生,等.采选矿活动对铅锌矿区水体中重金属污染研究[J].农业环境科学学报,2007,26(1):103-107.
- [12] 李锦文,陈南,吴惠明,等.硫铁矿酸化过程中铀向水环境的释放迁移行为[J].中国环境科学,2012,32(6):1026-1031.