

# 污泥堆肥对矮牵牛生长发育的影响

肖祖飞<sup>1</sup>, 赖发英<sup>2</sup>, 马晓蒙<sup>1</sup>, 陈力<sup>1</sup>, 游双红<sup>1</sup>, 涂淑萍<sup>1\*</sup>

(1. 江西农业大学 园林与艺术学院, 江西 南昌 330045; 2. 江西农业大学 国土与资源环境学院, 江西 南昌 330045)

**摘要:** 利用南昌市青山湖污水处理有限公司的脱水生污泥与木屑、煤渣按不同体积比混合堆沤而成的 6 种污泥堆肥分别与珍珠岩按体积比 3:1 混合作为矮牵牛的栽培基质, 研究污泥堆肥对矮牵牛生长发育的影响, 以筛选出栽培矮牵牛的最佳污泥堆肥物料配比。结果表明, 在不施肥的情况下, 采用污泥堆肥作基质与园土、泥炭作基质相比较, 矮牵牛植株的叶片数、一级分枝数、全株鲜质量、全株干质量、冠幅以及花枝数、花朵数等均明显增加, 说明污泥堆肥含有丰富的营养元素。并且以处理 I: 3 份污泥堆肥 1 (V(污泥): V(木屑): V(煤渣) = 3: 1: 1) + 1 份珍珠岩, 处理 V: 3 份污泥堆肥 5 (V(污泥): V(木屑) = 3: 2) + 1 份珍珠岩, 矮牵牛的营养生长和开花性状最好, 是矮牵牛栽培的最佳污泥堆肥基质配方。

**关键词:** 污泥堆肥; 盆栽基质; 矮牵牛; 生长发育

中图分类号: S681.6 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2011)05-0885-04

## Effects of Sewage Sludge Compost on Growth and Development of *Petunia hybrida*

XIAO Zu-fei<sup>1</sup>, LAI Fa-ying<sup>2</sup>, MA Xiao-meng<sup>1</sup>,  
CHEN Li<sup>1</sup>, YOU Shuan-ghong<sup>1</sup>, TU Shu-ping<sup>1\*</sup>

(1. Landscape and Art College, JAU, Nanchang 330045, China; 2. College of Land Resources and Environment, JAU, Nanchang 330045, China)

**Abstract:** Dewatered sludge from Nanchang Qingshan Lake Sewage Treatment Co., Ltd, sawdust and cinder were mixed in different volume ratios to make sludge compost, then together with perlite as the substrate for soilless culture of *Petunia hybrida* and the volume ratio of sludge compost to perlite was 3:1. The effects of the compost on growth and development of *Petunia hybrida* were studied to screen out the optimum ratio. The results shows that without fertilizers, leaf number, first-order branch number, weight of fresh plant, weight of dried plant, crown width, flower branch number, flower number and so on were all remarkably increase by using sludge compost mixed with perlite as substrate, compared with using garden soil or peatmoss mixed with perlite. This indicates that sludge compost is rich in nutrients. In treatment I: sludge compost 1 (sludge: sawdust: cinder = 3: 1: 1): perlite = 3: 1 and treatment V: sludge compost 5 (sludge: sawdust = 3: 2): perlite = 3: 1, the vegetative growth and flowering characteristics were the best. As a consequence, they are the optimum substrate formula for soilless culture of *Petunia hybrida*.

**Key words:** sludge compost; pot substrate; *Petunia hybrida*; growth and development

收稿日期: 2011-06-05 修回日期: 2011-07-25

基金项目: 江西省科技厅社会发展攻关项目(20061B030440)

作者简介: 肖祖飞(1983—), 男, 硕士生, 主要从事园林植物繁育与栽培研究, E-mail: zufe007@163.com; \* 通讯作者: 涂淑萍, 副教授, E-mail: jxtsping@163.com。

资源短缺与环境保护问题日益受到人们的关注,据相关资料报道,污泥堆肥用作园林植物栽培基质是可行的,并且是其最合理的出路之一,这样不仅变废为宝、保护环境,而且可以替代一些比较昂贵的不可再生资源的基质,解决栽培基质日益短缺的问题<sup>[1-8]</sup>。本文以矮牵牛(*Petunia hybrida*)为植物材料,采用脱水生污泥与木屑、煤渣不同配比混合堆沤而成的污泥堆肥分别与珍珠岩按体积比3:1混合作为矮牵牛的栽培基质,观察污泥堆肥对矮牵牛生长发育的影响,并从中筛选出最佳的基质配方,为污泥堆肥的合理利用提供一定的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

脱水生污泥取自南昌市青山湖污水处理有限公司;煤渣取自江西农业大学锅炉房;木屑与园土取自江西农业大学花卉盆景基地;泥炭为品氏育苗泥炭。

供试植物为矮牵牛虹彩系列(枚红色),其种子产自英国,购于江西成林园艺有限公司。

### 1.2 堆肥方法

2009年9月份,将脱水生污泥与木屑、煤渣按表1中6种不同体积比混合进行好氧堆肥化处理,上盖塑料薄膜保温,每隔3d翻堆1次,堆沤时间为2个月。堆沤完成后,再将这6种堆肥分别与珍珠岩按3:1体积比混合用作矮牵牛的栽培基质,对照设CK1:3份园土+1份珍珠岩;CK2:3份泥炭土+1份珍珠岩。

基质容重、孔隙度的测定采用李晓强<sup>[9]</sup>介绍的测定方法,田间持水量和毛管持水量的测定采用王介元<sup>[10]</sup>介绍的测定方法。各处理基质的物理性质见表2。

表1 马尾松针叶酚酸含量的各污泥堆肥物料配比  
Tab.1 Substrates ratio of different sludge compost

污泥堆肥 Sludge compost	污泥 Sludge	木屑 Sawdust	煤渣 Cinder
1	3	1	1
2	2	1	1
3	2	2	1
4	1	1	1
5	3	2	—
6	3	—	2

表2 各处理基质的物理性质

Tab.2 Physical characteristics of different treatment substrates

处理 Treatment	容重/ (g·cm <sup>-3</sup> ) Bulk density	总孔隙度/% Total porosity	大孔隙度/% Big porosity	小孔隙度/% Small porosity	大小孔隙比 Void ratio	毛管持水量/% Capillary water content	田间持水量/% Field water capacity
I	0.31	68.45	24.70	43.75	0.56	61.13	53.01
II	0.32	66.61	22.57	44.04	0.51	60.92	50.76
III	0.35	64.36	16.69	47.67	0.35	61.88	49.04
IV	0.32	63.74	15.84	47.90	0.33	58.97	53.47
V	0.22	74.70	22.95	44.75	0.51	73.52	63.93
VI	0.47	57.24	21.77	35.47	0.61	54.32	44.41
CK1	0.66	59.52	30.56	28.96	1.06	36.71	27.34
CK2	0.10	74.25	24.13	50.12	0.48	85.42	76.85

### 1.3 试验方法

选取生长健壮、大小一致、根系完整、无病虫害的播种苗,于2010年3月10日移入装好基质的塑料盆(12cm×13cm)中进行盆栽,每盆1株,每个处理30株,采用完全随机区组设计,3次重复。盆栽矮牵牛放置在塑料大棚内养护,除栽培基质外,其他环境条件与栽培管理措施保持一致,植株管理仅浇水,不施肥。

2010年4月中旬测定不同处理矮牵牛植株的叶片大小、数量、冠幅、分枝数、株高等性状。2010年5月中旬矮牵牛开花期测定各处理植株的花径、花朵数、花期等开花性状。

## 2 结果与分析

### 2.1 各处理对矮牵牛营养生长的影响

由表3可知,各污泥混配基质矮牵牛长势较对照好。处理I~VI矮牵牛植株的叶长、叶宽、冠幅、叶片数、一级分枝数以及株高均优于CK1和CK2。经方差分析,最大叶长和最大叶宽处理I与处理V之间差异不显著,但与处理II、III、VI之间差异达显著水平,与处理IV之间差异达极显著;冠幅处理I与处理V之间差异不显著,与处理II~IV、处理VI差异极显著。叶片数处理I与处理II~VI差异极显著。一级分枝数处理I与处理II、III、V、VI差异不显著,但与处理IV差异显著。株高以处理I最大,处理III次之,处理IV最小。经方差分析,处理I与处理III差异不显著,与处理II、V差异显著,与处理IV和处理VI差异极显著。由此可见,植株长势以处理I最好,处理V次之,处理IV最差。

究其原因,一是与基质物理性状有关。一般植物在容重为 $0.1 \sim 0.8 \text{ g/cm}^3$ 范围内生长良好<sup>[11]</sup>;生长适宜的总孔隙度在54%~96%范围内<sup>[12]</sup>,而理想的总孔隙度值为65%,持水率为40%~65%<sup>[13]</sup>。大小孔隙比为1:(1.5~4)范围内作物能较好地生长<sup>[11]</sup>。由表2可知,各污泥混配基质的物理性状均在适宜范围内。其中,处理I和处理V2种基质的物理性状最佳,并且与CK2(3份泥炭+1份珍珠岩)最相近。二是与污泥堆肥中有机质和矿物营养元素的含量有关,污泥堆肥中含有丰富的有机质和矿物营养,可以促进矮牵牛的营养生长,因此矮牵牛的生长势各处理均优于2个对照。CK2尽管物理性状良好,但在本次试验过程中因未施肥,基质营养供给不足,故矮牵牛的生长势较差。处理I和处理V污泥在堆肥中的含量均达60%,污泥含量高,有机质和各营养元素含量充足,矮牵牛长势最好;处理VI尽管污泥在堆肥中的含量亦达60%,但矮牵牛生长较处理I和处理V差,可能是煤渣与木屑相比营养元素含量相对较少,且其总孔隙度较小,通气及保水保肥能力较差的缘故;处理IV污泥在堆肥中的含量最低,有机质和各营养元素含量较少,故在处理I~VI中矮牵牛长势最差。

表3 不同配比基质对矮牵牛营养生长的影响

Tab.3 Effect of substrate formula on growth and development of *Petunia hybrida*

处理 Treatment	最大叶长/cm Maximum leaf length	最大叶宽/cm Maximum leaf width	冠幅/cm Crown	叶片数 Number of leaves	一级分枝数 Number of the first level branches	株高/cm Plant height
I	10.08Aa	3.96Aa	17.27Aa	26.67Aa	6.77Aa	8.87Aa
II	9.28Ab	3.53BCb	15.45BCb	19.87BCbc	6.2Aab	7.64ABCDbc
III	9.31Ab	3.72ABb	15.27BCb	20.8BCbc	5.7Aab	8.06ABab
IV	8.44Bc	3.41Cc	14.24Cc	15.97BCcd	5.5Ab	6.82BCDcd
V	9.8Aab	3.95Aa	16.63ABa	22.17Bb	6.53Aab	7.68ABCbc
VI	9.45Ab	3.55BCbc	15.38BCb	16.47Cd	5.93Aab	7.02BCDcd
CK1	6.47Cd	2.54De	10.93Dd	9.6De	0.4Cd	6.36Cd
CK2	6.77Cd	2.8Dd	11.69Dd	10.87De	2.77Bc	6.52CDd

不同小写字母表示差异达到5%显著水平,不同大写字母表示差异达到1%显著水平。

Different small letters significant at 5% level, different capital letters significant at 1% level.

### 2.2 不同配比基质对矮牵牛开花的影响

由表4可知,花枝数以处理V最多,处理I次之,处理II最少,但均较对照花枝多。经方差分析得知,花枝数处理I~VI与对照之间差异极显著,处理V与处理VI之间差异显著,与处理II之间差异极显著,与处理I、III、IV差异不显著。

花朵数以处理I最多,处理V次之,处理IV最少,但均明显多于2个对照。经方差分析,处理I~VI与对照之间花朵数的差异极显著,处理I与处理V差异显著,与处理II、III、IV、VI差异极显著。

花径以 CK1 最大,CK2 次之,处理 II 最小。经方差分析,CK1 与处理 IV 之间差异显著,与处理 II 之间差异极显著,与其他各处理差异不显著。

花期以处理 VI 最长,但是与处理 I、III、IV、V 之间差异不显著,与处理 II 之间差异显著;处理 I ~ VI 整体花期均比对照长 10 ~ 20 d 左右,处理 I、III、V、VI 与 CK1、CK2 之间差异达极显著。

由此可见,矮牵牛植株的开花性状,除花径 CK1 和 CK2 大于处理 I ~ VI 外,花枝数、花朵数和花期处理 I ~ VI 均明显大于 CK1 和 CK2。各处理矮牵牛植株的开花性状以处理 I 最好,处理 V 次之,这与基质中的营养元素含量有关,CK1 和 CK2 的花枝和花朵数量最少,相对而言,营养元素分配更集中,故花径较大。处理 I 和处理 V 污泥在堆肥中的含量达 60%,并含有一定量的木屑,有机质和矿物营养元素含量相对较多,因而开花性状最好。

表 4 不同配比基质对矮牵牛开花的影响

Tab.4 Effect of substrate formula on *petunia hybrida* flower

处理 Treatment	花枝数 Number of flowering branches	花朵数 Number of folwers	花径/cm Folwer dianeter	花期/d Florescence
I	8.4ABab	25.87Aa	8.56ABabc	62ABa
II	7.5Bb	18.33Bc	8.3Bc	52BCDbc
III	8.13 ABab	19.33Bc	8.68ABabc	60ABab
IV	8.37ABab	17.67Bc	8.47ABbc	57ABCab
V	8.77Aa	23.07Ab	8.77ABabc	60ABab
VI	7.7ABb	19.8Bc	8.55ABabc	65Aa
CK1	2.27Cc	6.43Cd	9Aa	45CDcd
CK2	2.8Cc	5.93Cd	8.87ABab	43Dd

不同小写字母表示差异达到 5% 显著水平,不同大写字母表示差异达到 1% 显著水平。

Different small letters significant at 5% level, different capital letters significant at 1% level.

### 3 结论与讨论

综上所述,污泥堆肥用作矮牵牛无土栽培是可行的,各配比基质以处理 I: 污泥堆肥 1 (VZ(污泥): V(木屑): V(煤渣) = 3: 1: 1) 3 份 + 珍珠岩 1 份和处理 V: 污泥堆肥 5 (V(污泥): V(木屑) = 3: 2) 3 份: 珍珠岩 1 份,矮牵牛营养生长和开花性状较好,这与处理 I 和处理 V 基质的理化性质较好有关。

试验中,处理 I ~ VI 有些植株部分叶片发黄,其原因可能有以下 3 个方面: 一是 EC 值偏高; 二是缺乏某些营养元素; 三是某些重金属物质含量超标。具体情况尚待进一步研究。

污泥堆肥用于花卉栽培,可使开花量增加,花期延长,花色艳丽且生物量增大,但应注意 pH 不适、EC 值过高的危害及花卉所需养分的平衡<sup>[6,14]</sup>。

污泥堆肥使用过程中,重金属易在土壤和作物体内积累,从而成为土地利用最主要的限制因素<sup>[15]</sup>。有学者研究发现,添加粉煤灰和磷矿粉等可以钝化重金属,使重金属有效态大幅下降<sup>[15-19]</sup>,据笔者试验,煤渣亦具有类似的作用。此外,添加硫化钠和石灰可以降低重金属生物有效态含量<sup>[20]</sup>。

#### 参考文献:

[1] 卢吉文. 城市污泥堆肥在花卉栽培中的应用研究[D]. 成都: 西南大学, 2008.  
 [2] 幸宏伟. 污泥堆肥对花卉一串红生长的影响[J]. 重庆工商大学学报: 自然科学版, 2008, 25(6): 631-633.  
 [3] 幸宏伟, 傅敏. 污泥堆肥用于观叶植物银叶菊无土栽培的研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(20): 9464-9466.  
 [4] 刘健. 污水处理厂污泥堆肥资源化利用技术浅析[J]. 长江大学学报: 自然科学版, 2011, 8(4): 246-248.  
 [5] 黄庆, 林小明, 柯玉诗, 等. 污泥农用对药用植物紫花茉莉品质和土壤环境的影响[J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(1): 193-196.  
 [6] 张增强, 薛澄泽. 污泥堆肥对几种木本植物生长响应的研究[J]. 西北农业大学学报, 1995, 23(6): 47-51.

(下转第 923 页)

## 参考文献:

- [1] 邝先松, 谢再成. 黄竹丰产栽培技术[J]. 中国林副特产, 2007, 87(2): 43-44.
- [2] 陈国腾. 黄竹栽培技术[J]. 中国林业, 2001(4): 42.
- [3] 陈金林, 张献义, 叶长青, 等. 毛竹林高产施肥技术探讨[J]. 林业科学研究, 1996, 9(3): 323-327.
- [4] 郭晓敏, 牛德奎, 杜天真, 等. 毛竹林平衡施肥持续效应研究初报[J]. 江西农业大学学报, 2002, 24(6): 786-790.
- [5] 郭晓敏, 陈广生, 牛德奎, 等. 平衡施肥对毛竹笋产量的效应研究[J]. 江西农业大学学报, 2003, 25(1): 48-53.
- [6] 胡冬南, 陈立新, 李发凯, 等. 配方施肥对毛竹笋竹的影响[J]. 江西农业大学学报, 2004, 26(2): 196-199.
- [7] 傅懋毅, 谢锦忠, 方敏瑜, 等. 不同用途毛竹林的施肥 I. 毛竹材用林的施肥[J]. 林业科学研究, 1988, 1(5): 541-546.
- [8] 郭晓敏, 牛德奎, 杜天真, 等. 毛竹笋用两用林施肥研究初报[J]. 经济林研究, 1999, 7(3): 56-61.
- [9] 陈卫文, 罗治建, 陈防, 等. 鄂南毛竹林的养分状况与营养诊断标准[J]. 东北林业大学学报, 2004, 32(2): 41-44.
- [10] 郑郁善, 洪伟, 陈礼光, 等. 竹林生长及竹叶养分和土壤肥力相关研究[J]. 林业科学, 1998, 34(1): 65-68.
- [11] 郭晓敏, 牛德奎, 范方礼, 等. 平衡施肥毛竹林叶片营养与土壤肥力及产量的回归分析[J]. 林业科学, 2007, 43SPP: 53-57.
- [12] 陈志阳, 姚先铭, 田小梅. 毛竹叶片营养与土壤肥力及产量模型的建立[J]. 经济林研究, 2009, 27(3): 53-56.
- [13] 金继运. 土壤养分状况系统研究法及其在我国的初步应用[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1992: 1-14.
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [15] 黎曦. 赣南毛竹、硬头黄竹、泥竹等竹林生物量的研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2007: 1-41.

## (上接第888页)

- [7] 唐艺荣. 城市污泥堆肥用于非洲菊无土栽培的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2002.
- [8] 马达, 高定, 刘洪涛, 等. 城市污泥堆肥用作花卉栽培基质的效果评价[J]. 中国给水排水, 2009, 25(15): 115-116.
- [9] 李晓强. 有机基质菇渣在现代化大型温室蔬菜无土栽培中的应用研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2006.
- [10] 王介元, 王昌全. 土壤肥料学[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1997: 91-93, 429-431.
- [11] 江胜德. 现代园艺栽培介质[M]. 北京: 中国林业出版社, 2006: 8.
- [12] 郭世荣. 栽培基质研究现状及今后的发展趋势[J]. 农村实用工程技术, 2005(10): 16-17.
- [13] 高丽红. 无土栽培固体基质的种类与理化特性[J]. 农村实用工程技术, 2004(2): 28-30.
- [14] 张增强. 污泥堆肥化处理对重金属形态的影响[J]. 农业环境保护, 1996, 15(4): 188-190.
- [15] Smith S R. A critical review of the bioavailability and impacts of heavy metals in municipal solid waste composts compared to sewage sludge[J]. Environment International, 2009, 35(1): 142-156.
- [16] 李国学, 孟凡乔, 姜华, 等. 添加钝化剂对污泥堆肥处理中重金属(Cu, Zn, Mn)形态影响[J]. 中国农业大学学报, 2000, 5(1): 105-111.
- [17] 生骏, 陆文静, 王洪涛. 粉煤灰对污泥堆肥过程和土地施用后交换态重金属(Cu, Zn, Pb)的影响[J]. 环境科学, 2007, 28(6): 1367-1371.
- [18] 姜华, 吴波, 李国学. 添加不同钝化剂降低污泥堆肥的植物毒性研究[J]. 环境工程学报, 2008, 2(10): 1413-1415.
- [19] 冯春, 杨光, 杜俊, 等. 污水污泥堆肥重金属总量及形态变化[J]. 环境科学研究, 2008, 21(1): 97-102.
- [20] Wang X J, Chen L, Xia S Q, et al. Changes of Cu, Zn, and Ni chemical speciation in sewage sludge co-composted with sodium sulfide and lime[J]. Journal of Environmental Sciences, 2008, 20(2): 156-160.