

剩余污泥对矮牵牛生长和生理特性的影响

蔺 舒¹, 白向玉^{1,2}, 周 磊¹, 于海涛^{2,3}

(1. 中国矿业大学 江苏省资源环境信息工程重点实验室, 江苏 徐州 221116; 2. 中国矿业大学 环境与测绘学院, 江苏 徐州 221116;

3. 枣庄市环境监察支队, 山东 枣庄 277800)

摘 要:以矮牵牛为试材,以普通农田土壤为对照,研究了中国矿业大学南湖校区污水处理厂的生污泥、堆沤污泥作为栽培基质对矮牵牛生长和生理特性的影响。结果表明:生污泥和堆沤污泥对矮牵牛的生长和生理特性均有积极影响,可作为栽培基质。堆沤污泥对矮牵牛的生长和生理特性的促进作用更显著,与生污泥相比在株高、冠幅和分枝量上分别增长了 32.36%、35.50%、91.75%,在花朵数、平均花期和平均花径上分别增长了 54.10%、25.52%、10.47%,显著促进了矮牵牛的营养生长和开花质量,使矮牵牛的观赏性更强;在叶绿素总含量、过氧化氢酶活性和根系活力上分别增长了 30.16%、12.00%、3.23%,增强了植株光合强度、抗衰抗逆性和根系活力,为更优的矮牵牛栽培基质。

关键词:生污泥;堆沤污泥;生长特性;生理特性;矮牵牛

中图分类号:S 681.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)05-0162-04

污泥是在污水处理过程中产生的固态或半固态物质,含有丰富的有机质、N、P、K 等植物所需的营养成分及水分,但同时也含有一定量的有毒、有害物质,如病原体、寄生虫卵,以及铜、锌、汞、铬、锰等重金属元素和多氯联苯等难降解有机污染物^[1-3]。城市污泥的产量随着污水处理厂的广泛建设而急剧增加,为有效利用污泥中的

有效成分,避免环境二次污染,寻求合理化的污泥处理处置方式十分必要。当前污泥处置与利用方法主要有填埋、投海、焚烧和土地利用^[4]。将污泥用于园林绿化既能使污泥中的营养物质得到有效利用、增加土壤肥力、促进作物生长^[5],同时园林花卉对污泥中 toxic 有害物质有一定的吸收净化功能,能减少污染物对土壤、地下水等的负面效应,避免有毒有害物质进入食物链对人体造成危害^[6]。污泥用于园林绿化是一种具有经济、社会、环境效益的土地利用方式之一。该试验以中国矿业大学南湖校区污水处理厂的生污泥、堆沤污泥作为矮牵牛栽培基质,并以校区北门外农田中的普通土壤为对照,从营养生长、开花质量这 2 个最能体现矮牵牛观赏性的方面来研究剩余污泥作为栽培基质对其生长特性的影响;从叶绿素含量、过氧化氢酶活性、根系活力这 3 个分别体现植株光合强度、抗衰抗逆性、根系生命活力

第一作者简介:蔺舒(1990-),女,江苏徐州人,硕士研究生,现主要从事污泥资源化等研究工作。E-mail:1036028125@qq.com.

责任作者:白向玉(1978-),男,内蒙古赤峰人,博士,讲师,现主要从事污泥资源化与减量化等研究工作。E-mail:1036028125@qq.com.

基金项目:江苏省教育厅高校研究生科研创新计划资助项目(CX08B_140Z);中国矿业大学青年科研基金资助项目(OP080269);江苏高校优势学科建设工程资助项目。

收稿日期:2013-11-15

Abstract: Taking the soil in 0~20 cm of solar greenhouse of Liaoning Agricultural Vocation-Technical College as object, with native zeolite as material, the effect of native zeolite on the unavailable process of water dissolvable nitrogen and phosphorus were studied using the constant temperature oscillation method, in order to improve the nutrient efficiency. The results showed that with the native zeolite additions, the concentration of water-phosphorus almost no change and water-nitrogen in solution decreased. The ammonium nitrogen and available phosphorus concentrations in the treatments with zeolite addition increased. Zeolite increased the available phosphorus concentration and decreased the probability of phosphorus pollution in solar greenhouse soils with high application of phosphorus fertilizer or high phosphorus concentration. For nitrogen, native zeolite could maintain a good nitrogen concentration.

Key words: native zeolite; diammonium phosphate; solar greenhouse soil; form

的方面来研究剩余污泥对其生理特性的影响,以期探讨剩余污泥作为矮牵牛栽培基质的可行性,并比较 2 种污泥种植矮牵牛的效果,从而进一步确定更优的矮牵牛栽培基质。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试花卉为矮牵牛,属于多年生旋花目茄科草本植

物,喜阳光,对温度、土壤适应性较强。

供试污泥为中国矿业大学南湖校区污水处理站直接排放的生污泥及堆腐 3 个月左右的堆沤污泥,该站的主要污水来源为生活污水,采用的处理工艺为生物膜法。供试土壤取自中国矿业大学南湖校区北门外农田中的普通土壤。取风干 2 周的供试污泥与土壤,测定其基本理化性质(表 1)。

表 1 剩余污泥与土壤的基本理化性质

Table 1 The basic physical and chemical properties of excess sludge and soil

分组	pH	含水率 /%	有机质含量 /g·kg ⁻¹	有效氮含量 /mg·kg ⁻¹	有效磷含量 /mg·L ⁻¹	速效钾含量 /g·kg ⁻¹	可溶性盐含量 /g·kg ⁻¹
堆沤污泥	6.64	87.70	341.47	424.67	304.55	289.07	18.01
生污泥	6.51	85.07	281.28	383.60	253.51	289.07	16.09
普通土壤	6.82	23.75	25.97	11.13	30.63	92.56	1.78

1.2 试验方法

以土壤为对照(CK),共设 2 个处理,分别为堆沤污泥处理(A)、生污泥处理(B),每处理 3 次重复。分别取适量普通土壤和风干 2 周后的供试污泥于塑料花盆中,每盆栽植 1 株矮牵牛幼苗。试验开始于 2011 年 3 月下旬,生长期为 2 个月整,此时矮牵牛已发育成熟稳定。在整个生长期,注意观察各组矮牵牛有无出现不良生长现象并记录各组单花花期。试验结束时,对矮牵牛进行收割,测量统计矮牵牛生长和生理特性的相关指标。

1.3 项目测定

1.3.1 污泥、土壤理化性质测定 pH 采用电位法测定;含水率采用烘干法测定;有机质含量采用稀释热解法测定;有效氮含量采用碱解扩散法测定;有效磷含量采用钼锑抗比色法测定;速效钾含量采用原子分光光度法测定;可溶性盐含量采用质量法测定。

1.3.2 生长特性指标测定 分别测定营养生长指标和开花质量指标。营养生长指标包括株高、冠幅、最大叶长、最大叶宽和分枝数;开花质量指标包括花朵数、平均花期和平均花径。

1.3.3 生理特性指标测定 叶绿素含量采用分光光度法测定;过氧化氢酶活性采用高锰酸钾滴定法测定;根系活力采用氯化三苯基四氮唑法测定。

1.4 数据分析

试验数据采用 Excel、SPSS 17.0 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 剩余污泥对矮牵牛生长特性的影响

2.1.1 剩余污泥对矮牵牛营养生长的影响 从表 2 可以看出,生污泥、堆沤污泥作为栽培基质均能在一定程度上促进矮牵牛的营养生长,由大到小依次为 A>B>CK;生污泥对矮牵牛叶宽的增长有极显著促进作用,对其余营养生长指标无显著影响,且该组矮牵牛在试验期间出现了叶片泛黄的不良现象;堆沤污泥能显著促进矮牵牛株高、叶长、分枝数的增长,尤其对叶宽的增长促进极为显著;堆沤污泥组矮牵牛在分枝数上与生污泥组存在显著性差异,在株高、冠幅、最大叶长、最大叶宽和分枝量上分别增长了 32.36%、35.50%、16.27%、1.07%、91.75%。因此 2 种污泥中堆沤污泥作为栽培基质更能促进矮牵牛的营养生长,增强其观赏性。

表 2 剩余污泥对矮牵牛营养生长的影响

Table 2 Effect of excess sludge on the vegetative growth of *Petunia hybrida*

处理	株高/cm	冠幅/cm	最大叶长/cm	最大叶宽/cm	分枝数/枝
A	19.10bA	27.33aA	6.43bA	3.77bB	7.67bA
B	14.43abA	20.17aA	5.53abA	3.73bB	4.00aA
CK	11.90aA	17.83aA	5.20aA	2.70aA	3.67aA

注:不同小写字母表示 0.05 水平下差异显著,不同大写字母表示 0.01 水平下差异极显著,下同。

2.1.2 剩余污泥对矮牵牛开花质量的影响 从表 3 可以看出,生污泥、堆沤污泥作为栽培基质均能在一定程度上促进矮牵牛的开花质量,由大到小依次为 A>B>CK;生污泥作为栽培基质在花朵数、平均花期、平均花径上与普通土壤组均不存在显著性差异,对矮牵

牛开花质量的提高无显著促进作用,且该组矮牵牛在试验期间出现了花色泛白的不良现象;堆沤污泥作为栽培基质对花朵数的增加有显著促进作用,对花期的延长有极显著促进作用,且较生污泥在花朵数、平均花期、平均花径上分别增长了 54.10%、25.52%、

10.47%,并在平均花期上存在极显著性差异。因此2种污泥中堆沤污泥的使用能显著提高矮牵牛的花质量,使其观赏性大大提高。

表3 剩余污泥对矮牵牛开花质量的影响

Table 3 Effect of excess sludge on the blossom quality of *Petunia hybrida*

处理	花朵数/朵	平均花期/d	平均花径/cm
A	19.00bA	10.33bB	7.70aA
B	12.33abA	8.23aAB	6.97aA
CK	10.33aA	7.53aA	6.79aA

2.2 剩余污泥对矮牵牛生理特性的影响

2.2.1 剩余污泥对叶绿素含量的影响 叶绿素是植物光合作用的重要物质基础,主要功能是吸收太阳光并转化成化学能储备于植物体内,为植物生长提供能量,主要含有叶绿素a和叶绿素b2种,其含量的增加代表着植物光合作用能力的加强,有助于提高新陈代谢能力,加快植物的营养生长^[7-8]。由表4可知,生污泥、堆沤污泥作为栽培基质均能增加矮牵牛叶绿素a、叶绿素b和叶绿素总量,由大到小依次为A>B>CK;生污泥能显著增加矮牵牛叶绿素a及叶绿素总量;堆沤污泥能极显著增加矮牵牛叶绿素a、叶绿素b及叶绿素总量;堆沤污泥组较生污泥组矮牵牛在叶绿素a、叶绿素b、叶绿素总量上分别增长了23.53%、142.86%、30.16%。因此叶绿素指标的分析表明了2种污泥作为栽培基质均能促进矮牵牛充分利用堆沤污泥中的营养成分,加快矮牵牛的生长,其中堆沤污泥促进作用更显著。

表4 剩余污泥对矮牵牛叶绿素含量的影响

Table 4 Effect of excess sludge on the chlorophyll content of *Petunia hybrida* mg/g

处理	叶绿素a	叶绿素b	叶绿素总量
A	1.47bB	0.17bB	1.64cB
B	1.19bAB	0.07aAB	1.26bAB
CK	0.75aA	0.02aA	0.77aA

2.2.2 剩余污泥对过氧化氢酶活性的影响 过氧化氢酶是生物体内主要的抗氧化酶之一,其主要功能是催化细胞内过氧化氢的分解,过氧化氢酶活性的增强能够更好地调控生物体内过氧化氢的水平,从而延缓或阻止细胞凋亡的发生,增强植物的抗衰抗逆性,包括抗干旱、低温、盐碱、病害等^[9-10]。由表5可知,3组矮牵牛过氧化氢酶活性无显著性差异,但堆沤污泥组和生污泥组矮牵牛叶片中的过氧化氢酶活性分别高于普通土壤17%、4%,且堆沤污泥组高出生污泥12%。说明堆沤污泥、生污泥作为矮牵牛的栽培基质能够在一定程度上提高过氧化氢酶的活性,增强其抗逆性,延缓矮牵牛的衰老死亡,其中堆沤污泥作为栽培基质抗逆性相对更强。

表5 剩余污泥对矮牵牛过氧化氢酶活性的影响

Table 5 Effect of excess sludge on the catalase activity of *Petunia hybrida* mg · g⁻¹ · min⁻¹

	A	B	CK
过氧化氢酶活性	0.28aA	0.25aA	0.24aA

2.2.3 剩余污泥对根系活力的影响 根系活力泛指根系的吸收、合成、氧化和还原能力等,反映了植株吸收及转化水分和养分能力的大小,是一种较客观反映根系生命活动的生理指标,其活力水平直接影响地上部分的生长、营养状况及生物量的构成,即直接影响整个植物个体的生命活动^[11-12]。由表6可知,根系活力由大到小依次为A>B>CK;堆沤污泥组、生污泥组均与普通土壤组矮牵牛存在极显著性差异;堆沤污泥组较生污泥组增长了3.23%。说明以生污泥、堆沤污泥为栽培基质能极大增强矮牵牛的根系活力,大大促进植株根系的生长发育及整个植株的营养生长,其中堆沤污泥对矮牵牛根系活力的影响具有相对优势。

表6 剩余污泥对矮牵牛根系活力的影响

Table 6 Effect of excess sludge on the root vigor of *Petunia hybrida* mg · g⁻¹ · h⁻¹

	A	B	CK
根系活力	0.192bB	0.186bB	0.11aA

3 讨论与结论

生污泥和堆沤污泥都呈现出高含水率、高有机质、高氮、高磷的特点,可溶性盐含量和钾的含量也比普通土壤的要高。堆沤污泥的有效氮、有效磷、有机质的含量都略高于生污泥,这可能是由于在堆腐过程中,微生物把生污泥中不易降解的含氮、磷物质分解转化为可溶成分,且在微生物作用下有机质含量升高^[13]。理论上2种污泥用作花卉的栽培基质效果良好,且堆沤污泥更有利于植株营养生长^[14]。

生污泥和堆沤污泥对矮牵牛的生长和生理特性均有积极影响,作为栽培基质均具有可行性,但生污泥组矮牵牛在试验期间出现叶片泛黄、花色泛白的不良现象,这可能与生污泥中含有一定量的重金属和有毒有机物有关^[15]。堆沤污泥因存在一定的堆腐作用,使原污泥中有毒有害物质稳定化,因而未出现不良现象。生污泥作为栽培基质仅对叶宽的增长存在极显著促进作用,对其余营养生长指标和开花质量指标均无显著影响;堆沤污泥的使用能显著促进株高、叶长、分枝数、花朵数的增长,对叶宽的增长和花期的延长促进极为显著,与生污泥相比在株高、冠幅、最大叶长、最大叶宽和分枝量上分别增长了32.36%、35.50%、16.27%、1.07%、91.75%,在花朵数、平均花期、平均花径上分别增长了54.10%、25.52%、10.47%,显著促进了矮牵牛的营养生长和开花质量,使矮牵牛的观赏性更强。生污泥作为栽培基质能

显著提高矮牵牛叶绿素 a 含量、叶绿素总含量,对植物根系活力有极显著促进作用;堆沤污泥叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素总含量、根系活力均存在极显著促进作用,与生污泥相比在叶绿素总含量、过氧化氢酶活性、根系活力上分别增长了 30.16%、12%、3.23%,增强了植株光合强度、抗衰抗逆性和根系生命活力,使矮牵牛营养生长更加强劲旺盛。

综上所述,生污泥和堆沤污泥对矮牵牛的生长和生理特性均有积极影响,作为矮牵牛栽培基质均具有可行性;堆沤污泥因高营养成分对矮牵牛的生长和生理特性促进作用更显著,且无不良现象出现,观赏性明显优于生污泥组,因此,生污泥与堆沤污泥二者之中堆沤污泥为更优的矮牵牛栽培基质。

参考文献

- [1] Song U, Lee E J. Environmental and economical assessment of sewage sludge compost application on soil and plants in a landfill [J]. Resources Conservation and Recycling, 2010, 54(12): 1109-1116.
- [2] 王静, 卢宗文, 田顺, 等. 国内外污泥研究现状及进展 [J]. 市政技术, 2006, 24(3): 140-142, 195.
- [3] Jamali M K, Kazi T G, Arain M B, et al. Heavy metal accumulation in different varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) grown in soil amended with domestic sewage sludge [J]. Journal of Hazardous Materials, 2009, 164(2-3): 1386-1391.
- [4] 张建频. 上海市城市污泥处理与处置方法探讨 [J]. 建设科技, 2003(3): 82-83.
- [5] 张宗国, 吴永丽, 何梦玲. 城市污水处理厂污泥的土地利用 [J]. 青岛建筑工程学院学报, 2004, 25(2): 78-81.
- [6] 王社平, 刘新安, 郑琴, 等. 西安市污泥特性及园林绿化应用的可行性分析 [J]. 中国给水排水, 2012, 28(23): 134-137.
- [7] 黄持都, 胡小松, 廖小军, 等. 叶绿素研究进展 [J]. 中国食品添加剂, 2007(3): 114-118.
- [8] 张友胜, 张苏峻, 李镇魁. 植物叶绿素特征及其在森林生态学研究中的应用 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36(3): 1014-1017.
- [9] 黄明强, 谢小青, 黄强, 等. 污泥有机肥对马尼拉草坪生物效应的影响 [J]. 资源与环境科学, 2010(4): 305-306.
- [10] 南芝润, 范月仙. 植物过氧化氢酶的研究进展 [J]. 安徽农学通报, 2008, 14(5): 27-29.
- [11] 李从娟, 马健, 李彦, 等. pH 对 3 种生活型植物根系形态及活力的影响 [J]. 干旱区研究, 2010, 27(6): 915-920.
- [12] 陈海生, 魏跃伟, 刘天宝, 等. 不同基质栽培对樱桃番茄生长和生理特性的影响 [J]. 江西农业学报, 2010, 22(11): 21-22, 25.
- [13] 朱开金, 马忠亮. 污泥处理技术及资源化利用 [M]. 1 版. 北京: 化学工业出版社, 2007: 147-153.
- [14] Hachicha S, Sallemi F, Medhioub K, et al. Quality assessment of composts prepared with olive mill wastewater and agricultural wastes [J]. Waste Management, 2008, 28: 2593-2603.
- [15] 姜应和, 周莉菊. 污泥在森林及园林绿地的利用研究概况 [J]. 草原与草坪, 2004(4): 7-11.

Effect of Excess Sludge on the Growth and Physiological Characteristics of *Petunia hybrida*

LIN Shu¹, BAI Xiang-yu^{1,2}, ZHOU Lei¹, YU Hai-tao^{2,3}

(1. Jiangsu Key Laboratory of Resources and Environmental Information Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu 221116; 2. School of Environmental and Spatial Informatics, China University of Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu 221116; 3. Environmental Monitoring Detachment of Zaozhuang, Zaozhuang, Shandong 277800)

Abstract: Using *Petunia hybrid* as test material, the effect of primary sludge and composted sludge in South lake Campus of China University of Mining and Technology as culture medium on the growth and physiological characteristics of *Petunia hybrid* which was compared with normal farmland soil were studied. The results showed that primary sludge as well as composted sludge had positive effect on the growth and physiological characteristics of *Petunia hybrida*. Both of them were feasible acting as culture medium. Compared with primary sludge, the effect of composted sludge on the growth and physiological characteristics of *Petunia hybrida* were more notable, the plant height of *Petunia hybrida* increased by 32.36%, besides, the crown 35.50%, the branching amount 91.75%, the flower number 54.10%, the average flowering 25.52%, the average diameter of flower 10.47%. It promoted the vegetative growth and blossom quality of *Petunia hybrida* obviously and made *Petunia hybrida* more pleasing to eyes. In addition, the total chlorophyll content of *Petunia hybrida* increased by 30.16%, the catalase activity 12.00%, the root activity 3.23%. It strengthened the photosynthetic intensity of *Petunia hybrida*. As well, it improved the anti-aging resistance and the root vigor of life. It proved better culture medium for *Petunia hybrida*.

Key words: primary sludge; composted sludge; growth characteristics; physiological characteristics; *Petunia hybrida*