

# 不同种类污水污泥对三种花卉生理特性的影响

陈祥<sup>1</sup>, 包兵<sup>1</sup>, 张晓艳<sup>2</sup>, 张惠心<sup>3</sup>

(1. 重庆市园林绿化科学研究所, 重庆 400042; 2. 重庆市选旺食品有限公司, 重庆 401329; 3. 重庆市南山植物园, 重庆 400065)

**摘要:** 以来自重庆市唐家桥污水处理厂的生污泥, 经不同处理的干化污泥、消化污泥和堆沤污泥为材料, 研究对一串红、孔雀草和矮牵牛生理特性的影响。结果表明: 施用污泥对促进 3 种花卉生长和提高品质作用明显。污泥施用量对 3 种花卉生物特性的影响显著。供试污泥施用量分别为一串红 50% (质量百分比)、矮牵牛和孔雀草 37.5% 对促进 3 种花卉生长的效应最大。污泥种类的影响不显著, 但是在 3 种污泥之间堆沤污泥有机质含量和阳离子交换量最高, 而且其盐分含量最低, 相对来说对土壤的改良更显著, 也更加安全。

**关键词:** 污水污泥; 重金属; 花卉; 生理特性

**中图分类号:** S 68; X 173 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)02-0060-03

污水污泥是城市污水净化过程中产生的沉积物<sup>[1]</sup>, 其数量巨大、增长迅速, 已成为了一种新的污染源, 给城市环境带来极大威胁, 解决污泥处置问题迫在眉睫<sup>[2-3]</sup>。城市污水厂污泥含有丰富的可以利用的氮、磷及多种微量元素和有机质, 但也含有重金属、病原体、有毒有害有机污染物等, 制约着污泥的资源化利用<sup>[4-5]</sup>。污水污泥园林利用具有成本低、不进入人类食物链等优点, 其应用技术被国内外学者广泛研究, 北京、上海、深圳等城市已有园林上成功应用的实例<sup>[6-8]</sup>。经过处理的污泥产品既可以作为栽培介质, 也可以作为有机肥料。现针对干化污泥、消化污泥和堆沤污泥 3 种重庆地区常见的污泥种类,

比较对一串红、矮牵牛和孔雀草生长的影响, 为污水污泥利用于园林花卉生产提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试污泥和土壤

供试污泥原料为重庆市唐家桥污水处理厂的生污泥。干化污泥是生污泥经脱水风干的污泥, 消化污泥是生污泥经污水处理厂消化处理的污泥, 堆沤污泥是生污泥经自然堆腐 3 个月的污泥。供试土壤为普通盆土, 其按体积比苗圃原生土 : 腐熟菌包 : 腐熟农家肥 = 80% : 15% : 5% 配成。供试污泥和土壤的理化性质和重金属含量见表 1、2。

表 1 供试污泥和土壤的理化性质

Table 1 Characteristics of the soil and sewage sludges

供试材料 Materials	pH	有机质 Organic materials/g · kg <sup>-1</sup>	有效氮 Effective nitrogen/mg · kg <sup>-1</sup>	有效磷 Effective phosphorous/mg · kg <sup>-1</sup>	速效钾 Quick potassium/mg · kg <sup>-1</sup>	EC / μS · cm <sup>-1</sup>	阳离子交换量 CEC / cmol(+) · kg <sup>-1</sup>
干化污泥 Dry sludges	6.6	173.48	518	160	487	4.650	29.38
消化污泥 Digested sludges	6.6	136.98	446	114	577	3.370	33.48
堆沤污泥 Composted sludges	6.8	214.71	491	120	392	2.560	34.57
普通盆土 Normal	7.2	29.14	169	70	497	0.230	18.10

## 1.2 试验设计

试验于 2007 年在重庆市瑞升科技有限公司花卉基地遮雨棚内进行。试验采用二因素三水平组成的完全随机区组试验设计, 设污泥种类为干化污泥(T1)、消化污泥(T2)和堆沤污泥(T3)的 3 种处理。在 3 种污泥下分别设 3 种污泥施用量处理: 25%(D1)、37.5%(D2)、50%(D3)。试验设 3 个区组, 各区组以普通盆土的处理

(CK)为空白对照。每处理设 30 个重复。将污泥和普通盆土按比例拌匀放置 2 周后, 上盆种植花卉小苗。

### 1.3 测定项目和方法

土壤、污泥理化指标测定: 容重用环刀法测定; pH 用电位法测定; 水溶性盐总量(土壤溶液电导率)用电导法测定; 有机质用重铬酸钾容量法测定; 有效氮用碱解扩散法测定; 有效磷用钼兰比色法测定; 速效钾用火焰光度法测定; 阳离子交换量用乙酸铵法测定; 重金属指标用原子吸收分光光度法测定。生理特性测定: 待达盛花期时, 每处理随机抽取 10 株观察其花朵数、花径、穗长、冠幅、株高、地上部分生物量等指标。

第一作者简介: 陈祥(1984), 男, 云南宣威人, 本科, 主要从事园林土壤及环境研究工作。E-mail: chenxiang365@163.com。

基金项目: 重庆市建委 2006 年资助项目(城科学 2006 第(3)号)。

收稿日期: 2008-08-10

## 2 结果与分析

### 2.1 对一串红生理特性的影响

一串红施用污泥后,冠幅增大、株高降低,高冠比更协调。株高主要受污泥种类影响,污泥用量对株高的影响无显著差异;在污泥种类之间,干化污泥和消化污泥、消化污泥和堆沤污泥差异不显著,而干化污泥和堆沤污泥差异显著。冠幅主要受污泥用量影响,污泥种类对冠幅的影响差异不显著;随着污泥用量的增加,植株冠幅不断增大;25.0%用量的处理与对照差异不显著;37.5%用量时,冠幅比对照显著性增大;到50.0%用量时,干化污泥和消化污泥处理的植株冠幅有减小趋势,而堆沤污泥处理冠幅继续增大,说明干化污泥和消化污泥在50%用量时,对一串红地上部分生长有抑制作用。冠幅和株高是构成地上部分生物量的两大主要因素。施用污泥能明显促进一串红地上部分生长,使地上部分生物量显著增加。地上部分生物量最高为T干D37.5处理,比对照增加了150%;最低为T干D50和T消D50处理,比对照增加了87%。施用污泥使一串红花穗数显著增多,

表2 供试污泥和土壤的重金属含量(全量 mg/kg)及相关标准比较

Table 2 The contents of heavy metals(full dose mg/kg)in the soil and sewage sludges and comparisons to related standards

供试材料和标准 Materials and standards	铜 Cu	锌 Zn	汞 Hg	镍 Ni	铅 Pb	镉 Cd	铬 Cr
干化污泥 Dry sludges	154.68	585.60	4.42	29.16	35.44	1.740	70.18
消化污泥 Digested sludges	154.27	576.64	3.35	38.18	24.59	1.765	71.82
堆沤污泥 Composted sludges	118.71	473.27	2.54	37.76	33.06	1.881	72.86
普通盆土 Nor mal	7.74	46.40	0.08	16.97	21.14	0.170	46.40
污泥农用标准 Agricultural use standard (pH≥6.5) *	1 500	3 000	15	200	1000	20	1 000
土壤环境质量三级标准 ** 3 ird class soil enviromental quality	400	500	1.5	200	500	1.0	300

注 \*《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918-2002; \*\*《土壤环境质量标准》GB15618-1995。

表3 供试污泥对一串红生理特性的影响

Table 3 Effect of sewage sludges on physiological parameters of *Salvisplendens*

处理 Treatment	花穗数 Flower number/个	穗长 Flower length/ cm	冠幅 Flower range/ cm	株高 Plant height/ cm	地上部分生物量 Upper ground biomass/ g · 株 <sup>-1</sup>
CK	2.6a	8.0a	15.6a	19.7 AB	14.6a
T干D25	3.5b	6.9b	15.3a	14.2 A	33.8b
T干D37.5	3.9b	5.2b	21.6b	17.8 A	36.5b
T干D50	3.3b	3.9b	20.1b	14.9 A	27.4b
T消D25	3.7b	6.8b	17.7a	17.9 AB	28.4b
T消D37.5	3.7b	4.9b	20.0b	16.5 AB	28.4b
T消D50	3.3b	6.5b	19.4b	17.7 AB	27.4b
T堆D25	4.1b	5.8b	20.4a	19.7 B	29.3b
T堆D37.5	3.9b	6.0b	22.1b	19.3 B	36.3b
T堆D50	3.7b	5.9b	24.1b	18.6 B	31.9b

注:统计分析用0.05显著水平,小写字母表示污泥用量之间的差异,大写字母表示污泥种类之间的差异,下同。

穗长显著降低,但是一串红开花主要受污泥用量的影响,受污泥种类影响不显著。

### 2.2 对孔雀草生理特性的影响

与对照相比孔雀草施用污泥后,能明显促进地上部分生长,使生物量、冠幅、株高显著增加;施用污泥促进孔雀草开花,不同程度的提高了花朵数和花径数量,全面提高了孔雀草的观赏质量。3种污泥种类之间,各处理差异不显著,污泥种类对孔雀草品质无影响。不同的污泥用量之间,25%和37.5%用量的处理在花朵数、花径、冠幅、株高上差异不显著,而50%则比前两者显著性降低;50%与37.5%处理植株的地上部分生物量差异显著,但50%与37.5%处理、37.5%与25%处理差异均不显著。由此说明,在0~37.5%的污泥用量时,孔雀草的株型质量(包括地上部分生物量、高冠比等指标)和开花质量(花朵数、花径)均随污泥用量的增大而提高,但50%的污泥用量明显使植株受到毒害,盆花品质显著下降。

表4 供试污泥对孔雀草生理特性的影响

Table 4 Effect of sewage sludges on physiological parameters of *Tagetes Patula*

处理 Treatment	花穗数 Flower number/个	穗长 Flower length/ cm	冠幅 Flower range/ cm	株高 Plant height/ cm	地上部分生物量 Upper ground biomass/ g · 株 <sup>-1</sup>
CK	3.6a	3.8a	11.7a	13.1ab	17.7a
T干D25	5.8b	4.3b	16.8b	13.8a	23.3bc
T干D37.5	6.8b	4.5b	16.5b	15.5a	37.4b
T干D50	3.1c	3.5c	10.4c	10.2b	23.7c
T消D25	4.9b	4.3b	17.2b	14.6a	22.0bc
T消D37.5	4.9b	4.3b	17.1b	15.5a	27.7b
T消D50	4.2c	3.9c	13.5c	12.1b	25.4c
T堆D25	5.3b	4.3b	17.2b	15.3a	23.7bc
T堆D37.5	5.8b	4.3b	17.5b	14.4a	33.8b
T堆D50	5.2c	4.0c	12.8c	13.0b	37.6c

### 2.3 对矮牵牛生理特性的影响

矮牵牛施用污泥后,能明显促进地上部分生长,使生物量显著增加,但冠幅、株高和花径差异均不显著,施用污泥对矮牵牛冠幅、株高和花径无显著影响;3种污泥种类对矮牵牛各项品质指标的影响差异不显著,但污泥用量对矮牵牛生长有显著影响;与对照相比,施用污泥的处理地上部分生物量和花朵数显著增加。在0~37.5%的污泥用量时,花朵数随污泥用量的增大而增多,但50%的污泥用量使植株花朵数显著下降;生物量以25.0%的处理增加最多,到37.5%和50.0%处理时逐渐降低,说明污泥用量超过25.0%矮牵牛生物量显著减少。与对照相比,各处理植株的花径差异虽然不显著,但分析其变化趋势后发现,污泥用量25.0%和37.5%处理植株花径较大,50.0%的处理花径明显减小,说明当污泥用量增加到50.0%时,污泥对矮牵牛的毒害作用明显。

## 3 讨论

污泥中由于含有大量的丰富的可以利用的氮、磷、多种微量元素和有机质,可以改善土壤理化性质和生物

学性状, 可用作肥料和土壤调节剂<sup>49</sup>。研究表明, 与普通盆土比较, 施用污泥对促进 3 种花卉的生长和提高其品质作用明显。这是由于供试的 3 种污泥有机质、有效氮、有效磷、阳离子交换量均比普通盆土的高, 对土壤改良的作用明显, 从而促进植物的生长。

表 5 供试污泥对矮牵牛生理特性的影响

Table 5 Effect of sewage sludges on physiological parameters of *Petunia hybrida*

处理 Treatment	花朵数 Flower number/个	花径 Flower diameter/cm	冠幅 Flower range/cm	株高 Plant height/cm	地上部分生物量 Upper ground biomass/g·株 <sup>-1</sup>
CK	11.0a	6.7	16.9	11.8	21.6a
T干D25	14.7b	7.9	18.0	13.4	42.4b
T干D37.5	18.1c	9.4	20.8	13.7	40.4b
T干D50	12.3ab	5.2	16.5	10.6	38.8b
T消D25	15.6b	7.4	18.8	12.8	37.8b
T消D37.5	18.5c	8.1	19.0	13.1	38.8b
T消D50	13.5ab	8.0	17.0	12.6	38.5b
T堆D25	15.6b	8.4	19.9	15.3	47.9b
T堆D37.5	17.5c	8.0	20.7	13.0	43.3b
T堆D50	14.3ab	7.4	20.1	14.0	40.5b

污泥中的重金属是影响污泥土地利用的主要障碍<sup>10</sup>。虽然供试污泥的锌、汞、镉含量超过土壤环境质量三级标准, 但是供试污泥的重金属含量没有超过国家污泥农用标准, 而且有研究认为, 园林植物可接受较高浓度的重金属而不易显出毒害症状<sup>11</sup>。研究表明, 污泥施用量对 3 种花卉生物特性的影响显著。不同花卉品种随着污泥的施用量的增加其生物特性的变化不同。对观赏质量而言, 施用污泥对生理特性的促进效果为孔雀草>一串红>矮牵牛。综合地上部分生长量和开花质量观赏指标而言, 供试污泥施用量分别为一串红 50%、矮牵牛 37.5%、孔雀草 37.5% 的促进效应最大, 超过最高用量, 将会抑制花卉生长。

堆肥处理可以在一定程度上降低重金属活性并保持养分, 使可被植物吸收利用的重金属含量降低, 从而

达到土地利用的目的<sup>12</sup>。研究表明, 对于 3 种花卉的生物特性的影响, 污泥种类的影响不显著。在 3 种污泥之间堆沤污泥重金属含量只有铜、锌、汞含量最低。这可能是该研究的堆沤污泥堆制工艺较简单, 使其只达到了一定腐熟程度导致的。但是, 在 3 种污泥之间堆沤污泥有机质含量和阳离子交换量最高, 肥效更稳定, 对园林土壤的改良更显著, 而且堆沤污泥盐分含量比其余污泥低, 相对来说更加安全。在实际应用中, 应该在污泥中添加稻草、木屑、石灰等, 从而降低重金属的有效性, 更加促进花卉的生长。

### 参考文献

- [1] 史昕龙, 陈绍伟. 城市污水污泥的处置与利用[J]. 环境保护, 2001(3): 45-46.
- [2] 李宇庆, 陈玲. 城市污水厂污泥快速高效堆肥技术研究[J]. 农业环境科学学报, 2005, 24(2): 380-383.
- [3] 岳星慧. 城市污泥在园林植物上的应用试验研究[J]. 宁夏农业科技, 2006(3): 15-26.
- [4] 周立祥, 胡露堂, 戈乃芬. 城市污泥土地利用研究[J]. 生态学报, 1999, 19(2): 185-193.
- [5] 乔显亮, 骆永明, 吴胜春. 污泥的土地利用及其环境影响[J]. 土壤, 2000(2): 79-85.
- [6] 方海兰, 陈华. 城市生活污水在上海城市绿地上的施用效果探讨. 污泥处理处置技术研究进展[M]. 上海: 化学工业出版社, 2005.
- [7] 林兰稳, 钟继洪, 张国林, 等. 广州市污水污泥堆肥在环境绿化中的应用[J]. 生态环境, 2006, 15(5): 974-978.
- [8] 李贵宝, 尹澄清, 单保庆. 我国森林与园林绿地污泥的利用及其展望[J]. 北京林业大学学报, 2001, 23(4): 71-74.
- [9] 孙颖, 陈玲, 赵建夫. 污泥的处理处置与农林利用研究进展[J]. 环境保护科学, 2002, 114(28): 28-30, 37.
- [10] 庞金华. 污泥对区域生态环境的影响[J]. 热带亚热带土壤科学, 1994, 3(1): 41-47.
- [11] 王新, 周启星. 污泥堆肥土地利用对树木生长和土壤环境的影响[J]. 农业环境科学学报, 2005, 24(1): 174-177.
- [12] 梁丽, 赵秀兰. 污水厂污泥堆肥前后养分及重金属的变化[J]. 环境科学与管理, 2006, 31(1): 63-65.

## Effects of Different Sewage Sludges on Physiological Parameters of Three Flowers

CHEN Xiang<sup>1</sup>, BAO Bing<sup>1</sup>, ZHANG Xiao-yan<sup>2</sup>, ZHANG Hui-xin<sup>3</sup>

(1. Chongqing Institute of Landscape Gardening, Chongqing 400042, China; 2. Chongqing Xuanwang Food Co., LTD, Chongqing 401329, China; 3. Chongqing Nanshan Botanical Garden, Chongqing 400065, China)

**Abstract:** With air-dry sludge, digested sludge and composted sludge which processed by draft sewage sludge from Chongqing Tangjiacao Wastewater Treatment Plant as materials, effects of physiological parameters of three flowers, including *Salvia Splendens*, *Tagetes Patula*, *Petunia Hybrida*. The results showed that: The three sludges could improve physiological parameters and quality of the three flowers. Effects of physiological parameters of three flowers on dosage of sludges was significant. *Salvia Splendens* grow best when the dosage of sludges at 50% (mass percent), *Tagetes Patula* and *Petunia Hybrida* grow best at 37.5%. Effects of physiological parameters of three flowers on variety of sludge was not significant, but the organic content and CEC of composted sludge were highest, and the EC was lowest, so the composted sludge was better for soil improvement and safer than other sludges.

**Key words:** Sewage sludge; Heavy metal; Flower; Physiological parameters