

城市污泥堆肥对 12 种花灌木生长的影响

赵广琦¹, 沈烈英¹, 王智勇², 张琪¹, 陈翔¹, 崔心红^{1*}

(1. 上海市园林科学研究所, 上海 200232; 2. 上海白龙港污水处理有限公司, 上海 201203)

摘要:以城市污水处理厂堆肥污泥为研究对象,采用田间试验方法开展了污泥土地利用对 12 种花灌木生长的影响研究。结果表明,污泥堆肥的不同用量处理与对照相比,12 种花灌木的株高、冠幅都有不同程度的增加。施用污泥堆肥的株高比同期的对照处理增长了 13%~28%,冠幅增加了 26%~48%;处理量 5.0%是各花灌木生长的最佳投放量。污泥堆肥使它们的开花、结果习性产生了一定程度的变化,对提高它们的开花质量有一定的促进作用。

关键词:污泥堆肥;花灌木;植物生长反应

中图分类号: S723.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-7461(2011)05-0087-04

Effects of Sewage Sludge Compost on the Growth of 12 Flowering Shrubs

ZHAO Guang-qi¹, SHEN Lie-ying¹, WANG Zhi-yong², ZHANG Qi¹, CHEN Xiang¹, CUI Xin-hong^{1*}

(1. Shanghai Research Institute of Landscape Gardening, Shanghai 200232, China;

2. Shanghai Bailonggang Wastewater Treatment LTD., Shanghai 201203, China)

Abstract: In order to use sewage sludge as a resource, effects of sewage sludge compost on the growth of 12 flowering shrubs were studied in field. The results showed that compost could be advantageous to the plant heights and crown diameters. The plant heights and crown diameters in different levels of sewage treatment increased by 13%—28%, 26%—48%, respectively compared with the control. The best collecting volume for flowering shrubs was 5.0%. It has a certain impact on the quality of flowering and fruiting.

Key words: sewage sludge compost; flowering shrubs; growth response

城市污泥的资源化利用正在成为世界各国研究的热点。城市污水厂污泥中含有丰富的氮、磷、钾和有机质等对植物生长有利的营养成分,但同时,污泥中也不可避免地含有病原菌和重金属之类的有害物质,存在二次污染的可能。污泥经过堆肥化处理,可杀灭病原菌和寄生虫(卵),减小重金属的有效性,物理性状也明显改善。将污泥堆肥用于城市园林绿化是一种较为理想的处置方式,它不仅可以避开食物链,减少污泥运输费用,节约化肥,而且还可利用园林植物对某些重金属的高富集特性,实现土壤重金属污染的绿色修复^[1]。关于园林绿地施用污泥对环境的影响及污泥林地利用,国内外已开展了大量的

研究^[2-4],使污泥利用更具合理性、科学性。但以往的研究材料多侧重于花草及部分乔木,而作为城市绿地中使用种类最多的花灌木尚研究不多。为此,本研究选取 12 种上海绿地中常用的花灌木作为材料,研究污泥堆肥土地利用对其生长的影响,以期在城市污水厂污泥的园林绿化利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

12 种供试植物选自浙江省萧山园林集团苗木基地,各树种选择高矮粗细大体一致的树林树苗供试验用(表 1)。供试土壤为上海白龙港污水处理有

收稿日期:2010-03-02 修回日期:2011-03-12

基金项目:上海市科委科技攻关项目(09dz1204106);上海市科技兴农攻关项目(沪农科攻字 2008 第 10-2 号);国家科技支撑计划子课题(2008BAJ10130403)。

作者简介:赵广琦,男,博士,高级工程师,主要从事园林景观生态学研究。

* 通讯作者:崔心红,男,博士,教授级高级工程师,研究方向:城市湿地保护与景观构建技术。E-mail: xinhongcui@21cn.com

限公司厂区内土壤,土壤类型为滨海盐渍土。污泥堆肥选用该厂污水处理过程中产生的消化污泥,为了消除污泥土地利用时可能存在的潜在危害,首先对污泥进行稳定化处理,即经过快速好氧堆肥,再用消化污泥与稻草(15%的稻草投加量)进行堆肥,强制通气静态堆肥,具体堆肥工艺参数见文献[5]。通过堆肥的生化反应,使之达到稳定化和无害化的要求,堆肥后无蚊蝇滋生,基本无异味,外观呈较松散状,基本达到腐熟程度。

1.2 试验方法

试验在上海白龙港污水处理有限公司厂区试验地内大田条件下进行,在 2010 年 4 月初移栽供试植株,从 5 月份开始到 11 月份对植株生长状况、开花情况等指标进行监测。污泥堆肥投加的方法按树坑的大小(直径 50 cm,深度为 30 cm 计算出土量,然后按照试验设计处理量(处理量分别为 CK 和 2.5%、5.0%、7.5%的污泥堆肥干重施用比例)计算出污泥堆肥投加量,将污泥与土壤充分混匀,放入树坑,放置 1 周移栽。每一处理的每种植株重复 8 次。

1.3 生长指标的测定和统计分析

从 5 月份开始,定期测量每种处理每棵植株高度、冠幅、开花结果状况。每种植物的分析结果为各个平行组测试的平均值。

用最小差异显著法进行统计分析(LSD)。

2 结果与讨论

2.1 污泥堆肥对植物株高和冠幅的影响

4 月初移栽试验用树苗,6 月上旬和 10 月中旬进行了污泥堆肥对植物生长影响的监测,测定了株高及冠幅(冠幅为植株树冠的最大直径)。表 1 统计结果表明,从 4 月份栽种到 6 月份监测,在较短的时间内污泥堆肥对 12 种花灌木已显示出生长刺激作用。除个别树种在处理量为 2.5 %和 7.5 %时与对照相比差异显著外,每一处理的绝大多数种类的树高和冠幅与对照相比差异呈现极显著。11 月份进行生长监测统计结果表明,经过 0.5 a 的生长过程,施用污泥堆肥的树高比同期的对照处理增长了 13%~28%,冠幅增加了 26%~48%。*t* 检验结果表明,处理量为 2.5 %时,个别树种的株高、冠幅与对照相比差异显著,而其他处理的大部分树种与对照比较差异极显著。无论是 6 月份还是 11 月份,处理量为 2.5%、5.0%、7.5%时,各灌木的树高、冠幅增加都比较大,说明此用量的污泥养分对各灌木生长具有明显的促进作用。而处理间的方差分析结果表明,6 月份和 11 月份在 5.0%的污泥处理量时与

其他处理间差异都是呈现极显著,说明处理量 5.0%是各灌木树高和冠幅的最高值,此时生长最为旺盛,因而处理量 5.0%是各花灌木生长的最佳投加量。

污泥堆肥具有良好的养分供应能力,有利于树木对养分的吸收和利用。污泥堆肥的施用不但增加了土壤养分含量,同时也改善土壤物理性状。由于污泥的施用调节了土壤水、气、热状况,进而改变了土壤容重、持水量和孔隙度等物理性状。且对土壤保水保肥有重要作用,国外常将污泥用作调节土壤结构的改良剂^[6]。本试验中,7.5%出现一定程度的抑制作用,这可能与施用过量污泥堆肥后土壤重金属尤其是 Zn、Cu 含量显著增加有关。已有研究报道,植物组织中过高的重金属含量可降低植物叶片叶绿素含量,破坏类囊体膜结构,从而抑制光合作用以及诱导羟基自由基和过氧化氢等活性氧物质,引发脂质和蛋白质过氧化作用,从而严重干扰植物正常的生理代谢^[7]。5.0%污泥堆肥施用比例已完全能满足常见花灌木对养分的需求,同时又可最大限度地降低重金属含量增加对植物造成的不利影响。在污泥堆肥土地利用中,只有将污泥堆肥施用比例控制在一定范围内,才能最大限度地发挥其促进植物生长的有利方面,降低其负面影响。

2.2 污泥堆肥对植物开花和挂果量的影响

2.2.1 污泥堆肥对开花习性的影响 持续观察记录伞房决明、木槿、醉鱼草、木芙蓉、丰花月季、夹竹桃、滨梅、绣线菊 8 种花灌木的开花日期、持续时间、开花量及花径大小(表 2)。

由表 2 以看出,经过一个生长季节,施用污泥堆肥处理的伞房决明、木槿、醉鱼草、木芙蓉、丰花月季、夹竹桃、滨梅及绣线菊的开花时间分别比对照早 2~4、3~6、2~4、1~3、2~5、3~7、4~6 d 及 5~7 d;花期普遍比对照长 7~15 d,花期延长最大的为醉鱼草(13~15 d);这 8 种花灌木的开花量,施用污泥堆肥处理的都比对照的大,以 5.0%的处理为最大,其中开花量差异最大的花灌木为伞房决明;不同处理间,伞房决明、木槿、木芙蓉、丰花月季及滨梅的开花量差异显著,而夹竹桃和醉鱼草的开花量差异不显著。木芙蓉和丰花月季的平均花径施用污泥堆肥处理的都比对照的大,以 7.5%的处理为最大,不同处理间差异显著。因而,只要选择合适的污泥施用量,这些花灌木的开花表现都比对照的要好,说明污泥给土壤所增加的有机质十分有利于植物的营养生长和生殖生长。

表 1 污泥堆肥对 12 种花灌木生长的影响					
Table 1 Effects of sludge compost on growth of 12 flowering shrubs					
树种	污泥堆肥处理 量/%(干重)	6 月份		11 月份	
		株高/cm	冠幅/cm	株高/cm	冠幅/cm
红叶石楠 (<i>Photinia serrulata</i>)	CK	53.22	19.84	67.12	31.41
	2.5	55.11* *	21.32*	69.75* *	33.84* *
	5.0	58.32* *	26.44* *	72.34* *	36.66* *
	7.5	56.08* *	20.87*	70.16* *	34.12* *
伞房决明 (<i>Cassia tora</i>)	CK	95.45	109.22	146.77	132.33
	2.5	97.54*	112.45*	150.35* *	136.35* *
	5.0	110.37* *	120.34* *	153.22* *	148.25* *
	7.5	98.12* *	113.11* *	151.37* *	139.27* *
木槿 (<i>Hibiscus syriacus</i>)	CK	69.31	28.47	123.64	87.81
	2.5	71.38*	30.43* *	128.31* *	89.36*
	5.0	74.58* *	33.83* *	134.79* *	91.29* *
	7.5	72.53* *	31.62* *	132.55* *	90.46* *
醉鱼草 (<i>Buddleja lindleyana</i>)	CK	68.93	72.44	103.72	110.82
	2.5	70.31*	75.33*	109.75* *	114.29* *
	5.0	73.22* *	78.25* *	112.41* *	121.17* *
	7.5	71.36* *	76.39* *	108.94* *	117.43* *
海桐 (<i>Pittosporum tobira</i>)	CK	31.26	22.63	67.41	58.49
	2.5	33.48*	25.17* *	68.81*	61.26* *
	5.0	37.19* *	31.26* *	73.32* *	63.41* *
	7.5	35.42* *	26.73* *	71.24* *	62.89* *
木芙蓉 (<i>Hibiscus mutabilis</i>)	CK	113.35	128.93	235.72	228.75
	2.5	121.43* *	134.64*	241.85* *	235.18* *
	5.0	126.33* *	137.47* *	247.51* *	247.36* *
	7.5	123.84* *	136.82* *	238.44* *	239.52* *
丰花月季 (<i>Rosa hybrida</i>)	CK	27.42	17.28	51.66	27.44
	2.5	29.30*	20.31* *	55.42* *	28.91*
	5.0	33.11* *	22.64* *	57.26* *	32.72* *
	7.5	32.48* *	21.77* *	54.93* *	31.54* *
夹竹桃 (<i>Nerium oleander</i>)	CK	93.29	39.77	132.58	62.84
	2.5	102.35* *	43.25* *	135.62* *	66.13* *
	5.0	107.11* *	45.21* *	137.24* *	68.24* *
	7.5	106.24* *	41.96* *	133.49* *	65.95* *
连翘 (<i>Forsythia suspensa</i>)	CK	41.55	37.28	85.94	54.39
	2.5	43.29* *	39.20*	87.23* *	55.21*
	5.0	45.27* *	42.18* *	89.10* *	57.11* *
	7.5	42.59*	40.33* *	88.24* *	56.25*
滨梅 (<i>Prunus maritima</i>)	CK	110.38	96.40	137.88	131.55
	2.5	112.59*	100.88*	139.99*	136.37* *
	5.0	127.34* *	115.63* *	142.73* *	142.10* *
	7.5	125.33* *	114.37* *	141.36* *	140.33* *
金森女贞 (<i>Ligustrum aponicum</i>)	CK	46.32	39.73	65.47	51.22
	2.5	49.86*	41.88* *	67.29*	54.37* *
	5.0	52.14* *	43.21* *	72.38* *	57.25* *
	7.5	52.04* *	42.38* *	72.36* *	56.38* *
绣线菊 (<i>Spiraea salicifolia</i>)	CK	42.47	27.85	78.47	61.23
	2.5	44.50*	29.27*	80.95* *	62.96*
	5.0	48.29* *	31.09* *	82.49* *	67.02* *
	7.5	47.72* *	40.44* *	81.44* *	64.30* *

注：* $P<0.05$ 差异显著，** $P<0.01$ 差异极显著。

表 2 污泥堆肥对植物开花习性的影响

Table 2 Effects of sludge compost on flowering habit of experimental plant materials

植物	开花时间/月. 日				花期持续时间/d				开花量/朵				花径/cm			
	CK	2.5	5.0	7.5	CK	2.5	5.0	7.5	CK	2.5	5.0	7.5	CK	2.5	5.0	7.5
伞房决明	7.14	7.12	7.11	7.10	94	102	104	103	87	124	129	139	9.3	10.3	11.0	12.4
木槿	6.18	6.15	6.12	6.14	79	86	94	90	9	13	15	11	13.2	14.4	17.1	18.5
醉鱼草	4.21	4.18	4.16	4.19	91	123	133	137	214	225	231	243	6.7	7.4	8.5	9.1
木芙蓉	9.40	8.27	8.26	8.25	76	84	86	81	51	58	64	66	17.1	18.5	19.3	20.6
丰花月季	5.11	5.30	5.60	5.90	187	191	216	213	21	27	29	31	14.3	16.4	18.6	17.1
夹竹桃	6.19	6.16	6.13	6.14	125	131	136	133	27	33	36	31	13.7	18.2	18.5	14.9
滨梅	5.50	4.27	4.26	4.25	94	104	112	115	114	126	135	142	9.2	11.4	13.2	14.5
绣线菊	6.15	6.10	6.60	6.40	103	113	121	136	29	36	42	44	28.4	32.6	33.8	32.1

2.2.2 污泥堆肥对挂果量的影响 不同施用量的污泥处理虽然对伞房决明和木槿的开花具有正效应(花期延长、开花量大),但它们的结果情况却出现并不相同。伞房决明结果量随着对照、2.5%处理、5.0%处理和7.5%处理顺序递减,即污泥堆肥量的增加制约了其果实的正常发育。这可能与污泥施用增加了土壤氮肥过多、土壤持水量过大、主枝缺乏修剪,从而引起植物徒长有关。木槿在不同施用量的污泥处理下,结果量比对照平均增加8%~16%,在7.5%处理时增量最大。说明木槿对污泥有机质的需求量较大,植株生长较快,分枝迅速,这可能与植物本身的习性有关。

3 结论与讨论

通过观察,施用污泥堆肥后,供试花灌木与同时正常生长的同类植物相比,无论是从叶子、花色的颜色,还是植物的生长速度上看,都无明显异常。12种花灌木施用污泥堆肥,其株高和冠幅的生长随着污泥堆肥的施用而增加,说明污泥堆肥能显著地增加植株的生物量,适量的污泥施用明显促进了各灌木的生长。

污泥堆肥施用量对花灌木的生长有着不同程度的促进作用。当污泥施加量为2.5%、5.0%和7.5%时,12种花灌木均有明显提高。但施加比例过高时可能造成土壤中氮、磷过量,形成新的污染源影响周围环境和地下水。5.0%处理量与对照相比,植株的株高和冠幅都达到极显著水平,可显著地提高土壤的有机质含量。

污泥给土壤所增加的有机质十分有利于植物的营养生长和生殖生长。将污泥应用于城市花灌木栽培,不仅避开了人类食物链,减轻了环境压力,为城市污水污泥找到了一条很好的出路,同时又可达到改善土壤肥力的目的,是一条既经济又可可持续发展的城市污水污泥资源化利用途径。

致谢:在此特别感谢浙江萧山园林集团吴冬硕

士在指标测量方面的给予支持和帮助。

参考文献:

[1] 李贵宝,尹澄清,单保庆.我国森林及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.
LI G B, YIN C Q, SHAN B Q. Land use and prospect of sewage sludge in forestland and green areas[J]. Journal of Beijing Forestry University, 2001, 23 (4): 71-74. (in Chinese)

[2] 曹秀琴,谭晶晶.污泥农用于资源利用价值分析[J].环境工程,2008,26(6),84-87.
CAO X Q, TAN J J. Sludge value analysis of resource utilization [J]. Environmental Engineering, 2008, 26(6): 84-87. (in Chinese)

[3] 陈五良,方萍,陈玲,等.城市污水厂污泥土地利用可靠性探讨[J].同济大学学报:自然科学版,2004,32(7):939-941.
CHENG W L, FANG P, CHEN L, *et al.* Study on soil reuse feasibility of municipal sewage sludge [J]. Journal of Tongji University: Natural Science, 2004, 32(7): 939-941. (in Chinese)

[4] 刘强,陈玲,邱家洲,等.污泥堆肥对园林植物生长及重金属积累的影响[J].同济大学学报:自然科学版,2010,38(6):870-875.
LIU Q, CHEN L, QIU J Z, *et al.* Effects of sewage sludge compost on growth and heavy metal accumulation in horticultural plants[J]. Journal of Tongji University: Natural Science, 2010, 38(6): 870-875. (in Chinese)

[5] 陈玲,赵建夫,李宇庆,等.城市污水厂污泥快速好氧堆肥技术研究[J].环境科学,2005,26(5):192-195.
CHEN L, ZHAO J F, LI Y Q, *et al.* Rapid and high efficient composting process of municipal sewage sludge [J]. Environmental Science, 2005, 26(5): 192-195. (in Chinese)

[6] 班福忱,刘明秀,李亚峰,等.城市污水处理厂污泥资源化研究探讨[J].环境科学与管理,2006(5):26-29.
BAN F C, LIU M X, LI Y F, *et al.* Approach to the utilization of sludge from municipal sewage treatment plants [J]. Environmental Science and Management, 2006 (5): 26-29. (in Chinese)

[7] MAKSYMIEC W. Effects of copper on cellular processes in higher plants [J]. Photosynthetica, 1997, 34(3):321-342.

[8] PATRA M, BHOWMIK N, BANDOPADHAY B. Comparison of mercury, lead and arsenic with respect to genotoxic effects on plant systems and the development of genetic tolerance [J]. Environmental and Experimental Botany, 2004, 52 (3):199-223.