

污泥堆肥对几种木本植物生长响应的研究*

张增强 薛澄泽

(西北农业大学基础科学系, 陕西杨陵 712100)

摘 要 两种乔木(白蜡和国槐)及5种灌木(木槿、月季、扶桑、金枣和大叶黄杨)施用污泥堆肥后,树高、地径和灌木的花期、开花量等都明显增大,土壤理化性质有明显改善。

关键词 污泥堆肥,木本植物,生长响应,土壤理化性质

中图分类号 X705

污泥是污水处理厂在净化污水时得到的沉淀物质。它含有N、P、K及多种微量元素和大量有机质,可用作肥料和土壤改良剂,但它也含有病原菌、寄生虫(卵)、重金属、盐分及某些难分解的有机毒物。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。污泥堆肥在园林绿化中合理施用,既避开了食物链,又为园林绿化提供了有机肥,同时,也不会造成重金属、盐分及 NO_3^- -N淋溶和地面径流等环境问题,所以它具有较好的环境效益、经济效益和社会效益。在国外,这方面已有不少的研究报道^[1,2]。本研究在于探讨污泥堆肥在不同施用量下几种木本植物的生长响应、土壤理化性质的变化及盐分、 NO_3^- -N淋溶和地面径流等对环境的影响。

1 材料和方法

1.1 供试场地与材料

试验在农业部环保所(天津市)的试验地进行。盆栽试验在活动大棚中进行,可防大风、暴雨等自然灾害。供试的陶盆高20 cm,口径25 cm;小区面积为 $0.5\text{ m} \times 2\text{ m}$;做淋溶试验与地面径流小区面积为 $2\text{ m} \times 4\text{ m}$;供试土壤为华北潮土,风干后过5 mm筛;麻酱饼粉碎过5 mm筛;污泥堆肥为天津市纪庄子污水处理厂的消化污泥二次发酵堆肥,风干,过5 mm筛。有关供试土壤、污泥堆肥及麻酱饼的化学性质见表1。

表1 供试土壤、污泥堆肥及麻酱饼的化学性质

项 目	全 氮 (g/kg)	速效氮 (mg/kg)	全 磷 (g/kg)	全 钾 (g/kg)	有机质 (g/kg)	CEC (cmol/kg)	pH	盐 分 ($\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$)
土 壤	1.06	16.57	0.371	19.5	1.27	14.1	7.87	1.43
污泥堆肥	22.9	2874.9	13.8	9.10	35.6	113.9	6.37	17.7
麻 酱 饼	54.4	—	15.0	19.0	—	—	—	—

供试植物为白蜡(3-1)(*Fraxinu chinensis* Roxb.)、国槐(*Sophora japonica* L.)种子、木槿(2-1)(*Hibiscus syriacus* L.)、月季“冰山”(R. *Chinensis* Jacq.)4年生苗、扶桑(*H. Schizopetalus* Hook. f.)2年生苗、大叶黄杨(3-1)(*Euonymus japonicus* L.)和金枣[*Fortunella margarita* (Lour.) Swingle]种子。

收稿日期:1994-12-02
天津市“八五”重点攻关课题

1.2 试验方法

1.2.1 污泥堆肥对几种木本植物生长响应的试验 CK(对照)、NPK(化肥)和 3 kg/m²、6 kg/m²、9 kg/m²、12 kg/m²、15 kg/m² 的污泥堆肥(干重计)及 3.4 kg/m² 的麻酱饼处理,其中 NPK 处理采用园林花卉栽培普通施用量,为 25 g/m² N,以 CO(NH₂)₂ 施入,5 g/m² P 和 6.31 g/m² K 由 KH₂PO₄ 施入,每处理重复 3 次。国槐、月季、扶桑和金枣在陶盆中栽植,白蜡、木槿和大叶黄杨在小区中栽植(无麻酱饼处理),试验于 1993 年 3 月开始。

1.2.2 NO₃⁻-N 淋溶试验 在小区中,挖深 1.2 m、直径 1.0 m 的坑一个,放入高 75 cm,口径 60 cm 的大缸一口,缸中间插入长 1.5 m、直径 2.0 cm 的 PVC 管,下端锉成锯齿形,以利抽水,在缸中依次装入大石子(10 cm 厚)、沙子(10 cm 厚),再按土壤剖面依次在缸内外填土、压实。在表层施污泥堆肥 9 kg/m²,种植木槿 16 棵,每次浇水量 90 kg/m²,每 14 d 测量一次淋溶液中 NO₃⁻-N 含量(测试前一天抽干缸中积水,再浇水于第二天测量)。

1.2.3 地面径流试验 在小区中,施入 9 kg/m² 的污泥堆肥,栽植木槿 16 棵,模拟人工降雨,喷头出水量为 13.3 kg/min,设计降雨量为 50 mm,雨势为 3.3 mm/min,小区坡度为 5.7°,在下游出水口接取径流液,每月测定一次径流液中总氮、总磷及沉积物含量。

1.3 测定项目与分析方法

所有测定样品均采用标准样品进行分析质量控制。土壤物理性质(水分、持水量、容重及孔隙度)和化学性质(全氮、速效氮、全磷、有机质及阳离子代换量)等项目采用土壤农化常规分析法^[3],NO₃⁻-N 采用酚二磺酸比色法。

2 结果与分析

2.1 施用污泥堆肥后白蜡与国槐的生长响应

经过一个生长季节(4~10 月),供试树种的有关生物量见表 2。

表 2 施用污泥堆肥后白蜡与国槐的生长响应

处 理	白 蜡			国 槐		
	高增加量 (cm)	地径增加量 (cm)	当年生枝条长 (cm)	高 度 (cm)	地 径 (cm)	根/茎
CK	25	0.43	33.7	51.7 f ^①	0.50 g	0.63 f
NPK	31	0.40	44.3	52.3 f	0.60 f	0.66 ef
3 kg/m ²	37	0.57	46.3	62.0 de	0.70 de	0.72 c
6 kg/m ²	35	0.65	49.2	68.4 cd	0.75 cd	0.81 b
9 kg/m ²	34	0.80	46.0	106.0 a	1.10 a	0.87 a
12 kg/m ²	19	0.33	25.0	92.5 b	0.96 b	0.79 b
15 kg/m ²	17	0.43	23.3	74.0 c	0.80 c	0.69 cde
3.4 kg/m ²	—	—	—	62.3 de	0.65 ef	0.71 cd

注:①同一列数据后所跟相同字母表示在 5%显著水平下,不同处理间不存在显著性差异(Duncan's Multiple Range Test),以下同。

当污泥堆肥施用量小于 9 kg/m² 时,白蜡树的高度、地径和增加量和当年生枝条长度分别比对照及 NPK 处理增加 36%~48%、33%~86%和 36%~46%及 10%~19%、43%~100%和 4%~11%。当污泥施用量大于 9 kg/m² 时,白蜡树的各生长参数都比对照及 NPK 处理的小。方差分析表明,白蜡树的各生长参数在不同处理间差异不显著。

施用污泥堆处理国槐的高度、地径及根茎比都比对照及 NPK 处理的大(表 2),也大于麻酱饼处理,其中以 9 kg/m² 处理为最大,不同处理间三者都达到显著性差异。

由此可知,污泥堆肥对供试树木的生长有明显的促进作用。对于白蜡,施用量不宜超过 9 kg/m²;国槐,施用量以 6~12 kg/m² 为好。

2.2 木槿、月季、扶桑、金枣和大叶黄杨的生长响应

2.2.1 木槿、月季和扶桑 经过一个生长季节,施用污泥堆肥处理的木槿、月季及扶桑的开花时间分别比对照和 NPK 处理的早 1~4,2~5 d;2~6.3~7 d 和 3~9、14~20 d,花期分别比对照处理的长 10~15、10~16 和 6~14 d。它们的开花量施用污泥堆肥处理的都比对照及 NPK 处理的大,以 6 kg/m² 的处理为最大;不同处理间木槿及月季的开花量差异显著,而扶桑的开花量差异不显著。月季和扶桑的平均花径施用污泥堆肥处理的都比对照及 NPK 处理的大,以 9 kg/m² 的处理为最大,不同处理间差异显著。麻酱饼处理月季的花期、开花量和平均花径及扶桑的开花量都比对照及 NPK 处理的大。只要选择合适的施用量,则污泥堆肥处理月季和扶桑的生长参数都可比麻酱饼处理的大。

2.2.2 金枣和大叶黄杨 施用污泥堆肥处理金枣的高度及大叶黄杨高度增加量及冠幅增加量都比对照及 NPK 处理的大,但不同处理间差异不显著。金枣的地径、挂果量及根/茎比施用污泥堆肥的处理分别比对照及 NPK 处理的增加 20%~50%和 5%~40%、62%~128%和 29~82%及 17%~40%和 0%~19%,不同处理间这 3 个生长参数差异显著。麻酱饼处理金枣的各生长参数都略小于污泥堆肥处理。

表 3 施用污泥堆肥后大叶黄杨小区土壤理化性质的变化

处 理	全 氮 (g/kg)	速效氮 (mg/kg)	全 磷 (g/kg)	有机质 (g/kg)	CEC (cmol/kg)	水 分 (%)	持水量 (%)	容 重 (g/cm ³)	孔隙度 (%)	渗水率 (cm/h)
CK	0.633	9.25	0.355	1.22	13.2	18.0	51.3	1.41	47.6	12.6
NPK	0.852	21.3	0.368	1.23	13.5	17.8	51.5	1.38	48.8	14.0
3 kg/m ²	0.937	32.7	0.460	1.33	13.6	20.6	51.8	1.35	49.2	19.0
6 kg/m ²	1.18	43.6	0.535	1.45	13.7	22.3	52.1	1.34	49.8	20.8
9 kg/m ²	1.25	54.3	0.601	1.56	14.0	25.4	52.5	1.32	50.4	27.1
12 kg/m ²	1.63	65.5	0.904	1.72	15.7	26.5	53.2	1.31	51.3	41.0
15 kg/m ²	1.95	76.2	0.970	1.97	16.2	27.1	53.9	1.30	51.7	117.0

2.3 土壤理化性质的变化

由表 3 看,施用污泥堆肥经过一个生长季节后,土壤中的全氮、速效氮、全磷、有机质及阳离子代换量均比对照有明显的增加;土壤水分、持水量、孔隙度及渗水率均随污泥堆肥施用量的增加而增大,土壤容重随之减小;化肥处理各项含量与对照相当。由此可说明,施用污泥堆肥后,不仅供试木本植物获得了良好的生长响应,而且表层土壤中还存留较多的养分,具有一定的后效^[4]。

2.4 施用污泥堆对环境的影响

2.4.1 土壤盐分的变化 不同植物对盐分的忍耐程度不同。耐盐力低的植物对土壤溶液盐分的忍耐值为 2~4 dS·m⁻¹,中等耐盐力的植物为 4~10 dS·m⁻¹,高耐盐力的植物为 10~18 dS·m⁻¹^[5]。污泥堆肥的盐分(电导率)较大,一般植物不能在纯污泥堆肥基质上生长。施用污泥堆肥后,土壤电导率增大(如图 1EC_i 所示),但在本试验范围内,对于一般耐

盐力低的植物尚不致于造成盐分伤害。经过一个生长季节后,污泥堆肥处理土壤的电导率明显下降(如图 1EC₂ 所示),即使对于盐分敏感植物也可正常生长。

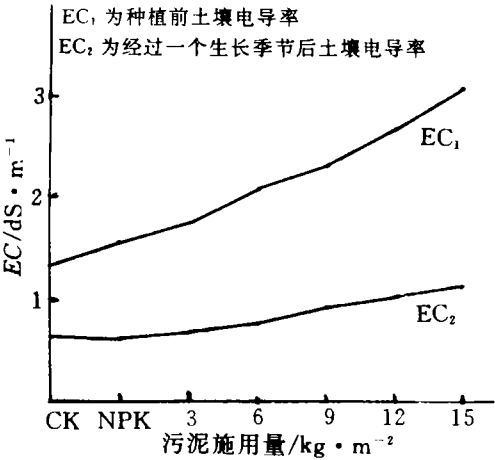


图 1 大叶黄杨小区土壤溶液盐分(电导率)的变化

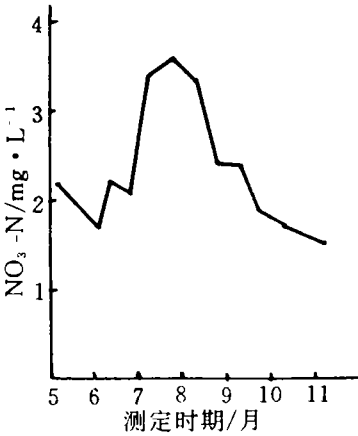


图 2 淋溶液中 NO₃⁻-N 浓度变化

木槿小区土壤溶液电导率的变化与大叶黄杨小区相似。

2.4.2 NO₃⁻-N 淋溶对地下水的影响 施用污泥堆肥一个月后测定 NO₃⁻-N 浓度较小,6 月下旬至 7 月上旬淋溶液中 NO₃⁻-N 迅速增长,7 月上旬至 8 月上旬维持较高水平,以后又逐渐下降(图 2),这与张天红等^[6~7]的研究结果相似。在施用量 9 kg/m² 下淋溶液中 NO₃⁻-N 浓度都小于 4 mg/L,说明当污泥堆肥施用量小于 9 kg/m² 时,不会造成地下水中 NO₃⁻-N 浓度超标。

2.4.3 地面径流中的氮、磷及沉淀物 不同时期地面径流液中总氮、总磷及沉淀物的含量分析表明(表 4),总氮在前两次的测定中较高,以后都小于 2 mg/L,达到了我国地面水环境质量标准Ⅳ类水标准;总磷浓度在不同时期都小于 0.1 mg/L,可达到Ⅰ类水标准;径流液中沉淀物的含量随时间的延长和地面覆盖度的增加而降低,这是因为冲刷力减弱和土壤物理性质得到改善的结果。

表 4 不同时期地面径流液中总氮、总磷及沉淀物含量

时 间	覆盖度(%)	总氮(mg/L)	总磷(mg/L)	沉淀物(mg/L)
1993-06-21	75	5.10	0.049	480
1993-07-20	85	3.20	0.031	270
1993-08-05	85	1.35	0.054	105
1993-08-23	90	1.37	0.077	62.0
1993-09-21	90	0.64	0.046	60.0

3 结 论

1)施用污泥堆肥后,白蜡、国槐、木槿、大叶黄杨、月季、扶桑和金枣均可获得良好的生长响应;乔木(白蜡和国槐)的高度和地径比对照增大;花灌木(木槿、月季和扶桑)的花期延长,开花量增加;大叶黄杨的高度与冠幅和金枣的挂果量等也都比对照明显增加。

2)木槿和大叶黄杨小区经过一个生长季节后,土壤表层中的全氮、速效氮、全磷、有机质及阳离子代换量随污泥堆肥施用量的增加而增大;土壤容重下降,水分、田间持水量、孔隙度等增大。

3)当污泥堆肥施用量小于 15 kg/m^2 时,不会造成盐分伤害植物;当污泥堆肥施用量小于 9 kg/m^2 时,不会造成地下水 $\text{NO}_3^- \text{N}$ 超标和因地面径流造成下游水域富营养化。

致谢:本试验得到农业部环保所赵子定、李应学及常玉海等同志的帮助,谨致谢忱。

参 考 文 献

- 1 Hornick S B, Sikora L J, Sterrett S B, et al. Utilization of sewage sludge compost as a soil conditioner and fertilizer for plant growth. *Agricultural Information Bullentin*, 1984(464): 1~32
- 2 Bledsoe C S, Zasoski R J. Seedling physiology of eight tree species grown in sludge-amended soil. In: (Bledsoe ed C S.) *Municipal Sludge Application to Pacific Northwest Forest Lands*. University of Seattle Washington, 1981, 93~100
- 3 南京农学院主编. 土壤农化分析. 北京: 农业出版社, 1983. 31~117
- 4 Dick W A, McCoy E L. Enhancing soil fertility by addition of compost. In: Hoitink H A J, Keener H M, ed. *Science and Engineering of Composting*. Ohio: The Ohio State University, 1993. 622~644
- 5 Epstein E, Taylor J M, Chaney R L. Effect of sewage sludge and sludge compost applied to soil on some soil physical and chemical properties. *J Environ Qual*, 1976, 5(4): 422~426
- 6 张天红, 薛澄泽. 西安市污水污泥林利用效果的研究. *西北农业大学学报*, 1994, 22(2): 67~71
- 7 Vogt K, Edmonds R, Vogt D J. Nitrate leaching in soils after sludge application. In: Bledsoe C S ed. In: *Municipal sludge application to pacific northwest forest lands*. Seattle: Univ of Washington, 1981. 59~66

Growth Response of Some Trees and Shrubs to Composted Sewage Sludge

Zhang Zengqiang Xue Chengze

(Department of Basic Science, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract After one year of composted sewage sludge application, the growth both in height and ground diameter of the Chinese ash (*Fraxinus chinensis* Roxb.) and Chinese scholar tree (*Sophora japonica* L.) increased; the amount of the flowers and blooming period of the Rose of sharon (*Hibiscus syriacus* L.), Chinese rose (*R. chinensis* Jacq.), Chinese hivescus (*H. Schizopetalus* Hook f.) as well as the Kumquat (*Fortunella margarita* (Lour.) Swingle) increased and longered, and so did the height and crown Evergreen Euonymus (*Euonymus japonicus* L.). The physical and chemical properties in 0~20 cm soil layer were obviously improved.

Key words sludge compost, trees and shrubs, growth response, physical and chemical properties of soil