

不同观赏植物在城市河道污水中的生长试验

王寿兵,阮晓峰,胡欢,王祥荣,樊正球* (复旦大学环境科学与工程系,上海 200433)

摘要: 为筛选出可在城市河道重度富营养化污水中种植的观赏性植物,研究了黑美人等 21 种观赏性植物在城市河道污水中的生长情况.结果表明,黑美人、绿罗、豆瓣绿等 10 种植物不适合在城市河道污水中种植;裂叶喜林芋、佛手蔓绿绒、马蹄莲等 11 种植物可在城市河道污水中生长.综合考虑温度、光照条件和耐污、吸污能力认为裂叶喜林芋和佛手蔓绿绒 2 种植物最适合推广在城市河道污水中种植.

关键词: 观赏植物; 城市河道; 污水; 生长

中图分类号: X522 文献标识码: A 文章编号: 1000-6923(2007)02-0204-04

The growth test of different ornamental plants in the sewage urban riverway. WANG Shou-bing, RUAN Xiao-feng, HU Huan, WANG Xiang-rong, FAN Zheng-qi* (Department of Environmental Science and Engineering, Fudan University, Shanghai 200433, China). *China Environmental Science*, 2007,27(2): 204~207

Abstract: For screening out the ornamental plants which could grow in the urban super eutrophic riverway sewage (USERS), the growth circumstances of 21 kinds of ornamental plants such as *Aglaonema commutatum* cv. “*Sanpema*” cultivated in USERS samples from Shanghai were studied. 10 kinds of plants such as *Aglaonema comutatum* cv. ‘*Sanpema*’, *Epipremnum pinnatum*, *Peperomia tetraphyllum* etc. were not adaptable to grow in the urban riverway sewage. The other 11 plants such as *Philodendron selloum*, *Philodendron ‘Xanadn’* and *Zantedeschia aethiopica* etc. could grow in the urban river sewage. Considering temperature, illumination condition, pollutants absorbability and resistibility, *Philodendron selloum* and *Philodendron “Xanadn”* were considered to be most suitable to grow in urban riverway sewage.

Key words: ornamental plants; urban riverway; sewage; growth

对于受到严重污染的河道,生态修复或治理已经成为许多城市水环境整治的重要任务^[1-3]. 城市河道污水中含有丰富的 N、P 等营养物质,这些物质进入湖泊、河流或海洋后,成为水体富营养化的重要因素.如果能够利用河道污水作为资源来种植观赏性的植物,对于净化水体,改善河道景观,发展观赏植物业均具有重要意义.

目前国内外在利用植物来净化水体污染方面的工作主要集中在湿地^[4-6]和污染物浓度相对较低的自然水体^[7-10],而有关城市纳污河道等严重污染水体的植物修复研究相当缺乏.另外,已有的研究在筛选植物时考虑净化能力的较多,而考虑资源化利用的较少.

本研究旨在通过研究不同观赏性植物在城市河道污水中的生长情况,筛选出特别适合在城市河道污水中种植,且有较高经济价值的品种,为城市河道的生态修复和污水净化提供技术支持.

1 材料与方法

1.1 材料

河道污水采自上海市三门路至武川路间的吉普路边河道.选择市场上较为畅销,可用于水培的 21 种观赏植物:绿罗(*Epipremnum pinnatum*),豆瓣绿(*Peperomia tetraphyllum*),春兰(*Cymbidium goeringii*),剑叶铁树(*Cordyline stricta*),郁金香(*Tulipa gesneriana*),富贵竹(*Dracaena sanderiana*),滴水观音(*Alocasiamarorrhiza*),银皇后(*Aglaonema ‘SilverQueen’*),黑美人(*Aglaonema commutatum* cv. ‘*Sanpema*’),金边长青藤(*Hedera nepalensis* var. *sinensis*),仙客来(*Cyclamen persicum*),葡萄风信子(*Muscari botryoides*),袖珍椰子(*Collinia elegans*),佛手蔓绿绒(*Philodendron ‘Xanadn’*),马

收稿日期: 2006-08-16
* 责任作者, 博士, zhqfan2002@vip.sohu.com

蹄莲 (*Zantedeschia aethiopica*), 万年青 (*Rohdea japonica*), 合果芋 (*Syngonium podophyllum*), 常春藤 (*Caulis Hederae Sinensis*), 裂叶喜林芋 (*Philodendron selloum*), 风信子 (*Hyacinthus orientalis*), 乳斑椒草 (*Peperomia obtusifolia* cv. 'Variegata').

容器采用 40cm(长)×30cm(宽)×30cm(高)透明玻璃缸,用打孔泡沫塑料做种植浮床.

1.2 方法

实验时间为 2004 年 1 月 19 日~9 月 13 日. 实验分 2 步进行,1 月 19 日~7 月 27 日,将玻璃缸置于开窗玻璃房内,用 100%污水培养试验植物,研究各植物在自然光照,经历冬季和夏季 2 个极端温度条件下能否耐受该浓度的污水.7 月 31 日~9 月 13 日,根据前面研究结果,选择具有推广潜力的植物品种进行重点研究,了解其在不同污水浓度下和不同光照条件下的生长情况.自然光照条件用玻璃房模拟,室内环境条件则用一般实验室来模拟.用曝气自来水将采回的污水稀释成 100%、75%、50%和 25% 4 个浓度组,曝气自来水作为清水对照.每 3d 换 1 次水,保持浓度基本稳定.实验开始和实验过程中测定各浓度组 COD_{Cr}、总磷和氨氮浓度,结果见表 1.

情况,包括叶片开始枯黄、死亡和长出新叶的时间、数量,以及植物开花和叶片生长状态.第二步实验的最终结果以叶片净死亡率的高低作为判断试验期间生长情况的最终指标.

叶片净死亡率=100%×(叶片死亡数-新叶数)/开始植入时叶片数 (1)

叶片净死亡率为正时表明试验期间死亡的叶片数比新长出叶片数多,为负时则表明试验期间死亡的叶片数比新长出叶片数少.

2 结果与分析

2.1 自然光照下植物在 100%污水中的生长

由表 2 可见,绿罗、豆瓣绿、富贵竹、滴水观音、剑叶铁树、郁金香、春兰和银皇后等 8 种植物不适合在高度富营养化的城市河道污水中种植.而黑美人和金边长青藤生长状况不佳,但基本能维持植株不死,说明二者只能基本适应污水生存环境,不宜做推广品种.佛手蔓绿绒和马蹄莲植入初期生长不佳,但经过一段时间的适应后,生长得很好.仙客来、葡萄风信子和风信子等 3 种植物不但生长良好,且开出鲜艳花朵.袖珍椰子、万年青、合果芋、常春藤、裂叶喜林芋和乳斑椒草等 6 种植物则始终生长良好,并不断有新叶长出.

2.2 不同光照和污水浓度条件下的生长情况

根据前面的试验结果,综合考虑耐污、吸污能力、生长速度、生物量以及市场推广前景等因素后,选择黑美人、裂叶喜林芋和佛手蔓绿绒 3 种植物进行不同光照和污水浓度条件下生长情况的研究.

2.2.1 黑美人 在植入不同浓度生活污水玻璃缸后,植物叶片均先后出现淡黄色中毒斑点,随后整片叶子慢慢枯黄死亡.除植入时叶片自身条件的差异外,总体上污水浓度越高,开始出现叶片中毒症状和死亡的时间也越早.

实验结束时各浓度组数据见表 3.经检验发现,室内条件下,100%浓度组与 75%浓度组之间无显著差异($P=0.157$),而与 50%以下浓度组之间差异显著($P<0.05$).75%浓度组也与 50%以下浓

表 1 各污水浓度组富营养物质浓度(mg/L)

Table 1 The concentration of eutrophic pollutants in different proportion sewage (mg/L)

污染物	100%污水 ($\bar{x}\pm SE$)	75%污水 ($\bar{x}\pm SE$)	50%污水 ($\bar{x}\pm SE$)	25%污水 ($\bar{x}\pm SE$)
COD _{Cr}	86.63±3.50	81.27±2.92	76.34±2.96	56.64±3.09
总磷	0.39±0.08	0.23±0.06	0.15±0.04	0.09±0.04
氨氮	9.50±3.25	5.18±2.51	3.10±0.95	1.58±0.28

在实验室和玻璃房内按不同浓度污水各设置一个玻璃缸,种植 3 株大小相对一致的同种植物.一个玻璃缸内放一块泡沫塑料,在其边缘打孔,大小恰好能把植物植入,若孔稍大,用泡沫塑料碎片做填充物,将植株固定.将植物从盆栽中转种入玻璃缸之前,先用生活污水洗去植物根系上的附着物.每天记录水体温度,观察并记录植株的生长

度组之间差异显著($P<0.05$),而 50%浓度组与 25%浓度组和清水组之间无显著差异($P>0.05$),说明 75%以上浓度的生活污水对黑美人生长具有显著不良影响.室外条件下,100%浓度组与 75%和 50%浓度组之间无显著差异($P>0.05$),而与 25%浓度组及清水组之间差异显著($P<0.05$).75%浓度组与 50%浓度组之间无显著差异($P>0.05$),但均与 25%浓度组及清水组之间差异显著($P<0.05$).说明 50%以上浓度的生活污水在室外条件下对黑美人生长具有显著不良影响.

表 2 各植物在 100%污水浓度中的生长情况及适合度判断
Table 2 The growth performance and suitability of 21 species of plants cultivated in 100% USERS

植物名称	生存时间 (d)	水温范围 (℃)	生长情况	是否适合 污水种植
绿罗	≤13	6.8~8	叶片泛黄,根枯死,最后整株死亡	不适合
豆瓣绿	≤13	6.8~8	叶片泛黄,根枯死,最后整株死亡	不适合
富贵竹	≤20	6.8~10	一周内开始枯黄,直至死亡	不适合
滴水观音	≤20	6.8~10	一周内叶片开始枯黄,最后植株死亡	不适合
剑叶铁树	≤20	6.8~10	两周后叶片便开始变黄,3 周时植株死亡	不适合
郁金香	≤20	6.8~10	两周后,叶片开始枯黄直至植株死亡	不适合
春兰	≤147	6.8~27	初期正常生长,后叶片开始变黄,一个月时候植株开始陆续死亡	不适合
银皇后	≤107	6.8~30	叶片逐渐枯黄死亡,直至整株死亡	不适合
黑美人	>82	6.8~30	开始时叶片枯黄,后逐渐长出少许新叶,但生长状况一般	基本适合
金边长青藤	>69	6.8~30	有叶片枯死亡现象,但植株适应后能正常生长	基本适合
佛手蔓绿绒	>117	6.8~30	开始时叶片枯黄,后逐渐长出许多新叶并旺盛的生长	适合
马蹄莲	>107	6.8~30	开始 5 周内生长不佳,后长势良好	适合
仙客来	>134	6.8~25	生长良好并开出鲜艳花朵	适合
葡萄风信子	>139	6.8~30	生长良好并开粗鲜艳花朵	适合
风信子	>118	6.8~25	生长良好并开出鲜艳花朵	适合
袖珍椰子	>130	6.8~30	生长基本正常,并能长出新枝	适合
万年青	>149	6.8~30	一直生长正常并有新叶长出	适合
合果芋	>149	6.8~30	生长良好	适合
常春藤	>149	6.8~30	生长非常旺盛,有大量新叶长出,主茎长长很多,并有新枝长出	适合
裂叶喜林芋	>149	6.8~30	生长旺盛	适合
乳斑椒草	>117	6.8~30	始终生长良好,且有新叶长出	适合

表 3 不同污水浓度下黑美人叶片净死亡率(%)
Table 3 The net mortality of *aglaonema commutatum* cv. “Sanpema” leaves cultivated in different proportion sewage (%)

浓度组	室内条件 ($\bar{x}\pm SE$)	室外条件 ($\bar{x}\pm SE$)
100%	56.3±8.8	38.7±10.8
75%	45.8±9.1	43.8±18.7
50%	21.0±7.2	33.3±8.2
25%	16.2±14.7	13.9±3.9
清水	13.9±12.7	11.6±11.1

注: $n=3$

从室内和室外环境影响差异看,各浓度组之

间叶片死亡率均无显著差异,说明光照和温度不是影响黑美人叶片死亡的主要因素.总体上各浓度组的生长情况均不是很好,说明黑美人不太适合在城市生活污水和曝气自来水中种植.

2.2.2 裂叶喜林芋 在室内条件下,各浓度组的裂叶喜林芋生长均受到一定的不良影响,叶片平均净死亡率 33.3%~66.7%(表 4).各浓度组之间无显著差异($P>0.05$),说明污水浓度不是影响其生长的主要因素,而可能与无太阳光照有关.

在室外条件下,各浓度组普遍生长良好,叶片数目各组均有不同程度的净增长,检验发现各浓度组之间净增长率无显著差异($P>0.05$),说明高

浓度污水不会影响其生长.比较室内和室外相同浓度组叶片净增长率发现,室外各组明显高于室内各组($P<0.05$),说明太阳光的照射对裂叶喜林芋的生长十分重要.

表 4 不同污水浓度下裂叶喜林芋叶片净死亡率(%)
Table 4 The net mortality of *philodendron selloum* leaves cultivated in different proportion sewage (%)

浓度组	室内条件($\bar{x}\pm\text{SE}$)	室外条件($\bar{x}\pm\text{SE}$)
100%	60.0±40.0	-6.0±22.6
75%	66.7±33.3	-62.5±37.5
50%	42.5±17.5	-25.0±0.0
25%	45.0±5.0	-48.0±27.5
清水	33.3±33.3	-50.0±50.0

注: $n=3$

2.2.3 佛手蔓绿绒 在室外条件下,各浓度组佛手蔓绿绒均生长良好,根繁叶茂,各植株几乎均有数量不同的新叶长出,最终叶片净死亡率平均值为 4.8%~21.4%(表 5).各浓度组之间叶片净死亡率无显著差异,说明在光照条件下各浓度组均适合佛手蔓绿绒的生长.

表 5 不同污水浓度下佛手蔓绿绒叶片死亡率(%)
Table 5 The net mortality of *philodendron 'xanadn'* leaves cultivated in different proportion sewage (%)

浓度组	室内条件($\bar{x}\pm\text{SE}$)	室外条件($\bar{x}\pm\text{SE}$)
100%	9.5±5.8	21.4±14.3
75%	46.0±18.7	21.4±25.8
50%	51.1±17.5	11.9±21.8
25%	42.3±11.4	16.7±8.2
清水	42.1±13.1	4.8±12.1

注: $n=3$

在室内条件下,各浓度组佛手蔓绿绒虽能存活,但生长状况不佳,除 100%浓度组叶片死亡率较低外,其他各组均较高,几乎没有新叶长出.同室外结果相比,佛手蔓绿绒的生长状况明显不足,说明太阳光照对佛手蔓绿绒的生长具有促进作用.

3 结论

3.1 绿罗、豆瓣绿、富贵竹、滴水观音、剑叶铁树、郁金香、春兰、银皇后、黑美人和金边长

青藤等 10 种植物不适合在 100%城市河道污水中种植;佛手蔓绿绒、马蹄莲、仙客来、葡萄风信子、风信子、袖珍椰子、万年青、合果芋、常春藤、裂叶喜林芋和乳斑椒草等 11 种植物可在城市河道污水中生长.

3.2 裂叶喜林芋在太阳光照条件下,适合在各浓度生活污水中存活和生长;在室内,各浓度组均不适宜其生长.佛手蔓绿绒在太阳光照条件下,适合在各浓度生活污水中存活和生长;在室内,虽能存活,但其生长状况明显不如在室外.综合考虑温度适应能力、耐污、吸污能力、市场推广前景等因素后,裂叶喜林芋和佛手蔓绿绒最适合在城市河道重度富营养化水体中种植.

参考文献:

[1] 张捷鑫,吴纯德,陈维平,等.污染河道治理技术研究进展 [J]. 生态科学,2005,24(2):178-181.

[2] 郑天柱,周建仁,王超.污染河道的生态修复机理研究.环境科学 [J]. 2002,23(增刊):115-117.

[3] 顾泳康.上海河道水环境的污染与治理 [J]. 上海建设科技, 1998,(4):21-23.

[4] Kim S Y, Geary P M. The impact of biomass harvesting on phosphorus uptake by wetland plants [J]. Water Sci. Technol., 2001,44(11/12):61-67.

[5] Christian R P, Lauchlan H F, David S. The interacting effects of temperature and plant community type on nutrient removal in wetland microcosms [J]. Bioresource Technology, 2005,96: 1039-1047.

[6] Coleman J, Hench K, Garbutt K, et al. Treatment of domestic wastewater by three plant species in constructed wetlands [J]. Water, Air and Soil Pollution, 2001,128(3/4):283-295.

[7] 李修岭,李伟,李夜光,等.几种植物去除高度富营养化湖水中氮磷及抑藻效果的初步研究 [J]. 武汉植物学研究,2005,23(1): 53-57.

[8] 童昌华,杨肖娥,濮培民.富营养化水体的水生植物净化试验研究 [J]. 应用生态学报,2004,1(8):1447-1450.

[9] 卢进登,帅方敏,赵丽娅,等.人工生物浮床技术治理富营养化水体的植物遴选 [J]. 湖北大学学报(自然科学版),2005,27(4): 402-404.

[10] 徐德福,徐建民,王华胜,等.湿地植物对富营养化水体中氮、磷吸收能力研究 [J]. 植物营养与肥料学报,2005,11(5):597-601.

作者简介: 王寿兵(1970-),男,四川富顺人,副教授,博士,主要从事生态评价、生态规划与产业生态学研究.发表论文 30 余篇.