

# 人工污水对桐花树的生长影响<sup>\*</sup>

陈桂珠 马 骅

黄玉山 谭凤仪

(中山大学环境科学研究所, 广州 510275)

(香港城市大学)

**摘 要** 正常、5倍和 10倍浓度的人工污水在模拟潮汐的条件下处理红树林植物桐花树 1 年生幼苗 1<sub>a</sub>, 测定植株的根长、根径、茎高、茎径、叶片数、生物量、凋落叶量以及开花结果等指标。结果表明: 正常和 5倍组的这些指标显著或极显著地高于对照组。10倍组的指标大于或接近对照组; 但根长显著低于对照组。以上情况说明: 污水处理可以促进桐花树的生长和开花结果, 但 10倍组浓度污水会抑制根的生长和开花结果。

**关键词** 人工污水, 桐花树, 生长, 效应

**分类号** Q 948

为了研究日益严重的河口海湾环境污染对红树林植物的影响并筛选抗性强、净化能力高的红树植物作为海岸滩涂造林树种, 已经研究了城市污水对秋茄的影响<sup>[1-3]</sup>。本文则研究同样的污水对桐花树 *Aegiceras corniculatum* 的生长的影响。

## 1 材料和方法

### 1.1 研究材料

桐花树为紫金牛科 *Mysinaceae* 植物。试验用 1<sub>a</sub> 生幼苗及海泥从深圳福田红树林保护区运回校园人工气候室种植。用海盐配制盐度为 1.5‰ 的人工海水作为潮汐水。人工控制潮水每日两涨两退。

### 1.2 模拟红树林湿地的建立

每个模拟湿地系统由 3 个试验盆和 1 个潮汐盆组成。试验盆和潮汐盆大小为: 0.75 m × 0.5 m × 0.4 m。共设 4 个处理组, 每组 3 个平行, 每个试验盆内盛 100 kg (风干土重) 海泥 (高约 0.3 m), 每盆种桐花树幼苗 15 株。

### 1.3 人工合成污水的配制与排放

参考《污水综合排放标准》(国家环境保护局污染管理司, 1991) 及实测的香港城市污水中的各物质含量, 确定正常浓度人工污水 (NW) 浓度 (表 1)。5倍和 10倍浓度污水 (分别用 FW、TW 表示) 所含物质分别是正常浓度污水的 5倍和 10倍。

桐花树移植生长正常后开始灌污水, 每周 2 次于退潮期均匀排灌到试验盆中, 每盆每

\* 国家自然科学基金 (39470151) 和香港裘氏基金资助项目

收稿日期: 1998-07-10 陈桂珠, 女, 54岁, 教授; 马骅现在山东济南市中区环保局工作

次排放污水 1.75 L, 持续 1 a.

表 1 人工污水成分

mg° L<sup>-1</sup>

污染物	NH <sub>4</sub> - N	NO <sub>3</sub> - N	总 N	总 P	K	Mn	Zn	Cu	Ni	Pb	Cr <sup>6+</sup>	Cd
<i>c</i>	40.0	1.0	10.0	10.0	50.0	5.0	5.0	2.0	1.0	1.0	0.5	0.1

### 1.4 植物生长数据的测量

灌污前随机取 21 株桐花树苗作为标准木逐株测量根长、根径、茎高、茎径、叶片数等指标. 并将各器官在 105°C 下烘干至恒重计每株总生物量. 再根据植物相关生长法<sup>[4, 5]</sup>, 苗木的茎径 (*D*)、茎高 (*H*) 与生物量 (*B*) 之间存在下列相关关系  $B = a(D^2 H)^b$ ,

即 
$$\lg B = \lg a + B \lg(D^2 H) \tag{1}$$

以 (1) 式为回归式, 将标准木实测数据代入, 求出参数 *a*, *b* 的值.

灌污开始后, 每月定期测定每株植株的茎高和茎径, 统计茎高、茎径增量, 并根据所求得的回归方程统计植株的生物量及其增量. 并定期测量叶片数、开花、结果数等. 实验结束后测根长、根径等指标.

### 1.5 凋落叶生物量的统计

试验期间, 随时收集凋落叶, 每月分组汇总以求每组落叶总量, 取一部分在 105°C 烘干至恒质量以计算全部落叶的生物量.

## 2 结果与讨论

### 2.1 污水处理对桐花树根茎叶各器官的影响

污水处理 1 a 后桐花树根、茎、叶各器官指标见表 2

表 2 污水处理 1 年后各组植株个体平均指数

项 目	对照组	NW	FW	TW
根长 /cm	40.625± 7.561	43.500± 6.576	38.500± 1.871	31.300± 4.068 <sup>o</sup>
根径 /cm	1.398± 0.196	1.587± 0.300	1.697± 0.016 <sup>*</sup>	1.448± 0.200
茎高 /cm	101.250± 18.566	113.375± 9.134	118.567± 3.997 <sup>o</sup>	104.675± 7.153
茎径 /cm	1.414± 0.259	1.834± 0.316	1.723± 0.206	1.682± 0.101 <sup>o</sup>
叶片数	131.0± 36.3	237.0± 72.6 <sup>*</sup>	266.5± 73.8 <sup>*</sup>	239.0± 86.0 <sup>*</sup>

$\bar{x} \pm s$  (*n* = 9), \* *P* < 0.05, \* \* *P* < 0.01

从表 2 可见, 除 10 倍组根长显著低于对照组外, 其余指标均高于或显著、或极显著高于对照组. 特别是叶片数, 3 个处理组均极显著高于对照组. 外形观察, 各组均是枝叶繁茂, 尤其正常组和 5 倍组茎枝粗壮且分枝多. 这是因为这些植株能从污水中得到营养成分. 但 10 倍浓度组偶有烂根现象, 可能与污水浓度太大有关.

### 2.2 污水处理对桐花树茎高生长量的影响

由每月定期测定, 并统计 1 a 的每植株的茎高生长量年平均值 (*H*)、最大值 (*H*<sub>max</sub>) 和最小值 (*H*<sub>min</sub>) 及月均增量 ( $\Delta H$ ) (表 3). 正常组植株茎高  $\Delta H$  极显著地高于对照组; 而 *H*<sub>max</sub> - *H*<sub>min</sub> 和 *H*<sub>max</sub> 均小于对照组, *H*<sub>min</sub> 却大于对照组. 这说明此组各植株对污水的反应较一致, 生长均匀.

5 倍和 10 组的各指标说明各植株对污水的反应不太一致. 但从整体来说, 1 a 污水处理

未对植株造成不利影响。

### 2.3 污水处理对桐花树茎径生长量的影响

同样,由每月定期测定,并统计 1 a 的每植株的茎径生长量年平均值( $\bar{d}$ )、最大值( $d_{\max}$ ) and 最小值( $d_{\min}$ )及月均增量( $\Delta d$ ) (表 3)。

表 3 个体茎高和茎径生长量

cm

处理	茎 高					茎 径				
	$H$	$H_{\max}$	$H_{\min}$	$H_{\max} - H_{\min}$	$\Delta H$	$\bar{d}$	$d_{\max}$	$d_{\min}$	$d_{\max} - d_{\min}$	$\Delta d$
对照组	39.038±0.191	71.0	16.5	54.5	3.3	0.629±0.191	1.007	0.188	0.819	0.052
NW	45.55±10.598*	61.7	23.6	38.1	3.8	0.80±0.274*	1.459	0.327	1.132	0.067
FW	43.424±16.434	81.0	18.0	63.0	3.6	0.776±0.226*	1.250	0.316	0.934	0.065
TW	38.880±14.989	82.0	11.0	71.0	3.2	0.644±0.201	1.068	0.251	0.817	0.054

$\bar{x} \pm s$  ( $n=45$ ), \* \*  $P < 0.01$

表 3 说明正常和 5 倍组茎径年增量都极显著地大于对照组, 10 倍组与对照组水平一致。由  $d_{\max} - d_{\min}$  来看尽管正常和 5 倍组年茎径生长量变化范围大于对照组, 但各组  $d_{\max}$ ,  $d_{\min}$  也都大于对照组, 说明即使是 10 倍浓度的污水对植株的粗生长的促进作用也是稳定的。

### 2.4 污水处理对桐花树生物量的影响

根据回归方程和每月定期测得每株植株的茎径、茎高等数据计算出污灌 1 a 各组生物量年均、月均增量 (表 4)。

表 4 1 年中个体生物量年均增量和月均增量

g

项目	对照组	NW	FW	TW
年均增量	17.604±6.653	22.825±8.806*	21.302±8.662*	17.597±7.548
月均增量	1.467	1.902	1.775	1.466

$\bar{x} \pm s$  ( $n=45$ ), \*  $P < 0.05$ , \* \*  $P < 0.01$

表 4 说明, 正常和 5 倍组的年生物量增量极显著地和显著地高于对照组, 10 倍浓度组则与对照组接近。

### 2.5 污水处理对桐花树凋落叶量的影响

各组每月凋落叶量见表 5。各组的凋落叶量均大于对照组, 大小顺序为: NW > FW > TW > 对照组。而表 4 中各组生物量顺序亦为 NW > FW > TW ≈ 对照组。因为红树林植物具有高生产力、高归还率的特点, 污水处理促进了植物生物量的增加, 相应的凋落叶量也会随之增加。

表 5 凋落叶生物量

g

时间	对照组	NW	FW	TW	时间	对照组	NW	FW	TW
1994.12	20.934	17.587	25.360	26.275	1995.6	20.798	35.129	27.077	27.645
1995.1	11.852	13.335	14.768	9.979	1995.7	23.354	33.622	28.526	22.070
1995.2	21.564	22.731	18.020	11.843	1995.8	19.707	46.370	23.812	27.973
1995.3	19.254	20.296	16.089	10.575	1995.9	51.956	66.487	40.151	40.248
1995.4	23.446	44.456	35.008	30.036	1995.10	24.604	36.680	47.541	23.910
1995.5	15.743	22.895	35.304	36.373	Total	253.212	359.588	311.656	266.927

## 2.6 污水处理对桐花树开花结果的影响

各组桐花树植株开花结果情况统计如表 6.

表 6 各组桐花树开花结果情况比较 (1995年)

项 目	对照组	NW	FW	TW
开花起始时间	4月 11~ 16日	4月 4~ 7日	4月 7~ 11日	6月 24~ 27日
结果起始时间	6月 22~ 24日	6月 10~ 15日	6月 20~ 22日	7月 20~ 26日
成熟果数 /个	43	44	45	2
成熟果长 /cm	4.0	4.5	4.0~ 4.5	3.5~ 4.0

如表 6所示, 对照组 正常、5倍组植株开花结果的时间相近, 都分别在 4月中旬和 6月下旬, 这与黄庆昌等<sup>[6]</sup>观察深圳福田桐花树的花期为 3~ 4月, 果期 6~ 8月的情况一致. 3组开花结果时间顺序为: NW> FW> 对照组, 10倍组开花结果时间各推迟了 2和 1个月; 各组结果数目顺序为: FW> NW> 对照组> TW; 成熟果长短顺序为: NW> FW> 对照组> TW. 可见正常和 5倍浓度污水并未影响植株的生殖生长, 反而有促进作用, 10倍污水则有抑制作用.

## 3 小 结

模拟城市污水处理红树林植物桐花树幼苗 1 a, 结果表明: 正常和 F倍组的植株根、茎、叶指标和生物量显著或极显著地高于对照组. T倍组的各种指标高于或与对照组的接近, 但根长显著低于对照组. 以上情况说明污水处理对桐花树生长有促进作用. 污水处理对凋落叶量的影响与生物量相似. T倍浓度污水抑制桐花树开花结果.

## 参 考 文 献

- 1 Chen G Z, Miao S Y, et al. Effect of synthetic wastewater on young *Kandelia candel* plants growing under greenhouse conditions. *Hydrobiologia*, 1995, 295 (1): 263~ 273
- 2 陈桂珠, 缪绅裕, 谭凤仪, 等. 人工合成污水对秋茄幼苗的几个生态生理学指标影响初报. *应用生态学报*, 1994, 5 (2): 221~ 224
- 3 缪绅裕, 陈桂珠. 人工污水对温室中秋茄苗光合速率的影响. *环境科学研究*, 1997, 10 (3): 41~ 44
- 4 木村允. 陆地植物群落的生产量测定法. 姜恕等译. 北京: 科学出版社, 1981. 79~ 97
- 5 John W D. The productivity and composition of a mangrove forests. *Laguna de Terminos, Mexico. Aquatic Botany*, 1987, 27 (1): 267~ 284
- 6 黄庆昌, 曾沛, 粟舜英, 等. 深圳市福田区红树林鸟类自然保护区红树林群落的初步研究. *生态科学*, 1985 (1): 12~ 18

## The Effects of Treating Synthetic Municipal Wastewater on *Aegiceras corniculatum* under Simulated Tidal Condition

Chen Guizhu<sup>\*</sup> Ma Hua Wong Yukshan Nora F Y Tam

**Abstract** The one year old seedlings of *Aegiceras corniculatum* were treated with synthetic municipal wastewater for a year under simulated tidal condition, namely NW, FW and TW three different concentrations. NW had the characteristics similar to conventional municipal wastewater, while FW and TW contained five and ten times of the nutrients and heavy metals found in municipal wastewater respectively, 1.5‰ salinity of artificial seawater as control. The indexes of root length, root diameter, stem height, stem diameter, leaves quantities, biomass, fallen leaves, flowering and fruiting of *Aegiceras corniculatum* plants were examined. The results showed that Treating of synthetic municipal wastewater could stimulate growth of *Aegiceras corniculatum* plants. Those indexes of NW and FW were obviously higher or very obviously higher than that of control. And the most indexes of TW were higher or similar to that of control. But the TW indexes of root length, flowering and fruiting were lower than that of control.

**Keywords** synthetic municipal wastewater, *Aegiceras corniculatum*, growth, effect

<sup>\*</sup> Institute of Environmental Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China