

# 几种园林树种对酸雨抗性的研究

## Resistance of Several Garden Trees to Acid Rain

杨振德

陈锐亮\*

程玉兰

Yang Zhende

Chen Ruiliang

Cheng Yulan

(广西大学林学院 南宁 530001)

(Forestry College, Guangxi Univ., Nanning, 530001)

**摘要** 用人工模拟酸雨浸泡叶片法研究南宁市内羊蹄甲 (*Bauhinia purpurea*), 人面子 (*Dracontomelon duperreanum*), 扁桃 (*Mangifera persiciforma*), 榕树 (*Ficus microcarpa*) 阴香 (*Cinnamomum burmanni*), 果 (*Mangifera indica*), 蒲葵 (*Livistona chinensis*) 对酸雨的抗性。这些树种的叶片在人工模拟酸雨 (pH 值 2) 处理 48 h 后, 可见伤害指数分别为 1, 0.98, 0.3, 0.3, 0.3, 0.1, 0。pH 值 6 处理 48 h 后, 可见伤害指数均为 0。表明, 酸雨处理后这些树种的叶片主要出现褐色斑和水渍状斑。细胞膜透性明显增大, 叶片细胞汁液 pH 值明显下降, 过氧化氢酶活性随树种不同而异, 羊蹄甲和人面子叶片过氧化氢酶活性受到明显抑制, 蒲葵出现应激性升高。扁桃等其他树种在弱酸雨条件下加强而在强酸雨条件下明显受到抑制。且随酸雨 pH 值的下降和浸泡时间的延长而明显。

**关键词** 园林树种 酸雨 抗性

**中图法分类号** S 718.519

**Abstract** Acid rain resistance of seven garden trees in Nanning was studied by means of soaking leaves in simulated acid rain. The results showed that the main damage symptoms in these tree leaves soaking in acid rain were brown spots and water stains. The membrane permeability rapidly increased but the pH values of cell sap considerably decreased. The effects of simulated acid rain on the activity of CAT varied with species. The activity in *Bauhinia purpurea* and *Dracontomelon duperreanum* was inhibited obviously. But physiological adaptation to acid rain in *Livistona chinensis* was observed. While the activity of CAT in *Mangifera persiciforma* et al was promoted under weak acid rain conditions and it was inhibited obviously in strong acid rain. Along with the treatment time extending and the pH values of acid rain decreasing.

**Key words** garden trees, acid rain, resistance

据报道,我国南方重酸雨灾区已出现一些严重的森林衰亡现象,重庆南山 1 800 hm<sup>2</sup>马尾松林已死亡 46%,峨嵋山金顶冷杉死亡率达 40%,柳州市和郊区一些林木也出现了较严重的酸雨危害症状<sup>[1]</sup>。大量的试验研究表明,模拟酸雨引起树木损伤主要发生在叶部<sup>[2,3]</sup>。罗金陵等曾用酸雨浸泡带叶枝条的方法研究翅荚木对酸雨的反应<sup>[4]</sup>。本试验采用酸雨浸泡叶片的方法研究了南宁市几种主要园林树种对酸雨的抗性情况,旨在为南宁市绿化树种的选择和更新提供科学的方法和依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 树种选择

试验以广西大学林学院行道树为材料,所选的绿化树种是南宁市园林植物中按重要性排列前 12 种乔木树种中的 7 个<sup>[5]</sup>。

### 1.2 酸雨配制

模拟酸雨按文献 [6] 的方法配制。模拟酸雨的酸度设 pH 值 6 (CK)、pH 值 4、pH 值 3 和 pH 值 2 共 4 个水平。

### 1.3 酸雨处理

将叶片分别浸入不同 pH 值的模拟酸雨中,每个处理 3 张叶片,3 次重复,不定时观察叶片的伤害症状,计算各种树种的伤害指数。

$$\text{伤害指数} = \frac{\text{叶片受害面积}}{\text{叶片总面积}} \times \text{权重系数}$$

褐色斑和水渍状斑的权重系数分别设为 1, 0.5

### 1.4 生理生化指标测定

酸雨浸泡处理 16 h 后把叶片取出,用清水冲洗,擦干,用于生理生化测定。

#### 1.4.1 叶片细胞膜透性测定

细胞膜透性用电导法测定<sup>[7]</sup>。以叶片水提液的电导率与沸水浸提液的电导率的百分比表示细胞膜透性的大小。

#### 1.4.2 叶片汁液 pH 值的测定

取洗净擦干的叶片研磨,蒸馏水稀释后用 pH 值计测定。

#### 1.4.3 过氧化氢酶活性的测定

过氧化氢酶 (CAT) 活性采用高锰酸钾滴定法测定<sup>[7]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 酸雨对叶片的伤害症状

叶片受模拟酸雨浸渍后的伤害症状主要有褐色斑和水渍状斑两种类型。羊蹄甲和人面子对酸雨的抗性最弱,阴香,榕树,蒲葵对酸雨的抗性最强。pH 值 2 的酸雨处理 3 h 以后,羊蹄甲和人面子即出现块状和散点式褐色斑;8 h 后,羊蹄甲叶片的受害面积已达 98%,大部分叶脉变褐色,而人面子叶片的受害面积达 50%,其叶脉亦大部分变褐色;16 h 后,羊蹄甲叶片完全退绿而呈黄褐色,人面子 90% 的叶面变褐色。继续浸泡至 2 天后,羊蹄甲叶片变为金黄色,人面子叶片几乎完全变为褐色。pH 值 4 的酸雨处理 6 h 后,羊蹄甲出现散点式褐色斑

数表,由表 1 可看出,7个绿化树种对酸雨抗性强弱顺序为蒲葵, 果 阴香 榕树 扁桃, 人面子和羊蹄甲。一般说来,酸雨对树木叶片造成直接伤害的临界值可能在 pH值 3.0~ 3.5 左右,高于 pH值 3.5的酸雨一般不会使树木叶片受害,低于此值的酸雨可能首先使敏感树种受害<sup>[1]</sup>。因此,从本试验结果来看,羊蹄甲和人面子属于对酸雨极敏感的树种。

不同生长期的树木叶片对酸雨的反应不同。羊蹄甲和人面子成熟叶和正在发育的幼叶均对酸雨极为敏感。但 果幼叶比成熟叶更易受酸雨的伤害。pH值 2的酸雨处理 3 h后, 果幼叶即出现红褐色斑点,约占叶片总面积的 8%; pH值 4的酸雨处理 3 h亦出现红褐色斑点,可见, 果幼叶对酸雨极为敏感。

表 1 各树种叶片受酸雨伤害后的可见伤害指数 (处理 48 h)

pH值	羊蹄甲 <i>Bauhinia purpurea</i>	人面子 <i>Dracontomelon duperreanum</i>	扁桃 <i>Mangifera persiciforma</i>	榕树 <i>Ficus microcarpa</i>	阴香 <i>Cinnamomum burmanni</i>	果 <i>Mangifera indica</i>	蒲葵 <i>Livistona chinensis</i>
2	1	0.98	0.3	0.3	0.3	0.1	0
3	0.9	0.5	0.2	0.2	0.1	0.05	0
4	0.6	0.3	0.1	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0

## 2.2 酸雨对叶片细胞膜透性及叶片汁液 pH值的影响

酸雨对各树种叶片的伤害,是从叶片的细胞膜开始的<sup>[6]</sup>。各树种叶片外渗液的电导率和叶片汁液的 pH值测定结果见表 2

表 2 模拟酸雨对叶片相对电导率 (%)和叶片细胞汁液 pH值的影响 (处理 16h)

树 种	相对电导率 (%)				细胞汁液 pH值			
	2	3	4	6	2	3	4	6
羊蹄甲 <i>Bauhinia purpurea</i>	35(59.1)	29(31.8)	24(9.1)	22	4.08(-29.4)	5.45(-5.7)	5.55(-4.0)	5.78
人面子 <i>Dracontomelon duperreanum</i>	31(55)	26(30)	21(5)	20	2.8(-20.5)	3.05(-13.4)	3.12(-11.4)	3.52
扁桃 <i>Mangifera persiciforma</i>	26(30)	24(20)	23(15)	20	5.02(-12.2)	5.5(-3.9)	5.67(-0.9)	5.72
榕树 <i>Ficus microcarpa</i>	27(28.6)	26(23.8)	24(14.3)	21	7.65(-6.7)	7.76(-5.4)	7.82(-4.6)	8.20
阴香 <i>Cinnamomum burmanni</i>	24(26.3)	24(26.3)	22(15.8)	19	5.2(-5.1)	5.38(-1.8)	5.4(-1.5)	5.48
果 <i>Mangifera indica</i>	24(20)	23(15)	20(0)	20	5.3(-4.5)	5.4(-2.7)	5.5(-0.9)	5.55
蒲葵 <i>Livistona chinensis</i>	23(15)	22(10)	21(5)	20	5.85(-1.9)	5.86(-1.7)	5.96(0)	5.96

\* 括号内数据为与对照相比增减的百分比。

由表 2可见,随着酸雨 pH值的降低,叶片细胞的电导率增大而 pH值降低。当酸雨 pH值为 4时,各树种叶片电导率升高 0%~ 15.8%。而当酸雨的 pH值降低至 2时,各树种叶片电导率升高 15%~ 59.1%。电导率越大,说明膜受伤害的程度越严重。有研究表明,树种的抗酸能力与其细胞汁液 pH值呈正相关,即抗性强的树种细胞汁液 pH值较大<sup>[4]</sup>。本试验结果亦表明,抗酸性较弱的人面子叶片其固有 pH值较低,当受酸雨影响时,其叶片细胞汁液 pH

20.5%。而抗酸性较强的榕树叶片固有 pH 值较高, 在 pH 值为 2 的酸雨胁迫下, 细胞汁液 pH 值仅下降 6.7% (表 2)。

### 2.3 酸雨对各树种过氧化氢酶活性的影响

过氧化氢酶 (CAT) 是一种重要的保护性酶, 在逆境条件下具有重要的保护作用。从表 3 可看出, 当酸雨较弱时, 抗性较强的树种 CAT 活性明显升高而抗性较弱的树种 CAT 活性明显降低。当酸雨较强 (pH 值  $\leq 3$ ) 时, 抗性较强的树种 CAT 活性受到抑制, 表明这些树种对酸雨的抗性是有限的。在羊蹄甲和人面子的测试中, CAT 活性随酸雨 pH 值的降低而降低, 表明这两个树种对酸雨的抗性较弱。相反, 蒲葵的 CAT 活性在酸雨胁迫下均比对照升高, 表现出生理适应现象, 具有极强的抗酸雨性能。

表 3 酸雨对各树种过氧化氢酶活性的影响

树 种	过氧化氢酶活性			
	2	3	4	6
羊蹄甲 <i>Bauhinia purpurea</i>	27.2(- 61.9)	34(- 52.4)	40.8(- 42)	71.4
人面子 <i>Dracontomelon duperreanum</i>	64.6(- 44.1)	74.8(- 35.3)	95.2(- 17.6)	115.6
扁桃 <i>Mangifera persici forma</i>	212.5(- 32.4)	306(- 2.7)	326.4(3.8)	314.5
榕树 <i>Ficus microcarpa</i>	102(- 21)	115.6(- 20.5)	212.5(64.5)	129.2
阴香 <i>Cinnamomum burmanni</i>	59.5(- 53.9)	102(- 21.1)	224.4(73.7)	129.2
果 <i>Mangifera indica</i>	129.2(- 13.6)	136(- 9.1)	170(13.6)	149.6
蒲葵 <i>Livistona chinensis</i>	147.4 (3.2)	178.5 (25)	158.1 (10.7)	142.8

括号内数据为与对照相比增减的百分比。

## 3 结语

羊蹄甲和人面子对酸雨的抗性极弱, 同时人面子由于其发达的板根会破坏路面和建筑物, 因而不宜作为南宁市主体绿化树种。阴香虽然具有较强的抗酸雨性能, 但因其易受煤烟病危害, 不但不能绿化市区反而影响市容。榕树细胞汁液 pH 值较高, 呈碱性, 抗酸雨能力较强, 并且具有较强的 SO<sub>2</sub> 净化能力<sup>[8]</sup>。因而是公园绿化的理想树种。蒲葵具有较强的抗酸雨能力, 且生长表现较好, 是较佳的绿化树种。

## 参考文献

- 1 彭方仁, 张增耀. 酸雨造成树木及森林生态系统的危害机理. 南京林业大学学报, 1992, 16 (4): 74~ 79.
- 2 高绪评. 模拟酸雨对树木影响的初步研究. 南京中山植物园研究论文集, 1986, 32~ 38.
- 3 冯宗炜. 模拟酸雨对树木叶片的伤害和树木抗性的研究. 环境科学, 1988, 9 (5): 30~ 33.
- 4 罗金陵, 马长举. 酸雨对翅荚木的生理反应及其机理的研究. 西北植物学报, 1988, 8 (4): 218~ 228.
- 5 温远光, 黄志辉. 广西南宁、柳州、桂林城市园林植物的调查与分析. 广西植物, 1992, 12 (3): 279~ 287.
- 6 顾明华, 陆申年, 黎晓峰等. 模拟酸雨和酸雾对水稻生理和生长的影响. 广西农业大学学报, 1994, 13 (3): 217~ 222.
- 7 黄学林, 陈润政, 张北壮编. 种子生理实验手册. 北京: 农业出版社, 1990, 122~ 124.
- 8 郁梦德, 余清发. SO<sub>2</sub> 和 HF 污染区抗污绿化植物的净化能力比较. 广西植物, 1989, 9 (4): 357~ 363.