

杭州西湖绿化树木对二氧化硫的净化效应

蒋美珍 刘嘉蓉

(杭州植物园)

杭州西湖,湖光山色,风景秀丽,是闻名中外的游览胜地。风景区鱼跃莺唱,绿树繁花,园林绿化充分发挥了保护环境的作用。

我们于 1979—1980 年全面调查了环湖四周树木的种类分布、生长状况、绿地覆盖面积和污染点源,并做了二氧化硫人工熏气试验,探讨树木对大气中二氧化硫的净化效应,为西湖环境质量评价提供科学依据。

西湖四周植物种类丰富,绿地覆盖率达 70% 以上,公园绿地面积共 3,389 亩,山林面积 60,189 亩。树木种类共 200 多种,隶属 64 科,112 属。常绿阔叶乔灌木树种是该地区的优势种。

杭州市近年来随着工业的迅速发展,“三废”排放日益增多。经调查,市区大气污染物有 27 种之多,其中 SO_2 排放量较大,是当前大气中主要污染物之一。西湖附近有蒸气锅炉 58 台,加上居民的生活用煤致使大量 SO_2 排入大气。环湖树木对 SO_2 的抗性因树种而异,我们根据适应程度来划分树木对 SO_2 抗性的级别。

一、材料与方 法

(一) 采样地点

沿湖四周设点五处:湖滨(东)、花港公园(南)、西山路(西)、中山公园(北)和三潭印月(湖中)。虎跑为清洁区;杭州炼油厂为污染对照区。

(二) 试验树种

以杭州常见的绿化树木为主。选雪松、香樟、桂花、茶花、大叶黄杨、广玉兰、紫薇、无

患子、悬铃木、垂柳、含笑、美人蕉等 12 个树种为测定材料。

(三) 人工熏气试验

在一间 75M^3 的密闭玻璃室内,用化学反应发生 SO_2 气体,用鼓风机送风,使熏气室内 SO_2 与空气混合,浓度保持在 2.0ppm。供试材料在室内暴露二小时。材料剪取自绿化树木当年生离体枝条长约 30 公分,共 137 个树种。

二、结果与讨论

(一) 西湖周围树木对 SO_2 的抗性

在调查中可以看出,环湖绿化树木普遍生长良好,未受到城市大气污染的明显伤害。究其原因,这些树木有专业园林工人的精心培育和管理,及时治虫防病,抗旱御寒,施肥剪枝,促使枝叶繁茂,生长正常。再则这些树木大多对 SO_2 有较高的抗性,而大气中 SO_2 实际浓度又未达到树木的伤害“阈值”,所以树木外观没有出现症状。

在人工熏气试验中可以看到, SO_2 对树木的伤害常常在叶片表面出现肉眼可见的受害症状。伤害斑块多半出现在叶脉和叶缘之间,形成大小不一形状各异的点状或块状的坏死斑。伤斑颜色因树种不同而呈棕色、褐色或棕褐色。受害严重的叶片出现卷缩软萎,失水下垂或脱落。湿地松嫩枝叶尖发黄;池杉小枝卷曲,针叶枯萎;七叶树 1/4 叶面积受害呈缺绿斑点;重阳木叶片出现水渍状的成片伤斑;绣线菊 1/2 叶片受害呈棕色斑;三角枫嫩枝焦枯;金银花 1/3 叶受害呈褐色斑;

盘槐 3/4 叶片受害失绿萎黄；白玉兰个别叶片有棕色斑点；西府海棠 1/3 以上叶面积受害，叶背有缺绿斑块；金丝桃大部分叶片发黄，个别叶片有漂白斑。

(二) 树木对 SO₂ 抗性的分级标准

根据叶片受害症状的轻重程度，按叶片受害面积的百分率来划分抗性强、抗性中等和抗性弱三个等级。一级抗性强：叶片受害面积不超过总叶面积的 1/3；二级抗性中等：叶片受害面积不超过总叶面积的 1/2；三级抗性弱：叶片受害面积超过总面积 1/2。人工熏气试验与现场调查结果基本一致。环湖树种对 SO₂ 的抗性见表 1。

表 1 环湖绿化树木对 SO₂ 抗性

抗 性 强	茶花、胡颓子、大叶黄杨、木芙蓉、桂花、雀舌黄杨、络石、油茶、棕榈、菠萝花、金边黄杨、珊瑚树、卫茅、苹果、茶梨、石楠、夹竹桃、罗汉松、枸桔、金桔、香抛、构骨、柳杉、桧柏、扁柏、龙柏、垂柳、麻栎、白栎、米槠、厚皮香、青冈、板栗、紫楠、苦槠、榔榆、海桐、广玉兰、山玉兰、七叶树、八角枫、山胡椒、柞木、月桂、垂丝海棠、枳、长山核桃、郁李、腊梅、倭海棠、湖北山楂、枫香、白玉兰、杨梅、鸡爪槭、毛竹、葡地柏、珊瑚朴、红叶李、四季竹、羽毛枫、瑞香、木瓜、丁香、水杨梅、沙朴、薛荔、黄连木、山膀胱、金银花、园榿、枣、豹皮樟、槲花、硕苞蔷薇、洒金东瀛珊瑚。
中 等	含笑、紫薇、蚊母树、栀子花、紫藤、水腊、十大功劳、黄馨、紫荆、白杨、枫杨、马褂木、香樟、乌桕、槐树、杜仲、女贞、梅、合欢、重阳木、无患子、油柿、青栎、泡桐、白皮松、绣线菊、湿地松、木香、木笔、红枫、南天竹、平头赤松、黄檀、榉、西府海棠、贴梗海棠。
弱	池杉、金丝桃、化香、金钟花、盘槐、黑松、杜鹃、石榴、水杉、金钱松、雪松、悬铃木、十姐妹。

(三) 绿化树木对 SO₂ 的吸收净化效应

在城市和工矿区中，绿化树木不仅具有一定程度的抵抗力，而且以其特有的生理功能，通过叶片上的气孔和枝条上的皮孔吸收有害物质即降解作用，或积累于某一器官内，或由根系排出体外。植物的这种吸收、降解、积累和迁移，就是对大气污染起净化作用。许多树木对 SO₂ 具有吸收能力，但吸收的能力

和速度是与树木的种类、SO₂ 的浓度、污染的时间及季节等因素有关。一般叶内含硫量约为 0.1—0.3% (干重) 左右，而处于 SO₂ 污染环境植物体内含硫量可超过正常含量的 5—10 倍。

1. 不同树种含硫量的比较：不同树种叶片的含硫量有明显的差异 (见表 2)。垂柳、悬铃木、广玉兰、桂花、茶花、香樟、大叶黄杨和美人蕉具有较强的吸硫能力。在靠近闹市区的湖滨测定点，试验树种叶内的含硫量均比其余各点高。对 SO₂ 抗性较弱的悬铃木叶片内富集 SO₂ 的量超过抗性强的大叶黄杨和广玉兰。即使抗性弱的雪松，叶片内积累 SO₂ 量也与抗性较强的桂花接近。可见树木的抗性与其吸硫量之间没有明显的相关性。

表 2 绿化树种叶片含硫量比较

硫量 (mg/g)	地 点	树 种			
		炼油厂	湖滨	花港 公园	虎跑
	垂 柳	9.915	9.110	5.710	6.730
	悬 铃 木	6.875	5.425	3.325	3.345
	广 玉 兰	6.080	4.475	4.205	3.635
	美 人 蕉	4.265	3.265	3.205	2.780
	茶 花	4.330	3.460	3.525	3.530
	桂 花	4.150	3.345	3.535	2.920
	香 樟	5.090	3.990	3.375	2.595
	大叶黄杨	4.805	4.065	3.615	3.355
	无 患 子	—	3.280	4.440	2.095
	紫 薇	4.095	2.915	2.540	2.250
	含 笑	2.790	3.210	2.650	2.875
	雪 松	3.440	3.025	2.155	1.960

注 1. 各测定点绿化树种叶硫量均系全年平均值。
2. 叶片硫量采用硫酸钡比浊法测定。

环湖四周树木大部分为抗性强、吸硫高的树种，它们既能抵抗 SO₂ 的污染，又能大量吸收 SO₂ 达到净化大气的目的。

2. 叶片含硫与季节关系：据文献报道，植物在生长后期落叶之前，叶片内硫的积累量最高。我们对 10 个树种分季度采集叶片，其叶内含硫量结果见表 3。

表 3 不同树种叶硫量四季变化

含硫量 (mg/g)	月 份	树 种			
		1—3	4—6	7—9	10—12
垂 柳		—	4.704	6.750	8.500
悬 铃木		—	2.415	3.165	4.355
紫 薇		—	2.030	2.595	3.565
无 患子		—	2.875	3.750	3.710
广 玉 兰		4.605	4.010	2.595	3.425
茶 花		4.000	3.395	2.770	3.665
香 樟		3.990	2.645	2.655	3.575
桂 花		2.645	2.750	2.595	3.094
含 笑		2.655	2.625	1.985	2.406
雪 松		3.573	1.395	1.875	2.083

从表 3 可以看出, 落叶树垂柳、悬铃木、紫薇在十二月份落叶前为全年硫量的累积高峰。常绿树广玉兰、茶花、香樟、桂花和含笑在四至九月因老叶凋落、新叶长出不久而含硫量略有下降。到十至十二月新叶生理活动旺盛, 叶片含硫量骤增, 翌年一至三月达到累积高峰。

3. 叶片含硫量与污染距离的关系: 树木在受 SO₂ 污染的环境中暴露时间越长, 则叶内含硫量越高。叶片含硫量与污染距离呈正相关, 距离越近, 含量越高。测定结果见表 4。

从表 4 可见, 风景游览区环湖各点, 除湖滨点紧靠市中心, 叶内含硫量较高外, 西山路

表 4 环湖各点树木四季含硫量比较

月 份	地 点	硫量 mg/g						
		炼油厂	湖 滨	中山公园	花港公园	西山路	三潭印月	虎 跑
1—3		5.130	4.295	4.500	3.960	2.970	3.095	3.266
4—6		4.745	3.570	3.160	3.245	3.405	3.260	3.400
7—9		4.455	3.355	2.275	2.800	2.915	2.410	2.685
10—12		5.648	5.169	3.254	4.065	2.843	3.448	3.047

离市区较远, 绿化覆盖率高, 草坪面积大, 叶片含硫量平均值与清洁区虎跑基本近似。

三、小 结

1. 西湖环湖绿化树木种类丰富, 绿地覆盖率高, 虽受城区 SO₂ 点源污染的影响, 但各种树木普遍生长良好, 对大气二氧化硫污染没有明显的伤害反应。

2. 环湖树木大部分属抗性种类, 对 SO₂ 有较高的耐力。从 137 种树木的人工熏气试

验结果表明, 抗性强的为 82 种, 中等的 40 种, 抗性弱的 15 种。茶花、广玉兰、龙柏、珊瑚树、大叶黄杨、棕榈、榔榆、柳杉、夹竹桃、金桔等是优良的抗性树种。

3. 绿化树木对 SO₂ 具有一定的吸收净化效果。其净化效率的高低因树种不同而有程度差别。从叶片分析可以估算树木对 SO₂ 的净化量。垂柳、悬铃木, 广玉兰、桂花、茶花、无患子等是较好的净化 SO₂ 树种。

(上接第 68 页)

参 考 文 献

[1] FAO/WHO, List of maximum levels recommended for contaminants by the Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission, p. 7, Rome,

(1973).
 [2] 内山充, 食品卫生研究, 30(4), 33(1980).
 [3] 兴田稔, 田中俊彦, 临床病理, 22(4), 255(1972).
 [4] 中国医学科学院卫生研究所编译, 人体材料中污染物监测方法, 439 页, 北京, (1980).