

陕西关中地区城市园林植物抗污能力调查分析

田治国,王 飞*,刘 洋

(西北农林科技大学 园艺学院,陕西杨凌 712100)

摘 要: 在调查陕西关中重工业区内园林植物的生长、分布情况的基础上,采用 Singh 的大气污染忍耐指数并结合主要生理指标和叶片硫含量的测定,全面分析研究了其园林植物抗污能力。结果表明,月季、垂柳、臭椿这 3 树种对 SO_2 的抗性和吸收量都较强,可以在以 SO_2 为主的污染区作为基调树种种植;采用 Singh 的大气污染忍耐指数综合评价树种抗性,大部分树种与污染区现场调查的情况基本一致。综合分析表明,臭椿、大叶黄杨、雪松、银杏、大叶女贞和国槐等 6 种树木的抗性较强。

关键词: 关中地区;园林植物;抗污能力

中图分类号:S718.43

文献标识码:A

文章编号:1004-1389(2009)02-0246-06

Investigation on Pollution Resistance of Ornamental Trees in Guanzhong Region

TIAN Zhiguo, WANG Fei* and LIU Yang

(College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract: In this paper, basing on growth and distribution of the existing landscape plants in Guanzhong heavy industry zone, we use air pollution tolerance index of Singh, the main physiological indicators and sulfur content in leaves, analysis of its anti-pollution ability of garden plants. The results showed, *Rosa chinensis*, *Punica granatum* and *Ailanthus altissima* species of SO_2 absorption and the resistance are all better, so they can be planted in the contaminated area as the keynote planting trees; using air pollution tolerance index of Singh evaluate resistance of species, most of the trees are basically the same with investigation from contaminated areas. It indicated that *Ailanthus altissima*, *Ilex chinensis*, *Cedrus deodara*, *Ginkgo biloba*, *Ligustrum lucidum*, *Sophora japonica* were the best six species in pollution resistance.

Key words: Guanzhong areas; Ornamental trees; Pollutant-resistance

随着生产和经济的快速发展,重工业发展也越来越快,但随之带来的是污染物的排放剧增。目前,一氧化碳、二氧化硫以及重金属等是城市的主要污染物^[1]。植物对于一定浓度范围内的环境污染物,不仅具有一定的抵抗力,还具有相当程度的吸收能力。植物通过叶片上的气孔和枝条上的皮孔,将污染物吸入体内,通过氧化还原将其变成无毒物质,或通过根系排出体外,或积累贮藏于某

一器官内,通过吸收、降解、积累以及排出等功能起到了对环境污染的净化作用,因而利用植物治理大气污染具有重要意义^[2]。但不同植物由于生理代谢以及结构上的差异使其在环境保护功能上有显著的不同,特别是在重工业区如冶炼厂、钢铁厂等及周边区域,研究哪些园林植物在这种污染环境既生长好且吸污能力强,从而科学地在重工业区选择抗污、吸污园林植物以及配置具有重

收稿日期:2008-09-25 修回日期:2008-10-28

基金项目:中国科学院知识创新项目“黄土高原快速绿化与植被恢复”(kzcxz-xbl-06)。

作者简介:田治国(1978—),男,甘肃天水人,在读硕士,主要从事园林植物生理生态的研究。E-mail:tzgl23tzg@163.com

* 通讯作者:王 飞,教授,博士生导师,主要从事果树及花卉生理与生物技术育种研究。E-mail:xnwangfei521@126.com

要的研究意义。本研究采用 Singh^[3] 的大气污染忍耐指数并结合调查观测陕西关中西安、宝鸡重工业区及周边区域现有园林植物的生长、分布情况以及叶片硫含量的测定进行综合评定园林植物抗污能力。以筛选出陕西关中重工业区抗污较强的园林植物,为重工业区的园林植物配置提供一定的依据。

1 材料与方法

1.1 调查区概况

西安年平均气温 13.3℃,年降水量平均为 507.7~719.8 mm,年平均湿度为 69.6%。无霜期平均 219~233 d,1 月份最冷,平均气温 -0.5~-1.3℃,7 月份最热,平均气温 26.4~26.9℃。调查区的土壤以黄褐土为主。

宝鸡年平均气温 13℃,年降水量平均为 590~900 mm,年平均湿度为 71%,无霜期平均为 158~225 d,1 月份最冷,平均气温为 -0.3~-1.2℃,7 月份最热,平均气温 25.8~26℃。调查区的土壤以壤土为主。

杨凌年平均气温 13.1℃,年降水量平均为 635.1 mm,无霜期平均为 210 d,1 月份最冷,平均气温 0.4℃,7 月份最热,平均气温 25.1℃。调查区土壤以红壤土为主。和两个调查污染区均属于暖温带半湿润的季风气候区,土壤都属于褐土土类。气候、土壤条件较一致,因而作为对照区。

1.2 材料

试验于 2007 年 8 月~2008 年 7 月调查观测了以二氧化硫为主的重工业区及其周边树木的种类、生长及分布。如:西安冶炼厂、西安焦化厂、宝鸡冶炼厂等处。植物落叶前叶片污染物积累量最高,因而于 2007 年 10 月上旬在西安冶炼厂、宝鸡冶炼厂周围 200 m 范围内进行一次采样,以西北农林科技大学校园同类植物作为对照。

在树冠东南西北各面中部随机采取当年生的枝条,用自来水和蒸馏水各冲洗 2~3 遍,除去表面的灰尘及杂物,用干纱布擦干。去掉其叶柄,取其中一部分鲜叶用于各项生理指标的测定,其他鲜叶放入烘箱 60℃ 条件下烘干,约 14 h,粉碎过 60 目筛,装袋备用。

1.3 测定项目及方法

各项生理指标的测定参照文献[4]。

采用 Singh 的大气污染忍耐指数公式 $APTI = [A(T+P)+R]/10$ 计算植物对污染物的忍耐

程度(A. 抗坏血酸;T. 叶绿素总含量;P. 叶提取液 pH;R. 叶片相对水分含量的百分数)。

硫含量的测定采用比浊法^[5]。植物吸硫量=污染区植物含硫量-对照区植物含硫量。

叶提取液 pH 测定采用王焕校法^[6]。

1.4 园林树木叶片伤害症状的调查

叶片伤害症状分别于 2007 年 9 月下旬、2008 年 4 月上旬、2008 年 7 月中旬分 3 次 3 个季节调查,通过选择重工业区及其周边树木,对树冠生长状态、叶面积大小及颜色进行调查。叶面积小于正常叶面积 1/5 的为叶面积偏小。抗性强的树种:树冠生长正常,叶面积正常,颜色正常,生长季节内未有非正常脱落;抗性中等树种:树冠较小,叶面积偏小,叶色略浅或略有枯黄,生长季节内有少量非正常脱落;抗性弱的树种生长弱,树冠单薄,叶面积小,叶大面积枯黄或有斑点,枝叶稀疏有脱落,有落花现象(满足其中 3 项以上)。

2 结果与分析

2.1 SO₂ 等复合污染物对树木叶片的影响

西安冶炼厂、宝鸡冶炼厂等重工业区及周边区域污染物以 SO₂ 污染物为主。通过调查发现,某些树种的叶片会失绿,一开始是暗绿色斑点,随后叶片逐渐大面积枯黄、脱落。其原因主要是 SO₂ 气体进入叶片后遇水形成亚硫酸和亚硫酸离子,当增加到一定量时,叶片会失绿^[7]。从表 1 可以看出,抗性强的树种有臭椿、雪松、垂柳、榆树、月季、大叶女贞、大叶黄杨、紫叶李、银杏、火棘和国槐。抗性中等树种有石榴、榆叶梅、樱花、紫叶小檗、白皮松、刺柏和侧柏;抗性弱的树种有紫薇、桃树、连翘、小叶女贞、广玉兰、白玉兰、丁香、桂花、贴梗海棠及云杉等树种,且多为灌木,均有不同程度的叶片失绿症状,而且长势较弱。尤其是紫薇、桂花叶片在生长季节内大面积枯黄,生长极弱,不适合在重工业区及周边区域种植。臭椿树种长势好,而且有大面积散落自然生长,分布面积较广。

2.2 不同植物吸硫量变化

在以 SO₂ 为主的污染环境中,一般植物生长都可以通过叶片的气孔吸收一定数量的 SO₂,吸收 SO₂ 的数量在一定程度上反映了植物净化 SO₂ 能力的大小。当 SO₂ 在空气中达到一定含量且持续一段时间后,不同的植物就表现出不同程度的伤害特性^[8]。

从表 2 可以看出,植物种类不同对 SO₂ 的吸收差异比较明显,但宝鸡重工业区树种的吸硫量普遍高于西安地区的相同树种。西安污染区吸硫量较高的植物有月季(0.145)>垂柳(0.139)>臭椿(0.138)>丁香(0.133);吸硫量较低的植物有紫叶李(0.028)>石榴(0.017)>连翘(0.008)>紫叶小檗(0.004)。宝鸡污染区吸硫量较高的植物有垂柳(0.230)>臭椿(0.226)>月季(0.211)

>雪松(0.182);吸硫量较低的植物有大叶黄杨(0.074)>紫薇(0.038)>石榴(0.019)。月季、垂柳和臭椿 3 树种在两个污染区吸硫量均最高,而且生长良好,因此,适宜种植在以 SO₂ 气体为主的重工业环境下。两个污染区石榴吸硫能力基本都是最低的,在 0.02 范围以内,说明不同树种差异较大。

表 1 SO₂ 等复合污染物对树木叶片的伤害症状

Table 1 The symptoms of SO₂ and combined effect in leaves

编号 No.	树种 Species	症状 Symptoms	
		西安 Xi'an	宝鸡 Baoji
1	臭椿 <i>Ailanthus altissima</i>	生长正常、叶面积正常、叶色青绿、未有脱落	生长正常、叶面积正常、叶色正常、未有脱落
2	紫薇 <i>Lagerstroemia indica</i>	树冠小长势弱、叶面积小、叶大面积枯黄、有脱落	树形单薄、叶稀少、叶大面积枯黄、有落叶落花
3	桃树 <i>Prunus davidiana</i>	树形较小、叶面积偏小、叶面有水渍状斑点、有少脱落	树冠较小、叶面积小、斑状烧伤有卷曲、有脱落
4	雪松 <i>Cedrus deodara</i>	生长正常、叶面积正常、叶色青绿、有少脱落	生长正常、树形略单薄、叶色正常、未有脱落
5	垂柳 <i>Salix babylonica</i>	生长正常、叶面积正常、叶色青绿、有少脱落	生长正常、叶面积正常、叶色略淡、有脱落
6	榆树 <i>Ulmus pumila</i>	生长正常、叶面积正常、叶色淡绿、未有脱落	生长正常、叶面积正常、叶色略淡个别叶有褐斑、未有脱落
7	石榴 <i>Punica granatum</i>	树冠较小、叶面积偏小、叶色青绿、有少量脱落	树冠较小、叶面积偏小、个别叶有斑点、有少脱落
8	大叶黄杨 <i>Euonymus japonicus</i>	生长正常、叶面积正常、叶色青绿、未有脱落	生长正常、叶面积正常、叶色略淡、未有脱落
9	月季 <i>Rosa chinensi</i>	生长正常、叶面积正常、叶色正常、有少量脱落	生长正常、叶面积正常、叶色青绿、有少脱落
10	榆叶梅 <i>Prunus triloba</i>	树冠单薄、叶面积偏小、叶色正常、有少量脱落	树冠单薄、叶面积正常、叶色略淡有斑点、有脱落
11	连翘 <i>Forsythia suspensa</i>	树冠单薄、叶面积小、先叶缘枯黄后叶面、未有脱落	树冠单薄、叶面积小、叶面有斑点、有少脱落
12	大叶女贞 <i>Ligustrum lucidum</i>	生长正常、叶面积正常、叶色青绿、未有脱落	生长正常、叶面积偏小、叶色青绿、未有脱落
13	紫叶李 <i>Prunus cerasi fera</i>	生长正常、叶面积正常、叶色正常、未有脱落	—
14	银杏 <i>Ginkgo biloba</i>	生长正常、叶面积正常、叶色正常、未有脱落	—
15	小叶女贞 <i>Ligustrum quihoui</i>	树冠略单薄、叶面积小、叶尖枯黄、有脱落	—
16	广玉兰 <i>Magnolia grandiflora</i>	树形单薄、叶面积小、叶缘枯黄或有斑点、未有脱落	—
17	白玉兰 <i>Magnolia denudata</i>	树形单薄、叶面积小、叶面有星点斑后增大、有少量脱落	—
18	樱花 <i>Prunus yedoensis</i>	树冠小长势弱、叶面积小、叶略有枯黄、未有脱落	—
19	丁香 <i>Synringa oblata</i>	树冠单薄、叶面积小、开始叶缘略有枯黄、后面积增大、未有脱落	—
20	桂花 <i>Osmanthus fragrans</i>	树冠单薄、叶面积偏小、叶大面积枯黄、有脱落	—
21	紫叶小檗 <i>Berberis thunbergii</i>	树冠较小、叶面积正常、叶面略有小斑、有少量脱落	—
22	火棘 <i>Pyracantha fortuneana</i>	生长正常、叶面积正常、叶色青绿、未有脱落	—
23	白皮松 <i>Pinus bungeana</i>	树形正常、叶面积偏小、叶色略浅、有少量脱落	—
24	贴梗海棠 <i>Chaenomeles speciosa</i>	—	树冠单薄、叶面积偏小、先斑状烧伤后枯黄、有脱落
25	侧柏 <i>Platycladus orientalis</i>	—	树形单薄、叶面积正常、叶色略浅、有少脱落
26	刺柏 <i>Juniperus formosana</i>	—	树形单薄、小枝较短、叶色正常、有少脱落
27	国槐 <i>Sophora japonica</i>	—	生长正常、叶面积偏小、叶色略淡、未有脱落
28	云杉 <i>Picea asperata</i>	—	生长弱、树形单薄、叶色略淡个别叶发黄、有脱落

注:—表示调查的该污染区无此树种

Note:— It indicated that there are no such species in the contaminated area

表 2 14 种树叶片吸收 SO₂ 能力比较
Table 2 SO₂ accumulation in leaves of fourteen trees mg · L⁻¹

树种编号 No.	西安 Xi'an		宝鸡 Baoji		对照 CK
	含硫量 Sufer content	吸硫量 Sufer absorption	含硫量 Sufer content	吸硫量 Sufer sorption	
1	0.247	0.138	0.335	0.226	0.109
2	0.149	0.035	0.152	0.038	0.114
4	0.238	0.120	0.300	0.182	0.118
5	0.258	0.139	0.349	0.230	0.119
7	0.122	0.017	0.124	0.019	0.105
8	0.186	0.069	0.191	0.074	0.117
9	0.245	0.145	0.311	0.211	0.100
12	0.217	0.092	0.208	0.083	0.125
13	0.136	0.028	—	—	0.108
14	0.237	0.122	—	—	0.115
15	0.230	0.112	—	—	0.112
19	0.241	0.133	—	—	0.108
21	0.120	0.004	—	—	0.116
27	—	—	0.207	0.094	0.113

注:—表示调查的该污染区无此树种,因而无相关数据。每个数据均为 3 次重复的平均数。
Note:— It indicated that there are no such species in the contaminated area ,therefore there are no data. Each of data is the average repeating 3 times

2.3 西安、宝鸡两地 SO₂ 等复合污染物对树木主要生理指标的影响

植物处于以 SO₂ 污染物为主的环境下,细胞膜的选择性受到破坏,造成大量内溶物的外渗,细胞膜透性增大。而且光合系统易遭到破坏,特别是当叶片出现可见的伤害症状后,叶绿素含量会大幅度下降^[9]。

从表 3 可以看出,树种间差异明显,臭椿、雪松、银杏、紫叶李树种的细胞膜透性增大幅度小,

变化小;垂柳、大叶女贞、大叶黄杨、月季、紫薇次之;丁香、小叶女贞、国槐、石榴、紫叶小檗增幅大,变化大。尤其是小叶女贞、丁香树种的细胞膜透性明显高于对照区。西安污染区的小叶女贞细胞膜透性相对于对照区增加了 218.05%,丁香增加了 171.27%,说明抗性较弱。从细胞膜的透性规律来看,抗性强的树种变化幅度较小,抗性弱的树种变化幅度大。污染区树种细胞膜透性均高于对照区的相同树种。

表 3 SO₂ 等复合污染物对叶片细胞膜透性和叶绿素的影响
Table 3 The effects of SO₂ and combined effects on cell membrane permeability and chlorophyll in leaves

编号 No.	细胞膜透性/% Cell membrane permeability			叶绿素含量/(mg/g) Chlorophyll content		
	西安 Xi'an	宝鸡 Baoji	对照 CK	西安 Xi'an	宝鸡 Baoji	对照 CK
1	21.23(17.91)	27.51(52.83)	18.00	1.65(10.32)	1.61(12.50)	1.84
2	11.41(65.13)	12.52(81.19)	6.91	0.61(40.20)	0.77(24.51)	1.02
4	30.53(22.12)	31.18(25.12)	25.00	0.38(9.52)	0.34(19.05)	0.42
5	18.21(37.64)	25.07(89.49)	13.23	1.59(4.79)	0.95(43.11)	1.67
7	17.78(75.69)	18.45(82.31)	10.12	1.71(9.04)	1.67(11.17)	1.88
8	12.05(38.51)	15.15(74.14)	8.70	1.32(13.73)	0.95(37.90)	1.53
9	13.57(63.49)	18.3(121.57)	8.30	1.27(11.19)	1.38(3.50)	1.43
12	30.96(54.80)	32.50(62.50)	20.00	1.78(11.44)	1.69(15.92)	2.01
13	22.38(40.75)	—	15.90	1.28(18.99)	—	1.58
14	27.52(32.31)	—	20.80	0.71(10.13)	—	0.79
15	29.6(218.05)	—	9.31	0.43(57.43)	—	1.01
19	19.0(171.27)	—	7.03	1.03(1.90)	—	1.05
21	11.3(81.96)	—	6.21	0.59(21.33)	—	0.75
27	—	21.84(89.75)	11.51	—	1.51(27.40)	2.08

注:()中为污染区相对于对照区的变化率(%)。
Note: Brackets are the change rate that contaminated are is relative to the control of the area.

从表 3 还可以看出,不同树种在污染区环境下,叶片叶绿素总含量均低于对照区。臭椿、月季、银杏、石榴等树种的叶绿素总含量减少幅度小,在 12.50% 以内;大叶女贞、大叶黄杨次之,减少幅度在 16.00% 以内;国槐、紫叶小檗、小叶女贞、紫薇叶绿素总含量减少幅度在 57.50% 范围内,尤其是小叶女贞、紫薇的叶绿素总含量明显低于对照区。小叶女贞减少率达 57.43%,紫薇西安减少率达 40.20%。

2.4 大气污染忍耐指数测定

从表 4 可以看出,污染区各树种叶片相对含水量、pH、抗坏血酸含量普遍低于对照区相同植物。西安 13 种树种的 APTI 值大小依次为臭椿 > 紫叶李 > 大叶女贞 > 大叶黄杨 > 石榴 > 雪松 >

银杏 > 丁香 > 小叶女贞 > 垂柳 > 紫薇 > 月季 > 紫叶小檗。宝鸡 9 种树种的 APTI 值大小依次为,臭椿 > 大叶女贞 > 大叶黄杨 > 雪松 > 国槐 > 石榴 > 垂柳 > 月季 > 紫薇。两个污染区相同树种排列的位置是基本稳定的。西安、宝鸡两地区臭椿、大叶女贞、大叶黄杨树种的 APTI 的值都相对较高,而这 3 种植物在整个生长期的调查观测中均属生长良好的树种。紫叶小檗、紫薇、丁香的 APTI 的值相对较低,而这 3 种植物在整个生长期的调查观测中生长均不良,叶面均有明显的伤害症状。整个生长期调查观测中生长良好的树种垂柳、月季所测得的 APTI 值却都相对较低,尤其是西安的月季的 APTI 值(21.94)明显低于生长不良的其他树种。

表 4 14 种树种的大气污染忍耐指数值

Table 4 Air pollution tolerance index of fourteen trees

编号 No.	叶绿素/(mg/g) Chlorophyll			相对含水量/% Water content			pH			抗坏血酸 vC/(mg/100g)			APTI		
	西安 Xi'an	宝鸡 Baoji	CK	西安 Xi'an	宝鸡 Baoji	CK	西安 Xi'an	宝鸡 Baoji	CK	西安 Xi'an	宝鸡 Baoji	CK	西安 Xi'an	宝鸡 Baoji	CK
1	1.65	1.61	1.84	86.65	89.99	90.77	6.28	6.39	6.29	28.32	29.19	30.02	31.12	32.35	33.48
2	0.61	0.77	1.02	93.19	89.93	88.92	6.27	5.98	6.32	21.05	20.06	24.11	23.11	22.53	26.6
4	0.38	0.34	0.42	92.13	94.11	94.15	6.24	6.57	6.68	25.52	24.38	26.41	26.21	26.26	28.17
5	1.59	0.95	1.67	87.65	87.55	91.11	6.81	6.59	7.12	19.35	21.19	20.04	25.02	24.73	26.73
7	1.71	1.67	1.88	92.67	87.96	88.44	6.15	6.08	6.37	22.72	20.74	21.82	26.58	24.87	26.85
8	1.32	0.95	1.53	90.22	90.12	93.3	6.21	6.41	6.35	23.54	25.84	28.71	26.67	28.03	31.95
9	1.27	1.38	1.43	89.47	93.15	97.76	5.4	5.86	5.51	19.08	20.15	24	21.94	23.9	26.43
12	1.78	1.69	2.01	87.24	90.23	91.83	6.12	6.09	6.71	24.12	26.79	32.09	28.32	29.87	37.17
13	1.28	—	1.58	89.63	—	91.51	5.58	—	5.2	28.38	—	27.52	28.43	—	27.81
14	0.71	—	0.79	84.56	—	90.33	6.01	—	6.23	23.12	—	28.15	24.56	—	28.79
15	0.43	—	1.01	90.12	—	90.91	5.82	—	5.97	24.52	—	21.35	23.78	—	23.99
19	1.03	—	1.05	87.56	—	94.36	6.22	—	6.51	21.43	—	23.57	24.29	—	27.25
21	0.59	—	0.75	86.29	—	90.22	4.74	—	4.01	21.71	—	23.18	20.58	—	20.06
27	—	1.51	2.08	—	88.39	88.58	—	6.02	6.22	—	22.35	27.02	—	25.67	31.28

注:每个数据均为 3 次重复的平均数。

Note: Each of data is the average repeating 3 times.

3 讨论与结论

3.1 大气污染会引起植物叶片失绿黄化、叶片脱落,个体生长减慢,有时还会引起异常的生长等危害。急性伤害发生时,叶面部分坏死或脱落,光合面积减少,植株生长减慢;慢性伤害发生时,植物代谢失调,生理过程如光合作用、呼吸作用等不能正常进行,引起生长发育受阻。从调查和测定的结果来看,重工业区的多数园林植物其树冠、叶面积小于对照区。这与孔国辉^[10]等的研究相一致。而叶绿素总含量,pH 均呈下降趋势,叶有不同程度的枯黄或非自然脱落。这与温达志^[11]的研究

相一致。本研究还发现,灌木的抗性一般比乔木抗性强或敏感。如紫薇、丁香、连翘、榆叶梅、贴梗海棠等灌木在调查的污染区长势都较弱。

3.2 通过对重工业区 14 种园林植物叶片含硫量的测定与比较,说明园林植物对大气中硫具有一定的吸收累积能力,但不同树种因形态、结构不同差异较大。本试验中吸硫量较低的植物有大叶黄杨、石榴、紫叶小檗、紫薇;吸硫量较高的植物有月季、垂柳、臭椿、丁香。其中月季、垂柳、臭椿这 3 树种在污染区生长正常,对 SO₂ 的抗性和吸收量都较强,是非常优秀的抗污染绿化树种,可在以 SO₂ 为主的污染区作为基调树种种植。

3.3 细胞质膜透性变化大,抗性弱;反之,则

强^[12]。本试验抗性强的臭椿、雪松、银杏、紫叶李 4 个树种的细胞膜透性变化幅度小;抗性弱的紫薇、丁香、小叶女贞、紫叶小檗等树种细胞膜透性变化幅度大。这与前人相关研究结果一致。因此,植物细胞膜透性变化可以作为诊断抗污染的一个指标。

3.4 在污染区环境下,各树种叶片叶绿素总含量均普遍低于对照区,而且两个污染区大部分树种的叶绿素总含量减少幅度趋势基本一致。本试验叶绿素总含量减少幅度在 12.50% 范围内的有臭椿、月季、银杏、石榴等树种;叶绿素总含量减少幅度在 57.50% 范围内的植物有国槐、紫叶小檗、小叶女贞、紫薇。因此,树种间因形态、结构不同而在恶劣环境下生理表现上有明显的差异。

3.5 采用 Singh 的大气污染忍耐指数公式综合评价树种抗性,大部分树种与两个污染区现场调查的情况基本一致。尤其是臭椿、大叶女贞、紫叶李、大叶黄杨的 APTI 值相对高于其他树种。但是垂柳、月季两树种却正好相反。实地观测生长良好,但是 APTI 较低,与实际调查不符,有待进一步研究。可能是因为垂柳、月季它们自身的恢复能力较强,受到大气污染后可以通过自身的生理代谢调节而外观表现正常。

3.6 本试验结果表明,采用 Singh 大气污染忍耐指数并结合室外调查观测以及叶片 SO₂ 含量的测定,综合评价树种抗污吸污能力强的树种有臭椿 (*Ailanthus altissima*)、大叶黄杨 (*Euonymus japonicus*)、雪松 (*Cedrus deodara* Loud)、银杏 (*Ginkgo biloba* L.)、大叶女贞 (*Ligustrum lucidum* Ait)、国槐 (*Sophora japonica*) 等 6 种树木。阔叶树的抗污能力普遍高于针叶树的抗污能力,这与鲁敏等^[13]的研究相一致。大气污染忍耐指

数是一种较准确的抗污染综合评价方法,结合室外调查与叶片中硫含量的测定,可以准确地评价园林树木的抗污染能力。

参考文献:

- [1] 刘艳菊,丁 辉.植物对大气污染的反应与城市绿化[J].植物学通报,2001,18(5):64-68.
- [2] 吴启堂,陈同斌.环境生物修复技术[M].北京:化学工业出版社,2007:205-215.
- [3] Singh S K, et al. Air pollution to learnance index of plants [J]. Journal of Environmental Management, 1991(32):45-55.
- [4] 高俊凤.植物生理学实验技术[M].西安:世界图书出版社,2000.
- [5] 侯正高,盛祖康,田岗岗.比浊法测定植物中微量硫[J].西南民族学院学报,1994,20(4):436-438.
- [6] 王焕校.污染生态学[M].北京:高等教育出版社,2000:3.
- [7] 陈有民.园林树木学[M].北京:中国林业出版社,1999:73-74.
- [8] 胡丁猛,李 成,王大明,等.11 种园林绿化苗木的 SO₂ 急性伤害症状及其抗性分级[J].山东林业科技,2005(2):28-29.
- [9] Agrawal M, Nandi P K, Rao D N. Effect of ozone and sulphur dioxide pollutants separately and in mixture on chlorophyll and carotenoid pigments of oryza sativ [J]. Water Air Soil Pollu, 1982(4):449-458.
- [10] 孔国辉,陈宏通,刘世忠,等.广东园林绿化植物对大气污染的反应及污染物在叶片的积累[J].热带亚热带植物学报,2003,11(4):297-315.
- [11] 温达志,孔国辉,张德强,等.30 种园林绿化植物对短期大气污染下的生态生理反应[J].植物生态学报,2003,27(3):311-317.
- [12] 丛者福. SO₂ 污染空气影响下树木叶片叶绿素含量的动态变化[J].新疆农业大学学报,1998,21(4):297-300.
- [13] 鲁 敏,姜凤岐.绿化树种对大气 SO₂、铅复合污染的反应[J].城市环境与城市生态,2003(6):16.

陕西关中地区城市园林植物抗污能力调查分析

作者: 田治国, 王飞, 刘洋, TIAN Zhiguo, WANG Fei, LIU Yang
作者单位: 西北农林科技大学, 园艺学院, 陕西杨凌, 712100
刊名: 西北农业学报 ISTIC PKU
英文刊名: ACTA AGRICULTURAE BOREALI-OccIDENTALIS SINICA
年, 卷(期): 2009, 18(2)

参考文献(13条)

1. 刘艳菊;丁辉 植物对大气污染的反应与城市绿化[期刊论文]-植物学通报 2001(05)
2. 吴启堂;陈同斌 环境生物修复技术 2007
3. Singh S K Air pollution to learance index of plants 1991(32)
4. 高俊凤 植物生理学实验技术 2000
5. 候正高;盛祖康;田凤岗 比浊法测定植物中微量硫 1994(04)
6. 王焕校 污染生态学 2000
7. 陈有民 园林树木学 1999
8. 胡丁猛;李成;王太明 11种园林绿化苗木的SO₂急性伤害症状及其抗性分级[期刊论文]-山东林业科技 2005(02)
9. Agrawal M;Nandi P K;Rao D N Effect of ozone and sulphur dioxide pollutants separately and in mixture on chlorophyll and carotenoid pigments of oryza sativ 1982(04)
10. 孔国辉;陈宏通;刘世忠 广东园林绿化植物对大气污染的反应及污染物在叶片的积累[期刊论文]-热带亚热带植物学报 2003(04)
11. 温达志;孔国辉;张德强 30种园林绿化植物对短期大气污染下的生态生理反应[期刊论文]-植物生态学报 2003(03)
12. 丛者福 SO₂污染空气影响下树木叶片叶绿素含量的动态变化[期刊论文]-新疆农业大学学报 1998(04)
13. 鲁敏;姜凤歧 绿化树种对大气SO₂、铅复合污染的反应[期刊论文]-城市环境与城市生态 2003(06)

本文读者也读过(10条)

1. 关中西部地区抗污染性园林植物及其调查研究[期刊论文]-安徽农学通报2009, 15(22)
2. 张频, 连芳青, 朱美英, 熊美兰 抗污染园林植物的选择[期刊论文]-江西农业大学学报2004, 26(6)
3. 刘晓宁, 王飞, LIU Xiao-ning, WANG Fei 宝鸡市园林树木抗污染能力研究[期刊论文]-西北林学院学报 2007, 22(3)
4. 汪源源, 周建华, 龙翰威 重庆地区抗污染性园林植物及其应用调查研究[期刊论文]-南方农业(园林花卉版) 2008, 2(1)
5. 陈峻崎, 林艳, 张均营, 尹新彦, 陈明慈, 赵文英 石家庄市环境污染状况及抗污染植物的选择[期刊论文]-河北林业科技2001(1)
6. 肖红, 李春奇, 方恒, XIAO Hong, LI Chun-qi, FANG Heng 许昌市环境污染现状及抗污染绿化植物的选择[期刊论文]-许昌学院学报2007, 26(5)
7. 朱细兰 连钢抗污染植物调查[期刊论文]-当代教育理论与实践2010, 02(6)
8. 李海梅, 王珂, Li Haimei, Wang Ke 青岛市城阳区5种绿化植物滞尘能力研究[期刊论文]-山东林业科技 2009, 39(3)
9. 任金旺, 陈茂玉, Ren Jinwang, Chen Maoyu 植物在防治环境污染中的作用及主要抗污染植物[期刊论文]-太原科技2005(4)
10. 于军香, 李西进, 张桂玲 沂河抗污染植物的调查研究[期刊论文]-安徽农业科学2007, 35(6)

引用本文格式：[田治国](#). [王飞](#). [刘洋](#). [TIAN Zhiguo](#). [WANG Fei](#). [LIU Yang](#) [陕西关中地区城市园林植物抗污能力调查分析](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2009(2)