

# 宝鸡市园林树木抗污染能力研究

刘晓宁, 王飞\*

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨陵 712100)

**摘要:**在对重工业城市宝鸡市 5 个典型园林植物群落进行树种调查的基础上,对其进行树种重要性的评价,得出宝鸡市重要值位于前 6 位的是雪松、女贞、紫叶李、柳树、臭椿、山桃,重金属含量测定表明:雪松、女贞的抗污染效果较好。

**关键词:**宝鸡市;树种调查;多样性

中图分类号:S718.43

文献标识码:A

文章编号:1001-7461(2007)03-0078-06

## Studies on the Pollution Resistance of Landscape Tree in Baoji

LIU Xiao-ning, WANG Fei

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

**Abstract:** Based on the investigation of tree species within greening plant communities in Baoji, a heavy industrial city in China, the importance value of the tree species were assessed. It was found the first six tree species were *Cedrus deodara*, *Prunus cerasifera*, *Ailanthus altissima*, *Ligustrum lucidum*, *Salix matsudana* and *Prunus davidiana*. The measurement of pollutants in the six tree species indicated that *L. lucidum* and *C. deodara* were the best two species in pollution resistance.

**Key words:** Baoji City; tree species investigation; diversity

宝鸡是陕西省第二大城市,是中国西部地区的重工业基地。宝鸡市目前的工业主要有:机械、电子、航空、航天、汽车、黄金、有色金属、电力、冶金等。工业废水和废气排放数量大,而重金属污染和有毒气体主要来源于此。据统计,1980—2001年,宝鸡市的工业废气排放总量在波动中呈上升趋势,1980年,工业废气排放总量为 57 亿标 m<sup>3</sup>,2001 年排放量达 356.96 亿标 m<sup>3</sup>[1],大气排放量的增加主要是工业的不断发展造成的。2001 年,宝鸡市区大气环境中 SO<sub>2</sub> 含量日均值为 0.043 mg·m<sup>-3</sup>,氮氧化物日均值为 0.037 mg·m<sup>-3</sup>,可吸入颗粒物日均值为 0.34 mg·m<sup>-3</sup>[2]。2000 年工业废水排放达标率只有 64.4%[1],导致环境严重污染。园林植物除了美化环境,对于重工业城市来说,其最重要意义是改善生态环境,吸附重金属和有毒气体。研究重工业城市树木的防污染能力和树木生长特性,对城市的生态环境

建设具有重要的理论与实践意义。

## 1 研究方法

### 1.1 调查方法

根据宝鸡市的地理位置,调查选取 5 个具有代表性的地点:渭河公园(渭滨区)、人民公园(金台区)、北坡(金台区)、工厂区(高新区)、广场(交通中心),对其树种进行适应性(树高、胸径、生长状况等)、自然度(群落中乡土种占所有种的比例)、环保性(树种的种类、数量、观赏性以及抗污染能力)等内容的调查[4,5]。

对调查结果进行重要值等的评价,公式如下[7~10]:

$$\text{重要值}(\%) = (\text{相对密度}\% + \text{相对显著度}\% + \text{相对频度}\%) \div 3 \quad (1)$$

$$\text{相对密度}(\%) = (\text{样地中某树种的株数} \div \text{样地内所有树种的总株数}) \times 100\% \quad (2)$$

收稿日期:2006-11-02 修回日期:2006-12-20

基金项目:陕西省攻关项目“花卉新品种引进与示范”(2002k03-G7-4)

作者简介:刘晓宁(1982-),女,江苏徐州人,硕士研究生,主要研究方向是园林植物与观赏园艺。

\*通讯作者:王飞。

相对显著度(%) = (样地中某树种胸高断面面积 ÷ 样地内全部林木总胸高断面面积) × 100% (3)

相对频度(%) = (某树种出现的小样方数 ÷ 全部小样方数) × 100% (4)

## 1.2 测定方法

1.2.1 金属含量的测定 根据调查结果对重要值较高的树木,随即采摘植物成熟叶片,冲洗干净,在烘箱中115℃杀青,60℃干燥12 h,称重,打磨成粉。称取1 g,放置于550℃马福炉中灰化4~5 h,加少许水再灰化4~5 h,过夜,取出,加1:1的盐酸,并用蒸馏水定容至50 mL容量瓶中,制成待测液。用原子分光光度计测重金属含量,测定方法参照《果树营养诊断法》<sup>[3]</sup>。

1.2.2 硫含量的测定 称取1 g样品于坩埚中,于550℃马福炉中灰化2 h,过夜,取出。用1:1的盐酸5 mL溶解并用电热板加热蒸干,再加2 mL 1:1盐酸溶解蒸干,最后用10 mL 0.1 mol·L<sup>-1</sup>盐酸加热溶解,过滤到100 mL容量瓶中,用去离子水定容,摇匀。用721分光光度计在波长480 nm处测量。

## 2 结果与分析

万方数据

### 2.1 群落树种组成

5个调查群落中,乔木34种,灌木21种,分属42科48属55种,含有较多植物种的科主要是蔷薇科、木樨科、豆科、松科,每个样地平均树种为8种。

其中,渭河公园主要以柳树、棕榈、樱花、海桐等树种为主,北坡以自然生长的臭椿、泡桐、山桃、酸枣为主,工厂栽植树种非常单一,雪松和女贞占绝大多数,广场和人民公园植物种类特征不明显。

重要值是指一个物种对群落贡献的综合指标,可反映群落建群种对群落稳定性的影响程度。在宝鸡市的气候和地理条件下,落叶阔叶小乔木和灌木树种最为丰富。从表1可看出,重要值在0.6以上的有6种,分别是紫叶李、雪松、柳树、女贞、臭椿、山桃,这6个树种在宝鸡市的应用最为广泛,是宝鸡市的主栽树种。重要值在0.4~0.6的有12种,这些树种的应用较为广泛,属于常用树种。重要值为0.2~0.4的树种有16种,这些树种可以经常见到,但都以单株或几棵的形式出现。0.1~0.2的树种是不常见到的树种,应用频率很低,有20种。从调查的结果可知,宝鸡市应用的城市绿化树种种类较贫乏,物种数量和单位面积的数量都较少。其中白皮松、油松、合欢、石榴、木瓜、贴梗海棠、臭椿、香椿、构树、红瑞木、酸枣为宝鸡市乡土植物,自然度为20%,占总数的1/5,其余均为引进种。在应用最广泛的6种树种中,乡土种只有2种,且重要值很低,说明实际应用很少。在宝鸡市的城市绿化树种中,主栽树种和常用树种共18种,而其他树种对城市生态、环保和美化所起的作用相对较小,这也反映了宝鸡市城市绿地树种相对单一。

表1 树种重要值

Table 1 Importance values of the tree species

%

树种	相对密度	相对显著性	相对频度	重要值
雪松 <i>Cedrus deodara</i>	0.264	0.256	0.417	0.937
女贞 <i>Ligustrum lucidum</i>	0.289	0.224	0.397	0.910
紫叶李 <i>Prunus cerasifera</i>	0.301	0.175	0.427	0.903
柳树 <i>Salix matsudana</i>	0.214	0.226	0.306	0.746
臭椿 <i>Ailanthus altissima</i>	0.188	0.301	0.217	0.706
山桃 <i>Prunus davidiana</i>	0.259	0.194	0.170	0.623
龙柏 <i>Sabina chinensis</i> cv. <i>kaizuka</i>	0.238	0.154	0.196	0.588
水杉 <i>Metasequoia glyptostroboides</i>	0.149	0.268	0.166	0.583
紫薇 <i>Lagerstroemia indica</i>	0.246	0.128	0.203	0.577
紫荆 <i>Cercis chinensis</i>	0.221	0.139	0.213	0.573
广玉兰 <i>Magnolia grandiflora</i>	0.150	0.247	0.135	0.532
毛白杨 <i>Populus tomentosa</i>	0.173	0.211	0.135	0.519
油松 <i>Pinus tabulaeformis</i>	0.189	0.213	0.114	0.516
悬铃木 <i>Platanus orientalis</i>	0.147	0.220	0.143	0.510
白皮松 <i>Pinus bungeana</i>	0.245	0.132	0.127	0.504
毛泡桐 <i>Paulownia tomentosa</i>	0.120	0.258	0.063	0.441

续表 1

树种	相对密度	相对显著性	相对频度	重要值
石楠 <i>Photinia serrulata</i>	0.172	0.133	0.131	0.436
桂花 <i>Osmanthus fragrans</i>	0.154	0.146	0.133	0.433
棕榈 <i>Trachycarpus fortunei</i>	0.121	0.169	0.141	0.431
榆树 <i>Ulmus pumila</i>	0.101	0.157	0.085	0.343
园柏 <i>Sabina Chinense</i>	0.135	0.120	0.060	0.315
刺槐 <i>Robinia pseudoacacia</i>	0.109	0.149	0.056	0.314
木瓜 <i>Chaenomeles sinensis</i>	0.127	0.125	0.055	0.307
五角枫 <i>Acer mono</i>	0.108	0.137	0.062	0.307
毛竹 <i>Phyllostachys pubescens</i>	0.173	0.095	0.039	0.307
枇杷 <i>Eriobotrya japonica</i>	0.094	0.140	0.072	0.306
侧柏 <i>Platycladus orientalis</i>	0.136	0.097	0.064	0.297
栾树 <i>Koelreuteria paniculata</i>	0.109	0.118	0.066	0.293
丁香 <i>Syringa oblata</i>	0.100	0.081	0.112	0.293
苦楝 <i>Melia azedarach</i>	0.091	0.134	0.067	0.292
木槿 <i>Hibiscus syriacus</i>	0.111	0.107	0.073	0.291
柳杉 <i>Cryptomeria fortunei</i>	0.089	0.122	0.078	0.289
日本晚樱 <i>Prunus ianesiana</i>	0.112	0.104	0.072	0.288
七叶树 <i>Aesculus chinensis</i>	0.091	0.080	0.046	0.217
酸枣 <i>Zizyphus jujuba</i> var. <i>spinosar</i>	0.101	0.048	0.052	0.201
万方数据 香椿 <i>Toona sinensis</i>	0.078	0.064	0.056	0.198
国槐 <i>Sophora japonica</i>	0.077	0.043	0.074	0.194
构树 <i>Broussonetia papyrifera</i>	0.057	0.079	0.045	0.181
碧桃 <i>Prunus persica</i>	0.084	0.041	0.062	0.187
柿树 <i>Diospyros kaki</i>	0.049	0.057	0.070	0.176
银杏 <i>Ginkgo biloba</i>	0.059	0.032	0.079	0.170
杜仲 <i>Eucommia ulmoides</i>	0.037	0.058	0.072	0.167
青桐 <i>Firmiana simplex</i>	0.033	0.057	0.074	0.164
白玉兰 <i>Magnolia denudata</i>	0.046	0.031	0.087	0.164
红枫 <i>Acer palmatum</i> cv. <i>atropurpureum</i>	0.029	0.041	0.084	0.154
石榴 <i>Punica granatum</i>	0.035	0.038	0.080	0.153
白梨 <i>Pyrus bretschneideri</i>	0.038	0.051	0.061	0.150
李树 <i>Prunus salicina</i>	0.034	0.047	0.066	0.147
梓树 <i>Catalpa ovata</i>	0.031	0.058	0.056	0.145
红瑞木 <i>Cornus alba</i>	0.040	0.037	0.068	0.145
黄金槐 <i>Sopnorajaponica. cuchlensis</i>	0.051	0.042	0.052	0.145
贴梗海棠 <i>Chaenomeles speciosa</i>	0.067	0.031	0.047	0.145
紫竹 <i>Phyllostachys nigra</i>	0.078	0.033	0.033	0.144
合欢 <i>Albizia julibrissin</i>	0.034	0.042	0.067	0.143
海桐 <i>Pittosporum tobira</i>	0.048	0.029	0.066	0.143

## 2.2 不同树种的大气污染物含量变化

以重要值在 0.6 以上的树种为材料,进行分析。

臭椿是宝鸡市的乡土植物,在北坡种植最多,很适宜宝鸡市的环境,即使在工厂区也生长良好。从区

域看,臭椿在工厂区的数值最高,从吸附的重金属看,臭椿对 Fe 的吸收能力最大,其次是 Cr。与另 5 种树种比较,臭椿对 Zn 的吸收能力较高,仅低于山桃,但对 Mn、Pb、S 的吸收较低,尤其是 Pb(表 2)。

表2 臭椿在不同地点的污染物含量

Table 2 Concentration of pollutants in *Ailanthus altissima* growing at different sampling sites mg/L

地点	Zn	Fe	Mn	Cu	Pb	Cr	S
渭河	1.719	3.497	1.330	0.220	0.897	3.110	0.106
人民公园	0.796	1.497	0.824	0.251	1.024	2.380	0.236
北坡	1.298	5.207	5.207	1.070	0.253	3.353	0.105
工厂区	2.295	14.466	0.869	0.272	1.580	3.341	0.130
广场	—	—	—	—	—	—	—

紫叶李在宝鸡市的生长良好,但在工厂区和广场一般。从表3可看出,紫叶李对Fe、Cr的吸收高于其他金属。与别的植物比较,紫叶李除对Pb的吸收较高外,对其他金属吸收均较低。

柳树在宝鸡市的渭河公园中最多,在工厂的种植较少,且生长较差。从表4可看出,柳树对Fe、Pb的吸收最高,尤其是Pb,与其他树种相比也是最高。柳树对Mn的吸收较高,但对Zn、Cu的吸收较低。

表3 紫叶李在5个不同地点的污染物含量

Table 3 Concentration of pollutants in *Prunus cerasifera* growing at different sampling sites mg/L

地点	Zn	Fe	Mn	Cu	Pb	Cr	S
渭河	0.823	5.592	0.497	0.206	1.145	0.980	0.100
人民公园	1.020	6.494	1.679	0.240	1.377	2.932	0.124
北坡	1.186	5.405	0.863	0.272	1.348	2.878	0.111
工厂区	2.543	7.175	1.344	0.295	2.555	2.618	0.115
广场	1.796	5.412	0.646	0.247	1.253	3.460	0.126

万方数据

表4 柳树在不同地点的污染物含量

Table 4 Concentration of pollutants in *Salix matsudana* growing at different sampling sites mg/L

地点	Zn	Fe	Mn	Cu	Pb	Cr	S
渭河	0.673	4.740	0.978	0.060	1.256	0.925	0.123
人民公园	0.820	4.222	1.305	0.106	1.256	0.925	0.260
北坡	—	—	—	—	—	—	—
工厂区	1.425	12.892	0.667	0.333	9.254	3.995	0.116
广场	0.938	5.144	0.655	0.208	1.063	3.317	0.219

雪松在宝鸡市是重要值最高的树种,很适应宝鸡的气候环境,在工厂区也生长良好,对Fe的吸收能力高于其他金属(表5),也高于另外5种植物,是很好的工厂抗污染区绿化树种。

在工厂区生长也很好。从表6可看出,女贞对Fe、Cr的吸收最高,对Cu的吸收最低。在6个树种中,女贞对Cu的吸收仅高于柳树,但对Fe的吸收仅次于雪松,对Cr、S的吸收最多,所以女贞很适宜种植在工厂和交通区。

女贞重要值仅次于雪松,且在宝鸡市生长良好,

表5 雪松在不同地点的污染物含量

Table 5 Concentration of pollutants in *Cedrus deodara* growing at different sampling sites mg/L

地点	Zn	Fe	Mn	Cu	Pb	Cr	S
渭河	0.771	5.837	1.486	0.402	1.253	3.411	0.213
人民公园	0.644	4.992	1.435	0.240	0.801	3.701	0.114
北坡	0.799	6.546	0.832	0.208	1.110	3.979	0.132
工厂区	1.729	26.914	1.226	0.264	2.038	2.434	0.153
广场	1.113	9.204	0.554	0.203	1.704	3.490	0.218

山桃是宝鸡的乡土树种,在北坡居多,生长良好,在工厂区只是零星几棵,且生长较差。从表 7 可知,山桃对 Fe、Cr 的吸收最高,但与其他树种相比,

其对 Fe 的吸收最低,对 Pb 的吸收能力也较差。因此,作为观赏树种,山桃适宜种植在公园与居住区。

表 6 女贞在不同地点的污染物含量

Table 6 Concentration pollutants in *Ligustrum lucidum* growing at different sampling sites

地点	Zn	Fe	Mn	Cu	Pb	Cr	S
渭河	0.734	7.994	0.624	0.177	1.355	3.451	0.273
人民公园	0.879	7.810	0.841	1.141	1.143	3.627	0.122
北坡	0.815	7.460	0.473	0.153	0.703	3.949	0.218
工厂区	3.584	14.194	2.960	0.254	2.551	4.180	0.243
广场	0.754	9.471	1.623	0.182	1.609	3.358	0.328

表 7 山桃在不同地点的污染物含量

Table 7 Concentration of pollutants in *Prunus davidiana* growing at different sampling sites

地点	Zn	Fe	Mn	Cu	Pb	Cr	S
渭河	0.852	4.771	1.482	0.251	1.078	2.139	0.219
人民公园	2.134	4.410	1.155	0.229	1.204	2.121	0.112
北坡	2.391	5.412	1.273	0.389	0.992	3.976	0.109
工厂区	—	—	—	—	—	—	—
广场	1.031	4.308	0.877	0.190	2.030	4.259	0.337

以上分析表明,6 个树种在工厂区的污染物含量都偏高,说明工厂区的污染相对于其他地方严重。本研究将每个树种各污染物含量相加,判断综合抗污染能力(图 1),可以看出,山桃的吸附能力最低,仅在工业区个别工厂种植,且生长较差,但在公园等地区生长良好。此外,棕榈、白皮松、银杏、水杉、中国柳杉在工业区的生长也较差。

6 种植物吸收 Zn、Mn、Cr 的差别不大,雪松和女贞对 Fe 的吸收明显高于另外 4 种树种,排序为雪松(10.699) > 女贞(9.386) > 柳树(6.750) > 臭椿(6.167) > 紫叶李(6.015) > 山桃(4.726)。对 Pb 的吸收排序为柳树(3.096) > 紫叶李(1.536) > 女贞(1.472) > 雪松(1.281) > 山桃(1.326) > 臭椿(0.884)。总之,雪松、女贞、柳树吸收金属能力较好,在宝鸡工厂区,雪松和女贞的应用非常广泛,但柳树的应用非常少,只有部分工厂种植。

从表 2 也可看出,广场的 S 污染要高于其他地区,主要是因为广场处于交通中心。各树种对 S 的吸收排序为女贞(0.237) > 山桃(0.194) > 雪松(0.172) > 柳树(0.148) > 臭椿(0.144) > 紫叶李(0.115),可以看出,吸收 S 的能力都很低。

### 3 结论与讨论

通过对宝鸡市园林树种的调查和重要值的计算,对重要值较高的前 6 种植物污染物含量的测定,表明,雪松和女贞的抗污染效果最好,而山桃较差,但可以作为污染区的检测树种。宝鸡市现有的园林

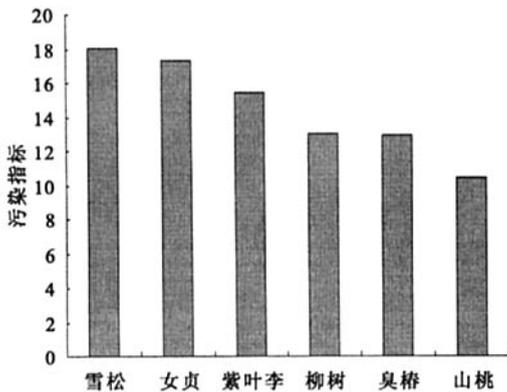


图 1 6 种植物综合抗污染能力比较

Fig. 1 Comparison of comprehensive pollution resistance of six tree species

树种虽然 90% 能适应地方气候条件、土壤条件,但乡土树种种类少,地方特色不突出。其园林树种与大中城市比较,相差甚远。如北京市 2002 年统计的园林树种有 372 种,深圳市 1999 年统计的园林树种超过 500 种,欧美国家有 1 000 种左右,而宝鸡市栽植的园林树种不足 55 种,且乡土树种重视不够。宝鸡市乡土植物有 138 种<sup>[6]</sup>,但在实际应用中只有 20 多种,绝大部分资源没有利用。

宝鸡市的不同区域差别较大,工厂和广场是污染比较严重的地方,而且广场是交通中心,也是宝鸡市展现给游客的第一个景点,广场的园林树木既要抗污染又要美观,目前种植最多的是广玉兰、棕榈、雪松、油松等,树种过于单一,没有特点。广场的树种应选择观赏价值高的乡土树种和适应性强的引进树种,如云杉(*Picea aspoerata*)、粗榧(*Cephalotaxus sinensis*)、红枫、羽毛枫(*Acer palmatum* CV. *dissectum*)、火炬树(*Rhus typhina*)等,这些树种也都是很好的抗性树种。

工厂植树最重要的目的是抗污染,营造一个健康的环境。目前,工厂应用树种只局限于女贞、雪松、紫叶李,某些工厂甚至只是象征性的种植几棵树,更谈不上绿地。因此,选择树种既要美观,又要抗污染,尤其是抗重金属污染。

宝鸡市属大陆性季风气候,地处华北、华中、华西 3 个植物区系的交汇地,市辖二区约 1/2 的面积在秦岭山区<sup>[8]</sup>,气候较温和,土壤肥沃,由于其特殊的地理位置和气候原因,适合南北很多树种生长,但市区园林绿化树种不够丰富,园林植物资源未能充

分利用。宝鸡市距秦岭很近,从某种角度讲,宝鸡市和秦岭是连成一体的,且秦岭的物种资源非常丰富,引种驯化比较容易,可以设立专门的引种驯化试验点,充分利用秦岭资源,突显宝鸡的地方特色,丰富宝鸡市物种丰富度与多样性。重点考虑植物物种和配置形式的多样性,注重自然性。以乡土植物为主,适当引种外来植物,特别是根据宝鸡重工业城市的特点,应注重抗污染树种的筛选与引种。

#### 参考文献:

- [1] 蔡小薇,赵景波. 宝鸡城市工业三废污染问题及其治理对策[J]. 干旱区资源与环境, 2004, 18(4): 147-151.
- [2] 王陆军,廖晓芬. 宝鸡市大气环境质量分析与综合评价[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2004, 18(4): 154-157.
- [3] 仝月澳,周厚基. 果树营养诊断法[M]. 北京: 农业出版社, 1982. 162-168.
- [4] 韩轶,李吉跃,高润宏,等. 包头市城市绿地现状评价[J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(1): 64-69.
- [5] 肖凤荣,韩轶. 包头市城市森林绿地树种选择及效果评价[J]. 中国城市林业, 2005, 20(4): 42-45.
- [6] 杨鹏辉. 浅谈城市森林及宝鸡市城市森林建设[J]. 陕西林业科技, 2006(1): 56-60.
- [7] 吴刘萍,李敏,孔令培,等. 湛江市城市行道树调查与分析[J]. 林业科技开发, 2006, 35(2): 87-90.
- [8] 李让乐. 建设宝鸡现代化生态园林大城市的思考[J]. 陕西林业科技, 2004(5): 14-17.
- [9] 包志毅,罗慧君. 城市街道绿化树种结构量化研究方法[J]. 林业科学, 2004, 40(4): 166-170.
- [10] 何汉杏,何秀春. 湖南舜皇山常绿阔叶林种类组成数量综合特征. I 乔木物种重要值[J]. 中南林学院学报, 2003, 23(2): 16-21.