

园林灌木对城市环境中镉和铅吸收积累作用研究

汪有良

(江苏省林业科学研究院 江苏 南京 211153)

摘要:测定了南京城市不同功能区 12 个取样点的园林灌木中茎和叶片的镉及铅的含量。结果表明:测定的 20 种园林灌木中,毛鹃、海桐、珊瑚树、圆柏等对镉或铅的吸收积累能力较强;彩叶灌木中红花檵木对环境镉积累能力较强,而红叶石楠对环境铅的积累能力相对较强;利用污染指数和重金属含量平均值可以比较不同环境的污染程度。

关键词:园林灌木; 镉含量; 铅含量; 城市环境

中图分类号:S 793.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001—0009(2010)10—0103—04

随着社会经济的发展,城镇人居环境受到的各种污染威胁越来越大,甚至已造成局部环境质量的下降和恶化,人居环境的保护和污染治理越来越受到重视。镉和铅是导致城镇环境恶化的重要污染物,对人类健康影响很大,在环境治理研究中一直受到重视。

国内外在城市环境治理及保护中,都十分重视植物的作用^[1]。植物是城市生态环境的重要组成部分,是城镇绿化与生态环境构建中的主体元素。研究表明,许多植物不仅对环境污染有较强的抗性,而且对污染物可以起到固定、吸收积累或降解转化等作用,从而降低环境中污染物的移动性或含量,去除或减少污染物危害。因此,在城镇环境中选择栽培园林植物,既可以体现环境绿化、美化的功能,也能够发挥园林植物的环境净化作用。

灌木类植物(包括部分灌木化栽培的乔木树种)是园林植物中重要的类型,适应性强,易于栽培、养护及修剪造型,加上有许多的彩叶类型,在我国当前的城市园林绿化中应用尤其普遍,多采用片植、列植或丛植等大面积密植栽培的方式,呈现了“灌木类地被”的造景形式,营造了很多色彩斑斓、优美壮观的园林景观,形成了园林绿化新的发展潮流。

不过,目前绝大多数有关园林植物环境净化功能的研究主要关注城市森林中乔木类园林植物^[2-3],有关灌

木类植物对重金属净化作用的研究重视不够,对红叶石楠、红花檵木、金边黄杨等近年来栽培应用较多的彩叶类灌木植物的研究更少。因此,现通过对南京城区不同功能区的园林灌木的取样测定,研究灌木类植物对城市环境中的镉和铅的吸收积累作用,为进一步优化园林植物配置、最大限度发挥园林植物的多重生态功能提供品种和技术支撑。

1 材料与方法

根据南京市城市格局和功能分区,设置了 12 个取样地点,分别是城市广场(鼓楼广场、水西门广场)、交通干线(将军大道、银桥市场、宁六公路)、金属冶炼企业厂区(城南 A 企业、城北 B 企业)、居民小区(阅城居民区、城南 A 企业生活区)、风景区(雨花台公园、栖霞山、省林科院)等。取样时间为 2008 年 11 月上中旬,此时在南京园林灌木多已逐渐停止生长但尚未落叶。

在 B 企业厂区取样的有大叶黄杨(*Euonymus japonicus*)、金边黄杨(*E. japonicus* var. *aureomarginatus*)、红叶石楠(*Photinia serrulata*×*fraseri*)、红花檵木(*Loropetalum chinense* var. *rubrum*)、金叶女贞(*Ligustrum*×*vicaryi*)、女贞(*L. lucidum*)、栀子花(*Gardenia jasminoides*)、桂花(*Osmanthus fragrans*)、珊瑚树(*Viburnum odoratissimum*)、海桐(*Pittosporum tobira*)、毛鹃(*Rhododendron pulchrum*)、火棘(*Pyracantha fortuneana*)、石楠(*Photinia serrulata*)、连翘(*Forsythia suspensa*)、小叶冬青卫矛(*E. japonicus* var. *microphyllus*)、八角金盘(*Fatsia japonica*)、洒金桃叶珊瑚(*Aucuba japonica* var. *variegata*)、圆柏(*Sabina chinensis*)、侧柏(*Platycladus orientalis*)等共 20 种植物,在其它取样地点只对红花檵木和海桐取样。

在每个取样地点,根据每种植物的种植状况和生长状态,将每种植物的生长区域划分为 3 个取样小区,视

作者简介:汪有良(1963-),男,江苏兴化人,副研究员,现主要从事植物修复技术及月季育种栽培研究工作。E-mail: wylfa@163.com。
基金项目:江苏省科技支撑资助项目(BE2008681);江苏省环境监测科研基金资助项目(2009-0912)。
收稿日期:2010-02-10

为3次重复。取样时在每个取样小区实行均匀布点,剪取植株中下部的枝条和叶片,取样量为每份样品鲜重500~1 000 g。取回的样品用洗涤剂 and 自来水及蒸馏水冲洗干净,淋干水分后用烘箱在105℃下杀青30 min,随后在60℃下烘干。烘干的样品经粉碎并过100目筛,然后准确称取0.5000 g样品,进行湿法消煮(消煮液为4份浓硝酸与1份高氯酸的混合物),定容后用百里安AA-240原子吸收分光光度计测定铅、镉的含量。

积累指数(%):以19种园林植物(不包括八角金盘)的茎的镉含量中最大的数值作为分母,分别用19种植物茎的镉含量作为分子,求出各自的百分数作为相应的茎镉相对积累指数,以此类推分别求出叶片镉相对积累指数、茎铅相对积累指数和叶片铅相对积累指数,最后求每种植物4个相对积累指数的平均值作为19种植物各自的积累指数,以综合比较植物的积累能力。

相对污染指数(%):以11个取样点的红花檵木茎的重金属含量中的最大值做分母,分别用11个取样点的红花檵木茎的重金属含量作为分子,求出每个取样点的百分数,以此类推分别求出红花檵木叶重金属百分数、海桐茎及叶片重金属含量百分数,最后求出每个取样点的4个百分数的平均值作为各个取样点的相对污染指数,以综合比较11个取样点的污染程度。

2 结果与分析

2.1 园林植物对环境镉、铅的吸收积累作用

2.1.1 园林植物对环境镉的吸收积累分析 植物器官的重金属含量是衡量植物吸收积累重金属能力的重要

指标。表1数据表明,在取样测定的19种园林植物茎的镉含量中,毛鹃最高,与其它植物有显著差异;海桐、珊瑚树、圆柏、桂花等镉含量也比较高,彼此间差异不显著,但桂花生长势差,有70%左右的叶片受害脱落;在几种彩叶灌木中,红花檵木和红叶石楠的茎镉含量相对较高,金边黄杨镉含量最低。可见不同植物之间茎的镉含量存在一定差异。在20种植物中,海桐的叶片镉含量最高,与其它植物存在显著性差异;其次是珊瑚树和毛鹃等,彼此间差异不显著;在几种彩叶植物中,红花檵木的叶片镉含量最高,红叶石楠较低,而金边黄杨叶片近乎不吸收镉,是20种植物中最低的。综合茎和叶片的镉含量可以看出,毛鹃、海桐和珊瑚树的枝叶吸收积累环境镉的能力较强,红花檵木是参试彩叶灌木中镉积累能力最强的,目前园林绿化中推广应用的红叶石楠表现不突出,而金边黄杨、连翘等最差。从器官镉含量比值看,多数植物的茎镉含量比叶片高,显示茎的镉积累能力相对要强于叶片。

2.1.2 园林植物对环境铅的吸收积累分析 19种园林植物茎的铅含量存在较大差异,毛鹃与小叶冬青卫矛相差近30倍。其中,毛鹃的铅含量最高,远远高于其它植物,达极显著差异;桂花的铅含量也很高,显示有较强的吸收积累能力,与其它植物差异达极显著水平;在彩叶灌木中,红叶石楠的铅含量最高,其次是红花檵木,金边黄杨最差。在20种园林植物的叶片铅含量排序中,毛鹃和桂花位列前2名,彼此差异不显著,显示两者的铅吸收积累能力最强;圆柏、扁柏、石楠、连翘等铅含量紧

表 1 20 种园林植物茎、叶的重金属镉和铅含量

植 物	茎镉含量/10 ⁻⁶	叶镉含量/10 ⁻⁶	茎铅含量/10 ⁻⁶	叶铅含量/10 ⁻⁶	积累指数/%	生长状况
毛鹃	1.51±0.09 a	0.45±0.03	140.75±4.35	65.30±1.83	86.72	正常
海桐	0.96±0.11 b	0.96±0.03	22.15±2.40	9.33±0.86	48.40	正常
珊瑚树	0.79±0.01 bc	0.47±0.01	14.95±0.72	11.95±0.24	32.55	正常
圆柏	0.75±0.03 bcd	0.11±0.03	31.80±2.07	28.95±0.52	32.01	正常
桂花	0.52±0.03 bcd	0.19±0.01	72.85±1.27	60.24±0.77	49.56	差
火棘	0.50±0.01 bcd	0.27±0.02	18.13±0.94	7.81±0.29	21.52	正常
石楠	0.49±0.03 bcd	0.21±0.01	26.16±0.43	21.01±0.80	26.27	正常
红花檵木	0.48±0.12 bcd	0.42±0.07	26.39±0.93	10.04±0.82	27.42	正常
扁柏	0.43±0.01 bcd	0.19±0.03	29.17±0.49	28.83±0.27	28.29	正常
茶花	0.39±0.09 bcd	0.08±0.02	22.18±2.09	7.31±0.76	15.28	正常
红叶石楠	0.35±0.01 bcd	0.17±0.00	39.62±0.64	18.57±1.93	24.37	正常
栀子花	0.28±0.02 cd	0.26±0.02	38.28±1.24	15.63±0.45	24.19	稍差
女贞	0.21±0.01 cd	0.28±0.01	7.92±0.37	11.34±0.08	16.52	正常
洒金桃叶珊瑚	0.21±0.01 cd	0.08±0.01	12.07±0.50	15.61±0.53	13.68	正常
大叶黄杨	0.18±0.02 d	0.12±0.01	12.46±0.63	14.49±0.36	13.87	稍差
金叶女贞	0.16±0.01 d	0.18±0.01	14.62±0.22	14.48±0.51	15.48	稍差
连翘	0.14±0.02 d	0.09±0.01	7.60±0.85	20.62±0.45	13.91	正常
金边黄杨	0.13±0.01 d	0.02±0.01	9.62±0.58	10.73±0.45	8.49	正常
小叶冬青卫矛	0.10±0.00 d	0.11±0.01	4.80±0.87	9.59±1.38	9.04	正常
八角金盘		0.19±0.03		4.73±0.78		正常
平均值	0.45	0.24	29.03	19.33		

随其后,彼此含量相近、差异不显著;在彩叶灌木中,红叶石楠铅吸收积累能力最强,金边黄杨和红花檵木表现最差。综合分析可见,毛鹃是 20 种参试园林灌木中铅吸收积累能力最强的,圆柏、扁柏、红叶石楠等也比较高。

2.1.3 园林植物吸收积累镉、铅能力的综合比较 表 1 表明,毛鹃的积累指数远远高于其它 18 种植物,显示其对城镇环境中镉、铅很强的吸收积累能力;桂花和海桐属于第 2 档次,接着是珊瑚树和圆柏。几种彩叶灌木按积累指数排序如下:红花檵木>红叶石楠>金叶女贞>洒金桃叶珊瑚>金边黄杨,其中金边黄杨是 19 种参试园林植物中表现最差的。从植物生长发育状况看,桂花长势最差,绝大多数的叶片脱落,金叶女贞的植株保存率较低,而大叶黄杨长势不旺、叶片呈现明显的黄色。因此,在参试园林灌木中,毛鹃、海桐、珊瑚树和圆柏等在镉、铅污染的环境中生长发育正常,对重金属具备相当的吸收积累能力,可以净化重金属污染的城镇环境;在参试的 5 种彩叶植物中,红花檵木对环境镉积累能力较强,而红叶石楠对环境铅的积累能力强。

2.2 城市不同功能区的园林植物镉、铅含量分析

2.2.1 不同功能区的植物镉含量分析 表 2 显示,测定的 2 种植物的茎及叶片的镉含量存在差异,海桐茎的吸收积累能力最强,平均值达 0.8×10^{-6} ,依次为海桐叶片>红花檵木茎>红花檵木叶片,海桐器官的镉吸收积累能力强于红花檵木 1 倍以上。表 2 数据还表明,对 2 种植物的茎及叶片的镉含量由高到低进行排序,各取样点排队顺序不相同,各指标的最大值并不出现在同一取样

点,可见不能用单个器官镉含量数据代表各个取样点的污染程度。各个取样点的一种植物的茎镉含量与叶片镉含量的比值在不同取样点之间相差很大,也显示出一定的复杂性。从各个取样点的镉含量平均值看,A 企业和 B 企业最高,显然企业的生产活动向周围环境输送了一定的镉;3 个交通干线取样点的镉含量也不低,而 2 个居民小区的镉含量相对较低;2 个城市广场中,鼓楼广场的镉含量很高,这可能与高强度的市民活动及繁忙的交通有关,而水西门广场是所有取样点中最低的;值得注意的是,栖霞山有铅锌铜矿,栖霞寺的海桐镉含量最高也就可以理解了;远离市区的省林科院的植物镉含量比较高,可能也与局部土壤背景有关。从相对污染指数分析,B 企业的环境镉污染最重,而鼓楼广场、银桥市场、雨花台公园、A 企业等取样点彼此接近,污染程度也比较重,水西门广场污染程度最轻。可见,由于土壤背景、大气污染及人为因素影响,南京不同功能区环境中都存在一定的镉污染威胁。以上分析表明,采用相对污染指数及镉含量平均值分别表示取样点的镉污染程度,两者结果并不完全一致,究竟哪一个指标更符合实际情况需要进一步研究。此外,许多类似的研究只测定了叶片的重金属含量,且认为植物叶片的镉含量与大气污染有关^[2],现没有关注植物吸收的镉的来源,但同时测定了叶片和枝条中的镉含量。可以理解的是,植物的茎及根是积累环境镉的主要器官,而叶片中积累的镉随着落叶可能会部分返还到环境中,因此更要重视植物茎及根系对镉的吸收积累作用。

表 2 城市不同功能区的植物器官镉含量

取样地点	相对污染指数 /%	镉含量平均值 /10 ⁻⁶	红花檵木			海桐		
			茎镉含量/10 ⁻⁶	叶镉含量/10 ⁻⁶	茎镉含量/叶镉含量	茎镉含量/10 ⁻⁶	叶镉含量/10 ⁻⁶	茎镉含量/叶镉含量
B 企业	73.22	0.70	0.48±0.12	0.41±0.08	1.17	0.96±0.11	0.96±0.03	1.00
A 企业	57.17	0.68	0.21±0.01	0.05±0.02	4.20	1.52±0.08	0.93±0.04	1.63
将军大道	47.64	0.45	0.75±0.14	0.03±0.01	25.00	0.47±0.01	0.55±0.17	0.85
宁六公路	51.21	0.50	0.22±0.01	0.42±0.18	0.52	0.95±0.03	0.41±0.11	2.32
银桥市场	60.03	0.55	0.12±0.03	0.51±0.04	0.24	0.55±0.03	1.01±0.05	0.54
鼓楼广场	62.33	0.61	0.20±0.01	0.41±0.07	0.49	0.82±0.02	0.99±0.11	0.83
水西门广场	27.16	0.28	0.29±0.02	0.01±0.01	29.00	0.33±0.01	0.47±0.02	0.70
A 企业生活区	35.67	0.37	0.36±0.02	0.06±0.02	6.00	0.65±0.01	0.42±0.02	1.55
阅城居民区	50.07	0.40	0.27±0.01	0.58±0.12	0.47	0.30±0.02	0.45±0.03	0.67
雨花台公园	57.89	0.48	0.25±0.04	0.57±0.04	0.44	0.30±0.04	0.81±0.06	0.37
省林科院	47.15	0.55	0.27±0.01	0.01±0.00	27.00	1.21±0.05	0.72±0.08	1.68
栖霞寺						1.56±0.07	1.09±0.04	1.43
平均值			0.31	0.28		0.80	0.73	

2.2.2 不同功能区的植物铅含量分析 表 3 是城市不同功能区的铅含量测定结果。从不同取样点的器官铅含量平均值看,红花檵木和海桐对城镇环境铅的吸收积累作用相近,不同取样点的茎铅含量与叶片铅含量的比

值也存在一定差异,反映出一定的复杂性。表 3 数据表明,与上述器官镉含量测定结果类似,4 个单一指标的最大值分别出现在不同的取样点,不能用某一器官的铅含量来衡量不同取样点的铅污染状况。表 3 显示,用铅含

量平均值和相对污染指数衡量不同取样点的污染状况,结果较为相似。在 11 个取样点中,B 企业和宁六公路环境铅含量最高,污染威胁最大;将军大道和银桥市场最

为洁净,相关居民区和旅游区也存在一定污染威胁;栖霞寺的海桐中铅含量远远高于其它取样点,应该与栖霞山存在铅矿物资源有关。

表 3 城市不同功能区的植物器官铅含量

取样地点	相对污染指数 /%	铅含量平均值 /10 ⁻⁶	红花檵木			海桐		
			茎铅含量/ 10 ⁻⁶	叶铅含量/ 10 ⁻⁶	茎铅含量/ 叶铅含量	茎铅含量/ 10 ⁻⁶	叶铅含量/ 10 ⁻⁶	茎铅含量/ 叶铅含量
B 企业	85.37	16.98	26.39±0.93	10.04±0.82	2.63	22.15±2.40	9.33±0.86	2.37
A 企业	56.98	12.02	25.96±0.76	4.03±0.48	6.44	12.41±0.29	5.67±0.13	2.19
将军大道	28.74	5.80	14.26±0.74	1.00±0.20	14.26	4.10±0.21	3.83±1.18	1.07
宁六公路	78.01	16.04	22.00±0.50	19.17±1.27	1.15	17.57±0.72	5.43±0.84	3.24
银桥市场	35.15	5.85	7.72±0.49	7.68±0.83	1.01	1.97±0.16	6.01±0.495	0.33
鼓楼广场	58.44	11.58	18.59±0.62	10.46±0.42	1.78	11.25±0.53	6.02±1.01	1.87
水西门广场	44.99	8.83	17.76±1.30	2.78±0.34	6.39	8.77±0.47	6.00±0.13	1.46
A 企业生活区	53.72	10.78	7.90±1.16	7.15±0.08	1.10	23.49±2.22	4.59±0.46	5.12
阅城居民区	49.60	9.74	17.88±0.76	10.63±0.68	1.68	5.14±0.41	5.30±0.53	0.97
雨花台公园	66.24	13.24	27.17±2.54	12.80±0.24	2.12	5.97±0.32	7.01±1.18	0.85
省林科院	59.88	13.22	27.83±1.01	3.94±0.19	7.06	16.62±1.35	4.50±0.86	3.69
栖霞寺						69.41±1.66	33.83±1.04	2.05
平均值			19.41	8.15		16.57	8.13	

3 讨论与结论

选择观赏性状优良和环境净化作用突出的园林植物并进行优化配置是城镇生态环境构建中的一项重要技术,在应对当前我国社会经济发展过程中的环境污染问题具有很大的应用潜力和现实意义。

在城镇生态环境构建与园林绿化中,栽植应用园林灌木具有一定的优势:可以根据环境污染物的种类选择具有特定净化作用的灌木类植物;成片栽植的园林灌木可以覆盖裸露的地面,可以构建各种绿化图案;与草坪相比养护管理简便,节水省力;与乔木类园林植物相比,修剪成型时间短,易于更新;可以见缝插针,充分利用城市边角空间实施绿化;也可以与乔木和各种花草一起构建多种绿化模式。

选择目前大量栽种的灌木类园林植物作为研究对

象,研究叶片和枝条吸收积累镉和铅的作用。通过取样测定,筛选出了表现突出的毛鹃、海桐、珊瑚树、圆柏等灌木;研究发现,彩叶灌木中红花檵木对环境镉积累能力较强,而红叶石楠对环境铅的积累能力相对较强;利用污染指数和重金属含量平均值可以比较不同环境的污染程度^[4]。

参考文献

[1] 唐世荣. 污染环境植物修复的原理与方法[M]. 1 版. 北京: 科学出版社, 2006.
[2] 王爱露, 张敏, 方炎明, 等. 树叶中重金属含量及其指示大气污染的研究[J]. 林业科技开发, 2008, 22(4): 38-41.
[3] 陈学泽, 谢耀坚, 彭重华. 城市植物叶片金属元素含量与大气污染的关系[J]. 城市环境与城市生态, 1997, 10(1): 45-47.
[4] 张孝飞, 林玉锁, 俞飞, 等. 城市典型工业区土壤重金属污染状况研究[J]. 长江流域资源与环境, 2005, 19(4): 512-515.

Study of Inbibe and Accumulation of Garden Shrubs on the Cd and Pb in Nanjing City

WANG You-liang

(Jiangsu Academy of Forestry, Nanjing Jiangsu 211153)

Abstract: The paper measured Cd contents and Pb contents in stems or leaves of 20 kinds of garden shrubs in Nanjing city. The results showed that Cd contents or Pb contents were higher in *Rododendron* spp. , *Pittosporum tobiro*, *Viburnum odoratissimum*, *Sabina chinensis* than in others. Among 5 kinds of color-leaf shrubs, Cd accumulation ability was highest in *Loropetalum chinense* var. *rubrum* while Pb accumulation ability was highest in *Photinia serrulata*×*fraseri*. Pollution index and mean content of heavy metals can be used to indicate the pollution degree of sampling places.

Key words: garden shrubs; Cd content; Pb content; city enviroment