

镉污染地区修复性植物与群落设计

孙 刚¹, 金 研 铭¹, 徐 惠 风², 马 科³, 冯 延 涛³, 李 宁³

(1. 吉林农业大学 园艺学院, 吉林 长春 130118; 2. 吉林农业大学 农学院, 吉林 长春 130118; 3. 宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

摘 要:在对镉污染现状及原因进行简要介绍的基础上,阐述了镉污染的危害症状,并对应采取的治理措施,如工程措施、土壤改良措施、农业措施及生物措施进行了详细论述;总结了抗镉能力良好的 33 种常见城市园林植物,并针对镉污染地区的绿化设计提出了几种配置模式。

关键词:镉污染;园林植物;抗镉能力;配置模式

中图分类号:Q 948.116 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2012)22-0092-03

地壳中镉的自然含量较少,背景值含量约为 0.01~2.00 mg/kg,平均为 0.35 mg/kg,我国土壤镉含量的背景值约为 0.097 mg/kg^[1],总体看来分布规律为:西部地区>中部地区>东部地区,北方地区>南方地区^[2]。但因为土壤中天然存在的镉含量很少,因此不会造成土壤和水的污染。造成污染的原因主要有以下三方面,一是废气,工业废气和汽车尾气中的镉被排放入空气中,通过自然沉降和雨水进入土壤和河流中,又经过长期的积累造成了污染。二是废水、废渣,采矿场、碱性电池工厂等生产残留的废水、废渣及生活用水未经处理或处理不达标直接排入河流中造成污染。三是化肥、农药和塑料薄膜,农民因长期使用含镉的化肥和农药造成农田镉含量的超标^[3]。据统计,我国受镉污染的土壤面积已达 13 333 hm²^[4]。

第一作者简介:孙刚(1987-),男,在读硕士,研究方向为园林植物栽培生理与景观生态。E-mail:sun870512@163.com。

责任作者:金研铭(1962-),男,博士,教授,硕士生导师,研究方向为园林植物栽培生理与景观生态。E-mail:614036422@qq.com。

收稿日期:2012-07-18

1 镉污染的危害及修复措施

1.1 镉污染的危害

镉不是植物体内的必需元素,但会影响植物的生长和代谢,当超过植物各自的阈值之后,就会危害植物的生长发育及繁殖。典型症状有:植物矮化,叶片失绿、发黄并出现坏死斑,根部颜色变褐、须根量减少,物候期延迟,生物产量下降,甚至死亡^[5]。经大量试验表明,镉的富集量一般表现为:根>叶>茎>花、果、籽粒^[6]。镉还会通过食物链进入人体,导致神经和肾功能异常,骨骼病变,最典型的事例就是发生在日本富山县的“骨痛病”。发生在我国最近的镉污染事件是在 2012 年 1 月,当时媒体发现广西龙江河拉浪水电站出现鱼类死亡现象,经检测龙江河宜州拉浪码头前 200 m 水质重金属超标 80 倍,镉的含量超标严重。这起事件引起了国家及地方政府的高度重视,之后的河流水质改良及沿岸的土壤修复工作任重道远。因此,对镉污染的修复研究也尤为重要。

1.2 治理措施

国内外现已研究出的修复镉污染的措施主要有

Countermeasure Research on Protection and Development of Ecological Resource in Hengshui Lake

SHI Bao-jun¹, WANG Li-ke²

(1. Department of Scientific Research, Hengshui University, Hengshui, Hebei 053000; 2. Department of Life Sciences, Hengshui University, Hengshui, Hebei 053000)

Abstract: Hengshui Lake wetland is rich in ecological resources, its biological diversity and integrity of freshwater wetland ecosystems in Northern China is rare, typical and representative. Based on the concrete analysis of threat to Hengshui lake ecological resources, the main way to protect Hengshui Lake wetland ecosystem was discussed, in order to realize the sustainable utilization of wetland resources to provide specific countermeasures.

Key words: wetland; ecological resource; protection; development; Hengshui Lake

工程措施、土壤改良措施、农业措施及生物措施。

1.2.1 工程措施 有翻耕、客土与换土3种方式。翻耕是指把镉污染严重的土壤表层翻到下层,而把污染轻的下层翻为表层。客土是指在镉污染土壤上覆盖一层净土;换土则是先将受污染的表土挖走,然后再填入同等厚度的新土。无论是翻耕、客土还是换土,都必须掌握好土层厚度,通常以30 cm深为宜。但由于这类物理措施都需要大量的人力、物力,当镉污染区域太大时,这种工程措施很难实施,因此通常只用于污染较重、面积较小的土壤。

1.2.2 土壤改良措施 这种措施主要通过以下2种方法来实现治污的效果。1种是提高土壤pH,土壤的pH能够影响镉的活性,pH越高,镉的活性越弱,当土壤的pH达到7.0时,有效镉的浸出率就降到5%左右^[7]。因此,施用石灰性物质,如氢氧化钙、碳酸钙、硅酸钙等来提高土壤pH,降低镉的活性以达到修复目的。第2种是调节土壤氧化还原电位(Eh),降低土壤中镉的活性另一个方法就是降低土壤Eh,旱田改水田或淹水栽培可有效降低土壤Eh^[8]。因此,在受镉污染并含硫少的酸性土壤中,施用石灰硫黄合剂,既可提高土壤pH,又可以产生更多的S²⁻生成CdS沉淀来降低镉浓度。

1.2.3 农业措施 有机肥中的有机质可以对镉等多种重金属起到吸附作用,不但可以减轻镉对土壤的危害,而且能提高土壤的肥力。但切勿使用本身就含有重金属的有机肥(如垃圾堆肥),施入土壤中不但起不到降解镉的作用反而会使土壤的重金属含量增加。

1.2.4 植物修复措施 植物修复是指利用植物对重金属具有忍耐和吸收富集特性,将植物收获并进行妥善处理后将重金属从土体中去除的生态修复技术^[9]。这是最理想的治污措施,不但可以降低土壤中镉的毒性,还可以美化环境。土壤修复应优先考虑这个方法,并加强其研究力度。

2 抗镉污染的园林植物

镉污染土壤的植物修复中所应用的植物称为镉的超积累植物。Reeves等^[10]提出了镉超积累植物的参考值,植物叶片或地上部(干重)中镉含量达到100 mg/kg以上,并符合地上部重金属含量高于土壤重金属含量(即富集系数BF>1),地上部重金属含量高于根部重金属含量(即转运系数TF>1),这些特征的植物称为镉超积累植物。已发现的400多种超累积植物中,符合Reeves等^[10]提出的镉超积累植物参考值的并不多,目前仅发现的有芸苔属的油菜、遏蓝菜属的遏蓝菜^[11]、堇菜科堇菜属宝山堇菜、景天科东南景天、茄科的龙葵、商陆科的商陆、藜科叶用红苕菜等^[12]。

现已发现的镉超积累园林植物很少,但有些园林植物的镉富集能力虽未达到超积累植物的标准,但是对镉

也有一定的积累能力,这类植物称为耐性植物。耐性植物相对镉超积累植物而言,物种、数量较多,拥有较大的生物量,可以弥补超积累植物植株矮小、生长缓慢、生物量低等不足。表1是多位学者和研究人员经过多年的试验,总结出的抗镉污染优良的园林植物^[13-20]。

表1 抗镉污染能力强的园林植物统计

树名	科属	景观应用及观赏特性
侧柏	柏科侧柏属	行道树、孤植树
圆柏	柏科圆柏属	行道树、绿篱
枫杨	胡桃科枫杨属	行道树、防风林
杨树	杨柳科杨属	行道树、防风林
旱柳	杨柳科柳属	行道树、庭荫树
榆树	榆科榆属	行道树、庭荫树
桑树	桑科桑属	庭荫树
榕树	桑科榕属	庭荫树、孤植树
海桐	海桐科海桐属	绿篱
柳叶绣线菊	蔷薇科绣线菊属	花篱、花境
红叶石楠	蔷薇科石楠属	地被植物、花带
棣棠	蔷薇科棣棠属	花丛、花径和花篱
红叶合欢	豆科合欢属	行道树、主景树
皂荚	豆科皂荚属	行道树、庭荫树
刺槐	豆科刺槐属	庭荫树、行道树
臭椿	苦木科臭椿属	行道树、庭荫树
七叶树	七叶树科七叶树属	孤植树、庭荫树
卫矛	卫矛科卫矛属	丛植、绿篱
扶芳藤	卫矛科卫矛属	垂直绿化、片植
黄杨、北海道黄杨	黄杨科黄杨属	绿篱
爬山虎、五叶地锦	葡萄科地锦属	垂直绿化
紫丁香	木犀科丁香属	丛植、散植
枸杞	茄科枸杞属	丛植、散植
梓树	紫葳科梓树属	行道树、孤植树
金银花	忍冬科忍冬属	丛植、散植
商陆	商陆科商陆属	未在园林应用
东南景天	景天科景天属	地被植物
天竺葵	牻牛儿苗科天竺葵属	地被、花镜
龙葵	茄科茄属	未在园林应用
马蔺	鸢尾科鸢尾属	地被植物
黄菖蒲	鸢尾科鸢尾属	水生植物
美人蕉	美人蕉科美人蕉属	丛植、片植

3 针对镉污染地区土壤修复及种植设计的建议

因适合镉污染地区种植的园林植物较少,所以应首先考虑土壤修复和植物存活问题,其次再考虑美学等其它原则。除此之外,还应遵循以下原则:一是预防为主,在离厂区较近区域种植些指示植物,如向日葵、蕨类植物^[21]等;二是尽可能地构建乔-灌-草复合层次的生态植物群落,因为乔木、灌木及地被组成的植物群落比较稳定之外,对降低土壤中镉的毒性也更全面;三是人工种植结合自然野生,因污染严重的工厂一般都远离市区,因此可以考虑结合当地存活较好的野生植物,营造出具有野生风趣的景观;四是形态美学与季相色彩结合,在满足修复土壤和植物存活的条件下,可考虑形态美和季相给人们心理上的感受,二者结合景观效果更佳。

针对以上原则并结合表1,并根据课题组所掌握的

园林植物知识和实践经验,提出以下配置模式,北方干旱地区:侧柏/圆柏/杨/刺槐/七叶树+紫丁香/桑树/枸杞/美人蕉/+马蔺;南方多雨潮湿地区:榕/皂荚+榉棠/海桐/红叶石楠/黄杨+东南景天;东北寒冷地区:梓树/枫杨/旱柳/臭椿/榆树+卫矛/金银花/桑/柳叶绣线菊。

4 结论与讨论

人类已经走出了工业时代,但 20 世纪留下的污染问题依然没有解决,并且目前依然还不能脱离能源,因此解决环境污染、土壤重金属污染等问题依然是人类一大难题。

我国治污事业还处于起步阶段,西方发达国家已探索出了一些治污途径。如将废弃的污染比较严重的河道、冶炼厂、工厂等改造成公园或是用来办公,德国杜伊斯堡公园就是典型的成功案例,有着百年历史的奥格斯特·蒂森钢铁厂,被德国景观设计师彼得·拉茨改建成休闲公园,并获得国际设计大奖。我国也可以借鉴这个经验来提高土地使用效率,并根据实际需要也可改建为食用菌厂或养殖场等。同时,加强国际学术交流和抗镉种质资源的共享、共同研究植物的抗镉机理和新品种,一起维护人们的家园—地球。

参考文献

- [1] 许嘉林,杨居荣.陆地生态系统中的重金属[M].北京:中国环境科学出版社,1995.
- [2] 王云,魏复盛.土壤环境元素化学[M].北京:中国环境科学出版,1995:67-69.
- [3] 顾继光,周启星.镉污染土壤的治理及植物修复[J].生态科学学报,2002(4):66-70.
- [4] 叶雪明,陈曼云,彭启华.某有色冶炼厂周围农业土壤中镉污染因素探讨[J].农村生态环境,1995,11(1):30-33.
- [5] 康浩,石贵玉,潘文平,等.镉对植物毒害的研究进展[J].安徽农业科学,2008,36(26):11200-11201.
- [6] 章钢娅,骆永明.太湖流域典型水稻土对镉吸附特征的初步研究[J].土壤,2000,32(2):91-94.
- [7] 廖敏,黄昌勇,谢正苗.pH 对镉在土水系统中的迁移和形态的影响[J].环境科学学报,1999(1):83-88.
- [8] 孙光闻,朱祝军,方学智,等.我国蔬菜重金属污染现状及治理措施[J].北方园艺,2006(2):66-67.
- [9] 谭长银,余霞,邓楚雄,等.镉污染土壤的植物修复及修复植物的能源利用潜力[J].经济师,2011(8):54-55.
- [10] Reeves R D, Baker A J M. Metal accumulating plants. In phytoremediation of toxic metals: using plants to clean up the environment. Eds. H Raskin, B D Ensley, 2000:193-230. John Wiley & Sons, Inc., London.
- [11] 郭朝晖,朱永官.典型矿冶周边地区土壤重金属污染及有效性含量[J].生态环境,2004(4):553-555.
- [12] 蔡丽娟,范仲学.镉超积累植物及植物镉积累特性转基因改良研究进展[J].广西植物,2009(5):658-663.
- [13] 鲁敏,王胜永,杨秀平,等.园林植物对大气铅、镉污染物吸滞能力的比较[J].山东建筑工程学院学报,2003,18(2):39-41.
- [14] 王翠香,房义福,吴晓星,等.21 种园林植物对环境重金属污染物吸收能力的分析[J].防护林科技,2007(S0):1-2,9.
- [15] 马跃良,贾桂梅,王云鹏,等.广州市区植物叶片重金属元素含量及其大气污染评价[J].城市环境与城市生态,2001,14(6):28-30.
- [16] 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.
- [17] 杨学军,唐东芹,许东新,等.上海地区绿化树种重金属污染防护特性的研究[J].应用生态学报,2004,15(4):687-690.
- [18] 梁景森,尚鹤,李柏忠,等.北京市房山区绿化树种对 Cd(镉)的吸收作用[J].林业科学研究,1997,11(2):142-146.
- [19] 周青,黄晓华,施国新,等.镉对 5 种常绿树木若干生理生化特性的影响[J].环境科学研究,2001,14(3):9-11.
- [20] 卢志强,罗红艳.五种木本园林植物叶片对镉污染胁迫的反应[J].广东林业科技,2008,24(4):56-59.
- [21] 曾北危.重金属污染与指示植物[J].环境工程学报,1980(4):10-13.

Advances on Garden Tree Resistance to Cadmium Stress

SUN Gang¹, JIN Yan-ming¹, XU Hui-feng², MA Ke³, FENG Yan-tao³, LI Ning³

(1. College of Horticulture, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118; 2. College of Agriculture, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118; 3. College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: Based on a brief introduction of the status and causes of cadmium contamination, the damage of Cd pollution was discussed, and the corresponding control measures, engineering measures, soil improvement measures, agricultural measures and biological measures were discussed detailly. Then, 33 garden plants were summed up, which had strong resistance ability of cadmium. Meanwhile, several allocation modes in the cadmium contaminated areas were posed.

Key words: cadmium contamination; garden plants; resistance ability of cadmium; allocation modes