

四川汉源铅锌矿区铅锌富集植物筛选^{*}

辉建春¹, 蒋小军², 杨远祥¹, 吴杰¹, 朱雪梅¹, 林立金³

(1. 四川农业大学 资源环境学院, 四川 雅安 625014; 2. 四川水利职业技术学院, 四川 都江堰 611830; 3. 雅安水土保持生态环境监测分站, 四川 雅安 625000)

摘要:通过在四川省雅安市汉源县铅锌矿区的调查发现, 矿区周围土壤铅、锌污染严重, 均已超过国家三级标准。在矿区所调查的 14 种优势植物当中, 只有假繁缕体内铅含量、富集系数、转运系数达到铅富集植物标准(地上部分铅含量 > 500 mg/kg, 地上部分铅富集系数 > 0.6、铅转运系数 > 0.6), 其地上部分铅含量为 728.3 mg/kg, 地上部分铅富集系数为 0.76, 铅转运系数为 0.81。因此, 假繁缕可以作为该区矿山土壤铅污染修复的备选材料。

关键词: Pb; Zn; 矿区; 富集植物

中图分类号: X53; X835

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)05-0233-04

Screening of Lead-zinc Enrichment-plants from Hanyuan Lead-zinc Mine Areas in Sichuan Province

HUI Jian-chun¹, JIANG Xiao-jun², YANG Yuan-xiang¹, WU Jie¹, ZHU Xue-mei¹, LIN Li-jin³

(1. College of Resource and Environment, Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014, China; 2. Sichuan Water Conservancy Vocational College, Dujiangyan, Sichuan 611830, China; 3. Ya'an Soil and Water Conservation and Ecenvironment Monitoring Station, Ya'an, Sichuan 625000, China)

Abstract: The investigation of Hanyuan lead-zinc mine areas in Sichuan province showed that lead and zinc pollution in the soil were serious, and the concentrations of lead and zinc had been more than third step of national standards. Among 14 preponderant plants in mine areas, just *Pseudostellaria maximowicziana* was the lead enrichment-plant. It was 728.3 mg/kg lead in shoots, while the lead bio-concentration coefficient of shoots was 0.76 and the lead translocation coefficient was 0.81. *Pseudostellaria maximowicziana* reached the standard of enrichment-plant, which the lead content in shoots is more than 500 mg/kg, and the lead bio-concentration coefficient of shoots is more than 0.6, and the lead translocation coefficient is more than 0.6. Therefore, *Pseudostellaria maximowicziana* can be used as alternative material of soil lead pollution remediation in lead-zinc mine areas.

Key words: Pb; Zn; mine areas; enrichment-plant

锌是动植物必需的微量元素, 但当其在环境中的量超过一定的临界值时, 就会对生物体产生一定的毒害作用, 而铅被世界卫生组织鉴定为毒性极高的神经毒物, 严重危害人体健康。矿山的土壤铅、锌污染特别严重, 且铅、锌可通过吸附、螯合、重力沉降、地表径流等方式进入大环境中, 最终影响人体健康^[1-6]。目前, 对铅锌矿山土壤污染修复的方法主要有化学法、

物理法和生物法三种^[7]。生物修复因其具有重金属可回收利用、经济及易操作等特点, 被越来越多的人研究采用^[8]。现阶段已发现了一些铅、锌超富集植物, 但研究所得的成果相对较少, 而在随后的研究中发现, 部分重金属富集植物其地上部分的重金属富集量虽达不到超富集植物的标准, 但因其生长快、生物量大, 同样具有很好的铅、锌富集能力, 也被越来越多

* 收稿日期: 2009-03-04

基金项目: 四川省科技厅 2008 年科技支撑计划项目经费资助(2008FZ0180)

作者简介: 辉建春(1986-), 男, 云南昌宁人, 大学本科, 主要从事水土保持研究。E-mail: huijianchun @126.com

通信作者: 朱雪梅(1963-), 女, 四川仁寿人, 教授, 主要从事农业生态学和污染生态学研究。E-mail: zhubroad @163.com

的人重视。以干热河谷地区的汉源县唐家山铅锌矿、
 乌斯河铅锌矿和团宝山铅锌矿为研究区域,旨在通过
 分析矿区优势植物体内铅、锌含量,富集及转运特性,
 以期筛选出生长迅速的铅、锌富集植物作为该区矿山
 土壤铅、锌污染修复的备选材料。

1 研究区概况

四川省雅安市汉源县(102°38' - 102°40' E, 29°
 24' - 29°25' N),属于亚热带季风湿润气候,多年平
 均日照时数 1 475.8 h,多年平均降雨量为 741.8
 mm。境内主要有三个规模较大,开采年限较长的
 铅锌矿:唐家山铅锌矿、乌斯河铅锌矿和团宝山铅
 锌矿。唐家山铅锌矿,现铅锌矿储量为 145.8 万 t,年
 采矿 10 万 t,已连续开采了 12 a,零星堆积了约 65
 万 m³ 废矿渣。乌斯河铅锌矿,现矿石储量为
 275.49 万 t,年采矿 45 万 t,已连续开采了 20 多年,
 零星堆积了约 150 万 m³ 废矿渣。团宝山铅锌矿,
 现矿石储量为 391.24 万 t,年采矿 6 万 t,早在清朝
 时期就有民采,是汉源县境内开采年限最早的铅
 锌矿山之一,现已零星堆积了约 90 万 m³ 废矿渣。
 三个矿山的植物种类繁多、生长良好。

2 研究方法

2.1 土壤样品的采集

2006 年 8 月,分别在矿山的硐口(PD)、渣场
 (D)及已废弃不用的矿石运输区(R)各选 3 个 5 m
 ×5 m 的样方。在每个样方中按对角线取样法取
 土,取土深度为 0 - 30 cm。

2.2 植物样品的采集

在所设置的土壤样方中,取土样的同时对调查
 区域内生长较好、数量较多的草本和灌木进行取
 样。所有植物采集整株,保持其完整性。

2.3 样品分析

称取 0.5 g 已过 100 目筛的烘干土样,加
 HNO₃ + HCl + HClO₄ (4 ml + 1 ml + 1 ml)消化,
 过滤,定容,在原子吸收分光光度计上测定铅、
 锌浓度。

植物样在 105℃ 杀青 30 min,75℃ 烘干称
 重测定生物量,之后将样品粉碎、过 100 目筛。
 取样品 1 ~ 2 g,加 5 ml 浓硝酸过夜,消煮前再加
 5 ml 浓硝酸、微火加热至样品溶解,再经硝酸 -
 高氯酸(4 : 1)混合酸消解后,定容,用原子吸
 收分光光度计进行测定[结果以 mg/kg 表示]。

2.4 数据分析

富集系数 = 植物地上部分重金属含量 / 土壤
 中重金属含量。

转运系数 = 植物地上部重金属含量 / 植物地
 下部重金属含量。

3 结果与分析

3.1 矿区土壤铅、锌污染状况

从表 1 可以看出,三个矿山土壤铅、锌污染均
 超过了《土壤环境质量标准》(GB 15618 - 1995)
 的三级标准(500 mg/kg),其中:团宝山铅、
 锌平均含量分别为 1 051.93 mg/kg 和 1 152.72
 mg/kg,唐家山铅、锌平均含量分别为 2 785.65
 mg/kg 和 990.37 mg/kg,乌斯河铅、锌平均含
 量分别为 1 299.71 mg/kg 和 698.86 mg/kg。

三个矿山中,团宝山土壤中铅的浓度略小于
 锌的浓度,唐家山和乌斯河矿区土壤中铅的浓度
 远远大于锌的浓度。唐家山矿区铅的浓度是锌
 浓度的 2.8 倍;乌斯河矿区铅的浓度是锌浓度
 的 1.9 倍。综合分析矿区土壤中铅的平均含量
 为 1 712.43 mg/kg,锌为 947.22 mg/kg,铅是
 锌的 1.8 倍,铅的浓度远高于锌。

表 1 汉源铅、锌矿区土壤铅、锌污染状况 mg/kg				
重金属	采样区域	团宝山	唐家山	乌斯河
铅	R	768.76	974.19	839.99
	D	1208.87	4921.32	1627.21
	PD	1178.16	2461.44	1431.92
锌	R	882.76	301.50	436.65
	D	1288.47	1841.50	884.27
	PD	1286.04	828.10	775.65

3.2 矿区植物种群分析

经调查,矿区植被以杂草为主,覆盖率达 85 %
 以上,记录到 7 个科,共 14 种植物(表 2)。三个
 矿山的植被主要以草本植物居多,偶见灌木,这
 可能与草本植物具有较易形成重金属耐性、易于
 营养繁殖、耐贫瘠及耐干旱的特性有关^[9-10]。这
 在陈芳清等、张翔等的调查中亦得到了证实^[11-12]。
 矿区内分布较广,生长茂盛的优势植物以菊科最
 多,石竹科和禾本科次之。

3.3 植物体内铅、锌的含量

从图 1 可以看出,在所调查的 14 种植物当
 中,假繁缕根部和地上部分铅含量最高,分别为
 1 018.33 mg/kg 和 728.3 mg/kg。同时,假繁
 缕根部和地上部分锌的含量也是最高,分别为
 1 102.90 mg/kg 和 1 034.10 mg/kg。其它植物
 体内的铅、锌含量均远低于假繁缕。

表 2 汉源县铅锌矿区优势耐性植物			
科名	种名	科名	种名
禾本科 Gramineae	蔗茅 <i>Erianthus rufipilus</i> (Steud.) Griseb.	桑科 Moraceae	地枇杷 <i>Ficus tikoua</i> Bur
	黑穗画眉草 <i>Eragrostis nigra</i> Nees ex Steud.	莎草科 Cyperaceae	丛毛羊胡子草 <i>Eriophorum comosum</i> Nees
	野菊 <i>Chrysanthemum indicum</i> L.	蓼科 Polygonaceae	羊蹄 <i>Rumex japonicus</i> Houtt
菊科 Compositae	艾蒿 <i>Artemisia argyi</i> Levl. Et Vant	木贼科 Equisetaceae	问荆 <i>Equisetum arvense</i> Linn
	三叶鬼针草 <i>Bidens pilosa</i> L.	蔷薇科 Rosaceae	野草莓 <i>Fragaria vesca</i>
	缘毛卷耳	爵床科 Acanthaceae	假杜鹃 <i>Barleria cristata</i> L.
石竹科	<i>Cerastium furcatum</i> Cham. et Schlecht		
Caryophyllaceae	假繁缕 <i>Pseudostellaria</i>	茜草科 Rubiaceae	薄皮木 <i>Leptodermis oblonga</i>
	<i>maximowicziana</i> (Franch. et Savat.) Pax.		

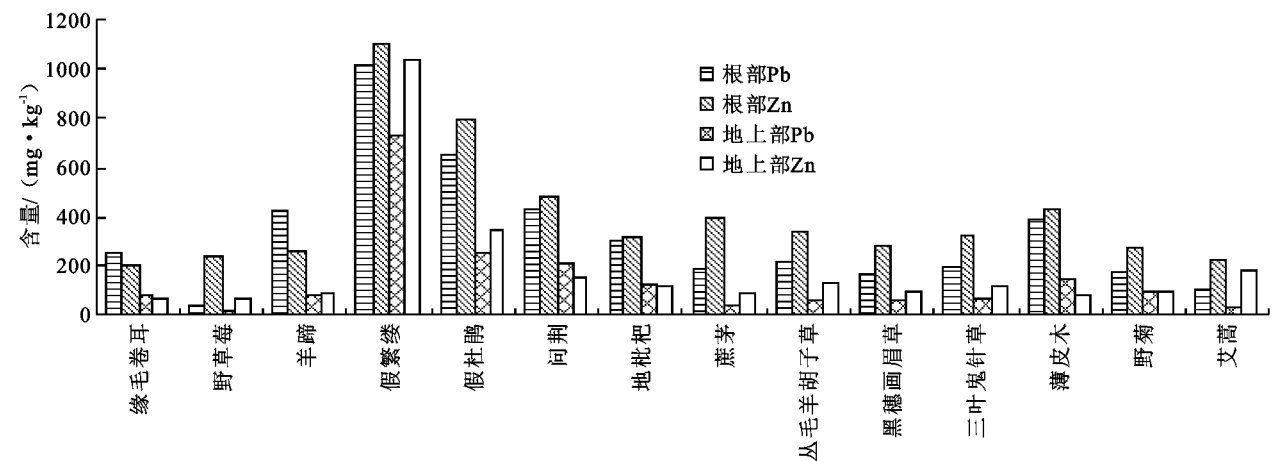


图 1 汉源铅锌矿区优势植物铅锌含量

3.4 植物铅锌富集系数

从图 2 可以看出,在所调查的 14 种植物当中,假繁缕根和地上部分铅的富集系数最高,分别为 0.85和 0.76,而其它植物的铅富集系数均较低,根部的铅富集系数最大为 0.25,地上部分的铅富集系数最大为 0.09。假繁缕根和地上部分的锌富集系数也都是最高,分别为 0.87 和 0.85,而其它植物的

锌富集系数均较低,根部的锌富集系数最大为0.55,地上部分的锌富集系数最大为 0.2。

3.5 植物铅锌转运系数

从图 3 可以看出,在所调查的 14 种植物当中,假繁缕的铅、锌转运系数最高,分别为 0.81 和0.86,而其它植物对铅、锌的转运系数普遍不高,铅的转运系数最高为 0.53 ,锌的转运系数最高为 0.37。

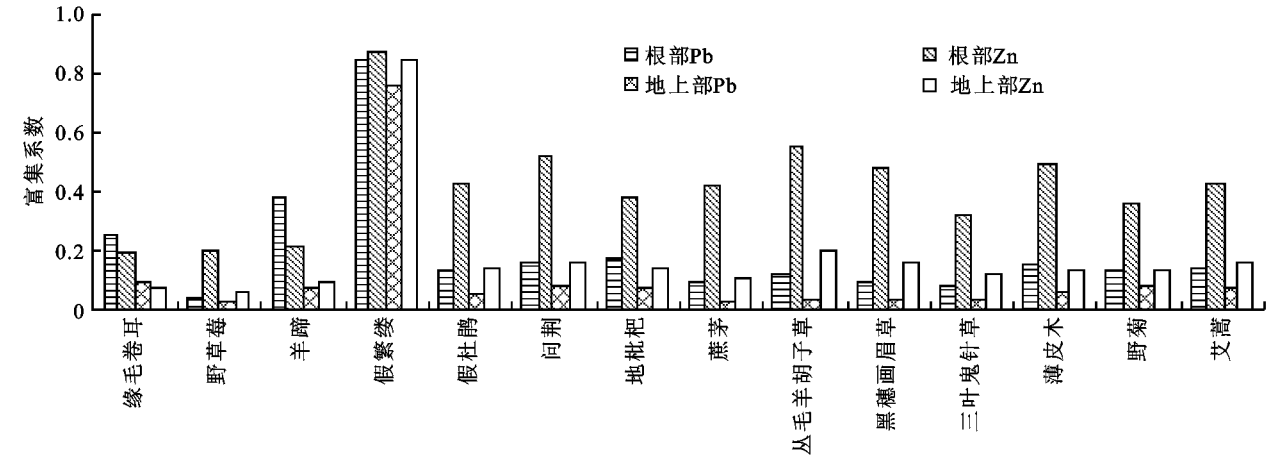


图 2 汉源铅锌矿区优势植物铅锌富集系数

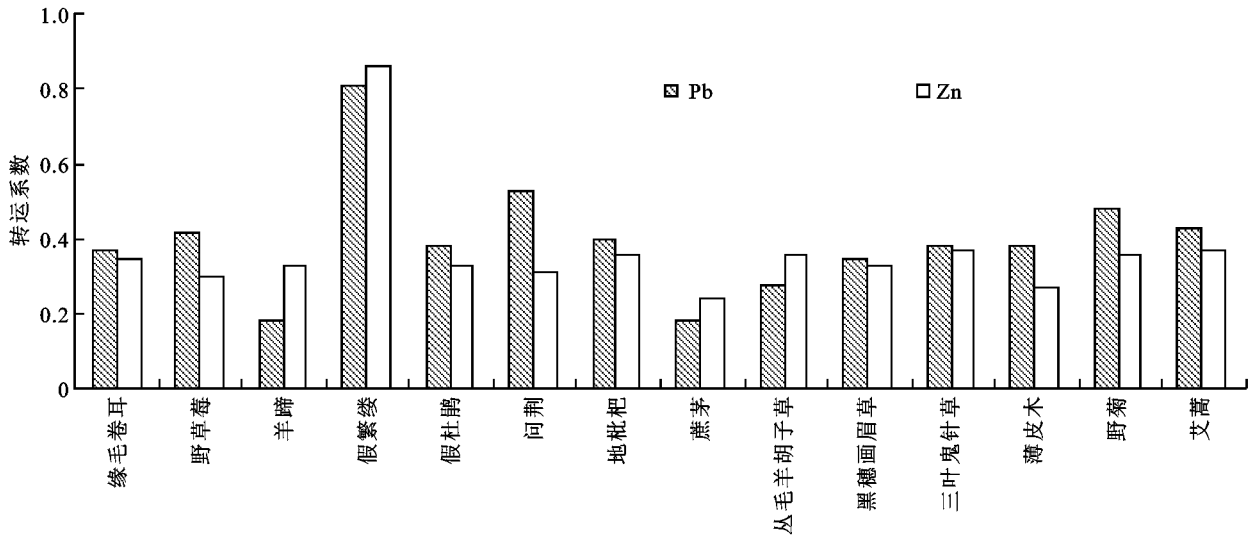


图 3 汉源铅锌矿区优势植物转运系数

4 结论

按照 Lasat 对超富集植物的定义,植物地上部分铅、锌含量分别大于 1 000 mg/kg 和 10 000 mg/kg 的植物才被称为超富集植物^[13]。本研究所涉及到的植物均未达到超富集植物的标准,但在对该区的植物进行其铅、锌富集特征的研究发现,假繁缕体内的铅、锌含量,富集系数及转运系数都是最高的。参照聂俊华等对铅富集植物的研究^[13]。植物地上部分铅、锌含量分别大于 500 mg/kg 和 5000 mg/kg,其地上部分富集系数大于 0.6 且转运系数大于 0.6 的植物可以作为铅、锌富集植物采用。本研究所发现的假繁缕满足铅富集植物的标准,因此可以作为铅富集植物应用于该区矿山土壤铅污染修复的备选材料。

参考文献:

[1] 梁涛,曹红英,吴恒志,等.典型城市排污河不同介质中重金属的含量及分布特征[J].应用基础与工程科学学报,2005(增刊):155-164.

[2] 倪师军,张成江,滕彦国,等.矿业环境影响的地球化学研究[J].矿物岩石,2001,21(3):190-193.

[3] 党志,刘丛强,尚爱安.矿区土壤中重金属活动性评估方法的研究进展[J].地球科学进展,2001,16(1):86-

92.

[4] 余平.采矿环境地球化学研究[J].矿产与地质,2002,16(6):360-363.

[5] 吴攀,刘丛强,杨元根,等.矿山环境中(重金属)的释放迁移地球化学及其环境效应[J].矿物学报,2001,21(2):213-218.

[6] 邱廷省,王俊峰,罗仙平.重金属污染土壤治理技术应用现状与展望[J].四川有色金属,2003,16(2):48-52.

[7] 孙丽娜,孙铁珩,金成洙.卧龙泉河流域土壤重金属污染的模糊评价[J].水土保持研究,2006,13(1):126-129.

[8] 丁真真.中国农田土壤重金属污染与其植物修复研究[J].水土保持研究,2007,14(3):19-20.

[9] 陈红琳,张世熔,李婷,等.汉源铅锌矿区植物对 Pb 和 Zn 的积累及耐性研究[J].农业环境科学学报,2007,26(2):505-509.

[10] Shuw S. 铅锌尾矿库的植被恢复[D].广州:中山大学,1997.

[11] 陈芳清,卢斌,潘家荣.樟村坪磷矿废弃地植被状况[J].武汉植物学研究,2000,18(1):77-80.

[12] 张翔,宗浩,王文国.四川彭州铜尾矿库植被特征分析与植物群落演替初探[J].四川环境,2006,25(6):44-48.

[13] 聂俊华,刘秀梅,王庆仁. Pb(铅)富集植物品种的筛选[J].农业工程学报,2004,20(4):255-258.