

一种新的多金属超富集植物 ——圆锥南芥 (*Arabis paniculata* L.)*

汤叶涛, 仇荣亮, 曾晓雯, 方晓航
(中山大学环境科学与工程学院, 广东 广州 510275)

摘要: 野外调查和营养液培养试验表明, 圆锥南芥 (*Arabis Paniculata* L.) 具有超量富集 Pb/Zn/Cd 的能力, 是国内首次发现的 Pb/Zn/Cd 多金属超富集植物, 它的出现填补了国内多金属超富集植物的空白, 为重金属复合污染土壤的植物修复提供了新的种质资源。

关键词: 重金属; 超富集植物; 植物修复; 土壤污染; 圆锥南芥

中图分类号: X174.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2005) 04-0135-02

至今我国科学家已发现多种 As、Zn、Cd、Cu 的单重金属超富集植物^[1], 但没有一种是多金属超富集植物。由于污染土壤通常表现为多种重金属的复合污染^[2], 因此, 多金属超富集植物资源对于复合污染土壤的植物修复有着极其重要的意义。通过野外实地调查和温室培养实验, 本文验证了圆锥南芥 (*Arabis paniculata* L.) 是国内首次发现的 Pb/Zn/Cd 多金属超富集植物, 并分析了其 Pb/Zn/Cd 的超富集特性。

1 实验方法

野外调查和采样区域位于云南省兰坪县金顶 Pb/Zn 矿区, 北纬 26°24'13", 东经 99°25'35", 海拔约 2 670 m。在矿区范围内根据十字花科南芥属植物圆锥南芥 (*Arabis Paniculata* L.) 的分布情况确定了 22 个采样区域, 分别采集矿区植物地上部分与地下根系及其根系土壤进行重金属含量调查与分析。

另外在矿区范围内采集生长一致的圆锥南芥幼苗 (约 10 片叶、1 cm 高), 适应后移入 Hogland 营养液培养 7 d, 其后设置 Pb/Zn/Cd 共 7 个浓度系列处理 (见表 1), 培养 14 d, 每个处理 4 株, 3 次重复。培养期间每天 12 h 的日照, 温度控制在 25 ~ 30℃, 每天充气和调节 pH 值, 5 d 更换一次营养液。土壤和植物样品分析全过程用国家环保局标准样品研究所的土壤 (ESS-3) 和植物 (ESP-1) 标准样品进行质量控制。

表 1 营养液试验重金属处理浓度¹⁾

处理	CK	A	B	C	D	E	F
Pb	0	10	20	40	80	120	160
Zn	0	50	100	200	400	600	800
Cd	0	2.5	5	10	20	30	40

1) 单位是 mg/L

2 结果与讨论

野外条件下圆锥南芥地上部与地下部 Pb 的含量范围分别为 168 ~ 1 1470 和 318 ~ 7 971 mg/kg, 平均值分别为 2 484 和 1 578 mg/kg; 地上与地下部含量之比 (即转运系数, 以下简称 S/R) 最大 6.84, 最小 0.29, 平均值为 1.96。地上部和地下部 Zn 的含量范围分别为 4 098 ~ 71 944 和 1 791 ~ 154 289 mg/kg, 平均值分别为 20 749 和 18 149 mg/kg; S/R 值最大 7.59, 最小 0.22, 平均值为 1.98。地上部和地下部 Cd 的含量范围分别为 125 ~ 1 209 和 98 ~ 2 762 mg/kg, 平均值分别为 457 和 452 mg/kg; S/R 值最大 4.18, 最小 0.15, 平均值为 1.45。

营养液培养条件下, 圆锥南芥地上部和地下部三种金属含量总的趋势是随着处理浓度的增加而大幅度增加 (见图)。Pb/Zn/Cd 处理浓度分别为 160, 800, 30 mg/L 时地上部相应金属含量达到最大值, 干质量平均值分别为 22 882, 77 442, 3 569 mg/kg; 同时所有的处理中, 除了对照三种金属及 B 处理 Pb 的 S/R 值略小于 1 外, 其它处理 S/R 值均大于 1, Pb/Zn/Cd 的 S/R 平均值分别为 1.12, 1.76, 2.15。

* 收稿日期: 2005-04-30

基金项目: 国家“863”计划资助项目 (2001-AA-640501-03); 国家自然科学基金资助项目 (20177035); 教育部新世纪优秀人才支持计划资助项目 (NCET 04-0790)

作者简介: 汤叶涛 (1974 年生), 男, 在职博士生, 讲师; 通讯联系人: 仇荣亮; E-mail: eesqrl@zsu.edu.cn

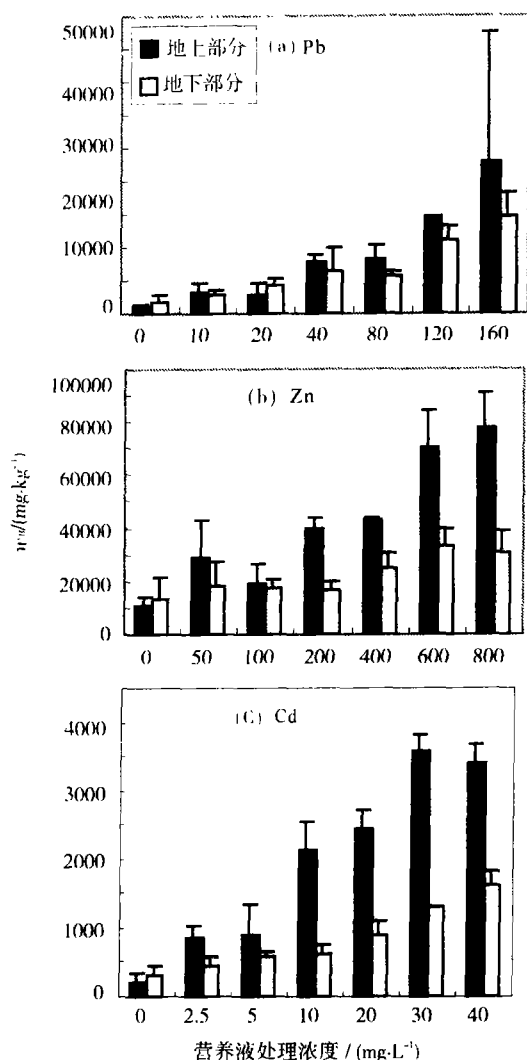


图1 营养液培养下圆锥南芥地上和地下部 Pb, Zn, Cd 含量

Fig.1 Plant Pb, Zn, Cd concentrations in culture experiments

目前国际上公认的超富集植物的定义要求植物地上部 Pb/Zn/Cd 含量分别达到或高于 1000, 10000 和 100mg/kg, 且地上部含量高于地下部含量^[3-4]。野外调查发现, 圆锥南芥的地上部 Pb/Zn/Cd 平均含量均高于相关标准, 且生长状况良好, 显示出多金属超富集能力。营养液培养条件下 Pb/Zn/Cd 最高含量可达 14769, 77442, 3509mg/kg, 地上部平均含量也远远超过标准值, 且同时高于地下部, 说明圆锥南芥能够有效地从地下部向上转运重金属。因此, 圆锥南芥是一种新的 Pb/Zn/Cd 多金属超富集植物, 它的出现填补了国内多金属超富集植物的空白, 为研究植物对多金属的富集、转运、耐性机制提供了新的种质资源

参考文献:

- [1] 陈同斌, 韦朝阳, 黄泽春, 等. 砷超富集植物蜈蚣草及其对砷的富集特性[J]. 科学通报, 2002, 47(3): 207-210.
- [2] 魏树和, 周启星. 重金属污染土壤植物修复基本原理及强化措施探讨[J]. 生态学杂志, 2004, 23(1): 65-72.
- [3] REFUS L CHANEY, MINNIE MALIK, YIN M LI, et al. Phytoremediation of soil metals [J]. Current Opinions in Biotechnology, 1997, 8: 279-284.
- [4] BAKER A J M, BROOKS, R R. Terrestrial higher plants which hyperaccumulate elements-a review of their distribution, ecology and phytochemistry [J]. Biorecovery, 1989, 1: 81-126.

A New Found Pb/Zn/Cd Hyperaccumulator—*Arabis Paniculata* L.

TANG Ye-tao, QIU Rong-liang, ZENG Xiao-wen, FANG Xiao-hang

(School of Environmental Science and Engineering, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: The ability of *Arabis Paniculata* L. to accumulate Pb/Zn/Cd has been identified by both field survey and greenhouse hydroponic culture experiments. Results obtained clearly showed that *Arabis Paniculata* L. is a new hyperaccumulator for lead, zinc and cadmium. Thus it provides a new plant species resource for phytoremediation of heavy metal contaminated soil and for the research on mechanisms of hyperaccumulation in plants as well.

Key words: heavy metal; hyperaccumulator; phytoremediation; soil contamination; *Arabis Paniculata* L.