

大叶井口边草——一种新发现的富集砷的植物

韦朝阳, 陈同斌*, 黄泽春, 张学青

(中国科学院地理科学与资源研究所环境修复室, 北京 100101)

摘要: 自 1999 年以来对位于湖南省一些高砷区的植物和土壤进行了一系列的野外调查, 以着力寻找砷的超富集植物。结果表明, 与砷超富集植物蜈蚣草同属的另一种植物——大叶井口边草, 对砷也具有显著的富集特征。这一发现为研究揭示砷在植物中的超富集机理提供了一种新的材料。建议深入开展蜈蚣草与大叶井口边草这两种砷富集植物的对比研究。

关键词: 大叶井口边草, 富集, 砷

Cretan Brake (*Pteris cretica* L.): an Arsenic-accumulating Plant

WEI Chao-Yang, CHEN Tong-Bin*, HUANG Ze-Chun, ZHANG Xue-Qing (Department of Environmental Remediation, Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China). *Acta Ecologica Sinica* 2002, 22(5): 777~778.

Abstract: The writers have conducted a series of field investigations in the areas with high soil arsenic background values in southern China's Hunan Province to search for arsenic accumulating-plants since 1999. It has been discovered that Cretan brake (*Pteris cretica* L.), from the same genus of a recently discovered As-hyperaccumulator *Pteris vittata* L., is also an arsenic-accumulating plant. Cretan brake thus provides us a new plant material to study the mechanism of As-accumulation. The authors suggest that further comparison studies on the two As-accumulating plants should be conducted in the future.

Key words: cretan brake; accumulation; arsenic

文章编号: 1000-093X(2002)05-0777-02 中图分类号: Q142, Q948.1 文献标识码: A

砷是一种致癌的化学元素^[1]。砷对水体和土壤的污染是国内外重要环境问题之一^[2,3], 但至今尚无有效而又经济的砷污染治理方法。近年来, 一些能够在地上部大量富集污染物的特殊植物——超富集植物(hyperaccumulator)已成为学术界研究的热点^[4,5]。利用超富集植物清除土壤和水体环境中的金属和类金属污染——植物修复(phytoremediation)技术以其潜在的高效、廉价及其环境友好性获得了广泛关注^[6]。通过种植收割这种植物可有效地清除环境中的砷污染^[7]。但是, 一直来人们对超富集植物的研究主要集中在镍等几种重金属元素, 而对砷超富集植物的研究相对较少。本文作者和 Ma 等人分别在中国和美国同时独立发现了一种能够大量富集砷的凤尾蕨属植物——蜈蚣草(*Pteris vittata* L.)^[8,9]。

通过在湖南省高砷区进行一系列的野外调查, 发现与蜈蚣草同属、生境相同的另一种凤尾蕨属植物大叶井口边草(*Pteris cretica* L.)对砷也具有明显的富集功能。这是继蜈蚣草之后新发现的另一种对砷具有富集能力的凤尾蕨属植物。调查区域位于湖南省石门县雄黄矿附近的高砷区, 约 12km² 范围。由于地质成矿作用, 该区有很多自然的高砷异常区出露。为查明自然状态下可能的砷富集植物, 本调查与采集样点

基金项目: 国家高技术发展计划资助项目(2001AA640501); 中国科学院知识创新工程重点方向资助项目(KZCX2-401); 北京市自然科学基金重大资助项目(6990002)

* 通讯联系人 Author for correspondence: chentb@igsnr.ac.cn

收稿日期: 2002-04-18, 修订日期: 2002-04-27

作者简介: 韦朝阳(1965)男, 安徽铜陵人, 博士, 副研究员。主要从事污染土壤植物修复与矿区生态环境整治研究。

¹ 陈同斌, 范程莲, 雷梅, 等. 科学通报, 2002(待发)

均远离砷开采、选矿与冶炼等人为污染区。该区位于亚热带,年均降雨量 1700mm,年均气温 18.2℃。土壤类型主要为黄壤,但有大量的石灰岩出露。大叶井口边草常同蜈蚣草一起生长在石灰性土壤上。各采样点的土壤 pH 为 6.527.77,含砷浓度为 111299 mg/kg(平均值为 168),用 0.5 mol/L NaHCO₃ 浸提的土壤有效砷为 6.948 mg/kg(详细数据略)。

不同地点的取样调查和化学分析结果(表 1)表明,大叶井口边草地上部的平均含砷量为 418 mg/kg(干重,下同),最大含砷量可达 694 mg/kg,地下部(根)的平均含砷量为 293 mg/kg,最大含砷量 552 mg/kg。各采样点植物地上部含砷量均大于土壤砷含量,且随土壤砷含量的增加而增加,其生物富集系数为 1.34.8。因此可以看出大叶井口边草能够从土壤环境中富集砷。地上部与根砷含量之比(即转运系数, F/R)为 12.6,表明大叶井口边草能够有效地从土壤中吸收砷,并将其转运至地上部。从地上部砷含量、生物富集系数及砷从根向地上部的转运系数(F/R)来看,大叶井口边草均具有显著的超富集植物特征^[4]。根据野外现场调查结果,各采样点属于相同的气候条件和地质背景,在土壤发生学上具同源性,因而土壤具有相似的物理化学性质。但是,统计分析结果表明,大叶井口边草地上部砷含量与土壤中砷含量之间没有显著相关性。因此,植物对砷的吸收除受土壤砷含量的影响外,可能还与土壤中砷的形态和植物生态型等其他因素有关^[10]。大叶井口边草与蜈蚣草为同一属植物,深入研究大叶井口边草对砷的吸收与富集行为,对于揭示其富集机理及砷的植物生理机理均具有重要的理论意义。目前,作者正在进行深入的有关研究。

表 1 野外生长条件下大叶井口边草对土壤砷的富集作用(湖南)

Table 1 Arsenic bioconcentration and translocation of *Pteris cretica* L. under field conditions in southern China's Hunan Province

样号 Sample No.	土壤含砷浓度 As in soils (mg/kg)	植物含砷浓度 As in plants(mg/kg)		生物富集系数 Bioconcentration factor ¹⁾	转运系数 Translocation factor ²⁾ (F/R)
		地上部 Fronds(F)	根 Roots(R)		
0011SM01	299	694	552	2.32	1.28
0011SM03	261	560	215	2.15	2.60
0011SM15	123	338	—	2.75	—
0011SM21	39	258	184	6.62	1.40
0011SM23	252	401	403	1.59	1.00
0011SM26	131	635	277	4.85	2.29
0011SM29	111	149	126	1.34	1.18
0011SM30	124	307	—	2.48	—

1) 地上部含砷浓度与土壤含砷浓度之比 Ratio of As concentrations in fronds to that in soils. 2) 砷从根向地上部的转运系数 Ratio of As concentration in fronds to that in roots

参考文献

- [1] Nriagu J O. Arsenic in the environment. Part II: Human health and ecosystem effects. John Wiley & Sons, New York, 1994.
- [2] Zhang L(张岚) and Chen C(陈昌杰). Geographical distribution and exposure population of drinking water with high concentration of arsenic in China. *Journal of Hygiene Research* (in Chinese)(卫生研究), 1997, 26: 310313.
- [3] Smith A H, Lingas E Q, Rahman M. Contamination by drinking water in Bangladesh: a public health emergency. *Bull. World Health. Organ.*, 2000, 78: 1093~1103.
- [4] Baker A J M. Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements—a review of their distribution, ecology and phytochemistry. *Biorecovery*, 1989, 1: 81126.
- [5] Reeves R D, Baker A J M. Metal-accumulating plants. In: Raskin I and Ensley B D eds. *Phytoremediation of Toxic Metals: Using Plants to Clean Up the Environment*. John Wiley & Sons. New York, 2000.
- [6] Myrna E W. Phytoremediation on the brink of commercialization. *Environ. Sci. Technol.*, 1997, 31: 182~186.
- [7] Wei C Y(韦朝阳) and Chen T B(陈同斌). Hyperaccumulators and phytoremediation of heavy metal contaminated soils: A review of studies in China and abroad. *Acta Ecologica Sinica*(in Chinese)(生态学报), 2001, 21: 11961203.
- [8] Chen T B(陈同斌), Wei C Y(韦朝阳), Huang Z C(黄泽春), et al. Arsenic hyperaccumulator *Pteris vittata* L. and its arsenic accumulation. *Chinese Science Bulletin*(in Chinese)(科学通报), 2002, 47: 207210.
- [9] Ma L Q., Kenneth M K, Tu C, et al. A fern that hyperaccumulating arsenic. *Nature*. 2001, 409: 579.
- [10] Carbonell-Barrachina A A, Arabi M A, Delaune R D, et al. The influence of arsenic chemical form and concentration on *Spartina patens* and *Spartina alterniflora* growth and tissue arsenic concentration. *Plant and Soil*. 1998, 198: 33~42.