

锰超富集植物垂序商陆 (*Phytolacca americana* L.) 的认定

薛生国^{1,2,3}, 叶 晟¹, 周 菲¹, 田守祥¹, 王 钧¹, 徐圣友², 陈英旭²

(1. 中南大学冶金科学与工程学院环境工程系, 长沙 410083; 2. 浙江大学环境与资源学院环境工程系, 杭州 310029;
3. 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085)

摘要:针对目前国内锰超富集植物商陆属 (*Phytolacca*) 植物名称混乱的状态, 在重新审查锰超富集植物——商陆 (*Phytolacca acinosa* Roxb.) 的野外标本和温室培养植物的基础上, 比对中国科学院昆明植物所标本馆的腊叶标本, 并查阅相关文献资料, 以期正确认定锰超富集植物的学名。结果表明, 湘潭锰矿尾矿废弃地原生的锰超富集植物实为垂序商陆 (*Phytolacca americana* L.), 国内外相关研究论文中出现的商陆和美洲商陆实为垂序商陆的同物异名。这一植物名称的认定, 将对避免锰超富集植物研究重复进行、保证相关研究正常有序开展具有重要意义。

关键词: 锰超富集植物; 商陆; 垂序商陆

文章编号: 1000-0933(2008)12-6344-04 中图分类号: Q948.1 文献标识码: A

Identity of *Phytolacca americana* L. (Phytolaccaceae), Pokeweed: a manganese hyperaccumulator plant

XUE Sheng-Guo^{1,2,3}, YE Sheng¹, ZHOU Fei¹, TIAN Shou-Xiang¹, WANG Jun¹, XU Sheng-You², CHEN Ying-Xu²

1 Department of Environmental Engineering, Central South University, Changsha 410083, China

2 Department of Environmental Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China

3 Research Centre for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(12): 6344 ~ 6347.

Abstract: Current confusion in the taxonomy of the genus *Phytolacca* and interest in the manganese hyperaccumulative trait reported in *P. acinosa* Roxb. has led to an extended field sampling, glasshouse cultivation and comparison with herbarium materials of *P. americana* L. s. l. Our specific aim was to identify and name the manganese hyperaccumulator plant correctly. The study indicated that the manganese hyperaccumulator plant *P. acinosa* which we first reported from the

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40771181); 中国博士后科学基金特别资助项目 (200801119); 中国博士后科学基金资助项目 (20080430566); 中南大学贵重仪器设备开放中心基金资助项目 (ZKJ2008005);

收稿日期: 2008-04-21; **修订日期:** 2008-10-20

作者简介: 薛生国 (1970 ~), 男, 河南焦作人, 博士, 副教授。主要从事污染土壤生物修复与金属矿山废弃地生态恢复技术研究。E-mail: sgxue70@yahoo.com.cn

致谢: 本文撰写过程中得到中国科学院昆明植物研究所孙航研究员、南京大学徐向华博士的帮助; 英文摘要承蒙 Melbourne 大学 Alan Baker 教授润色; 湘潭锰矿李念江从 2001 年起就参与植物样品采集, 在此一并致谢。

Foundation item: The project was financially supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 40771181), China Postdoctoral Science Foundation funded project (No. 200801119, 20080430566), open fund of the precision instrument and equipment from Central South University (No. ZKJ2008005)

Received date: 2008-04-21; **Accepted date:** 2008-10-20

Biography: XUE Sheng-Guo, Ph. D., Associate Professor, mainly engaged in bioremediation of metal-polluted soils and revegetation of metalliferous mine wastes. E-mail: sgxue70@yahoo.com.cn

Xiangtan manganese tailings wasteland must be reduced to *P. americana* as a synonym. The identity of *P. americana* will administer to the academic development by avoiding the sameness of scientific research.

Key Words: Mn-hyperaccumulator; *Phytolacca acinosa* Roxb.; *Phytolacca americana* L.

近年来,一些能够在地上部分大量富集污染物的特殊植物——超富集植物(Hyperaccumulator plants)已成为学术界研究的热点^[1]。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——植物修复技术 Phytoremediation(或植物提取技术 phytoextraction)以其潜在的高效、廉价及其环境友好性获得了科研人员和政府部门的广泛关注,通过种植收割这类植物可有效地治理环境中的重金属污染^[2]。超富集植物是植物修复的基础。目前已经发现的超富集植物约 480 种,但是绝大多数属于镍超富集植物(318 种)^[3],国内科研人员在重金属超富集植物筛选方面也做了大量的工作,取得显著的成果:陈同斌等在湖南发现砷超富集植物——蜈蚣草(*Pteris vittata* L.)^[4],杨肖娥等在浙江衢州市发现锌超富集植物——东南景天(*Sedum alfredii* Hance)^[5],韦朝阳等在湖南石门发现砷超富集植物——大叶井口边草(*Pteris cretica* L.)^[6],薛生国等在湖南湘潭锰矿发现锰超富集植物——商陆(*Phytolacca acinosa* Roxb.)^[7],刘威等发现镉超富集植物——宝山堇菜(*Viola baoshanensis*)^[8],魏树和等发现的镉超富集植物——龙葵(*Solanum nigrum* L.)^[9],汤叶涛等发现多金属超富集植物——圆锥南芥(*Arabis paniculata* L.)^[10],张学洪等发现湿生铬超富集植物——李氏禾(*Leersia hexandra* Swartz)^[11]。然而,我国科研人员在重金属超富集植物认定方面还存在一些分歧,可能因植物同物异名或最初鉴定有误而导致对同种植物重复开展研究。

薛生国等在《生态学报》2003 年 23 卷第 5 期报道中国首次发现的锰超富集植物——商陆(*Phytolacca acinosa* Roxb.)^[7],铁柏清等在《农业环境科学学报》2005 年 24 卷第 2 期发表美洲商陆(*Phytolacca americana* L.)——一种新的 Mn 积累植物^[12],刘云国等在《Pedosphere》2006 年 16 卷第 1 期报道商陆有较强的锰耐性和积累能力^[13],而且两种植物(商陆和美洲商陆)均采自湖南省湘潭锰矿尾矿区,国内相关科研人员已经或正在以采自湘潭锰矿废弃地的商陆(或美洲商陆)种子开展锰超富集机理和植物修复技术研究,这可能导致国内相关锰超富集植物研究处于混乱状态。本文在重新审查锰超富集植物——商陆属植物的野外标本照片和温室培养植物的基础上,比对中国科学院昆明植物研究所标本馆垂序商陆(*Phytolacca americana* L.)的腊叶标本,并查阅相关文献资料,以期正确认定该锰超富集植物的学名,确保相关科学研究的正常有序开展。

1 湘潭锰矿自然概况

调查区位于湖南省湘潭锰矿废弃的尾矿区。矿区地处丘陵地带,属亚热带大陆性气候,年均气温 17.4℃,年均降雨量 1431.4 mm,年均蒸发量 1321.7 mm,气候温湿、四季分明。湘潭锰矿危害最大的是酸性废水,废气主要是高炉煤气,矿山的废渣包括掘进废石、高炉炉渣、高炉瓦斯灰、洗矿尾矿、尾泥等,商陆属(*Phytolacca*)植物(商陆或美洲商陆)常成群分布生长在尾矿废弃地上^[7,12](图 1)。各采样点的土壤 pH 值为 7.42~7.48,土壤锰含量为 52359~114013mg/kg(平均值为 81553 mg/kg)。

2 锰尾矿废弃地原生条件下和温室培养条件下的商陆属植物

锰尾矿废弃地自然条件下生长的商陆属植物茎圆柱形,带紫红色。叶片椭圆形或卵状披针形,长 9~18cm,宽 5~10cm,顶端急尖,基部楔形;叶柄长 1~4cm(图 1)。温室培养条件下总状花序顶生或侧生,长 5~20cm;花梗长 6~8mm;花白色,直径约 6mm;花被片 5,雄蕊、心皮及花柱通常均为 10,心皮合生(图 2)。果序下垂;浆果扁球形,熟时紫黑色(图 1、图 2)。这些特征与中国植物志描述的垂序商陆(*Phytolacca americana* L.)形态特征基本吻合。因此,薛生国等在《生态学报》报道中国首次发现的锰超富集植物——商陆(*Phytolacca acinosa* Roxb.)是垂序商陆,当初植物鉴定有误。

3 商陆属植物与垂序商陆腊叶标本比对

图 3 所示腊叶标本(Kun No. 0264483,现保存于中国科学院昆明植物研究所标本室)来自美国宾夕法尼

亚州卡内基自然历史博物馆标本馆,采自华盛顿的一个受到严重干扰的煤矿废弃地,经中国科学院昆明植物所吴征镒院士鉴定为垂序商陆(*Phytolacca americana* L.)。垂序商陆,又名洋商陆(《中国植物图鉴》)、美国商陆(《华北经济植物志要》)、美洲商陆(《经济植物手册》)、美商陆(《杭州药用植物志》)。系多年生草本植物,高1~2m。原产北美,引入栽培,1960年以后遍及我国湖南、河北、陕西、山东、江苏、浙江、江西、福建、河南、湖北、广东、四川、云南,或逸生。在锰尾矿废弃地采集的商陆属植物和温室培养条件下的商陆属植物不仅与垂序商陆腊叶标本基本特征吻合,而且也与其地理范围相符。商陆在中国除东北、内蒙古、青海、新疆外均有分布,普遍野生于海拔500~3400m的沟谷、山坡、林下、林缘路旁,也栽植于房前屋后及园地中。因此,湘潭锰矿废弃地发现的锰超富集植物商陆(*Phytolacca acinosa* Roxb.)可认定是垂序商陆(*Phytolacca americana* L.),而国内相关论文中出现的商陆和美洲商陆实为垂序商陆之同物异名,应予以归并。



图1 湘潭锰尾矿废弃地商陆属植物样品采集

Fig. 1 Plant sample of *Phytolacca* sp. at Xiangtan manganese tailings in Hunan, China



图2 温室培养的商陆属植物

Fig. 2 *Phytolacca* sp. growing in a glasshouse



图3 垂序商陆腊叶标本

Fig. 3 The herbarium of *Phytolacca americana*

4 商陆(*Phytolacca acinosa* Roxb.)和垂序商陆(*Phytolacca americana* L.)的区别

对于从事环境保护、经济植物研究和其他相关研究人员来说,商陆(*Phytolacca acinosa* Roxb)和垂序商陆(*Phytolacca americana* L.)名称经常被认为同一种植物,垂序商陆(又名美洲商陆)(*Phytolacca americana* L.)也时常被认为是商陆(*Phytolacca acinosa* Roxb),而且两者在营养生长期(未出现花序或果序)基本没有区别,很容易混淆。为便于识别与鉴定,现列举二者的主要特征加以区分:商陆(*Phytolacca americana* L.)的花序粗壮,果序直立,心皮分离、通常为8;垂序商陆(*Phytolacca acinosa* Roxb)花序较纤细,果序下垂,心皮合生、

通常为 10。

5 有关超富集植物筛选的思考

目前发现的绝大多数超富集植物生长慢、生物量小,且多为莲座生长,很难进行机械化作业,因此一些学者认为小型超富集植物不适宜大面积污染土壤的修复^[14]。鉴于此,国内外学者对筛选生物量较大、生长较快的超富集植物表现出浓厚兴趣。然而,从事超富集植物和植物修复技术研究的科研人员大多不具备植物分类学专业背景,而且在野外植物调查和样品采集过程中不具备专业技能,仅采集植物营养器官或部分枝条和叶片,然后请具备一定植物分类学基础的专家学者鉴定。由于植物在不同生态条件下,营养器官变异很大,直接影响植物鉴定的准确性。即使专门从事植物分类学的科研人员对不同环境条件下植物标本鉴定也可能出现偏差。因此,在耐性植物和超富集植物筛选过程中,研究人员应邀请具有丰富野外经验的植物分类学专家全程参与指导,采集植物标本,并且比对植物模式标本或经权威专家鉴定的腊叶标本,经过科学论证后再正式公布重金属耐性植物和超富集植物的名称,以避免重复研究。

References:

- [1] 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*. New York: John Wiley & Sons, 2000.
- [2] Myrna E W. Phytoremediation on the brink of commercialization. *Environmental Science and Technology*, 1997, 31: 182—186.
- [3] Baker A J M, McGrath S P, *et al.* The possibility of in situ heavy metal decontamination of polluted soils using crops of metal accumulating plants. *Resources, Conservation and Recycling*, 1994, 11: 41—49.
- [4] Chen T B, Wei C Y, Huang Z C, *et al.* Arsenic hyperaccumulator *Pteris vittata* L. and its arsenic accumulation. *Chinese Science Bulletin*, 2002, 47 (11): 902—905.
- [5] Yang X, Long X X, Ni W Z, *et al.* *Sedum alfredii* H: A new Zn hyperaccumulating plant first found in China. *Chinese Science Bulletin*, 2002, 47 (19): 1634—1637.
- [6] Wei C Y, Chen T B, Huang Z C, *et al.* Cretan Brake (*Pteris cretica* L.): an Arsenic-accumulating Plant. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(5): 777—778.
- [7] Xue S G, Chen Y X, Lin Q, *et al.* *Phytolacca acinosa* Roxb. (Phytolaccaceae): A new manganese hyperaccumulator plant from Southern China. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(5): 935—937
- [8] Liu W, Shu W S, Lan C Y. *Viola baoshanensis*, a plant that hyperaccumulates cadmium. *Chinese Science Bulletin*, 2004, 49(1): 29—32
- [9] Wei S H, Zhou Q X, Wang X, *et al.* A newly-discovered Cd-hyperaccumulator *Solanum nigrum* L. *Chinese Science Bulletin*, 2005, 50(1): 33—38
- [10] Tang Y T, Qiu R L, Zeng X W, *et al.* A new found Pb/Zn/Cd hyperaccumulator-*Arabis paniculata* L. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatsen*, 2005, 44(4): 135—136
- [11] Zhang X H, Luo Y P, Huang H T, *et al.* *Leersia hexandra* Swartz: a newly discovered hygrophite with chromium hyperaccumulator properties. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(3): 950—953
- [12] Tie B Q, Yuan M, Tang M Z. *Phytolacca americana* L.: A new manganese accumulator plant. *Journal of Agro-Environment Science*, 2005, 24 (2): 340—343
- [13] Liu Y G, Zhang H Z, Zeng G M, *et al.* Heavy Metal Accumulation in Plants on Mn Mine Tailings. *Pedosphere*, 2006, 16(1): 131—136
- [14] Ebbs S D, Kochian L V. Phytoextraction of Zinc by oat (*Avena sativa*), barley (*Hordeum Vulgare*), and Indian mustard (*Brassica juncea*). *Environmental Science and Technology*, 1998, 32: 802—806.

参考文献:

- [6] 韦朝阳, 陈同斌, 黄泽春, 等. 大叶井口边草——一种新发现的富集砷的植物. *生态学报*, 2002, 22(5): 777~778.
- [7] 薛生国, 陈英旭, 林琦, 等. 2003. 中国首次发现的锰超积累植物——商陆. *生态学报*, 23(5): 935~937.
- [10] 汤叶涛, 仇荣亮, 曾晓雯, 等. 一种新的多金属超富集植物——圆椎南芥(*Arabis paniculata* L.). *中山大学学报(自然科学版)*, 2005, 44 (4): 135~136.
- [11] 张学洪, 罗亚平, 黄海涛, 等. 一种新发现的湿生铬超积累植物李氏禾(*Leersia hexandra* Swartz). *生态学报*, 2006, 26(3): 950~953.
- [12] 铁柏清, 袁敏, 唐美珍. 美洲商陆(*Phytolacca americana* L.) 一种新的 Mn 积累植物. *农业环境科学学报*, 2005, 24(2): 340~343.