

# 印度芥菜对土壤中难溶态铅的吸收与活化

游伟民, 李天铎 (山东轻工业学院轻化与环境工程学院, 山东济南250353)

**摘要** [目的] 研究了印度芥菜对石灰性土壤中难溶态铅的吸收、活化和积累规律。[方法] 采用盆栽试验, 研究了印度芥菜对石灰性土壤中难溶态Pb吸收的影响和对石灰性Pb污染土壤的修复效率。[结果] 印度芥菜能够吸收石灰性土壤中难溶态铅并正常生长。印度芥菜吸收的铅80%以上累积在根部, 根际与非根际土壤中DIPA提取的铅含量差异不显著。在该试验条件下, 印度芥菜对土壤中铅的净化率为0.01~0.02%。[结论] 印度芥菜对模拟石灰性污染土壤中难溶态Pb的净化效果不理想。

**关键词** 印度芥菜; 土壤; 铅; 吸收; 活化

中图分类号 S562.035.3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)30-13292-01

**Uptake and Activation of Insoluble Pb in Soil by Brassica juncea**

**YOU Wei-min et al** (School of Light Chemistry and Environmental Engineering, Shandong Institute of Light Industry, Jinan, Shandong 250353)

**Abstract** [Objective] The rules of uptake and activation of insoluble Pb in calcareous soil by Brassica juncea were studied. [Method] The pot experiment was carried out to study the effect of Brassica juncea on the absorption of insoluble Pb and the purification efficiency. [Result] Indian mustard could absorb insoluble Pb and grew well. Pb uptake by Brassica juncea was existed in root and higher than 80%. The difference DIPA extractable Pb in rhizosphere and non-rhizosphere of Brassica juncea was not significant. The Pb purification rate of the soil by Brassica juncea was 0.01% - 0.02% at this test condition. [Conclusion] The effect of Brassica juncea on the purification of insoluble Pb in simulated calcareous polluted soil was not ideal.

**Key words** Brassica juncea; Soil; Lead; Uptake; Activation

Pb是土壤中常见的重金属污染元素。有关印度芥菜累积Pb机制和吸收Pb能力的研究主要是在水培或酸性土壤条件下进行的<sup>[1-2]</sup>。在石灰性土壤中加入非水溶性的PbCO<sub>3</sub>模拟Pb污染土壤, 笔者研究了印度芥菜对石灰性土壤中难溶态Pb的吸收差异和对石灰性Pb污染土壤的修复效率。

## 1 材料与方 法

**1.1 供试材料** 供试土壤为石灰性土壤, 土壤有机质含量为16.23 g/kg, 全氮2.12 g/kg, 速效钾43.53 mg/kg, 速效磷6.13 mg/kg, pH值8.3, 全Pb 11 mg/kg。试验植物为印度芥菜(Brassica juncea), 种子由中国农业大学苏德纯教授提供。

**1.2 试验设计** 采用温室土培试验。设5个Pb水平, 分别为0、100、250、500、1 000 mg/kg。每盆栽土500 g, 每个处理3盆栽培印度芥菜, 另外3盆空置, 作为对照。试验用所有土壤过60目筛, 并施相同量的底肥。按每盆Pb水平, 在每盆土壤分别混入相应量的PbCO<sub>3</sub>, 每盆播种印度芥菜种子20粒, 待印度芥菜出苗后, 每盆保留5株, 生长过程中用去离子水灌溉。植株生长6周后收获。

**1.3 植株样品中铅含量的测定** 收获的植物分割成地上部和根系, 用自来水洗净根系泥土, 然后分别用自来水、蒸馏水、去离子水清洗样品, 清洗后样品在105℃烘箱内杀青30 min, 再在70~80℃温度下烘干后粉碎备用。植物样品采用HG-HNO<sub>3</sub>-HClO<sub>4</sub>酸分解法, 用ICP-AES测定重金属含量。印度芥菜收获后, 分别采集不同处理的根际土壤和非根际土壤, 风干并过60目筛, 测定各土壤的碳酸氢铵DIPA(AB-DIPA)提取的植物有效态Pb含量。

## 2 结果与分析

**2.1 印度芥菜根际与非根际土壤中DIPA提取态Pb含量的差异** 螯合剂DIPA提取的土壤金属元素与植物吸收的土壤金属元素具有较高的相关性, 常用来作为衡量土壤中植物有效态金属数量高低的指标。从表1可以看出, 随着土壤

加入Pb量的增加, 印度芥菜根际和非根际土壤中DIPA提取的Pb含量在0.05水平显著增加。根际和非根际土壤之间DIPA提取的Pb在所有土壤Pb含量处理中差异不显著。这表明印度芥菜对石灰性土壤中难溶态Pb的活化能力较弱, 将影响印度芥菜对土壤中难溶态Pb的吸收。

表1 印度芥菜根际与非根际土壤DIPA提取态Pb的含量

**Table 1 Content of DIPA extractable Pb in rhizosphere and non-rhizosphere of Indian mustard**

Pb水平	根际土壤	非根际土壤
Pb level	Rhizosphere soil	Non-rhizosphere soil
0	1.32e	1.21e
100	55.77d	51.62d
250	99.63c	97.21c
500	198.56b	205.73b
1 000	379.69a	388.05a

注: 不同小写字母表示在0.05水平差异显著。下同。

Note: Different lowercases mean significant differences at 0.05 level. The same as follows.

**2.2 不同Pb含量土壤中印度芥菜的生物量及其对Pb的吸收差异** 从表2可以看出, 随着土壤中Pb浓度的增加, 印度芥菜地上部和根系的干物重略有下降, 但各处理之间差异不显著。这表明土壤中加入一定量的PbCO<sub>3</sub>, 对印度芥菜的生长没有明显的影响。

表2 不同的Pb处理对印度芥菜生物量及吸收Pb的影响

**Table 2 Effects of different Pb treatments on the biomass of Indian mustard and the Pb uptake in soils of Indian mustard**

Pb水平 ng/kg	地上部 Above-ground part		根 Root	
	干重 g/盆	Pb含量 ng/kg	干重 g/盆	Pb含量 ng/kg
Pb level	Dry weight	Pb content	Dry weight	Pb content
0	3.75a	1.23j	0.81b	15.73e
100	3.83a	2.31i	0.78b	51.62d
250	3.70a	3.21h	0.71b	115.27c
500	3.58a	6.58g	0.72b	243.16b
1 000	3.46a	9.86f	0.66b	320.79a

基金项目 山东省科技攻关项目(501154)。

作者简介 游伟民(1976-), 男, 山东潍坊人, 硕士, 讲师, 从事污染控制方面的研究。

收稿日期 2008-07-31

(下转第13361页)

用资源,大力推广农村环保节能技术,减少能源和资源的浪费。例如,用甘蔗叶喂养家畜,用桑杆替代薪柴,用秸秆种食用菌,尽量减少对喀斯特森林植被的破坏。第四,合理开发旅游资源,发展生态旅游产业,改变传统的经济发展模式。第五,联合高校及科研部门,加强对喀斯特地区珍稀动植物资源的开发利用研究,充分发挥资源的生态经济效益,让社区群众在资源环境的参与式管理中得到实惠。第六,采取有效措施,积极治理环境污染,特别是加强对POPs、大气污染、重金属毒害等的防治力度,为保护区物种的生存及社区经济发展提供一个良好的环境。第七,加强与经济发达地区的联系,通过劳务输出等形式,发展务工经济,转移青壮年劳动力,缓解人地矛盾,减轻保护区资源环境管理的压力。

**4.2 加强环境宣传教育,提高村民的环保意识** 公众环境意识的提高及理解支持是搞好资源环境管理的重要保证。社区环境教育的目标是进一步提高社区居民对自然资源保护的认识和理解,并且与自然保护区成为一种利益共同体。在木论自然保护区,可考虑通过多种渠道实施社区环境教育。比如,与当地中小学联合举办各种宣教活动,编写乡土环保教材,从娃娃抓起;第二,通过公务员培训或其他成人教育途径,对国家公务员、机关干部、保护区周边群众、个体工商户、外出务工人员等进行资源环境保护知识法规的培训和再教育;第三,综合运用各种现代传媒,如广播电视、移动通信、宣传画册、民歌民谣及互联网络等,用群众喜闻乐见的形式,在保护区周边社区开展丰富多彩的生态保护及环境教育活动,努力提高群众的环保意识及参与度;第四,利用保护区建立的各种宣传教育馆、展览室、标本室、宣传栏、标志牌等科普教育设施,有计划地组织社区群众参观学习,加强与社

(上接第13292页)

从表2还可以看出,随着土壤Pb加入量的增加,印度芥菜根系中Pb的含量在0.05水平显著增加,但印度芥菜地上部Pb的含量增加缓慢。印度芥菜根系中Pb含量在0.05水平显著高于地上部的Pb含量,这种差异达几十倍。

表3 印度芥菜体内Pb的分布特点及其对土壤Pb的净化率

**Table 3 The characteristic of Pb distribution in Indian mustard and the purification rate of the soil %**

Pb 水平 ng/kg Pb level	地上部吸收Pb 量占的百分数 Percentage of Pb content in above-ground part	根系吸收Pb 量 占的百分数 Percentage of Pb content in root	地上部移走土壤 中Pb的百分数 Percentage of Pb content in above ground part absorbed from soil
0	26	74	-
100	18	82	0.02
250	13	87	0.01
500	12	88	0.01
1 000	14	86	0.01

**2.3 印度芥菜体内Pb的分布特点及其对土壤Pb的净化率差异** 从表3可以看出,印度芥菜吸收的Pb只有26%以下

区的沟通和感情交流,培养乡村环保骨干,树立典型,搞好村民自我管理。

**4.3 尊重社区文化习俗,实现保护发展双赢** 民族传统文化和资源利用方式,对保护区资源环境管理具有十分重要的影响,所以,在保护区工作开展的过程中,一定要尊重地方的文化习俗及民族习惯,在充分了解地方文化的基础上,因势利导地开展社区环境教育工作,恰当地利用民族传统信仰、村规民约及地方文化中有利于资源环境保护的有效成分和元素,在保护的前提下,充分考虑社区发展的需要,以科学理性的方式,开发利用当地的自然资源,比如,通过举办各种民族节庆活动暨美食文化节,喀斯特探险,古道寻幽,古宾河漂流等,开展民族生态旅游,使人与自然和谐的理念在民族文化遗产及资源环境保护中得到有机的统一。

## 5 结语

喀斯特地区生物多样性保护对维持地球生态平衡具有十分重要的意义。重视对喀斯特地区生物资源的管理,不仅要加强保护区自身的建设,还要加强社区发展能力的培养,增进社区与保护区的理解和信任,充分调动群众的积极性,将社区作为一个利益的主体,尊重其发展的权利,并提供发展的机会。只有社区共建,政府支持,制定符合群众利益的合理政策,建立一种利益协商,责、权、利结合,风险共担的机制,才能使社区真正参与到资源环境保护工作中来,促进保护区的可持续发展。

## 参考文献

- [1] 郑颖吾. 木论喀斯特林区概况 M. 北京: 科学出版社, 1999.
- [2] 杜雪飞, 郭辉军, 曾益群. 保护区与周边社区发展研究——以西双版纳自然保护区为例 J. 云南植物研究, 2001(9): 194-200.

分布在地上部;当土壤中加入外源难溶态Pb后,这种比例更低,只有12%~18%。从印度芥菜对该模拟污染土壤的净化率可以看出,在该试验条件下,印度芥菜地上部移走土壤Pb的比例只有0.01%~0.02%。

## 3 结论

(1) 印度芥菜根际与非根际土壤中DIPA提取的Pb含量差异不显著。

(2) 随着土壤中加入外源Pb数量的增加,印度芥菜体内Pb含量在0.05水平显著增加,印度芥菜根系Pb含量高于地上部几十倍。

(3) 在土壤中加入外源Pb的条件下,印度芥菜吸收的Pb 80%以上累积在根系,表明印度芥菜对模拟石灰性污染土壤中难溶态Pb的净化效果不理想。

## 参考文献

- [1] EBBS S D, LASAT M M, BRADY D J, et al. Phytoremediation of cadmium and zinc from a contaminated soil [J]. J Environ Qual, 1997, 26: 1424-1430.
- [2] BAKER A J M, REEVES R D, HAJAR A S M. Heavy metal accumulation and tolerance in British populations of metallo-phyte *Thlaspi caerulescens* J. & C. Presl (Brassicaceae) [J]. New Phytol, 1994, 127: 61-68.