



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101786098 A

(43) 申请公布日 2010.07.28

(21) 申请号 201010148397.0

(22) 申请日 2010.04.16

(71) 申请人 中国科学院地球化学研究所

地址 550002 贵州省贵阳市观水路 46 号

(72) 发明人 冯新斌 王建旭 尹润生 商立海

(74) 专利代理机构 贵阳中新专利商标事务所

52100

代理人 吴无惧

(51) Int. Cl.

B09C 1/00 (2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 3 页

### (54) 发明名称

一种促进汞污染土壤植物修复的方法

### (57) 摘要

本发明公开了一种硫代硫酸铵促进汞污染土壤植物修复的方法。方法的步骤如下:1) 在汞污染土壤中种植油菜;2) 待油菜生长 2-3 个月后,向土壤中添加硫代硫酸铵溶液,每公斤土壤中硫代硫酸铵施用量为 2-6g;3) 加入硫代硫酸铵后的 3-10 天收割植物,即可。本发明采用的硫代硫酸铵对土壤无污染;技术工艺简单,成本低;对汞污染土壤修复效果好;适用于大面积汞污染土壤植物修复的应用。

1. 一种促进汞污染土壤植物修复的方法,其特征在于:先将油菜种植于所要修复的汞污染土壤,然后在油菜生长旺盛期将硫代硫酸铵( $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$ )溶于水中并将其均匀喷洒到油菜根系周围土壤,最后收割油菜。

2. 根据权利要求1所述一种促进汞污染土壤植物修复的方法,其特征在于:油菜生长旺盛期为2-3个月。

3. 根据权利要求1所述一种促进汞污染土壤植物修复的方法,其特征在于:硫代硫酸铵按每公斤土壤2-6g的剂量加入。

4. 根据权利要求1所述一种促进汞污染土壤植物修复的方法,其特征在于:硫代硫酸铵加入后3-10天收割油菜。

## 一种促进汞污染土壤植物修复的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及利用植物修复污染土壤的方法,特别涉及一种汞污染土壤植物修复的方法。

### 背景技术

[0002] 目前,汞污染土壤一般都是采用物理和化学方法进行修复,利用物理和化学方法修复汞污染土壤不仅成本高、不易大面积推广使用、对土壤性质和结构破坏很大。比如,据“美国环保局网站, <http://clu-in.org/s.focus/c/pub/i/1464/>”报道加利福尼亚环境保护局对 NewAlmaden 汞矿区约 10,000 ~ 15,000m<sup>3</sup> 的土壤进行转移并处理,仅前期投入每立方就达到 460 美元 /m<sup>3</sup>。而目前世界汞污染土壤面积大,仅中国汞污染耕地就达到 3.2×10<sup>4</sup> 公顷,利用物理和化学方法修复汞污染土壤其投资是非常巨大的。植物修复技术由于其成本低、对土壤扰动小、环境扰动少等优点成为代替物理和化学方法的最佳选择。但是到目前为止,利用植物修复技术修复汞污染土壤不能解决如何促进根系从土壤中吸收汞并有效的转运到植物地上部分,从而限制了植物修复效率并限制了其应用。2005 年出版的“Environmentalpollution”

报道了豌豆,春小麦,甜菜和三叶草等植物对汞的富集和转运能力,结果发现虽然所有植物根系都可以吸收汞但是转运到地上部分仅占根系汞含量的 0.17%-2.5% 左右;2007 年出版的“Internationaljournalofphytoremediation”报道了 Rodriguez 等人利用大麦,小扁豆和羽扇豆等作物对汞污染土壤的修复能力,但是修复效率都不高,仅羽扇豆地上部分汞含量最高,达到 1mg/kg 左右。植物根系对汞的提取和转运能力很低。有人尝试增加植物根系对汞的吸收并转运到地上部分,但是效果很差。比如,2006 年出版的“ScienceoftheTotalEnvironment”报道有学者发现 KI 能促进柳树根系对汞的吸收但是不能有效的将汞转运到植物地上部分。2004 年出版的“EnvironmentalPractice”报道 Moreno 等人将硫代硫酸铵施用于矿渣来研究印度芥菜对汞的提取作用,虽然印度芥菜对汞的提取能力增加但是没有应用于汞污染土壤,由于土壤和渣堆物理化学性质差别巨大,因此,仍然没有解决这一问题。

### 发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是:提供一种促进汞污染土壤植物修复的方法,将硫代硫酸铵溶液喷洒到种植有油菜的汞污染土壤中,能有效的促进根系从土壤中吸收汞并转运

到油菜地上部分,提高了植物修复效率并扩大其应用范围。

[0004] 本发明的技术方案为:

先将油菜种植于汞污染土壤,然后达到生长旺盛期;最后,将硫代硫酸铵溶于水中并将其均匀喷洒到植物根系周围土壤即可。

[0005] 油菜生长旺盛期为 2-3 个月。

[0006] 硫代硫酸铵( $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$ )按每公斤土壤 2-6g 的剂量加入。

[0007] 硫代硫酸铵加入后 3-10 天收割油菜。

[0008] 本发明在油菜生长 2-3 个月 after 加入硫代硫酸铵并在加入后的第 3-10 天收割植物,处理后并分析汞含量发现:种植在没有加硫代硫酸铵的土壤的油菜,其根系和地上部分总汞含量分别为  $0.29 \pm 0.15$  和  $0.12 \pm 0.03\text{mg/kg}$ ;而每公斤土壤分别加入 2、4 和 6g 硫代硫酸铵的油菜其根系和地上部分总汞含量分别是  $4.48 \pm 0.48$  和  $2.14 \pm 0.84\text{mg/kg}$ ;  $9.25 \pm 4.45$  和  $20.2 \pm 1.02\text{mg/kg}$ ;  $11.67 \pm 4.55$  和  $33.25 \pm 0.64\text{mg/kg}$ 。随着硫代硫酸铵的剂量增加,根系和地上部分总汞含量也随之增加;反映植物将某种元素从根系转运到其地上部分能力的转运系数(定义为植物地上部分汞含量与根系汞含量比值)和反映植物地上部分对土壤中汞的富集能力的富集系数(定义为植物地上部分汞含量与土壤汞含量比值)也随硫代硫酸铵用量增加而增加。

[0009] 本发明具有如下优点:

- a. 本发明利用硫代硫酸铵溶液加入到汞污染土壤中促进了植物根系对土壤中汞的吸收并转运到植物地上部分,提高了植物的修复效率,扩大了应用范围;
- b. 本发明能适应不同气候条件下,不同汞污染土壤类型的修复;
- c. 本发明实施简单,成本低,对土壤无污染,适用于大面积推广和应用。

## 具体实施方式

[0010] 本发明的实施例:

a. 以汞含量为 100-130mg/kg 土壤为修复对象,每公斤土壤加入 2g 硫代硫酸铵为例:将油菜种植于所要修复的汞污染土壤,在油菜生长 2-3 个月 after 加入硫代硫酸铵,加入方案如下:

首先,将硫代硫酸铵溶于水中,并分别按每公斤土壤加入 2g 硫代硫酸铵的剂量向土壤施入硫代硫酸铵溶液。为了提高硫代硫酸铵的利用效率,利用喷雾器将溶液均匀喷洒到植物根系周围土壤即得。

[0011] 收获植物处理后并分析汞含量发现,每公斤土壤加入 2g 硫代硫酸铵的油菜其根系和地上部分的总汞含量分别是  $4.48 \pm 0.48$  和  $2.14 \pm 0.84\text{mg/kg}$ ;本发明中,未加硫代硫酸铵的植物其地上部分转运系数和富集系数分别是 0.41 和 0.001,而向每公斤土壤中加入 2g 硫代硫酸铵后,植物地上部分转运系数和富集系数分别增加为 0.48 和 0.02。(与未加硫代硫酸铵处理相比,转运系数和富集系数分别增加了 1 和 20 倍)

b. 以汞含量为 100-130mg/kg 土壤为对象,每公斤土壤加入 4g 为例:将油菜种植于所要修复的汞污染土壤,在油菜生长 2-3 个月 after 加入硫代硫酸铵,加入方案同 a。

[0012] 收获植物处理后并分析汞含量发现,每公斤土壤加入 4g 硫代硫酸铵的油菜其根系和地上部分总汞含量是  $9.25 \pm 4.45$  和  $20.2 \pm 1.02\text{mg/kg}$ ;植物地上部分转运系数和富集系数分别增加为 2.18 和 0.185 (与未加硫代硫酸铵处理相比,转运系数和富集系数分别增加了 5 和 185 倍)。

[0013] c. 以汞含量为 100-130mg/kg 土壤为对象,每公斤土壤加入 6g 为例:将油菜种植于所要修复的汞污染土壤,在油菜生长 2-3 个月后加入硫代硫酸铵,加入方案同 a。

[0014] 收获植物处理后并分析汞含量发现,每公斤土壤加入 6g 硫代硫酸铵的油菜其根系和地上部分总汞含量分别是  $11.67 \pm 4.55$  和  $33.25 \pm 0.64\text{mg/kg}$ 。植物地上部分转运系数和富集系数分别增加为 2.85 和 0.329 (与未加硫代硫酸铵处理相比,转运系数和富集系数分别增加了 7 和 329 倍)。