



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106862264 A

(43)申请公布日 2017.06.20

(21)申请号 201710150131.1

(22)申请日 2017.03.14

(71)申请人 中国科学院地球化学研究所  
地址 550000 贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号

申请人 招商局生态环保科技有限公司  
贵州师范大学

(72)发明人 王建旭 李广辉 邢英 冯新斌

(74)专利代理机构 北京高航知识产权代理有限公司 11530

代理人 赵永强

(51)Int.Cl.

B09C 1/10(2006.01)

B09C 1/08(2006.01)

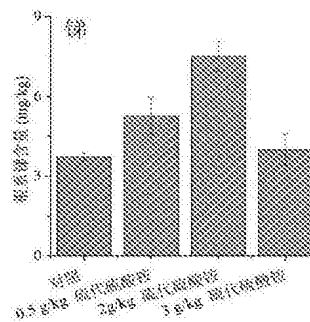
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

## (54)发明名称

促进植物富集土壤砷和镉的化学诱导方法

## (57)摘要

本发明公开了促进植物富集土壤砷和镉的化学诱导方法,在待修复的砷污染土壤中种植高生物量植物,待植物收割前7天,向土壤添加含硫螯合剂使之与土壤砷发生化学反应,使得砷从土壤固相分配到液相,促进植物对砷和镉的富集。高生物量植物为册亨本地油菜。含硫螯合剂为硫代硫酸铵或硫氰酸铵。含硫螯合剂的用量占土壤重量的0.2%-4%。通过化学螯合剂促进了土壤固相的砷和镉分配到液相,加了土壤砷和镉的生物有效性,促进了植物对砷和镉的植物提取效率,大大缩短了通过植物提取去除土壤砷和镉的修复周期,节约了植物修复成本。



1. 促进植物富集土壤砷和锑的化学诱导方法,其特征在于,具体按照以下步骤进行:在待修复的砷污染土壤中种植高生物量植物,待植物收割前7天,向土壤添加含硫螯合剂使之与土壤砷发生化学反应,使得砷以从土壤固相分配到液相,促进植物对砷和锑的富集。

2. 根据权利要求1所述的促进植物富集土壤砷和锑的化学诱导方法,其特征在于,所述高生物量植物为册亨本地油菜。

3. 根据权利要求1所述的促进植物富集土壤砷和锑的化学诱导方法,其特征在于,所述含硫螯合剂为硫代硫酸铵或硫氰酸铵。

4. 根据权利要求1所述的促进植物富集土壤砷和锑的化学诱导方法,其特征在于,所述含硫螯合剂的用量占土壤重量的0.2%-4%。

## 促进植物富集土壤砷和镉的化学诱导方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于土壤污染保护技术领域,涉及一种促进植物富集土壤砷和镉的化学诱导方法。

### 背景技术

[0002] 砷和镉是动植物的非必需元素、毒性强且对人体危害大。砷被国际卫生组织(WHO)列为10大对人体健康危害最大的重金属之一。长期饮用含有砷的饮用水会导致皮肤癌、肺癌、膀胱癌、肾癌和“乌脚病”等,因此WHO规定应用水中砷的浓度不能超过 $10\mu\text{g}/\text{L}$ 。含镉污染物能通过呼吸道进入人体,会刺激呼吸道及皮肤、引起尘肺和肠胃病等。如果直接接触镉化合物,会引起头晕、头痛、呕吐、肾损害或肝损害等,其中三氧化二镉被认为具有致癌性。

[0003] 有色金属冶炼活动致使大量的含砷和镉的污染物进入到土壤中,不仅造成严重污染而且使得土壤质量下降。土壤中砷和镉能随食物链进入到动物和人体中,造成毒害。由于砷矿物中通常伴生有镉等其它重金属,采矿业冶炼活动不仅导致土壤砷污染而且还有镉污染。

[0004] 传统的物理化学方法修复污染土壤对环境扰动大、成本相对较高、操作相对较复杂、且易产生二次污染等。近年来,植物提取技术逐渐成为关注的热点,具有成本低、环境友好、易操作、可修复大面积污染土壤等优点。

[0005] 目前,已经发现了砷的超累积植物,比如蜈蚣草。尽管这些超累积植物具有很强的砷富集能力,但是超累积植物生长缓慢、生物量相对较低、对地域具有选择性等缺点。此外,超累积植物无法从土壤中高效的富集多种重金属,比如镉。

[0006] 利用高生物量的植物来实施植物提取技术成为新的思路,尤其在超富集植物不宜生长的气候区域。虽然与超富集植物相比,传统的生物量大的植物对重金属的富集能力要相对差,但是通过恰当的人工干预使可以得这些高生物量植物能同时富集砷和镉,达到去除土壤多种重金属的目的。在土壤中添加化学螯合剂使之与重金属配位,增加重金属的生物有效性,提高高生物量作物对重金属的富集能力,促进植物提取效率。目前,国际和国内在利用化学螯合剂诱导植物富集土壤砷和镉的领域处于技术空白。

### 发明内容

[0007] 为实现上述目的,本发明提供一种促进植物富集土壤砷和镉的化学诱导方法,促进了植物对砷和镉的植物提取效率。

[0008] 本发明所采用的技术方案是,促进植物富集土壤砷和镉的化学诱导方法,具体按照以下步骤进行:在待修复的砷污染土壤中种植高生物量植物,待植物收割前7天,向土壤添加含硫螯合剂使之与土壤砷发生化学反应,使得砷以从土壤固相分配到液相,促进植物对砷和镉的富集。

[0009] 进一步的,所述高生物量植物为册亨本地油菜。

[0010] 进一步的,所述含硫螯合剂为硫代硫酸铵或硫氰酸铵。

[0011] 进一步的,所述含硫螯合剂的用量占土壤重量的0.2%–4%。

[0012] 本发明的有益效果是通过化学螯合剂促进了土壤固相的砷和镉分配到液相,加了土壤砷和镉的生物有效性,促进了植物对砷和镉的植物提取效率,大大缩短了通过植物提取去除土壤砷和镉的修复周期,节约了植物修复成本。本发明具有成本低、操作简单、能原位处理复合砷镉污染土壤和无二次污染的优点。

### 附图说明

[0013] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0014] 图1是本发明实施例提供的土壤添加不同量硫代硫酸铵后册亨本地油菜根系中镉的富集特征图。

[0015] 图2是本发明实施例提供的土壤添加不同量硫代硫酸铵后册亨本地油菜地上部分镉的富集特征图。

[0016] 图3是本发明实施例提供的土壤添加不同量硫氰酸铵后册亨本地油菜根系中砷的富集特征图。

[0017] 图4是本发明实施例提供的土壤添加不同量硫氰酸铵后册亨本地油菜地上部分砷的富集特征图。

[0018] 图5是本发明实施例提供的土壤添加不同量硫代硫酸铵后册亨本地油菜根系中砷的富集特征图。

[0019] 图6是本发明实施例提供的土壤添加不同量硫代硫酸铵后册亨本地油菜地上部分砷的富集特征图。

[0020] 图7是本发明实施例提供的土壤添加不同量硫氰酸铵后册亨本地油菜根系中镉的富集特征图。

[0021] 图8是本发明实施例提供的土壤添加不同量硫氰酸铵后册亨本地油菜地上部分镉的富集特征图。

### 具体实施方式

[0022] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0023] 促进植物富集土壤砷和镉的化学诱导方法,具体按照以下步骤进行:

[0024] 在待修复的砷污染土壤中种植高生物量植物,待植物收割前7天,向土壤添加含硫螯合剂使之与土壤砷发生化学反应,使得砷以从土壤固相分配到液相,大大增加了土壤生物有效态砷和镉的含量,促进植物对砷和镉的富集,提高植物提取效率。

[0025] 优选的,高生物量植物为册亨本地油菜。

[0026] 优选的,含硫螯合剂包括硫代硫酸铵( $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3$ )或硫氰酸铵( $\text{NH}_4\text{SCN}$ )

[0027] 优选的,含硫螯合剂的用量占土壤重量的0.2%-4%。

[0028] 进一步的优选,含硫螯合剂的用量占土壤重量的0.5%。

[0029] 进一步的优选,含硫螯合剂的用量占土壤重量的3%。

[0030] 进一步的优选,含硫螯合剂的用量占土壤重量的2%。

[0031] 实施例1

[0032] 通过温室盆栽试验研究添加不同量硫代硫酸铵和硫氰酸铵对册亨本地油菜富集土壤砷和镉的影响。

[0033] 采集贵州某矿区砷镉复合污染土壤开展温室盆栽试验(土壤总砷:3122mg/kg;总镉:322mg/kg)。污染土壤破碎并风干后过4毫米尼龙筛。将土壤分装到若干个塑料花盆中,每盆装入土壤0.7公斤。每个花盆分别加入尿素和磷酸二氢钾各0.3克,种植册亨本地油菜。植物在生长33天后,每周分别补充0.1g尿素和0.18g磷酸二氢钾,直至到收割。硫代硫酸铵设置4个梯度即:土壤中不添加螯合剂、每公斤土壤添加0.5克螯合剂(硫代硫酸铵和硫氰酸铵任意一种)、每公斤土壤添加2克螯合剂(硫代硫酸铵和硫氰酸铵任意一种)和每公斤土壤添加3克螯合剂(硫代硫酸铵和硫氰酸铵任意一种)。植物总共培养85天,螯合剂在培养第78天时加入。植物收割后测定植物砷和镉的含量。

[0034] 由图1和图2册亨本地油菜体内镉含量可以看出:

[0035] 在每公斤土壤中添加2克硫代硫酸铵,植物根系和地上部分镉含量显著高于对照(未添加硫代硫酸铵组),镉含量分别增加了101%和157%,表明了硫代硫酸铵极大诱导了册亨本地油菜对镉的富集。

[0036] 由图3和图4册亨本地油菜体内砷含量可以看出:

[0037] 册亨本地油菜根系的砷含量随着土壤硫氰酸铵添加量增加而升高,每公斤土壤添加2克硫氰酸铵的处理其地上部分砷含量最高。说明了硫氰酸铵能促进植物根系对砷的吸收以及在地上部分的富集。

[0038] 由图5和图6册亨本地油菜体内砷含量可以看出:

[0039] 在每公斤土壤中添加2克硫代硫酸铵,植物根系和地上部分砷含量显著高于对照(未添加硫代硫酸铵组),砷含量分别增加了185%和300%,表明了硫代硫酸铵极大诱导了册亨本地油菜对砷的富集。

[0040] 由图7和图8册亨本地油菜体内镉含量可以看出:

[0041] 在每公斤土壤中添加3克硫氰酸铵,植物根系和地上部分镉含量显著高于对照(未添加硫氰酸铵组),镉含量分别增加了43%和90%,表明了硫氰酸铵促进册亨本地油菜对镉的富集。

[0042] 总之,每公斤土壤中添加2克和3克硫代硫酸铵或者硫氰酸铵后,能极大提高册亨本地油菜根系和地上部分砷和镉的含量。促进了砷和镉在册亨本地油菜中的富集,提高了植物提取效率。

[0043] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均包含在本发明的保护范围内。

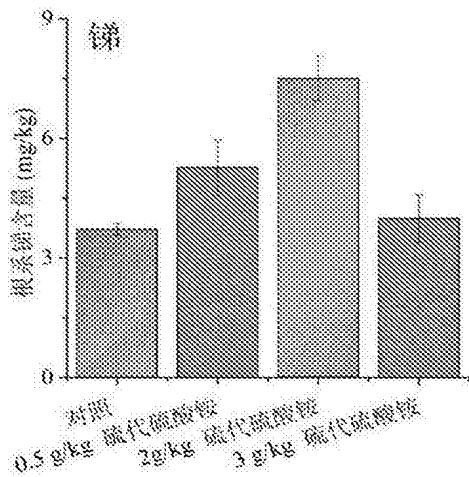


图1

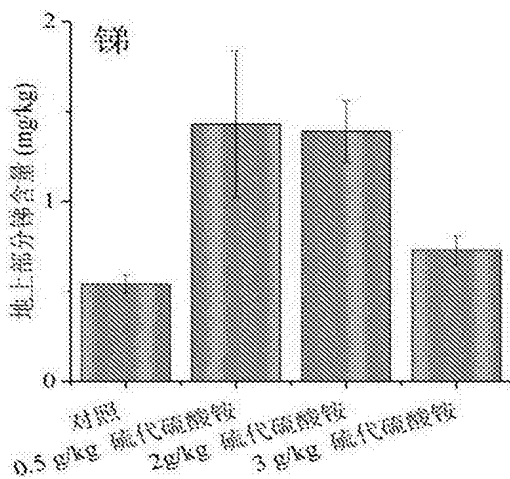


图2

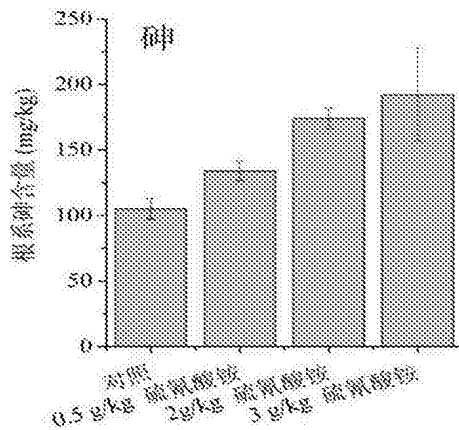


图3

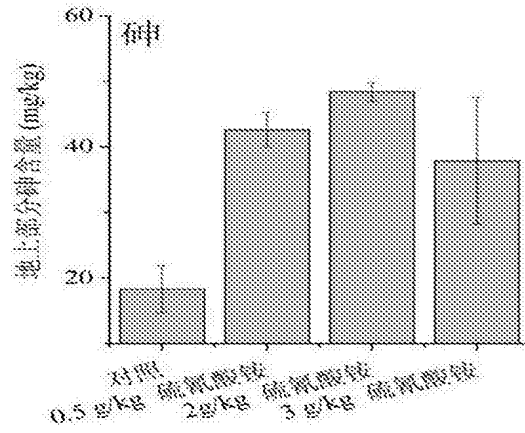


图4

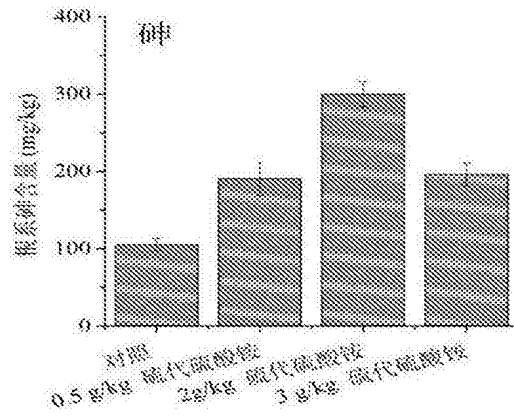


图5

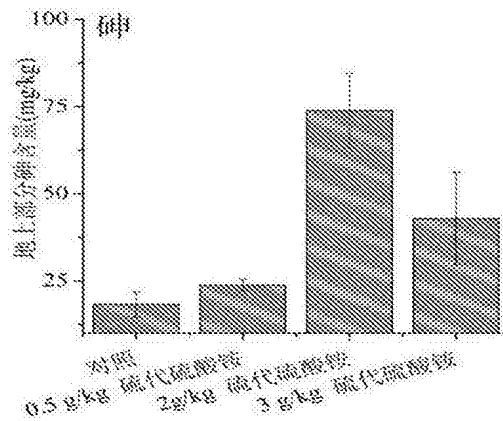


图6

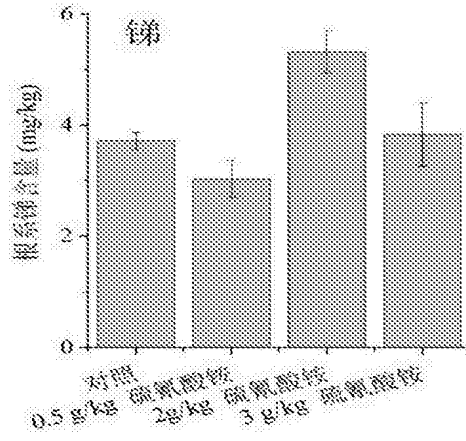


图7

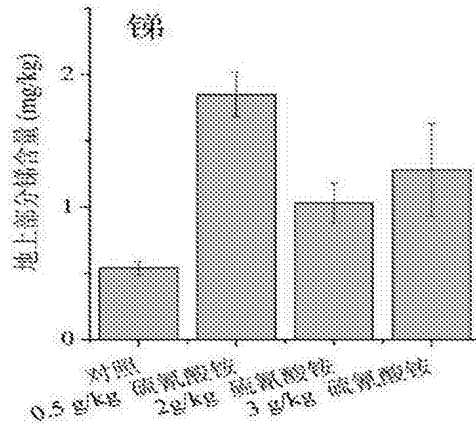


图8