

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710028302.X

[51] Int. Cl.

*B09C 1/00 (2006.01)*

*B09C 1/10 (2006.01)*

*A01C 21/00 (2006.01)*

*F23G 7/10 (2006.01)*

[43] 公开日 2008年1月2日

[11] 公开号 CN 101096033A

[22] 申请日 2007.5.29

[21] 申请号 200710028302.X

[71] 申请人 中山大学

地址 510275 广东省广州市新港西路 135 号

[72] 发明人 杨中艺 周轶慧 王俊丽 袁剑刚

薛 梦

[74] 专利代理机构 广州粤高专利代理有限公司

代理人 陈 卫

权利要求书 1 页 说明书 5 页

[54] 发明名称

利用苋菜修复镉污染土壤的方法

[57] 摘要

本发明公开了一种利用苋菜修复镉污染土壤的方法。它通过在受镉污染的土壤中种植苋菜，由苋菜根系大量吸收污染土壤中的镉，并将镉转移至苋菜的茎、叶等地上部器官，当植物长到花开期或成熟期时，将植物地上部分从污染土壤中移走，从而实现去除污染土壤中污染物镉的目的。

1.一种利用苋菜修复镉污染土壤的方法，其特征是在受镉污染的土壤中种植苋菜。

2.如权利要求1所述的方法，其特征是在种植苋菜前，在土壤中施入基肥，并在生长过程进行追肥。

3.如权利要求1或2所述的方法，其特征是在苋菜开花或成熟时收割，再种植下一批苋菜，直至彻底除去土壤中超标的镉。

4.如权利要求3所述的方法，其特征是将收割后的苋菜采用焚烧的方法进行无害化处理。

## 利用苋菜修复镉污染土壤的方法

### 技术领域

本发明涉及镉污染治理技术，具体的说，涉及利用苋菜修复镉污染土壤的方法。

### 背景技术

随着经济的快速发展，人类工农业生产活动的增加，土壤重金属污染问题已日趋严重。污水灌溉、污泥施用、含重金属粉尘大气沉降、含重金属农用化学品的使用、农田周边采矿和冶炼活动等是造成我国农田土壤遭受重金属污染的主要原因。

目前，我国大多数城市近郊土壤都受到了不同程度的重金属污染。据有关资料，1980年全国工业“三废”污染农田 266.7 万  $\text{hm}^2$ ，1988 年增加到 666.7 万  $\text{hm}^2$ ，而 1992 年全国遭受不同程度污染的农田面积已达 1000 万  $\text{hm}^2$ 。目前我国污灌总面积的 45% 土壤受到污染。如沈阳市张士灌区因污灌使 2533  $\text{hm}^2$  农田遭受 Cd 污染(土壤 Cd 含量  $\geq 1.0\text{mg kg}^{-1}$ )，其中严重污染面积(可能产生 Cd 含量  $\geq 1.0\text{mg kg}^{-1}$  的稻米的农田)占 13%；江西大余县污灌引起的 Cd 污染面积达 5500  $\text{hm}^2$ ，其中严重污染面积占 12%。如此大范围的重金属污染对我国的生态安全和食品安全构成了极大的威胁，我国每年约有 1000 万 t 的粮食重金属含量超标，因土壤污染而损失的粮食产量亦达 1000 万 t，直接经济损失达 100 多亿元。每年生产的 Cd 超标农产品达 14.6 亿 kg。农

产品污染导致重金属通过食物链进入人体，例如，多数国家每人每日平均摄取 Cd 30-60 $\mu\text{g}$ ，其中 60%以上来自食物。重金属污染对人类健康造成严重威胁。Cd 对人体毒害常见的病症有肺障碍病和肾功能不良，长期摄入微量 Cd，通过器官组织中的积累还可引起骨痛病，日本神通川流域由于 Cd 污染引起的骨痛病是举世皆知的。

目前治理土壤重金属污染的修复方法主要有：化学固化法、土壤淋洗法、电动修复法和植物修复技术。将前三种方法与植物修复技术进行比较可以发现，前三种方法具有投资成本太高，只能用于污染非常严重地点等共同缺点，且操作繁琐，甚至有时需破坏土层结构，难以规模使用。而植物修复技术具有投资和维护成本低、操作简便、不造成二次污染、具有潜在或显在的经济效益等特色，同时还具有物理、化学修复方法所无法比拟的费用低廉、不破坏场地结构、美化环境、易为社会大众所接受等优点，发展前途十分广阔。

目前，植物修复主要是指植物萃取，研究最多的是应用超富集植物的萃取修复作用。超富集植物主要是指那些对重金属具有极强吸收和富集能力且其本身不会受其毒害的植物。对该类植物的发现和对其吸收、富集机理的研究，是植物修复技术工程上应用的前提和基础。超积累植物的概念是 Brook (1995) 等提出来的，一般认为重金属含量超过普通植物的 100 倍属于超积累植物，即镉的含量应在 100 mg/kg 以上，钴、镍、铜、铅的含量应在 1000 mg/kg 以上，锰、锌含量应在 10000 mg/kg 以上。目前发现的镉超富集植物种类很少，其中天蓝褐蓝菜 (*Thlaspi caerulescens*) 能够富集 2130 mg kg<sup>-1</sup>，但该植物

在实际应用中仍存在生物量小、生长速度慢的缺点。

## 发明内容

本发明的目的在于提供一种生物量大、治理速度快的利用超富集植物苋菜来修复镉污染土壤的方法。

为了实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

本发明通过在受镉污染的土壤中种植苋菜，由苋菜根系大量吸收污染土壤中的镉，并将镉转移至苋菜的茎、叶等地上部器官，当植物长到开花期或成熟期时，将植物整株或地上部从污染土壤中移走，从而实现去除污染土壤中污染物镉的目的。

为了彻底除去土壤中超标的镉，可以采用复种的方式，即在第一批苋菜长到开花期或成熟期时，将植物整体从污染土壤上移走，再种植第二批，重复上述过程。收割后用焚烧的方法进行无害化处理。

为了提高苋菜地上部生物量，从而提高对污染土壤中镉的提取率，可以在种植苋菜前，在土壤中施入基肥，并在生长过程进行追肥。

与现有技术相比，本发明具有如下有益效果：本发明的发明人经过长期的研究，发现苋菜是一种镉超富集植物，其生长迅速，环境适应性强。将苋菜种植在受镉污染的土壤中，可吸收土壤中镉，永久性解决土壤镉污染问题。该治理方法费用低廉、可操作性强、不破坏环境土壤结构、不引起二次污染。

## 具体实施方式

实施例 1：苋菜在镉含量为  $7.68\text{mg kg}^{-1}$  的土壤中对 Cd

## 的吸收特性

本试验在广东省清远市进行，土壤镉含量为  $7.68\text{mg kg}^{-1}$ 。种植时间为 2004 年 5 月。将苋菜种子播入试验区土壤中，定苗时每平方米保留 80 株。按照生长需要定时浇水，生长 40 天后进行取样。

试验结果表明，在镉含量为  $7.68\text{mg kg}^{-1}$  的试验区土壤中，苋菜地上部平均镉含量达到  $115.7\text{-}141.8\text{ mg kg}^{-1}$ ，平均值达到  $128.7\text{ mg kg}^{-1}$ ，达到了镉超富集植物应达到的临界含量标准，即地上部镉含量大于  $100\text{ mg kg}^{-1}$ ，且地上部镉含量是地下部镉含量的 158-226%。因此，从苋菜对镉的积累特性来看，完全符合镉超富集植物的基本特征，是镉的超富集植物。

### 实施例 2：应用苋菜对镉含量为 $10.25\text{mg kg}^{-1}$ 的土壤进行生物修复

本试验在广东省鹤山市进行，对照土壤镉含量为  $0.12\text{mg kg}^{-1}$ ，试验土壤镉含量为  $10.25\text{mg kg}^{-1}$ 。种植时间为 2006 年 7 月。将苋菜种子播入对照和试验土壤中，折算每平方米 120 粒。10 天后间苗，每平方米保留 100 株。20 天后定苗，每平方米保留 80 株。按照生长需要定时浇水，生长 42 天后进行取样。

试验结果表明，在镉含量为  $10.25\text{mg kg}^{-1}$  的试验土壤中，苋菜地上部镉含量达到  $101.45\text{-}114.72\text{ mg kg}^{-1}$ ，平均值达到  $106.55\text{ mg kg}^{-1}$ ，达到了镉超富集植物应达到的临界含量标准，即地上部镉含量大于  $100\text{ mg kg}^{-1}$ 。苋菜地上部平均生物量达到  $1.11\text{ kg m}^{-2}$ ，比对照提高了

7.26%，表现出对重金属镉的耐性。此外，苋菜的镉富集系数分别为10.40，地上部镉含量是地下部镉含量的174%。结果表明，本试验中苋菜对镉的积累特性也完全符合镉超富集植物的基本特征。

种植42d后，以平均值计，苋菜从土壤中提取的Cd的数量达到 $118.27 \text{ mg m}^{-2}$ ，以受污染土层厚度为20cm、土壤容重为 $1.4 \text{ g cm}^{-3}$ 计算，一个生长季可从土壤中去镉达到 $0.422 \text{ mg kg}^{-1}$ ，土壤中Cd的去除率为4.12%，以一年4个生长季计算，土壤中Cd的去除率可以达到15.49%。具体计算公式为：

$$Y = 10.25 \times [(1 - 4.12\%)^4]^X$$

其中，Y表示种植苋菜后，土壤中的Cd含量；

X表示苋菜种植年份。

因此，应用苋菜可在14年内将Cd含量为 $10.25 \text{ mg kg}^{-1}$ 的土壤（20cm厚）中的镉降低到 $0.97 \text{ mg kg}^{-1}$ 的水平，达到《国家土壤环境质量标准（GB 156182-1995）》Ⅲ类土壤的镉最大限值（ $\text{Cd} \leq 1.0 \text{ mg kg}^{-1}$ ）；21年内将土壤中镉含量降低到 $0.29 \text{ mg kg}^{-1}$ ，达到《食用农产品产地环境质量评价标准（HJ332-2006）》的土壤镉含量最大限值（ $\text{Cd} \leq 0.3 \text{ mg kg}^{-1}$ ）。