



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115785962 A

(43) 申请公布日 2023.03.14

(21) 申请号 202210955761.7

C09K 109/00 (2006.01)

(22) 申请日 2022.08.10

(71) 申请人 中国科学院地球化学研究所

地址 550081 贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号

(72) 发明人 刘琳 仇广乐 徐晓航 韩佳良

卢勤辉 许志东 梁隆超 冀宏伟  
邵雨潇

(74) 专利代理机构 成都环泰专利代理事务所

(特殊普通合伙) 51242

专利代理师 何佰骏

(51) Int. Cl.

C09K 17/40 (2006.01)

C05G 3/80 (2020.01)

C09K 101/00 (2006.01)

权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种用于重度镉污染稻田土壤的钝化剂及应用方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于我国南方酸性稻田土壤镉重度污染的钝化剂及应用方法,所述土壤钝化剂由硅肥、有机肥和生物炭,按一定比例均匀混合而成,在秧苗移栽前25~30天施加,并使其与污染土壤充分混合;本发明土壤钝化剂能同时降低土壤生物有效态镉,减少水稻镉吸收量,能为水稻生长发育提供营养元素,促进水稻生长,提高水稻产量和品质;本发明应用可以显著降低水稻籽粒镉含量,在施用钝化剂的条件下,籽粒镉含量可以低于食品安全国家标准食品中镉污染物限量,籽粒镉的降低比例达47.2%~55.8%;本发明土壤钝化剂原料具有高效环保、价格低廉和操作简便等优点,并能提高水稻产量,有良好的应用前景。

处理	成熟期土壤全Cd含量		稻米Cd含量	
	均值 (mg/kg)	降幅 (%)	均值 (mg/kg)	降幅 (%)
空白	26.60	-	0.263	-
硅肥+有机肥	23.23	12.65	0.116	55.76

1. 一种用于重度镉污染稻田土壤的钝化剂,包括土壤钝化剂,其特征在于:所述土壤钝化剂由硅肥、有机肥、生物炭,按一定比例两两均匀混合而成,所述硅肥设置为水溶性硅肥,所述有机肥由腐熟发酵-高温灭菌而得到的鸡粪有机肥,所述生物炭是由废弃水稻秸秆缺氧裂解形成。

2. 根据权利要求1所述,其特征在于,所述硅肥技术指标符合农业行业对硅肥的执行标准GB20287-2006,所述硅肥中 $\text{SiO}_2$ 的质量百分比含量 $\geq 20\%$ ,有效活菌数 $\geq 6$ 亿/克,钾+硼+锌+铁镁+铜 $\geq 4\%$ ,并添加脲酶抑制剂和生物激素。

3. 根据权利要求1所述,其特征在于,所述有机肥的技术指标符合农业行业对有机肥料执行标准NY-525-2012,其基本理化性质为:pH为5.0~8.5,有机质含量 $\geq 45\%$ ,氮磷钾 $\geq 5\%$ 。

4. 根据权利要求1所述,其特征在于,所述生物炭是以水稻收获后废弃水稻秸秆为原料,经 $550^\circ\text{C}\sim 600^\circ\text{C}$ 缺氧裂解3h~4h而成,粒径规格为200目。

5. 根据权利要求1-4中任一项所述土壤钝化剂的应用方法,其特征在于,选择镉重度污染的稻田土壤,在秧苗移栽前25~30天施用所述土壤钝化剂,并将所述土壤钝化剂与稻田土壤混合均匀,秧苗移栽、水肥及病虫害管理均按照当地农艺措施进行。

6. 根据权利要求5所述,其特征在于,所述稻田水稻品种为川优6203,平均全生育期156天,株高111.6厘米,穗总粒数169粒,由四川省农业科学院作物研究所提供。

## 一种用于重度镉污染稻田土壤的钝化剂及应用方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种稻田重金属污染修复,特别是一种用于我国南方酸性稻田土壤镉重度污染的钝化剂及应用方法,具体为土壤施用钝化剂进而降低水稻籽粒镉含量的方法。

### 背景技术

[0002] 镉是全球公认的五大公害元素之一,人体非必需的有害微量元素,过量摄入会导致骨骼毒性、肾毒性、致癌和致畸等。在土壤中,不同土壤钝化剂在固定不同重金属时具有较大差异性,用量差异也较大。因此,筛选能降低稻米Cd含量的土壤钝化剂对修复土壤镉污染具有重要意义。

[0003] 虽然我国已经开发出粘土矿物、磷肥物质、铁锰氧化物、硅素类物质、碱性类物质和复合钝化剂等类型土壤钝化剂,但由于用量大、成本高、稳定性和安全性差等原因,目前还未发现一种可大规模推广应用的土壤钝化剂,更未见一种能大规模推广且有效地修复镉重度污染的土壤钝化剂。

### 发明内容

[0004] 基于上述问题,有必要提出一种能大规模推广且有效地修复镉重度污染的土壤钝化剂。

[0005] 本发明的技术方案是:筛选和研制了一种用于修复镉重度污染的稻田土壤钝化剂,所述土壤钝化剂由硅肥、有机肥和生物炭,按一定比例均匀混合而成,所述硅肥设置为农业级水溶性硅肥,所述有机肥由腐熟发酵-高温灭菌而得到的鸡粪有机肥,所述生物炭是由废弃水稻秸秆缺氧裂解形成。

[0006] 优选的,所述硅肥技术指标符合农业行业对硅肥的执行标准,所述硅肥中 $\text{SiO}_2$ 的质量百分比含量 $\geq 20\%$ ,有效活菌数 $\geq 6$ 亿/克,钾+硼+锌+铁+镁+铜 $\geq 4\%$ ,并添加脲酶抑制剂和生物激素。

[0007] 硅肥,添加了包括钾、硼、锌、铁、镁和铜等有益于水稻生长的营养元素,以及脲酶抑制剂和生物激素。利用硅肥施用可以极显著地提高水稻的经济性状和产量,增强其抗逆和抗病虫能力,且能降低糙米镉含量;补充钾、硼、锌、铁、镁、铜等营养元素,提高水稻对营养元素吸收,提高水稻光合作用和新陈代谢功能,从而减少水稻生理性病害;脲酶抑制剂在土壤中与尿素分子一起同步移动,抑制脲酶对尿素的催化速度,延长尿素的持效期,提高氮肥利用率30%以上,生物激素可增加有效分蘖,提高结实率和千粒重,显著提高水稻产量。

[0008] 优选的,所述有机肥的技术指标符合农业行业对有机肥料的执行标准,其基本理化性质为:pH为5.0~8.5,有机质含量 $\geq 45\%$ ,氮磷钾 $\geq 5\%$ 。

[0009] 鸡粪有机肥含有 $\pi$ 键,芳香化和腐熟化程度较高,与Cd吸附更稳定,可以降低生物可利用态Cd。

[0010] 优选的,所述生物炭是以水稻收获后废弃水稻秸秆为原料,经 $550^\circ\text{C} \sim 600^\circ\text{C}$ 缺氧

裂解3h~4h而成,粒径规格为200目。

[0011] 生物炭由于其特殊的理化性质,具有较大的比表面积、较高的化学和生物学活性,在提高土壤pH的同时,能够增强土壤对重金属离子的吸附能力,起到改善土壤质量的作用。

[0012] 优选的,选择镉重度污染的稻田土壤,在秧苗移栽前25~30天施用所述土壤钝化剂,并将所述土壤钝化剂与稻田土壤混合均匀,秧苗移栽、水肥及病虫害管理均按照当地农艺措施进行。

[0013] 土壤钝化剂为两两组合,利于推广优化,主要通过重金属吸附和提高土壤pH减少水稻镉吸收量,达到降低稻米镉积累量的目的。

[0014] 优选的,所述稻田水稻品种为川优6203,平均全生育期156天,株高111.6厘米,稻穗总粒数169粒,由四川省农业科学院作物研究所提供。

[0015] 本发明的有益效果是:

[0016] 1、本发明的土壤钝化剂可以广泛适用于我国南方酸性稻田土壤,室外盆栽试验结果表明,本发明土壤钝化剂可保证镉重度污染稻田土壤种植的稻米中镉含量显著低于空白对照实验组和国家食品安全标准,稻米中镉的降幅为47.2%~55.8%。

[0017] 2、本发明的土壤钝化剂包含水稻生长所需的硅、镁和锌等中微量元素,不仅能降低稻米镉含量,还能增加水稻抗病及抗逆性,促进水稻分蘖等,提高水稻产量。

[0018] 3、本发明的土壤钝化剂绿色无公害,制备和施用方法简单,各种原料在市场上易获取,修复效率高、稳定,且用量少,成本低,具有较高推广应用前景。

[0019] 4、本发明土壤钝化剂为两两组合,利于推广优化,主要通过重金属吸附和提高土壤pH减少水稻镉吸收量,达到降低稻米镉积累量的目的。

## 附图说明

[0020] 图1是本发明中硅肥配施有机肥钝化剂处理的成熟期土壤全Cd和稻米Cd含量数据图。

[0021] 图2是本发明中硅肥配施生物炭钝化剂处理的成熟期土壤全Cd和稻米Cd含量数据图。

[0022] 图3是本发明中生物炭配施有机肥钝化剂处理的成熟期土壤全Cd和稻米Cd含量数据图。

## 具体实施方式

[0023] 下面结合附图对本发明的实施例进行详细说明。

[0024] 本实施例中:硅肥配施有机肥钝化剂:

[0025] 盆栽试验实施地点在贵州省贵阳市观山湖区的中国科学院地球化学研究所内,选取贵州黔东南州天柱县重度Cd污染稻田土壤,土壤全Cd含量为28mg/kg,土壤pH值为4.97±0.09,按有效Si=250mg/kg、3%有机肥,混合均匀,制成土壤钝化剂,在水稻秧苗移栽前25~30天将其撒施在盆栽土壤表面并搅拌均匀,水稻的育秧、水肥及病虫害管理等均按照当地农艺措施进行。水稻种植之前,每个种植桶中加入尿素0.6克和复合肥0.5克,在分蘖期,再追加尿素0.8克和复合肥1.6克。每个处理重复三次,并设置空白对照组。

[0026] 试验前,采集初始土壤样品;水稻成熟期,按同样方法采集土壤和稻谷样品。土壤

样品放入室内阴凉通风处风干过筛后备用；稻谷样品用自来水洗干净后再用去离子水洗3次后装入牛皮纸信封中烘干，去壳、去麸、粉碎过100目筛，备用，样品经高压密闭消解后定容，采用电感耦合等离子体质谱仪测定镉含量，得到盆栽土壤和水稻试验数据如图1所示。

[0027] 本实施例中：硅肥配施生物炭钝化剂：

[0028] 盆栽试验实施地点在贵州省贵阳市观山湖区的中国科学院地球化学研究所内，选取贵州黔东南州天柱县重度Cd污染稻田土壤，土壤全Cd为28mg/kg，土壤pH值为4.97±0.09，按有效Si=250mg/kg、3%生物炭，混合均匀，制成土壤钝化剂，在水稻秧苗移栽前25~30天将其撒施在盆栽土壤表面并搅拌均匀，水稻的育秧、水肥及病虫害管理等均按照当地农艺措施进行。水稻种植之前，每个种植桶中加入尿素0.6克和复合肥0.5克，在分蘖期，再追加尿素0.8克和复合肥1.6克。每个处理重复三次，并设置空白对照组。

[0029] 试验前，采集初始土壤样品；水稻成熟期，按同样方法采集土壤和稻谷样品。土壤样品放入室内阴凉通风处风干过筛后备用；稻谷样品用自来水洗干净后再用去离子水洗3次后装入牛皮纸信封中烘干，去壳、去麸、粉碎过100目筛，备用，样品经高压密闭消解后定容，采用电感耦合等离子体质谱仪测定镉含量，得到盆栽土壤和水稻试验数据如图2所示。

[0030] 本实施例中：生物炭配施有机肥钝化剂：

[0031] 盆栽试验实施地点在贵州省贵阳市观山湖区的中国科学院地球化学研究所内，选取贵州黔东南州天柱县重度Cd污染稻田土壤，土壤全Cd为28mg/kg，土壤pH值为4.97±0.09，按3%有机肥、3%生物炭，混合均匀，制成土壤钝化剂，在水稻秧苗移栽前25~30天将其撒施在盆栽土壤表面并搅拌均匀，水稻的育秧、水肥及病虫害管理等均按照当地农艺措施进行。水稻种植之前，每个种植桶中加入尿素0.6克和复合肥0.5克，在分蘖期，再追加尿素0.8克和复合肥1.6克。每个处理重复三次，并设置空白对照组。

[0032] 试验前，采集初始土壤样品；水稻成熟期，按同样方法采集土壤和稻谷样品。土壤样品放入室内阴凉通风处风干过筛后备用；稻谷样品用自来水洗干净后再用去离子水洗3次后装入牛皮纸信封中烘干，去壳、去麸、粉碎过100目筛，备用，样品经高压密闭消解后定容，采用电感耦合等离子体质谱仪测定镉含量，得到盆栽土壤和水稻试验数据如表3所示。

[0033] 综上所述表明：由图1、2、3可见，复合钝化剂配施均显著降低了糙米镉含量，与对照相比，复合钝化剂配施糙米镉含量降低了47.2%~55.8%，其含量符合《GB 2762-2017食品安全国家标准食品中污染物限量》中对大米镉含量的限量要求≤0.2mg/kg。

[0034] 复合钝化剂配施对水稻籽粒降镉效果明显。效果最佳配施组合为硅肥复合有机肥的配施方式，糙米镉含量降低比例高达55.8%，并达到了国标《GB2762-2017》对大米镉含量的限量要求。

[0035] 以上所述实施例仅表达了本发明的具体实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本发明的保护范围。

处理	成熟期土壤全Cd含量		稻米Cd含量	
	均值 (mg/kg)	降幅 (%)	均值 (mg/kg)	降幅 (%)
空白	26.60	-	0.263	-
硅肥+有机肥	23.23	12.65	0.116	55.76

图1

处理	成熟期土壤全Cd含量		稻米Cd含量	
	均值 (mg/kg)	降幅 (%)	均值 (mg/kg)	降幅 (%)
空白	26.60	-	0.263	-
生物炭+硅肥	24.35	8.47	0.139	47.19

图2

处理	成熟期土壤全Cd含量		稻米Cd含量	
	均值 (mg/kg)	降幅 (%)	均值 (mg/kg)	降幅 (%)
空白	26.60	-	0.263	-
生物炭+有机肥	23.48	11.72	0.121	53.94

图3