



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107446588 B

(45) 授权公告日 2020.12.25

(21) 申请号 201710753192.7

(22) 申请日 2017.08.29

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107446588 A

(43) 申请公布日 2017.12.08

(73) 专利权人 泰谷生态科技集团股份有限公司
地址 410000 湖南长沙国家高新技术产业
开发区文轩路27号麓谷钰园创业大楼
1506、1507

(72) 发明人 谭石勇 文亚雄 郭帅 谭武贵
刘备 邱尧 杨梅玉

(74) 专利代理机构 长沙轩荣专利代理有限公司
43235

代理人 黄艺平

(51) Int. Cl.

C09K 17/40 (2006.01)

B09C 1/08 (2006.01)

C09K 101/00 (2006.01)

C09K 109/00 (2006.01)

(56) 对比文件

WO 2013044911 A1, 2013.04.04

周亮等. 生物有机肥研究综述. 《农技服务》
. 2015, 第32卷 (第12期), 第125-126页.

审查员 颜永毫

权利要求书1页 说明书9页

(54) 发明名称

腐殖酸型酸性土壤调理剂及其制备方法与
应用

(57) 摘要

本发明提供了一种腐殖酸型酸性土壤调理剂,其包含如下重量份的成分:包含如下重量份的成分:草木灰20~40份,腐殖酸盐10~30份,粘土材料10~30份,生物炭15~35份,硅钙肥5~15份。本发明进一步提供了一种腐殖酸型酸性土壤调理剂的制备方法与应用。本发明所述的腐殖酸型酸性土壤调理剂,原料来源广泛,可提高酸性土壤pH,沉淀、络合土壤中铅、镉等重金属,改良土壤,提高农作物产量,抑制植物对重金属的吸收,降低农产品中重金属的含量。

1. 一种腐殖酸型酸性土壤调理剂,其特征在於,包括如下重量份的组分:草木灰20~40份,腐殖酸盐10~30份,粘土材料10~30份,生物炭15~35份,硅钙肥5~15份;

所述腐殖酸盐为腐殖酸铵、腐殖酸钠、腐殖酸钾、硝基腐殖酸钾中的一种或几种;所述的草木灰pH值 ≥ 10.0 ;所述硅钙肥中 SiO_2 含量 $\geq 30\%$,CaO含量 $\geq 30\%$;所述腐殖酸盐中腐殖酸含量 $\geq 50\%$;

所述的腐殖酸型酸性土壤调理剂的制备方法,包括如下步骤:

S1:备料,将各原料粉碎或直接过20目筛,备用;

S2:溶解,于生产容器内添加草木灰与腐殖酸盐,加水搅拌均匀,使可溶性成分溶解;

S3:改性,向S2中所述生产容器内添加粘土材料、生物炭以及硅钙肥,加热,加热同时边搅拌;

S4:蒸发,将S3中所得的混合物转移至蒸发装置中,低温蒸干水分,即得腐殖酸型酸性土壤调理剂产品;

所述步骤S2中加水量为草木灰与腐殖酸盐总体积的50%~200%;

所述步骤S3中加热温度为 80°C ~ 121°C ,加热时间为20min~60min;

所述步骤S4中蒸发温度 $\leq 70^\circ\text{C}$ 。

2. 根据权利要求1所述的腐殖酸型酸性土壤调理剂,其特征在於:所述生物炭为水稻秸秆生物炭、稻壳生物炭、玉米秸秆生物炭、油菜秸秆生物炭中的一种或几种。

3. 根据权利要求1所述的腐殖酸型酸性土壤调理剂,其特征在於:所述粘土材料为海泡石、凹凸棒土、麦饭石、蒙脱石中的一种或几种。

4. 根据权利要求1所述的腐殖酸型酸性土壤调理剂,其特征在於:所述腐殖酸型酸性土壤调理剂水分含量 $\leq 10\%$ 。

5. 根据权利要求1~4任一项所述的腐殖酸型酸性土壤调理剂的应用,其特征在於:所述腐殖酸型酸性土壤调理剂应用于调节酸性土壤。

6. 根据权利要求5所述的应用,其特征在於,所述腐殖酸型酸性土壤调理剂应用于调理镉污染的酸性土壤,具体为:将所述腐殖酸型酸性土壤调理剂以100~200kg/亩的量添加到镉污染的酸性土壤中。

腐殖酸型酸性土壤调理剂及其制备方法与应用

技术领域

[0001] 本发明涉及农业环境保育与修复技术领域,具体涉及一种腐殖酸型酸性土壤调理剂及其制备方法与应用。

背景技术

[0002] 土壤酸化是土壤退化的一种表现形式,土壤酸化不但是土壤肥力下降的一个重要原因,也是制约农业生产可持续发展的重要因素。据统计,从上世纪80年代至今,我国土壤酸化情况越来越严重,酸化的土地面积已经扩大到我国耕地面积的40%以上,而且经常有成片发生的情况,特别是在我国南方,由于土壤本身偏酸性,雨水多,土壤酸化现象更严重。

[0003] 土壤酸化能够引起铝、锰、铬、镉等重金属的活化,从而影响植物的生长,如出现铝中毒、锰中毒等现象,而且活化的重金属被作物吸收积累后,通过食物链危害人体和动物体的健康。

[0004] 中国农作物秸秆年产量约为7亿t左右,列世界之首。全国很多地区都有大量的秸秆剩余量可以加以利用。除了造纸、作饲料或饲料原料、造肥还田等,每年有大量秸秆被直接焚烧,污染又浪费。随着国家禁止露天焚烧秸秆政策的实施,大量秸秆亟待处理,应大力发展新的技术手段,资源化利用秸秆。草木灰与生物炭是秸秆资源利用的典型产物,来源广泛,成本较低。

[0005] 腐殖酸通常有许多重要的络合官能团和螯合基团。络合官能团有羧基、酚羟基、羰基和氨基,螯合基团有烯醇基、氨基、偶氮基、羧基、醚基、羰基、磺酸基、磷酸基、羟基和氢硫基。其中络合官能团因可提供电子而能与 Cd^{2+} 生成Cd的络合物,螯合基团也有两个以上的给予电子配位体可与 Cd^{2+} 生成Cd的螯合物。故HA和FA成为土壤重金属的增溶剂或固定剂,严重影响着金属离子在环境中的形态转化、移动性,进而影响镉的生物有效性。陕红等研究证明改变土壤HA/FA可以影响土壤镉的活性,从而影响植物对镉的吸收是有机物影响土壤镉形态及镉生物有效性的主要机制,增加HA/FA比,可以达到降低镉活性和生物有效性的目的。

[0006] 目前,酸性土壤重金属污染治理有物理、化学、生物等多种方法,但常用的是施用土壤调理剂吸附钝化重金属,因其相较于其他方法具有成本低见效快的特点。施用土壤调理剂是一种既经济又方便的方法,它可以改善土壤理化性状、增强土壤保土保水能力、增强土壤中微量元素有效性;同时还能提高土壤中微生物和酶活性、抑制病原微生物、增强植物抗性等。但是在各种土壤改良剂中,人工合成的高分子化合物的高成本以及其存在的潜在环境污染风险而限制了它的广泛应用;单一土壤改良剂存在改良效果不全面或有不同程度的负面影响等不足之处。专利CN 102321484 B公开了一种改良酸化或酸性土壤的有机环保型土壤调理剂,该发明生产的土壤调理剂可提高土壤pH值,增加土壤中钙、镁、磷、钾等营养元素,增加土壤有机质含量,提高土壤保水保肥能力,改善土壤理化性质,提高作物抗逆(病、虫、旱等)能力,降低重金属毒害,但产品工艺复杂,成本较高,原料来源不丰富。专利CN 200710029172.1提供了一种南方旱地酸性土壤调理剂的制备方法,采用煅烧贝壳产物、硅

酸钙镁和磷酸铵镁为原料制备土壤调理剂,该土壤调理剂采用无机物质,只能补充土壤中缺失的钙、镁、硅等元素,不能解决土壤酸化导致的土壤结构变差、微生物数量种类降低等问题。

[0007] 另外,目前常见的土壤调理剂生产方法多为简单混合,如专利CN 103320140 A、CN 106433650 A公开的土壤调理剂,上述专利所公开的土壤调理剂配方中,均有部分含量较低的成分,简单混合较难混匀,或者对设备要求较高。另外,如CN 106433650 A公开的土壤调理剂,大部分成分为碱性石灰类物料,施用酸性土壤后会迅速反应,只能短期调整土壤pH值,部分土壤酸化严重地区后期随着土壤的酸化,土壤pH将逐渐复原至调控以前,时效性局限较大。

[0008] 针对上述现有技术描述中存在的技术问题,目前尚未提出有效的解决方案。

发明内容

[0009] 为了解决现有技术中存在的问题,本发明提供了一种腐殖酸型酸性土壤调理剂,该酸性土壤调理剂原料来源广泛、能提高土壤PH值、重金属钝化效果稳定、还能促进农产品增收的环境友好型土壤调理剂,可广泛应用于重金属污染的农田土壤的原位修复,改良土壤,提高农作物产量,降低农产品的重金属食用风险。本发明进一步提供一种腐殖酸型酸性土壤调理剂的制备方法,该方法步骤中通过加水搅拌,使可溶性成分(草木灰中的有效成分碳酸钾及腐植酸盐)溶解,形成碱性溶液,通过加热搅拌,可溶性成分被粘土材料与生物炭吸附,被吸附的可溶性成分施入土壤后被缓慢释放,使其具有土壤修复的长效性,达到长期调控的目的;利用本发明中的草木灰、腐植酸盐、生物炭、硅钙肥均为碱性的特性,并通过加热形成碱热条件,对粘土材料以及生物炭进行改性,改性后的粘土材料以及生物炭,具有更大的比表面积及表面活性基团,使其离子交换能力增大,吸附重金属效果更好;本发明所述的方法设备要求低,生产较为简便,且通过水溶液混合,不同含量比例的成分均可充分混合均匀,产品质量更为稳定。

[0010] 具体而言,本发明提供的腐殖酸型酸性土壤调理剂包含如下重量份的成分:草木灰20~40份,腐植酸盐10~30份,粘土材料10~30份,生物炭15~35份,硅钙肥5~15份。

[0011] 具体的,作为一种优选方案,所述腐植酸盐为腐殖酸铵、腐殖酸钠、腐殖酸钾、硝基腐殖酸钾中的一种或几种。

[0012] 具体的,作为一种优选方案,所述生物炭为水稻秸秆生物炭、稻壳生物炭、玉米秸秆生物炭、油菜秸秆生物炭中的一种或几种。

[0013] 具体的,作为一种优选方案,所述粘土材料为海泡石、凹凸棒土、麦饭石、蒙脱石中的一种或几种。

[0014] 具体的,作为一种优选方案,所述的草木灰pH值 ≥ 10.0 ;

[0015] 具体的,作为一种优选方案,以质量百分比计,所述硅钙肥中SiO₂含量 $\geq 30\%$,CaO含量 $\geq 30\%$;

[0016] 具体的,作为一种优选方案,以质量百分比计,所述腐植酸盐中腐殖酸含量 $\geq 50\%$;

[0017] 具体的,作为一种优选方案,以质量百分比计,所述腐殖酸型酸性土壤调理剂产品中水分含量 $\leq 10\%$ 。

[0018] 具体的,作为一种优选方案,以质量百分比计,所述腐殖酸型酸性土壤调理剂中,Cd、Pb、As、Hg、Cr的总含量分别不超过3mg/kg、50mg/kg、15mg/kg、2mg/kg、50mg/kg;50mg/kg。

[0019] 作为一个总的发明构思,本发明进一步提供了一种所述腐殖酸型酸性土壤调理剂的制备方法,包括以下步骤:

[0020] S1:备料,将各原料粉碎或直接过20目筛,备用;将原料粉碎,增加接触面积,去除杂质。

[0021] S2:溶解,于生产容器内添加草木灰与腐殖酸盐,加水搅拌均匀,使可溶性成分溶解;可溶性成分为草木灰中的有效成分碳酸钾及腐殖酸盐,可溶性成分溶解形成碱性溶液。

[0022] S3:改性,向S2中所述生产容器内添加粘土材料、生物炭以及硅钙肥,加热,加热同时边搅拌;粘土材料、生物炭吸附S2中溶解的可溶性成分,被吸附的可溶性成分施入土壤后被缓慢释放,使其具有土壤修复的长效性,达到长期调控的目的,解决现有技术中只能短暂修复土壤的问题。另外,通过加热形成碱热条件,对粘土材料进行改性,使其比表面积增大,提高吸附重金属的效果。

[0023] S4:蒸发,将S3中所得的混合物转移至蒸发装置中,低温蒸干水分,即得腐殖酸型酸性土壤调理剂产品。因过长时间的碱热对粘土材料的改性会使粘土材料多孔结构直径过度放大,降低其吸附效果,所以此处以低温蒸干水分;蒸发后混合物是以一个整体的块状存在,故需粉碎。

[0024] 具体的,作为一种优选方案,步骤S2中加水量为草木灰与腐殖酸盐总体积的50%~200%。

[0025] 具体的,作为一种优选方案,所述S3中加热温度为80℃~121℃,时间为20min~60min。

[0026] 具体的,作为一种优选方案,所述S4中蒸发温度 $\leq 70^{\circ}\text{C}$ 。

[0027] 所述腐殖酸型酸性土壤调理剂产品中水分含量 $\leq 10\%$ 。

[0028] 本发明进一步保护所述腐殖酸型酸性土壤调理剂的应用。

[0029] 具体的,所述腐殖酸型酸性土壤调理剂应用于调节酸性土壤。

[0030] 具体的,所述腐殖酸型酸性土壤调理剂还应用于调理镉污染的酸性土壤中。具体的,所述腐殖酸型酸性土壤调理剂应用于调理镉污染的酸性土壤,具体为:将所述腐殖酸型酸性土壤调理剂以100~200kg/亩的量添加到镉含量0.2~0.6mg/kg,pH为4~6的酸性土壤中(轻度、中度土壤污染标准)。

[0031] 在实际应用时,每亩酸性土壤中添加100~150kg所述腐殖酸型酸性土壤调理剂,添加所述调理剂的酸性土壤可以用于种植农作物。本发明通过大量实践发现,在添加了所述调理剂的酸性土壤中种植水稻,可以有效提高土壤pH,同时降低土壤有效镉与大米中的镉含量,提高水稻亩产量。

[0032] 本发明提供的腐殖酸型酸性土壤调理剂,具有如下有益效果:

[0033] (1) 本发明提供了一种腐殖酸型酸性土壤调理剂,该酸性土壤调理剂原料来源广泛,重金属钝化效果稳定、还能促进农产品增收的环境友好型土壤调理剂,可广泛应用于重金属污染的农田土壤的原位修复,改良土壤,提高农作物产量,降低农产品的重金属食用风险,改善土壤结构,促进植物生长。腐殖酸有许多重要的络合官能团和螯合基团,络合官能

团有羧基、酚羟基、羰基和氨基,螯合基团有烯醇基、氨基、偶氮基、羧基、醚基、羰基、磺酸基、磷酸基、羟基和氢硫基,络合官能团和螯合基团可以与重金属生成络合物以及螯合物,所以腐殖酸是土壤中重金属的增溶剂或固定剂,严重影响土壤中金属离子在环境中的形态转化、移动性,进而影响土壤中金属离子的生物有效性,达到降低重金属活性和生物有效性的目的,本发明中的腐殖酸盐具有肥料增效、改良土壤、刺激作物生长、改善农产品质量等功能。原料中的草木灰、腐殖酸盐、生物炭、硅钙肥均为碱性,且含有钾、钙、硅等有益元素,可以提高碱置换容量,从而使土壤pH值升高;本发明中的碱性物质可中和土壤中的游离酸,置换出铝硅酸上的氢离子,并通过补充活性硅增加土壤对阳离子的吸附;再通过提高土壤pH值促进阴离子与重金属的共沉淀,降低重金属的生物有效性。本发明中粘土材料及生物炭在干旱条件下使耕层土壤田间持水量增加,提高土壤的保水能力,且其为多孔的物质,施入该物质后土壤的通气性、透水性、保肥性较好;其中,粘土材料经碱热改性后,具有更大的比表面积及表面活性基团,使其具有较大的离子交换能力,且被吸附的可溶性成分将被缓慢释放,使其具有土壤修复的长效性;其中,生物炭容重小,施入后土壤容重降低,孔隙率增大,土壤疏松,通气性好。另外,本发明中草木灰与腐殖酸盐中可溶性成分被粘土材料与生物炭吸附,施入土壤后将缓慢释放,达到长期调控的目的。

[0034] (2) 本发明提供了一种腐殖酸型酸性土壤调理剂的制备方法,该方法步骤中通过加水搅拌,使可溶性成分(草木灰中的有效成分碳酸钾及腐植酸盐)溶解,形成碱性溶液,通过加热搅拌,可溶性成分被粘土材料与生物炭吸附,被吸附的可溶性成分施入土壤后被缓慢释放,使其具有土壤修复的长效性,达到长期调控的目的;利用本发明原料中的草木灰、腐殖酸盐、生物炭、硅钙肥均为碱性的特性,并通过加热形成碱热条件,对粘土材料以及生物炭进行改性,改性后的粘土材料,具有更大的比表面积及表面活性基团,使其离子交换能力增大,吸附重金属效果更好;本发明还进一步对碱热时间加以控制,过长时间的碱热会使粘土材料多孔结构直径过度放大,降低其吸附重金属效果,所以后半步骤采用低温蒸发;本发明所述的方法通过水溶液混合,不同含量比例的成分均可充分混合均匀,产品质量更为稳定,且设备要求低,生产较为简便。

[0035] (3) 本发明进一步提供了一种腐殖酸型酸性土壤调理剂在调节酸性土壤中的应用,本产品应用在种植有水稻且被镉污染的酸性土壤上,实验结果表明土壤pH值得到提高,同时降低土壤中有效镉含量与收获的作物大米中的镉含量,并有效地提高了种植的作物水稻的亩产量。

具体实施方式

[0036] 以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。实施例中未注明具体技术或条件者,按照本领域内的文献所描述的技术或条件,或者按照产品说明书进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者,均为可通过正规渠道商购买得到的常规产品。

[0037] 本发明所述重量份可以是 μg 、 mg 、 g 、 kg 等本领域公知的重量单位,也可以是其倍数,如1/10、1/100、10倍、100倍等。

[0038] 实施例中制备酸性土壤调理剂各原料均为市售的常规产品,其性质为:以质量百分比计,所述的草木灰pH值 ≥ 10.0 ;所述硅钙肥中 SiO_2 含量 $\geq 30\%$, CaO 含量 $\geq 30\%$;所述腐殖酸盐中腐殖酸含量 $\geq 50\%$;所述腐殖酸型酸性土壤调理剂中, Cd 、 Pb 、 As 、 Hg 、 Cr 的总含

量分别不超过3mg/kg、50mg/kg、15mg/kg、2mg/kg、50mg/kg。

[0039] 实施例1:腐殖酸型酸性土壤调理剂的制备,腐殖酸型酸性土壤调理剂土壤调理剂各成分的含量为:草木灰40kg,腐殖酸钾10kg,凹凸棒土20kg,稻壳生物炭20kg,硅钙肥10kg。

[0040] 腐殖酸型酸性土壤调理剂的制备步骤如下:

[0041] S1:备料,将各原料粉碎,备用;

[0042] S2:溶解,于生产容器(具体生产容器)内添加草木灰与腐殖酸盐,加水搅拌均匀,使可溶性成分溶解,加水量为草木灰与腐殖酸盐总体积的1.5倍;

[0043] S3:改性,向S2中所述生产容器内添加凹凸棒土、稻壳生物炭以及硅钙肥,在温度为100℃的条件下加热30min,加热同时边搅拌;

[0044] S4:蒸发,将S3中所得的混合物转移至蒸发装置(具体蒸发装置)中,在温度为50℃的条件下蒸干水分,即得腐殖酸型酸性土壤调理剂产品。

[0045] 实施例2腐殖酸型酸性土壤调理剂的制备

[0046] 腐殖酸型酸性土壤调理剂各成分的含量为:草木灰30kg,腐殖酸铵30kg,凹凸棒土15kg,稻壳生物炭10kg,硅钙肥15kg。

[0047] 腐殖酸型酸性土壤调理剂的制备步骤同实施例1。

[0048] 实施例3腐殖酸型酸性土壤调理剂的制备

[0049] 腐殖酸型酸性土壤调理剂各成分的含量为:草木灰30kg,腐殖酸钠30kg,凹凸棒土15kg,稻壳生物炭15kg,硅钙肥10kg。

[0050] 腐殖酸型酸性土壤调理剂的制备步骤同实施例1。

[0051] 实施例4腐殖酸型酸性土壤调理剂的制备

[0052] 腐殖酸型酸性土壤调理剂各成分的含量为:草木灰40kg,腐殖酸钾10kg,凹凸棒土20kg,稻壳生物炭20kg,硅钙肥10kg。

[0053] 腐殖酸型酸性土壤调理剂的制备步骤为:将各组分通过搅拌机充分混匀即可。

[0054] 实施例5腐殖酸型酸性土壤调理剂的制备

[0055] 腐殖酸型酸性土壤调理剂各成分的含量为:草木灰40kg,腐殖酸钾10kg,凹凸棒土20kg,稻壳生物炭20kg,硅钙肥10kg。

[0056] 腐殖酸型酸性土壤调理剂的制备步骤为:

[0057] S1:将各原料粉碎,备用;

[0058] S2:于生产容器内按比例添加草木灰与腐殖酸钾,加水搅拌,使可溶性成分溶解,加水量为腐殖酸盐体积的1.5倍;

[0059] S3:向S2生产容器中投入凹凸棒土、稻壳生物炭与硅钙肥,60℃加热10min,边加热边搅拌;

[0060] S4:将S3得到的混合物转移至蒸发装置,100℃蒸干水分,粉碎后即得土壤调理剂产品。

[0061] 实验例本发明所述的腐殖酸型酸性土壤调理剂的应用效果

[0062] 取实施例1、4、5提供的腐殖酸型酸性土壤调理剂进行试验。

[0063] 1、试验地点:湖南省浏阳市镇头镇。

[0064] 2、试验时间:2016年6月~2016年10月。

[0065] 3、田间试验设计：选取大小相近，水系互不影响的田块进行试验。试验设5个处理，分别为：

[0066] (1) 对照处理1：未污染稻田；

[0067] (2) 对照处理2：污染稻田，不作处理措施；

[0068] (3) 试验处理1：于水稻插秧前10天施用土壤调理剂50kg/亩；

[0069] (4) 试验处理2：于水稻插秧前10天施用土壤调理剂100kg/亩；

[0070] (5) 试验处理3：于水稻插秧前10天施用土壤调理剂150kg/亩。

[0071] 各处理按当地水稻种植正常耕作管理；水稻收获后，测定水稻产量、土壤pH、土壤有效镉含量、大米镉含量。

[0072] 4、试验结果：

[0073] 取实施例1、4、5提供的腐殖酸型酸性土壤调理剂进行试验，结果分别见表1、表2、表3。

[0074] 表1实施例1土壤调理剂对土壤及水稻的改良效果

| [0075] | 土壤初 | | 收获后土壤 | | 大米镉含量 mg/kg | 水稻产 量/kg |
|-------------------|-------------|---------------------|--------------|----------------|----------------|-------------|
| | 土壤初 始 pH | 始有效 镉含量 mg/kg | 收获后土 壤 pH | 有效镉含量 mg/kg | | |
| 试验处 理 1 | 5.17 | 0.141 | 5.29 | 0.098 | 0.125 | 583.2 |
| 试验处 理 2 | 5.22 | 0.132 | 5.48 | 0.066 | 0.109 | 656.7 |
| [0076] 试验处 理 3 | 5.20 | 0.145 | 5.54 | 0.041 | 0.087 | 671.9 |
| 对照处 理 1 | 5.26 | 0.036 | 5.21 | 0.031 | 0.077 | 554.6 |
| 对照处 理 2 | 5.11 | 0.131 | 5.13 | 0.109 | 0.330 | 545.3 |

[0077] 表2实施例4土壤调理剂对土壤及水稻的改良效果

| | 土壤初 始 pH | 土壤初 | 收获后土 壤 pH | 收获后土壤 | 大米镉含量 mg/kg | 水稻产 量/kg |
|-------------------|------------------------|---------------------|--------------|----------------|----------------|-------------|
| | | 始有效 镉含量 mg/kg | | 有效镉含量 mg/kg | | |
| [0078] 试验处 理 1 | 5.24 | 0.144 | 5.26 | 0.119 | 0.147 | 561.2 |
| 试验处 理 2 | 5.12 | 0.142 | 5.21 | 0.102 | 0.135 | 634.6 |
| 试验处 理 3 | 5.15 | 0.136 | 5.33 | 0.085 | 0.112 | 667.5 |
| [0079] 对照处 理 1 | 5.26 | 0.036 | 5.21 | 0.031 | 0.077 | 554.6 |
| 对照处 理 2 | 5.11 | 0.131 | 5.13 | 0.109 | 0.330 | 545.3 |
| [0080] | 表3实施例5土壤调理剂对土壤及水稻的改良效果 | | | | | |

| | 土壤初 | | | 收获后土壤 有效镉含量 mg/kg | 大米镉含量 mg/kg | 水稻产 量/kg |
|-------------------|-------------|---------------------|--------------|-------------------------|----------------|-------------|
| | 土壤初 始 pH | 始有效 镉含量 mg/kg | 收获后土 壤 pH | | | |
| 试验处 理 1 | 5.17 | 0.133 | 5.24 | 0.116 | 0.165 | 569.6 |
| [0081] 试验处 理 2 | 5.15 | 0.152 | 5.28 | 0.124 | 0.141 | 625.8 |
| 试验处 理 3 | 5.25 | 0.147 | 5.46 | 0.107 | 0.124 | 654.4 |
| 对照处 理 1 | 5.26 | 0.036 | 5.21 | 0.031 | 0.077 | 554.6 |
| 对照处 理 2 | 5.11 | 0.131 | 5.13 | 0.109 | 0.330 | 545.3 |

[0082] 由表1所示的实验结果可知,实验处理1~3与对照处理1~2相比,实验处理1~3中水稻收获后土壤pH值得到提高,土壤有效镉含量降低,大米镉含量少,水稻产量高;由此可知本发明提供的腐殖酸型酸性土壤调理剂可以有效地提高土壤pH值,同时降低土壤中有效镉含量与收获的作物大米中的镉含量,并有效地提高了种植的作物水稻的亩产量。另外,通过实验验证可知,以每亩酸性土壤中添加100~200kg(在一定范围内适量增加添加量效果更佳,但成本增高)本发明所述的腐殖酸型调理剂为宜;优选地,每亩酸性土壤中添加150kg所述腐殖酸型酸性土壤调理剂。

[0083] 由表1、表2所示的实验结果可知,实施例1中实验处理1~3与实施例4中实验处理1~3相比,实施例1中实验处理1~3中水稻收获后土壤pH值,土壤有效镉含量,大米镉含量,水稻产量均优于实施例4中实验处理1~3;由此可知本发明所提供的腐殖酸型酸性土壤调理剂的制备方法明显优于普通混合法。

[0084] 由表1、表3所示的实验结果可知,实施例1中实验处理1~3与实施例5中实验处理1~3相比,实施例1中实验处理1~3中水稻收获后土壤pH值,土壤有效镉含量,大米镉含量均优于实施例5中实验处理1~3;由此可知本发明所提供的腐殖酸型酸性土壤调理剂的制备方法中高温改性、低温蒸发的条件对粘土材料的改性效果要优于低温改性(低温改性需时间较长,否则达不到或无改性效果),高温蒸发(高温蒸发容易使粘土材料多孔结构直径过度放大,降低其吸附重金属效果)的条件对粘土材料的改性效果。

[0085] 采用本发明方法制备的腐殖酸型酸性土壤调理剂同法进行上述实验,取得了与实施例1相似的作用效果。

[0086] 虽然,上文中已经用一般性说明、具体实施方式及试验,对本发明作了详尽的描述,但在本发明基础上,可以对之作一些修改或改进,这对本领域技术人员而言是显而易见的。因此,在不偏离本发明精神的基础上所做的这些修改或改进,均属于本发明要求保护的