



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110121972 A
(43)申请公布日 2019.08.16

(21)申请号 201910369501.X

(22)申请日 2019.04.30

(71)申请人 南京怡可帮生态环境科技有限公司
地址 210044 江苏省南京市浦口区柳州东
路天润城7街区36-506

(72)发明人 吴洪生

(51)Int.Cl.

A01B 79/02(2006.01)

A01G 22/05(2018.01)

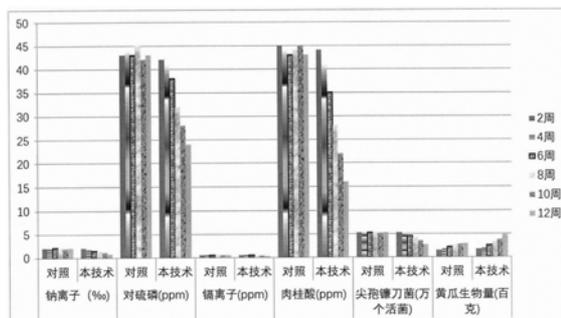
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种设施栽培土壤连作障碍树脂工程化防
控方法及应用

(57)摘要

一种设施栽培土壤连作障碍树脂工程化防
控方法及应用,该技术属于农业及环境保护领
域。该技术通过以下步骤实现:在已经发生设施
栽培连作障碍土壤上,建立地下水井,地下水经
过特种离子交换树脂过滤,将地下水中的盐分尤
其是有害的钠离子、重金属离子、连作土壤中的
化感物质和/或自毒物质和有机农药吸附滤除,
滤出的干净水分灌溉设施植物和土壤表面,洗脱
土壤耕作层的钠离子和重金属离子、病菌和化感
物质/自毒物质及有机农药,从而去除设施栽培
土壤中的连作障碍因子,修复土壤的生产和生态
功能,促进作物健康生长,有利于农民生产绿色
无公害的高品质农产品,有利可持续发展。



1. 一种设施栽培土壤连作障碍树脂工程化防控方法及应用,其特征步骤为:

a. 水井开挖:在设施栽培连作障碍发生的土壤上,在设施大棚合适的地方开挖地下水井,根据当地地下水埋深,选择地下水井深度2-5米,水井直径30-100cm;水井数量1-5个;

利用水泵抽取地下水;地下水抽出后先进入一个多功能水塔储存并预处理,平衡地下水和大气温度,静置沉淀部分颗粒物,储存水分备用;

b. 离子交换树脂制备:在搪瓷(或搪玻璃或不锈钢)反应缶中投料聚苯乙烯粒径单分散微球30-60千克及邻苯二甲酸酐粉末20-40千克、二氯甲烷3-10千克,加入催化剂 $AlCl_3$ 2-5千克,开动搅拌器,转速30-90转/分,再加入一定量的硝基苯,然后夹套加热,在45-75℃温度下搅拌反应,待反应结束后用20-60目滤网过滤,将过滤反应物缓慢倾入150-200升冷的稀盐酸(体积(盐酸):体积(蒸馏水)=3:100)溶液中终止反应,再完全转移到砂芯漏斗中,用蒸馏水洗涤过滤物,洗滤至硝酸银检测滤液中无氯离子为止,再用15-30升四氢呋喃溶液洗滤,除去未反应的邻苯二甲酸酐,并用紫外分光光度法检测滤液中无邻苯二甲酸酐吸光值为止,最后用甲醇洗滤3-5次,真空干燥至恒重,保存备用;

c. 装柱固定:在塑料(或玻璃或金属)圆柱(直径15-50cm)内分别加入5-50千克的阳离子交换树脂和5-50千克的阴离子交换树脂,将阴阳离子树脂柱用塑料软管串联起来,根据需要可以串联2-10组阴阳离子交换树脂柱,离子交换树脂柱固定在金属架或木架上;在离子交换树脂柱后面连接一个储存水容器,该容器中盛放经过离子交换树脂柱脱毒、脱盐、除菌后的干净水,储水容器中放置一个或多个水泵,后面可以连接若干根软管,进行滴灌或喷灌或浇灌,将干净水喷入大棚内的植物和土壤上;

d. 地下水脱盐脱毒除菌:从上述a处理后的地下水井中抽取地下水,进入处理c中的串联阴阳离子交换树脂柱,根据水质状况和树脂交换能力,控制出水速度,让地下水和交换树脂充分接触吸附,脱去地下水中钠盐和重金属离子等对植物生长有害元素,脱去土壤中植物根系分泌的有毒的化感物质/自毒物质,尤其是小分子的酚酸类物质及有机农药如有机磷、有机氯、菊酯类农药等,并脱除土壤中的病原菌如尖孢镰刀菌等;

e. 经过上述处理过程d后的地下水成为脱毒的干净水,绝大部分钠离子及可能的重金属有害离子、小分子有机酚酸阴离子和带负电的病原微生物被阴阳离子交换树脂分别吸附而除去,注入一个较大的储水容器中,然后灌溉大棚蔬菜水果和土壤,根据需要,可以在干净的水中添加一定量的植物养分元素溶解后,进行喷灌、滴灌植物根部或者叶片上,同时供应植物的养分和水分。

2. 根据权利要求1所述一种设施栽培土壤连作障碍树脂工程化防控方法,其特征步骤为:在设施栽培连作障碍发生的土壤上,在设施大棚的合适地方开挖1口地下水井,根据当地地下水埋深,选择地下水井深度2-5米,水井直径30-100cm;水井数量1-5个;利用水泵抽取地下水;地下水抽出后先进入一个多功能水塔储存并预处理,平衡地下水和大气温度,静置沉淀部分颗粒物,储存水分备用。

3. 根据权利要求1所述一种设施栽培土壤连作障碍树脂工程化防控方法,其特征步骤为:在搪瓷(或搪玻璃或不锈钢)反应缶中投料聚苯乙烯粒径单分散微球30-60千克及邻苯二甲酸酐粉末20-40千克、二氯甲烷3-10千克,加入催化剂 $AlCl_3$ 2-5千克,开动搅拌器,转速30-90转/分,再加入一定量的硝基苯,然后夹套加热,在45-75℃温度下搅拌反应,待反应结束后用20-60目滤网过滤,将过滤反应物缓慢倾入150-200升冷的稀盐酸(体积

(盐酸):体积(蒸馏水)=3:100)溶液中终止反应,再完全转移到砂芯漏斗中,用蒸馏水洗涤过滤物,洗滤至硝酸银检测滤液中无氯离子为止,再用15-30升四氢呋喃溶液洗滤,除去未反应的邻苯二甲酸酐,并用紫外分光光度法检测滤液中无邻苯二甲酸酐吸光值为止,最后用甲醇洗滤3-5次,真空干燥至恒重,保存备用。

4. 根据权利要求1所述一种设施栽培土壤连作障碍树脂工程化防控方法,其特征在于所述方法中,在上述3处理后在塑料(或玻璃或金属)圆柱(直径15-50cm)内分别加入5-50千克的阳离子交换树脂和5-50千克的阴离子交换树脂,将阴阳离子树脂柱用塑料软管串联起来,根据需要可以串联2-10组阴阳离子交换树脂柱,离子交换树脂柱固定在金属架或木架上;在离子交换树脂柱后面连接一个储存水容器,该容器中盛放经过离子交换树脂柱脱毒、脱盐、除菌后的干净水,储水容器中放置一个或多个水泵,后面可以连接若干根软管,进行滴灌或喷灌或浇灌,将干净水喷入大棚内的植物和土壤上;在上述3处理后的阴阳离子交换树脂柱是用塑料、或者玻璃或者金属圆柱做成,固定在金属或者木质架子上。

5. 根据权利要求1所述一种设施栽培土壤连作障碍树脂工程化防控方法,其特征在于所述方法,从上述1处理后的地下水井中抽取地下水,进入处理4中的串联阴阳离子交换树脂柱,根据水质状况和树脂交换能力,控制出水速度,让地下水和交换树脂充分接触吸附,脱去地下水中钠盐和重金属离子等对植物生长有害元素,脱去土壤中植物根系分泌的有毒的化感物质/自毒物质,尤其是小分子的酚酸类物质及有机农药如有机磷、有机氯、菊酯类农药等,并脱除土壤中的病原菌如尖孢镰刀菌等。

6. 根据权利要求1所述一种设施栽培土壤连作障碍树脂工程化防控方法,其特征在于所述方法,经过上述处理过程5后的地下水成为脱毒的干净水,绝大部分钠离子及可能的重金属有害离子、小分子有机酚酸阴离子和带负电的病原微生物被阴阳离子交换树脂分别吸附而除去,注入一个较大的储水容器中,然后灌溉大棚蔬菜水果和土壤,根据需要,可以在干净的水中添加一定量的植物养分元素溶解后,进行喷灌、滴灌植物根部或者叶片上,同时供应植物的养分和水分。

7. 权利要求1~6任一所述一种设施栽培土壤连作障碍树脂工程化防控方法在设施栽培农业、生态农业和连作障碍修复和土壤污染修复上的应用。

一种设施栽培土壤连作障碍树脂工程化防控方法及应用

技术领域

[0001] 本发明属于农业和环境保护领域,特别涉及一种防控设施栽培作物连作障碍的树脂脱毒脱盐除菌技术。

背景技术

[0002] 设施栽培农业又称为反季节栽培,在不适宜种植的较冷的天气也能种植植物,改变了传统的种植方式和习惯。截止2018年,我国设施栽培面积6000万公顷,创造价值1.5万亿元,满足了人民菜篮子的需要。

[0003] 由于设施栽培具有很高的比较经济效益,农民通常进行长期多年连作,导致设施栽培连作障碍发生严重,病虫害爆发,土壤次生盐渍化严重,含氧量达到0.1-0.3%,病菌积累,病虫害经常爆发,严重影响植物生长和设施栽培产业健康发展。

[0004] 设施栽培连作障碍的主要障碍因子包括有害微生物积累剧增,土壤pH改变,理化性状改变,土表聚盐,土壤化感物质/自毒物质尤其酚酸类物质积累,连作前后含量或者数量相差几倍甚至几十倍。

[0005] 连作障碍,是指连续在同一土壤上栽培同种作物或近缘作物引起的作物生长发育异常。症状一般为生长发育不良,产量、品质下降,极端情况下,局部死苗,不发苗或发苗不旺;多数受害植物根系发生褐变、分支减少,活力低下,分布范围狭小,导致吸收水分、养分的能力下降。障碍一般以生长初期明显,后期常可不同程度地恢复。连作障碍在植物科属间存在显著的差异,易发生连作障碍的作物集中在茄科、豆科、十字花科、葫芦科和蔷薇科,而多种禾本科粮食作物如麦类、水稻和玉米,连作障碍不明显。连作障碍的发生有多种原因,包括养分过度消耗、土壤理化性质恶化、病虫害增加和有毒物质(包括化感物质等)的累积等。它的发生受各种环境条件的影响,连作的次数(一般连作次数越多,年限越长,连作障碍越重)、土壤性质(通常黏土重于砂土,保护地栽培多于露地栽培)及后作水肥管理不当都会加重障碍。

[0006] 目前生产上采取的防控方法主要有:(1)土壤灭菌。土壤灭菌的主要目的是消除土壤中存在有害微生物对设施作物生长的抑制作用,同时不影响土壤的物理化学性质。

[0007] TUOMINEN等研究了甲醛灭菌、氯化汞灭菌、高温高压灭菌、 γ 射线灭菌4种方法对沉积物中微生物活性的影响,结果表明,甲醛灭菌去除微生物效果最好,对沉积物的物理化学性质影响很小,另外3种方法去除微生物效果不佳,且增加了溶解氮的含量。 γ 射线灭菌使作物纤维素等碳水化合物解离;研究表明高压灭菌导致土壤黏粒凝结,但不影响土壤黏土矿物的X射线衍射图谱,有些土壤的速效氮、速效磷和速效硫含量在 γ 射线灭菌后增加,环氧丙烷对土壤进行灭菌使土壤pH显著增加,氯仿灭菌造成硫酸钾提取的有机碳含量增加。

[0008] (2)合理轮作、间作、套作。轮作有利于改善连作土壤中微生物结构,增强微生物活性和繁殖能力;增强土壤转化酶、脲酶、过氧化氢酶和多酚氧化酶活性;提高土壤肥力,改善作物生长发育,提高产量和品质。水旱轮作可有效改善土壤次生盐渍化导致的连作障碍,旱

作时,土壤中微生物以好气型真菌为主;水作时,土壤中微生物以厌氧型细菌为主,抑制了旱作时土壤中积累的病原真菌,且盐渍可通过水分的下渗而淋溶,因此水旱轮增加了有益微生物的数量,使土壤生态环境得到一定修复。间作指通过合理配植各类植物,形成多种类、多层次、多功能的植物复合体,减少单一作物连作导致的某些养分积累;减少土壤无效蒸腾,增强植物对土壤水分的利用和循环;增加植物叶面积指数,提高净光合速率;丰富根际微生物区系,减轻病虫害发生。葱蒜类蔬菜与辣椒间作,其根系分泌物可有效杀灭土壤中特定病原微生物,降低辣椒疫病的发病率;线辣椒与冬小麦、线辣椒与玉米套种间作,均可显著降低线辣椒病毒病的发病率,提高线辣椒的品质和产量。

[0009] (3) 抗连作品种的选用与嫁接栽培。不同作物或同类不同品种,其种植特性和抗病性有很大不同,选择抗(耐)品种也是解决或减轻连作障碍的重要途径。嫁接是防止土壤病害传播、克服连作障碍的重要栽培方法,广泛应用于黄瓜、西瓜、茄子等蔬菜作物。使用南瓜作为嫁接砧木,可增强黄瓜对枯萎病、白粉病、霜霉病、根结线虫的抗性;黄瓜嫁接后对低温和高温的耐受性得到显著提高,衰老过程被延迟;使用0.3%NaCl盐胁迫处理黑籽南瓜嫁接后的黄瓜植株,其高度、叶面积、产量的抑制率均低于自根苗,说明嫁接黄瓜的抗盐性得到提高;番茄嫁接后,其光合指标均高于自根苗,这可能也是嫁接植株更耐低温的原因之一;茄子嫁接后,体内苯丙氨酸裂解酶(PAL)、多酚氧化酶(PPO)、过氧化物酶(POD)、超氧化物歧化酶(SOD)、酯酶(EST)活性显著上升,并保持较高的活跃程度;茄子嫁接影响了根际环境,减轻了化感物质对茄子生长发育的影响,在高浓度的化感物质逆境下显示出较强生长优势。

[0010] (4) 合理灌溉与施肥。水分与肥料在作物营养及生长发育中起着极其重要的作用,灌溉水和降雨等只有转化为土壤水分后才能被作物吸收利用。国内外大量研究结果证实,土壤水分和土壤氮素不足会降低作物产量,但过量使用氮肥及土壤水分过多又会导致作物碳代谢失调和渍害,还会降低氮肥和水分的利用率,引发周边地表水体和地下水污染,间接给食品安全带来危害,水肥合理配合下,氮肥利用率提高,氮肥的施用量相比传统灌溉施肥方式可显著减少,果实单果体积增加。设施栽培黄瓜采用水肥一体化技术,设施内土壤团粒结构得到改善、孔隙度增加,有效调节了土壤水、气、热的循环状况,作物生长、产量、品质及水肥资源节约显著优于常规灌溉处理。水肥合理配合对作物病害发生率具有显著的影响,滴灌模式下番茄灰霉病发病率降低,果实品质得到大幅提高;合理水肥供应,使番茄植株在整个生育期保持健壮生长,提高了土壤中细菌与真菌的比值,降低了土壤盐分的积累和土壤剖面硝态氮含量,改善了土壤的酸化程度。采用滴灌沟灌技术,有利于土壤有机碳、微生物生物量的增加。大豆灌水是增产的最关键措施,研究表明有灌水条件的地块产量可提高40%以上。应用水肥一体化技术,合理搭配无机肥和有机肥,增施有机肥、秸秆和微生物肥,可增强土壤肥力,改善土壤微生态环境,抑制土壤连作障碍,提高作物生产的可持续性。

[0011] (5) 生物防治。微生物参与土壤N素循环,在有机氮矿质化、无机氮腐殖质化、硝化和反硝化作用等过程中起主导作用。研究表明,微生物可以提高作物对养分的吸收能力,化肥配施微生物菌肥可以提高作物对水分和肥料的利用效率,减少化肥使用量。在连作障碍土壤中施用生物有机肥,可显著增加根际微生物数量和活性,优化土壤微生物区系;将有机肥与生防菌和促生菌等相结合制成微生物有机肥后施用,生防菌和促生菌能利用有机肥中的营养促进生防菌在植物根际定殖,从而发挥生防作用;使用微生物有机肥对改良土壤、防

控土壤连作障碍和提高作物产量及品质效果显著,还可以减少氮素的流失。施入菌根菌和拮抗菌,可与病原微生物竞争空间和营养物质,稳定有益微生物群落结构和种群数量,实现对土壤微生物区系有目的调控。接种致病菌弱毒菌株可以促进作物幼苗产生免疫机能,也可以在一定程度上解决作物连作障碍的问题,目前在辣椒上已取得一些成果]。

[0012] (6) 强还原土壤灭菌法。强还原土壤灭菌法(reductive soil disinfection, RSD),是通过大量施用易分解的有机物料,灌溉、覆膜阻止空气扩散进入土壤,在短时间内创造强烈土壤还原环境,杀灭土传病原菌的方法。大量施用易降解的有机物料,处理后仍有相当数量的有机物质残留在土壤中,成为土壤有机质的一部分,可提高土壤有机质含量,改善土壤结构。经RSD处理后蔬菜地土壤氮的转化过程发生显著变化,加快无机氮周转速率,提高氮的有效性。研究表明,严重酸化的大棚蔬菜地土壤,经过强烈还原处理后,pH均大幅度提高,随着有机物料施用量的增加而升高,最高可达6.49。RSD处理的强烈还原环境使硝态氮迅速反硝化为 N_2 和 N_2O 逸出土壤。大棚土壤次生盐渍化的盐主要为硝酸盐和硫酸盐,前者来源于大量施用的氮肥,经硝化过程产生,后者直接来源于大量施用的含硫酸盐肥料,尤其是硫酸钾肥料。强烈还原的土壤环境可使部分硫酸盐还原成含硫气体,或者被微生物同化为有机硫,从而降低硫酸盐含量,如RSD在淹水条件下进行,且处理中发生水分的向下渗透,RSD可能还有洗盐作用。RSD创造的强烈厌氧环境使土传好氧病原菌无法生存,有机物料厌氧发酵产生对土传病原菌有毒有害物质,可杀灭土传病原菌。

[0013] 上述各种方法各有优缺点,有的影响农民收入,有的会有化学品残留,杀灭土壤中有益微生物,有的针对性不强,效果不稳定,大多只能控制一种或两种障碍因子,不能将所有关键障碍因子控制。

[0014] 本技术综合采用树脂脱毒、脱盐、除菌方法,采用就地开挖地下水井,就地浇灌,采用工程化手段和设备防控设施栽培连作障碍,能够同时去除连作障碍土壤中的自毒物质/化感物质,病原菌,钠盐,重金属离子,有机农药等,极少二次污染,处理效率高,速度快,效果稳定持久,环境友好性高,操作简便,容易实现大规模应用。

发明内容

[0015] 解决的技术问题:本发明针对设施栽培土壤连作障碍,特别是南方设施农业,综合采用就地抽取地下水进行离子交换树脂吸附脱毒、脱盐、除菌等,在很短时间内把设施栽培连作障碍土壤中的绝大部分障碍因子钠离子、自毒物质、病原菌、有机农药、重金属离子等彻底脱除,从而去除土壤障碍因子对植物生长的影响和危害,促进设施农业发展,保障菜篮子供应。

[0016] 技术方案:一种设施栽培土壤连作障碍树脂工程化防控方法及应用,步骤为:a.水井开挖;在设施栽培连作障碍发生的土壤上,在设施大棚的合适地方开挖1口地下水井,根据当地地下水埋深,选择地下水井深度2-5米,水井直径30-100cm;水井数量1-5个;利用水泵抽取地下水;地下水抽出后先进入一个多功能水塔储存,平衡地下水和大气温度,静置沉淀部分颗粒物,储存水分备用;b.离子交换树脂制备:在搪瓷(或搪玻璃或不锈钢)反应缶中投料聚苯乙烯粒径单分散微球30-60千克及邻苯二甲酸酐粉末20-40千克、二氯甲烷3-10千克,加入催化剂 $AlCl_3$ 2-5千克,开动搅拌器,转速30-90转/分,再加入一定量的硝基苯,然后夹套加热,在45-75℃温度下搅拌反应,待反应结束后用20-60目滤网过滤,将过滤反应物缓

慢倾入150-200升冷的稀盐酸(体积(盐酸):体积(蒸馏水)=3:100)溶液中终止反应,再完全转移到砂芯漏斗中,用蒸馏水洗涤过滤物,洗滤至硝酸银检测滤液中无氯离子为止,再用15-30升四氢呋喃溶液洗滤,除去未反应的邻苯二甲酸酐,并用紫外分光光度法检测滤液中无邻苯二甲酸酐吸光值为止,最后用甲醇洗滤3-5次,真空干燥至恒重,保存备用;c.装柱固定:在塑料(或玻璃或金属)圆柱(直径15-50cm)内分别加入5-50千克的阳离子交换树脂和5-50千克的阴离子交换树脂,将阴阳离子树脂柱用塑料软管串联起来,根据需要可以串联2-10组阴阳离子交换树脂柱,离子交换树脂柱固定在金属架或木架上;在离子交换树脂柱后面连接一个储存水容器,该容器中盛放经过离子交换树脂柱脱毒、脱盐、除菌后的干净水,储水容器中放置一个或多个水泵,后面可以连接若干根软管,进行滴灌或喷灌,将干净水喷入大棚内的植物和土壤上;d.地下水脱盐脱毒除菌:从上述a处理后的地下水井中抽取地下水,进入处理c中的串联阴阳离子交换树脂柱,根据水质状况和树脂交换能力,控制出水速度,让地下水和交换树脂充分接触吸附,脱去地下水中钠盐和重金属离子等对植物生长有害元素,脱去土壤中植物根系分泌的有毒的化感物质/自毒物质,尤其是小分子的酚酸类物质及有机农药如有机磷、有机氯、菊酯类农药等,并脱除土壤中的病原菌如尖孢镰刀菌等;e.经过上述处理过程d后的地下水成为脱毒的干净水,绝大部分钠离子及可能的重金属有害离子、小分子有机酚酸阴离子和带负电的病原微生物被阴阳离子交换树脂分别吸附而除去,注入一个较大的储水容器中,然后灌溉大棚蔬菜水果和土壤,根据需要,可以在干净的水中添加一定量的植物养分元素溶解后,进行喷灌、滴灌植物根部或者叶片上,同时供应植物的养分和水分。

[0017] 任一所述一种设施栽培土壤连作障碍树脂工程化防控方法在设施栽培农业、生态农业和连作障碍修复上的应用。

[0018] 有益效果:本发明能快速地最大限度的去除设施栽培连作障碍土壤中的钠离子、重金属离子、自毒物质有机酚酸等、有机农药、病菌等,使得多种化感物质、有机农药、钠离子、重金属离子、病原菌同时被去除,最大限度的消除土壤障碍因子对植物生长的影响和危害,有利于生态可持续发展。

[0019] 本发明与现有技术相比:

[0020] 1) 本发明中采用的就地抽取地下水-树脂脱毒脱盐除菌-灌溉-消除连作障碍技术,方法简便、技术简单易行、可操作性强、成本低廉、实用性强,一次安装,长期使用,终身有效;

[0021] 2) 本发明采用的就地抽取地下水-树脂脱毒脱盐除菌-灌溉-消除连作障碍技术,减少了有害化学品的投入,降低了土壤处理后的有害物质残留,跟目前常用的单一化学、生物、间作套种、有机肥等方法相比,具有很多优越性,能同时去除连作障碍土壤中多种障碍因子,如钠离子、重金属离子、自毒物质、有机农药、病原菌等,同时灌溉植物,是一种工程化的手段,一次安装,长期有效。

附图说明

[0022] 图1是设施栽培连作障碍土壤修复后残留物质结果。

具体实施方式

[0023] 以下结合实例对本发明作进一步的描述：

[0024] 实施例一：

[0025] 1. 水井开挖：在设施栽培连作障碍发生的土壤上，在设施大棚的合适地方开挖1口地下水井，根据当地地下水埋深，选择地下水井深度2米，水井直径30cm；水井数量5个；利用水泵抽取地下水；地下水抽出后先进入一个多功能水塔储存，平衡地下水和大气温度，静置沉淀部分颗粒物，储存水分备用；

[0026] 2. 离子交换树脂制备：在搪瓷（或搪玻璃或不锈钢）反应缶中加入聚苯乙烯粒径单分散微球50千克及邻苯二甲酸酐粉末30千克、二氯甲烷5千克，加入催化剂 $AlCl_3$ 2千克，开动搅拌器，转速30转/分，再加入一定量的硝基苯，然后夹套加热，在45℃温度下搅拌反应，待反应结束后用20目滤网过滤，将过滤反应物缓慢倾入150升冷的稀盐酸（体积（盐酸）：体积（蒸馏水）=3：100）溶液中终止反应，再完全转移到砂芯漏斗中，用蒸馏水洗涤过滤物，洗滤至硝酸银检测滤液中无氯离子为止，再用20升四氢呋喃溶液洗滤，除去未反应的邻苯二甲酸酐，并用紫外分光光度法检测滤液中无邻苯二甲酸酐吸光值为止，最后用甲醇洗滤3-5次，真空干燥至恒重，保存备用；

[0027] 3. 装柱固定：在塑料（或玻璃或金属）圆柱（直径15cm）内分别加入10千克的阳离子交换树脂和10千克的阴离子交换树脂，将阴阳离子树脂柱用塑料软管串联起来，根据需要可以串联10组阴阳离子交换树脂柱，离子交换树脂柱固定在金属架或木架上；在离子交换树脂柱后面连接一个储存水容器，该容器中盛放经过离子交换树脂柱脱毒、脱盐、除菌后的干净水，储水容器中放置一个或多个水泵，后面可以连接若干根软管，进行滴灌或喷灌，将干净水喷入大棚内的植物和土壤上；

[0028] 4. 地下水脱盐脱毒除菌：在正式处理前，先对设施土壤四周筑埂20cm高，然后灌溉河水或自来水或者脱毒水，淹没全部连作土壤，并使得土壤表面积水20cm左右，覆盖薄膜，保持15天左右，然后从上述1处理后的地下水井中抽取地下水，进入处理3中的串联阴阳离子交换树脂柱，根据水质状况和树脂交换能力，控制出水速度，让地下水和交换树脂充分接触吸附，脱去地下水中钠盐和重金属离子等对植物生长有害元素，脱去土壤中植物根系分泌的有毒的化感物质/自毒物质，尤其是小分子的酚酸类物质及有机农药如有机磷、有机氯、菊酯类农药等，并脱除土壤中的病原菌如尖孢镰刀菌等；

[0029] 5. 经过上述处理过程4后的地下水成为脱毒的干净水，绝大部分钠离子及可能的重金属有害离子、小分子有机酚酸阴离子和带负电的病原微生物被阴阳离子交换树脂分别吸附而除去，注入一个较大的储水容器中，然后灌溉大棚蔬菜水果和土壤，根据需要，可以在干净的水中添加一定量的植物养分元素溶解后，进行喷灌、滴灌植物根部或者叶片上，同时供应植物的养分和水分。任一所述一种设施栽培土壤连作障碍树脂工程化防控方法在设施栽培农业、生态农业和连作障碍修复及土壤污染修复上的应用。

[0030] 实施例二：

[0031] 1. 水井开挖：在设施栽培连作障碍发生的土壤上，在设施大棚的合适地方开挖1口地下水井，根据当地地下水埋深，选择地下水井深度3米，水井直径60cm；水井数量2个；利用水泵抽取地下水；地下水抽出后先进入一个多功能水塔储存，平衡地下水和大气温度，静置沉淀部分颗粒物，储存水分备用；

[0032] 2. 离子交换树脂制备:在搪瓷(或搪玻璃或不锈钢)反应缶中加入聚苯乙烯粒径单分散微球50千克及邻苯二甲酸酐粉末20千克、二氯甲烷6千克,加入催化剂 $AlCl_3$ 3千克,开动搅拌器,转速50转/分,再加入一定量的硝基苯,然后夹套加热,在65℃温度下搅拌反应,待反应结束后用30目滤网过滤,将过滤反应物缓慢倾入160升冷的稀盐酸(体积(盐酸):体积(蒸馏水)=3:100)溶液中终止反应,再完全转移到砂芯漏斗中,用蒸馏水洗涤过滤物,洗滤至硝酸银检测滤液中无氯离子为止,再用15升四氢呋喃溶液洗滤,除去未反应的邻苯二甲酸酐,并用紫外分光光度法检测滤液中无邻苯二甲酸酐吸光值为止,最后用甲醇洗滤3-5次,真空干燥至恒重,保存备用;

[0033] 3. 装柱固定:在塑料(或玻璃或金属)圆柱(直径30cm)内分别加入40千克的阳离子交换树脂和40千克的阴离子交换树脂,将阴阳离子树脂柱用塑料软管串联起来,根据需要可以串联5组阴阳离子交换树脂柱,离子交换树脂柱固定在金属架或木架上;在离子交换树脂柱后面连接一个储存水容器,该容器中盛放经过离子交换树脂柱脱毒、脱盐、除菌后的干净水,储水容器中放置一个或多个水泵,后面可以连接若干根软管,进行滴灌或喷灌,将干净水喷入大棚内的植物和土壤上;

[0034] 4. 地下水脱盐脱毒除菌:在正式处理前,先对设施土壤四周筑埂20cm高,然后灌溉河水或自来水或者脱毒水,淹没全部连作土壤,并使得土壤表面积水20cm左右,覆盖薄膜,保持15天左右,然后从上述1处理后的地下水井中抽取地下水,进入处理3中的串联阴阳离子交换树脂柱,根据水质状况和树脂交换能力,控制出水速度,让地下水和交换树脂充分接触吸附,脱去地下水中钠盐和重金属离子等对植物生长有害元素,脱去土壤中植物根系分泌的有毒的化感物质/自毒物质,尤其是小分子的酚酸类物质及有机农药如有机磷、有机氯、菊酯类农药等,并脱除土壤中的病原菌如尖孢镰刀菌等;

[0035] 5. 经过上述处理过程4后的地下水成为脱毒的干净水,绝大部分钠离子及可能的重金属有害离子、小分子有机酚酸阴离子和带负电的病原微生物被阴阳离子交换树脂分别吸附而除去,注入一个较大的储水容器中,然后灌溉大棚蔬菜水果和土壤,根据需要,可以在干净的水中添加一定量的植物养分元素溶解后,进行喷灌、滴灌植物根部或者叶片上,同时供应植物的养分和水分。任一所述一种设施栽培土壤连作障碍树脂工程化防控方法在设施栽培农业、生态农业和连作障碍修复上的应用。

[0036] 实施例三:

[0037] 1. 水井开挖:在设施栽培连作障碍发生的土壤上,在设施大棚的合适地方开挖1口地下水井,根据当地地下水埋深,选择地下水井深度5米,水井直径100cm;水井数量1个;利用水泵抽取地下水;地下水抽出后先进入一个多功能水塔储存,平衡地下水和大气温度,静置沉淀部分颗粒物,储存水分备用;

[0038] 2. 离子交换树脂制备:在搪瓷(或搪玻璃或不锈钢)反应缶中加入聚苯乙烯粒径单分散微球60千克及邻苯二甲酸酐粉末40千克、二氯甲烷8千克,加入催化剂 $AlCl_3$ 6千克,开动搅拌器,转速90转/分,再加入一定量的硝基苯,然后夹套加热,在75℃温度下搅拌反应,待反应结束后用60目滤网过滤,将过滤反应物缓慢倾入200升冷的稀盐酸(体积(盐酸):体积(蒸馏水)=3:100)溶液中终止反应,再完全转移到砂芯漏斗中,用蒸馏水洗涤过滤物,洗滤至硝酸银检测滤液中无氯离子为止,再用30升四氢呋喃溶液洗滤,除去未反应的邻苯二甲酸酐,并用紫外分光光度法检测滤液中无邻苯二甲酸酐吸光值为止,最后用甲醇洗滤3-5

次,真空干燥至恒重,保存备用;

[0039] 3.装柱固定:在塑料(或玻璃或金属)圆柱(直径50cm)内分别加入50千克的阳离子交换树脂和50千克的阴离子交换树脂,将阴阳离子树脂柱用塑料软管串联起来,根据需要可以串联2组阴阳离子交换树脂柱,离子交换树脂柱固定在金属架或木架上;在离子交换树脂柱后面连接一个储存水容器,该容器中盛放经过离子交换树脂柱脱毒、脱盐、除菌后的干净水,储水容器中放置一个或多个水泵,后面可以连接若干根软管,进行滴灌或喷灌,将干净水喷入大棚内的植物和土壤上;

[0040] 4.地下水脱盐脱毒除菌:在正式处理前,先对设施土壤四周筑埂20cm高,然后灌溉河水或自来水或者脱毒水,淹没全部连作土壤,并使得土壤表面积水20cm左右,覆盖薄膜,保持15天左右,然后从上述1处理后的地下水井中抽取地下水,进入处理3中的串联阴阳离子交换树脂柱,根据水质状况和树脂交换能力,控制出水速度,让地下水和交换树脂充分接触吸附,脱去地下水中钠盐和重金属离子等对植物生长有害元素,脱去土壤中植物根系分泌的有毒的化感物质/自毒物质,尤其是小分子的酚酸类物质及有机农药如有机磷、有机氯、菊酯类农药等,并脱除土壤中的病原菌如尖孢镰刀菌等;

[0041] 5.经过上述处理过程4后的地下水成为脱毒的干净水,绝大部分钠离子及可能的重金属有害离子、小分子有机酚酸阴离子和带负电的病原微生物被阴阳离子交换树脂分别吸附而除去,注入一个较大的储水容器中,然后灌溉大棚蔬菜水果和土壤,根据需要,可以在干净的水中添加一定量的植物养分元素溶解后,进行喷灌、滴灌植物根部或者叶片上,同时供应植物的养分和水分。任一所述一种设施栽培土壤连作障碍树脂工程化防控方法在设施栽培农业、生态农业和连作障碍修复上的应用。

[0042] 本发明的应用实例:

[0043] 将本发明技术用于修复设施栽培连作障碍土壤应用上。

[0044] 1、参照实施例1,采用本技术修复设施栽培黄瓜5年的连作障碍土壤,经过处理12周后,跟没有采用本技术的对照土壤相比,土壤中残留钠离子减少60%,对硫磷减少44.2%,重金属镉离子减少41.8%,肉桂酸减少64.4%,枯萎病菌尖孢镰刀菌减少49.1%,黄瓜植株生物量增加65.5%(图1);

[0045] 2、参照实施例2,采用本技术修复设施栽培黄瓜5年的连作障碍土壤,经过处理12周后,跟没有采用本技术的对照土壤相比,土壤中残留钠离子减少64.5%,对硫磷减少48.6%,重金属镉离子减少49.3%,肉桂酸减少69.7%,枯萎病菌尖孢镰刀菌减少54.5%,黄瓜植株生物量增加68.1%;

[0046] 3、参照实施例3,采用本技术修复设施栽培黄瓜5年的连作障碍土壤,经过处理12周后,跟没有采用本技术的对照土壤相比,土壤中残留钠离子减少69.3%,对硫磷减少53.2%,重金属镉离子减少51.2%,肉桂酸减少74.1%,枯萎病菌尖孢镰刀菌减少59.7%,黄瓜植株生物量增加72.3%。

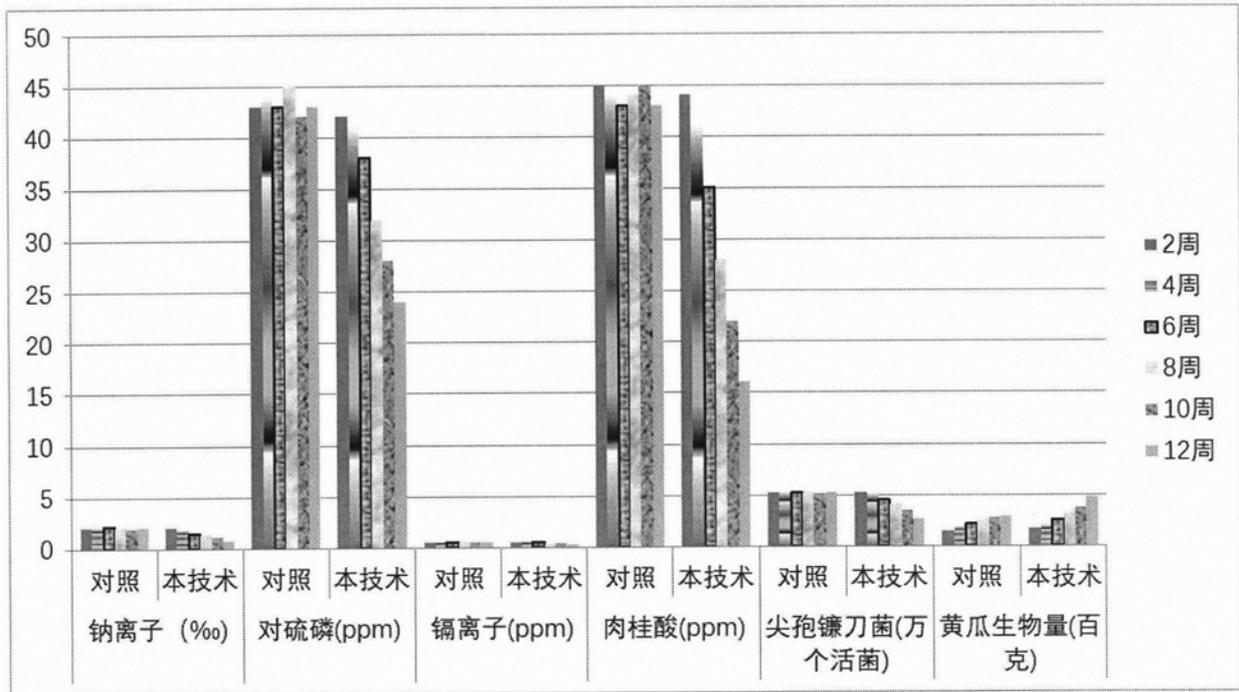


图1