



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104025913 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 10

(21) 申请号 201410271539. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2014. 06. 17

A01G 1/06 (2006. 01)

B09C 1/00 (2006. 01)

(71) 申请人 四川农业大学

地址 625014 四川省雅安市雨城区新康路
46 号

(72) 发明人 廖明安 林立金 任雅君 罗丽
吕秀兰 汪志辉 邓群仙 汤福义
刘英杰 张潇 杨代宇 刘娟
程籍

(74) 专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理
有限公司 51214

代理人 管高峰 吴彦峰

权利要求书1页 说明书7页

(54) 发明名称

一种嫁接提高芥菜后代修复果园镉污染土壤能力的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种嫁接提高芥菜后代修复果园镉污染土壤能力的方法,属于环境重金属污染的修复领域,包括以下步骤:待油菜植株茎秆长 $5\pm 0.2\text{cm}$ 时,将其长 $2\pm 0.2\text{cm}$ 茎尖切除作为砧木,选取抽薹长 $5\pm 0.2\text{cm}$ 的冬季生长的镉富集植物芥菜茎尖作为接穗,采用劈接法将芥菜嫁接在油菜砧木上,芥菜接穗长 $3\pm 0.2\text{cm}$,待嫁接芥菜种子成熟后,收集种子;秋季育苗,直接移栽2片真叶展开的芥菜嫁接后代幼苗于镉污染的果园土中,浇水确保田间土壤水分持水量为80%,进行日常管理;35天后待芥菜嫁接后代处于盛花期后,对其地上部分进行收割。本发明提供的油菜作为砧木的芥菜嫁接后代能提高单位面积的镉提取量,较未嫁接的提高了93.89%,较自苗嫁接后代提高了30.78%。综上所述,本发明是一种环境友好的且有效提高芥菜修复果园土壤重金属镉污染能力的方法。

1. 一种嫁接提高芥菜后代修复果园镉污染土壤能力的方法,其特征在于包括以下步骤:

待油菜植株茎秆长 $5 \pm 0.2\text{cm}$ 时,将其长 $2 \pm 0.2\text{cm}$ 茎尖切除作为砧木,选取抽薹长 $5 \pm 0.2\text{cm}$ 的冬季生长的镉富集植物芥菜茎尖作为接穗,采用劈接法将芥菜嫁接在油菜砧木上,芥菜接穗长 $3 \pm 0.2\text{cm}$,待嫁接芥菜种子成熟后,收集种子;秋季育苗,直接移栽2片真叶展开的芥菜嫁接后代幼苗于镉污染的果园土中,浇水确保田间土壤水分持水量为80%,进行日常管理;35天后待芥菜嫁接后代处于盛花期后,对其地上部分进行收割。

2. 如权利要求1所述的嫁接提高芥菜后代修复果园镉污染土壤能力的方法,其特征在于,所述日常管理包括匀苗、清除杂草。

一种嫁接提高芥菜后代修复果园镉污染土壤能力的方法

技术领域

[0001] 本发明属于环境重金属污染的修复领域,尤其涉及一种植物修复果园镉污染土壤的方法。

背景技术

[0002] 随着经济的发展,工业污染、农田灌溉、农用物资等因素造成重金属对土壤的污染日趋严重,其中镉污染尤为突出。据报道,我国镉污染土壤面积已达 20 万 km², 占总耕地面积的 1/6。目前比较常见的方法是利用超富集植物进行绿色修复,但从已筛选的超富集植物来看,大多存在植株矮小、生物量低、生长缓慢等局限性,难以满足生产要求。所以对目前已有的镉富集植物或镉超富集植物进行改良是很有必要的。

[0003] 芥菜(拉丁名为 *Capsella bursapastoris* (L.) Medic.) 为十字花科芥菜属一、二年生草本植物,生长于田野及路边,分布极为广泛。芥菜是一种冬季生长的镉富集植物,可以有效提取土壤中镉含量,而且能在冬季生长,但是其生物量小,镉提取量就相应减小,所以对芥菜进行改良是很有必要的。

发明内容

[0004] 本发明实施例的目的在于提供一种嫁接提高芥菜后代修复果园镉污染土壤能力的方法,旨在解决提高芥菜修复果园镉污染土壤的能力。

[0005] 本发明是这样实现的,一种嫁接提高芥菜后代修复果园镉污染土壤能力的方法,该方法包括以下步骤:

[0006] 一种嫁接提高芥菜后代修复果园镉污染土壤能力的方法,包括以下步骤:

[0007] 待油菜植株茎秆长 5 ± 0.2 cm 时,将其长 2 ± 0.2 cm 茎尖切除作为砧木,选取抽薹长 5 ± 0.2 cm 的冬季生长的镉富集植物芥菜茎尖作为接穗,采用劈接法将芥菜嫁接在油菜砧木上,芥菜接穗长 3 ± 0.2 cm,待嫁接芥菜种子成熟后,收集种子;秋季育苗,直接移栽 2 片真叶展开的芥菜嫁接后代幼苗于镉污染的果园土中,浇水确保田间土壤水分持水量为 80%,进行日常管理;35 天后待芥菜嫁接后代处于盛花期后,对其地上部分进行收割。

[0008] 作为选择,所述日常管理包括匀苗、清除杂草。

[0009] 在园艺生产中,嫁接是一种常见的繁殖方式,它是指将植物体的一部分固定在另外一个植物体上,使其组织相互愈合,培养为独立个体。从理论上讲,嫁接是一种无性繁殖,其接穗后代不会引起性状的改变,但有不少研究都发现某些嫁接会引起可遗传性变异。但是,这种变异的结果是不可预期的,而且现有嫁接的研究也都集中在提高植物的产量、培育新品种、提高抗逆性、改变植物的开花结果习性 & 改良果实的品质等方面,也从未发现有通过嫁接改善植物后代重金属修复能力的研究和报道。

[0010] 本发明提供一种嫁接提高芥菜后代修复果园镉污染土壤能力的方法,其中芥菜是一种可在冬季修复镉污染土壤的一二年生草本植物,是一种镉富集植物。本发明人研究发现,油菜作为砧木进行嫁接可以促进富集植物芥菜后代对重金属镉的积累特性,由此将油

菜作为砧木的芥菜嫁接后代幼苗移栽至被重金属镉污染的土壤中,吸收积累污染土壤中的镉,待其地上部分形成一定生物量时进行收割,从而使芥菜提高单位面积的镉提取量,提高修复果园土壤镉污染能力的目的。

具体实施方式

[0011] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0012] 为了便于说明,仅仅示出了与本发明相关的部分。

[0013] 一种嫁接提高芥菜后代修复果园镉污染土壤能力的方法,包括以下步骤:

[0014] 待油菜植株茎秆长 $5\pm 0.2\text{cm}$ 时,将其长 $2\pm 0.2\text{cm}$ 茎尖切除作为砧木,选取抽薹长 $5\pm 0.2\text{cm}$ 的冬季生长的镉富集植物芥菜茎尖作为接穗,采用劈接法将芥菜嫁接在油菜砧木上,芥菜接穗长 $3\pm 0.2\text{cm}$,待嫁接芥菜种子成熟后,收集种子;秋季育苗,直接移栽2片真叶展开的芥菜嫁接后代幼苗于镉污染的果园土中,浇水确保田间土壤水分持水量为80%,进行日常管理;35天后待芥菜嫁接后代处于盛花期后,对其地上部分进行收割。

[0015] 对比试验例1:盆栽高浓度镉污染试验

[0016] 本发明实施例的实施地点:设在四川农业大学雅安校区农场。

[0017] 1、芥菜嫁接后代的种子收集

[0018] 将从四川农业大学雅安校区农场(未污染区)收集的芥菜种子直接播种于塑料盆,待其抽薹长约5cm开始嫁接,处理方式如下:

[0019] (1) 不嫁接(CK):直接让芥菜开花结果,收集种子保存。

[0020] (2) 芥菜自苗的嫁接:将抽薹长约5cm的一株芥菜作为砧木,将其茎尖(约2cm)切除备用。将抽薹长约5cm的另一株芥菜作为接穗,取其长约3cm的茎尖进行嫁接。嫁接方法为劈接法,用宽约1cm、长20cm的塑料带进行绑缚,使砧木与接穗的结合部分牢牢地贴在一起。

[0021] (3) 油菜砧木的嫁接:待油菜(甘蓝型)植株茎秆长约5cm时,将油菜茎尖(约2cm)切除作为砧木,芥菜茎尖作为接穗(长约3cm)进行嫁接。嫁接方法为劈接法,用宽约1cm、长20cm的塑料带进行绑缚,使砧木与接穗的结合部分牢牢地贴在一起。

[0022] (4) 嫁接后的管理:嫁接后浇水并保持土壤田间持水量为80%,用地膜覆盖保湿,并用遮阳网遮盖。10天后逐步移除地膜和遮阳网,并取下绑缚的塑料薄膜,摘除砧木萌发的所有幼芽。嫁接成活后,根据土壤水分实际情况不定期浇水确保土壤水分保持在田间持水量的80%左右,待芥菜种子成熟后,收集种子保存。

[0023] 2、芥菜嫁接后代幼苗培育

[0024] 于秋季(9月初)开始,将不同砧木的芥菜嫁接后代种子分别撒播于未污染的盆栽土壤中(土壤取自果园),盆规格 $15\times 18\text{cm}$ (高 \times 直径),每盆装土3kg,每盆撒播种子30粒,覆土2mm,浇水并保持土壤田间持水量为80%。待芥菜幼苗有两片真叶展开时进行移栽。

[0025] 3、芥菜嫁接后代的镉处理

[0026] 本发明实施例采用盆栽模拟土壤重金属污染的方法,于秋季(9月底)开始,移栽

十字花科荠菜属植物荠菜（拉丁名为 *Capsella bursa-pastoris*）幼苗（两片真叶展开），这些植物幼苗直接采自四川农业大学雅安校区农场。将这些植物幼苗种植于施加 50mg/kg 的重金属镉污染盆栽土壤中（土壤取自果园），盆规格 15×18cm（高×直径），每盆装土 3kg。试验设置 3 个处理，分别为：荠菜未嫁接（CK）、荠菜自苗嫁接后代（第一代）、油菜砧木后代（第一代）。每盆种植 5 株，每个处理重复 3 次。于透明遮雨棚内栽培，根据土壤水分实际情况不定期浇水确保土壤水分保持在田间持水量的 80% 左右，35 天后待植株处于盛花期后，收割植物，测定植物体内的重金属镉含量。

[0027] 发明实施例施加的重金属镉形态为 $\text{CdCl}_2 \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$ ，为分析纯试剂，以溶液的形式加入到土壤中，充分混匀，平衡四周后种植植物幼苗。

[0028] 本发明实施例结果如下：

[0029] 高浓度镉处理的荠菜嫁接后代镉含量特性测定结果见下述表 1：表 1 高浓度镉处理的荠菜嫁接后代镉含量特性

[0030]

处理方式	根系镉含量 (mg/kg)	地上部分镉含量 (mg/kg)	根系 BCF	地上部分 BCF	TF
未嫁接 (CK)	271.76	80.67	5.44	1.61	0.30
自苗嫁接后代	193.66	84.43	3.87	1.69	0.44
油菜砧木后代	151.24	86.14	3.02	1.72	0.57

[0031] 注：TF 为转移系数：地上部分镉含量/根系镉含量，BCF 为富集系数：地上部分（根系）镉含量/土壤镉处理浓度。

[0032] 表 1 结果表明，在高浓度镉处理下，三种不同的荠菜根系镉含量未嫁接>自苗嫁接后代>油菜砧木后代，而地上部分的镉含量呈相反趋势。但其镉含量都远远大于其临界含量 100mg/kg。三种不同荠菜根系和地上部 BCF 均大于 1，但 TF 值小于 1，但油菜砧木后代>自苗嫁接后代>未嫁接荠菜。

[0033] 高浓度镉处理的荠菜嫁接后代的生物量及镉积累量测定结果见下述表 2：

[0034] 表 2 高浓度镉处理的荠菜嫁接后代的生物量及镉积累量

[0035]

处理方式	根系生物量 (g/盆)	地上部分生物量 (g/盆)	总生物量 (g/盆)	根系镉积累量 ($\mu\text{g}/\text{盆}$)	地上部分镉积累量 ($\mu\text{g}/\text{盆}$)	镉积累总量 ($\mu\text{g}/\text{盆}$)
未嫁接 (CK)	0.12	0.57	0.69	32.6	46	78.6
自苗嫁接后代	0.26	1.155	1.415	50.35	97.5	147.85
油菜砧木后代	0.345	1.315	1.66	52.2	113.25	165.45

[0036] 表 2 结果表明，油菜砧木后代根系、地上部生物量都要优于未嫁接荠菜和自苗嫁接的荠菜后代，且油菜砧木后代总生物量要比自苗嫁接后代高 21.40%，比未嫁接荠菜高 140.58。油菜砧木后代的根系和地上部镉积累量也大于自苗嫁接后代和未嫁接荠菜，从镉积累总量来看，油菜砧木后代比自苗嫁接后代高 11.90%，比未嫁接荠菜高 110.50%。由此可以看出油菜作为砧木的荠菜嫁接后代对于土壤中镉含量的积累是最有效的。

[0037] 对比试验例 2：盆栽低浓度镉污染试验

[0038] 本发明实施例的实施地点:设在四川农业大学雅安校区农场。

[0039] 1、荠菜嫁接后代的种子收集

[0040] 将从四川农业大学雅安校区农场(未污染区)收集的荠菜种子直接播种于塑料盆,待其抽薹长约5cm开始嫁接,处理方式如下:

[0041] (1) 不嫁接(CK):直接让荠菜开花结果,收集种子保存。

[0042] (2) 荠菜自苗的嫁接:将抽薹长约5cm的一株荠菜作为砧木,将其茎尖(约2cm)切除备用。将抽薹长约5cm的另一株荠菜作为接穗,取其长约3cm的茎尖进行嫁接。嫁接方法为劈接法,用宽约1cm、长20cm的塑料带进行绑缚,使砧木与接穗的结合部分牢牢地贴在一起。

[0043] (3) 油菜砧木的嫁接:待油菜(甘蓝型)植株茎秆长约5cm时,将油菜茎尖(约2cm)切除作为砧木,荠菜茎尖作为接穗(长约3cm)进行嫁接。嫁接方法为劈接法,用宽约1cm、长20cm的塑料带进行绑缚,使砧木与接穗的结合部分牢牢地贴在一起。

[0044] (4) 嫁接后的管理:嫁接后浇水并保持土壤田间持水量为80%,用地膜覆盖保湿,并用遮阳网遮盖。10天后逐步移除地膜和遮阳网,并取下绑缚的塑料薄膜,摘除砧木萌发的所有幼芽。嫁接成活后,根据土壤水分实际情况不定期浇水确保土壤水分保持在田间持水量的80%左右,待荠菜种子成熟后,收集种子保存。

[0045] 2、荠菜嫁接后代幼苗培育

[0046] 于秋季(9月初)开始,将不同砧木的荠菜嫁接后代种子分别撒播于未污染的盆栽土壤中(土壤取自果园),盆规格15×18cm(高×直径),每盆装土3kg,每盆撒播种子30粒,覆土2mm,浇水并保持土壤田间持水量为80%。待荠菜幼苗有两片真叶展开时进行移栽。

[0047] 3、荠菜嫁接后代的镉处理

[0048] 本发明实施例采用盆栽模拟土壤重金属污染的方法,于秋季(9月底)开始,移栽十字花科荠菜属植物荠菜(拉丁名为 *Capsella bursa-pastoris*) 幼苗(两片真叶展开),这些植物幼苗直接采自四川农业大学雅安校区农场。将这些植物幼苗种植于施加2.5mg/kg的重金属镉污染盆栽土壤中(土壤取自果园),盆规格15×18cm(高×直径),每盆装土3kg。试验设置3个处理,分别为:荠菜未嫁接(CK)、荠菜自苗嫁接后代(第一代)、油菜砧木后代(第一代)。每盆种植5株,每个处理重复3次。于透明遮雨棚内栽培,根据土壤水分实际情况不定期浇水确保土壤水分保持在田间持水量的80%左右,35天后待植株处于盛花期后,收割植物,测定植物体内的重金属镉含量。

[0049] 发明实施例施加的重金属镉形态为 $\text{CdCl}_2 \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$,为分析纯试剂,以溶液的形式加入到土壤中,充分混匀,平衡四周后种植植物幼苗。

[0050] 低浓度镉处理的荠菜嫁接后代镉含量特性测定结果见下述表3:

[0051] 表3 低浓度镉处理的荠菜嫁接后代镉含量特性

[0052]

处理方式	根系镉含量 (mg/kg)	地上部分镉含量 (mg/kg)	根系 BCF	地上部分 BCF	TF
未嫁接 (CK)	15.04	6.52	6.02	2.61	0.43
自苗嫁接后代	11.85	8.48	4.74	3.39	0.72
油菜砧木后代	11.61	10.67	4.64	4.27	0.92

[0053] 注:TF为转移系数:地上部分镉含量/根系镉含量,BCF为富集系数:地上部分(根系)镉含量/土壤镉处理浓度。

[0054] 表3结果表明,在低浓度镉处理下,三种不同芥菜根系镉含量未嫁接>自苗嫁接后代>油菜砧木后代,而地上部分镉含量则相反。根系和地上部分BCF均大于1,且根系部分BCF未嫁接>自苗嫁接后代>油菜砧木后代,而地上部分则相反。对于TF而言,油菜砧木后代比未嫁接和自苗嫁接后代分别高113.95%、27.78%。

[0055] 低浓度镉处理的芥菜嫁接后代的生物量及镉积累量测定结果见下述表4:

[0056] 表4低浓度镉处理的芥菜嫁接后代的生物量及镉积累量

[0057]

处理方式	根系生物量 (g/盆)	地上部分生物量 (g/盆)	总生物量 (g/盆)	根系镉积累量 ($\mu\text{g}/\text{盆}$)	地上部分镉积累量 ($\mu\text{g}/\text{盆}$)	镉积累总量 ($\mu\text{g}/\text{盆}$)
未嫁接 (CK)	0.615	3.44	4.055	9.25	22.45	31.7
自苗嫁接后代	0.385	3.095	3.48	4.55	26.25	30.8
油菜砧木后代	0.495	3.75	4.245	5.75	40	45.75

[0058] 表4结果表明,在低浓度镉处理条件下,从根系生物量来看未嫁接>油菜砧木后代>自苗嫁接,但地上部生物量油菜砧木后代>未嫁接>自苗嫁接后代,从而使油菜砧木后代总生物量分别高于未嫁接芥菜和自苗嫁接后代4.69%、21.98%。从镉积累量来看,根系部分镉积累量未嫁接>油菜砧木后代>自苗嫁接,而地上部分油菜砧木后代>自苗嫁接后代>未嫁接,而从镉积累总量来看,油菜砧木后代分别高出自苗嫁接后代和未嫁接芥菜48.54%、44.32%。因此油菜作为砧木的芥菜嫁接后代是表现最优的。

[0059] 对比试验例3:小区试验

[0060] 本发明实施例的实施地点:设在四川农业大学雅安校区农场。

[0061] 1、芥菜嫁接后代的种子收集

[0062] 将从四川农业大学雅安校区农场(未污染区)收集的芥菜种子直接播种于塑料盆,待其抽薹长约5cm开始嫁接,处理方式如下:

[0063] (1) 不嫁接(CK):直接让芥菜开花结果,收集种子保存。

[0064] (2) 芥菜自苗的嫁接:将抽薹长约5cm的一株芥菜作为砧木,将其茎尖(约2cm)切除备用。将抽薹长约5cm的另一株芥菜作为接穗,取其长约3cm的茎尖进行嫁接。嫁接方法为劈接法,用宽约1cm、长20cm的塑料带进行绑缚,使砧木与接穗的结合部分牢牢地贴在一起。

[0065] (3) 油菜砧木的嫁接:待油菜(甘蓝型)植株茎秆长约5cm时,将油菜茎尖(约2cm)切除作为砧木,芥菜茎尖作为接穗(长约3cm)进行嫁接。嫁接方法为劈接法,用宽约1cm、长20cm的塑料带进行绑缚,使砧木与接穗的结合部分牢牢地贴在一起。

[0066] (4) 嫁接后的管理 :嫁接后浇水并保持土壤田间持水量为 80%，用地膜覆盖保湿，并用遮阳网遮盖。10 天后逐步移除地膜和遮阳网，并取下绑缚的塑料薄膜，摘除砧木萌发的所有幼芽。嫁接成活后，根据土壤水分实际情况不定期浇水确保土壤水分保持在田间持水量的 80% 左右，待芥菜种子成熟后，收集种子保存。

[0067] 2、芥菜嫁接后代幼苗培育

[0068] 于秋季(9月初)开始，将不同砧木的芥菜嫁接后代种子分别撒播于未污染的盆栽土壤中(土壤取自果园)，盆规格 15×18cm(高×直径)，每盆装土 3kg，每盆撒播种子 30 粒，覆土 2mm，浇水并保持土壤田间持水量为 80%。待芥菜幼苗有两片真叶展开时进行移栽。

[0069] 3、芥菜嫁接后代的镉处理

[0070] 本发明实施例采用小区试验土壤重金属污染的方法，于秋季(9月底)开始，移栽十字花科芥菜属植物芥菜(拉丁名为 *Capsella bursa-pastoris*) 幼苗(两片真叶展开)，这些植物幼苗直接采自四川农业大学雅安校区农场。将这些植物幼苗种植于施加 2.5mg/kg 的小区土壤中(土壤取自果园)，每个小区面积 1.0m²(1.0×1.0m)。试验设置 3 个处理，分别为：芥菜未嫁接(CK)、芥菜自苗嫁接后代(第一代)、油菜砧木后代(第一代)，每个处理 3 次重复(三个小区)。每个小区的植物种植密度为 400 株/m²(行株距均为 5cm)。根据土壤水分实际情况不定期浇水确保土壤水分保持在田间持水量的 80% 左右，35 天后待植株处于盛花期后，收割植物，测定植物体内的重金属镉含量。

[0071] 发明实施例施加的重金属镉形态为 CdCl₂·2.5H₂O，为分析纯试剂，以溶液的形式加入到土壤中，充分混匀，平衡四周后种植植物幼苗。

[0072] 小区试验芥菜的镉含量测定结果见下述表 5：

[0073] 表 5 小区试验芥菜的镉含量

[0074]

处理方式	根系镉含量 (mg/kg)	地上部分镉含量 (mg/kg)	根系 BCF	地上部分 BCF	TF
未嫁接(CK)	4.65	5.62	1.86	2.25	1.21
自苗嫁接后代	4.63	5.89	1.85	2.36	1.27
油菜砧木后代	4.01	6.16	1.60	2.46	1.54

[0075] 注：TF 为转移系数：地上部分镉含量/根系镉含量，BCF 为富集系数：地上部分(根系)镉含量/土壤镉处理浓度。

[0076] 表 5 结果表明，在小区试验中，根系部分镉含量未嫁接>自苗嫁接后代>油菜砧木后代，而地上部镉含量油菜砧木后代>自苗嫁接后代>未嫁接芥菜，但总的来看，未嫁接芥菜和自苗嫁接后代相差不大。对于 BCF 而言，根系和地上部分都大于 1。对于 TF 而言，三种不同芥菜的 TF 值均大于 1，且油菜砧木后代最高，分别比未嫁接芥菜和自苗嫁接后代高 27.27%、21.56%。

[0077] 小区试验单位面积的芥菜生物量及对镉的积累量测定结果见下述表 6：

[0078] 表 6 小区试验单位面积的植物生物量及对镉的积累量

[0079]

处理方式	根系生物量 (g/m ²)	地上部分生物量 (g/m ²)	总生物量 (g/m ²)	根系镉积累量 (μg/m ²)	地上部分镉积累量 (μg/m ²)	镉积累总量 (μg/m ²)
未嫁接 (CK)	15.28	98.45	113.73	71.05	553.29	624.34
自苗嫁接后代	19.78	141.6	161.38	91.58	834.02	925.6
油菜砧木后代	26.6	179.2	205.8	106.67	1103.87	1210.54

[0080] 表 6 结果表明,在小区试验中,油菜砧木后代根系和地上部分单位面积生物量都高于未嫁接芥菜和自苗嫁接后代,且从总生物量来看,油菜砧木后代高于自苗嫁接后代 27.53%,高于未嫁接芥菜 80.95%。在镉积累量上,在根系和地上部仍然呈现油菜砧木后代 > 自苗嫁接后代 > 未嫁接芥菜的趋势,且从镉积累总量来看,油菜砧木后代比自苗嫁接后代高 30.78%,比未嫁接后代高 93.89%。综上所述,油菜作为砧木的芥菜嫁接后代对于富集土壤中的镉是最有效的。

[0081] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。