



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114600719 A

(43) 申请公布日 2022. 06. 10

(21) 申请号 202210351001.5

C05G 1/00 (2006.01)

(22) 申请日 2022.04.02

(71) 申请人 中国科学院南京土壤研究所

地址 210008 江苏省南京市北京东路71号

申请人 江西洁地环境治理生态科技有限公司

(72) 发明人 周静 游来勇 梁家妮 周伶俐

刘梦丽 田瑞云

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569

专利代理人 薛红凡

(51) Int. Cl.

A01G 22/22 (2018.01)

A01C 21/00 (2006.01)

C05D 9/00 (2006.01)

C05D 9/02 (2006.01)

权利要求书1页 说明书6页

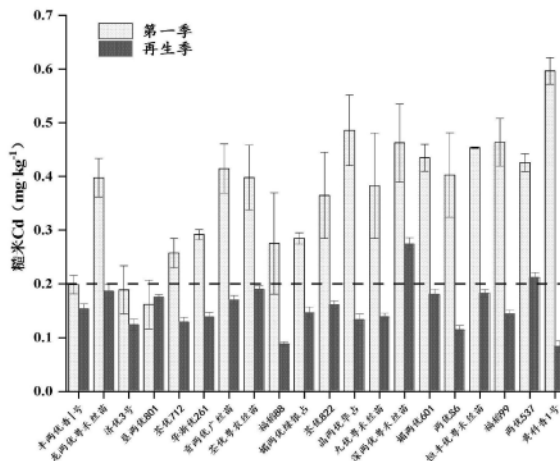
序列表1页 附图2页

(54) 发明名称

一种提高再生稻产量同时降低镉含量的栽培方法及其应用

(57) 摘要

本发明提供了一种提高再生稻产量同时降低镉含量的栽培方法及其应用,属于农业种植技术领域。一种提高再生稻产量同时降低镉含量的栽培方法,于每年3月中下旬播种稻种,于同年4月中旬移栽至Cd污染的稻田中生长,经头季水稻水肥管理,收割头季水稻后进行第二季稻水肥管理;头季水稻的收割位置在倒1节点至倒2节点之间。本发明提供的栽培方法可显著提高再生稻产量,显著降低再生稻季糙米镉含量,对于受污染耕地的安全利用有重要意义。



1. 一种提高再生稻产量同时降低镉含量的栽培方法,其特征在于,包括以下步骤:

于每年3月中下旬播种再生稻种子,于同年4月中旬移栽至Cd污染的稻田中生长,经头季水稻水肥管理,收割头季水稻后进行第二季稻水肥管理;头季水稻的收割位置在倒1节点至倒2节点之间。

2. 根据权利要求1所述栽培方法,其特征在于,所述头季水稻的收割时期为头季水稻九成熟。

3. 根据权利要求2所述栽培方法,其特征在于,所述头季水稻九成熟是指头季水稻的倒1~倒3叶片明显保持绿色,籽粒处于蜡熟期。

4. 根据权利要求1所述栽培方法,其特征在于,所述再生稻包括早/中籼稻品种。

5. 根据权利要求1所述栽培方法,其特征在于,所述头季水稻的留茬高度为40~60cm。

6. 根据权利要求1所述栽培方法,其特征在于,所述头季水稻水肥管理包括第一水分管理和第一肥料管理;

所述第一肥料管理包括第一季肥和催芽肥;所述第一季肥为复合肥,复合肥的施肥量为50kg/亩;

所述促芽肥为尿素;所述促芽肥的施用时期为在头季水稻收割前一周施入;所述促芽肥的施肥量为10~20kg/亩;

所述第一水分管理的方法为在头季水稻收获前10天保持田面水高度2~6cm。

7. 根据权利要求1所述栽培方法,其特征在于,所述第二季稻水肥管理包括第二水分管理和第二肥料管理;

所述第二肥料管理包括提苗肥和叶面肥;

所述提苗肥为复合肥;所述提苗肥的施用时期为收割后5~7天;所述提苗肥的施用量为25~30kg/亩;

所述叶面肥包括以下质量份的组分:纳米氧化锌10~20份,纳米硒5~10份,纳米二氧化硅30~40份;

所述叶面肥的施用时期为在第二季稻的拔节期和扬花-灌浆阶段分别喷施;

所述第二水分管理包括第二季稻进行持续淹水;所述淹水的高度为5~10cm。

8. 根据权利要求6或7所述栽培方法,其特征在于,所述复合肥中氮、磷和钾的质量比为18:12:12。

9. 根据权利要求1所述栽培方法,其特征在于,所述Cd污染稻田中Cd的含量为0.3~1.5mg/kg。

10. 权利要求1~9任意一项所述栽培方法在镉污染稻田种植中的应用。

一种提高再生稻产量同时降低镉含量的栽培方法及其应用

技术领域

[0001] 本发明属于农业种植技术领域,具体涉及一种提高再生稻产量同时降低镉含量的栽培方法及其应用。

背景技术

[0002] 再生稻是指通过收获一季中稻后,通过前茬水稻倒2~5节点上侧腋芽分化成穗再次收获一季水稻的栽培方式,主要分布在我国热带和亚热带季风气候条件,尤其是在我国光热条件两季不足,一季有余的长江中下游平原区,长江上游四川盆地,云贵高原稻区广泛分布,有着悠久的栽培历史。然而,由于头季播种时期管理,适宜品种选择,头季采收后水肥管理的关键种植环节把控不当,导致再生稻再生季的产量一直维持在较低水平,近年来通过优化水稻品种和栽培环节管理,再生稻因其具有省工,省肥,省水,省种,高产优质等特点,使得再生稻较传统的单双季稻种植模式有更高的综合效益,尤其在湖北,江西,湖南,四川,福建等地推广面积逐年增加,长江流域是我国经济发展最快的地区,也是我国矿业活动最为频繁的区域之一。目前,土壤Cd污染导致稻米超标问题较为突出,俨然成为制约水稻产业高质量发展的重要瓶颈,因此针对区域的再生稻生产需求,研发出针对中轻度Cd污染稻田的再生稻高产低镉栽培技术方法,对于提高再生稻的综合效益,实现受Cd污染耕地的安全利用有重要意义。目前,关于再生稻重金属Cd的累积特征和阻控策略相关报道较少,相关的技术支撑严重不足,还未有关于在镉污染土壤中如何种植高产、低镉含量的再生稻米的报道。

发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种提高再生稻产量同时降低镉含量的栽培方法及其应用,可以实现在Cd中轻度污染稻田再生稻的安全利用,并显著提高了再生稻的综合效益。

[0004] 本发明提供了一种提高再生稻产量同时降低镉含量的栽培方法,包括以下步骤:

[0005] 于每年3月中下旬播种再生稻种子,于同年4月中旬移栽至Cd污染的稻田中生长,经头季水稻水肥管理,收割头季水稻后进行第二季稻水肥管理;头季水稻的收割位置在倒1节点至倒2节点之间。

[0006] 优选的,所述头季水稻的收割时期为头季水稻九成熟。

[0007] 优选的,所述头季水稻九成熟是指头季水稻的倒1~倒3叶片明显保持绿色,籽粒处于蜡熟期。

[0008] 优选的,所述再生稻包括早/中籼稻品种。

[0009] 优选的,所述头季水稻的留茬高度为40~60cm。

[0010] 优选的,所述头季水稻水肥管理包括第一水管理理和第一肥料管理;

[0011] 所述第一肥料管理包括第一季肥和催芽肥;所述第一季肥为复合肥,复合肥的施肥量为50kg/亩;

- [0012] 所述促芽肥为尿素;所述促芽肥的施用时期为在头季水稻收割前一周施入;所述促芽肥的施肥量为10~20kg/亩;
- [0013] 所述第一水分管理的方法为在头季水稻收获前10天保持田面水高度2~6cm。
- [0014] 优选的,所述第二季稻水肥管理包括第二水分管理和第二肥料管理;
- [0015] 所述第二肥料管理包括提苗肥和叶面肥;
- [0016] 所述提苗肥为复合肥;所述提苗肥的施用时期为收割后5~7天;所述提苗肥的施用量为25~30kg/亩;
- [0017] 所述叶面肥包括以下质量份的组分:ZnSO₄10~20份、纳米硒5~10份和纳米SiO₂30~40份;
- [0018] 所述叶面肥的施用时期为在第二季稻的拔节期和扬花-灌浆阶段分别喷施;
- [0019] 所述第二水分管理包括第二季稻进行持续淹水;所述淹水的高度为5~10cm。
- [0020] 优选的,所述复合肥中氮、磷和钾的质量比为18:12:12。
- [0021] 优选的,所述Cd污染稻田中Cd的含量为0.3~1.5mg/kg。
- [0022] 本发明提供了所述栽培方法在镉污染稻田种植中的应用。
- [0023] 本发明提供了一种提高再生稻产量同时降低镉含量的栽培方法,包括以下步骤:于每年3月中下旬播种再生稻种子,于同年4月中旬移栽至Cd污染的稻田中生长,经头季水稻水肥管理,收割头季水稻后进行第二季稻水肥管理;头季水稻的收割位置在倒1节点至倒2节点之间。本发明通过3年的田间实验明确在镉污染稻田中种植再生稻时影响稻米中镉含量高低以及再生稻产量高低的影响因素,通过合理调整播种移栽时间,确保头季和第二季水稻适宜的生积温条件,同时严格控制收割高度,增加留桩节点数量,提高腋芽成穗几率(提高有效穗),且充分利用节点对镉的拦截效益,减少糙米镉的累积,提高再生稻的产量和品质,从而栽培收获得到高产低镉的再生稻。可见,本发明提供的水稻-再生稻体系在受Cd污染稻田上的安全高产,具有操作简便,易于推广等,为实现受Cd超标稻田的安全利用提供了技术支撑。
- [0024] 进一步的,本发明具体限定再生稻的品种为早/中籼稻品种。本发明以早/中籼稻品种为种植对象,由于早/中籼稻品种的生育期不大于135天,有利于保证水稻处于适宜的生长温度条件。与其他水稻品种相比,早/中籼稻品种更有利于获得低镉高产的稻米。
- [0025] 进一步的,本发明具体限定了头季水稻的收割时间,有利于避免稻株体老化,保证再生芽成活率高,从而进一步提高水稻产量。
- [0026] 进一步的,本发明具体限定了头季水稻和第二季稻的水肥管理方法。水分和肥料适应性协调管理,有利于促进水稻生长的同时,降低镉在再生稻体内转运能力,减少镉的活性。

附图说明

- [0027] 图1为头季水稻和第二季稻品种筛选糙米Cd含量(mg kg⁻¹);
- [0028] 图2为头季水稻和第二季稻品种筛选产量(t/ha)。

具体实施方式

- [0029] 本发明提供了一种提高再生稻产量同时降低镉含量的栽培方法,包括以下步骤:

[0030] 于每年3月中下旬播种再生稻种子,于同年4月中旬移栽至Cd污染的稻田中生长,经头季水稻水肥管理,收割头季水稻后进行第二季稻水肥管理;头季水稻的收割位置在倒1节点至倒2节点之间。

[0031] 在本发明中,适宜的积温是保证再生稻健壮生长的必要条件。本发明通过具体限定再生稻种子的播种时间以及移栽时间保证头季水稻苗快速适应环境。在本发明实施例中,将再生稻种子在3月中下旬播种,在4月中旬移栽保证稻苗移栽至稻田中有适宜的积温条件。

[0032] 在本发明中,所述再生稻优选包括早/中籼稻品种。所述早/中籼稻品种优选包括以下一种或几种水稻品种:丰两优香1号、济优3号和垦两优801。所述早/中籼稻品种的生育期不长于140天,有利于再生稻的整个生育期处于较佳的积温条件,而生育期过长不利于实验高产低镉的栽培目的。

[0033] 在本发明中,Cd污染的稻田优选为Cd中轻度污染的稻田。中轻度污染是根据《农用地土壤环境质量标准GB15618-2018》根据土壤pH介于风险管制值和风险筛选值之间(0.3-1.5mg/Kg)。

[0034] 在本发明中,所述头季水稻水肥管理优选包括第一水分管理和第一肥料管理。所述第一肥料管理包括第一季肥和催芽肥;所述第一季肥为复合肥。所述复合肥中氮、磷和钾的质量比优选为18:12:12。所述复合肥的施肥量优选为50kg/亩;所述复合肥作为第一季肥,施肥时期为头季稻移栽前1~3天。所述促芽肥优选为尿素;所述促芽肥的施用时期优选为在头季水稻收割前一周施入;所述促芽肥的施肥量优选为10~20kg/亩,更优选为15kg/亩。所述第一水分管理的方法优选为在头季水稻收获前10天保持田面水高度2~6cm,作用是促进再生季腋芽形成,降低土壤Cd的生物有效性,减少Cd的吸收。

[0035] 在本发明中,所述头季水稻的收割时期优选为头季水稻九成熟。所述头季水稻九成熟优选是指头季水稻的倒1~倒3叶片明显保持绿色,籽粒处于蜡熟期。早收割是为了避免株体老化,保证再生芽成活率,提高产量,对Cd的影响不清楚。所述头季水稻的留茬高度优选为40~60cm,更优选为45~55cm,最优选为50cm。本发明实验证明,高位留茬(60cm以上)可以明显提高再生稻产量,增加再生稻有效穗,低位留茬(20cm以下)不利于产量,其中中位留茬(40~60cm)有利于高产和低镉。

[0036] 在本发明中,所述第二季稻水肥管理优选包括第二水分管理和第二肥料管理。所述第二肥料管理优选包括提苗肥和叶面肥。所述提苗肥优选为复合肥;所述复合肥中氮、磷和钾的质量比优选为18:12:12。所述提苗肥的施用时期优选为收割后5~7天,更优选为6天。所述提苗肥的施用量优选为25~30kg/亩,更优选为28kg/亩。所述叶面肥优选包括以下质量份的组分:纳米ZnO 10~20份、纳米硒5~10份和纳米SiO₂30~40份;更优选为纳米ZnO12~18份、纳米硒6~8份和纳米SiO₂32~38份,最优选为纳米ZnO 15份、纳米硒7份和纳米SiO₂35份。所述叶面肥的施用时期优选为在第二季稻的拔节期和扬花-灌浆阶段分别喷施,喷施量为35~40L/亩,所述叶面肥的质量浓度为0.2%~0.3%。喷施叶面肥作用主要是提高微肥提高再生稻的生长,增加再生稻成穗和产量,同时降低Cd在再生稻体内转运能力。纳米叶面肥的降Cd的原理主要是通过增加Cd在再生稻茎叶里的滞留,影响节点中有关于Cd转运的基因OsCCX₂和OsNramp2的相对表达量。所述第二水分管理包括第二季稻优选进行持续淹水;所述淹水的高度优选为5~10cm。持续淹水提高再生稻芽的生长,增加产量,同时减

少Cd的活性。

[0037] 在本发明中,采用上述栽培方法获得的糙米中镉含量为 $0.09\sim 0.20\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$),再生稻产量为 $3\sim 5\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ 。可见,本发明提供的栽培适用于镉污染稻田,能够获得低镉、高产的再生稻。因此,本发明提供了所述栽培方法在镉污染稻田种植中的应用。

[0038] 下面结合实施例对本发明提供的一种提高再生稻产量同时降低镉含量的栽培方法及其应用进行详细的说明,但是不能把它们理解为对本发明保护范围的限定。

[0039] 实施例1

[0040] 高产和低积累再生稻品种筛选试验

[0041] 1. 种植地信息:湖北蕲春县黄棕壤性水稻土,Cd $1.08\text{mg}/\text{kg}$,pH值5.86;

[0042] 2. 待筛选再生稻品种:选择当地主栽中稻品种20个(见图1),生育期在118~140天。

[0043] 3. 设置小区试验,每个小区 20m^2 ,重复3次,完全随机区组排列。水分管理:头季水稻收获前20天排水,收获前10天淹水,再生季前期持续淹水,再生季收获前10天排水。水肥管理:稻采用复合肥(18-12-12)50kg/亩作第一季肥,并在头季收获前一周施入15kg/亩的尿素作为促芽肥,采收后6天内补充复合肥(18-12-12)25kg/亩作为提苗肥,分别收割每个小区全部水稻,经脱粒-晒干-去杂后称重取得产量,并经充分混匀后分取500g,使用粮油机械胶辊砻谷机(GB/T29898-2013)进行脱壳。取得糙米于 70°C 干燥箱内烘干至恒重,粉碎过60目筛,采用 $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$ (5:1,体积比)法进行消解,采用ICP-MS测定糙米中Cd含量。

[0044] 结果见图1和图2。由图看出,两优537和丰两优香一号具有较高的产量水平,丰两优香1号和垦两优801和济优3号具有较低的镉含量水平,且第二季的糙米镉含量显著低于头季水稻。选择丰两优香1号、济优3号、垦两优801可同时满足两季稻米Cd达标和高产的目标。

[0045] 实施例2

[0046] 留茬高度优化试验

[0047] 以丰两优香1号作为再生稻的种植品种,优选5个品种开展不同留茬高度试验,开展裂区试验,分别设置留茬20cm(倒4节);40cm(倒2节);60cm(倒1节),水肥管理参照实施例1,分别按照实施例1的相关方法测定头季和再生季中糙米Cd含量和产量。

[0048] 结果见表1。表1结果表明高留茬有利于实现高产,低位留茬有利于实现降低Cd含量,因此试验低镉和高产,推荐留茬高度在40cm。

[0049] 表1留茬高度对糙米Cd含量和再生季产量影响

	品种	留桩高度 (cm)	糙米 Cd (mg·kg ⁻¹)	再生季产量 (t·ha ⁻¹)
[0050]	深两优粤禾丝苗	60	0.21	2.91
		40	0.16	2.67
		20	0.23	1.80
	丰两优香 1 号	60	0.14	4.87
		40	0.09	3.79
		20	0.28	3.58
恒丰优粤禾丝苗	60	0.20	4.09	
	20	0.24	3.46	
[0051]		40	0.18	3.58
	两优 537	60	0.25	3.71
		20	0.25	3.57
		40	0.19	3.65

[0052] 实施例3

[0053] 叶面微肥阻控试验: 优选丰两优香1号为供试品种, 土壤类型为黄棕壤水稻土, 总镉1.08mg/kg, pH值5.62, 开展叶面微肥阻控试验, 分别设置喷施清水(对照), 喷施纳米Se, 纳米SiO₂, 纳米ZnO, 纳米Se+纳米SiO₂, 纳米SiO₂+纳米ZnO, 纳米Se+纳米SiO₂+纳米ZnO 11个处理, 具体浓度(见表2), 分别于再生稻苗期和孕穗期进行叶面喷施, 选择晴朗无风的下午进行喷施, 喷施若48h下雨则补充一次, 其中按照50ml·m⁻²进行喷施。其余水肥管理参照实施例1。于喷施后7天, 选取对照和纳米硒+纳米氧化硅+纳米氧化锌2个处理, 采集5株再生稻地上部, 并分茎, 叶, 用去离子水洗净后和吸水纸吸干, 采用液氮速冻, 干冰保存运输至武汉赛维尔生物科技公司提取RNA, 采用实时荧光PCR扩增, 测定OsHMA₂(引物序列CGCCATCTCCCAATCCCAAA (SEQ ID NO:1), TTGAGCGGGTGCCAGAAAT (SEQ ID NO:2)), OsCCX₂(引物序列CGTCCTTCGTCTCGCTCTATG (SEQ ID NO:3), CGGATAGGAGGCAATGAAGGTA (SEQ ID NO:4)) 基因相对表达量, 分别实施例1方法测定头季和再生季中糙米Cd含量和产量。

[0054] 结果显示, 最优叶面处理和对照的糙米Cd分别为0.09mg kg⁻¹和0.47mg kg⁻¹, 产量分别为3.16t·ha⁻¹和2.82t·ha⁻¹, 叶面微肥较对照分别降镉80.85%, 增产10.7%。最优处理和对照处理节点中OsHMA₂相对表达量为分别为, 5.257和0.978, OsCCX₂相对表达量为分别为0.657和1.121, 其中OsHMA₂在茎节中的表达可以减少Cd的转运, 叶面处理明显影响了Cd从茎节向籽粒的迁移。

[0055] 表2叶面喷施纳米材料对再生稻Cd含量和产量的影响

[0056]	处理	浓度	再生稻糙米 Cd	再生稻产量 t·ha ⁻¹
		(mg·L ⁻¹)	(mg·kg ⁻¹)	
	对照 (常规栽培)	-	0.47±0.03 a	2.72±0.12b
	纳米硒	0.5	0.28±0.02 b	2.75±0.21b
	纳米硒	1	0.27±0.02 b	2.88±0.15ab
	纳米氧化硅	200	0.32±0.01 b	2.76±0.13b
	纳米氧化硅	500	0.22±0.03 bc	2.78±0.08b
[0057]	纳米氧化锌	75	0.21±0.05 bc	2.89±0.19ab
	纳米氧化锌	150	0.19±0.04 c	2.91±0.21a
	纳米硒+纳米氧化硅	0.5+200	0.16±0.04 c	2.94±0.20a
	纳米硒+纳米氧化锌	0.5+75	0.19±0.02 c	2.89±0.11ab
	纳米氧化锌+纳米氧化硅	75+200	0.13±0.02d	2.87±0.12ab
	纳米硒+纳米氧化硅+纳米氧化锌	0.5+75+200	0.09±0.02d	3.16±0.12a

[0058] 注:同一检测指标中,不同小写字母表示显著性差异, $p < 0.05$ 。

[0059] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

序列表

<110> 中国科学院南京土壤研究所

江西洁地环境治理生态科技有限公司

<120> 一种提高再生稻产量同时降低镉含量的栽培方法及其应用

<160> 4

<170> SIPOSequenceListing 1.0

<210> 1

<211> 20

<212> DNA

<213> 人工序列 (Artificial Sequence)

<400> 1

cgccatctcc caatcccaaa 20

<210> 2

<211> 19

<212> DNA

<213> 人工序列 (Artificial Sequence)

<400> 2

ttgagcgggt gccagaaat 19

<210> 3

<211> 21

<212> DNA

<213> 人工序列 (Artificial Sequence)

<400> 3

cgtccttcgt ctcgctctat g 21

<210> 4

<211> 22

<212> DNA

<213> 人工序列 (Artificial Sequence)

<400> 4

cggataggag gcaatgaagg ta 22

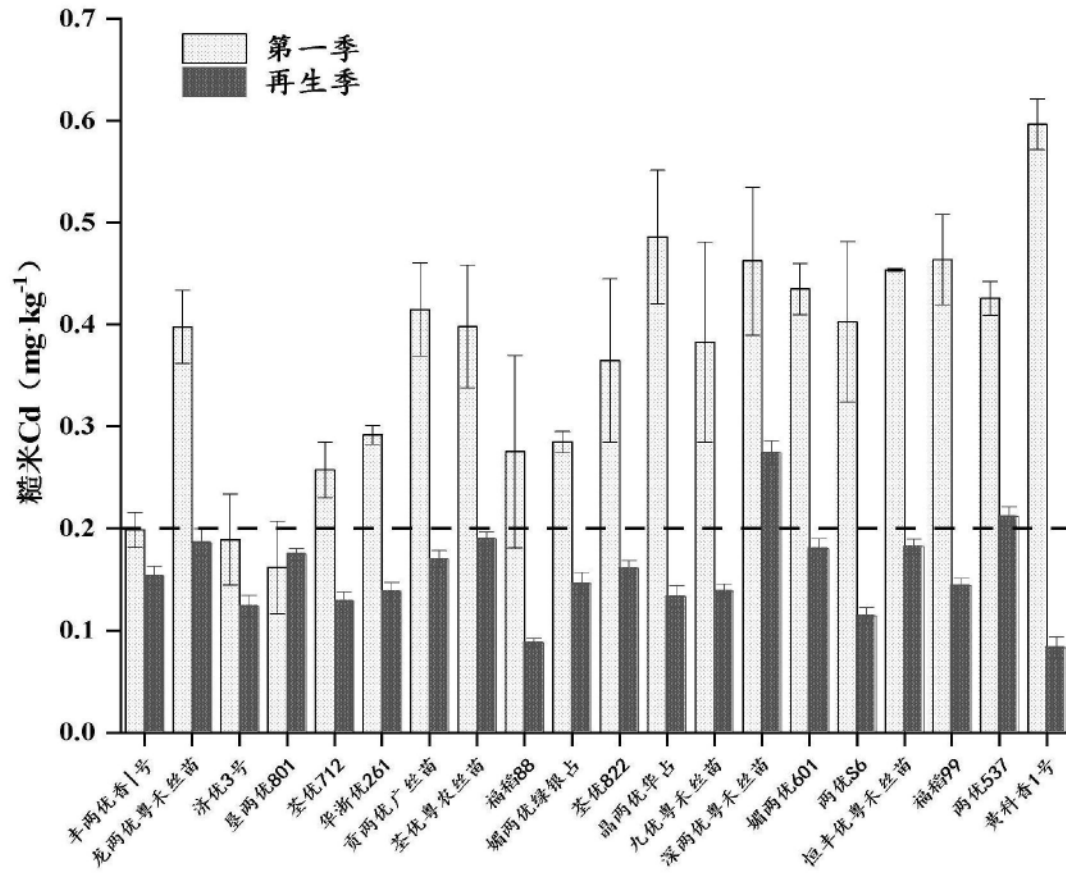


图1

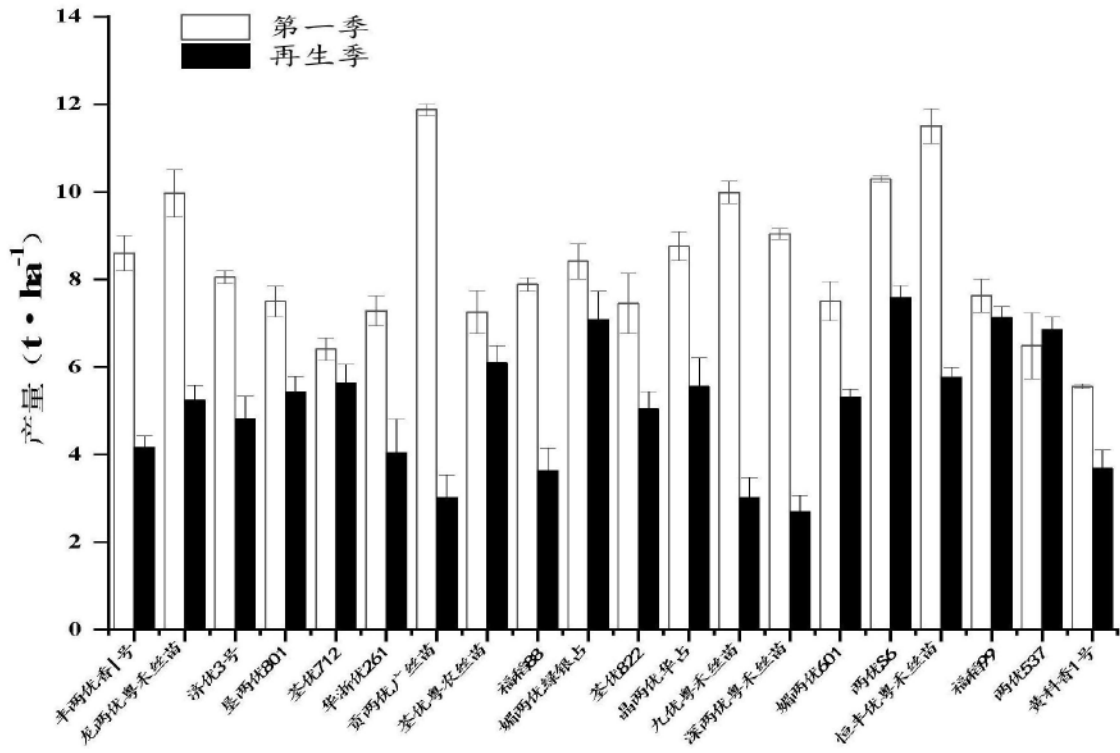


图2