

硅素物质对土壤—水稻系统中镉行为的影响

张云龙, 李军* (沈阳农业大学, 辽宁沈阳110161)

摘要 通过盆栽试验, 研究在镉污染水稻土上施用硅素物质对水稻植株不同部位镉含量及土壤中镉形态的影响。结果表明: 加入硅素物质降低了水稻各部位镉含量。随着硅肥施入量的增加, 水稻各部位的镉含量呈现降低趋势, 土壤pH值升高, 土壤中可交换态、碳酸盐结合态镉含量呈现降低趋势, 铁锰氧化物态、有机结合态镉含量呈现增加趋势。

关键词 硅素物质; 镉; 水稻土

中图分类号 S154.4 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)10-02955-02

Effect of Silicon Material on Behavior of Cadmium in Soil-Rice System

ZHANG Yun-long et al (Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161)

Abstract Pot experiment was adopted to study the effect of silicon material on Cd content in rice and existing form of Cd in soil. The results showed that the concentration of Cd in paddy rice decreased with the treatment of fertilizer application. With the increase of the silicon materials input, the Cd content in various spots of paddy rice presented reducing tendency, the soil pH value elevated, the content of exchangeable form, carbonate form and residual form of Cd decreased, but the content of Fe-Mn oxide and Cd bound to organic matter increased.

Key words Silicon material; Cadmium; Paddy soil

镉污染是土壤污染中比较典型的一种类型, 我国约有1.3万hm²耕地受到镉的污染^[1]。因其控制标准限量较低, 即使达到污染水平, 作物产量也不会受到明显影响, 所以土壤镉污染极具隐蔽性, 严重制约农产品安全^[2]。如何改良镉污染土壤是摆在人们面前急待解决的重要问题之一, 而如何解决如何减少水稻对土壤中镉的吸收的问题具有重要的理论意义和实践意义。目前, 硅对水稻吸收镉的影响报道不多, 而硅对水稻生长发育有明显促进作用。为此, 笔者通过盆栽试验研究硅肥对水稻吸收镉的影响, 为合理利用和科学管理重金属污染的水稻土提供依据。

1 材料与试验方法

1.1 供试土壤 盆栽试验所用土壤为水稻土, pH值为6.50, 有机质18.6 g/kg, 全氮1.81 g/kg, 全磷14.2 g/kg, 全钾6.12 g/kg, 全镉7.85 g/kg。

1.2 硅素物质 硅素物质为硅酸钠(Na₂SiO₃·9H₂O)和钢渣, 其中硅酸钠为分析纯, SiO₂含量为21%; 钢渣中SiO₂含量为10%。

1.3 盆栽试验设计 试验共设9个处理: (CK)0、钢渣0.25 g/kg、钢渣0.40 g/kg、钢渣0.50 g/kg、钢渣0.60 g/kg、Na₂SiO₃0.47 g/kg、Na₂SiO₃0.71 g/kg、Na₂SiO₃0.95 g/kg、Na₂SiO₃1.18 g/kg, 3次重复, 每盆装土4 kg, 盆钵随机排列。同时每盆施入尿素0.326 g/kg(70%基施, 30%于分蘖期前追施); 过磷酸钙0.4 g/kg; 硫酸钾0.1 g/kg。5月25日插秧, 每盆2穴, 每穴2株, 10月1日收获。整个生育期定量浇水, 按常规管理。

1.4 分析测定项目和方法 土样中镉全量采用硝酸—盐酸—高氯酸消解, 原子吸收分光光度法测定; 水稻植株中镉含量采用湿式消解法, 硝酸:高氯酸(5:1)消解, 原子吸收分光光度法测定; 镉形态分析采用Tessier连续提取方法^[3], 提取液用原子吸收分光光度计测定。

2 结果与分析

2.1 硅素物质对水稻植株体内镉含量的影响 从表1可

知, 加入硅素物质后并没有改变水稻各部位镉的含量的次序, 即: 根>茎叶>糙米, 这一点与许多盆栽试验和田间试验所得到的结论相似。但降低了各部位镉含量, 同时, 随硅素物质施入量的增加, 水稻各部位的镉含量也呈现降低趋势。原因是加入硅素物质后影响了镉向地上部位的迁移, 尤其是向籽实的迁移, 而使镉主要固定在根部和土壤中, 这说明添加硅肥可以抑制镉的迁移。从而可以认为, 在抑制镉的迁移过程中, 硅素起到了主要作用, 因此可以将硅肥作为镉污染土壤的改良剂。

表1 不同硅素物质用量对水稻各部分镉含量的影响 ng/kg

处理	根	茎	糙米
CK	47.65	6.55	2.45
	43.08	6.13	2.22
	32.83	5.15	2.02
	27.87	4.47	1.65
	25.97	3.12	1.48
	45.13	5.32	1.95
	40.16	5.13	1.86
	34.12	4.55	1.44
	32.72	3.88	1.23

2.2 硅素物质对土壤pH值的影响 施用硅素物质对土壤pH的影响, 试验前pH值为6.50, 收获水稻后, 采集盆栽土壤样品测定土壤pH值, 处理~分别为6.60、6.80、7.15、7.45、7.90、6.75、6.90、7.15、7.45, 供试土壤淹水种稻后土壤pH值较试验前土壤呈现升高的趋势, 且各处理pH值的升高幅度与硅素物质用量正相关; 与施加硅酸钠相比, 施加钢渣后土壤pH值升高趋势更显著, 这可能是由于钢渣中含有偏碱性物质, 从而使土壤pH值升高, 且各处理pH值的升高幅度与肥料用量呈正相关。在pH值较高的环境下镉(包括其他一些重金属)沉淀速度和稳定性能远远大于酸性土壤, 因而受重金属污染的程度相对要减轻, 从水稻土中无论施入硅酸钠还是钢渣都能提高土壤中有效硅的含量, 从而使水稻中容易被水稻吸收的活性镉与硅酸根结合成比较牢固的结构, 使土壤有效镉含量明显下降, 最终抑制水稻对土壤镉的吸收^[4]。

2.3 硅素物质对镉形态的影响 从表2可知, 随着硅素物质

作者简介 张云龙(1981-), 男, 辽宁康平人, 硕士研究生, 研究方向: 土壤改良与环境保护。* 通讯作者。

收稿日期 2007-01-04

用量的增加,降低了土壤中可交换态镉、碳酸盐结合态镉的含量,有研究表明,可交换态镉、碳酸盐结合态镉最易被作物所吸收,是影响水稻植株中镉含量的一个因素。可交换态镉含量与环境pH值的变化有关,一般随着pH值的升高而降低^[5],而该态的镉最易被作物所吸收,对作物危害最大。碳酸盐结合态镉对土壤环境条件,特别是pH值最敏感,随着土壤pH值的降低,离子态镉可大幅度重新释放而被作物所吸收。因此,很多研究将向土壤中添加碱性改良剂作为改良重金属污染土壤的一种措施。试验中随着肥料用量的增加,土壤pH值升高,而可交换态和碳酸盐结合态镉含量降低。因此,可以得出,向土壤中加入硅肥可以提高土壤pH值,从而降低可交换态和碳酸盐结合态镉含量,而使水稻对镉的吸收减少。

表2 不同硅素物质对土壤中镉形态分布的影响 ng/kg

硅素物质	可交换态	碳酸盐结合态	铁锰氧化物态	有机结合态	残渣态
CK	2.23	3.15	1.05	0.85	0.24
	2.12	2.44	1.36	1.63	0.20
	1.79	1.91	1.82	1.82	0.16
	1.71	1.73	2.26	2.27	0.13
	1.34	1.24	2.70	2.53	0.09
	1.96	2.96	1.46	1.35	0.21
	1.87	2.72	1.89	1.54	0.18
	1.75	2.67	2.13	1.76	0.14
	1.24	2.04	2.66	2.48	0.08

3 结论

(1) 镉污染土壤上种植水稻后,植株不同部位镉的含量不同,由大到小的次序为:根>茎叶>糙米;土壤中添加硅素物质并没有改变水稻各部位镉的含量的次序,但降低了各部位镉含量,同时,随硅素物质施入量的增加,水稻各部位的镉含量也呈现降低趋势。

(2) 对水稻收获后的土壤进行分析得出,随着硅肥加入量的增加,土壤pH值升高,土壤中可交换态、碳酸盐结合态镉含量降低,铁锰氧化物态、有机结合态镉含量增加。这是水稻植株中镉含量降低的直接原因。

(3) 添加硅肥可以作为改良镉污染水稻土的一种措施,降低稻米对镉的吸收,为人类食用无污染稻米提供需要。

参考文献

- [1] 陈怀满. 土壤-植物系统中的重金属污染 M. 北京: 科学出版社, 1996:71 - 85.
- [2] 宗良纲, 徐晓炎. 水稻对土壤中镉的吸收及其调控措施 J. 生态学杂志, 2004, 23(3): 120 - 123.
- [3] TESSIER A, CAMPBELL P G C, BISSON M. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals J. Anal Chem, 1979, 51: 844 - 851.
- [4] 蔡德龙, 陈常友, 小林均. 硅肥对水稻吸收镉影响初探 J. 地域研究与发展, 2000, 19(4): 69 - 71.
- [5] 曹仁林, 贾晓葵, 张建顺. 镉污染水稻土防治研究 J. 天津农业科技, 1999, 12(6): 12 - 17.
- [6] 陈怀满. 影响土壤吸附镉的若干因子 J. 土壤, 1998(3): 131 - 136.
- [7] 崔德杰, 张玉龙. 土壤重金属污染现状与修复技术研究进展 J. 土壤通报, 2004, 35(3): 45 - 46.
- [8] 谢正苗, 黄昌勇, 廖敏. pH对镉在土水系统中的迁移和形态的影响 J. 环境科学学报, 1999, 19(1): 81 - 86.