

硅酸盐土壤调理剂对蔬菜 Cd 污染的治理效果

靳辉勇¹, 齐绍武^{1,2*}, 朱 益¹, 和七红¹, 梁仲哲¹

(1. 湖南农业大学, 湖南 长沙 410128; 2. 湖南杂交水稻研究中心, 湖南 长沙 410128)

摘 要: 通过田间试验研究了硅酸盐土壤调理剂对 4 种蔬菜重金属 Cd 污染的治理效果。结果表明, 硅酸盐土壤调理剂能有效提高土壤 pH 值, 显著降低土壤 Cd 活性及蔬菜对 Cd 的积累量, 治理效果相对较好, 是防治蔬菜重金属 Cd 污染的优选土壤调理剂, 硅酸盐施用量以 9 000 kg/hm² 为宜。

关键词: 硅酸盐; 土壤调理剂; 蔬菜; Cd; 治理

中图分类号: S156.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6257 (2017) 01-0149-04

蔬菜是人们日常饮食中必不可少的食物之一, 可以为人体提供多种维生素、蛋白质、膳食纤维、矿物质等营养物质, 其质量的优劣直接关系到我国的“菜篮子”安全及人们的身体健康^[1-3]。但是由于现代工农业的快速发展, 自然环境的恶化, 工业“三废”的不合理排放以及农药、化肥的不合理使用, 使得菜地重金属污染日趋严重^[4-6]。

重金属污染不仅会抑制作物生长发育, 还可通过食物链传递进入人体, 危害人类身体健康^[7-9]。尤为重要的是, 重金属具有潜伏性、长期性、累积性、地域性、多样性、不可逆性、难治理性及后果严重性等特点, 一旦进入土壤, 则难以清理出来^[10-11]。

随着人们生活水平的日益提高, 食品质量安全越来越受重视。日前, 刚刚落幕的十八届五中全会, 首次将“美丽中国”列入规划, 把“绿色发展”列入五大发展理念之一, 可见我国对“生态环保、绿色食品”的高度重视。因此, 如何生产绿色蔬菜, 保障蔬菜食用安全已迫在眉睫, 而开展蔬菜重金属 Cd 污染治理研究对解决这一问题具有重要的现实意义^[12-13]。

1 材料与方法

1.1 供试蔬菜

选择长沙市售常见的 4 种蔬菜: 红菜苔、小白

菜、雪里红、莴笋, 各蔬菜均撒播种植。

1.2 供试土壤

试验于 2015 年 9 月~11 月在湖南省长沙市郊某重金属污染农田进行, 土壤的基本理化性质见表 1, 土壤中全 Cd 含量为 2.42 mg/kg, 超过国家土壤环境质量二级标准的 8 倍。

表 1 供试土壤基本理化性质

pH 值	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	全磷 (P, g/kg)	有效磷 (P, mg/kg)	速效钾 (K, mg/kg)	全镉 (mg/kg)	有效镉 (mg/kg)
5.93	16.18	0.96	0.51	18.63	132.4	2.42	1.94

1.3 供试调理剂

供试土壤调理剂主要成分为硅酸盐, 施入土壤后, 其中的偏硅酸盐大量水解, 可迅速改变土壤的 pH 值, 使土壤中的 Cd 与 OH⁻ 及焦磷酸盐反应形成聚合物, 从而阻止 Cd 从全态转化为有效态。调理剂基本理化性质见表 2。

表 2 供试调理剂基本理化性质

pH 值	Cd (mg/kg)	粒径 (mm)	主要成分
8.44	0.12	0.10	MgO · nSiO ₂ 、 K ₂ O · nSiO ₂ 、 MgO · nP ₂ O ₅

1.4 试验设计

本试验采用双因素裂区设计, 主区为硅酸盐土壤调理剂施用量, 设 4 个水平, 副区为蔬菜种类, 设 4 个水平, 共 16 个处理。每个处理设 3 个重复, 共 48 个小区, 每个小区面积 15 m²。具体处理见表 3。

收稿日期: 2015-12-19; 最后修订日期: 2016-02-21

作者简介: 靳辉勇 (1990-), 男, 河南郑州人, 硕士在读, 主要研究方向为土壤重金属污染治理, E-mail: 758854456@qq.com。

通讯作者: 齐绍武, E-mail: qishaowu@126.com。

表 3 因素水平表

水平	A 调理剂施用量 (kg/hm ²)	B 蔬菜种类
1	0	小白菜
2	4 500	红菜苔
3	9 000	雪里红
4	13 500	莴笋

1.5 样品处理

各种蔬菜均在土壤调理剂施用 50 ~ 60 d 后采集可食用部分 (莴笋只采集叶子), 用去离子水清洗, 待水晾干后称重, 放入 65℃ 烘箱中烘干, 再称重, 获得蔬菜样品的干鲜比。烘干后的样品粉碎, 放入自封袋中以备检测用。

1.6 项目测定与方法

土壤 pH 值的测定: 称取风干土样 10 g 置于 25 mL 烧杯中, 加入 10 mL 蒸馏水, 用玻璃棒搅拌均匀, 静置 30 min, 用 pH 计测定。

蔬菜中 Cd 含量的测定: 采用硝酸—盐酸—过氧化氢微波消解, 电感耦合等离子体质谱仪 (ICP—MS) 测定, 蔬菜中 Cd 含量以鲜重计。

土壤有效态 Cd 含量的测定: 以二乙烯五乙酸盐 (DTPA) 作为提取剂, 在 25℃ 条件下, 放入 180 r/min 振荡机中振荡 60 min。过滤后用电感耦合等离子体质谱仪 (ICP—MS) 测定。

2 结果与分析

2.1 土壤调理剂对土壤 pH 值的影响

土壤 pH 值是影响重金属形态的一个重要因素^[14], 调理剂对土壤 pH 值的影响见图 1, 从图 1 可知, 本试验田为酸性土壤, 施用调理剂可有效改善土壤的酸碱性, 土壤 pH 值的升高幅度与调理剂的施用量成正相关, 随着施用量的增加, 同一品种蔬菜地土壤 pH 值均有不同程度的提高, 从处理 B1A1 到处理 B1A4、处理 B2A1 到处理 B2A4、处理 B3A1 到处理 B3A4、处理 B4A1 到处理 B4A4, 土壤 pH 值分别升高了 2.22、2.02、2.12、2.31 个单位, 平均升高了 2.17 个单位。当土壤调理剂施用量为同一水平时, B1、B2、B3、B4 之间, pH 值变化不大, 波动范围在 0 ~ 0.2 内, 说明蔬菜种类对土壤 pH 值的影响不明显。

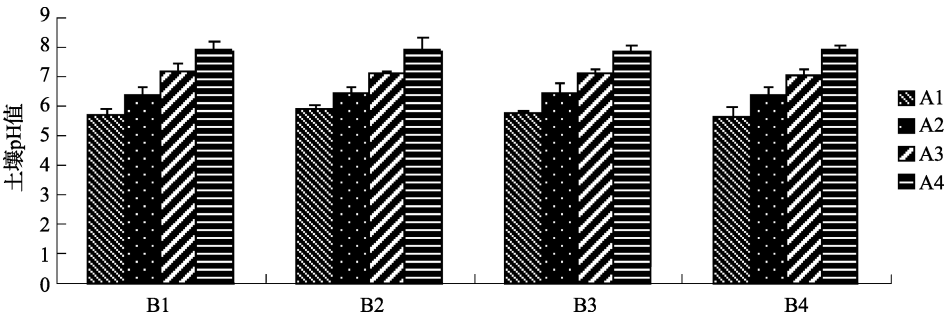


图 1 土壤调理剂对土壤 pH 值的影响

硅酸盐土壤调理剂的主要成分为 MgO · nSiO₂、K₂O · nSiO₂、MgO · nP₂O₅ 等, 施入土壤后, 其中的偏硅酸盐大量水解, 可改变土壤的 pH 值, 并且其水化速度非常缓慢, 能较长时间维持土壤的 pH

值保持基本不变。但施用过量可能会影响土壤的结构, 应适量添加。

2.2 土壤调理剂对土壤有效态 Cd 含量的影响

由图 2 可知, 蔬菜种类为同一水平时, 随着调

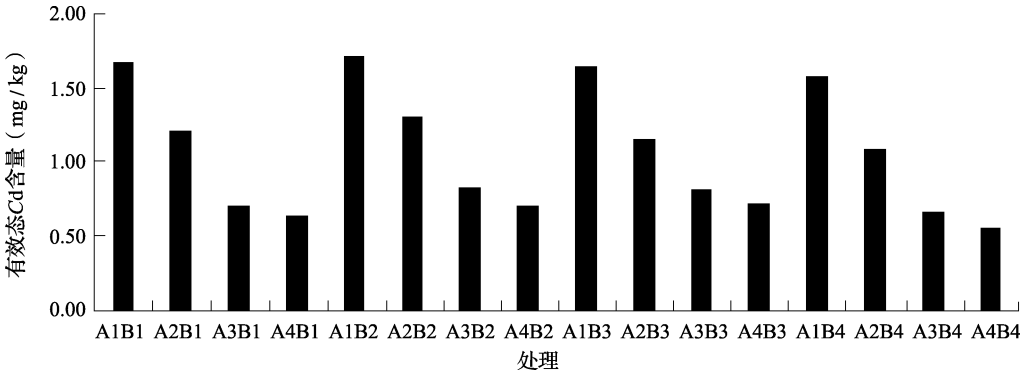


图 2 土壤调理剂对土壤有效态 Cd 含量的影响

理剂用量的增加,土壤中有有效态 Cd 含量不断降低,降低 Cd 效果为 A1 < A2 < A3 < A4,其中 A3 趋近于 A4,考虑适量原则,A3 处理 (9 000 kg/hm²) 为最佳施用量。

调理剂施入土壤后,改变了土壤的 pH 值,使土壤中的 Cd 与 OH⁻ 及焦磷酸盐反应形成聚合物,因土壤调理剂具有比表面积较大的特性及强大的吸附螯合作用,在品种的作用下形成集合体,避免了因酸介质的作用而发生可逆反应,最终阻止了 Cd 转为有效态。

2.3 土壤调理剂对不同蔬菜种类吸收 Cd 能力的影响

不同种类的蔬菜对 Cd 的吸收能力存在差异^[15]。由表 4 可见,各类蔬菜吸收能力为 B4 > B1 > B2 > B3,其中莴笋对 Cd 吸收能力较强,雪里红对 Cd 吸收能力相对较弱,前者为后者的 3.75 倍;随着调理剂施用量的增加,同一种类蔬菜 Cd 含量不断降低,降低了 20% ~ 60%;与 A1 相比,A2、A3、A4 分别降低 30.5%、53.3%、56.7%;当土壤调理剂施用量由 A1 - A2、A2 - A3、A3 - A4 逐渐增加时,Cd 含量分别降低了 30.5%、30.9%、7.5%,由此可见,当调理剂施用量由 A3 增加到 A4 时,Cd 含量变化相对较小,降 Cd 效果并不理想,考虑适量原则,A3 处理 (9 000 kg/hm²) 为土壤调理剂最佳施用量。

表 4 土壤调理剂用量和蔬菜种类对蔬菜 Cd 含量的影响		
调理剂用量	蔬菜种类	Cd 含量
A1	B1	6.12
	B2	4.16
	B3	3.53
	B4	13.73
A2	B1	4.89
	B2	2.98
	B3	2.78
	B4	6.57
A3	B1	3.80
	B2	1.71
	B3	1.43
	B4	5.90
A4	B1	3.52
	B2	1.68
	B3	1.19
	B4	5.66

由表 5 得知,不同土壤调理剂用量条件下蔬菜中 Cd 含量差异极显著 ($P = 0.015$),不同蔬菜种

类条件下蔬菜中 Cd 含量差异极显著 ($P = 0.001$)。说明蔬菜种类和适宜的土壤调理剂用量均能显著影响蔬菜中 Cd 的含量。

表 5 土壤调理剂用量和蔬菜种类对蔬菜 Cd 含量影响的双因素方差分析效果检验

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
调理剂用量	38.067	3	12.698	6.069	0.015
蔬菜种类	82.223	3	27.408	13.108	0.001
误差	18.818	9	2.091	—	—
总变异	139.108	15	—	—	—

3 结论

(1) 施用硅酸盐土壤调理剂可有效提高土壤 pH 值,随着调理剂施用量的增加,pH 值不断提高,平均提高了 2.17 个单位,pH 值最高可达 7.93。

(2) 硅酸盐土壤调理剂能显著降低土壤 Cd 活性以及蔬菜中 Cd 的含量,其中处理 A3 使土壤中有有效态 Cd 含量降低了 55.4%,使蔬菜中 Cd 的含量降低了 53.3%,考虑适量原则,9 000 kg/hm² (处理 A3) 为最佳施用量。

(3) 不同种类的蔬菜对重金属富集能力存在较大的差异,试验所用 4 种蔬菜对 Cd 的富集能力依次为莴笋 (叶) > 小白菜 > 红菜苔 > 雪里红。筛选出对重金属富集能力低的蔬菜品种,是防控蔬菜重金属污染的有效措施之一。

参考文献:

[1] 丁玉娟,林昌虎,何腾兵,等. 蔬菜重金属污染现状及研究进展 [J]. 贵州科学,2012,30 (5): 78-83.

[2] 冯玉兰,周静. 兰州市部分蔬菜重金属含量及健康风险评估 [J]. 西北民族大学学报,2013,34 (2): 76-80.

[3] 胡文友,黄标,马宏卫,等. 南方典型设施蔬菜生产系统镉和汞累积的健康风险 [J]. 土壤学报,2014,51 (5): 1045-1055.

[4] 靳辉勇,齐绍武,赵世浩,等. 我国蔬菜重金属污染现状及研究进展 [J]. 安徽农业科学,2015,95 (6): 255-257.

[5] 滕崑,柳琪,李倩,等. 重金属污染对农产品的危害与风险评估 [M]. 北京: 化学工业出版社,2010.

[6] 郑国璋. 农业土壤重金属污染研究的理论与实践 [M]. 北京: 中国环境科学出版社,2007.

[7] 刘吉振,李燕,张谊模,等. 蔬菜重金属污染的叶面控制技术研究进展 [J]. 江苏农业科学,2009,15 (5): 279-280.

[8] 张民,龚子同. 我国菜园土壤中的某些重金属的含量与分布 [J]. 土壤学报,1996,33 (1): 85-92.

- [9] Smith S R. Effect of soil pH on availability to crops of metals in sewage sludge - treated soils. II. Cadmium uptake by crops and implications for human dietary intake [J]. Environ Pollut, 1993, 86: 5-13.
- [10] Wanger G J. Accumulation of cadmium in crop plants and its consequences to human health [J]. Adv Agron, 1993, 51: 173-205.
- [11] 姚黎霞, 茹巧美, 何良兴. 蔬菜重金属元素污染研究进展 [J]. 现代农业科技, 2013, 22 (3): 208-210.
- [12] 吕保玉, 白海强, 喻泽斌. 蔬菜重金属污染的研究现状与防治措施 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36 (4): 1566-1568.
- [13] 胡文友, 祖艳群, 李元, 等. 无公害蔬菜生产中重金属含量的控制技术 [J]. 农业环境科学学报, 2005, 21 (7): 1196-1203.
- [14] 杜志敏, 郝建设, 周静, 等. 四种改良剂对 Cu、Cd 复合污染土壤中 Cu、Cd 形态和土壤酶活性的影响 [J]. 生态环境学报, 2011, 20 (10): 1507-1512.
- [15] 欧阳喜辉, 赵玉杰, 刘凤枝, 等. 不同种类蔬菜对土壤镉吸收能力的研究 [J]. 农业环境科学学报, 2007, 27 (1): 66-70.

The governance effect of silicate soil conditioner on cadmium-contaminated in vegetables

JIN Hui-yong¹, QI Shao-wu^{1,2*}, ZHU Yi¹, HE Qi-hong¹, LIANG Zhong-zhe¹ (1. Hunan Agricultural University, Changsha 410128; 2. Hunan Hybrid Rice Research Center, Changsha 410128)

Abstract: The objective of this study was to explore the governance effect of silicate soil conditioner on four cadmium-contaminated vegetables. The results showed that silicate soil conditioner increased soil pH, but reduced the soil cadmium activity and cadmium accumulation in vegetables, which indicated that the silicate soil conditioner was relatively good. The recommended dosage of silicate soil conditioner was 9 000 kg/hm².

Key words: silicate; soil conditioner; vegetables; cadmium; governance



江苏省淮安大华生物科技有限公司 为您提供……
高效、绿色、环保发酵剂——酵素菌速腐剂



许可证号: 微生物肥 (2003) 准字 (0107) 号、国环有机农业生产资料认证号: OP-0109-932-201

淮安市大华生物科技有限公司是以研制生产酵素菌系列微生物制品为主的科技型企业, 集科研、生产、销售于一体, 技术力量雄厚、设备先进、设施完善。本公司主要产品微生物发酵剂——酵素菌速腐剂, 是采用生物技术制成的一种好 (兼) 气性复合微生物制剂, 高效、绿色、环保, 内含大量有益微生物、活性酶, 适用于秸秆腐熟、畜禽粪便处理、垃圾堆肥、污泥堆肥和饼粕肥、农家肥等有机物固体发酵和人畜粪便液体发酵, 是生产有机生物肥的优质、高效发酵剂。

主要功效: 1. 发酵分解能力强, 快速腐熟有机材料。2. 改良土壤, 增强地力。3. 增产效果显著。4. 减轻病虫害, 克服连作障碍。5. 改善农产品品质。我公司可为生物有机肥生产厂家提供发酵原料配比、工艺等资料。

机插秧育苗专用肥——机插水稻育苗基质

[苏农肥 (2005) 准字 0365-02 号]

机插水稻育苗基质 (拌土型) 是根据无土栽培学、植物营养学、肥料学、土壤微生物生态学原理研制而成, 内含多种有益微生物、有机物及植物所需的大量、微量平衡营养元素, 既是一种栽培基质又是一种良好的土壤调理剂。根据江苏农垦多年应用结果, 具有“五省三增”的效果, 即: 省工、省肥、省药、省地、省机械费用, 增加产量、增强抗病性、增加效益。

功效特点: 1. 改良育秧土壤结构, 提高土壤通透性和保水性能, 提高养分利用率。2. 有机、无机、微生物肥三元配比科学, 营养全面, 苗期无需追肥。3. 根际形成的优势菌种能抑制和减少病原菌的产生, 减轻病虫害的发生, 增强植物抗性。4. 采用天然可降解有机物等经多重生化处理制成, 属绿色环保型产品, 符合绿色无公害农业的要求。5. 节本增效, 每盘育苗成本仅需 0.2 元。

我公司还生产国环有机认证产品“华丰有机液肥”, 并为有机基地提供种植方案, 现诚征各地经销代理商。

地址: 江苏省淮安市楚州区白马湖农场 邮编: 223216

电话: 0517-85751101、85751488 传真: 0517-85751488

联系人: 陈忠良 手机: 18952315919 网址: <http://www.jsdh.com> E-mail: dahua@jsdh.com