

TM 对镉污染土壤中菜心生长、品质及土壤理化性质的影响

庞强强, 陈 旺, 陈日远, 刘厚诚, 宋世威, 苏 蔚, 孙光闻

(华南农业大学 园艺学院, 广东 广州 510642)

摘要:为提高蔬菜品质,控制蔬菜镉污染,以菜心为试验材料,采用盆栽方法,研究了 TM 对镉污染土壤中菜心生长、品质及对土壤理化性质的影响。结果表明:施用 TM 后镉污染土壤中菜心鲜重与 CK 相比显著提高了 27.33%,地上部镉含量降低了 9.57%,硝酸盐含量显著降低了 48.08%,VC 含量显著增加 31.92%;TM 处理后土壤全镉含量与 CK 相比降低了 0.65%,土壤 pH、全氮含量显著增加,全磷和碱解氮含量显著降低,全钾、有效磷和速效钾含量没有显著变化。

关键词:TM; 菜心; 镉; 生长; 品质; 土壤; 理化性质

中图分类号:X131 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)02-0105-03 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.02.0105

重金属污染是土壤污染的主要类型之一^[1],由于工业采矿和污水、生活垃圾的排放,致使我国农业土壤受镉污染日趋严重^[2-3]。据报道,我国受镉、砷、铬、铅等重金属污染的耕地面积近 2 000 万 hm^2 ,约占耕地面积的 1/5,尤其以镉污染最为严重^[4-5]。镉在环境中具有化学活性强、移动性大、生物毒性强且持久的特性,易被植物吸收,能在植物体内残留,对植物产生毒害,并通过食物链的富集危及人类健康^[6-7]。已有不少遏制重金属镉毒害植物的行之有效的办法,施用蚕沙^[8]、石灰^[9]和钙镁磷肥^[10]等改良剂是常用方法之一。TM 为纯植物提取,具有促进土壤有益微生物的活跃度,提高土壤养分利用率,同时还能疏松土壤,提高土壤健康状况等特性,使作物减少对化学物质的依赖,从而提高植物对营养的吸收率。本试验试图通过在镉污染土壤中添加和叶面喷施 TM,探讨该处理剂对镉污染土壤的改良效果,并研究其对镉污染土壤中菜心生长及品质的影响,为蔬菜镉污染治理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于 2013 年 9-11 月在华南农业大学园艺

学院试验基地内进行。供试菜心品种为油绿 501。供试土壤含镉量为 $1.8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,基本理化性状为 pH5.6、全氮含量为 $2.55 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、全磷含量为 $1.3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、全钾含量为 $13.3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、有机质含量为 $81.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、碱解氮含量为 $218.4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、有效磷含量为 $59.4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、速效钾 $110.4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $\text{EC}0.52 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ 。

试验所用改良剂为 TM Agricultural(由深圳柏施泰环境科技有限公司提供,中文名田美乐,文中简称为 TM)

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验设 CK(对照)和 T1 两个处理。T1 处理在装盆前对镉污染土壤用 TM200 倍液喷施,直至土壤呈湿润状态,对照喷施等量的水,均放置 7 d。

7 d 后,装盆,每盆装土量为 3 kg,选取生长一致的健壮菜心幼苗移至花盆($14 \text{ cm} \times 19 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$)中,每盆 3 株,每个处理 11 盆。在移苗 10 d 后开始第一次喷施,7 d 后第 2 次喷施 TM,采用叶面喷施,以叶面充分淋湿为准,所用浓度为 200 倍液,对照喷等量的清水。于第 2 次喷施 7 d 后采样。

1.2.2 测定项目与方法 单株鲜重用天平称量;在 105°C 下杀青 15 min, 80°C 烘干至恒重,用万分之一分析天平称取干重。植株硝酸盐、VC 含量采用李合生^[11]等的方法测定;植株干样全 Cd 含量采用 $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ 消煮,待测液镉含量用火

收稿日期:2014-10-05

基金项目:现代农业产业技术体系专项基金资助项目(CARS-25-C-04)

第一作者简介:庞强强(1987-),男,在读硕士,从事蔬菜栽培生理研究。E-mail:1300963749@qq.com。

通讯作者:孙光闻(1968-),女,博士,副教授,从事蔬菜栽培生理方面研究。E-mail:sungw1968@scau.edu.cn。

焰原子吸收分光光度法测定,土壤全镉含量采用原子吸收法测定;土壤全氮、全钾、全磷、碱解氮、有效磷、速效钾和有机质含量采用文献[12]的方法测定;pH 采用 pH 计测定。

1.2.3 数据分析 试验所得数据结果采用 Sigma Plot 11.0 软件进行统计分析,作图采用 Microsoft Excel 2003 软件。

2 结果与分析

2.1 TM 对镉污染土壤中菜心生长的影响

由图 1 可知,在镉污染条件下,CK 处理的单株鲜重和干重分别为 43.06 和 2.48 g,T1 处理的单株鲜重和干重分别为 59.26 和 2.55 g。T1 处理的菜心单株鲜重比 CK 显著提高27.33%,而单株干重之间差异不显著。

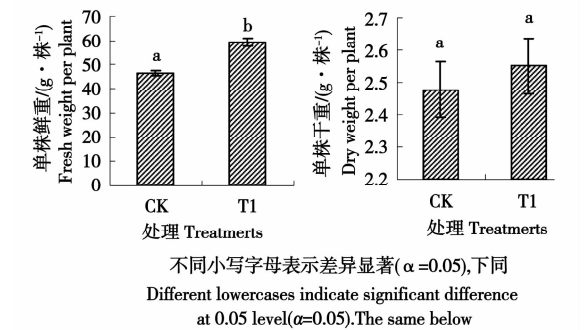


图 1 TM 对镉污染土壤中菜心生长的影响
Fig.1 Effect of TM on growth of flowering chinese cabbage

2.2 TM 对镉污染土壤中菜心叶片硝酸盐和 VC 含量的影响

由图 2 可知,菜心叶片中硝酸盐含量 T1 处理(249.43 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)比 CK(480.41 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)中硝酸盐含量降低了 48.08%,差异显著;菜心叶片中 VC 含量 T1 (11.82 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)与 CK(8.96 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)相比显著提高了 31.92%。结果表明,添加外源 TM 对于提高镉污染土壤中菜心品质有促进作用。

2.3 TM 对镉污染菜心地上部、根部和土壤全镉含量的影响

由表 1 可知,与 CK 相比,T1 处理显著降低菜心地上部全镉含量,降低了 9.57%;T1 处理的根部全镉含量显著高于 CK,提高了 10.11%;镉主要积累在菜心的根部。土壤中全镉含量降低了 0.65%,但在 CK 和 T1 之间没有显著性差异。

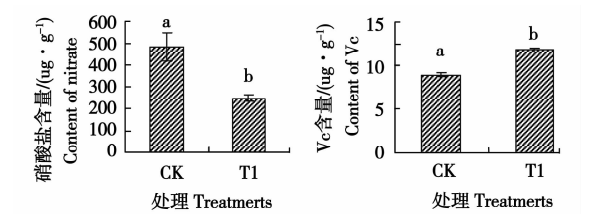


图 2 TM 对镉污染土壤中菜心叶片硝酸盐和 VC 含量的影响
Fig.2 Effect of TM on the content of nitrate and VC of flowering chinese cabbage

表 1 TM 对镉污染菜心地上部、根部和土壤全镉含量的影响

Table 1 Effect of TM on the total cadmium content of shoot,root and Soil			
处理	地上部全镉含量/ ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{DW}$)	根部全镉含量/ ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\text{DW}$)	土壤全镉含量/ ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)
Treatments	Total cadmium content of shoot	Total cadmium content of root	Total cadmium content of soil
CK	2.82±0.02 a	4.75±0.02 b	1.55±0.04 a
T1	2.55±0.03 b	5.23±0.07 a	1.54±0.01 a

2.4 TM 对镉污染土壤全氮、全磷和全钾含量的影响

由表 2 可知,与 CK 相比,T1 处理土壤中全氮含量,增加了 3.95%;全磷含量则显著降低,降低了 11.59%;全钾含量降低了 4.53%,但在 CK 和 T1 之间没有显著性差异。

表 2 TM 对镉污染土壤全氮、全磷和全钾含量的影响

Table 2 Effect of TM on content of total nitrogen,total phosphorus and total potassium			
处理	全氮含量/ ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	全磷含量/ ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	全钾含量/ ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)
Treatments	Content of total nitrogen	Content of total phosphorus	Content of total potassium
CK	2.28±0.005 b	1.38±0.005 a	12.15±0.20 a
T1	2.37±0.007 a	1.22±0.012 b	11.60±0.07 a

2.5 TM 对镉污染土壤碱解氮、有效磷、速效钾和有机质含量及 pH 的影响

由表 3 可知,添加 TM 显著提高了土壤的 pH;与 CK 相比,T1 处理的碱解氮含量显著降低了 5.35%,但 TM 对土壤中有机质含量、有效磷和速效钾含量的影响并不显著。

表 3 TM 对镉污染土壤碱解氮、有效磷、速效钾和有机质含量及 pH 的影响

Table 3 Effect of TM on content of nitrogen,available phosphorus,available potassium, organic matter and pH of soil

处理 Treatments	碱解氮含量/(mg·kg ⁻¹) Alkali-hydro nitrogen content	有效磷含量/(mg·kg ⁻¹) Available phosphorus content	速效钾含量/(mg·kg ⁻¹) Available potassium content	有机质含量/(g·kg ⁻¹) Organic matter content	pH
CK	138.00±1.51 a	44.99±0.40 a	30.80±0.58 a	65.81±0.09 a	6.49±0.006 b
T1	130.62±0.35 b	45.81±0.19 a	32.00±0.77 a	66.45±0.05 a	6.54±0.006 a

3 结论与讨论

蔬菜受到重金属污染,不仅表现出外在的危害症状,而且还会进一步影响到蔬菜的产量和品质,如硝酸盐和 VC 含量的高低^[13]。本试验结果表明,与对照相比,在镉污染土壤中添加和叶面喷施 TM 相结合,能显著增加菜心鲜重,而且显著降低菜心叶片中硝酸盐含量,并可显著提高 VC 含量。说明 TM 的施用使得菜心生长状况得到改善,生物量增加,同时蔬菜品质也得到显著改善。

使用改良剂被认为是降低植物吸收重金属的有效途径之一^[14-15]。本试验中,在镉污染土壤中添加和叶面喷施 TM 后,显著抑制了菜心地上部对镉的吸收,菜心地上部镉含量降低了 9.57%,于此相反,菜心根中镉含量则显著增加了 10.11%。一般认为提高土壤 pH,可以降低土壤重金属溶解度,减低重金属的交换态和水溶态,从而降低其有效性^[16]。本试验中,施用 TM 后,土壤中镉含量降低,土壤的 pH 升高。说明 TM 可能是通过影响土壤的 pH 而改变了土壤中镉的形态,使土壤中镉的有效性下降。本试验中镉主要积累在菜心根部,而转移到地上部镉的含量则相对较少,这与前人在小麦^[17]和向日葵^[18]上的研究结果类似。因此,蔬菜实际生产过程中,可采用 TM 来降低镉污染土壤中菜心地上部镉的积累。

在重金属污染土壤中,重金属与养分元素之间产生拮抗作用,抑制作物对养分的吸收,土壤中重金属浓度越高,其有效养分含量就越低^[19]。土壤酸碱性也是影响土壤养分有效性的重要因素之一。土壤中某些养分的有效性会随 pH 发生变化,大多数养分在土壤 pH6.5~7.0 时有效性最高或接近最高^[20]。本试验表明,与对照相比,施用 TM 后,土壤 pH、全氮、有效磷、速效钾和有机质含量提高。其原因可能是 TM 处理后使镉污染土壤中 pH 提高,改变了土壤中镉的形态,使得土壤镉有效性下降,重金属与养分元素之间的拮抗作用降低,导致土壤某些养分的有效性提高,从而达到了改善植物的生长状况的目的。

综上所述,施用 TM 对镉污染土壤中菜心的增产效果较为明显,并对改善品质和降低菜心地上部镉积累具有促进作用,TM 处理可提高镉污染土壤 pH,同时增强土壤中某些养分的有效性,改善镉污染土壤中菜心的生长状况。

参考文献:

[1] 杨海征,胡红青,黄巧云,等.堆肥对重金属污染土壤 Cu、Cd 形态变化的影响[J].环境科学学报,2009,29(9):1842-1848.

[2] 陈义群,董元华.土壤改良剂的研究与应用进展[J].生态环境,2008,17(3):1282-1289.

[3] 陈同斌.重金属对土壤的污染[J].金属世界,1999(3):10-11.

[4] 杨金凤,玉山,郭小燕,等.土壤外源镉、铅污染对油菜生长的影响研究[J].陕西农业科学,2005(3):25-28.

[5] 顾继光,周启星,王新.土壤重金属污染的治理途径及其研究进展[J].应用基础与工程科学学报,2003,11(2):143-151.

[6] 夏汉平.土壤-植物系统中的镉研究进展[J].应用与环境生物学报,1997,3(3):289-298.

[7] 陈怀满.土壤圈物质循环系列专著:土壤-植物系统中的重金属污染[M].北京:科学出版社,1996.

[8] 黎秋君,黎大荣,王英辉,等.3种有机物料对土壤理化性质和重金属有效态的影响[J].土壤学报,2013,27(6):182-185.

[9] 杜志敏,周静,郝建设,等.4种改良剂对土壤-黑麦草系统中镉行为的影响[J].生态环境学报,2010,19(11):2728-2732.

[10] 肖振林,李延.几种改良剂对蔬菜镉吸收的影响[J].闽西职业大学学报,2003(4):64-66.

[11] 李合生,孙群,赵世杰.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000.

[12] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业大学出版社,2000.

[13] 李廷亮,谢英荷,刘子娇.Cd、Cr、Pb对几种叶类蔬菜生长状况及品质的影响[J].山西农业科学,2008,36(4):20-22.

[14] 杜彩艳,祖艳群,李艳.施用石灰对大白菜中Cd、Pb、Zn含量的影响[J].云南农业大学学报,2005,20(6):810-812;818.

[15] 丁凌云,蓝崇钰,林建平,等.不同改良剂对重金属污染农田水稻产量和重金属吸收的影响[J].生态环境,2006,15(6):1204-1208.

[16] 陈晓婷,王果,张潮海,等.石灰泥炭对镉铅锌污染土壤上小白菜生长和元素吸收的影响[J].土壤与环境,2001,11(1):17-21.

(下转第 131 页)

[14] 中华人民共和国海关总署. 中国海关统计年鉴[R]. 北京: 中国海关杂志社, 2013.

[15] Deng J L. Control problems of grey systems[J]. Systems and Control Letters, 1982, 5: 288-294.

[16] Deng J L. Introduction to grey system theory[J]. The Journal of Grey System, 1989(1): 1-24.

[17] Li G, Wang T. A new model for information fusion based on grey theory[J]. Journal of Information Technology, 2011, 10: 189-194.

[18] 王可, 毛志伋. 基于 Matlab 实现最小二乘数曲线拟合[J]. 北京广播学院学报: 自然科学版, 2012, 12(2): 52-56.

[19] Lewis C D. Industrial and business forecasting methods: a practical guide to exponentials smoothing and curve fitting[J]. Butterworth Scientific London, UK, 1982, 33(2): 85-92.

Prediction of Log Import Data in China Using GM(1,1) and LSM Models

WANG Bin¹, YANG Shu², WANG Ye¹, LI Meng-jie², MENG Mei-li²

(1. Modern Educational Technology Center, Xinjiang Agriculture University, Urumqi, Xinjiang 830052; 2. College of Computer and Information Engineering, Xinjiang Agriculture University, Urumqi, Xinjiang 830052)

Abstract: Through the existing data, the grey model GM (1,1) prediction model and minimum two-way method of polynomial fitting empirical formulas, domestic timber import data of 1993-2013 years was predicted, through the predicted and actual values were compared, two kinds of forecasting model were analyzed. The results showed that based on the GM (1,1) model prediction in RMSE, MAE and MAPE were better than the prediction method based on least squares fitting. The use of GM(1,1) model to forecast in 2014 and 2015 domestic log import volume was 41.705 8 million and 43.589 9 million cubic meter respectively.

Keywords: log import data; gray model; least squares method; forecasting model

(上接第 107 页)

[17] Guoping Z, Motohiro F, Hitoshi S. Genotypic differences in effects of cadmium on growth and nutrient composition in wheat[J]. Journal of Plant Nutrition, 2000, 9: 1337-1350.

[18] Laszlo S. Cadmium accumulation and distribution in sunflower plant[J]. Journal of Plant Nutrition, 1998, 21(2): 341-352.

[19] 邹晓霞, 陈红, 陈磊, 等. 秸秆和猪粪施用对樱桃萝卜的效果比较及对土壤性状的影响[J]. 中国农学通报, 2009, 25(5): 165-172.

[20] 敖俊华, 黄振瑞, 江永, 等. 石灰施用对酸性土壤养分状况和甘蔗生长的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(15): 266-269.

Effect of TM on Growth, Quality of Flowering Chinese Cabbage and Physicochemical Properties of Soil Contaminated with Cadmium

PANG Qiang-qiang, CHEN Wang, CHEN Ri-yuan, LIU Hou-cheng, SONG Shi-wei, SU Wei, SUN Guang-wen

(College of Horticulture, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642)

Abstract: In order to improve vegetable quality and control cadmium pollution of vegetables, effect of TM on growth and quality of flowering chinese cabbage and physicochemical properties of soil contaminated with cadmium were studied. The results showed that compared with CK, after application of TM, the fresh weight of flowering chinese cabbage increased by 27.33% dramatically, the total cadmium content of shoot decreased by 9.57%, the content of nitrate decreased significantly by 48.08%, the content of VC increased significantly by 31.92%. Compared with CK, TM treatment could decrease the content of total cadmium by 0.65%, the pH, total nitrogen contents of soil increased significantly, total phosphorus and alkali-hydro nitrogen contents decreased markedly, contents of total potassium, available phosphorus and available potassium had no notably change.

Keywords: TM; flowering chinese cabbage; cadmium; growth; quality; soil; physicochemical properties