

海泡石及钙镁磷肥对烟草主要农艺性状及吸收镉的影响

曾维爱¹, 曾敏², 李宏光¹, 周航², 文武², 雷鸣²

(1.中国烟草中南农业试验站, 湖南 郴州 423000; 2.中南林业科技大学 林学院, 湖南 长沙 410004)

摘 要: 采用田间小区试验, 研究海泡石和钙镁磷肥在 400、800 g/m² 处理水平下对烟田土壤有效态 Cd 含量、土壤 pH 值、烟草 Cd 含量及主要农艺性状的影响。结果表明, 在本试验条件下, 海泡石和钙镁磷肥均能有效降低烟田土壤中有有效态 Cd 含量, 减少土壤 Cd 向烟草各组织的迁移转运, 2 种材料的效果差异不显著; 施用海泡石和钙镁磷肥均能小幅度提高土壤 pH 值, 但不能过量施用; 400 g/m² 钙镁磷肥处理能提高烟叶鲜重, 800 g/m² 钙镁磷肥和海泡石处理对烟叶鲜重、株高、有效叶数均无显著影响。

关 键 词: 烟草; 海泡石; 钙镁磷肥; 镉; 农艺性状

中图分类号: X131.3; X171.5 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2012)04-0435-03

Effects of sepiolite and calcium magnesium phosphate fertilizer on agronomic character and cadmium uptake of tobacco

ZENG Wei-ai¹, ZENG Min², LI Hong-guang¹, ZHOU Hang², WEN Wu², LEI Ming²

(1.South-central Agricultural Experiment Station, China Tobacco Corporation, Chenzhou, Hunan 423000, China; 2.College of Forestry, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China)

Abstract: A field experiment was conducted to study the effect of sepiolite and calcium magnesium phosphate fertilizer at application levels of 400 and 800 g/m² on available Cd content in tobacco planting soil, soil pH value, Cd contents in tobacco and agronomic characters of tobacco. Both sepiolite and calcium magnesium phosphate proved to reduce available Cd content in soil and Cd uptake by tobacco, and the reduction effects was improved with increasing application levels of the 2 materials. However, there was no significant difference in reduction effect between sepiolite and calcium magnesium phosphate fertilizer. At the same time, the 2 materials resulted in increasing soil pH value. Decrease in available Cd in soil and in Cd uptake by tobacco could be partially attributed to the increase in soil pH value, but the 2 materials could not be applied excessively because an appropriate soil pH value was necessary for the growth of tobacco. At the application level of 400 g/m², calcium magnesium phosphate fertilizer increased fresh weight of tobacco leaf. In application level of 800 g/m², sepiolite and calcium magnesium phosphate fertilizer showed no significant effect on fresh weight, plant height and effective leaf number of tobacco.

Key words: tobacco; sepiolite; calcium magnesium phosphate; cadmium; agronomic character

镉(Cd)是环境中移动性和生物毒性较强的重金属元素^[1]。污水灌溉、污泥农用、含 Cd 肥料的施用、采矿、冶炼、电镀等活动都可能造成土壤的 Cd 污染^[2-3]。土壤中的 Cd 会向作物转移, 通过食物链威胁人体健康^[4]。有研究^[1,5]表明, 烟草是一种对土壤 Cd 有着较强累积能力的作物。卷烟中约 70%的 Cd 会随烟雾进入空气中, 对主动和被动吸烟者构成

健康危害^[6]。目前, 相关的研究主要集中于烟草对 Cd 的抗性与吸收转移特性, 关于如何调控烟草对 Cd 的吸收累积报道较少。笔者通过 Cd 污染烟区的田间试验, 研究海泡石和钙镁磷肥对烟草吸收 Cd 的调控作用, 以期降低烟叶中 Cd 的健康风险, 提高烟叶的安全性和品质提供参考依据。

收稿日期: 2012-03-21

基金项目: 湖南省科学技术厅科研基金项目(2010SK3234); 郴州市烟草公司科研基金项目(CZYC2009002); 环保公益性行业科研专项(201009047)

作者简介: 曾维爱(1974—), 男, 湖南邵阳人, 博士, 主要从事烟草生理生化研究, zwa10537@163.com

1 材料与方法

1.1 材料

海泡石(含 SiO_2 25.9%、 Al_2O_3 14.2%、 Fe_2O_3 3.5%、 MgO 4.4%、 CaO 1.6%)为湖南省宁乡县出产,过孔径 0.180 mm 筛。钙镁磷肥(含 MgO 18.4%、 CaO 35.8%、 P 42.8%)购自湖南省农业科学研究院。烟草品种选用云烟 87。

1.2 试验设计

田间试验在湖南郴州桂阳县仁义镇梧桐村进行。该地因灌溉水的原因受到了 Cd 污染。土壤为石灰性土壤发育的水稻土,有机质、全 N、全 P、全 K 含量分别为 2.91、0.92、0.39、13.8 g/kg,总 Cd、有效态 Cd 含量分别为 19.88、1.95 g/kg, pH 为 7.85。试验设 5 个处理:T1,不施调控剂(对照);T2,施海泡石 400 g/m²;T3,施海泡石 800 g/m²;T4,施钙镁磷肥 400 g/m²;T5,施钙镁磷肥 800 g/m²。小区面积为 60 m²。3 次重复,随机区组排列。海泡石与钙镁磷肥均于烟田起垄前均匀施入。烟草育苗后挑选长势一致的烟苗,每小区移栽 100 株。烟草生长过程中按当地习惯进行田间管理。烟叶打顶后,各处理随机选取 5 株挂牌,用卷尺测定平均株高、有效叶片数、最大叶长和叶宽,并分批采摘下部烟叶、中部烟叶、上部烟叶,称量其鲜重。烟叶采摘完后采集烟茎和根系,并同时采集烟株根部土壤。烟叶植株用自来水和去离子水洗净、晾干,经 105 ℃杀青,于 70 ℃烘干至恒重,过 0.149 mm 筛后备用。土壤样品采回后风干,剔除杂物,碾碎过 0.149 mm 筛,备用。

1.3 测定项目与方法

植株样品 Cd 含量采用 $\text{HNO}_3\text{--HClO}_4$ 消煮法测定,土壤有效态 Cd 含量采用 0.1 mol/L 的 HCl 提取法测定^[7];土壤 pH 值采用 pH 计(Delta320, Mettler-Toledo, Switzerland, 水土比为 2.5 : 1)测定。

1.4 数据处理

采用 Excel 2003 进行数据统计;采用 SPSS 16.0 进行单因素方差分析和多重比较(LSR 法)。

2 结果与分析

2.1 不同处理对烟草农艺性状的影响

由表 1 可知,施用海泡石能略微提高烟叶单叶鲜重、有效叶数,其中以 800 g/m² 处理的效果较好。

钙镁磷肥也能提高烟叶单叶鲜重、有效叶数,但 800 g/m² 的处理效果比 400 g/m² 的差,甚至对上部烟叶鲜重和株高有抑制作用。不同处理的上、下部烟叶单叶鲜重、株高、有效叶数均无显著差异,T4 中部烟叶的单叶鲜重显著高于 T1、T2。在本试验条件下,施用海泡石和钙镁磷肥未对烟草的生长产生明显促进或抑制作用。

表 1 不同处理烟草的主要农艺性状

Table 1 Main agronomic characters of tobacco plants with different treatments

处 理	单叶鲜重/g			株高/cm	有效叶数 /片
	上部烟叶	中部烟叶	下部烟叶		
T1	82.7±3.7	(66.9±5.9)b	48.7±0.9	77.3±1.8	16.8±0.9
T2	86.5±7.6	(65.9±4.4)b	49.2±2.7	73.5±5.5	17.1±1.9
T3	88.6±19.3	(71.9±4.8)ab	49.7±1.2	78.7±4.3	17.0±1.0
T4	90.1±5.2	(77.6±3.4)a	52.1±1.2	75.1±2.7	17.1±0.9
T5	82.3±9.8	(69.7±0.7)ab	49.1±2.6	72.3±1.6	16.8±0.9

2.2 不同处理对烟田土壤有效态 Cd 含量及 pH 值的影响

土壤有效态 Cd 含量与多种作物的生长以及 Cd 吸收有较高的相关性^[8],其含量的高低能够表示土壤受污染的程度,含量的变化也常常用来评价污染修复的效果。由表 2 可知,施用海泡石和钙镁磷肥均能降低土壤有效态 Cd 含量。与 T1 相比,T2、T3 分别使土壤有效态 Cd 含量降低 8.89%、35.21%,T4、T5 分别降低 12.99%、39.57%。T3、T5 处理土壤的有效态 Cd 含量与对照差异显著,而相同施用量(T2 和 T4,T3 和 T5)的海泡石和钙镁磷肥降低有效态 Cd 含量的差异不显著。

表 2 不同处理烟田土壤的有效态 Cd 含量及 pH 值

Table 2 pH of tobacco planting soil with different treatments

处理	有效态 Cd 含量/(mg·kg ⁻¹)	pH 值
T1	(1.95±0.12)a	(7.85±0.02)c
T2	(1.78±0.19)a	(7.95±0.04)ab
T3	(1.26±0.10)b	(7.99±0.04)a
T4	(1.70±0.12)a	(7.90±0.05)bc
T5	(1.18±0.12)a	(7.96±0.04)ab

由表 2 可知,施用海泡石和钙镁磷肥的烟田土壤 pH 值均有小幅度提高。与 T1 相比,T2、T3 处理土壤的 pH 值差异显著,而钙镁磷肥只在 T5 处理下土壤 pH 值差异显著。由此可知,海泡石提高土壤 pH 值的作用大于钙镁磷肥。海泡石和钙镁磷肥的施用提高了土壤的 pH 值,增强了土壤对 Cd 的吸附,导致土壤有效态 Cd 降低,有利于调控烟草对 Cd 的吸收。

2.3 不同处理对烟草累积 Cd 的影响

由表 3 可知,烟草不同部位的 Cd 含量以烟叶最高,茎其次,根系最低,可见烟叶对 Cd 的富集能力较强。在本试验条件下,烟草对土壤 Cd 有明显的富集效应。施用海泡石和钙镁磷肥均能一定程度上降低烟草各部位的 Cd 含量,与 T1 相比,T2 烟草上部烟叶、中部烟叶、下部烟叶、茎、根系中的 Cd 含量分别降低了 14.34%、10.36%、6.57%、13.20%、12.27%,T3 分别降低了 24.8%、24.0%、20.8%、23.7%、23.1%,T4 分别降低了 13.63%、16.35%、7.85%、7.73%、7.47%,T5 分别降低了

30.28%、28.07%、26.70%、22.32%、25.07%。与 T1 相比,T2、T4 上部烟叶、中部烟叶、下部烟叶、茎、根的 Cd 含量差异不显著,T5 Cd 含量差异显著,T3 Cd 含量差异显著(中部烟叶除外),相同施用量的海泡石和钙镁磷肥之间差异不显著。海泡石和钙镁磷肥能够减少 Cd 向烟草各部分转移的原因可能是其能够降低土壤中有效态 Cd 含量,降低土壤 Cd 的生物有效性。钙镁磷肥还能够给土壤提供更多的可交换态 Ca,Ca 和 Cd 的原子半径十分接近(Ca 为 0.099 nm,Cd 为 0.097 nm)^[8],能通过与 Cd 的竞争吸收而减少 Cd 向作物转移^[9]。

表 3 不同处理烟草各部位的 Cd 含量

处理	Cd 含量/(mg·kg ⁻¹)				
	上部烟叶	中部烟叶	下部烟叶	茎	根系
T1	(22.52±4.60)a	(24.90±3.42)a	(27.38±2.04)a	(9.32±0.36)a	(7.50±1.32)a
T2	(19.29±1.40)ab	(22.32±1.62)ab	(25.58±1.92)ab	(8.09±0.86)ab	(6.58±0.83)ab
T3	(16.93±2.04)b	(18.93±2.45)ab	(21.61±2.43)bc	(7.11±0.63)b	(5.77±0.42)b
T4	(19.45±3.27)ab	(20.83±1.45)ab	(25.23±3.87)ab	(8.60±0.69)a	(6.94±0.77)ab
T5	(15.70±1.66)b	(17.91±2.00)b	(20.07±2.54)c	(7.24±0.74)b	(5.62±0.69)b

3 小结与讨论

在本试验条件下海泡石和钙镁磷肥均能有效降低烟田土壤中有有效态 Cd 含量,减少土壤 Cd 向烟草各组织的迁移转运,2 种材料的效果差异不显著;海泡石降低土壤中有有效态 Cd 含量可能是由于海泡石能以表面络合和离子交换的形式吸附 Cd,降低其迁移能力^[10],钙镁磷肥降低土壤中有有效态 Cd 含量可能是由于肥料中的磷与 Cd 反应生成沉淀而导致 Cd 含量降低^[11]。海泡石和钙镁磷肥均能小幅度提高土壤的 pH,土壤 pH 的提高导致土壤有效态 Cd 降低,有助于调控烟草对 Cd 的吸收。一般认为,烟田土壤 pH 值不宜太高,最合适的范围为 5.5~6.5,因此,海泡石和钙镁磷肥的过量施用可能会对烟叶生长产生不利影响。较低量(400 g/m²)钙镁磷肥处理能略微提高中部烟叶的鲜重,但较高量(800 g/m²)钙镁磷肥和 2 个水平的海泡石处理对烟叶鲜重、株高、有效叶数均无显著影响。

参考文献:

[1] 赵秀兰,李彦娥.烟草积累与忍耐镉的品种差异[J].西南大学学报:自然科学版,2007,29(3):110-114.

[2] 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.

[3] 唐贞,杨仁斌,雷鸣,等.湘潭某工业园周边稻田土壤及稻米镉污染的风险评价[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2012,38(1):92-95.

[4] 黄秋婵,韦友欢,黎晓峰.镉对人体健康的危害效应及其机理研究进展[J].安徽农业科学,2007,35(9):2528-2531.

[5] 吴玉萍,杨虹琦,徐照丽,等.重金属镉在烤烟中的累积分配[J].中国烟草科学,2008,29(5):37-39.

[6] 胡钟胜,章钢娅,王广志,等.改良剂对烟草吸收土壤中镉铅影响的研究[J].土壤学报,2006,43(2):233-239.

[7] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科学技术出版社,1999:12-14,147-149.

[8] 陈怀满.土壤-植物系统中的重金属污染[M].北京:科学出版社,1996:84-85.

[9] 曾敏,廖柏寒,曾清如,等.土壤-植物系统中模拟酸雨与 Cd 复合污染的短期环境效应——黄豆盆栽试验[J].环境科学学报,2005,25(12):1687-1692.

[10] 胡振琪.重金属污染土壤的黏土矿物与菌根稳定化修复技术[M].北京:地质出版社,2006:57-63.

[11] 周世伟,徐明岗.磷酸盐修复重金属污染土壤的研究进展[J].生态学报,2007,27(7):3343-3350.

责任编辑: 杨盛强