

硫磺对碱性植烟土壤烤烟生长及烟叶重金属含量的影响

姜超强¹, 沈嘉¹, 郭卢², 祖朝龙^{1*}

(1.安徽省农业科学院烟草研究所, 合肥 230031; 2.安徽省烟草公司亳州市公司, 安徽 亳州 236800)

摘要: 为寻求高效、安全的碱性植烟土壤改良技术, 采用田间试验研究了不同硫磺用量 (0.1、0.2、0.3 kg/m²) 对碱性土壤 pH、烟株生长和烟叶重金属含量的影响。结果表明, 碱性土壤施用 0.1~0.3 kg/m² 的硫磺能够显著降低烤烟根区土壤的 pH, 降幅达 0.3 个单位以上。施用硫磺能促进烟苗根系的早发快长。与对照相比, 中等用量硫磺 (0.2 kg/m²) 能够显著增加烟叶的产量; 低用量硫磺 (0.1 kg/m²) 能够显著增加上等烟比例。碱性植烟土壤施用硫磺 0.2~0.3 kg/m² 能显著降低烟叶 Pb 含量, 但对 As、Cd 和 Hg 含量没有显著影响。总之, 硫磺 0.2 kg/m² 是碱性植烟土壤改良、提高烟叶产量的有效技术措施, 而且能够减少烟叶对 Pb 的积累。

关键词: 硫磺; 烤烟; 重金属; 碱性土壤; 烟叶品质

中图分类号: S572.06

文章编号: 1007-5119 (2013) 05-0047-05

DOI: 10.3969/j.issn.1007-5119.2013.05.010

Effects of Sulfur on Growth of Flue-cured Tobacco and Heavy Metal Contents of Tobacco Leaves in Alkaline Soil

JIANG Chaoqiang¹, SHEN Jia¹, GUO Lu², ZU Chaolong^{1*}

(1. Tobacco Research Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei 230031, China;

2. Bozhou Tobacco Company of Anhui Province, Bozhou, Anhui 236800, China)

Abstract: In order to find out effective and safe soil improvement measure, a field experiment was carried out to study the effects of sulfur application on soil pH, the growth and heavy metal contents of flue-cured tobacco. Four sulfur rates (0.1, 0.2 and 0.3 kg/m²) were applied to alkaline soil in this experiment. The results showed that sulfur application (0.1 to 0.3 kg/m²) significantly decreased pH of root zone soil, with a range of 0.3 to 0.4. Sulfur promoted the early growth of tobacco seedling root in alkaline soil. Compared with the control, sulfur application at rate of 0.2 kg/m² significantly increased leaf yield, and 0.1 kg/m² increased leaf grade. Sulfur application at rate of 0.2 to 0.3 kg/m² significantly decreased leaf Pb content, but Sulfur application did not affected leaf As, Cd and contents. The results suggested that sulfur application of at rate of 0.2 kg/m² was an effective way to ameliorate soil acidity and increase yield of flue-cured tobacco in alkaline soil, and reduce Pb content in tobacco leaves.

Keywords: sulfur; flue-cured tobacco; heavy metal; alkaline soil; tobacco leaf quality

土壤 pH 是土壤的重要属性之一, 对土壤养分的有效化、土壤性状及作物的生长发育等均有明显的影响。烟草生长对土壤酸碱度的适应性较广, pH 5.5~7.8 均可生长。但是生产优质烤烟的最适土壤 pH 5.5~6.5^[1], 偏酸性的土壤有利于提高烟叶的质量和安全性^[2]。

近年来, 部分烟区因土地复种指数提高、无机肥料的不合理施用以及连作导致的土壤养分失衡、pH 变化、微生物种群结构趋劣等土壤质量问题逐

渐成为影响烟叶质量风格形成的主要问题之一^[3-4]。随着土壤质量问题的出现, 土壤酸碱性调节越来越受到重视^[5-6]。在偏碱性的土壤化学改良方面, 施用硫磺可以明显降低碱性土壤的 pH, 在一定范围内, 土壤 pH 随硫磺用量的增大而降低^[7-8]。施用适量硫, 可提高烟叶的产量、产值和经济性状, 有利于烟叶钾含量的提高。碱性土壤施用适量硫磺能增加油菜植株生物量, 但是高用量的硫处理在降低土壤 pH 的同时也会抑制油菜生长和发育^[8]。

基金项目: 特色优质烟叶开发重大专项低危害烟叶开发项目[110201101006 (ts-06)]; 安徽省生态安全烟叶研究与开发(配套项目)资助

作者简介: 姜超强, 博士, 主要从事植物逆境生理生态研究工作。E-mail: chaoqiang@yahoo.com.cn。*通信作者, E-mail: lcz2468@yahoo.com.cn

收稿日期: 2012-11-19

目前国内外对土壤施用硫磺的研究主要集中在两个方面：一是把硫磺作为硫肥，研究其肥效及对作物增产的效益^[9-10]，另一方面则是研究硫磺在土壤中的氧化、转化等^[11-13]。近年来，尽管关于硫磺对碱性土壤环境和作物生长的影响也有研究，但是有关硫磺对碱性土壤烟株生长和烟叶重金属吸收影响的研究甚少。

重金属不仅影响着烟草的正常生长发育，积累过多会抑制烟株的生长发育，降低烟叶的产量和质量，并且烟草的重金属安全性已经成为烟草质量评价的重要标准之一^[14]。植物从土壤中吸收重金属，主要取决于土壤中重金属的含量，但同时也受土壤的性质、水分条件、施肥的种类和数量以及耕作制度影响。有研究表明，土壤 pH 与烟叶 Ni、Cd、Pb、Cu、Zn、Mn 含量呈显著负相关^[15-16]。Adamu 等^[17]研究表明，土壤酸度是影响烟叶 Cd 和 Ni 的最主要因子，土壤 pH 与烟叶 Cd 和 Ni 含量高度负相关，提高碱性土壤 pH 可以降低烟叶中 Cd 和 Ni 的积累，但对 Cu 或 Pb 无影响^[18]。因此，通过调节土壤 pH，可能会改变土壤重金属活性及生物有效性，进而影响重金属从土壤向烟草的转移和吸收。

本研究采用硫磺作为土壤改良剂，研究硫磺改良碱性烟田土壤的效果及其对烤烟生长和烟叶重金属吸收的影响，旨在探讨改良碱性土壤的优良措施，为烟田土壤改良和优质安全烟叶的生产提供理论指导和实践依据，这将有损于烟田的高效利用和土壤资源的可持续发展。

1 材料与方法

1.1 供试材料

烤烟品种为中烟 100，由安徽烟草公司亳州市公司提供。供试硫磺精度 99.9%，细度 600 目。

1.2 试验地点及土壤性状

试验地位于安徽省亳州市主产烟区，试验田土壤为典型的潮土类型。土壤 pH 8.10，有机质 15.40 g/kg，碱解氮 62.52 mg/kg，有效磷 12.81 mg/kg，速效钾 259.60 mg/kg，全量 As 18.4 mg/kg，Cd 0.156

mg/kg，Pb 25.0 mg/kg，Hg 0.064 mg/kg。

1.3 试验设计及方法

采用单因素 4 水平随机区组设计，即 0 (CK)、0.1、0.2、0.3 kg/m² 硫磺，重复 3 次，共 12 个小区。小区面积 24.2 m² (11 m × 2.2 m)，株距为 0.5 m，行距为 1.1 m，每小区栽烟 40 株。硫磺作基肥施用并与土壤混匀；其他常规施肥参照亳州市烤烟生产技术方案要求进行，包括烟草专用肥 (氮:磷:钾为 8:8:21) 675 kg/hm²，磷肥 525 kg/hm²，饼肥 525 kg/hm²，硝酸钾 112.5 kg/hm²。按照亳州市烤烟技术方案要求进行移栽、田间管理，移栽时间为 4 月 19 日，进行适时采收、烘烤和称重测产。

1.4 测定项目及方法

起垄施肥前用多点采样法取耕层基础土样，风干过筛后测定土壤的基本理化性质。然后在烟叶采收期采集根系密集区 20 cm 土层土壤样品，混匀，风干保存，用于分析测定。土壤 pH 采用电位法 (水土比 2.5:1) 测定；有机质采用重铬酸钾容量法测定；碱解氮采用碱解扩散法测定；有效磷采用 0.5 mol/L NaHCO₃ 提取-钼锑抗比色法测定；速效钾采用中性 NH₄OAc 浸提-火焰分光光度计法测定^[19]。土壤重金属含量的测定参照“中国地质调查局地质调查技术标准 (DD2005—03)”的方法，采用原子荧光光谱仪进行测定。

在移栽后 30 d (烤烟团棵期) 选择代表性烟株 3 株，分根、茎、叶 3 个部位进行取样，用去离子水洗净，测定鲜重后 65 °C 烘干至恒重，记录干重。

烘烤后各处理烟叶严格按照我国的烟叶分级标准进行分级，计算上、中、下各等级烟比例以及产量^[20]。取正常采收烘烤后的烟叶在 65 °C 烘干至恒重，粉碎。烟叶重金属含量参照“国家标准 GB/T5009 系列 2003”的方法，采用等离子体质谱仪进行测定。

1.5 统计分析

试验数据采用 SPSS 19.0 等软件进行分析，并用 Duncan 新复极差法进行多重比较。

2 结果

2.1 土壤 pH

在烟叶采烤期, 与对照 CK 相比, 0.1、0.2、0.3 kg/m² 硫磺处理的土壤 pH 分别降低了 0.30、0.36 和 0.40, 差异达 5% 显著水准 (图 1)。因此, 碱性土壤施用硫磺能够显著降低土壤 pH。

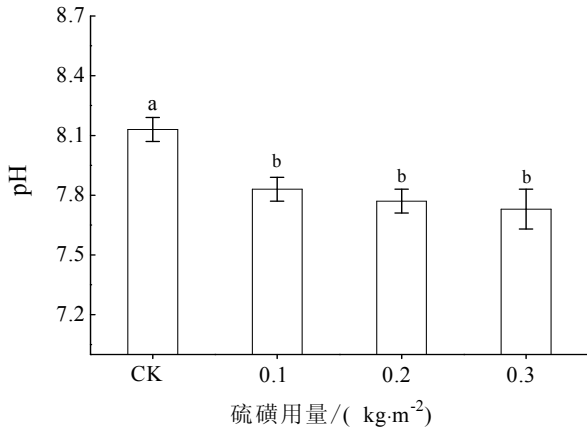


图 1 硫磺对根区土壤 pH 的影响

Fig. 1 Effects of sulfur on soil pH of root zone
注: 不同小写字母表示不同处理间差异达 5% 显著, 下同。

2.2 烟株早期植株干质量

与对照相比, 施用硫磺后烟株各部位干质量均有不同程度的增加 (表 1)。移栽后 30 d (烤烟团棵期) 各处理烤烟的干物质含量即表现出较大差异, 碱性土壤施用硫磺能够显著增加烤烟根、茎、叶的干质量, 0.1、0.2、0.3 kg/m² 硫磺处理植株总干质量分别比对照增加 23%、21%、14%。可见, 碱性土壤施用硫磺能够促进烟株的早发快长。

表 1 施用硫磺对团棵期烤烟植株干质量的影响
Table 1 Effect of sulfur application on flue-cured tobacco biomass in rosette stage

硫磺用量 / (kg·m ⁻²)	根 / (g·株 ⁻¹)	茎 / (g·株 ⁻¹)	叶 / (g·株 ⁻¹)	总质量 / (g·株 ⁻¹)
0.0 (CK)	3.60c	5.33c	15.40b	24.33c
0.1	4.82a	6.68a	18.40a	29.90ab
0.2	4.62ab	6.26ab	18.58a	29.46ab
0.3	4.17bc	5.83bc	17.82a	27.82b

2.3 烟叶产量和等级

与对照相比, 0.1、0.2、0.3 kg/m² 硫磺处理烟叶产量分别增加了 7%、21%、2%, 但只有 0.2 kg/m²

的处理与对照有 5% 显著差异 (图 2)。施用硫磺后, 上等烟比例均有不同程度的增加, 但只有 0.1 kg/m² 用量差异显著。

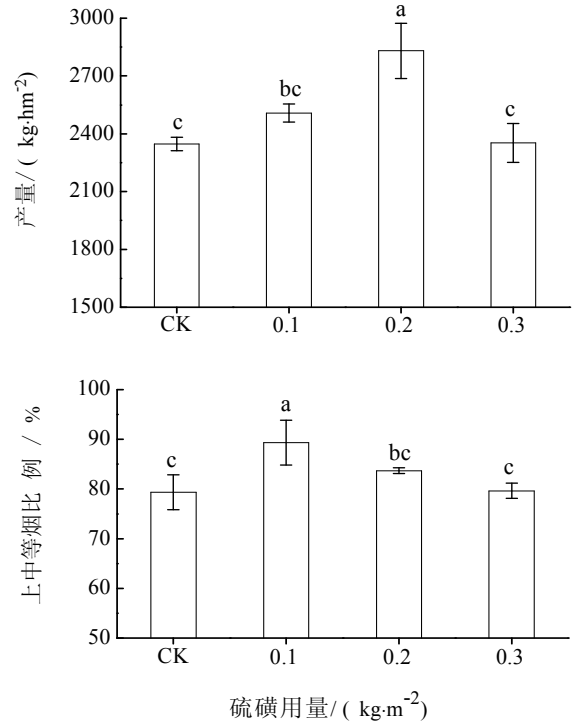


图 2 不同硫磺处理对烟叶产量和等级的影响

Fig. 2 Effect of sulfur application on yield and grade of tobacco leaves

2.4 烟叶重金属含量

从图 3 可以看出, 与对照相比, 施用硫磺后烟叶 As、Cd、Hg 的含量均略有变化, 但差异均未达到 5% 显著水平。施用 0.2 和 0.3 kg/m² 硫磺显著降低了烟叶 Pb 含量。

3 讨论

烟草对土壤的适应性很强, 在 pH 4.5 ~ 8.5 的范围内均能生长。但土壤 pH 过高, 将影响烟草对磷、铁、锰的吸收, 造成缺素, pH 过低时使土壤呈强酸性也不利于烟草的生长。一般认为, pH 5.0 ~ 7.0 是烟草适宜范围, pH 5.5 ~ 6.5 的土壤则是烟草生长的最适宜范围^[1]。本研究施用硫磺可以显著降低土壤 pH, 从 8.13 降低到 7.73, 最大降幅达到 0.4 个单位。

碱性植烟土壤施用硫磺能明显促进烟苗的生根早发, 增加团棵期烟株干物质的积累。本研究表

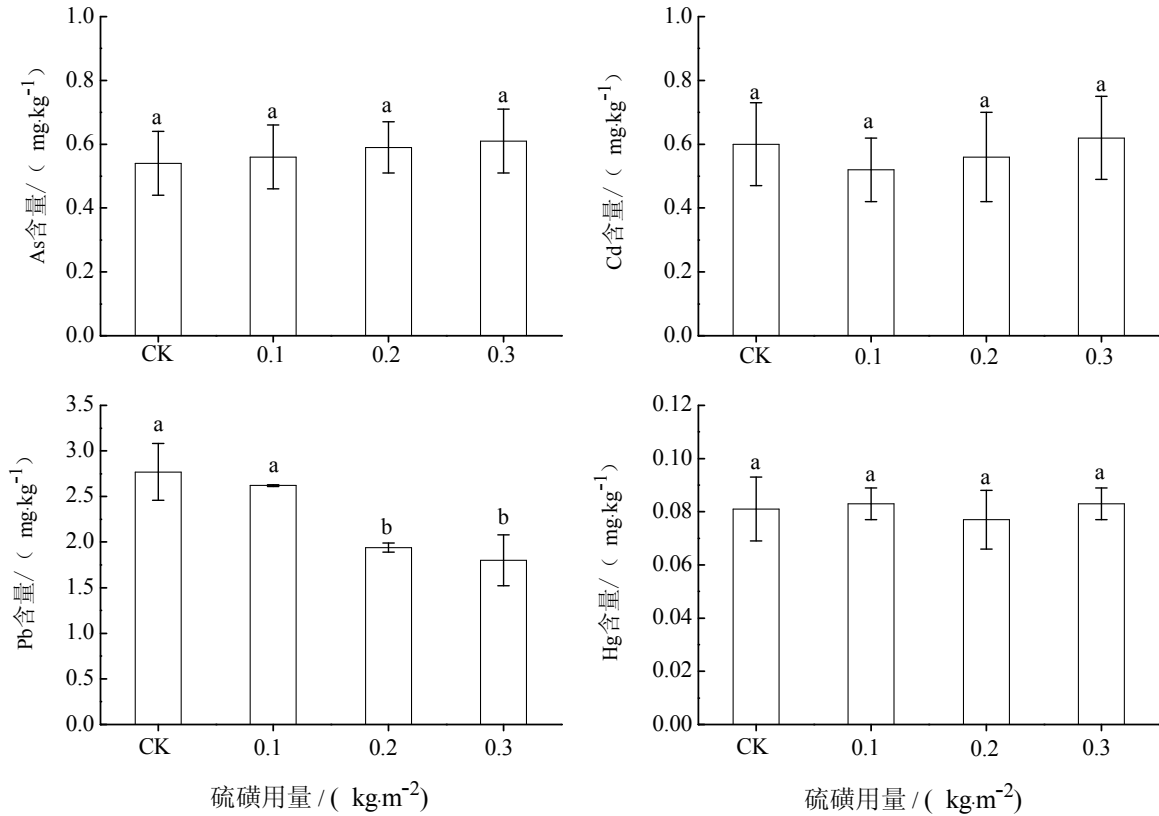


图3 不同硫磺用量对烟叶重金属含量的影响

Fig. 3 Effect of sulfur application on heavy metal contents in flue-cured tobacco leaves

明,施用硫磺降低根区土壤 pH,改善碱性土壤对烟苗生长的抑制作用,促进根系的生长,移栽 30 d 时,施硫处理的根系干质量均高于对照,促进了烟苗根系的早发快长。不同的剂量的硫磺对烤烟生长的影响效果差异较大。其中,高用量(0.3 kg/m²)处理效果较弱,可能是过量施用硫磺引起土壤中 SO₄²⁻浓度过高,从而抑制植物根系对 NO₃⁻、H₂BO₃和 HMoO₄的吸收^[21]。这一结论与吴曦等^[22]发现盐碱土改良硫磺用量过高会抑制油菜生长的结果一致。可见,中低用量硫磺能够显著增加植株干物质的积累,其中 0.2 kg/m²硫磺处理的效果最好。与对照相比,0.2 kg/m²硫磺处理烤后烟叶产量增加了 21%。

本研究表明,高用量(0.3 kg/m²)的硫磺处理土壤 pH 为 7.73,比对照的 8.13 降低了 0.4 个单位,烟叶重金属 As、Cd 和 Hg 含量没有显著差异。而

0.2 和 0.3 kg/m²硫磺处理烟叶中 Pb 的含量则显著低于对照。高旭等^[23]研究发现,烟叶 As、Pb、Cd

和 Hg 均与土壤 pH 存在明显的回归关系和相关性。随着土壤 pH 的增大,烟叶中 As 和 Hg 的含量逐步降低,Pb 和 Cd 在烟叶中的含量则逐步升高。但是,Mitsios 等^[15]研究认为,土壤 pH 与烟叶中 Cd、Pb 含量呈显著负相关。本研究认为碱性土壤 pH 的降低能够减少烟叶中 Pb 的积累。添加硫磺改良剂对碱性植烟土壤的 pH 有较大幅度的降低效用,而且适当施用硫磺能够减少烟叶对重金属 Pb 的积累。

由于硫对烟叶燃烧性的负面影响仅次于氯离子,从本研究的感官评吸质量结果来看,中低用量(0.1、0.2 kg/m²)的硫磺处理烟叶感官评吸质量的综合得分明显增加(数据未附上),烟支的燃烧性无显著差异。但是碱性土壤施用硫磺进行土壤改良对烟叶硫含量的变化尚未清楚,关于硫磺对烟叶中硫的影响以及烟支的燃烧性方面的研究,本课题组也正在做进一步的探讨。

4 结 论

本研究表明,施用硫磺改良烟区碱性土壤具有

显著效用,能够降低土壤的 pH,改善土壤养分状况,进而促进烟株的生长发育,提高烟叶的产量。适量施用硫磺能够减少碱性植烟土壤中烟叶对重金属 Pb 的吸收。因此,在烟区碱性土壤里适量施用硫磺(0.2~0.3 kg/m²)具有良好的效果。

参考文献

- [1] 李念胜,王树声. 土壤 pH 值与烤烟质量[J]. 中国烟草, 1986(2): 12-14.
- [2] 周俊. 关于烟叶降低焦油含量的技术性探索[J]. 广西烟草, 2002(4): 41-42.
- [3] 晋艳,杨宇虹,段玉琪,等. 烤烟轮作、连作对烟叶产量质量的影响[J]. 西南农业学报, 2004, 17(S1): 267-271.
- [4] 贾志红,易建华,苏以荣,等. 烟区轮作与连作土壤细菌群落多样性比较[J]. 生态环境学报, 2010, 19(7): 1578-1585.
- [5] 刑世和,熊德中,周碧青,等. 不同土壤改良剂对土壤生化性质与烤烟产量的影响[J]. 土壤通报, 2006, 36(1): 72-75.
- [6] 沈笑天,谷魏,牛书金,等. 不同烟区及土壤改良措施下烟叶显微与超显微结构的动态观察[J]. 中国烟草学报, 2010, 16(3): 36-42.
- [7] 姚晓芹,马文奇,楚建周. 不同酸性物质对石灰性土壤的酸化效果研究[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(4): 68-71.
- [8] 陈国平. 美国玉米生产及考察后的反思[J]. 作物杂志, 1992(2): 1-4.
- [9] 迟凤琴,魏丹,申惠波,等. 黑龙江省主要类型稻田土壤硫现状及硫肥效果研究[J]. 土壤肥料, 1999(6): 7-11.
- [10] 孙克刚,王继印,杨稚娟,等. 河南省耕地土壤硫素现状、硫肥增产效应及土壤硫素平衡概况[J]. 磷肥与复肥, 2004, 19(4): 70-72.
- [11] Jaggi R C, Aulakh M S, Sharma R. Temperature effects on soil organic sulphur mineralization and elemental sulphur oxidation in subtropical soils of varying pH [J]. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 1999, 54: 175-182.
- [12] 林葆,李书田,周卫. 影响硫磺在土壤中氧化的因素[J]. 土壤肥料, 2000(5): 3-8.
- [13] Aulakh M S, Jaggi R C, Sharma R. Mineralization-immobilization of soil organic S and oxidation of elemental S in subtropical soils under flooded and nonflooded conditions [J]. Biology and Fertility of Soils, 2002, 35(3): 197-203.
- [14] 赵爽,许自成,孙曙光,等. 重金属对烟草生长发育及品质影响的研究进展[J]. 甘肃农业大学学报, 2012, 47(2): 62-67.
- [15] Mitsios I K, Golia E E, Telios A. Heavy metals content in tobacco leaves in different growing regions in Thessaly area (central Greece) [C]//Agro Phyto Groups, CORESTA Congress, 2001.
- [16] Malissionvas N, Katsalirou E. Influence of soil properties on heavy metal concentrations in soil and their uptake from tobacco plant[C]//Agro Phyto Groups, CORESTA Congress, 2001.
- [17] Adamu C A, Mulchi C L, Bell P F. Relationships between soil pH, clay, organic matter and CEC and heavy metal concentration in soils and tobacco[J]. Tob Sci, 1989, 33: 96-100.
- [18] Khan M A, Mulchi C, Mckee C G. Influence of pH and soils other bioaccumulation of trace elements in Maryland tobacco[J]. Tob Sci, 1992, 36: 53-56.
- [19] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [20] 闫克玉,赵献章. 烟叶分级[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [21] 温月香,胡全才. 土施硫磺对甘蓝叶球 NO₃-N 含量的影响[J]. 农业环境与发展, 1999, 16(2): 36-38.
- [22] 吴曦,陈明昌,杨治平. 碱性土壤施硫磺对油菜生长、土壤 pH 和有效磷含量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(4): 671-677.
- [23] 高旭,孙曙光,许自成,等. 曲靖烟区土壤 pH 与烟叶重金属含量的分布特点及关系分析[J]. 江西农业学报, 2011, 23(12): 116-120.