

安徽烟区土壤硫含量及其对烤烟硫含量的影响

崔权仁, 武文明, 竞丽丽, 齐耀程 (安徽省农业科学院烟草研究所, 安徽合肥 230031)

摘要 [目的]研究安徽省植烟土壤和烟叶硫含量的关系。[方法]采集池州东至烟区和皖南烟区土壤普查样品, 研究不同采样点不同植烟年限的土壤有效硫含量。研究重壤土、中壤土、轻壤土定位样品土壤有效硫含量和定位样品烟叶全硫含量, 以及 $\geq 15.6 \sim 10$ 和 $1 \sim 5$ a不同植烟年限的定位样品土壤有效硫和定位样品烟叶全硫含量。[结果]随着植烟年限的延长, 施肥造成硫素在土壤中积累量增加; 在植烟季节内随着土壤沙性的增强及土壤改良效果越明显时, 土壤有效硫含量积累作用越强; 土壤硫含量与烟叶硫含量无明显相关性; 烟叶硫含量主要取决于植烟土壤质地类型, 土壤黏性越大、酸度越强, 越有利于硫素在烤烟叶中积累。[结论]可为实现安徽省烟叶生产可持续发展提供科学依据。

关键词 植烟土壤; 烟叶; 有效硫; 全硫; 安徽省

中图分类号 S506.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)28-0121-03

Status of Soil Sulfur Content in Anhui Tobacco Area and Its Effects on Sulfur Content of Flue-cured Tobacco

CUI Quan-ren, WU Wen-ming, JING Li-li (Tobacco Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031)

Abstract [Objective] To research the relationship between the tobacco-planting soil and the sulfur content of tobacco leaf in Anhui Province. [Method] Soil census samples were collected from Dongzhi Tobacco Area of Chizhou City and South Anhui Tobacco Area. Soil available sulfur contents in different sampling sites in different planting years were researched. Soil available sulfur contents and tobacco leaf total sulfur contents in location sample were detected in heavy loam, medium loam soil and light loam soil, as well as the soil available sulfur and total sulfur contents in location sample in different planting years ($\geq 15.6 \sim 10$ and $1 \sim 5$ a). [Result] With the increase of planting years, sulfur accumulated in the soil due to the application of fertilizer. In the growth season of tobacco, soil improvement had obvious effect with the increase of soil sand property, and the soil sulfur had strong accumulation effect. There was no relationship between the sulfur content in the soil and the tobacco leaf. The leaf sulfur content was determined by the soil texture type. Stronger soil cohesion and soil acidity were good for the sulfur accumulated in the tobacco leaf. [Conclusion] This research provides scientific basis for the sustainable development of tobacco leaf production in Anhui Province.

Key words Tobacco-planting soil; Tobacco leaf; Available sulfur; Total sulfur; Anhui Province

硫作为植株吸收的第四大营养元素, 在植物体内发挥着重要的生理作用, 对烤烟生长发育和品质形成具有重要意义^[1]。当土壤中硫素缺乏或过量时, 对烤烟的品质均有不同程度的影响^[2]。目前, 硫过量问题已经引起了烟草业界的普遍关注。安徽省南部烟区主要以水田烟为主, 由于土壤母质、气候、耕作方式, 土壤钾素含量不高, 为了满足烤烟生长对钾素的需要, 在烤烟生产过程中需大量增施硫酸钾。虽然 SO_4^{2-} 易随水流失, 但长期连续施用含硫化肥, SO_4^{2-} 在表土层和底土层都有明显的累积, 引起土壤 pH 降低, 从而导致土壤理化环境的变化^[3]。而有关安徽省植烟土壤的硫素和烟叶的硫含量状况及土壤硫素对烟叶硫素含量的影响鲜见报道。为了提高和稳定安徽省烟叶品质, 笔者研究了植烟土壤硫含量与烟叶硫含量的相互关系, 旨在为建立适合安徽烟区的硫素调控技术体系及实现安徽烟叶生产的可持续发展提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 样品采集

1.1.1 普查样品的采集。为了解安徽省烟区土壤有效硫含量, 本着代表全省植烟土壤有效硫含量的原则, 采样点尽可能分散于烟区种烟面积较大的乡镇, 于植烟起垄前采集田间土壤样品。共采集 2015 年度烟区植烟土壤普查样品 103 个, 以安徽皖南烟叶公司和池州烟草公司所管辖烟区为取样范围, 采用以不同植烟土壤质地和植烟年限为标准的“双元素”取样

方法。田间采集土壤样品时, 遵循“S”形布点取样法, 每个取样点根据茎体“ Δ ”剖面形状, 在三角形的每个顶点和每边中点共采集 6 点土样进行充分混合, 按四分法制成一个混合样品, 再采用四分法现场分取其中 1/4 样品记作 1 个点的采集量, 每个样品在田间的样品采集点不少于 5 个。

1.1.2 定位样品的采集。由于目前安徽烟区植烟土壤多以壤土为主, 先将样品按土壤质地分为轻壤土、中壤土、重壤土三大类。相同质地的植烟土壤上, 于烤烟生长期以不同植烟年份为标准, 取连续种烟 5、10、15、20 a 烟田的 0~20 cm 耕作层土壤, 同时选取距离土壤取样点最近烟株的成熟中部烟叶样品, 保证土壤样品与烟叶样品形成对应关系。在田间确定土壤取样点后, 同时采集采样点剖面两边的 2 棵烟株中部成熟叶各 2 片, 每个烟叶样品包含 20 片以上的中部成熟鲜烟。

1.2 样品制备 采用室内自然通风风干土壤样品, 然后磨碎过 40 目尼龙筛, 装瓶, 备用; 烟叶样品清洗后于 105 °C 杀青 15 min, 然后于 65 °C 烘干磨碎过 100 目尼龙筛, 后装瓶备用。

1.3 测定项目与方法 采用 BaSO_4 比浊法 (NY/T 1121.14—2006) 测定土壤有效硫含量; 采用 BaSO_4 比浊法 (YC/T 284—2009) 测定烟叶全硫含量; 土壤其他营养成分分析参考南京农业大学主编的《土壤农化分析》(第 2 版); 烟叶其他常规化学成分测定参考肖协忠等主编的《烤烟化学》。

2 结果与分析

2.1 普查样品土壤有效硫含量

2.1.1 池州烟区植烟土壤有效硫含量。根据采样规则, 在池州东至烟区共采集植烟土壤样品 47 个, 按植烟年限进行分类分析, 结果见表 1。

基金项目 安徽省烟草专卖局科研项目[皖烟科(2015)187号]。
作者简介 崔权仁(1972-), 男, 安徽怀远人, 副研究员, 硕士, 从事烟草栽培与营养研究。
收稿日期 2016-09-23

表1 池州烟区普查样品土壤有效硫含量

Table 1 Available sulphur content in soil census samples in Chizhou Tobacco Area

取样地点 Sampling site	植烟年限 Planting year//a	样品数 Sample number 个	有效硫含量 Available sulphur content//mg/L			标准偏差 Standard deviation mg/L	变异系数 Variable coefficient %
			最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Mean		
东至北部 North tobacco area of Dongzhi City	8	15	75.49	13.96	27.30	14.70	53.83
东至中部 Middle tobacco area of Dongzhi City	6	17	26.07	11.89	20.14	3.53	17.51
东至南部 South tobacco area of Dongzhi City	3	15	26.34	14.37	20.53	4.75	23.16

由表1可知,植烟8a的东至北部(洋湖、张溪、葛公等)烟区,土壤有效硫含量最大为75.49 mg/L,最小为13.96 mg/L,平均为27.30 mg/L,标准偏差为14.70 mg/L,变异系数为53.83%。植烟6a的东至中部(昭潭、泥溪、官港等)烟区,土壤有效硫含量最大为26.07 mg/L,最小为11.89 mg/L,平均为20.14 mg/L,标准偏差为3.53 mg/L,变异系数为17.51%。植烟3a的东至南部(龙泉、青山等)烟区,土壤有效硫含量最大为26.34 mg/L,最小为14.37 mg/L,平均为20.53 mg/L,标准偏差为4.75 mg/L,变异系数为23.16%。综合分析池州烟区普查样品土壤有效硫含量可知,随着植烟年限的延长,土壤有效硫含量呈增加趋势,最大变异系数达53.83%。

2.1.2 皖南烟区植烟土壤有效硫含量。根据采样规则,在皖南宣州、芜湖县、南陵、泾县、广德等烟区共采集植烟土壤样品56个,按植烟年限和地域进行分类分析,结果见表2。

表2 皖南烟区普查样品土壤有效硫含量

Table 2 Distribution of available sulphur content in soil census samples in South Anhui Tobacco Area

取样地点 Sampling site	植烟年限 Planting year//a	样品数 Sample number 个	有效硫含量 Available sulphur content//mg/L			标准偏差 Standard deviation mg/L	变异系数 Variable coefficient %
			最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Mean		
宣州 Xuanzhou District	≥15	27	68.13	12.31	36.61	12.75	34.82
广德、郎溪 Guangde, Langxi	10	7	51.74	16.66	34.55	10.87	31.45
芜湖县 Wuhu County	10	9	47.85	15.43	33.13	9.33	28.16
南陵、泾县 Nanling, Jing County	10	13	37.31	15.31	27.74	6.62	23.85

2.2 定位样品土壤、烟叶硫含量

2.2.1 不同土壤质地定位样品土壤、烟叶硫含量。由表3可知,pH降低不利于硫在土壤中的积累。重壤土区域,土壤有效硫含量最大为134.46 mg/L,最小为34.81 mg/L,平均达66.73 mg/L,标准偏差为37.90 mg/L,变异系数为56.82%。中壤土区域,土壤有效硫含量最大为145.56 mg/L,最小为34.82 mg/L,平均达79.44 mg/L,标准偏差为34.04 mg/L,变异系数为42.85%。轻壤土区域,土壤有效硫含量最大为155.68 mg/L,最小为21.14 mg/L,平均达到87.93 mg/L,标准偏差为50.96 mg/L,变异系数为57.95%。综合分析皖南烟区定位样品土壤有效硫含量可知,各土壤质地土壤有效硫含量从小到大依次为重壤土、中壤土、轻壤土,说明在植烟季节随着土壤沙性的增强及土壤改良效果越明显时,土壤有效硫含量积累作用越强。

由表2可知,植烟年限达15a及以上的宣州烟区,土壤有效硫含量最大达到68.13 mg/L,最小为12.31 mg/L,平均达到36.61 mg/L,标准偏差为12.75 mg/L,变异系数为34.82%。植烟年限为10a的广德、郎溪烟区,土壤有效硫含量最大达到51.74 mg/L,最小为16.66 mg/L,平均达到34.55 mg/L,标准偏差为10.87 mg/L,变异系数为31.45%。植烟年限10a的芜湖县烟区,土壤有效硫最大达到47.85 mg/L,最小为15.43 mg/L,平均达到33.13 mg/L,标准偏差为9.33 mg/L,变异系数为28.16%。植烟年限为10a的南陵、泾县烟区,土壤有效硫含量最大为37.31 mg/L,最小为15.31 mg/L,平均达到27.74 mg/L,标准偏差为6.62 mg/L,变异系数为23.85%。综合分析皖南烟区普查样品土壤有效硫含量可知,随着植烟年限的延长,土壤有效硫含量呈增加趋势,最大变异系数达34.82%。

由表4可知,重壤土区域,烟叶全硫含量最大达到0.93%,最小为0.40%,平均为0.67%,标准偏差为0.17%,变异系数为25.45%。中壤土区域,烟叶全硫含量最大达到0.75%,最小为0.26%,平均达到0.52%,标准偏差为0.17%,变异系数为32.48%。轻壤土区域,烟叶全硫含量最大达到0.87%,最小为0.26%,平均达到0.50%,标准偏差为0.19%,变异系数为37.85%。从皖南烟区定位样品烟叶全硫含量可知,随着植烟土壤沙性的增加,烟叶全硫含量有降低趋势,说明土壤硫含量与烟叶硫含量无明显相关性。重壤土区域有45.45%的烟叶样品全硫含量大于0.70%,超出优质烟对硫素含量的要求^[5],说明安徽烟区部分植烟土壤应合理控制含硫肥料的使用。综合分析表3、4可知,植烟土壤的酸性增大,有利于硫素在烤烟体内的积累,具体影响机理有待于进一步研究。

表 3 不同土壤质地定位样品土壤有效硫含量

Table 3 Effective sulphur content in soil location samples in different soil textures

土壤质地 Soil textures	样品数 Sample number//个	有效硫含量 Effective sulphur content//mg/L			标准偏差 Standard deviation//mg/L	变异系数 Variable coefficient//%	平均 pH Average pH
		最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Mean			
重壤土 Heavy loam soil	11	134.46	34.81	66.73	37.90	56.82	5.46
中壤土 Medium loam soil	11	145.56	34.82	79.44	34.04	42.85	6.28
轻壤土 Light loam soil	11	155.68	21.14	87.93	50.96	57.95	6.07

表 4 不同土壤质地定位样品烟叶全硫含量

Table 4 Sulphur content in tobacco leaves of location sample in different soil textures

土壤质地 Soil textures	样品数 Sample number 个	全硫含量 Sulphar content//%			标准偏差 Standard deviation %	变异系数 Variable coefficient %	硫含量 > 0.70% 样品比例 Proportion of sample with sulphur content > 0.7% // %
		最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Mean			
重壤土 Heavy loam soil	11	0.93	0.40	0.67	0.17	25.45	45.45
中壤土 Medium loam soil	11	0.75	0.26	0.52	0.17	32.48	9.10
轻壤土 Light loam soil	11	0.87	0.26	0.50	0.19	37.85	18.18

2.2.2 不同植烟年限定位样品土壤、烟叶硫含量。由表 5 可知,植烟年限 ≥ 15 a 的烟区,土壤有效硫含量最大为 155.68 mg/L,最小为 64.71 mg/L,平均达到 98.85 mg/L,标准偏差为 37.51 mg/L,变异系数为 37.95%。植烟年限为 6 ~ 10 a 的烟区,土壤有效硫含量最大为 152.67 mg/L,最小为 21.14 mg/L,平均为 85.36 mg/L,标准偏差为 45.95 mg/L,变

异系数为 53.83%。植烟年限为 1 ~ 5 a 的烟区,土壤有效硫含量最大为 124.21 mg/L,最小为 27.44 mg/L,平均达到 59.49 mg/L,标准偏差为 32.22 mg/L,变异系数为 54.16%。综合分析皖南烟区定位样品土壤有效硫含量可知,随着植烟年限的延长,土壤有效硫含量呈增加趋势,最大变异系数达 54.16%。

由表 6 可知,植烟年限 ≥ 15 a 的烟区,烟叶全硫含量最

表 5 不同植烟年限定位样品土壤有效硫含量

Table 5 Soil effective sulphur content of location sample at different planting years

植烟年限 Planting years//a	样品数 Sample number 个	有效硫含量 Effective sulphur content//mg/L			标准偏差 Standard deviation mg/L	变异系数 Variable coefficient %
		最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Mean		
≥ 15	7	155.68	64.71	98.85	37.51	37.95
6 ~ 10	13	152.67	21.14	85.36	45.95	53.83
1 ~ 5	13	124.21	27.44	59.49	32.22	54.16

表 6 不同植烟年限定位样品烟叶全硫含量

Table 6 Total sulphur content in tobacco leaf of location sample at different planting years

植烟年限 Planting years//a	样品数 Sample number 个	全硫含量 Sulphar content//%			标准偏差 Standard deviation %	变异系数 Variable coefficient %	硫含量 > 0.70% 样品比例 Proportion of sample with sulphur content > 0.7% // %
		最大值 Maximum	最小值 Minimum	平均值 Mean			
≥ 15	7	0.69	0.33	0.58	0.13	21.68	0
6 ~ 10	13	0.82	0.26	0.55	0.19	35.14	45.45
1 ~ 5	13	0.93	0.36	0.60	0.19	31.18	27.27

大达到 0.69%,最小为 0.33%,平均为 0.58%,标准偏差为 0.13%,变异系数为 21.68%。植烟年限为 6 ~ 10 a 的烟区,烟叶全硫含量最大达到 0.82%,最小为 0.26%,平均为 0.55%,标准偏差为 0.19%,变异系数为 35.14%;45.45% 烟叶样品硫含量大于 0.70%,超出优质烟对硫素含量的要求^[5]。植烟年限为 1 ~ 5 a 的烟区,烟叶全硫含量最大达到 0.93%,最小为 0.36%,平均达到 0.60%,标准偏差为 0.19%,变异系数为 31.18%。综合分析皖南烟区定位样品烟叶全硫含量可知,随着植烟年限的增加,烟叶全硫含量有降低趋势,说明土壤硫含量对烟叶硫含量无影响。综合分析安徽烟区土壤、烟叶定位样品硫含量可知,随着植烟年限的

延长,施肥造成硫素在土壤中的积累量增加;土壤中有有效硫含量与烟叶硫含量无相关性;烟叶硫含量主要取决于植烟土壤质地类型,土壤黏性越大、酸度越强,越有利于硫素在烤烟叶片中积累。

3 结论与讨论

(1) 研究表明,在安徽烟区,随着植烟年限的延长,土壤有效硫含量呈增加趋势。这是由于植烟时 K_2SO_4 等含硫肥料投入量加大,虽然 SO_4^{2-} 易随水流失,但长期连续施用含硫化肥, SO_4^{2-} 在表土层和底土层均有明显的累积^[3],导致土壤有效硫含量增加。各土壤样品中,有效硫含量从小到大依次为重壤土、中壤土、轻壤土。这是由于土壤有效硫包括易溶

(下转第 129 页)

中宁县、红寺堡区、利通区,危害面积为 18.75 万 hm^2 ,严重危害面积为 6.93 万 hm^2 ,平均密度为 40~70 头/株丛,最高密度达 100 头/株丛。

沙蒿木蠹蛾在盐池县大面积发生。危害面积为 3.41 万 hm^2 ,严重危害面积为 1.91 万 hm^2 ,平均密度为 2.3 头/ m^2 。

苜蓿斑蚜、苜蓿蓟马在宁夏人工草地大面积发生,危害面积 9.91 万 hm^2 ,严重危害面积 3.39 万 hm^2 。

2.2 草原虫害防治区域和面积 宁夏共完成草原虫害防治 10.56 万 hm^2 ,占危害面积的 14.8%。具体分布:以海原县、中卫沙坡头区、原州区、盐池县、彭阳县为草原蝗虫防治重点区域,治虫面积达 7.99 万 hm^2 ;以灵武市、盐池县、中宁县、红寺堡区沙蒿金叶甲和沙蒿木蠹蛾等其他草原虫害为重点的防治区域,治虫面积达 1.34 万 hm^2 ;以南部山区人工草地牧草种子基地的苜蓿蓟马、蚜虫等害虫为主的防治区域,治虫面积达 1.23 hm^2 。

2.3 草原虫害防治效果 由表 1 可知,100 亿孢子绿僵菌乳油悬浮剂对草原蝗虫的防治效果明显,防治后草原蝗虫的密度明显减少,平均杀灭率为 85.6%。该药剂的特点是表现出较好的防治效果,速效性很好,可迅速控制草原蝗虫的危害,而且 1 次施药持续控制时间长。

表 1 100 亿孢子绿僵菌乳油悬浮剂对亚洲小车蝗的防治效果

Table 1 The control effect of 10 billion *Metarhizium* spore suspension emulsion against *Oedaleus decorus*

浓度 Concentration	灭前密度 Density before killing 头/ m^2	灭后密度 Density after killing 头/ m^2	杀灭率 Killing rate %
1%	122	21	82.8
	129	15	88.4
	125	18	85.6
CK	97	102	-5.2

4.5% 高效氯氰菊酯对草原蝗虫具有显著的控制作用,对草原蝗虫的平均杀灭率为 93.8%,草原蝗虫由灭前 112、109、114 头/ m^2 分别减少到 9、5、7 头/ m^2 (表 2)。该药剂的

(上接第 123 页)

性硫、吸附性硫和部分有机硫;沙性土壤上的烟草青枯病发病率,烟农在植烟前施用大量白云石粉进行土壤改良,土壤酸度降低幅度越大,土壤有机硫的矿化速度提高,硫的释放速率明显加快^[4],导致植烟当季有效硫含量增加。

(2) 质地偏黏的土壤更有利于烟叶全硫含量的积累。由于该类土壤增施土壤改良剂频率相对较低,质地偏黏的土壤酸度略大于质地偏沙的土壤酸度,因此土壤中 Ca^{2+} 与 SO_4^{2-} 在烤烟根际发生反应生成 CaSO_4 沉淀的概率降低。虽然烟草根系对硫酸根的吸收在土壤硫酸根一定含量范围内具有“嗜好”性,但一般情况下,土壤溶液中硫含量大于 4.50 mg/L 时,会造成 SO_4^{2-} 在烤烟根际积累。随着介质中硫含量增加,烟草对硫的吸收逐渐减慢,最后再增加介质浓度时,已对硫的吸收量没有影响^[4]。因此,烟叶硫与土壤硫含量无正相关性,土壤酸碱度或其他养分间拮抗作用对烤烟硫含量影

特点是防治效果显著,速效性好、持效期长,1 次施药就可控制一茬草原上的蝗虫危害,用药少,成本低;4.5% 高效氯氰菊酯为低毒化学药剂,是防治草原蝗虫的理想药剂。

表 2 4.5% 高效氯氰菊酯对亚洲小车蝗的防治效果

Table 2 The control effect of 4.5% beta cypermethrin against *Oedaleus decorus*

浓度 Concentration	灭前密度 Density before killing 头/ m^2	灭后密度 Density after killing 头/ m^2	杀灭率 Killing rate %
1%	112	9	92.0
	109	5	95.4
	114	7	93.7
CK	96	102	-6.3

3 结论与讨论

经调查,宁夏共发生草原虫害 71.23 万 hm^2 ,严重危害面积 32.00 万 hm^2 ,主要虫害有草原蝗虫、沙蒿金叶甲、沙蒿木蠹蛾、苜蓿斑蚜和苜蓿蓟马;宁夏共完成草原虫害防治面积 10.56 万 hm^2 ,占危害面积的 14.8%。4.5% 高效氯氰菊酯对草原蝗虫的防治效果显著,4.5% 高效氯氰菊酯为低毒化学药剂,是防治草原蝗虫的理想药剂。

近年来,宁夏坚持采用生物防治、化学防治和生态控制相结合的措施,保护生态环境。对虫口密度过高的区域实行化学药物防治,控制虫害的蔓延发展。对退化严重的草原,结合禁牧封育和退牧还草项目进行围栏补播封育,改善生态环境,达到生态控制的目的。对多年生草地的虫害草原采用资金补助的方法,引导农牧民提前或适时刈割,尽可能地减少药物对牧草和土壤的污染。

参考文献

- [1] 杨发林,李克昌,孙玉荣. 试论草原生态服务功能在宁夏农村经济可持续发展中的重要地位[C]//王洪波,杨发林,李克昌,等. 宁夏草业. 银川:宁夏人民出版社,2005:37-38.
- [2] 负旭疆. 草原植保实用技术手册[M]. 北京:中国农业出版社,2010:147-156,161-180.

响较大。

(3) 连续植烟年限越长,越不利于烟叶中硫的积累。这是由于轻壤土中细菌菌群与结构较稳定,其烟草青枯病发病率低^[6],烟农连续植烟的土壤多选择该类壤土,但受土壤改良的影响,土壤酸度降低,过量的 Ca^{2+} 与 SO_4^{2-} 在烤烟根际发生反应生成 CaSO_4 沉淀,而影响烤烟对硫素的吸收积累。

参考文献

- [1] 王庆仁,林葆. 植物硫营养研究的现状与展望[J]. 中国土壤与肥料,1996,29(3):16-19.
- [2] 许自成,王林,肖汉乾,等. 湖南烟区烤烟硫含量与土壤有效硫含量的分布特点[J]. 应用生态学报,2007,18(11):2507-2511.
- [3] 邹长明,高菊生,王伯仁,等. 长期施用含硫化肥对水稻土化学性质和水稻吸收微量元素的影响[J]. 安徽技术师范学院学报,2004,18(1):19-25.
- [4] 胡国松,郑伟,王震东,等. 烤烟营养原理[M]. 北京:科学出版社,2000:176-183.
- [5] 王淑玉,李小龙,李红丽,等. 不同质地土壤烟株根际微生物菌群变化分析[J]. 湖南农业科学,2015(3):5-9.