

植烟土壤有效态微量元素分析评价及对策

黎根, 吴风光, 汪健, 王海明, 王豹祥, 王林

(湖北中烟工业有限责任公司, 武汉 430040)

摘要: 以清江流域植烟土壤为研究对象, 对有效态微量元素的含量及分布等进行了研究与分析。结果表明: (1) 清江流域植烟土壤中有效态硼和锌含量中等偏低, 有效态铁、铜和锰含量较丰富, 有效态钼含量极丰富, 水溶性氯含量极低; (2) 清江流域烟区有效态微量元素含量分布存在明显的地域差异, 其中, 利川产区土壤有效态铁、锰、水溶性氯含量为最高, 有效态钼含量为最低; 宣恩产区有效态铜和硼含量为最高, 有效态铁含量为最低; 恩施市产区以有效态锌含量为最高, 而有效态硼和水溶性氯为最低; 巴东产区以有效态钼含量为最高, 有效态铜和铁含量为最低; 咸丰产区以有效态锰为最低。本试验结果显示, 清江流域烟区土壤应适当补充含硼、氯等微量元素肥料。其中, 恩施市产区应特别注意补充硼肥、来凤产区应注意硼肥高效利用的问题、恩施市、宣恩、巴东、咸丰、来凤产区在生产中应注意适当补充含氯肥料, 特别是恩施市产区。

关键词: 土壤; 有效养分; 微量元素; 分析; 对策

中图分类号: S572.062

文章编号: 1007-5119(2011)增刊1-0087-06

DOI: 10.3969/j.issn.1007-5119.2011.z1.018

Analysis and Measures on Soil Available Micronutrients from Different Tobacco Growing Areas

LI Gen, WU Fengguang, WANG Jian, WANG Haiming, WANG Baoxiang, WANG Lin
(China Tobacco Hubei Industrial Corporation, Wuhan, Hubei 430040, China)

Abstract: The content and distribution of soil available micronutrients from tobacco-growing areas in Qingjiangyuan valley of southwest Hubei were studied and evaluated. The results showed that the content of available B and Zn were low, the content of available Cu, Fe and Mn were rich and the content of available Mo was the richest. However, the content of water soluble Cl was the lowest. The distribution of soil available micronutrient contents varied in Qingjiangyuan valley. The content of Fe, Mn and water soluble Cl were the highest, but Mo was the lowest in soils from Lichuan; The content of Cu and B were the highest and the content of Fe was the lowest in Xuan'en area; The content of Zn was the highest and the content B and water soluble Cl were the lowest in Enshi area; The content of Mo was the highest and Cu, Fe was the lowest in badong area; The content of Mn was the lowest in Xianfeng area. Therefore, B and Cl fertilizers should be applied more to tobacco-growing areas of Qingjiang valley. B Fertilizers should be increased in Enshi. Cl fertilizer should be increased in Enshi, Xuan'en, Badong, Xianfeng, Laifeng, especially Enshi.

Keywords: soil; available nutrients; micronutrient; analysis; measures

微量元素是植物生长发育必需的营养元素, 其研究受到人们的普遍关注^[1,3-12]。土壤中微量元素参与烟株一系列的生理生化作用, 其丰缺状况可导致烟叶产量下降, 品质降低。目前, 土壤微量与大、中量元素营养不平衡的矛盾日益突出^[12]。研究结果表明^[4,7,10-11], 在微量元素缺乏的烟区土壤合理施用微肥, 可明显促进烟株的生长发育, 烟叶落黄早,

成熟度好, 产量高, 品质优良, 香气质与香气量得到明显改善。在某些植烟土壤, 微量元素缺乏已成为烟叶生产主要障碍因素之一^[3-4,7]。清江流域是全国优质烟叶生产基地, 是“清江源”特色优质烟叶品牌主要产区, 具有鲜明的“绿色生态、富硒低害”生态特征, 该区域所产烟叶形成了独特的“甜雅香”风格特色, 烟叶以“甜润优雅、浓郁芬芳、香气丰

基金项目: 湖北省科技厅项目“清江流域和环神农架优质烟叶基地开发与工业利用研究”(2006AA201C73)

作者简介: 黎根, 男, 在读硕士, 农艺师, 主要从事烟叶技术研究工作。E-mail: ligeng11367@163.com

收稿日期: 2011-04-13

满、留香绵长”为主要特征。本研究以清江流域植烟土壤为对象,分析评价了土壤有效态微量元素的分布特点,以期“清江源”特色优质烟叶生产技术体系提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 采样方法

2008年,在烟田尚未施用底肥前,采集清江流域烟区土壤样品304个,其中,宣恩30个,咸丰60个,恩施市63个,利川61个,巴东76个,来凤14个。具体采样方法是:应用棋盘法采集土壤样品,即在同一采样单元内每8~10个点的土样构成一个0.5 kg左右的混合土样。从田间采来的土样经登记编号后进行预处理,经过风干、磨细、过筛、混匀、装瓶后备测定分析之用。

1.2 测定方法

土壤样品有效铁、有效锰、有效铜、有效锌、有效钼、有效硼、水溶性氯等7项微量元素养分测定方法参照文献[2]。

1.3 评价标准

参考微量元素肥料工作会议所制定的“全国农业系统的土壤速效微量元素丰缺指标”(西安,1985)

和“中国科学院微量元素组的土壤有效态微量元素评价标准”(南京,1989),综合分析清江流域烟区多年烟草施肥试验,全面权衡烟叶产量、质量与土壤微量元素养分状况,制订了清江流域烟区土壤有效态微量元素的五级评价标准(表1)。

2 结果

2.1 清江流域烟区土壤有效态微量元素描述性统计

从平均含量来看,清江流域烟区土壤有效钼、有效铁、有效锰、有效铜含量较丰富(表2),其平均含量分别为 (0.41 ± 0.40) 、 (21.53 ± 10.49) 、 (26.99 ± 20.73) 、 (1.19 ± 1.41) mg/kg。有效锌、有效硼含量偏低,平均含量分别为 (1.03 ± 0.56) 、 (0.34 ± 0.20) mg/kg,水溶性氯含量极低,平均含量仅为 (3.19 ± 5.82) mg/kg。从变异系数来看,清江流域烟区土壤有效态微量元素分布存在广泛的差异,其变异系数由大到小依次是:水溶性氯>有效铜>有效钼>有效锰>有效硼>有效锌>有效铁,变异系数分别达到182.59%、118.01%、97.56%、76.80%、58.10%、54.40%、48.72%。变异系数能反映随机变量的离散程度,一般认为变异系数10%为弱变异性,变异系数为10%~100%为中等变异性,变异

表1 清江流域烟区土壤有效态微量元素分级评价标准 mg/kg

等级	有效铁	有效锰	有效铜	有效锌	有效钼	有效硼	水溶性氯
极低	<2.5	<5	<0.2	<0.5	<0.05	<0.15	<5
低	2.5~4.5	5~10	0.2~0.5	0.5~1.0	0.05~0.10	0.15~0.3	5~10
中等	4.5~10	10~20	0.5~1.0	1.0~2.0	0.10~0.15	0.3~0.6	10~20
高	10~60	20~40	1.0~3.0	2.0~4.0	0.15~0.20	0.6~1.0	20~30
极高	>60	>40	>3.0	>4.0	>0.20	>1.0	>30

表2 清江流域烟区土壤有效态微量元素含量

Table 2 The contents of soil available microelements in tobacco-growing areas in Qingjiang valley

微量元素	平均±标准差/ (mg·kg ⁻¹)	变幅/(mg·kg ⁻¹)	变异系数/%
有效铁	21.53±10.49	2.36~84.67	48.72
有效锰	26.99±20.73	0.00~83.63	76.8
有效铜	1.19±1.41	0.13~11.00	118.01
有效锌	1.03±0.56	0.05~3.40	54.4
有效钼	0.41±0.40	0.00~3.30	97.56
有效硼	0.34±0.20	0.00~1.15	58.1
水溶性氯	3.19±5.82	0.00~83.99	182.59

系数100%为强变异性。由此可知,水溶性氯、有效铜的变异强度属于强变异,有效钼、有效锰、有效硼、有效锌、有效铁的变异强度属于中等变异。

2.2 清江流域各产区土壤有效态微量元素分析

2.2.1 土壤有效铁 铁是许多酶的辅基,如细胞色素、细胞色素氧化酶,过氧化物酶和过氧化氢等,是合成叶绿素必需的元素,烟草中铁主要分布在叶片^[1]。表3结果表明,各产区植烟土壤有效铁含量

高低顺序是：利川 > 巴东 > 来凤 > 恩施市 > 咸丰 > 宣恩。其中，利川土壤有效铁含量极丰富，平均为 36.38 mg/kg，所有土壤样品的有效铁含量均大于 10 mg/kg，其中有 4.92% 的土壤样品有效铁含量大于 60 mg/kg；巴东土壤有效铁含量平均为 23.07 mg/kg，有 96.05% 的土壤样品有效铁含量大于 10 mg/kg；来凤和恩施市土壤有效铁含量相近，平均分别为 17.53 和 17.39 mg/kg，分别有 100% 和 96.83% 的土壤样品有效铁含量大于 10 mg/kg；宣恩产区土壤有效铁的含量相对较低，但含量仍属于丰富等级，平均为 13.83 mg/kg，有 56.67% 的土壤样品有效铁含量大于 10 mg/kg，并且有效铁含量存在较广泛的变异，变异系数为 55.18%。

2.2.2 土壤有效锰 锰是形成叶绿素并维持其正常结构的必需元素，是光合放氧复合体的主要成分，是许多酶的活化剂^[1]。烟草是高度需锰的作物，是除氯以外烟草微量元素中含量最多的元素，以叶

片含量最高^[13]。由表 4 可知，各产区（因恩施市有效锰数据丢失未列出）植烟土壤有效锰含量高低顺序是：利川 > 来凤 > 巴东 > 宣恩 > 咸丰。其中，利川土壤有效锰含量极丰富，平均为 44.80 mg/kg，所有的土壤样品有效锰含量均大于 10 mg/kg，有 96.72% 的土壤样品有效锰含量大于 20 mg/kg，属极丰富等级；来凤土壤有效锰含量丰富，平均为 29.77 mg/kg，有 64.28% 的土壤样品有效锰含量大于 20 mg/kg；巴东土壤有效锰含量平均为 24.22 mg/kg，有 50.00% 土壤样品有效锰含量大于 20 mg/kg，并且有效锰含量存在较广泛的变异，变异系数达 84.50%；宣恩和咸丰产区土壤有效锰的含量相对较低，但平均含量仍在适宜范围，分别为 19.96 和 19.10 mg/kg，分别有 66.67% 和 58.34% 的土壤样品有效锰含量大于 10 mg/kg，但有效锰含量存在较广泛的变异，变异系数分别达 82.08% 和 99.73%。

表 3 清江流域烟区土壤有效铁含量分级

Table 3 Classification for the contents of available Fe in tobacco- growing areas in Qingjiang valley

烟区	平均±标准差/ (mg·kg ⁻¹)	变幅/(mg·kg ⁻¹)	变异系数/%	各级比例/%				
				<2.5	2.5~4.5	4.5~10	10~60	>60
巴东	23.07±13.64	8.90~69.40	59.12	-	-	3.95	93.42	2.63
恩施市	17.39±4.01	7.70~24.90	23.07	-	-	3.17	96.83	-
来凤	17.53±3.02	10.80~21.10	17.24	-	-	-	100.00	-
利川	36.38±13.32	10.55~84.67	36.61	-	-	-	95.08	4.92
咸丰	16.01±2.52	8.56~18.36	15.74	-	-	6.67	93.33	-
宣恩	13.83±7.63	2.36~28.72	55.18	3.33	3.33	36.67	56.67	-

表 4 清江流域烟区土壤有效锰含量分级

Table 4 Classification for the contents of available Mn in tobacco- growing areas in Qingjiang valley

烟区	平均±标准差/ (mg·kg ⁻¹)	变幅/(mg·kg ⁻¹)	变异系数/%	各级比例/%				
				<5	5~10	10~20	20~40	>40
巴东	24.22±20.46	0.00~76.09	84.5	23.68	14.47	11.84	22.37	27.63
来凤	29.77±25.25	1.07~72.05	84.81	21.43	14.29	-	35.71	28.57
利川	44.80±15.09	16.14~83.63	33.69	-	-	3.28	37.70	59.02
咸丰	19.10±19.04	0.00~66.92	99.73	31.67	10.00	21.67	21.67	15.00
宣恩	19.96±16.39	2.46~64.78	82.08	10.00	23.33	23.33	26.67	16.67

2.2.3 土壤有效铜 铜是多种氧化酶的构成成分，烟草中铜多分布于烟株生长活跃的幼嫩组织^[1,13]。各产区植烟土壤有效铜含量高低顺序是，宣恩 > 恩施市 > 来凤 > 利川 > 咸丰 > 巴东，结果见表 5。其中，宣恩土壤有效铜含量丰富，平均为 3.95 mg/kg，有 96.67% 的土壤样品有效铜含量大于 0.5 mg/kg，有 43.33% 的土壤样品有效铜含量大于 3.0 mg/kg，

有效铜含量存在较广泛的变异，变异系数达 81.25%；恩施土壤有效铜含量较丰富，平均为 1.52 mg/kg，有 93.65% 的土壤样品有效铜含量大于 0.5 mg/kg，但存在较广泛的变异，变异系数高达 110.75%；来凤土壤有效铜含量平均为 1.26 mg/kg，有 78.57% 的土壤样品有效铜含量大于 0.5 mg/kg；利川和咸丰土壤有效铜含量相近，平均分别为 0.84

和 0.82 mg/kg, 分别有 88.52%和 76.67%的土壤样品有效铜含量大于 0.5 mg/kg;巴东产区土壤有效铜的含量相对较低, 但含量仍然适宜, 平均为 0.75 mg/kg, 有 84.21%的土壤样品有效铜含量大于 0.5 mg/kg。

2.2.4 土壤有效锌 锌是很多酶的组成成分或活化剂, 烟草中锌分布主要集中在烟草根和顶端生长点^[13]。各产区植烟土壤有效锌含量结果见表 6, 其含量高低顺序是:恩施市>咸丰>来凤>利川>宣恩>巴东。其中, 恩施土壤有效锌含量平均为 1.50 mg/kg, 有 90.57%的土壤样品有效锌含量大于 1.0 mg/kg; 咸丰和来凤土壤有效锌含量相近, 平均分别为 1.10 和 1.00 mg/kg, 分别有 56.67%和 42.85%的土壤样品有效锌含量大于 1.0 mg/kg; 利川土壤有效锌含量平均为 0.88 mg/kg, 有 77.05%的土壤样品有效锌含量小于 1.0 mg/kg, 且存在一定程度的变异, 变异系数为 49.84%; 宣恩和巴东土壤有效锌含量相近, 平均分别为 0.60 和 0.56 mg/kg, 含量较低,

分别有 96.67%和 85.52%的土壤样品有效锌含量小于 1.0 mg/kg。

2.2.5 土壤有效钼 钼是硝酸还原酶和固氮酶的组分, 其应用作用突出表现在氮素代谢方面, 烟草中钼主要分布在幼嫩叶片。烟草对钼的需要量低于其他矿质养分^[13]。由表 7 得知, 各产区植烟土壤有效钼含量高低顺序是:巴东>来凤>恩施市>咸丰>宣恩>利川。其中, 巴东和来凤产区土壤有效钼含量极丰富, 平均分别为 0.55 和 0.532 mg/kg, 分别有 90.79%和 100.00%的土壤样品有效钼含量大于 0.20 mg/kg; 并且两产区土壤有效钼含量均存在较小的变异, 变异系数分别为 38.01%和 26.53%。恩施、咸丰和宣恩产区土壤有效钼含量均较丰富, 平均分别为 0.46、0.38 和 0.31 mg/kg, 有效钼含量大于 0.2 mg/kg 的土壤样品分别占 73.02%、96.67%和 86.67%。利川土壤有效钼的含量在各产区中相对较低, 但也属于丰富状态, 平均为 0.21 mg/kg, 有 14.76%的土壤样品有效钼含量小于 0.10 mg/kg。

表 5 清江流域烟区土壤有效铜含量分级

Table 5 Classification for the contents of available Cu in tobacco- growing areas in Qingjiang valley

烟区	(平均±标准差)/ (mg·kg ⁻¹)	变幅/(mg·kg ⁻¹)	变异系数/%	各级比例/%				
				<0.2	0.2~0.5	0.5~1.0	1.0~3.0	>3.0
巴东	0.75±0.26	0.13~1.52	35.25	1.32	14.47	63.16	21.05	-
恩施市	1.52±1.68	0.30~11.00	110.75	-	6.35	34.92	52.38	6.35
来凤	1.26±1.35	0.22~5.50	107.7	-	21.43	35.71	35.71	7.14
利川	0.84±0.33	0.33~1.88	38.63	-	11.48	63.93	24.59	-
咸丰	0.82±0.70	0.17~5.38	84.63	1.67	21.67	56.67	18.33	1.67
宣恩	3.95±3.21	0.28~9.88	81.25	-	3.33	10.00	43.33	43.33

表 6 清江流域烟区土壤有效锌含量分级

Table 6 Classification for the contents of available Zn in tobacco- growing areas in Qingjiang valley

烟区	(平均±标准差)/ (mg·kg ⁻¹)	变幅/(mg·kg ⁻¹)	变异系数/%	各级比例/%				
				<0.5	0.5~1.0	1.0~2.0	2.0~4.0	>4.0
巴东	0.56±0.36	0.05~1.56	65.12	52.63	32.89	14.47	-	-
恩施市	1.43±0.64	0.30~3.40	44.75	4.76	20.63	57.14	17.46	-
来凤	1.00±0.71	0.23~2.87	71.02	28.57	28.57	35.71	7.14	-
利川	0.88±0.43	0.35~3.34	49.07	9.84	67.21	21.31	1.64	-
咸丰	1.10±0.51	0.17~2.49	46.84	10.00	33.33	51.67	5.00	-
宣恩	0.60±0.23	0.20~1.01	38.61	30.00	66.67	3.33	-	-

表 7 清江流域烟区土壤有效钼含量分级

Table 7 Classification for the contents of available Mo in tobacco-growing areas in Qingjiang valley

烟区	(平均±标准差)/ (mg·kg ⁻¹)	变幅/(mg·kg ⁻¹)	变异系数/%	各级比例/%				
				<0.05	0.05~0.10	0.10~0.15	0.15~0.20	>0.20
巴东	0.55±0.21	0.05~0.94	38.01	-	3.95	3.95	1.32	90.79
恩施市	0.46±0.39	0.00~1.90	84.34	14.29	9.52	3.17	-	73.02
来凤	0.53±0.14	0.36~0.84	26.53	-	-	-	-	100.00
利川	0.21±0.11	0.05~0.50	51.62	3.28	11.48	16.39	19.67	49.18
咸丰	0.38±0.13	0.12~0.73	33.64	-	-	1.67	1.67	96.67
宣恩	0.31±0.13	0.03~0.63	42.78	3.33	-	6.67	3.33	86.67

2.2.6 土壤有效硼 硼是烟草必需营养元素，对植物细胞壁形成，细胞分裂和碳、氮代谢过程起着重要的调节作用。烟草是中等需硼作物，以叶片积累最多^[13]。由表 8 可知，各产区植烟土壤有效硼含量高低顺序是：宣恩 > 来凤 > 利川 > 咸丰 > 巴东 > 恩施市。宣恩土壤有效硼含量中等偏低，平均为 0.39 mg/kg，有 40.00% 的土壤样品有效硼含量在 (0.3~0.6) mg/kg 之间；来凤、利川、咸丰和巴东土壤有效硼含量相近，平均分别为 0.34、0.34、0.30 和 0.30 mg/kg，均属于中等偏低状态，分别有 35.72%、45.90%、53.34% 和 56.00% 的土壤样品有效硼含量小于 0.3 mg/kg；恩施市土壤有效硼含量最低，平均为 0.16 mg/kg，有 90.00% 土壤样品有效硼含量小于 0.3 mg/kg，属于极度缺乏状态。

2.2.7 土壤水溶性氯 氯是烟草生长发育必要的微量营养元素，适量的氯供应有利于烟草生长，增强细胞膨压，从而提高抗旱能力，能减少因干旱而造成叶片枯斑现象，烟草中以叶片含氯最高^[1,13]。各产区植烟土壤水溶性氯含量结果见表 9，其含量高低顺序是：利川 > 来凤 > 咸丰 > 巴东 > 宣恩 > 恩施市。其中，仅有利川市土壤水溶性氯含量较高，平均为 5.40 mg/kg，土壤样品水溶性氯含量大于 5.0 mg/kg 的仅占 22.95%，且变异性大，变异系数高达 273.22%；恩施市和宣恩县植烟土壤水溶性氯含量极低，平均分别为 0.41 和 1.59 mg/kg，其中恩施市植烟土壤水溶性氯含量变异性较大，变异系数高达 117.68%。清江流域其他各产区土壤水溶性氯含量均在 3.5 mg/kg 左右，均属极低水平。

表 8 清江流域烟区土壤有效硼含量分级

Table 8 Classification for the contents of available B in tobacco-growing areas in Qingjiang valley

烟区	(平均±标准差)/ (mg·kg ⁻¹)	变幅/(mg·kg ⁻¹)	变异系数/%	各级比例/%				
				<0.15	0.15~0.3	0.3~0.6	0.6~1.0	>1.0
巴东	0.30±0.18	0.03~0.96	60.42	18.67	37.33	37.33	6.67	-
恩施市	0.16±0.12	0.00~0.50	72.89	48.33	41.67	10.00	-	-
来凤	0.34±0.18	0.08~0.58	52.22	21.43	14.29	64.29	-	-
利川	0.34±0.17	0.02~0.97	50.86	4.92	40.98	44.26	9.84	-
咸丰	0.30±0.13	0.00~0.63	42.86	11.67	41.67	45.00	1.67	-
宣恩	0.39±0.20	0.02~0.73	50.35	6.67	30.00	40.00	23.33	-

表 9 清江流域烟区土壤水溶性氯含量分级

Table 9 Classification for the contents of water soluble Cl in tobacco-growing areas in Qingjiang valley

烟区	(平均±标准差)/ (mg·kg ⁻¹)	变幅/(mg·kg ⁻¹)	变异系数/%	各级比例/%				
				<5	5~10	10~20	20~30	>30
巴东	3.54±2.22	0.00~15.62	62.74	81.58	17.11	1.32	-	-
恩施市	0.41±0.48	0.20~3.00	117.68	100.00	-	-	-	-
来凤	3.75±1.28	2.00~5.50	34.19	71.43	28.57	-	-	-
利川	5.40±14.75	0.00~83.99	273.22	77.05	14.75	3.28	-	4.92
咸丰	3.72±1.25	1.50~6.50	33.54	81.67	18.33	-	-	-
宣恩	1.59±0.42	1.10~2.80	26.37	100.00	-	-	-	-

3 结 论

(1) 清江流域植烟土壤有效硼和有效锌含量中等偏低，有效铁、有效铜和有效锰含量较丰富，有效钼含量极丰富，水溶性氯含量极低。有效铁、有效铜、有效钼、有效锰、有效硼、有效锌、水溶性氯的含量在中等(含)以上比例分别为：99.54%、85.38%、79.89%、70.65%、51.99%、46.17%、1.4%。

(2) 清江流域烟区微量元素含量分布存在广泛差异。水溶性氯、有效铜、有效钼、有效锰、有效硼、有效锌、有效铁的变异系数分别达到 182.59%、118.01%、97.56%、76.80%、58.10%、54.40%、48.72%。其中，利川产区以土壤有效铁、有效锰、水溶性氯含量为最高，有效钼含量为最低，宣恩产区以有效铜和有效硼含量为最高，有效铁含量为最低，恩施市产区以有效锌含量为最高，有效

硼和水溶性氯为最低,巴东产区以有效铝含量为最高,有效铜、有效铁含量为最低,咸丰产区以有效锰为最低。

(3) 在生产中,清江流域烟区应适当补充含硼、氯等的微量元素肥料,其中,恩施市产区应特别注意补充硼肥,来凤产区应注意硼肥高效利用的问题,恩施市、宣恩、巴东、咸丰、来凤产区在生产中应注意适当补充含氯肥料,特别是恩施市产区。

参考文献

- [1] 王瑞新. 烟草化学[M]. 北京:中国农业出版社, 2003: 245-275.
- [2] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社, 2000: 25-38.
- [3] 罗建新,石丽红,龙世平. 湖南主产烟区土壤养分状况与评价[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版, 2005, 31(4): 376-380.
- [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.
- [5] 陶晓秋. 四川西南烟区土壤有效态微量元素含量评价[J]. 土壤, 2004, 36(4): 438-441.
- [6] 霍沁建,石孝均,关博谦. 重庆植烟土壤氯素含量[J]. 西南农业大学学报:自然科学版, 2004, 26(4): 494-497.
- [7] 周毓华. 微肥施用对烟叶产质量的影响研究[J]. 中国烟草科学, 2000, 21(4): 29-31.
- [8] 李明德,肖汉乾,余崇祥,等. 湖南烟区土壤中、微量元素状况及施肥效应研究[J]. 中国烟草科学, 2005, 26(1): 25-27.
- [9] 董国政,刘德辉,姜月华,等. 湖州市土壤微量元素含量与有效性评价[J]. 土壤通报, 2004, 35(4): 475-478.
- [10] 崔国明,张辉. 钼肥对烟叶产量品质的影响[J]. 烟草科技, 2000(3): 39-41.
- [11] 崔国明,黄必志,柴家荣,等. 硼对烤烟生理生化及产质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2000, 21(3): 14-18.
- [12] 刘武定. 微量元素营养与微肥施用[M]. 北京:中国农业出版社, 1995: 1-2.
- [13] 韩锦峰. 烟草栽培生理[M]. 北京:中国农业出版社, 2003: 120-123.