

## 昆明市植烟土壤 2002—2006 年养分状况变化动态分析<sup>①</sup>

许 龙<sup>1</sup>, 李忠环<sup>1</sup>, 陈荣平<sup>1</sup>, 赵正雄<sup>2\*</sup>, 徐天养<sup>2</sup>

(1 云南省烟草公司昆明市公司烟科所, 昆明 650051; 2 云南农业大学烟草学院, 昆明 650201)

**摘要:** 从 2002 年至 2006 年, 连续 5 年每年均对昆明市主要植烟土壤进行养分状况普查。结果表明: ①昆明市主要植烟土壤 pH 平均值以及 pH 值超过 7.0 的土壤比例近年来逐年上升; 目前虽全市 pH 平均值尚处适宜范围之内, 但 pH 值超过 7.0 的土壤比例已近 40%, 同时约 25% 的土壤 pH 值小于 5.5; ②有机质和有效 S 平均含量目前总体偏高, 且有逐年增加趋势; 全市现已无缺 S 土壤; ③有效 B 平均含量 5 年间虽逐年上升, 但皆属轻度缺乏; 而缺 B 土壤比例近年间有所下降, 但目前仍有约 70% 的土壤缺 B; ④目前全市植烟土壤的碱解 N、速效 P 和速效 K 平均含量皆比 2002 年有所下降, 总体处于适宜至偏高水平之间; 同时碱解 N、速效 P 和速效 K 含量过高的土壤比例近年间明显降低, 而缺 P 或缺 K 土壤比例有所增加, 目前已有约 7% 的土壤缺 P, 近 1/3 的土壤缺 K 或极缺 K; ⑤交换性 Mg 和 Zn 的平均含量 5 年间变化不大, 但总体偏高; 同时, 缺 Mg 土壤比例近年间有所增加, 目前已有 13% 的土壤缺 Mg, 而仅 3% 的土壤缺 Zn; ⑥有效 Ca 含量近年来有所下降, 但多数土壤偏高, 部分缺乏; ⑦土壤中 Cl<sup>-</sup> 的含量近年间呈上升趋势, 尽管目前全市平均值尚处适宜范围之内, 但 Cl<sup>-</sup> 超过 30 mg/kg 的比例已有大幅度增加。

**关键词:** 烤烟; 土壤; 养分; 动态变化; 昆明

**中图分类号:** S527; S158

土壤是作物生长的介质, 作物完成生长发育所需要的矿质养分主要来自于土壤。土壤中矿质营养元素有效含量的高低对作物生长发育有着重要的影响。土壤中矿质营养元素的含量除了取决于成土母质、土壤形成过程、气候、地形、生物等因素之外, 也受到人为生产活动的强烈影响。在一定程度上而言, 土壤中矿质营养元素的有效含量更多地是受到人为活动如施肥、灌溉、耕作等的干预。当然, 不同种类的矿质营养元素在土壤中的转化、迁移及其有效性也存在非常大的差异, 这种差异随着时间的发展尤为明显<sup>[1]</sup>。

烟草是一种特殊的叶用为主的经济作物, 其对矿质营养元素的吸收与其他作物相比有较大的不同。了解植烟土壤主要养分种类的有效含量及其不同年度间的变化动态, 对更好地管理和培肥土壤、提高烟叶质量有重要的意义。

### 1 材料与方 法

#### 1.1 样品的采集

2002—2006 年, 每年均根据昆明市各烟叶生产县(区、市)主要植烟土壤的成土母质、土壤类型、地

获后、烤烟移栽前多点采集耕层混合土壤样品。每个样品覆盖面积约为 13.3 ~ 20 hm<sup>2</sup>, 累积采集耕层土壤样品 3731 个。

#### 1.2 样品的分析指标及方法

将所取土壤样品统一送至云南省农业科学研究院土壤肥料测试中心, 分别测定 pH 和有机质、速效 N、速效 P、速效 K、交换性 Ca、交换性 Mg、有效 S、有效 Zn、有效 B 和 Cl<sup>-</sup> 等含量(其中, 交换性 Ca 测定仅限于 2002—2004 年间的土壤样品)。具体测定方法参见文献[2]和文献[3]。

#### 1.3 样品指标的参考分级标准

参考《云南烟草中微肥营养与土壤管理》<sup>[4]</sup>和陈江华等<sup>[5]</sup>的分级方法, 对各项指标进行丰缺评价。

#### 1.4 评价过程

考虑到昆明市烟叶生产区从 2003 年开始大面积隔年轮作, 相邻年份但不同年度间烟叶生产用地块不同, 为便于了解烟田土壤养分变化动态, 更好地为管理决策服务, 指导生产, 对 2003 年及之后的数据以轮作周期为单位进行统计分析。

①基金项目: 云南省烟草公司科技项目计划(06A12)资助。

\* 通讯作者(zhaozx0801@163.com)

作者简介: 许龙(1976—), 男, 云南保山人, 农艺师, 主要从事烤烟生产技术及管理方面的工作。E-mail: xl1976838@sina.com

收稿日期: 2008-11-10; 修回日期: 2009-01-10

### 2.1 昆明市植烟土壤 2002—2006 年间 pH 值变化动态

土壤pH是影响烤烟生产的一个重要土壤因素，土壤中养分的转化及其对作物的有效性、土壤微生物的繁殖和活性、作物的生长发育等都受其强烈的影响。从昆明市近5年来主要植烟土壤的pH值测定结果来看（表1），全市主要植烟土壤pH值总体呈逐渐上升趋势。在2002年前近54%的植烟土壤pH<5.5，而近年来该pH范围的土壤比例大幅度下降，2005—2006年间仅有约24%的土壤pH属过酸范围。与此同时，pH值>7.0的土壤比例则有明显的增加，2005—2006轮作周期内pH值>7.0的土壤比例比实行轮作前增加了近25%，比2003—2004轮作周期内增加了约10%。此外需要注意的是，在全市植烟土壤pH值呈总体上升的同时，过酸的土壤比例在2005—2006轮作周期内比2003

—2004轮作周期略有增加，表现出潜在的酸化发展势头。

虽然目前全市植烟土壤的pH值平均为6.47，处于一个较为适宜的水平，但当前仍有23%左右的土壤pH值偏酸（即<5.5），37.37%的土壤pH值偏高，这些都可能会对烟株生长和烟叶质量产生不利的影响。

上述表明，在昆明市当前的烤烟生产中，有必要对过酸、过碱的这两类土壤予以重视。在采取相应的土壤酸碱度调节措施的同时，还需要关注目前的施肥等技术措施可能带来的对土壤酸碱度的长期影响，以利于烟叶生产的可持续发展。

表1 昆明市植烟土壤2002—2006年间pH值变化动态

Table 1 Changes of pH value of tobacco-growing soils in Kunming from 2002 to 2006

年度	不同pH值范围内土壤比例(%)					pH平均值
	< 4.5	4.5 ~ 5.5	5.5 ~ 6.5	6.5 ~ 7.0	> 7.0	
2002 (n = 1226)	11.99	42.17	25.04	7.83	12.97	5.60
2003—2004 (n = 1135)	1.59	20.70	39.47	11.10	27.14	6.32
2005—2006 (n = 1370)	3.94	19.42	27.81	11.39	37.37	6.47

注：括号内为样本数，下表同。

## 2.2 昆明市植烟土壤2002—2006年间有机质含量变化动态

土壤有机质含量是衡量土壤肥力的一个重要指标。对绝大多数作物而言，有机质含量高的土壤往往有利于作物的生长和土壤肥力的提高；但对烤烟来说，因其收获的器官及其品质要求与其他作物相比有非常大的差异，土壤有机质含量过高往往会阻碍其后期的适时落黄成熟和优良品质的形成。因此从烟叶生产的角度来看，植烟土壤有机质含量以介于15.0~25.0 g/kg之间为宜。

从这5年的变化动态来看（表2），昆明市植烟土壤有机质含量总体呈增加趋势。与此相对应的是，有机质含量偏高的土壤比例逐年增加，而处于适宜含量

范围的土壤比例逐年下降。到目前为止，全市植烟土壤有机质含量平均达33.1 g/kg，属于偏高水平；其中，2/3以上的土壤属偏高或极高状态，而近10%的土壤偏低，处于适宜范围的不到1/4。

对有机质含量偏高的烟叶生产区来说，打顶后的高温多雨天气往往会有利于土壤有机质的矿化，而使烟叶容易贪青晚熟，不容易正常落黄；且如果N肥施用过量，或打顶过早、打顶过低都容易导致烟叶出现黑暴的现象。因此，在这些烟区必须注意严格控制烤烟N肥的合理施用。对有机质含量偏低的土壤而言，则需要重视土壤有机物质的调节和补充，以培育良好的土壤环境，以利于烤烟生长和优良品质的形成。

表2 昆明市植烟土壤2002—2006年间有机质含量(g/kg)变化动态

Table 2 Changes of organic matter content of tobacco-growing soils in Kunming from 2002 to 2006

年度	不同有机质含量范围内土壤比例(%)				有机质含量平均值
	<15.0	15.0 ~ 25.0	25.0 ~ 35.0	>35.0	
2002 (n = 1226)	9.05	27.41	32.14	31.40	30.3
2003—2004 (n = 1135)	6.96	24.85	30.31	37.89	32.1
2005—2006 (n = 1370)	9.71	22.85	28.54	38.91	33.1

### 2.3 昆明市植烟土壤 2002—2006 年间速效 N 含量变化动态

土壤碱解 N 含量是衡量土壤肥力的指标之一。对烤烟生长而言, 国内烟草界提出土壤碱解 N 含量以 < 65 mg/kg 较为适宜。从这几年的测定结果来看(表 3), 昆明市烟叶生产区 2003—2004、2005—2006 轮作周期内土壤碱解 N 平均含量总体平稳, 比 2002 年有明显下降; 同时碱解 N 含量过高的土壤比例比 2002 年时也有所减少, 特别是碱解 N 含量 > 200 mg/kg 的土壤比例有大幅度的降低, 而 < 65 mg/kg 的土壤比例则有一定的增加, 这与生产管理部门的重视有一定的关系。但需注意的是, 2005—2006 轮作周期内碱解 N 含量比 2003—2004 轮作周期有增加趋势, 其 > 150 mg/kg 的土壤比例比后者增加了近 10%。目前而言, 全市主要植烟土壤碱解 N 含量平均为 113.48 mg/kg, 总体略为偏高。其中, 10% 左右的土壤碱解 N 含量较为适宜, 而有近 60% 的土壤偏高 (> 100 mg/kg)。

### 2.4 昆明市植烟土壤 2002—2006 年间速效 P 含量变

### 化动态

土壤中 P 的移动性相对较低, 而当季施用的 P 肥也仅有很少的一部分能够被当季作物吸收利用, 其在土壤中有很强的后效。长期大量施用 P 肥, 会造成土壤中 P 含量的大量累积。因此, 自 20 世纪末以来, 根据烟田土壤 P 含量明显偏高的状况, 在烟草生产中一直注意控制 P 肥的施用。

从本次测定结果来看(表 4), 与 2002 年昆明市植烟土壤速效 P 含量普遍过高的状况相比, 2003—2006 年间全市高 P 植烟土壤比例大幅度下降, 而相对缺 P 和速效 P 含量适宜的土壤比例则有所增加。目前, 全市植烟土壤有效 P 含量平均为 66.50 mg/kg, 处于偏高水平。具体而言, 10% 左右的土壤速效 P 含量处于适宜范围, 而约 80% 的土壤供 P 丰富, 同时也有 7% 左右的土壤速效 P 含量低于 10 mg/kg, 处于缺 P 的状态。因此, 今后在制定烟草专用肥配方或肥料施用时, 必须根据各地土壤供 P 能力的实际情况, 有针对性地予以调整。

表 3 昆明市植烟土壤 2002—2006 年间速效 N 含量 (mg/kg) 变化动态

Table 3 Changes of rapidly available nitrogen content of tobacco-growing soils in Kunming from 2002 to 2006

年度	不同速效 N 含量范围内土壤比例 (%)					速效 N 含量平均值
	<65	65 ~ 100	100 ~ 150	150 ~ 200	>200	
2002 (n=1226)	5.55	12.64	27.73	18.68	35.40	186.77
2003—2004 (n=1135)	11.28	35.07	38.50	12.51	2.64	109.55
2005—2006 (n=1370)	11.31	27.52	36.72	16.93	7.59	113.48

表 4 昆明市植烟土壤 2002—2006 年间速效 P 含量 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, mg/kg) 变化动态

Table 4 Changes of rapidly available phosphorus content of tobacco-growing soils in Kunming from 2002 to 2006

年度	不同速效 P 含量范围内土壤比例 (%)					速效 P 含量平均值
	<10	10 ~ 20	20 ~ 40	40 ~ 80	>80	
2002 (n=1226)	1.63	5.95	16.07	34.01	42.33	151.33
2003—2004 (n=1135)	7.40	13.30	23.88	35.07	20.35	54.63
2005—2006 (n=1370)	6.86	9.97	27.24	28.18	27.75	66.50

### 2.5 昆明市植烟土壤 2002—2006 年间速效 K 含量变化动态

烤烟属于喜 K 作物, K 对烤烟正常生长和品质至关重要。因此, 对植烟土壤速效 K 含量的正确评价和有针对性地施用 K 肥对生产优质烤烟有重要意义。从本次测定结果来看(表 5), 与 2002 年昆明市植烟土壤速效 K 含量普遍过高的状况相比, 2003—2006 年间高 K 土壤比例明显降低, 而相对缺 K 或严重缺 K 的土壤比例则有大幅度的增加, 且呈逐渐增加的趋势。就

目前而言, 全市植烟土壤速效 K 的平均含量虽较为适宜, 但整个生产区内已有近 1/3 的植烟土壤速效 K 含量低于 150 mg/kg 的临界水平, 处于缺 K 或极度缺 K 状态。在这些土壤缺 K 的烟区, 有必要提高 K 肥的施用量。

### 2.6 昆明市植烟土壤 2002—2006 年间交换性 Ca、交换性 Mg 含量变化动态

Ca 是烟草的必需营养元素之一, 其在烟株体内的累积量小于 K 和 N 两元素, 而高于 P、Mg、S 以及其

他微量元素。从近年的土壤分析结果来看(表6、表7),昆明市植烟土壤中交换性Ca含量的平均值和高Ca土壤比例有明显下降,而Ca含量适宜(800~1200 mg/kg)、较低和极低的土壤比例都有一定程度的增加。土壤中交换性Mg含量的平均值近年间变化不大,均处于较高水平;但高Mg土壤比例呈下降趋势,缺Mg

土壤比例逐渐上升。目前,全市有超过60%的土壤Mg含量过高或极高,而有13%左右的土壤则稍低或极低。在生产中,一方面要避免高Ca或高Mg土壤中Ca或Mg的过量累积,另方面对Ca、Mg严重缺乏或轻微缺乏的土壤则要予以补充适宜的Ca肥或Mg肥。

表5 昆明市植烟土壤2002—2006年间速效K含量(K<sub>2</sub>O, mg/kg)变化动态

Table 5 Changes of rapidly available potassium content of tobacco-growing soils in Kunming from 2002 to 2006

年度	不同速效K含量范围内土壤比例(%)					速效K含量平均值
	<80	80~150	150~220	220~350	>350	
2002 (n=1226)	1.39	11.50	19.58	34.50	33.03	313.43
2003—2004 (n=1135)	3.26	23.70	26.34	31.63	15.07	232.68
2005—2006 (n=1370)	4.84	27.38	25.94	27.10	14.74	235.13

表6 昆明市植烟土壤2002—2004年间交换性Ca含量(mg/kg)变化动态

Table 6 Changes of exchangeable calcium content of tobacco-growing soils in Kunming from 2002 to 2004

年度	不同交换性Ca含量范围内土壤比例(%)					交换性Ca含量平均值
	<400	400~800	800~1200	1200~2000	>2000	
2002 (n=1226)	0.49	4.49	10.85	23.74	60.44	3033.39
2003—2004 (n=640)	3.91	10.16	16.41	29.84	39.69	1285.04

表7 昆明市植烟土壤2002—2006年间交换性Mg含量变化动态

Table 7 Changes of exchangeable magnesium content of tobacco-growing soils in Kunming from 2002 to 2006

年度	不同交换性Mg含量范围内土壤比例(%)					交换性Mg含量平均值
	<50	50~100	100~200	200~400	>400	
2002 (n=1226)	2.04	5.79	18.92	37.19	36.05	354.54
2003—2004 (n=1135)	2.91	8.63	25.11	43.96	19.38	314.59
2005—2006 (n=1370)	4.09	9.93	23.80	28.03	34.16	357.75

## 2.7 昆明市植烟土壤2002—2006年间有效S及Cl<sup>-</sup>含量变化动态

分析结果表明(表8),昆明市植烟土壤平均有效S含量近年来明显增加,目前已达50.84 mg/kg;同时,全市植烟土壤中低S土壤比例急剧下降,高S土壤比例明显增加。2002年全市还有近8%的植烟土壤有效S含量<8 mg/kg,而到2005—2006年,所有的植烟土壤有效S含量均在8 mg/kg以上,且98%的土壤超出12 mg/kg。

就植烟土壤中的Cl<sup>-</sup>含量而言,虽然近年来的平均值皆处于适宜范围之内,但须注意的是全市Cl<sup>-</sup>平均含量和高Cl<sup>-</sup>土壤比例近年来也呈现出增加的现象。Cl<sup>-</sup>含量<30 mg/kg、适宜烟草生长的土壤比例由2002年的93.15%下降到2005—2006年轮作周期内的70.80%,而Cl<sup>-</sup>含量在30~45 mg/kg范围内和超过45 mg/kg的土

壤比例则分别增加了近14%和8%。烤烟作为忌Cl<sup>-</sup>作物,体内Cl<sup>-</sup>含量超过一定范围对烟叶品质有不利影响,有必要对土壤中Cl<sup>-</sup>含量增加的现象引起足够的重视。

## 2.8 昆明市植烟土壤2002—2006年间有效Zn、有效B含量变化动态

对昆明市植烟土壤Zn、B含量的分析结果表明(表9、表10),全市植烟土壤有效Zn含量这5年间总体偏高,且有效Zn含量过高的土壤比例近年来略有上升。目前,除3%左右的土壤属于极缺或轻微缺Zn外,其余的绝大多数土壤不缺Zn,且其中近30%的土壤Zn含量过高。生产中,在Zn含量高的土壤上今后几年内应尽量避免含Zn肥料的施用。

植烟土壤有效B的含量尽管近年间表现出逐渐增加的趋势,但这5年间全市的平均含量皆处于轻度缺

表 8 昆明市植烟土壤 2002—2006 年间有效S和Cl<sup>-</sup>含量 (mg/kg) 变化动态Table 8 Changes of available sulphur and Cl<sup>-</sup> contents of tobacco-growing soils in Kunming from 2002 to 2006

年度	不同有效 S 含量范围内土壤比例 (%)			有效 S 含量平均值	不同Cl <sup>-</sup> 含量范围内土壤比例 (%)			Cl <sup>-</sup> 含量平均值
	<8	8 ~ 12	>12		<30	30 ~ 45	>45	
2002 (n=1226)	8.08	7.10	84.83	32.41	93.15	4.81	2.04	16.08
2003—2004 (n=1135)	0.34	2.07	97.59	45.21	87.03	10.63	2.34	18.18
2005—2006 (n=1370)	0.00	1.61	98.39	50.84	70.80	18.54	10.66	26.37

表 9 昆明市植烟土壤 2002—2006 年间有效 Zn 含量 (mg/kg) 变化动态

Table 9 Changes of available zinc content of tobacco-growing soils in Kunming from 2002 to 2006

年度	不同有效 Zn 含量范围内土壤比例 (%)					有效 Zn 含量平均值
	<0.3	0.3 ~ 0.5	0.5 ~ 1.0	1.0 ~ 3.0	>3.0	
2002 (n=1226)	1.47	1.22	13.87	67.29	16.15	2.12
2003—2004 (n=1135)	2.56	2.73	20.00	66.26	8.46	1.77
2005—2006 (n=1370)	0.44	2.12	9.49	58.69	28.39	2.76

表 10 昆明市植烟土壤 2002—2006 年间有效 B 含量 (mg/kg) 变化动态

Table 10 Changes of available boron content of tobacco-growing soils in Kunming from 2002 to 2006

年度	不同有效 B 含量范围内土壤比例 (%)					有效 B 含量平均值
	<0.2	0.2 ~ 0.5	0.5 ~ 1.0	1.0 ~ 1.5	>1.5	
2002 (n=1226)	31.32	63.78	4.81	0.00	0.08	0.26
2003—2004 (n=1135)	45.81	49.60	3.26	0.35	0.97	0.30
2005—2006 (n=1370)	18.69	54.31	24.74	1.68	0.15	0.40

乏的水平,总的表现仍是严重不足。当然,在生产管理部门的重视下,2005—2006 年间缺 B 土壤比例比 2002—2004 年有明显下降,而有效 B 含量适宜的土壤比例有明显增加。到目前为止,仍有 70% 左右的土壤缺 B,其中近 20% 的土壤有效 B 含量极低。说明在烤烟生产过程中,尚需要继续重视 B 肥的合理施用。

### 3 讨论

以往研究表明,烤烟的生长发育以及烟叶最终的产量、质量与烟田土壤养分状况有着密切的关系<sup>[6-7]</sup>。从 20 世纪 80 年代中期烟田普遍出现“烟株营养不良”开始,技术人员、烟农对施肥给予了足够的重视。多数烟区在相当长的时期内,在保证 N 素充足供应的同时,往往按施 N 量的 1.5 ~ 2 倍的比例施用 P 肥,按 2.5 ~ 3 倍的比例施用 K 肥。到 90 年代末期,多数地方已出现 N、P、K 等养分富集的现象。因此,生产中“控 N、降 P、稳 K”的施肥指导思想相应而生,其对近年来烤烟生产的发展起了很大的作用。从昆明市烟区近年来的土壤养分状况变化来看,与 2002 年相比,2003—2006 年间植烟土壤碱解 N、速效 P 和速效 K 含量总体上

皆有明显下降,这说明“控 N、降 P、稳 K”已有一定的成效。但同时需注意的是,目前生产中也有有一定数量的土壤逐渐呈现出多种养分指标两极发展的趋势,过高、过低的状况都有不同程度的存在。就 P、K 肥施用而言,目前全市植烟土壤中已有约 7% 左右的土壤缺 P,有 1/3 的土壤相对缺 K 或严重缺 K,且今后缺 P、缺 K 的土壤比例还呈上升的趋势。因此,今后在制定烟草专用肥配方或肥料施用时,要避免“一刀切”的状况,各县区、各乡镇以及各村都应根据各地土壤供 P、K 能力的实际情况,有针对性地予以调整。对土壤速效 P、速效 K 含量低于适宜范围指标的地方,不宜再继续“降 P、稳 K”,而须增大 P、K 肥的施用比例或施用量。而对生产中土壤有机质含量过高的地块而言,如何通过施肥调整,以避免后期土壤有机 N 矿化则是应该考虑的主要问题之一;同时,对有机质含量低的地方则需要予以继续培肥。

2003—2004、2005—2006 年间植烟土壤有效 S 含量分别比 2002 年增加了 39% 和 56%,说明土壤中有有效 S 含量富集明显。已有研究表明,烟叶内 S 含量过高对烟叶燃烧性、香吃味等评吸品质有不利影响<sup>[8]</sup>。尽

管有试验认为S施用量在 150 kg/hm<sup>2</sup> 范围内, 烟叶内S含量仍处于适宜含量范围<sup>[9]</sup>, 但土壤中S的长期过量富集是否会对烟草品质产生影响值得关注。

以往对 Ca、Mg 肥的施用没有过多的重视, 但从其在植烟土壤中的含量来看, 全市主要植烟土壤中有超过 60% 的土壤 Ca、Mg 含量过高或极高。这是否是全市主要植烟土壤 pH 值总体上升的主要原因尚需结合实地情况具体分析, 但在生产中, 烤烟专用肥生产厂家、烟草企业相关技术人员及烟农都须对此引起重视, 在肥料配方、施肥指导和肥料种类等方面采取措施, 以避免高 Ca 或高 Mg 土壤中 Ca 或 Mg 的过量累积; 而对比例为 13% 左右的 Ca、Mg 严重缺乏或轻微缺乏的土壤则要予以补充适宜的 Ca 肥或 Mg 肥。

此外, 就微量元素养分状况而言, 植烟土壤极缺或轻微缺Zn的情况在昆明市烟草生产中不突出, 只需个别地方补充施用即可; 而Cl<sup>-</sup>含量超标的植烟土壤比例 2005—2006 年比 2002 年增加了 20% 左右; 缺B土壤比例目前与 2002 年相比尽管有明显的下降, 但现仍有 70% 左右的土壤缺B, 其中近 20% 的土壤有效B含量极低。说明在烤烟生产过程中, 尚需要继续加强B肥的施用, 同时控制含Cl物质的带入。

## 参考文献:

- [1] 李春俭. 高级植物营养学. 北京: 中国农业大学出版社, 2008: 7
- [2] 李酉开. 土壤农业化学常规分析方法. 北京: 科学出版社, 1983
- [3] 鲍士旦. 土壤农化分析. 北京: 中国农业出版社, 2000: 49-56
- [4] 云南省烟草科学研究所, 云南省土壤肥料测试中心. 云南烟草中微肥营养与土壤管理. 昆明: 云南科技出版社, 1995: 27-48
- [5] 陈江华, 李志宏, 刘建利, 王刚, 龙怀玉, 雷秋良, 张认连, 张维理. 全国主要烟区土壤养分丰缺状况评价. 中国烟草学报, 2004, 10(3): 14-18
- [6] 曹志洪. 优质烤烟生产的土壤与施肥. 南京: 江苏科学技术出版社, 1991: 3-28
- [7] 胡国松, 郑伟, 王震东, 李智勇, 招启柏. 烤烟营养原理. 北京: 科学出版社, 2000: 51-61
- [8] 查录云, 郑劲民, 谢德平, 王庭选, 张勇. 硫与烤烟质量相关性试验研究. 烟草科技, 1993(4): 40-42
- [9] 王照林, 张晓海, 王平华, 许龙, 左红余. 烤烟对硫素的田间吸收利用规律研究. 云南农业大学学报, 2004, 19(1): 105-109

## Changes of Nutrient Contents in Tobacco-Growing Soils of Kunming from 2002 to 2006

XU Long<sup>1</sup>, LI Zhong-huan<sup>1</sup>, CHEN Rong-ping<sup>1</sup>, ZHAO Zheng-xiong<sup>2</sup>, XU Tian-yang<sup>2</sup>

(1 Kunming Tobacco Company, Yunnan Tobacco Company, Kunming 650051, China;

2 College of Tobacco Science, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

**Abstract:** Soil samples were collected each year from 2002 to 2006 from the tobacco-growing soils in Kunming before transplanting tobacco seedlings to the fields, and pH values and the contents of organic matter, rapidly available N, P and K, exchangeable Ca and Mg, available S, Zn and B, and Cl<sup>-</sup> were measured. The results showed that during the period the mean soil pH value increased, the area percentage of soil with pH > 7.0 increased, constituting of about 40% of the total area, while about 25% of soil with pH < 5.5, but soil pH was still at the suited level. The mean contents of organic matter and available sulfur increased and exceeded the desirable levels, no soil with deficient sulfur. The content of available boron increased, but still about 70% of soil with B deficient. The contents of rapidly available nitrogen, phosphors and potassium decreased a little, but generally were at suited levels or a little higher. The area percentages of soils with exorbitant rapidly available nitrogen, phosphors and potassium decreased, the area percentages of soils with deficient phosphors and potassium increased, about 7% of soil with phosphors deficient and about 1/3 of soil with potassium deficient. Exchangeable magnesium and available zinc changed little, but generally were beyond the desirable levels. The area percentage of soil with magnesium deficient increased, about 13% of soil with magnesium deficient while only about 3% of soil with zinc deficient. The content of exchangeable calcium decreased, but most soil were still beyond the desirable level. Although the content of Cl<sup>-</sup> increased, the mean content of Cl<sup>-</sup> was still at the suited level but the area percentage of soil with Cl<sup>-</sup> content > 30 mg/kg increased greatly.

**Key words:** Flue-cured tobacco, Soil, Nutrient availability, Dynamic change, Kunming