

云南宜良烟区土壤肥力适宜性评价

王育军^{1a,1b}, 鲁鑫浪^{1a,1b,2}, 陈丽鹃^{1b}, 周冀衡^{1a,1b*}, 王超³, 杨家明⁴

(1.湖南农业大学 a.生物科学技术学院;b.烟草研究院,湖南 长沙 410128;2.湖南株洲市烟草公司茶陵县分公司,湖南 茶陵 412400;3.红云红河烟草(集团)有限责任公司,云南 昆明 650202;4.昆明市烟草公司宜良县分公司,云南 宜良 652100)

摘要:于2010—2013年对云南宜良烟区土壤养分含量状况进行普查,运用土壤肥力适宜性指数(*SFI*值),对烟区土壤肥力适宜性进行综合评价。结果表明: 宜良烟区土壤 pH 值和有机质、碱解氮、速效钾、有效硼含量适宜,速效磷、有效镁、有效锌和水溶性氯含量偏高,有效磷和水溶性氯含量的变异较大; 宜良烟区土壤肥力适宜性指数为 I~V 级的比例分别为 20%、47.7%、29.3%、1.5%和 1.5%,肥力适宜性指数平均值为 0.61; 2010 至 2013 年,烟区土壤 pH 和有效镁含量逐年降低,有机质、碱解氮、速效磷、速效钾、有效锌、有效硼和水溶性氯含量有所增高。

关键词:植烟土壤;肥力;综合评价;云南宜良

中图分类号: S158; S572.06 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2014)03-0246-07

Evaluation of soil fertility suitability of Yiliang tobacco-growing area in Yunnan province

WANG Yu-jun^{1a,1b}, LU Xin-lang^{1a,1b,2}, CHEN Li-juan^{1b}, ZHOU Ji-heng^{1a,1b*}, WANG Chao³, YANG Jia-ming⁴

(1.a.College of Bioscience and Biotechnology; b.Institute of Tobacco, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2.Chaling Tobacco Monopoly Bureau, Zhuzhou Municipal Tobacco Company, Zhuzhou, Hunan 412400, China; 3.Hongyun Honghe Tobacco(Group) Co. Ltd., Kunming 650202, China; 4.Yiliang Tobacco Corporation, Yiliang, Yunnan 652100, China)

Abstract: Soil nutrient contents in Yiliang tobacco-growing area of Yunnan province were surveyed from 2010 to 2013 and integrated fertility index (*SFI* value) was calculated to analyze the soil fertility suitability of this area. The result indicated that ① the pH, organic matter, hydrolytic N, rapidly available K and available B content were at an appropriate level while rapidly available P, available Mg, available Zn and water-soluble Cl⁻ content were high, the content of available P, water-soluble Cl⁻ had great variation; ② based on *SFI*, soil fertility suitability of 20% of Yiliang tobacco-growing area graded I, 47.7% graded II, 29.3% graded III, 1.5% graded IV and 1.5% graded V and the average *SFI* was 0.61; ③ from 2010 to 2013, the pH value and available Mg content reduced year by year, while the content of organic matter, hydrolytic N, rapidly available P, rapidly available K, available Zn, available B and water-soluble Cl⁻ were increased.

Key words: tobacco-growing soil; fertility; comprehensive evaluation; Yiliang of Yunnan province

同一烤烟品种在不同生态环境下的形态特征和农艺性状各异,化学品质和香气风格也会有所不

同^[1-2]。生态环境包括气象因子和土壤条件。土壤条件是影响烟叶品质的主要生态学内因。适宜的土

收稿日期: 2013-12-16

基金项目: 红云红河烟草(集团)有限责任公司项目(HYHH2012YL03); 中国烟草总公司云南省公司项目(2010YN25)

作者简介: 王育军(1988—),男,湖南岳阳人,硕士研究生,主要从事烟草栽培与生理生化研究,375319438@qq.com; *通信作者, jhzhou2005@163.com

壤条件是烟草优质适产的基础^[3]。李强等^[4-5]利用经典统计学、地统计学和模糊数学方法对云南曲靖烟区土壤肥力适宜性和空间变异情况进行了分析,并基于地统计学对土壤主要养分状况进行了丰缺评价;王宏伟等^[6]、谭智勇等^[7]对云南保山烟区土壤肥力状况进行了综合评价;李忠环等^[8]对昆明植烟土壤养分状况进行了分区评价。这些研究多集中在土壤营养元素的丰缺诊断或年度评价等方面。云南省宜良县位于云南省中部,海拔高度1 500~1 800 m,夏无酷暑,冬无严寒,属于典型的热带季风气候,年均气温16.3℃,日照2 177.3 h,降水量912.2 mm,相对湿度75%,全年无霜期260 d左右。土壤类型主要是红壤、沙土和胶泥土,宜于优质烤烟的生产,常年植烟面积在 $6.0 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 以上。笔者基于模糊数学理论,对云南省宜良县植烟土壤的肥力适宜性进行了分区评价,并对烟区2010—2013年的土壤养分含量的变化情况进行了研究,旨在为当地优质烟叶生产和合理施肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 样品采集

2010—2013年,于烤烟移栽前,由宜良县烟草公司专职人员采用GPS定位技术,在全县7个植烟乡镇(耿家营、狗街、古城、九乡、马街、汤池和竹山)按照5点取样规则采集0~20 cm耕作层土壤。每年采集土样260个。每个样品4 kg。不同年份样品采集点基本保持一致。样品用四分法取约1 kg,经风干、研磨、过筛和混匀后装瓶备用。

1.2 评价指标的选择与评价方法

1.2.1 评价指标的选择

根据文献[9]并结合专家建议,依据独立性、系统性和空间变异性等原则^[10-12],选取土壤pH、有机质、碱解氮、速效磷、速效钾、有效镁、有效硼、有效锌和水溶性氯共9个指标作为评价植烟土壤肥力的指标。指标的测定均按照文献[13]方法进行。

1.2.2 评价方法

采用模糊数学和主成分分析方法,分别计算出

土壤养分指标的隶属度和权重系数,再求出土壤肥力适宜性指数(SFI),对植烟土壤的肥力状况进行评价,并将土壤肥力适宜性划分为5个等级^[14],其中 $SFI > 0.7$, I级; $0.55 < SFI < 0.7$, II级; $0.4 < SFI < 0.55$, III级; $0.25 < SFI < 0.4$, IV级; $SFI < 0.25$, V级。

$$SFI_i = \sum_{j=1}^m W_{ij} N_{ij} (i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m) \quad (1)$$

式中: N_{ij} 和 W_{ij} 分别表示第*i*个样品的第*j*个土壤养分指标的隶属度值和对应的权重系数。

根据隶属函数公式(2)和(3),可以将各土壤养分指标的原始数值转化为0~1分布的、无量纲差异的隶属度值。土壤样品各养分指标的权重值则采用主成分分析方法求得。

“S”型:

$$f(x) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x \leq x_1 \\ 0.9 \times (x - x_1) / (x_4 - x_1) + 0.1, & x_1 < x < x_4 \\ 0, & x \geq x_4 \end{cases} \quad (2)$$

抛物线型:

$$f(x) = \begin{cases} 0.1, & x \leq x_1 \\ 0.9 \times (x - x_1) / (x_2 - x_1) + 0.1, & x_1 < x < x_2 \\ 1.0, & x_2 \leq x \leq x_3 \\ 1.0 - 0.9 \times (x - x_3) / (x_4 - x_3), & x_3 < x < x_4 \end{cases} \quad (3)$$

式中: x_4 和 x_1 表示各指标的上、下临界值; x_3 和 x_2 为各指标的上、下限最优值。

1.3 数据处理

采用SPSS 19和Excel 2003等统计软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 宜良植烟土壤养分含量状况

由表1可知,宜良各乡镇植烟土壤酸碱度和有机质含量适宜,碱解氮、速效磷和速效钾含量差异显著,其中狗街、竹山的碱解氮和速效磷含量超出了适宜范围^[6-7],汤池的有效镁、狗街的有效硼以及马街、竹山的水溶性氯含量整体偏高。全县植烟土壤有效锌含量较高,尤以马街最高。综合分析认为,宜良县植烟土壤pH和有机质、碱解氮、速效钾以及有效硼含量适宜,速效磷、有效镁、有效锌和水溶性氯含量偏高。

表 1 2010—2013 年宜良植烟土壤养分含量

Table 1 Contents of soil nutrients of Yiliang tobacco-growing area from 2010 to 2013										
地区	样品数/ 个	pH	有机质/ (g·kg ⁻¹)	碱解氮/ (mg·kg ⁻¹)	速效磷/ (mg·kg ⁻¹)	速效钾/ (mg·kg ⁻¹)	有效镁/ (mg·kg ⁻¹)	有效锌/ (mg·kg ⁻¹)	有效硼/ (mg·kg ⁻¹)	水溶性氯/ (mg·kg ⁻¹)
耿家营	240	5.89±0.67	23.88±9.88	(108.29±46.43)b	16.59±15.13) d	(226.27±151.00) b	(192.30±80.08) c	4.75±1.70	(0.74±0.36)b	(23.76±23.27)a
狗街	64	5.83±1.06	29.37±5.75	(130.34±35.29)ab	(55.63±23.49) b	(349.20±227.45) a	(177.30±116.68)c	5.85±1.28	(1.04±0.27)a	(12.73±13.63) b
古城	192	6.70±0.77	23.46±5.32	(111.23±28.07)b	(19.91±9.27) d	(90.05±30.09) c	(324.72±97.35)b	4.11±0.44	(0.67±0.1 2 b	(22.95±16.12) a
九乡	432	5.58±0.60	24.78±6.49	(112.01±54.33)b	(27.17±23.15) c	(109.16±61.71) c	(193.90±134.63)c	5.50±1.90	(0.64±0.12)b	(8.04±12.95)b
马街	64	6.77±1.08	21.80±15.86	(85.43±51.98)c	(30.65±20.14) c	(270.09±333.38)b	(394.80±295.29) b	5.94±2.52	(0.73±0.31)b	(26.65±15.90)a
汤池	48	6.78±0.27	27.32±6.83	(106.75±19.97)b	(11.15±5.39) d	(158.27±75.84) bc	(616.50±321.93) a	3.99±0.19	(0.60±0.044)b	(11.50±4.78)b
竹山	288	5.94±0.87	29.23±7.91	(142.24±60.03)a	(76.18±68.74)a	(304.54±186.83) ab	(263.00±112.60) bc	5.24±1.14	(0.90±0.19)ab	(31.68±37.03)a

2.2 土壤养分指标的权重及其隶属函数类型和曲线拐点值

根据专家建议和以往研究^[6-7]，确定各植烟土壤养分指标的隶属度函数类型和阈值，并利用主成分分析方法求出宜良烟区各土壤养分指标的权重值(表2)。由表2可知，水溶性氯含量的权重较大，速效磷含量的权重较小。

表 2 土壤养分指标权重及隶属函数的类型和阈值

Table 2 Weight value of soil nutrient index and the type and threshold of its function									
阈值	抛物线型					“S”型			
	pH	有机质/ (g·kg ⁻¹)	碱解氮/ (mg·kg ⁻¹)	有效镁/ (mg·kg ⁻¹)	水溶性氯/ (mg·kg ⁻¹)	速效磷/ (mg·kg ⁻¹)	速效钾/ (mg·kg ⁻¹)	有效硼/ (mg·kg ⁻¹)	有效锌/ (mg·kg ⁻¹)
x ₁	4.5	10	30	50	2	10	80	0.2	1.0
x ₂	5.5	20	60	100	5				
x ₃	6.5	30	120	200	25				
x ₄	7.5	45	150	400	40	40	350	1.5	5.0
公因子方差	0.820	0.708	0.588	0.838	0.920	0.415	0.517	0.714	0.725
权重	0.131	0.113	0.095	0.135	0.147	0.066	0.083	0.114	0.116

2.3 宜良植烟土壤肥力适宜性评价

统计结果表明，全县植烟土壤肥力适宜性等级中的Ⅰ~Ⅲ级累积占比为97%，Ⅳ、Ⅴ级占比仅为3%，肥力适宜性指数平均值为0.61，变异系数为0.19%，植烟区土壤肥力状况良好。在7个植烟乡镇中，竹山的肥力适宜性指数处在Ⅰ级的比例最大(33.33%)(表3)，汤池的最小(3.23%)。除马街有5%的土壤处在Ⅴ级外，其余乡镇的肥力适宜性指数均为Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ级，肥力适宜性指数由大到小依次为耿家营、狗街、竹山、九乡、汤池、古城、马街。

表 3 宜良植烟土壤肥力适宜性

Table 3 Result of fertility suitability evaluation on tobacco-growing soil of Yiliang								
地区	所占比例/%					SFI 值		
	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级	Ⅳ级	Ⅴ级	平均值	标准差	变异系数/%
耿家营	20.00	73.33	6.67	0	0	0.66	0.08	11.40
狗街	25.00	75.00	0.00	0	0	0.64	0.08	12.50
古城	8.33	33.33	50.00	0	0	0.54	0.10	18.50
九乡	11.11	55.56	33.33	0	0	0.60	0.11	18.30
马街	25.00	43.00	27.00	0	5.00	0.52	0.24	46.15
汤池	3.23	30.10	66.67	0	0	0.57	0.02	3.51
竹山	33.33	38.89	27.78	0	0	0.64	0.10	15.63

2.4 宜良植烟土壤肥力指标的年度变化

2.4.1 土壤 pH 的变化

由表4可知，2010—2013年，宜良植烟土壤pH平均值为5.85~6.35，变异系数为14.0%~16.4%，说明近4年植烟土壤酸碱度均在适宜范围^[6-7]内。pH值

有逐年降低的趋势，表明土壤有酸化趋势。2010年，28.4%的植烟土壤pH高于7.5，而到2013年仅有1.2%的植烟土壤pH高于7.5。pH低于5.5的土壤比例逐年上升，2013年，38.2%的土壤属于过酸范围，比2012、2011和2010年分别增加了2.8%、4.9%和8.8%。

表 4 2010—2013 年宜良植烟土壤 pH 及其分级比例

年份	pH			分级比例/%				
	均值±标准差	变幅	变异系数/%	< 4.5	4.5~< 5.5	5.5~< 6.5	6.5~< 7.5	>7.5
2010	6.35±0.96	4.30~8.10	15.1	3.6	25.8	21.4	20.8	28.4
2011	6.27±1.03	4.18~7.80	16.4	1.6	31.7	21.7	21.6	23.4
2012	6.11±0.86	4.59~7.72	14.1	0.0	35.4	33.8	22.3	8.5
2013	5.85±0.82	4.44~7.65	14.0	1.1	37.1	38.2	22.4	1.2

2.4.2 土壤有机质含量的变化

由表5可知，2010—2013年，宜良植烟土壤有机质含量平均值为23.19~25.94 g/kg，变异系数为31.9%~43.8%，有机质含量均在15.0~25.0 g/kg的适宜范围^[6-7]内。土壤有机质整体呈增高的趋势。含量大于30 g/kg的土壤比例逐年增加，2010年仅为17.5%，

2013年达到37%，增加了19.5%，适宜含量和含量低于20 g/kg的土壤比例从2010年的46.7%和35.7下降到2013年的42.7%和21.3%。有近40%的样品有机质含量偏高，超过20%的样品有机质含量偏低，适宜比例不到50%。

表 5 2010—2013 年宜良植烟土壤有机质含量及其分级比例

年份	有机质含量/(g·kg ⁻¹)		变异系数/%	分级比例/%				
	均值±标准差	变幅		< 10	10~< 20	20~< 30	30~< 45	>45
2010	23.19±7.91	5.51~62.42	34.1	2.4	33.3	46.7	14.5	3.0
2011	23.80±10.43	1.98~57.85	43.8	8.3	26.7	43.3	16.7	5.0
2012	25.79±8.37	8.23~51.01	32.4	4.6	20.0	50.7	18.5	6.2
2013	25.94±8.28	2.13~45.00	31.9	2.2	19.1	42.7	35.9	1.1

2.4.3 土壤碱解氮含量的变化

由表6可知，2010—2013年，宜良植烟土壤碱解氮含量平均值为84.33~118.63 mg/kg，变异系数为29.2%~41.4%，有机质含量均在60~120 mg/kg的适

宜范围^[6-7]内。2012—2013年与2010—2011年相比，碱解氮含量高于120 mg/kg的土壤比例出现了较大幅度的提高，而碱解氮含量低于60 mg/kg的土壤比例却有所降低。

表 6 2010—2013 年宜良植烟土壤碱解氮含量及其分级比例

年份	碱解氮含量/(mg·kg ⁻¹)		变异系数/%	分级比例/%				
	均值±标准差	变幅		< 30	30~< 60	60~< 120	120~< 150	>150
2010	88.64±46.86	42.70~268.50	39.4	6.0	15.7	66.9	6.6	4.8
2011	84.33±31.79	11.33~177.34	37.7	5.0	16.7	66.7	10.0	1.7
2012	118.63±49.13	36.54~272.97	41.4	0.0	4.6	58.5	18.5	18.5
2013	110.76±32.31	19.95~191.95	29.2	2.2	2.5	52.8	32.6	7.9

2.4.4 土壤速效磷含量的变化

由表7可知，2010—2013年，宜良植烟土壤速

效磷含量平均值为25.99~40.01 mg/kg，基本在10~40 mg/kg的适宜范围^[6-7]内。变异系数为77.3%~119.0%。

速效磷含量平均值逐年增高,同时,速效磷含量超过40 mg/kg的土壤比例也不断增高,含量在10~40 mg/kg适宜范围和含量低于10 mg/kg的土壤比例却

不断降低。约40%土壤供磷过高,12.3%的土壤低于10 mg/kg,处于缺磷状态。

表 7 2010—2013 年宜良植烟土壤速效磷含量及其分级比例

Table 7 Changes of rapidly available P content and the percentages of the differently graded soils in Yiliang tobacco-growing area from 2010 to 2013

年份	有效磷含量/(mg·kg ⁻¹)		变异系数/%	分级比例/%		
	均值±标准差	变幅		< 10	10~< 40	>40
2010	25.99±30.65	1.00~212.90	117.9	25.3	59.8	14.8
2011	26.16±21.03	2.65~86.41	80.3	23.3	53.3	23.3
2012	38.19±45.66	1.91~256.77	119.0	18.5	49.2	32.3
2013	40.01±30.96	0.02~176.02	77.3	12.3	47.2	39.3

2.4.5 土壤速效钾含量的变化

由表8可知,2010—2013年,宜良植烟土壤速效钾含量平均值为177.39~269.49 mg/kg,变异系数为55.9%~82.3%,速效钾处在适宜的范围^[6-7]内。土

壤速效钾含量逐年增高,2013年速效钾含量比往年提高。相对缺钾或严重缺钾的土壤比例较2010年降低了21.1%,但整个植烟区仍有近1/4的土壤速效钾含量处在低于150 mg/kg的临界水平。

表 8 2010—2013 年宜良植烟土壤速效钾含量及其分级比例

Table 8 Changes of rapidly available K content and the percentages of the differently graded soils in Yiliang tobacco-growing area from 2010 to 2013

年份	有效钾含量/(mg·kg ⁻¹)		变异系数/%	分级比例/%				
	均值±标准差	变幅		< 80	80~< 150	150~< 220	220~< 350	>350
2010	177.39±99.29	31.90~612.80	55.9	12.7	33.1	22.9	26.1	5.1
2011	177.79±131.62	42.75~738.70	74.0	20.0	33.3	25.0	13.3	10.0
2012	213.71±175.95	47.77~816.50	82.3	15.4	33.8	16.9	16.9	16.9
2013	269.49±178.72	40.47~934.11	66.3	5.6	19.1	24.7	30.3	20.2

2.4.6 土壤有效镁含量的变化

由表9可知,2010—2013年,宜良植烟土壤有效镁含量平均值为263.74~295.08 mg/kg,变异系数为52.7%~74.5%,有效镁含量较高^[6-7]。含量高于400 mg/kg(富镁水平)的土壤比例逐年降低,而含量

在200~400 mg/kg的土壤比例则同有效镁含量平均值一样表现出逐年升高的趋势。全县超过60%的土壤镁含量过高或极高,8%左右的土壤镁含量稍低或较低。

表 9 2010—2013 年宜良植烟土壤有效镁含量及其分级比例

Table 9 Changes of available Mg content and the percentages of the differently graded soils in Yiliang tobacco-growing area from 2010 to 2013

年份	有效镁含量/(mg·kg ⁻¹)		变异系数/%	分级比例/%				
	均值±标准差	变幅		< 50	50~< 100	100~< 200	200~< 400	> 400
2010	298.02±189.32	43.23~987.05	63.5	2.1	6.4	39.2	23.1	29.2
2011	295.08±220.04	37.49~1 271.93	74.5	3.3	5.0	40.0	25.0	26.7
2012	267.70±163.00	64.20~954.73	60.9	0.0	10.8	26.2	44.6	18.5
2013	263.74±139.17	9.84~651.84	52.7	1.1	6.7	28.1	49.4	14.6

2.4.7 土壤有效锌和有效硼含量的变化

由表10、11可知,2010—2013年,宜良植烟土壤有效锌含量平均值为1.86~5.53 mg/kg,2010—

2012年有效锌含量适宜^[6-7]。2013年开始,有效锌含量高于5 mg/kg的高锌土壤比例急剧增高,缺锌和锌含量适宜的土壤比例有较大幅度的降低。有效

硼含量平均值为0.44~0.85 mg/kg，前3年土壤硼含量较低，但2013年开始，硼含量恢复到适宜范围，且硼含量平均值和含量在0.5~1.0 mg/kg适宜范围的土壤比例呈现出逐年增高的趋势。全县硼含量平均值为0.85 mg/kg，仍有近20%土壤缺硼，20%土壤硼含量过高。

表 10 2010—2013 年宜良植烟土壤有效锌含量及其分级比例

Table 10 Changes of available Zn content and the percentages of the differently graded soils in Yiliang tobacco-growing area from 2010 to 2013

年份	有效锌含量/(mg·kg ⁻¹)		变异系数/%	分级比例/%		
	均值±标准差	变幅		< 1.0	1.0~< 5.0	>5.0
2010	1.86±0.35	0.15~16.7	18.8	30.1	64.2	5.7
2011	2.01±0.28	0.12~15.5	13.9	30.9	61.9	7.2
2012	1.98±0.26	0.09~15.7	13.1	32.3	61.5	6.2
2013	5.53±3.84	0.63~21.0	69.4	4.5	51.7	43.8

表 11 2010—2013 年宜良植烟土壤有效硼含量及其分级比例

Table 11 Changes of available B content and the percentages of the differently graded soils in Yiliang tobacco-growing area from 2010 to 2013

年份	有效硼含量/(mg·kg ⁻¹)		变异系数/%	分级比例/%				
	均值±标准差	变幅		< 0.2	0.2~< 0.5	0.5~< 1.0	1.0~< 1.5	>1.5
2010	0.44±0.21	0.11~1.62	47.70	8.2	63.8	24.5	1.6	1.9
2011	0.46±0.24	0.09~1.57	52.20	6.7	61.7	28.3	1.7	1.7
2012	0.47±1.50	0.22~6.94	3.19	7.7	52.3	36.9	1.5	1.5
2013	0.85±0.36	0.29~1.97	42.30	0.0	18.7	58.4	17.9	4.9

2.4.8 土壤水溶性氯含量的变化

由表12可知，2010—2013年，宜良植烟土壤水溶性氯含量除2010年偏高外，其余年份都在适宜范围^[6-7]内。2011年，高氯土壤比例较2010年出现了较大幅度的下降，氯含量在5~25 mg/kg 适宜烤烟生长

的土壤比例大幅增加。但2011年后，氯含量平均值以及高氯土壤比例逐年增高，含氯量5~25 mg/kg的土壤比例从2011年的69.6%下降到2013年的45.2%，而含量在25~40 mg/kg和含量超过40 mg/kg的土壤比例则分别增加了9.9%和8.4%。

表 12 2010—2013 年宜良植烟土壤水溶性氯含量及其分级比例

Table 12 Changes of water-soluble Cl⁻ content and the percentages of the differently graded soils in Yiliang tobacco-growing area from 2010 to 2013

年份	水溶性氯离子含量/(mg·kg ⁻¹)		变异系数/%	分级比例/%				
	均值±标准差	变幅		< 2	2~< 5	5~< 25	25~< 40	>40
2010	42.17±42.68	2.84~247.10	103.5	0.1	0.6	53.5	31.2	14.6
2011	20.55±23.11	2.21~143.20	112.4	0.0	7.9	69.6	15.2	7.3
2012	22.56±25.21	1.37~156.16	111.7	3.1	21.5	43.1	18.5	13.8
2013	25.86±18.64	6.32~113.77	72.1	1.8	12.2	45.2	25.1	15.7

3 讨 论

对2010—2013年宜良县植烟土壤养分测定并进行综合评价，结果表明，宜良县植烟土壤pH和有机质、碱解氮、速效钾、有效硼含量适宜，速效磷、有效镁、有效锌和水溶性氯含量偏高。7个植烟乡镇中，针对狗街植烟土壤的碱解氮、速效磷、有效锌和有效硼以及竹山的碱解氮、速效磷、有效锌和水

溶性氯含量偏高，汤池的有效镁、马街的有效锌和水溶性氯含量超过适宜范围的土壤肥力状况，应采取严格控制相应肥料的施用量的栽培管理措施。

宜良植烟区土壤肥力适宜性Ⅰ级比例为20%，Ⅱ级比例为47.7%，Ⅲ级比例为29.3%，Ⅳ级比例为1.5%，Ⅴ级比例为1.5%；土壤肥力适宜性指数平均值为0.61，处在Ⅱ级范围内，变异系数为0.19%，植烟土壤肥力状况良好。耿家营、狗街和竹山的肥力

适宜性指数较高,肥力状况良好,而马街和古城的肥力适宜性指数偏低,土壤肥力有待进一步提高。

2010—2013年,宜良烟区土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量逐年增高,这与相关部门和烟农对施肥的重视程度密不可分。但2013年的测土结果显示,速效磷含量已经超出了适宜植烟范围,因此,在今后的生产中应贯彻“控N、降P、稳K”的指导思想,以防止养分的富集。同时,部分烟区土壤养分已经出现了两极发展的态势,目前全县植烟区域有37%的土壤有机质含量过高,7.9%的土壤N含量过高,39.3%的土壤富磷,20.2%的土壤钾含量过高,且富N、富P、富K的土壤比例呈上升的趋势。在今后的生产中,各乡镇、各村组应该根据各地土壤供肥能力的实际情况进行施肥调整。整个植烟区pH值逐年降低,呈现出潜在的酸化势头,这与有效镁含量变化趋势一致,镁含量的降低是否是导致pH降低的主要原因^[15],还须进一步验证。但有必要在生产中适当增加碱性肥料的施用量,以防止植烟土壤的酸化。微量元素养分锌肥、氮肥含量逐年升高,部分烟区已经严重超标,这些地区应适当减少锌肥和氮肥的施用量。

参考文献:

- [1] 肖金香,刘正和,王燕,等.气候生态因素对烤烟产量与品质的影响及植烟措施研究[J].中国生态农业学报,2003,11(4):158-160.
- [2] 史宏志,邱慧慧,赵晓丹,等.豫中烤烟烟碱和总氮含量与中性香气成分含量的关系[J].作物学报,2009,35(7):1299-1305.
- [3] 胡国松,傅建政,张丙孝,等.目前我国烤烟烟叶质量的若干限制因子[J].中国烟草科学,1999,22(4):12-15.
- [4] 李强,周冀衡,杨荣生,等.曲靖植烟土壤养分空间变异及土壤肥力适宜性评价[J].应用生态学报,2011,22(4):950-956.
- [5] 李强,周冀衡,张一扬,等.基于地统计学的曲靖植烟土壤主要养分丰缺评价[J].烟草科技,2012(11):69-73.
- [6] 王宏伟,张留臣,普云飞,等.云南省峨山县植烟土壤肥力的综合评价及变异分析[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2012,38(5):530-534.
- [7] 谭智勇,周冀衡,王超,等.云南保山市植烟土壤养分含量及肥力适宜性评价[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2013,39(3):429-434.
- [8] 李忠环,赵正雄,罗以贵,等.昆明市植烟土壤养分状况分区评价[J].土壤通报,2010,41(1):87-92.
- [9] 黄成江,张晓海,李天福,等.植烟土壤理化性状的适宜性研究进展[J].中国农业科技导报,2007,9(1):42-46.
- [10] 陈泽鹏,詹振寿,郭治兴,等.广东植烟土壤肥力综合评价[J].中国烟草科学,2006(1):35-37.
- [11] 宋淑芳,周冀衡,邓小华,等.大理植烟土壤养分含量及其对烟叶生产的适宜性[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2012,38(2):16-20.
- [12] 李梅,张学雷.基于GIS的农田土壤肥力评价及其与土体构型的关系[J].应用生态学报,2011,22(1):129-136.
- [13] 鲁如坤.土壤农业化学分析法[M].北京:中国农业科技出版社,1999.
- [14] 高长波,陈新庚,韦朝海,等.熵权模糊综合评价法在城市生态安全评价中的应用[J].应用生态学报,2006,17(10):1923-1927.
- [15] 许龙,李忠环,陈荣平,等.昆明市植烟土壤2002—2006年养分状况变化动态分析[J].土壤,2009,41(2):282-287.

责任编辑: 罗慧敏

英文编辑: 罗 维