

云南省峨山县植烟土壤肥力的综合评价及变异分析

王宏伟^{1,2}, 张留臣^{2*}, 普云飞², 黄继梅³, 王斌²

(1.湖南农业大学 烟草研究院, 湖南 长沙 410128; 2.云南省玉溪市烟草公司 峨山县分公司, 云南 峨山 653200; 3.云南省玉溪市烟草公司, 云南 玉溪 653100)

摘要: 分别于 2008 年和 2012 年对云南峨山烟区 484 个植烟土壤样点跟踪取样, 并对植烟土壤区域土壤肥力空间和时间变异进行综合分析评价。结果表明 2012 年云南峨山植烟土壤 pH 值为 4.03~8.29, 适宜性比例为 75.83%; 土壤有机质含量为 1.7~71.9 g/kg, 适宜性比例为 76.03%; 速效氮含量为 15~293 mg/kg, 适宜性比例为 88.84%; 速效磷和速效钾适宜性比例均低于 70%, 总体含量偏低。植烟土壤综合评价指标平均值为 0.63, 变异系数为 1.40%, 肥力分布比较均匀, 空间变异小; 根据综合肥力指标(*IFI*)大小将全县土壤肥力分为高、较高、中等、较低和低 5 个等级, 属于中等以上土壤肥力植烟区所占比例为 85.96%, 双江镇、富良棚乡肥力水平较高; 2012 年与 2008 年相比, 植烟土壤 pH 值下降 0.22, 有机质减少 0.44 g/kg, 速效氮增加 4.21 mg/kg, 速效磷减少 0.14 mg/kg, 速效钾增加 21.88 mg/kg, 有效锌增加 0.76 mg/kg, 土壤综合肥力指标值提高 0.08。

关键词: 烟草; 土壤; 肥力; 综合评价; 变异分析; 云南峨山

中图分类号: S158.2 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2012)05-0530-05

Comprehensive evaluation and variation analysis of fertility of tobacco-growing soil in Eshan county of Yunnan province

WANG Hong-wei^{1,2}, ZHANG Liu-chen^{2*}, PU Yun-fei², HUANG Ji-mei³, WANG Bin²

(1.Institute of Tobacco, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2.Yunnan Yuxi Tobacco Companies Eshan County Branch, Eshan, Yunnan 653200, China; 3.Yunnan Yuxi Tobacco Companies, Yuxi, Yunnan 653100, China)

Abstract: The soils in sampling sites of tobacco growing area in Eshan county of Yunnan Province were serially sampled respectively in 2008 and 2012, and comprehensive evaluation was conducted on the spatial and temporal variations of soil fertility. The results showed that the pH values of soil in Eshan, Yunnan were in a range of 4.03–8.29, the contents of organic matter in a range of 1.7–71.9 g/kg, available N in a range of 15–293 mg/kg, and the suitability proportion was 88.84%; the contents of available P and available K were lower than 70%, slightly less than the average. The average of comprehensive evaluation indexes of tobacco-growing soil was 0.63, the coefficient of variation was 1.4%, the fertility was evenly distributed and the spatial variation was small. The fertility of tobacco-growing soil in Eshan was divided into higher, high, medium, low and lower grades according to the *IFI* value. The proportion of area with soil fertility above the medium grade was 85.96%, the soil fertility in tobacco-growing area of Shuangjiangzhen and Fuliangpeng were higher compared to other towns. Compared to 2008, the pH value of tobacco-growing soil decreased by 0.22, the contents of organic matter reduced by 0.44 g/kg, the amount of available N increased by 4.21 mg/kg, the amount of available P decreased by 0.14 mg/kg, available K increased by 21.88 mg/kg, trace element Zn increased by 0.76 mg/kg and soil comprehensive fertility indexes increased by 0.08 in 2012.

Key words: tobacco; soil; fertility; comprehensive evaluation; variation analysis; Eshan county of Yunnan

收稿日期: 2012-07-02

基金项目: 中国烟草总公司云南省公司科学研究与技术开发项目(09YN033)

作者简介: 王宏伟(1974—), 男, 云南峨山人, 硕士研究生, 农艺师, 主要从事烤烟生产技术研究, esyc163@sina.com; *通信作者, zhch525@163.com

良好的土壤环境是发展优质烤烟产业和科学栽培管理,实现烤烟稳产优质的必要条件^[1]。植烟土壤综合评价既是掌握植烟土壤肥力状况的重要手段,又是优质烟生产规划的重要依据,同时还可对植烟土壤的改良、保育和持续发展提供参考。目前,土壤肥力的研究主要集中在年度综合评价^[2-6]和植烟土壤营养元素丰缺诊断方面^[7-10],对植烟土壤肥力的时空变异研究较少。笔者研究了 2012 年云南省峨山的土壤肥力状况,并结合 2008 年的土壤肥力状况,对峨山植烟区域土壤肥力变异情况进行综合分析评价,旨在为烤烟栽培合理施肥和土壤科学保护提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 土样采集

根据植烟区域规划情况,于 2008 年采用 GPS 定位技术在峨山县 8 个植烟乡镇 3 hm² 以上烤烟连片种植区布设 484 个取样点。为反映土壤的真实状况和供肥能力,在土壤整地理墒前,取耕层 20 cm 深度的土样,每个取样点按“S”型取样法,取 5 个点的土样构成 1.0 kg 的混合土样,经过烘干、粉碎、清理杂质后测定 pH 值和有机质、速效氮、速效磷、速效钾含量,并对能提高烟株抗逆性^[1]的中量元素锌的含量进行了测定。2012 年的土样是在 2008 年的基础上跟踪取样,取样地点和取样方式基本一致,以减小分析结果的误差。

1.2 测定项目与方法

参考文献^[11]方法测定土壤 pH 值、有机质、速效氮、速效磷、速效钾和有效锌含量。

1.3 土壤肥力评价方法

1.3.1 适宜性评价

根据文献^[1,5,6],确定植烟土壤 pH 值适宜范围为 5~7.5,有机质适宜范围为 15~45 g/kg,速效氮为 30~150 mg/kg,速效磷为大于 10 mg/kg,速效钾为大于 100 mg/kg,有效锌为大于 0.5 mg/kg。根据各肥力指标适宜范围对植烟土壤肥力指标进行适宜性评价。

1.3.2 综合评价

为避免主观判断对分析结果的影响,根据模糊数学原理,利用隶属度函数,将各项肥力指标标准化为 0.1~1 的无量纲值^[12],利用主成分分析法确定各项肥力指标权重,再采用加和方法计算土壤肥力综合指标值(integrated fertility index, *IFI*),该数值能够反映土壤肥力状况,值越大,土壤肥力越好^[13]。

1) 隶属度函数。隶属度函数是所要评价的肥力指标对烟草生长和质量的影响的数学表达式^[14],比较适合的隶属度函数有 2 种类型,即“S”型隶属度函数和抛物线型隶属度函数。参照文献^[1,5,6]的研究结果,确定各项肥力指标所适用的隶属度函数和阈值(表 1)。

表 1 土壤肥力指标值所属隶属度函数的类型及阈值

Table 1 Types of membership function and threshold values of each fertility index

函数类型	阈值	pH	有机质/(g·kg ⁻¹)	速效氮/(mg·kg ⁻¹)	速效磷/(mg·kg ⁻¹)	速效钾/(mg·kg ⁻¹)	有效锌/(mg·kg ⁻¹)
抛物线形	x_1	5.0	15	30			
	x_2	7.5	45	150			
	x_3	5.5	25	60			
	x_4	7.0	40	120			
“S”型	x_1				10	100	0.5
	x_2				40	250	2

x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 分别为各指标的下临界点、上临界点、下限最优值、上限最优值。

2) 土壤肥力指标权重值的确定。肥力评价指标的权重值为指标对土壤肥力的影响程度或贡献率。采用 SPSS13.0 对 6 项肥力指标进行主成分分析,以特征值大于 1 为选取公因子的条件,求出各项肥力指标的公因子方差,其大小表示该指标对土壤肥

力总体变异的贡献,将公因子方差归一化,得出各项肥力指标的权重。

1.4 土壤肥力变异情况分析

将 2012 年的各项肥力指标及综合肥力指标值与 2008 年的相减,分析近 4 年来土壤肥力变异情况。

1.5 数据处理

采用 Excel 2003 进行数据处理;采用 SPSS 13.0 进行描述性统计分析、因子分析,计算隶属度和权重。

2 结果与分析

2.1 2012年峨山植烟土壤肥力指标的描述性统计

由表 2 可知,峨山烟区的土壤 pH 值为 4.03~8.29,变异系数较低,适宜性比例较高;土壤有机质含量为 1.7~71.9 g/kg,平均值为 23.23 g/kg,变异幅度稍大,适宜性比例较高;速效氮的含量变幅较大,

表 2 2012年云南峨山植烟土壤肥力指标

Table 2 Descriptive statistics of soil fertility index for tobacco-growing area in Eshan county of Yunnan in 2012

指标	最小值	最大值	均值	标准差	变异系数/%	适宜性比例/%
pH	4.03	8.29	6.28	0.99	15.77	75.83
有机质	1.70	71.90	23.23	9.81	42.22	76.03
速效氮	15.00	293.00	100.26	40.79	40.68	88.84
速效磷	0.20	476.80	21.43	27.64	128.91	68.18
速效钾	20.00	839.00	178.18	124.64	69.95	69.42
有效锌	0.23	20.97	1.80	1.44	80.00	97.31

有机质的单位为 g/kg,速效氮、速效磷、速效钾、有效锌的单位为 mg/kg。

表 3 2012年云南峨山植烟区域土壤肥力

Table 3 Status of the contents of soil nutrients in Eshan county of Yunnan in 2012

乡镇	样本数/个	pH	有机质/(g·kg ⁻¹)	速效氮/(mg·kg ⁻¹)	速效磷/(mg·kg ⁻¹)	速效钾/(mg·kg ⁻¹)	有效锌/(mg·kg ⁻¹)
双江	36	6.01±0.47	33.24±9.36	121.69±34.10	29.68±20.59	182.22±139.50	1.96±1.07
小街	53	6.07±1.10	18.86±9.35	89.31±48.72	13.35±12.88	87.98±51.24	1.61±1.29
岔河	40	6.52±0.85	21.57±7.24	96.00±36.45	19.97±18.33	150.13±86.18	2.00±1.37
甸中	97	7.27±0.87	21.98±8.16	95.24±36.94	25.65±50.69	140.15±61.20	1.71±2.32
大龙潭	95	6.19±0.93	19.76±7.66	86.94±35.00	17.52±17.68	195.51±104.87	1.74±0.86
富良棚	67	5.72±0.68	23.31±9.23	110.79±41.28	28.28±20.85	242.15±122.87	2.04±1.21
塔甸	76	5.87±0.76	29.11±11.31	119.67±41.21	19.80±12.46	233.89±186.13	1.77±1.02
化念	20	5.94±0.73	19.94±6.44	77.85±25.62	12.47±9.84	142.25±112.41	1.63±1.20

2.3 峨山植烟土壤肥力的综合性评价

由表 4 可知,pH 值权重最大,说明其对土壤综合肥力影响较大,其次为有机质、速效氮,这 3 项肥力指标权重之和达到了 0.7,对土壤综合肥力具有决定性的作用,过高或过低都会影响烟株的生长;速效磷、速效钾和有效锌 3 项指标对土壤综合肥力影响相对较小。

为 15~293 mg/kg,适宜性比例高;速效磷和速效钾含量变幅均大,特别是速效磷,变异系数达到了 128.91%,2 项肥力指标适宜性比例偏低;有效锌的变异系数也较大,其适宜性比例最高。

2.2 2012年峨山植烟区域土壤肥力

由表 3 可知,甸中植烟区 pH 值偏高,小街植烟区 pH 值变幅较大,各乡镇的 pH 平均值均处在适宜范围内。各乡镇植烟区域有机质总体含量均适中,以双江区域含量偏高,小街、大龙潭、化念区域含量偏低。各乡镇植烟区域速效氮的含量差异较大,其中以双江区域最高,小街、大龙潭和化念烟区含量偏低。小街烟区的速效磷和速效钾含量均偏低,双江、富良棚植烟区域含量高。岔河、富良棚烟区有效锌含量高,小街、化念植烟土壤有效锌含量低。综合分析可知,峨山烟区植烟土壤中速效磷和速效钾含量偏低,以锌肥为代表的中量元素施用受到重视,小街和化念植烟区域土壤肥力偏低。

表 4 各项肥力指标公因子方差和权重

Table 4 Estimated communalities and weight value of fertility index of tobacco-growing soil

指标	公因子方差	权重
pH	0.923 675 703	0.267
有机质	0.732 673 076	0.212
速效氮	0.749 123 936	0.216
速效磷	0.411 739 866	0.119
速效钾	0.134 062 392	0.039
有效锌	0.510 429 439	0.147

由表 5 可知, 云南峨山植烟区域土壤肥力大部分处于中等以上水平, 仅有 14.04% 处于较低或低水平, 主要位于小街镇和甸中镇。小街镇低或较低肥力烟区所占比例为 30.19%, 甸中镇低或较低肥力烟区所占比例为 21.65%。全县肥力水平较高的地点位于双江镇、富良棚乡, 双江镇土壤肥力中等以上的区域所占比例为 97.21%, 高或较高肥力区域所占

比例为 88.88%, 富良棚乡中等以上肥力区域所占比例为 91.05%, 高或较高肥力区域所占比例为 79.11%, 2 个乡镇土壤肥力分布比较平衡, 变异小。其他 4 个乡镇的肥力处于中等以上水平的比例也较高。整体而言, 峨山县植烟区域土壤肥力处于中等以上水平, 适宜于烤烟生产。

表 5 2012 年云南峨山各植烟区域土壤肥力综合评价

Table 5 Comprehensive evaluation of soil fertility in tobacco-growing area of Eshan county of Yunnan in 2012

乡镇	各等级 <i>IFI</i> 所占比例/%					平均值	标准差	变异系数/%
	高 (<i>IFI</i> > 0.8)	较高 (0.6 < <i>IFI</i> < 0.8)	中等 (0.4 < <i>IFI</i> < 0.6)	较低 (0.2 < <i>IFI</i> < 0.4)	低 (<i>IFI</i> < 0.2)			
双江	44.44	44.44	8.33	2.79	0	0.75	0.02	3.12
小街	5.66	33.96	30.19	18.87	11.32	0.51	0.03	5.50
岔河	20.00	47.50	27.50	5.00	0	0.66	0.03	3.82
甸中	11.34	30.93	36.08	19.59	2.06	0.56	0.02	3.34
大龙潭	16.84	41.05	26.32	13.68	2.11	0.61	0.02	3.06
富良棚	32.84	46.27	11.94	8.95	0	0.71	0.02	3.11
塔甸	30.26	42.11	19.74	6.58	1.31	0.68	0.02	3.15
化念	25.00	40.00	30.00	5.00	0	0.67	0.04	5.99

2.4 云南峨山烟区土壤肥力变异分析

对 2008 年所取土壤肥力检测结果进行分析和综合肥力指标计算(表 6)。甸中 pH 值偏高; 有机质含量以双江含量最高; 速效氮、速效磷、速效钾、

有效锌总体含量均处于适宜范围内, 双江、富良棚、塔甸含量较高, 小街、甸中 2 个乡镇含量偏低; 小街、甸中 2 个乡镇综合肥力处于中等水平, 富良棚、塔甸、化念 3 个乡镇总体肥力处于较高水平。

表 6 2008 年云南峨山各植烟区域土壤肥力指标及综合肥力

Table 6 Soil fertility index and the comprehensive soil fertility in tobacco-growing area of Eshan county of Yunnan in 2008

乡镇	pH	有机质/(g·kg ⁻¹)	速效氮/ (mg·kg ⁻¹)	速效磷/ (mg·kg ⁻¹)	速效钾/ (mg·kg ⁻¹)	有效锌/ (mg·kg ⁻¹)	<i>IFI</i>
双江	6.13	33.49	121.08	20.78	204.58	1.19	0.59
小街	6.21	24.18	78.43	12.55	91.45	0.72	0.45
岔河	6.96	17.64	83.75	15.29	133.35	1.58	0.54
甸中	7.63	23.22	84.60	19.69	137.10	0.84	0.48
大龙潭	6.41	20.61	91.94	22.32	155.33	0.91	0.56
富良棚	5.82	22.77	102.28	26.76	187.93	1.43	0.61
塔甸	6.02	28.16	118.33	28.98	191.04	0.96	0.60
化念	6.20	19.26	91.75	19.62	147.05	0.99	0.60

将 2012 年各项肥力指标和综合指标减去 2008 年各相应指标值, 结果列于表 7, 可以看出, 经过近 4 年的生产利用, 峨山县植烟土壤各项肥力指标及综合肥力指标有较大变化。植烟土壤 pH 都有所下降。相关研究结果^[15]表明, 中性或弱酸性土壤更适宜于优质烤烟生产, 说明峨山植烟区域土壤 pH 值正向更适宜性演化。有机质含量总体减少, 主要表现在小街镇植烟区域, 其次为甸中植烟区域。除速

效磷外, 速效氮和速效钾的含量都增加。各植烟区域 *IFI* 都表现为增高。2008—2012 年, 峨山部分山地烟区重栽培轻管理现象比较突出, 比较依赖施用无机肥料, 忽视土壤的改良, 导致有机质含量下降, 无机矿质元素大幅增加。这虽然在表面上提高了土壤的综合肥力, 但对土壤的长期可持续使用会产生不利影响。

表7 2012年与2008年土壤肥力指标及综合肥力差值
Table 7 Comparison of soil fertility index and comprehensive soil fertility between 2012 and 2008

乡镇	差值						
	pH	有机质	速效氮	速效磷	速效钾	有效锌	IFI
双江	-0.12	-0.25	0.61	8.89	-22.36	0.77	0.16
小街	-0.15	-5.32	10.87	0.80	-3.47	0.89	0.06
岔河	-0.43	3.93	12.25	4.69	16.78	0.42	0.12
甸中	-0.36	-1.25	10.64	5.95	3.05	0.87	0.08
大龙潭	-0.22	-0.84	-5.00	-4.80	40.18	0.83	0.05
富良棚	-0.09	0.54	8.51	1.51	54.22	0.61	0.10
塔甸	-0.15	0.95	1.34	-9.18	42.86	0.81	0.08
化念	-0.26	0.68	-13.90	-7.16	-4.80	0.64	0.07

有机质的单位为 g/kg,速效氮、速效磷、速效钾、有效锌
的单位为 mg/kg。

3 结论与讨论

本研究结果表明,云南峨山植烟区域土壤综合肥力比较适宜于优质烤烟生产,土壤 pH 值处于适宜范围内,有机质含量适中,速效氮含量丰富,中量元素有效锌含量高,适宜性比例高,部分植烟区域的速效磷和速效钾含量适宜性比例稍低。峨山植烟区域土壤综合肥力指标值范围为 0.51~0.75,平均为 0.63,有 61.37%的植烟区域肥力指标处于较高以上水平,仅有 14.04%的土壤处于较低或低水平。综合肥力指标变异系数较小,植烟土壤肥力总体状况良好。

从近年来峨山烟区土壤各项肥力指标和综合肥力指标变异情况来看,植烟土壤 pH 值呈下降趋势,向适宜于烤烟生长的方向转化。速效氮、速效钾含量总体表现为增加,特别是速效钾含量总体增幅较大。近年来峨山县植烟区域重视氮肥和钾肥以及中微量元素肥的施用。总体来看,整个峨山植烟区域的土壤依然表现为钾含量偏低,适宜性比例在 70%以下,施肥时需要继续加大钾肥的施用量。大龙潭、塔甸等部分区域的植烟土壤速效磷含量呈下降趋势,磷素缺乏会造成植株生长不良,抗病力下降,成熟迟缓,影响烟叶品质^[15],施用钾肥的同时,也要注重磷肥的施用。以小街和甸中为代表的部分山地烟区重索取、少投入,对植烟土壤的养护不够,造成了土壤有机质含量下降,而有机质是衡量土壤肥力的关键因素,对促进烟叶生长发育、形成优良

烟叶品质具有非常重要的作用;因此,山地烟区应加大秸秆还田、农家肥堆沓施用等培肥措施,加强对植烟土壤的保育,以促进生产持续发展。

参考文献:

- [1] 杨义三. 玉溪烤烟土壤管理与施肥[M]. 昆明: 云南科学技术出版社, 2008.
- [2] 何轶, 何伟, 周冀衡, 等. 云南施甸烟区植烟土壤养分状况综合评价[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2009, 35(5): 537-541.
- [3] 李恒, 罗华元, 王绍坤, 等. 红云集团原料基地植烟区土壤养分状况评价[J]. 云南农业大学学报, 2009, 24(4): 580-585.
- [4] 蔡艳, 张毅, 朱海涛, 等. 广元市元坝区植烟土壤养分状况综合评价[J]. 河南农业科学, 2009(5): 57-60.
- [5] 赵文田, 刘海轮, 吕家珑, 等. 陕西陇县烤烟种植区土壤养分的测定与肥力综合评价[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2009, 37(9): 123-128.
- [6] 黎妍妍, 许自成, 肖汉乾, 等. 湖南省主要植烟区土壤肥力状况综合评价[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2006, 34(11): 179-183.
- [7] 肖汉乾, 罗建新, 王国宝, 等. 湖南省植烟土壤养分丰缺状况的分析[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2003, 29(2): 150-153.
- [8] 袁有波, 石俊雄, 符平辉, 等. 贵州省黔西县植烟土壤主要养分状况评价[J]. 贵州农业科学, 2005, 33(4): 30-32.
- [9] 黎妍妍, 张翔, 许自成, 等. 河南烟区土壤养分丰缺状况分析[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(10): 2207-2208.
- [10] 罗建新, 石丽红, 龙世平, 等. 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.
- [11] 李酉开. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 1983.
- [12] 马强, 宇万太, 赵少华, 等. 黑土农田土壤肥力质量综合评价[J]. 应用生态学报, 2004, 15(10): 1916-1920.
- [13] 吕晓男, 陆允甫, 王人潮. 土壤肥力综合评价初步研究[J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 1999(4): 378-382.
- [14] 陈海生, 叶协锋, 刘国顺, 等. 基于 GIS 的河南省南阳市植烟田土壤肥力适宜性评价[J]. 农业系统科学与综合研究, 2007, 23(4): 498-502.
- [15] 胡荣海. 云南烟草栽培学[M]. 北京: 科学出版社, 2007.

责任编辑: 杨盛强