

湖南省主要植烟区土壤肥力状况综合评价

黎妍妍¹, 许自成¹, 肖汉乾², 王 林¹

(1 河南农业大学 农学院, 河南 郑州 450002; 2 湖南省烟草公司, 湖南 长沙 410007)

[摘 要] 对湖南省12个主要植烟县(市)1 612个土壤样品的养分指标进行了测定,并运用主成分分析法确定了各土壤养分指标的权重,通过估算土壤肥力综合指标值(IFI)对湖南植烟区土壤肥力进行了综合评价。结果表明:(1)湖南植烟区土壤中有有机质和氮素养分含量较高,磷素(全磷和有效磷)和钾素(全钾和有效钾)的养分含量较低,土壤pH值、有效硫和水溶性氯含量适宜;(2)湖南植烟区的土壤肥力存在广泛变异,全省IFI的变异为0.127~0.968,平均0.547,变异系数19.17%;(3)根据IFI大小将全省土壤肥力分为高、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的比例为92.3%,其中龙山和浏阳的IFI平均值较高,东安和衡南的IFI平均值较低,其余地区IFI平均值居中。

[关键词] 主成分分析;植烟区;综合评价;土壤养分;湖南省

[中图分类号] S572; S158.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)11-0179-05

烟草是我国重要的经济作物,其品质形成与生长的环境条件,特别是与土壤环境、养分供应间的平衡及协调密切相关。研究^[1-2]表明,土壤养分的丰缺状况和供应强度直接影响烟草的生长发育、产量和品质。土壤肥力综合评价既是获取土地质量状况的重要手段,又是农业开发和土地利用规划中一项重要的基础性工作,可为土壤合理利用提供科学依据^[3-5]。就我国烟区而言,已有的研究主要集中在植烟土壤各种营养元素的丰缺诊断方面^[2,6-8],而对植烟土壤养分进行综合评价的研究还较少。用于土壤肥力综合评价的方法较多,常用的有主成分分析法、聚类分析法、因子分析法、指数法和判别分析法、模糊数学法、因子加权综合法^[9]。湖南常年植烟面积1.65万hm²,收购量11.5万t,是我国重要的优质烤烟主产区之一。本研究根据模糊数学原理,采用主成分分析法估算不同指标的权重,对湖南主要植烟区土壤养分状况进行了综合评价,以期为研究烟草专用肥配方和制定施肥方案,提高肥料利用率,实现烟叶优质适产提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 土壤样品采集

2002年在湖南省12个烟叶主产县(市)采集土

壤样品1 612个,其中东安县16个、蓝山县94个、新田县123个、龙山县196个、浏阳市246个、凤凰县102个、宁远县131个、江华县143个、桂阳县345个、衡南县43个、永兴县73个、嘉禾县100个。土壤样品的采集时间选在烟草尚未施用底肥和移栽前,以反映采样地块的真实养分状况和供肥能力,同时注意避开雨季。土样采集使用GPS定位技术,取耕层土壤20cm深度的土样,在同一采样单元内每8~10个点的土样构成一个0.5kg左右的混合土样。土样经登记编号后进行预处理,经过风干、磨细、过筛、混匀、装瓶后备用。

1.2 测定方法

土壤有机质、全氮与碱解氮、全磷与有效磷、全钾与有效钾、有效硫、水溶性氯含量及土壤pH值的测定均参考文献[10]的方法。

1.3 土壤肥力评价方法

土壤综合肥力指标值(Integrated Fertility Index, IFI)是一个反映土壤养分肥力状况的指标值,其大小表示土壤综合肥力的等级。计算公式为:

$$IFI = \sum_{i=1}^p W_i N_i \quad (1)$$

式中, N_i 和 W_i 分别为第*i*种肥力指标的隶属度值和相应的权重系数。试验全部数据分析采用SPSS 10

〔收稿日期〕 2005-11-03

〔基金项目〕 国家烟草专卖局重点科技攻关项目(110200401017);河南省杰出人才创新基金项目(0421001900)

〔作者简介〕 黎妍妍(1982-),女,河南鹿邑人,在读硕士,主要从事烟草营养与烟叶质量评价研究。

〔通讯作者〕 许自成(1964-),男,河南汝南人,教授,博士,主要从事烟草品质生态、烟草营养与烟叶质量评价研究。

0 软件^[11]完成。

1.3.1 土壤肥力指标隶属度的估算 为避免计算结果受数量级不同的影响,先对土壤各项肥力指标值进行标准化处理^[12-13]。本研究采用求隶属度的方

法对原始数据进行处理。常用的隶属函数有两种类型,即S型和抛物线型,其相应的函数形式和折线图分别见公式(2)、公式(3)和图1,其中公式(2)代表S型隶属函数,公式(3)代表抛物线型隶属函数。

$$f(x)=\begin{cases} 0, x\geq x_2 \\ 0.9(x-x_1)/(x_2-x_1)+0.1, x_1\leq x\leq x_2 \\ 0.1, x\leq x_1 \end{cases} \tag{2}$$

$$f(x)=\begin{cases} 0.1, x\leq x_1; x\geq x_2 \\ 0.9(x-x_1)/(x_3-x_1)+0.1, x_1\leq x\leq x_3 \\ 1.0, x_3\leq x\leq x_4 \\ 1.0-0.9(x-x_4)/(x_2-x_4), x_4\leq x\leq x_2 \end{cases} \tag{3}$$

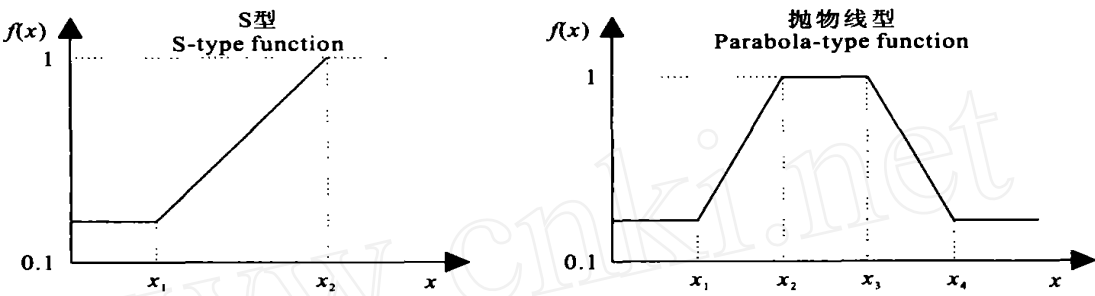


图1 S型和抛物线型隶属函数的折线图

Fig. 1 Curve diagram of S-type function and Parabola-type function

考虑到烟草生长发育对土壤养分的需求,参考关专家建议,确定的各项肥力指标所选用隶属函数的类型和阈值见表1。

表1 土壤肥力指标值所属隶属函数的类型及其阈值

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

阈值 Threshold value	抛物线型 Parabola-type function						S型 S-type function			
	有机质/ (g·kg ⁻¹) O. M.	pH	全氮/ (g·kg ⁻¹) Total N	水溶性氮/ (mg·kg ⁻¹) Water soluble N	碱解氮/ (mg·kg ⁻¹) Hydrolytic N	有效硫/ (mg·kg ⁻¹) A available S	全磷/ (g·kg ⁻¹) Total P	全钾/ (g·kg ⁻¹) Total K	有效磷/ (mg·kg ⁻¹) A available P	有效钾/ (mg·kg ⁻¹) A available K
下临界点(x ₁) Lower limit value	15	5.0	0.9	10	30	12	0.5	9	10	100
下限最优值(x ₃) Optimal value of lower limit	25	5.5	1.4	20	50	24				
上限最优值(x ₄) Optimal value of upper limit	35	7.0	2.5	35	70	90				
上临界点(x ₂) Upper limit value	45	7.5	3.5	45	100	160	1.2	20	20	150

1.3.2 土壤肥力指标权重的确定 在主成分分析法(PCA)中,公因子方差的大小反映了变量在公共性部分的作用或重要性程度。本研究采用将共同度归一化之后的结果作为权重值^[13,17],结果见表2。

2 结果与分析

2.1 湖南主要植烟区土壤养分的含量

从表3可以看出,湖南主要植烟区的土壤肥力

存在广泛变异。全省植烟区土壤中有机质含量较高,平均为38.44 g/kg,变异系数较大,为35.78%,而其中以嘉禾、蓝山、永兴、桂阳和新田等植烟区有机质含量较高。土壤pH值变幅为4.1~8.7,变异系数16.40%,其中新田和桂阳植烟区土壤pH偏高,浏阳和衡南植烟区土壤pH偏低。氮素养分(全氮、碱解氮)含量较高,变异范围较大,分别为0.92~4.95 g/kg和44~554.4 mg/kg,其中以东安、蓝山、嘉禾植烟

区较高; 磷素养分(全磷和有效磷)含量偏低, 变幅分别为 0.25~3.83 g/kg 和 0.3~163.2 mg/kg, 其中以龙山、凤凰、东安、衡南植烟区较低; 钾素养分(全钾和有效钾)含量不均衡, 变异系数均在 40% 以上, 变幅分别为 2.0~44.9 g/kg 和 11.0~460 mg/kg。有效硫含量总体适宜, 变幅 3.7~217.6 mg/kg, 以桂阳植烟区最高, 凤凰植烟区最低。水溶性氯含量变幅为 0.1~81.3 mg/kg, 变异系数超过 60%, 有 34.7% 的土壤水溶性氯含量在 45 mg/kg 以上, 不适宜优质烤烟生产。

表 2 土壤肥力指标的权重值

Table 2 Weight value of each fertility index					
指标 Index	共同度 Communality	权重值 Weight value	指标 Index	共同度 Communality	权重值 Weight value
有机质 O. M.	0.938 1	0.104	碱解氮 Hydrolytic N	0.886 6	0.099
pH	0.859 0	0.096	有效磷 A available P	0.888 7	0.099
全氮 Total N	0.898 8	0.100	有效钾 A available K	0.938 3	0.104
全磷 Total P	0.859 7	0.096	有效硫 A available S	0.950 5	0.106
全钾 Total K	0.992 0	0.110	水溶性氯 Water soluble Cl	0.770 5	0.086

表 3 湖南主要植烟区的土壤养分含量

Table 3 Status of the contents of soil nutrients in each tobacco-growing area						
地区 Area	样本数 Sample	有机质/(g · kg ⁻¹) O. M.	pH	全氮/(g · kg ⁻¹) Total N	全磷/(g · kg ⁻¹) Total P	全钾/(g · kg ⁻¹) Total K
全省 The whole Province	1612	38.44±13.75	6.70±1.10	2.30±0.77	0.82±0.32	13.26±5.79
东安 Dong'an	16	39.48±7.06	5.62±0.87	3.17±0.65	0.60±0.14	12.89±2.59
蓝山 Lanshan	94	49.98±16.00	7.21±0.85	3.03±0.85	1.17±0.49	9.68±2.79
新田 Xintian	123	44.05±10.07	7.51±0.62	2.62±0.58	0.87±0.19	9.24±2.82
龙山 Longshan	196	25.55±5.81	6.30±0.81	1.53±0.32	0.58±0.18	17.51±5.73
浏阳 Liuyang	246	32.31±5.43	5.37±0.62	1.99±0.30	0.69±0.24	14.78±4.11
凤凰 Fenghuang	102	21.75±4.24	6.16±0.78	1.37±0.23	0.65±0.37	24.66±9.36
宁远 Ningyuan	131	37.87±10.22	7.01±0.94	2.34±0.64	0.78±0.23	11.91±3.21
江华 Jianghua	143	35.11±11.23	6.73±1.10	2.23±0.68	0.73±0.32	12.44±4.21
桂阳 Guiyang	345	46.29±12.81	7.44±0.68	2.64±0.75	1.02±0.23	10.89±3.13
衡南 Hengnan	43	32.99±7.83	5.43±1.06	2.01±0.41	0.57±0.15	12.63±4.05
永兴 Yongxing	73	46.67±9.92	6.94±1.02	2.71±0.49	0.82±0.20	11.96±2.78
嘉禾 Jiahe	100	52.94±13.38	7.23±0.70	2.96±0.70	0.99±0.19	10.68±2.86

地区 Area	样本数 Sample	碱解氮/ (mg · kg ⁻¹) Hydrolytic N	有效磷/ (mg · kg ⁻¹) A available P	有效钾/ (mg · kg ⁻¹) A available K	有效硫/ (mg · kg ⁻¹) A available S	水溶性氯/ (mg · kg ⁻¹) Water soluble Cl
全省 The whole Province	1612	197.25±69.77	21.62±13.37	109.11±52.86	38.77±22.84	18.80±12.15
东安 Dong'an	16	222.49±33.67	17.14±7.41	55.16±15.59	37.40±12.24	17.53±4.93
蓝山 Lanshan	94	256.04±76.34	32.92±14.59	114.85±39.87	43.55±19.56	26.40±9.58
新田 Xintian	123	226.11±46.96	25.88±10.69	95.40±30.60	44.05±18.49	31.46±11.80
龙山 Longshan	196	124.87±27.58	8.17±7.48	190.41±62.31	27.53±17.22	6.94±7.99
浏阳 Liuyang	246	156.73±22.21	21.13±13.56	136.98±54.85	28.61±21.27	12.42±5.20
凤凰 Fenghuang	102	114.37±18.03	6.18±4.91	125.44±40.97	16.21±17.60	8.35±5.01
宁远 Ningyuan	131	216.72±50.63	20.79±9.21	69.44±31.14	42.71±21.57	32.30±10.57
江华 Jianghua	143	183.48±51.39	19.07±10.24	79.01±40.39	27.63±14.79	30.11±10.44
桂阳 Guiyang	345	234.38±67.44	30.68±11.49	107.15±31.44	54.80±21.43	18.99±8.68
衡南 Hengnan	43	194.39±46.34	15.01±6.65	78.12±28.04	42.42±11.50	7.53±3.88
永兴 Yongxing	73	269.30±60.76	20.90±7.83	115.49±30.50	45.06±16.78	19.66±8.10
嘉禾 Jiahe	100	244.65±59.55	27.67±9.84	141.87±37.58	48.95±25.67	15.23±8.23

2.2 湖南主要植烟区土壤肥力状况的综合评价

从表4可以看出, 湖南省1612个土样的综合肥力指标值平均为0.547, 变幅为0.127~0.968, 标准差为0.105, 变异系数为19.2%。

将计算出的土壤综合肥力指标值(IFI)划分为

5个等级, 即: 高(IFI≥0.8)、较高(0.6≤IFI<0.8)、中(0.4≤IFI<0.6)、较低(0.2≤IFI<0.4)和低(IFI<0.2), 则不同植烟区在各土壤等级上所占的比例见表4。从表4可以看出, 从全省范围来看, 绝大部分植烟区土壤处于中等水平(64.0%)和较高

水平(26.7%),土壤肥力状况良好。其中龙山和浏阳土壤综合肥力指标平均值均高于其他各县,分别为0.601和0.582,处于或接近较高水平;东安和衡南的土壤肥力水平较低,其均无样本分布于高和较高水平,且其土壤综合肥力指标平均值均低于0.5。按照土壤综合肥力指标值可将各植烟县(市)分为3类,即龙山和浏阳归于一类,东安和衡南归于一类,剩余的各植烟县为第3类。需要指出的是,并非同一

植烟行政区的所有植烟县均归属于相同类别,如龙山和凤凰虽同属于湘西自治州,但前者土壤综合肥力指标值明显高于后者,且凤凰的土壤肥力状况分布也很不均衡(变异系数为26.1%)。因此,在研究使用烟草专用肥时,不仅要考虑大植烟区的差异,各县(市)还应根据当地土壤的肥力状况做出相应的调整。

表4 湖南主要植烟区土壤肥力综合评价结果

Table 4 Proportion of each soil grade to the total for different tobacco areas

地区 Area	各等级比例/% The proportion of each grade					土壤综合肥力指标值 Integrated fertility index			
	高 Higher (IFI≥0.8)	较高 High (0.6≤IFI<0.8)	中 Medium (0.4≤IFI<0.6)	较低 Lower (0.2≤IFI<0.4)	低 Low (IFI<0.2)	平均值 Mean	标准差 Std	变幅 Range	变异系数/% C.V.
全省 The whole province	1.6	26.7	64.0	7.6	0.1	0.547	0.105	0.127~0.968	19.2
东安 Dong'an	0	0	87.5	12.5	0	0.466	0.068	0.341~0.586	14.7
蓝山 Lanshan	2.1	28.7	63.8	5.3	0	0.558	0.097	0.325~0.871	17.4
新田 Xintian	0	15.4	69.9	14.6	0	0.507	0.095	0.292~0.704	18.7
龙山 Longshan	6.6	40.3	47.4	5.6	0	0.601	0.119	0.282~0.912	19.9
浏阳 Liuyang	0.4	41.5	56.5	1.6	0	0.582	0.085	0.359~0.809	14.6
凤凰 Fenghuang	2.0	19.6	58.8	18.6	1.0	0.508	0.133	0.127~0.847	26.1
宁远 Ningyuan	0	25.2	59.5	15.3	0	0.528	0.110	0.302~0.780	20.8
江华 Jianghua	0.7	25.9	60.1	13.3	0	0.533	0.109	0.289~0.968	20.4
桂阳 Guiyang	1.4	23.2	72.2	3.2	0	0.548	0.093	0.278~0.896	17.0
衡南 Hengnan	0	0	88.4	11.6	0	0.470	0.062	0.302~0.579	13.1
永兴 Yongxing	0	20.5	75.3	4.1	0	0.537	0.089	0.335~0.797	16.6
嘉禾 Jiahe	1.0	19.0	74.0	6.0	0	0.537	0.086	0.329~0.825	15.9

3 讨 论

从土壤-植物-环境整体角度看,土壤肥力是土壤养分针对特定植物的供应能力,以及土壤养分供应植物时环境条件的综合体现^[18]。土壤肥力高低不仅受土壤养分和植物吸收能力的独立作用,更取决于各因子的协调程度^[15]。烟草的正常生长与成熟需要适量的各种营养元素,营养元素缺乏或比例失调会使烟株的生长、生理代谢发生障碍或异常变化。对植烟土壤养分含量进行综合评价,有助于筛选烟草专用肥配方,使土壤养分供应与烟草生长发育规律相吻合。罗建新等^[8]曾对湖南植烟区土壤的主要养分指标进行了等级划分,评价了湖南烟区的养分状况,侧重比较了以1年内烟稻复种连作为主的湘

南烟区和以旱地烟为主的湘西烟区的土壤养分特点。本研究在分析湖南烟区土壤肥力状况的基础上,侧重采用综合评价方法估算土壤肥力综合指标值,对全省以及不同地区的土壤肥力状况进行了总体评价。评价结果表明,湖南植烟区土壤肥力综合指标值平均为0.547,分别有64.0%和26.7%的土壤处于中等和较高水平;各植烟县(市)的土壤综合肥力指标值分布于0.466~0.601,肥力等级也大多属于中等和较高水平,表明植烟土壤肥力状况总体良好,其中以龙山和浏阳肥力水平最高。湖南植烟区土壤中有有机质、氮素养分含量较高,这可能与湖南土壤长期以种稻为主,经常施用大量有机肥料有关;磷素(全磷和有效磷)和钾素(全钾和有效钾)的养分含量较低,土壤pH值、有效硫和水溶性氯含量适宜。因此,在

施肥中应注意降氮、补磷、增钾。

目前,有关土壤肥力综合指标值的分析方法较多^[9],有关参评指标的选用^[18],以及隶属度函数曲

线转折点的确定^[13]等均可影响最后的评价结果,因此,在应用中应根据当地植烟区的实际情况综合考虑确定。

[参考文献]

- [1] 赵兴,刘卫群,张维理,等.中国烟草平衡施肥技术研究现状与展望[J].中国烟草学报,2003(增刊):30-35
- [2] 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
- [3] 林志垒.主成分分析、聚类分析在耕地适宜性评价中的应用[J].甘肃教育学院学报:自然科学版,2001,15(2):40-46
- [4] 苏海民,陈健飞.土地适宜性的综合评判物元模型[J].曲阜师范大学学报,2005,31(1):115-119
- [5] 付大友,袁东.聚类分析在土壤研究中的应用[J].四川理工学院学报:自然科学版,2005,18(2):66-72
- [6] 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
- [7] 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
- [8] 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
- [9] 郑立臣,宇万太,马强,等.农田土壤肥力综合评价研究进展[J].生态学杂志,2004,23(5):156-161
- [10] 李西开.土壤农业化学常规分析方法[M].北京:科学出版社,1983
- [11] 余建英,何旭宏.数据统计分析与SPSS应用[M].北京:人民邮电出版社,2003
- [12] 夏建国,李廷轩,邓良基,等.主成分分析法在耕地质量评价中的应用[J].西南农业学报,2000,13(2):51-55
- [13] 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
- [14] 骆伯胜,钟继洪,陈俊坚.土壤肥力数值化综合评价研究[J].土壤,2004,36(1):104-106
- [15] 胡国松,郑伟,王震东,等.烤烟营养原理[M].北京:科学出版社,2000
- [16] 许自成,刘国顺,刘金海,等.铜山烟区生态因素和烟叶质量特点[J].生态学报,2005,25(7):1748-1753
- [17] 李祚泳,丁晶,彭荔红.环境质量评价原理与方法[M].北京:化学工业出版社,2004
- [18] 骆东奇,白洁,谢德体.论土壤肥力评价指标和方法[J].土壤与环境,2002,11(2):202-205

The comprehensive evaluation of soil fertility status for tobacco-growing areas in Hu'nan province

L I Yan-yan¹, XU Zi-cheng¹, XIAO Han-qian², WANG Lin¹

(1 College of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002, China;

2 Tobacco Corporation of Hu'nan Province, Changsha, Hu'nan 410007, China)

Abstract: 10 soil nutrient indexes of 1 612 soil samples from 12 main tobacco-growing counties in Hu'nan province were determined. The method of principal component analysis was employed to determine the weight value of each index, and the soil feasibility for Hu'nan tobacco-growing area was evaluated by estimating integrated fertility index (IFI) of each soil sample. The results indicated that: (1) contents of organic matters, total N and hydrolytic N in Hu'nan tobacco-growing soils were rich, but contents of P (total P and available P) and K (total K and available K) in soils were low. pH value, available S and water soluble Cl were suitable. (2) There existed significant variation for the soil fertility of Hu'nan tobacco-growing area. IFI values of the whole province ranged from 0.127 to 0.968, with the mean of 0.547 and the coefficient variation of 19.17%. (3) According to IFI values, soil fertility of the whole province could be classified into five grades: higher, high, medium, low and lower. The proportion of soil fertility grades above medium was 92.3%. The IFI values of Longshan and Liuyang were higher; those of Dong'an and Hengnan were lower; and those of other counties were medium.

Key words: principal component analysis; tobacco-growing area; comprehensive evaluation; soil nutrient; Hu'nan province