

马龙县植烟土壤养分空间变异特征及适宜性评价^①

李强¹, 周冀衡^{1*}, 杨荣生², 张拯研², 张一扬¹, 解燕², 黄夸克², 刘加红²

(1 湖南农业大学烟草研究院, 长沙 410128; 2 云南省烟草公司曲靖市公司, 云南曲靖 655000)

摘要: 采用 GPS 定位技术, 在马龙县进行大规模的植烟土壤取样, 对区域内植烟土壤养分状况的总体特征、空间变异特征进行了研究, 并基于地统计学方法和模糊数学原理对植烟土壤养分适宜性进行综合评价。结果表明: 马龙县植烟土壤 pH、有机质、有效 S 和水溶性 Cl 含量适宜, 全 N 和碱解 N 含量偏高, 速效 P、速效 K、有效 Ca、有效 Mg、有效 Cu、有效 Fe、有效 Mo 和有效 Mn 含量丰富, 有效 Zn 含量中等, 全 P、全 K 和有效 B 含量偏低; 区域内植烟土壤养分指标均表现为各向异性分布, 其中有效 Ca、pH、水溶性 Cl、有效 B 和速效 K 等 5 项养分的空间变异主要受随机因子影响, 其他养分指标的空间变异同时受结构性因素和随机性因素影响; 马龙县植烟土壤适宜性空间分布图表明, 土壤养分适宜性指数为优的区域占研究区域总面积的 0.19%, 为良的区域占 19.63%, 为一般的区域占 59.17%, 为中等的区域占 21.01%, 为差的区域占 0%。

关键词: 植烟土壤; 养分; 地统计学; 空间变异; 适宜性

中图分类号: S15

土壤是一个随时间、空间变化的动态系统, 受自然、社会、经济多种因素的影响, 使得土壤养分具有高度的空间异质性。土壤特性的空间变异研究越来越受到人们的重视, 研究某一区域土壤养分空间变异特征, 对土地资源利用、农业技术推广以及生态环境保护等具有重要意义^[1]。地统计学已经被证明是分析土壤性质空间分布特征及其变异规律最有效的方法之一^[2]。随着地理信息技术的发展和大量相关软件的问世, 利用地统计学和 GIS 技术相结合的方法研究土壤性质空间变异已成为目前相关领域的研究热点之一^[3-4]。

烟草是一种土壤适应性较广的作物, 在不同的土壤上均可以生长, 然而烟叶品质对土壤养分状况的反应十分敏感。适宜的土壤养分含量是烟草优质、适产的重要基础^[5]。植烟田土壤肥力适宜性评价是指通过对某区域内各土壤肥力因素的综合评分来确定其对烤烟种植的适宜性程度^[5]。近年来, 有关植烟土壤养分的空间变异特征及土壤养分适宜性评价的研究有大量报道^[6-8]。但对云南烟区相关的研究报道较少。本研究以云南省东部的马龙县为研究对象, 利用地统计学、GIS 和模糊数学方法相结合的方法分析了植烟土壤养分的空间变异特征, 对植烟土壤的养分适宜性进行了

综合评价, 以期为马龙县植烟土壤养分管理与施肥决策提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域概况

马龙县位于云南省东部, 地跨 103°16' ~ 103°45'E, 25°8' ~ 25°37'N, 总面积 1 638.38 km²。马龙烟区属季风气候型, 海拔 1 772 ~ 2 469 m, 年均日照为 2 100 h 以上, 年均气温 13.6℃, 年均降水量 991.5 mm, 无霜期 241 天。国土面积 16.38 万 hm², 红壤、紫色土、水稻土约占 90%。马龙烟叶是各工业企业争购的特色优质烟叶, 目前年均烟叶产量达 1.5 万 t, 但仍供不应求。

1.2 样品采集和分析

1.2.1 样品采集 2008 年 4 月, 采用 GPS 定位技术, 对马龙县 8 个植烟乡镇的基本烟田进行定位取样。研究区内一共布置 144 个取样点 (图 1), 取样点根据基本烟田分布情况进行布置, 遵循均匀性、代表性的原则。田间取样时, 用手持式 GPS 定位, 记录采样点的经纬度和高程, 以定位点为中心, 在半径 10 m 的圆形区域内多点 (10 个点) 混合取样, 取样深度 0 ~ 20 cm, 用四分法取大约 1 kg 土样带回实验室。

^①基金项目: 国家烟草专卖局重大专项 (110200902035, 110200801036) 和湖南省研究生创新项目 (CX2010B309) 资助。

* 通讯作者 (jhzhou2005@163.com)

作者简介: 李强 (1982—), 男, 江苏仪征人, 博士, 主要研究方向为烟草科学与工程技术和农业可持续发展。E-mail: zqiangli@126.com

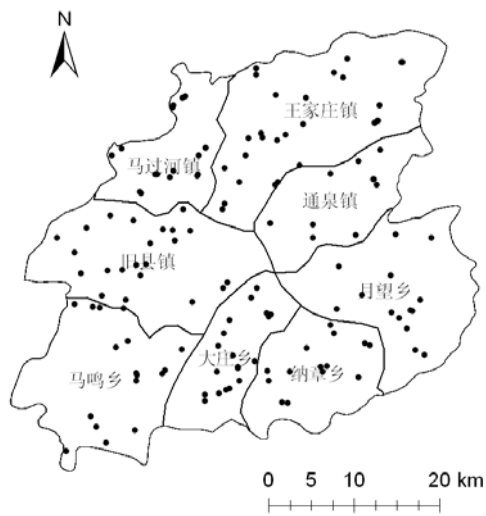


图 1 样点分布图

Fig.1 Distribution of soil samples

1.2.2 样品处理与分析 土样登记编码后经风干、研磨及过筛后,进行土壤养分含量测定。土壤 pH 值采用玻璃电极法测定;土壤有机质采用重铬酸钾氧化法测定;土壤全 N 采用开氏定氮法测定;土壤全 P 采用钼锑抗比色法测定;土壤全 K、速效 K 采用火焰光度法测定;土壤速效 N 采用碱解扩散法测定;土壤速效 P 采用钼锑抗比色法测定;土壤有效 Ca、Mg、S、Fe、Mn、Zn、Cu 采用原子吸收分光光度法测定;土壤有效 B 采用甲亚胺比色法测定;土壤有效 Mo 采用极谱法测定;土壤水溶性 Cl 采用硝酸银电位滴定法测定^[9]。

1.3 数据处理

首先采用域法识别异常值,即把分布于平均值加减 3 倍标准差之外的数值定为特异值,分别用正常最大值和最小值代替特异值。利用 SPSS17.0 软件对样品数据进行描述性分析,并对数据进行 Kolmogorov-Smirnov (K-S) 检验^[10]。实验半方差函数的计算、理论模型拟合及 Kriging 插值和图形绘制采用 ArcGIS 9.3 软件地统计学模块 (geostatistical analyst) 完成^[11]。

1.4 模糊综合评价方法

植烟土壤适宜性评价采用模糊数学隶属函数的数学模型进行。参考文献[5]的研究结果,依据模糊数学原理构建土壤养分的隶属函数,使用构建的隶属函数计算各土壤养分的隶属度,再利用加乘法则得出土壤养分适宜性指数 (Soil feasibility index, SFI)。设有 n 个土壤样品, m 个土壤养分指标,则第 i 个土壤养分适宜性指数的计算公式为:

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

式中, N_{ij} 和 W_{ij} 分别为第 i 个土壤样品的第 j 个土壤养分指标的隶属度值和相应的权重系数^[12-13]。

2 结果与分析

2.1 马龙县植烟土壤养分的总体特征

马龙县植烟土壤养分指标统计特征见表 1。从土壤养分指标的平均值来看, pH 和有机质、水溶性 Cl 和有效 S 含量基本适宜;大量元素全 N 和碱解 N 含量稍高,全 P 和全 K 含量较低,速效 P 和速效 K 含量十分丰富。中量元素有效 Ca 和有效 Mg 含量均十分丰富;微量元素有效 B 极度缺乏、有效 Zn 含量属中等水平,水溶性 Cl 含量适中,其他微量元素均属十分丰富。从变异系数来看,除有效 Mo 为强变异性外,其他土壤养分指标变异系数均在 10%~100%,为中等变异性,其中以 pH 变异最小,有效 Mo 变异最大。

2.2 植烟土壤养分含量的空间结构分析

半方差函数分析要求数据符合正态分布或近似正态分布,否则可能存在比例效应,导致一些结构特征不明显。经过域法处理和对数转换后,18 项养分指标均服从对数正态分布或近似对数正态分布,基本满足半方差函数分析要求。利用半方差函数的计算公式,分别利用环状模型 (Circular)、球状模型 (Spherical)、指数模型 (Exponential)、高斯模型 (Gaussian) 对研究区土壤各项养分指标进行拟合,并对不同模型的拟合精度进行了交叉验证,对不同模型的相关参数值进行比较,进而选择合适的模型进行拟合,半方差函数模型选择的评判标准参考文献[14]。土壤养分指标半方差函数理论模型及其特征参数列于表 2。

块金效应表示系统变量的空间相关性程度,当比值 < 25%,说明系统具有强烈的空间相关性,且空间变异主要受结构性因子影响;如比值在 25%~75%,表明系统具有中等的空间相关性;如比值 > 75% 说明系统空间相关性很弱,且空间变异主要受随机性因子影响^[2]。由表 2 可知,马龙县植烟土壤养分指标的块金效应在 44.26%~89.36% 之间,其中有效 Ca、pH、水溶性 Cl、有效 B 和速效 K 等 5 项养分指标的块金效应 > 75%,表明这 5 项养分指标的空间相关性很弱,空间变异主要受随机因子影响;而其余养分指标的块金效应在 44.26%~74.92% 之间,具有中等的空间相关性,反映了其余各项养分指标的空间变异是由结构性因素 (土壤母质、地形和气候等) 和随机性因素 (耕作制度、施肥和管理水平等) 共同作用的结果。

表1 马龙县植烟土壤pH值和主要养分含量的描述统计

Table 1 Descriptive analyses of pH and nutrient contents of tobacco soil in Malong

指标	样本数	变幅	平均值	标准差	变异系数
pH	144	4.35 ~ 7.09	5.45	0.57	10.40
有机质 (g/kg)	144	13.92 ~ 57.19	35.04	7.67	21.87
全 N (g/kg)	144	0.57 ~ 2.84	1.63	0.36	22.19
全 P (g/kg)	144	0.30 ~ 4.74	0.97	0.58	59.70
全 K (g/kg)	144	4.56 ~ 33.73	14.18	6.20	43.74
碱解 N (mg/kg)	144	51.62 ~ 293.85	127.34	33.37	26.21
速效 P (mg/kg)	144	5.24 ~ 95.48	31.70	19.37	61.11
速效 K (mg/kg)	144	37.93 ~ 404.92	151.55	60.79	40.11
有效 Ca (mg/kg)	144	179.63 ~ 6 115.45	1 223.91	689.08	56.30
有效 Mg (mg/kg)	144	36.29 ~ 430.64	176.66	80.91	45.80
有效 S (mg/kg)	144	13.13 ~ 247.05	44.69	29.00	64.89
有效 Cu (mg/kg)	144	0.68 ~ 6.79	2.35	1.32	56.37
有效 Zn (mg/kg)	144	0.34 ~ 14.73	2.94	2.05	69.91
有效 Fe (mg/kg)	144	13.99 ~ 288.42	93.05	58.96	63.36
有效 Mn (mg/kg)	144	0.32 ~ 227.47	53.24	35.44	66.57
有效 B (mg/kg)	144	0.05 ~ 1.7	0.35	0.18	52.35
水溶性 Cl (mg/kg)	144	4.47 ~ 74.04	26.49	10.89	41.12
有效 Mo (mg/kg)	144	0.01 ~ 1.88	0.29	0.30	103.23

表2 土壤有效态中量元素含量半方差函数模型及其拟合参数

Table 2 The semivariogram models of soil nutrients and corresponding parameters

指标	模型	块金值	基台值	块金效应 (%)	长轴变程 (km)	短轴变程 (km)	各向异性比	标准化平 均误差	标准化均 方根误差
pH	Exponential	0.008	0.010	76.01	0.409	0.100	4.088	0.009	0.996
有机质	Circular	0.035	0.057	62.52	0.409	0.315	1.299	-0.021	1.002
全 N	Gaussian	0.042	0.056	74.92	0.409	0.310	1.319	-0.029	0.989
全 P	Circular	0.077	0.142	53.83	0.409	0.267	1.530	-0.016	1.004
全 K	Circular	11.814	26.692	44.26	0.101	0.032	3.184	-0.002	0.982
碱解 N	Circular	0.047	0.063	73.31	0.409	0.337	1.213	-0.014	1.000
速效 P	Exponential	0.264	0.383	68.85	0.228	0.210	1.086	-0.004	0.883
速效 K	Circular	0.163	0.182	89.36	0.336	0.063	5.338	-0.020	0.890
有效 Ca	Spherical	0.172	0.228	75.53	0.409	0.385	1.064	-0.019	0.920
有效 Mg	Gaussian	0.170	0.241	70.45	0.087	0.039	2.247	-0.010	0.806
有效 Cu	Spherical	0.164	0.227	71.97	0.125	0.053	2.331	-0.016	1.009
有效 Zn	Spherical	0.153	0.318	48.07	0.129	0.054	2.381	0.001	0.958
有效 Fe	Spherical	2 066.700	3 297.300	62.68	0.049	0.017	2.870	-0.031	0.982
有效 Mn	Spherical	697.400	979.820	71.18	0.409	0.165	2.475	0.012	1.036
有效 B	Circular	0.017	0.021	81.52	0.216	0.090	2.384	-0.004	1.008
有效 S	Exponential	0.165	0.264	62.66	0.040	0.012	3.395	-0.067	1.002
水溶性 Cl	Exponential	0.111	0.136	81.42	0.409	0.110	3.709	-0.045	1.053
有效 Mo	Gaussian	0.311	0.503	61.84	0.322	0.184	1.752	-0.024	0.903

变程表示随机变量在空间上的自相关性尺度^[2],反映了变量空间自相关范围的大小。马龙县植烟土壤 18 项养分指标的变程均较小。长轴、短轴变程亦分别表示半方差在该轴方向上达到基台值的样本间距(表 2)。各向异性比(*k*)为长轴变程与短轴变程的比值,该值>1 时,表明空间变量具有各向异性^[15]。研究区域内土壤 18 项养分指标的各向异性比均>1,表明马龙植烟土壤 18 项养分指标空间分布具有各向异性。

2.3 马龙县植烟土壤养分适宜性综合评价

2.3.1 评价指标的选择及权重确定 根据前文分析可知,虽然 pH 和有机质含量的平均值在适宜范围内,但有部分样品不在适用范围内;大量元素均值属

中等水平,部分样品缺乏;植烟土壤中微量元素含量均十分丰富,鲜见缺乏土壤样品;微量元素有效 B 普遍缺乏,部分土样缺乏有效 Mo 和有效 Zn,其他微量元素含量较为丰富。根据以上分析,并依据主导性、系统性、独立性、空间变异性和指标体系区域性等原则,选取对研究区植烟土壤养分适宜性影响较大的指标作为评价指标,分别为:pH、有机质、全 N、全 P、全 K、碱解 N、有效 P、有效 K、有效 S、水溶性 Cl、有效 Zn、有效 B 和有效 Mo 13 项养分指标。采用层次分析法确定评估区评估指标权重,结果见表 3,经检验,随机一致性检验指标 $CR = 0.038\ 604 < 0.10$,通过一致性检验,判断矩阵无须调整。

表 3 各评价指标权重
Table 3 Wights of factors

pH	有机质	全 N	全 P	全 K	碱解 N	速效 P	速效 K	有效 Zn	有效 B	有效 S	水溶性 Cl	有效 Mo
0.21	0.16	0.05	0.01	0.01	0.15	0.11	0.12	0.03	0.03	0.05	0.05	0.02

2.3.2 评价指标的隶属函数构建 隶属函数的合理构建决定评价结果的合理性。常用的隶属函数的表现形式有线性隶属函数、三角形隶属函数、S 形隶属函数和梯形隶属函数等。在实际应用中,常根据研究对象的特点加以选择,或通过统计资料描出大致曲线,结合经验数据确定较符合实际的参数。研究基于模糊数学理论^[16],根据不同土壤养分指标对烤烟生长及烟叶品质影响

的特点,以云南省优质烟基地验收标准和相关文献为参考^[5-7],确定了各指标养分的函数类型和转折点(表 4),构建了 13 项土壤养分指标隶属函数。公式(2)和(3)为土壤养分指标的隶属函数,将每个样本的原始统计资料分别代入相应的隶属函数公式,可以把不规则分布的、有单位的、定量或定性描述的原始数值转化为从 0 到 1 分布的、无量纲差异的隶属度值。

表 4 植烟土壤养分指标的隶属函数及函数转折点取值^①
Table 4 Types of function and turning point values of soil nutrient index

转折点	抛物线型						S 型						
	pH	有机质 (g/kg)	碱解 N (mg/kg)	水溶性 Cl (mg/kg)	全 N (g/kg)	有效 S (mg/kg)	有效 P (mg/kg)	有效 K (mg/kg)	全 P (g/kg)	全 K (g/kg)	有效 Zn (mg/kg)	有效 B (mg/kg)	有效 Mo (mg/kg)
x_1	4.5	10	30	2	0.7	10	10	50	0.8	12	1.0	0.25	0.1
x_2	5.5	20	60	5	1	16	40	200	2.0	30	5.0	2.0	0.3
x_3	6.5	30	120	25	1.5	30							
x_4	8.0	45	150	40	2.0	50							

$$f(x) = \begin{cases} 1.0, & x \geq x_2 \\ 0.9 \times (x - x_1) / (x_2 - x_1) + 0.1, & x_1 < x < x_2 \\ 0.1, & x \leq x_1 \end{cases} \quad (2)$$

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

2.3.3 土壤养分适宜性综合评价及空间分布 根据公式(1),可以方便地得到植烟土壤适宜性指数。对球状模型、指数模型和高斯模型拟合精度的交叉检验结果表明,指数模型均方根误差最小,故选用指数模型对植烟土壤养分指标适宜性指数的空间结构进行拟合,表 5 为研究区域内土壤养分指标适宜性指数的半方差函数拟合模型。块金效应为 56.22%,表明土壤

①云南省烟草科学研究院. 云南省优质烟基地验收标准. 2005

表 5 土壤 *SFI* 的半方差函数模型及拟合参数Table 5 Models and parameters of *SFI* of soil

指标	趋势	模型	块金值	基台值	块金效应 (%)	长轴变程 (km)	短轴变程 (km)	各向异性比
<i>SFI</i>	0 阶	Exponential	0.010	0.018	56.22	0.104	0.047	2.190

养分适宜性指数有中等的空间自相关性; 长轴变程与短轴变程的比值 (各向异性比) 为 2.190, 表明区域内土壤养分指标适宜性指数具有各向异性。

对区域内土壤养分适宜性指数进行分级, 将烟田土壤养分分为优 (≥ 0.8)、良好 ($0.7 \sim 0.8$)、一般 ($0.6 \sim 0.7$)、中等 ($0.5 \sim 0.6$) 和差 (< 0.5) 5 个等级, 基于的土壤养分适宜性指数原始数据, 选择 0 阶趋势效应和指数理论模型, 考虑各向异性, 利用普通 Kriging 法进行空间插值, 获得马龙植烟土壤养分指标适宜性的空间分布图 (图 2)。并利用 Mapinfo 软件的统计模块进行面积统计, 结果表明, 土壤养分适宜性指数为优的区域占研究区域总面积的 0.19%, 主要分布在纳章乡西南部, 为良的区域占 19.63%, 主要分布在中部和南部, 为一般的区域占 59.17%, 在各乡镇均有分布, 为中等的区域占 21.01%, 在除通泉镇以外的各个乡镇均有分布, 为差的区域占 0%。

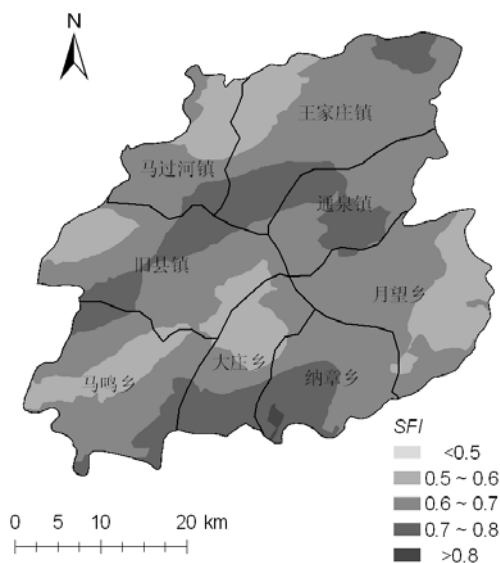


图 2 植烟土壤养分适宜性指数空间分布

Fig. 2 Spatial distribution of *SFI* of soil

养分适宜性指数 < 0.6 的土壤, 已不能很好地满足烤烟生长和保证烟叶品质的需要, 这部分土壤在大庄乡、马鸣乡、旧县镇、马过河镇、王家庄镇和月望乡等乡镇均有分布。与其他土壤相比, 这部分土壤 pH 值偏低, 有机质、全 N 和碱解 N 过高, 速效 K 偏低, 是土壤养分适宜性指数较低的主要原因, 在相应区域可

采取施用白云石粉改良土壤酸性, 控制有机肥和 N 肥用量, 以及增施 K 肥等措施改善土壤养分状况。此外, 研究区域普遍缺乏有效 B, 部分区域缺乏有效 Zn 和有效 Mo, 适当补施这 3 种微量元素亦有助于区域土壤养分适宜性的提高。

3 结论

马龙县植烟土壤 pH 和有机质含量的均值在适宜范围内; 全 N 和碱解 N 含量属高水平, 全 P 和全 K 含量偏低, 速效 P、速效 K、有效 Ca、有效 Mg 和有效 S 含量十分丰富; 有效 B 极度缺乏, 有效 Zn 含量属中等水平, 其他微量元素均十分丰富或基本适宜。空间分析结果表明, 土壤养分指标均表现为各向异性分布, 其中有效 Ca、pH、水溶性 Cl、有效 B 和速效 K 等 5 项养分指标的空间变异主要受随机因子影响; 其他 13 项养分指标的空间变异是由结构性因素和随机性因素共同作用的结果。马龙县植烟土壤养分适宜性指数 (*SFI*) 表现为各向异性分布, 具有中等的空间自相关性, 植烟土壤适宜性综合评价图显示, 各等级土壤占区域总面积的比例如下: 优 0.19%, 良 19.63%, 一般 59.17%, 中等 21.01%, 差 0%。运用 GIS 与数学模型相结合的方法进行植烟土壤适宜性评价, 具有科学、快捷的特点, 可以使定量分析和空间分析有机地结合在一起, 极大地提高了农业决策的可靠性和客观性, 有利于植烟土壤资源的可持续利用。

参考文献:

- [1] 胡克林, 李宝国, 林启美. 农田土壤养分的空间变异性特征. 农业工程学报, 1999, 15(5): 33-38
- [2] 王政权. 地统计学及在生态学中的应用. 北京: 科学出版社, 1999: 65-132
- [3] 廖桂堂, 李廷轩, 王永东, 张锡洲, 黄平. 不同尺度下低山茶园土壤主要微量元素的空間变异性. 土壤, 2008, 40(2): 257-263
- [4] 王良杰, 赵玉国, 郭敏, 张甘霖. 基于 GIS 与模糊数学的县级耕地地力质量评价研究. 土壤, 2010, 42(1): 131-135
- [5] 王彦亭, 谢剑平, 李志宏. 中国烟草种植区划. 北京: 科学出版社, 2010: 17-31
- [6] 王子芳, 高明, 魏朝富, 秦建成. 植烟土壤养分的空间变异特征及适宜性评价——以重庆市彭水县为例. 西南大学学报(自

- 然科学版), 2008, 30(1): 98-103
- [7] 陈海生, 叶协峰, 刘国顺, 李亚娟. 基于 GIS 的河南省烤烟土壤肥力适宜性研究. 土壤通报, 2007, 38(6): 1 081-1 085
- [8] 张春华, 张正杨, 刘国顺, 王新中, 郝伟宏, 李延涛, 贾保顺. 植烟土壤有效态微量元素空间变异特征. 土壤, 2010, 42(1): 20-25
- [9] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法. 北京: 中国农业科技出版社, 2000
- [10] 郝黎仁, 樊元, 郝哲欧. SPSS 实用统计分析. 北京: 中国水利水电出版社, 2002: 110-135
- [11] 吴秀芹, 张洪岩, 李瑞改, 张正祥, 董贵华. ArcGIS9 地理信息系统应用与实践 (下册). 北京: 清华大学出版社, 2007: 463-517
- [12] 骆伯胜, 钟继洪, 陈俊坚. 土壤肥力数值化综合评价研究. 土壤, 2004, 36(1): 104-106
- [13] 高长波, 陈新庚, 韦朝海, 彭晓春. 熵权模糊综合评价法在城市生态安全评价中的应用. 应用生态学报, 2006, 17(10): 1 923-1 927
- [14] 路鹏, 彭佩钦, 宋变兰, 唐国勇, 邹焱. 洞庭湖平原区土壤全磷含量地统计学和 GIS 分析. 中国农业科学, 2005, 38(6): 1 204-1 212
- [15] 苑小勇, 黄元仿, 高如泰, 柴旭荣, 贺勇. 北京市平谷区农用地土壤有机质空间变异特征. 农业工程学报, 2008, 24(2): 70-76
- [16] 贺仲雄. 模糊数学及其应用. 天津: 天津科学技术出版社, 1983: 52-72

Assessment of Feasibility and Spatial Variability of Nutrient Contents of Tobacco Soils in Malong County, China

LI Qiang¹, ZHOU Ji-heng¹, YANG Rong-sheng², ZHANG Zheng-yan², ZHANG Yi-yang¹, XIE Yan², HUANG Kua-ke², LIU Jia-hong²

(¹ Tobacco Research Institute, Hunan Agriculture University, Changsha 410128, China;

² Qujing Branch of Yunnan Provincial Tobacco Company, Qujing, Yunnan 655000, China)

Abstract: Based on GPS technology, 144 tobacco soil samples were collected in Malong County. Descriptive analysis characteristics and spatial variation characteristics were studied. Soil feasibility index were evaluated based on geo-statistics and fuzzy mathematical theory. The results indicated that pH, organic content, available S and water-soluble Cl were suitable, total N and available N were too high, available P, available K, available Ca, available Mg, available Cu, available Fe, available Mo and available Mn were abundant, available Zn was middle, total P, total K and available B were insufficient; Anisotropic structure of nutrient indices varied evidently, spatial variability of available Ca, pH, available B and available K were mainly caused by random factors while other nutrient indices' spatial variability caused by structural factors and random factors; Spatial distribution map of SFI showed that the areas of good, general and moderate grades were 19.63%, 59.17% and 21.01% respectively.

Key words: Tobacco soil, Nutrient, Geo-statistics, Spatial variability, Feasibility