

河南省烤烟种植区土壤综合肥力评价

陈海生^{1,2}, 魏跃伟¹, 刘国顺¹, 陈伟强³

(1. 河南农业大学 国家烟草栽培生理生化研究基地, 郑州 450002; 2. 浙江同济科技职业学院, 杭州 311233;
3. 河南农业大学 资源与环境学院, 郑州 450002)

摘要: 在分析河南省烤烟种植区各项肥力因子的基础上, 对该区域内植烟田土壤肥力进行了综合评价。根据 S 型或抛物线型作物效应曲线建立了各项评价指标的隶属函数, 采用主成分分析法确定了各评价因子权重, 从而求得每个评价单元的综合指标值。使用 MAPGIS 地理信息系统软件, 建立了该区域内植烟田土壤综合肥力适宜性评价图。研究表明: 研究区内的信阳市全部和南阳市的西部由于土壤中有有机质丰富, pH 值适宜, 全 N 含量高, 因此土壤综合肥力为最适宜区, 这部分面积为 1.18 万 hm^2 , 占河南省烟草种植总面积的 13.69%; 驻马店、许昌、平顶山和洛阳由于 Cl^- 含量适中, 有效 P 和有效 K 含量丰富, 因此土壤综合肥力为适宜区, 这部分面积为 3.03 万 hm^2 , 占河南省烟草种植总面积的 35.01%, 河南省北部和东部的一些烟草种植区由于 pH 值和 Cl^- 含量太高, P 的有效性偏低, 因此土壤综合肥力为次适宜区, 这部分面积为 4.24 万 hm^2 , 占河南省烟草种植总面积的 48.86%。

关键词: GIS; 烤烟; 评价因子; 权重; 土壤综合肥力

中图分类号: S158; S572

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)03-0131-06

Studies on Comprehensive Evaluation of Soil Fertility in He'nan Tobacco Planting Regions Based on Fuzzy Mathematics and Principal Component Analysis

CHEN Hai-sheng^{1,2}, WEI Yue-wei¹, LIU Guo-shun¹, CHEN Wei-qiang³

(1. National Tobacco Cultivation and Physiological and Biochemical Center, He'nan Agricultural

University, Zhengzhou 450002, China; 2. Zhejiang Tongji Science and Technology Vocational College, Hangzhou 311233, China; 3. College of Resource and Environment, He'nan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Based on analysis of the physical and chemical properties of soil samples collected from He'nan tobacco planting regions, the index system of soil fertility suitability of tobacco was established. S- or parabolic-type dependence functions were developed according to their effects on tobacco crop and the function value was also calculated. AHP was applied to judge the weight of each evaluation factor. Then the integrated index values for every evaluation unit were obtained. Based on all the above, the fertility map of He'nan tobacco planting regions was drawn with MAPGIS. It is found that the whole Xinyang city and the west of Nanyang are the highly suitable regions, which is $1.18 \times 10^4 \text{ hm}^2$, accounting for 13.69% of He'nan tobacco planting regions. It is due to that there is rich in organic matter and total N, and there is suitable pH value in the soils in this regions. There are suitable areas for planting tobacco crops in Zhumadian, Xuchang, Pingdingshan and Luoyang city, because there are medium Cl^- contents, and there is rich in available P and available K in these regions, which is $3.03 \times 10^4 \text{ hm}^2$, accounting for 35.01% of He'nan tobacco planting regions. There are less suitable regions in the northern and eastern parts of the investigated regions because of too higher contents of Cl^- and pH, and too lower contents of available P, which is $4.24 \times 10^4 \text{ hm}^2$, accounting for 48.86% of He'nan tobacco planting regions.

Key words: GIS; tobacco; evaluation factor; weight; soil fertility suitability

土壤质量的核心之一是土壤生产力,基础是土壤肥力。土壤肥力是在环境因素和土壤物理性状处于最适状态时,土壤生物活性与土壤养分、水分供给能力协调同步,保障养分和水分稳、匀、足,适地满足作物生长发育需要的能力,是土壤在一定生态系统内提供给作物生长过程中必需营养成分,维护良好生态环境能力的量度^[1-3]。

烟草具有广泛的适应性,但优质烟生产有着严格的地域限制^[4]。如美国的烟叶多集中在东部海岸平原,巴西的烟叶主要集中在南部各省,而津巴布韦烤烟则多种植在多山的高原。这是因为烟草的香吃味特性在很大程度上受制于土壤生态条件,烟草叶片与果实和种子不同,它是植株中最活跃的器官,不能缓冲生长环境变化的影响^[5]。李云^[6]的研究表明了不同地区种植的烟草中和和香味关系很大的低级脂肪酸成份和含量的差异很大,并认为这是形成不同产地烟叶独特风格的主要因素,张燕等^[7]收集了国内外 6 个产地不同等级的香料烟样品,结果表明不同产地香料烟的内在化学成分,必需营养元素和挥发性致香物质差异均较大。植烟田土壤肥力综合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该土壤理化性质及生物属性的特性。目前,随着中式卷烟工业的发展,对烟叶原料品质的要求正在不断提高,定性、定量和定位地评价烤烟在某区域内土壤的综合肥力,并据此提出合理开发利用的措施与策略,发挥其优势,挖掘其潜力,防止其退化,对发展优质烟叶,实现烟草可持续发展具有重要意义。

地理信息系统(GIS)具有管理空间不均匀分布资源的能力,可以把大区域范围内土壤样品的属性数据同地理数据结合起来^[8]。目前,地理信息系统技术已开始广泛地应用于土壤肥力综合评价和农作物适宜性评价上^[7]。胡月明等^[9]探讨了 GIS 技术与层次分析模型和灰色关联综合评价模型的结合在广东省东莞赤红壤农业现代化试验区土壤质量评价上的应用,随后又将 GIS 技术与层次分析模型和模糊数学方法结合起来,评价了长春市郊区农地的土壤综合肥力^[10]。吕新等^[11]利用 GIS 技术与层次分析法和模糊数学原理,选用 7 项评价指标对新疆干旱区耕地进行土壤肥力的综合评价,根据作物效应曲线建立肥力指标的隶属度函数,采用层次分析法确定各指标的权重系数,然后进行综合评价。邢世和等^[1]通过设立耕地代表性样区开展实地采样调查分析,利用逐步多元回归分析法筛选和确定区域耕地质量评价的 8 个主导因子及其权重,借助 GIS 技术和动态聚类模型进行区域耕地质量评价,认为 GIS 与数学模型集成方

法可为快速、准确评价区域耕地质量及其动态监测提供理想途径。侯文广等^[2]在土壤等级评价因子的选择和因子权重的确定上,提出了顾及因子与评价目标的相关系数变化的多元线性回归分析法,认为该方法能选择稳定性好、显著性强的因子,并能客观地确定因子权重。夏建国等^[12]应用主成分分析法对陕北干旱地区旱作耕地土壤的 10 个样本 7 个指标进行了耕地质量评价,其结果与其他评价方法的结果一致。

此外,唐嘉平等^[13]利用 ArcView 为平台的种植适宜性评价系统完成了澜沧江下游热带特色经济作物的评价。王桂芝等^[14]利用测绘数据以 Arc/info 为工具,建立了海南省三亚市的热带作物土地适宜性评价模型。而将 GIS 技术应用于烤烟的土壤肥力适宜性评价和合理布局研究,目前在国内外的报道中并不多见。本研究拟使用 MapGIS 地理信息系统软件进行空间数据管理,采用层次分析法确定评价因子权重,对河南省烟草种植区植烟田土壤肥力进行综合评价,为进一步合理布局,保证在最适宜的土壤上生产出富有风格的优质烟叶,并开辟更多的优质烟生产基地提供依据。

1 研究区域与研究方法

1.1 研究区概况

河南省位于黄河中下游,华北平原的南端,介于东经 $110^{\circ}21'$ - $116^{\circ}39'$,北纬 $31^{\circ}23'$ - $36^{\circ}22'$,地处北亚热带到暖温带过渡地带,地表形态复杂,境内有山地、丘陵、平原、盆地等多种地貌类型。年平均气温 $13\sim 15^{\circ}\text{C}$,日平均气温稳定通过 10°C ,活动积温为 $4\ 200\sim 4\ 900^{\circ}\text{C}$,年实际日照时数 $2\ 000\sim 2\ 600\text{ h}$,光合有效辐射总量 $230\sim 260\text{ kJ}/\text{cm}^2$,年降雨量 $600\sim 1\ 200\text{ mm}$ 。境内大部分烤烟种植区温度适宜,昼夜温差大,水资源比较丰富,光照充足,是华北地区适宜于发展优质烟的省份。本研究土壤采集样点来自于整个河南省境内烤烟种植区,采样点均采用 GPS 定位,采样点分布见图 1。

1.2 土样的采集和测定

为了避免施肥对采样的代表性和均衡性的影响,采样在烟叶收获以后进行。2008 年 10 月在整个河南省各烟草种植烟区选取代表性土壤样点 550 个,用 GPS 定位,五点法采混合样,采样深度为 $0\sim 20\text{ cm}$,按土壤农业化学分析法^[15]测定土壤 pH 值,有机质、速效磷、速效钾、有效氮和阳离子交换量(CEC)。

土壤 pH 值采用玻璃电极法(水:土为 2.5:1),有机质含量采用重铬酸钾-硫酸溶液-油浴法,有效磷含量采用 Olsen 法,全氮含量采用凯氏定氮法,速效

钾含量用中性醋酸铵溶液浸提, 火焰光度法测定。土壤 Cl^- 含量用硝酸银滴定法测定, 土壤阳离子交换量 (CEC) 采用乙酸铵交换- 原子吸收光谱法测定。

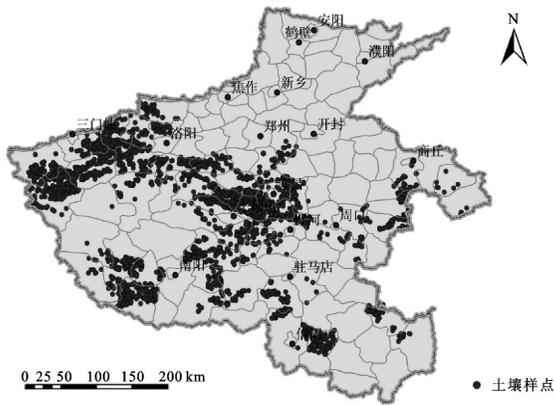


图 1 河南省烤烟种植区土样采集点分布

1.3 评价单元的划分

评价单元是进行土壤肥力评价的最基本区域, 即最小单元。它是由对植烟田土壤质量具有关键影响的土壤肥力要素组成的基本空间单位。同一评价单元中土壤的基本属性是一致的, 不同的评价单元之间既有差异性, 又有可比性。评价单元的划分应客观地反映出土壤肥力在一定时间和空间上的差异。土壤质量评价就是要通过对每个评价单元的评价, 确定其综合肥力级别, 把评价结果落实到实地和绘制植烟田土壤综合肥力评价图。

数据资料主要包括图件资料和属性数据资料。图件资料包括: 地形图、行政区划图、土壤图、土地利用现状图、地貌类型分区图、采样点位图等, 比例尺为 1: 25 万。属性数据资料为全省 550 个采样点的土壤分析测试数据。图件资料采用 GIS 软件 ARC/Info 经数字化、图形编辑、图幅误差校正、图幅接边处理、拓扑查错、拓扑造区处理。属性数据库采用 Access 对土样测定的数据资料进行录入。

坡度图和坡向图通过国家基础地理信息中心提供的河南省数字地形模型 (DEM) 来获取。在 ArcInfo 软件支持下, 首先对等高线、高程点等图层进行数字化和编辑, 并建立拓扑关系, 然后应用 TIN 模块建立数

字高程模型, 生成不规则三角网 (TIN)。最后在 TIN 中分别提取坡度图和坡向图, 见附图 4-6。

采用 ArcInfo 的多边形拓扑叠加功能, 通过对各评价因素的单因素图层进行叠置分析, 用生成图层的图斑作为河南省烟草种植区土壤质量评价的评价单元。

1.4 评价因子的选择与权重的确定

在 GIS 空间分析功能的支持下用土壤图和土地利用现状图叠加自动生成评价单元后, 就要选取参评因子。影响烟叶质量的土壤肥力因素很多, 且影响程度不一, 因此需从中筛选出对烟叶质量具有较大影响的主要因素参与评价, 并确定其权重。

为了排除人为主观性对选择评价因子的影响, 使筛选的主导评价因子能全面客观地反映评价区域植烟田土壤肥力的现实状况, 必须遵循稳定性、主导性、综合性、差异性、定量性和现实性原则来进行评价因子的选择^[16]。根据河南省烟草种植区实际情况, 土壤指标是水溶性氯、有机质、土壤 pH 值、有效氮、速效钾、有效磷和 CEC 等理化性状。

确定各单项肥力指标的权重系数, 是土壤肥力综合评价中的瓶颈。为避免人为主观因素的干扰, 本研究选用主成分分析法^[12]。

本研究将综合肥力评价与 GIS 相结合, 将土壤类型图、地形图和采样点位置等相叠加, 得到定级单元底图, 利用 Access 建立肥力属性数据库, 利用地理信息系统软件 MAPGIS 绘制土壤肥力状况图, 使评价结果更加直观。

2 结果与分析

2.1 土壤养分的描述性统计

利用 SPSS 12.0 软件, 对研究区内 400 个抽样点土样的养分数据进行常规描述性统计分析。由表 1 看出, pH 值的变异系数最低, 只有 6.82%。有机质和全氮的变异系数分别为 25.17% 和 19.52%; 速效钾的变异系数比较大, 为 47.67%; 以有效磷的变异系数为最高, 达 63.12%。这与各烟农施用通用型进口复合肥和磷肥的数量上差异较大有着密切的关系。

表 1 河南省烟草种植区土壤养分的描述性统计结果

变量	最大值	最小值	平均	中值	标准差	变异系数/%	峰度	峭度
pH	8.3	5.15	7.17	7.33	0.74	10.36	-0.68	-0.43
有机质/%	2.35	0.54	1.27	1.25	0.30	23.78	0.66	0.92
有效氮/($mg \cdot kg^{-1}$)	102.06	23.16	59.09	58.28	14.61	24.72	0.26	-0.03
有效磷/($mg \cdot kg^{-1}$)	101.21	2.13	13.42	10.62	9.77	72.75	3.27	20.54
有效钾/($mg \cdot kg^{-1}$)	668.22	32.35	139.84	130.8	73.87	52.82	4.36	33.24
水溶性氯/($mg \cdot kg^{-1}$)	88.24	7.10	36.83	33.73	15.25	41.41	1.09	1.39
阳离子代换量/($cmol \cdot kg^{-1}$)	29.01	2.40	13.92	13.63	4.87	34.97	0.14	-0.37

2.2 模糊综合评价模型的建立

2.2.1 评价因子隶属函数的建立 评价模型是各参评因子与烟草生长与品质之间关系的定量表示,它包括单因子评价及综合评价两个模型。

单因子间的数据量纲不同,只有让每一个因素都处于同一量度后才能用来衡量该因子对综合肥力的影响程度。在模糊评价中以隶属度来表示各肥力因子对综合肥力的影响程度。隶属度可用隶属函数来表达^[3,11]。通过分析评价因子对植烟田土壤肥力适宜性和烟叶质量的影响,确定各评价因子隶属函数类型。采用专家经验法确定数值型评价因子的最优值(O)、上限值(U)、下限值(L),对每一评价因子,利用相应隶属函数模型拟合,建立数值型评价因子隶属函数。它可以将肥力评价指标标准化转变成范围为 0.1~1 的无量纲值(即隶属度)。隶属度函数通常有 2 类,分别是抛物线型(梯型)隶属度函数和 S 型(正相关型)隶属度函数。属于抛物线型的因子,其指标在一定范围内,评价对象质量最好,高于或低于该范围则变差。属于 S 型的因子,其指标越高,表明评价对象质量越好,但到一定临界值之后,其效用也趋于恒定。

本研究中,土壤中 pH、Cl⁻、有机质含量适用于抛物线型隶属度函数,有效氮、速效钾、有效磷和 CEC 则适用于 S 型隶属度函数。据此可计算出各项肥力指标的隶属度值,这些值在 0.1~1.0 之间,其值的大小反映了其隶属的程度,最大值 1.0 表示土壤肥力的最良好状态,完全适宜优质烟草的生长,最小值 0.1 表示土壤肥力的严重缺乏或不协调。在这里,为了计算的方便,将最小值定为 0.1 而非 0,是符合生产实际情况的,见表 2。

表 2 河南省烟草种植区土壤肥力各评价指标隶属度函数类型及阈值

指标	函数类型	下限(L)	上限(U)	最优值(O ₁)	最优值(O ₂)
有机质	抛物线型	8	25	14	18
pH	抛物线型	5.0	8.0	5.5	7.0
Cl ⁻	抛物线型	10	60	20	30
有效磷	S 型	5	15		
速效钾	S 型	80	150		
阳离子代换量	S 型	8	17		

将参评因子的隶属度值进行加权组合得到每个评价单元的综合评价分值,以其大小表示植烟田综合肥力的优劣。

2.2.2 各评价因子阈值的确定 地形地貌不仅对光、热、水进行再分配,而且还控制土壤类型的发生及其在空间上的分布规律,从而影响和决定着烟草的生长发育及烟叶质量。从世界烟草生产情况看,优质烟

均产自排水良好的山地丘陵地区,如日本、美国种植丘陵地带的烟叶质量最优,津巴布韦烤烟则多种植在多山的高原。一般来说,丘陵山区自然坡度 15° 以下的耕地为宜烟耕地,平地次之,洼地最差。生产优质烤烟的土壤条件以山坡地、山麓和丘陵地的坡脚为好。地势高,排水好,地下水位低,土壤通透性好,土壤有效钾含量高,烟株通风透光良好。坡度较大的土壤的保水保肥性能差,难以满足烟草正常生长发育的需要,因此烟草适宜种植在坡度平缓的地区。

烤烟对土壤酸碱度的适应性较强,在 pH 3.5~9 土壤中,烤烟均能正常生长,且完成生命周期循环。但烤烟品质都是在一定的 pH 范围内最好,pH 值过高或过低都会对烤烟品质产生不利影响。土壤 pH 对烤烟品质的影响主要是通过对土壤中养分有效性及营养元素之间平衡的影响而实现的。土壤 pH 对烟草吸收养分有直接影响和间接影响两种。直接影响表现在 pH 值过高(>9.0)或过低(<3.5)时对根部有害,影响根系的吸收功能。间接影响是土壤酸度制约了营养元素的形态和它们在土壤中的浓度,从而影响根系的吸收。综合来看,世界各国推荐的最适烤烟生长 pH 为 5.5~7.0,同许多国家烤烟种植区皆为酸性土壤区有关。pH 继续增高时,烟叶杂气、刺激性、香气等抽吸品质都会降低^[5,17]。本烟区也采用这一最适指标范围。河南省烟草种植区大于 pH 7.5 的面积较大,大于 8.5 的面积也占 7.30%,为保证烤烟品质的优良,应尽量避免在 pH 过高的土壤上种植。

对一般作物而言,土壤有机质含量较高是土壤肥沃的标志,对作物生长有利,但对烤烟而言,土壤有机质含量过高,生产出来的烟叶,后期贪青晚熟,不容易正常落黄,甚至黑暴,烘烤后烟叶主脉粗,叶片过厚,烟碱及蛋白质含量过高,色泽差,刺激性大,品质低劣^[17]。本烟区内,土壤有机质含量不能大于 25 g/kg。但土壤有机质含量过低,会导致所产烤烟烟叶油分不足,香气质和香气量都受到不良影响。本烟区内,如有机质含量低于 8 g/kg 时,已不适宜于烤烟的种植,最适宜的土壤有机质含量为 14~18 g/kg。

氮素是组成细胞原生质和烟碱的重要成分,氮素供应不足,造成植株矮小,早衰黄化,叶小而薄,品质差。烤烟在生育前期只有供给充足的氮素,才能保证烟株茎叶生长良好。而到烟叶成熟期氮素供应则需降低到适当水平,以保证烟株的代谢能适时由蛋白质的旺盛合成转化为糖类物质的积累,才有利于形成优质烟叶。河南省烟区主要存在着土壤全 N 量不足的问题,本烟区土壤全 N 量以大于 1.5 mg/kg 为适宜,最低不得少于 0.8 mg/kg。

磷素能增强烟株抗旱抗寒能力, 改善烤烟的颜色, 增加香气, 烟叶中的含糖量往往与磷呈正相关。研究表明, 在土壤有效磷为 13~15 mg/kg 的条件下, 施用磷肥能促进烟株早发, 增加株高, 提前成熟, 叶面积增大, 最后导致产量的增加, 土壤有效磷在 10 mg/kg 以下时, 烤烟的产量都因施磷肥而有显著提高。同时, 磷能缩短植株达到成熟的时间。低磷除了推迟烟叶的成熟外, 还能导致叶片中 N 和 Mg 的含量降低和叶片脱落^[5, 17]。本烟区土壤中有效 P 含量以大于 15 mg/kg 为适宜, 最低不得少于 5 mg/kg。

同其它作物相比, 烤烟的营养特点是对钾的需求量大。钾素能够增加糖类和各种色素类物质, 促进一些芳香物质的合成积累。含钾量高的烟叶成熟好, 适调性强, 黄烟率高; 另外, 钾素能有效地提高烟叶的香气和香气量以及可燃率和阴燃持火力, 降低烟叶燃烧时的温度, 减少烟气中的有害物质和焦油含量, 提高烟叶制品吸食的安全性。国外优质烟含钾量一般都大于 25 mg/kg。和优质产烟国相比, 河南烟叶的钾含量相对偏低。河南省烟区土壤速效钾、缓效钾含量明显高于南方烟区土壤, 造成烟叶含钾量过低的主要原因并不是由于土壤速效钾含量的问题, 而是土壤 pH 偏碱、含水量偏小以及钾钙镁吸收的拮抗作用导致钾素向根表迁移速度低于烤烟对钾素的吸收速度, 因而实际能被烤烟利用的有效钾较低。本烟区土壤中速效钾含量如大于 150 mg/kg, 则赋值为 1, 最低不能低于 80 mg/kg。

烟草被视为忌氯作物, 过量吸收 Cl 会严重影响烟叶产量和质量, 烟叶中含氯量超过 1%, 便对烟叶燃烧性产生不良影响, 含氯量超过 1.5%, 即产生不同程度的熄火现象。含氯量高的烟叶, 不但燃烧性不良, 而且杂气、刺激性重, 评吸质量低劣, 卷烟工业使用价值甚低^[19-21]。植烟田土壤含氯量不能超过 45 mg/kg, 最适宜区的土壤含氯量必须在 30 mg/kg 以下。但氯又是烤烟生长的必需营养元素之一, 氯减少钾离子的外溢, 对烟草的生长和品质有不可低估的影响, 缺乏该元素时, 植株生长发育将会受到影响, 叶细胞的分裂速率和烟株生长速度降低。但在河南省植烟区, 最主要的问题还是氯过量而影响烟草品质。

2.3 各评价指标权重的确定

主成分分析法应用于植烟田土壤综合肥力评价是通过建立 $N \times P$ 的原始数据矩阵实施, 经原始数据矩阵的标准化处理和相关矩阵 R 的计算, 分别求取 R 的特征向量、特征根及主成分的方差贡献率、累积贡献率, 据此求出各项主要评价因子的公因子方差, 即为各项肥力指标的权重^[12]。

运用主成分分析法, 以累积贡献率 $\geq 85\%$ 为选取主成分的条件, 得到各评价因子主成分的特征值和贡献率, 求出各项评价指标的公因子方差, 其大小表示该指标对植烟田综合肥力水平总体变异的贡献, 由此得出各项评价指标的权重, 分析结果见表 3。

表 3 各项评价指标公因子方差和权重

指标	公因子方差	权重值
pH	0.971	0.149
有机质	1.000	0.153
水溶性氯	0.994	0.152
CEC	0.904	0.139
全 N	0.995	0.152
速效性 P	0.832	0.127
速效性 K	0.829	0.127

2.4 综合评价指标值的计算

综合评分法通过使用隶属函数标准化后的指标分值与主成分求出的各因子指标权重值, 利用如下模型对河南省烟草种植区土壤肥力适宜性进行综合评分。

$$IFI = \sum_{i=1}^n P_j X_{ij}$$

$$(i = 1, 2, 3, \dots, n; j = 1, 2, 3, \dots, m)$$

式中: IFI (Integrated Fertility Index) ——评价单元的土壤肥力综合评分值; n ——评价因子的总数; P_j ——第 j 个评价指标的权重; X_{ij} ——评价单元在第 j 个评价指标上的隶属度。IFI 取值范围为 0.1~1。其值越高, 表明土壤肥力对烟草生长和品质的贡献率也越高。本研究计算的结果 IFI 的范围为 0.286~0.986, 平均值为 0.601, 标准差为 0.161, 变异系数为 26.79%。对应于每个评价单元的综合评分值, 通过编程计算后直接写入图斑对应的属性数据表中, 本研究区烟草种植土壤肥力综合评价结果见图 2。

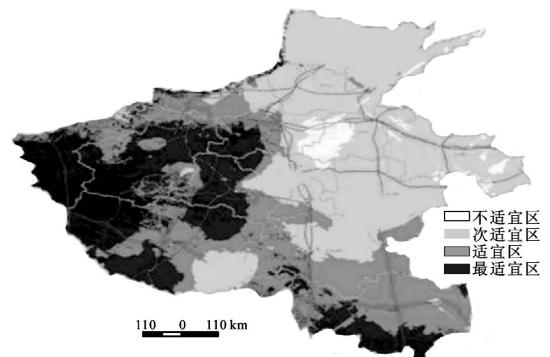


图 2 河南省烤烟种植区土壤肥力综合评价分布

根据计算所得的综合肥力指标 (IFI), 将河南省平顶山烤烟种植区土壤肥力适应性水平划分为最适宜 ($0.786 < IFI < 1$)、适宜 ($0.571 < IFI < 0.785$)、次适宜 ($0.356 < IFI < 0.570$)、不适宜 ($0.140 < IFI < 0.355$)。从烟草土壤综合肥力分布来看, 河南省烟草种植

区土壤肥力水平存在相当程度的差异;表现出明显的空间异质性。信阳市全部和南阳市西部由于土壤中有有机质丰富, pH 值适宜, 全 N 含量高, 因此土壤肥力适宜性为最适宜区, 这部分面积为 1.18 万 hm^2 , 占河南省烟草种植总面积的 13.69%; 驻马店、许昌、平顶山和洛阳由于 Cl^- 含量适中, 有效 P 和有效 K 含量丰富, 因此肥力适宜性为适宜区, 这部分面积为 3.03 万 hm^2 , 占河南省烟草种植总面积的 35.01%, 河南省北部和东部的一些烟草种植区由于 pH 值和 Cl^- 含量太高, P 的有效性偏低, 因此土壤肥力适宜性为次适宜区, 这部分面积为 4.24 万 hm^2 , 占河南省烟草种植总面积的 48.86%。

3 结论与讨论

(1) 从土壤肥力适宜性来看, 研究区内的信阳市全部和南阳市的西部为最适宜区, 这部分面积为 1.18 万 hm^2 , 占河南省烟草种植总面积的 13.69%; 驻马店、许昌、平顶山和洛阳为适宜区, 这部分面积为 3.03 万 hm^2 , 占河南省烟草种植总面积的 35.01%, 河南省北部和东部的一些烟草种植区为次适宜区, 这部分面积为 4.24 万 hm^2 , 占河南省烟草种植总面积的 48.86%。

(2) 实地调查验证表明, 在 GIS 的支持下, 可以快速有效地进行河南省烟草种植区土壤肥力的评价过程和实现可视化土壤养分的空间分布, 比传统的评价方法可以节约大量的人力、财力和物力。

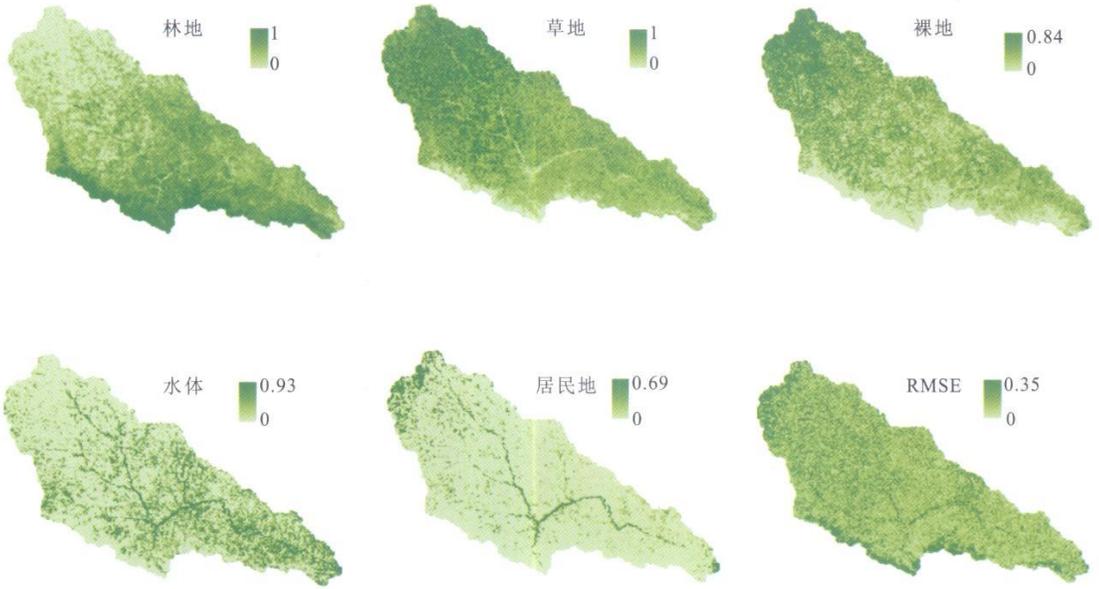
(3) 利用主成分分析法和多因素综合评价方法获得的评价结果可以克服凭经验确定分级而产生主观偏差的弊端, 能够准确反映烟草种植区的肥力等级差异。本研究的评价结果与生产实际情况基本符合。

(4) 模糊综合评判法比较理想地处理了评价因素与植烟田土壤综合肥力等级之间的模糊关系, 可以确保评价结果的正确性。而且, 采用模糊综合评判法还可以从其综合评判结果子集中直接判读出影响植烟田土壤质量的限制性因素^[22]。因此, 目前模糊综合评判法还是一种比较理想的评定植烟田土壤综合肥力等级的有效方法。

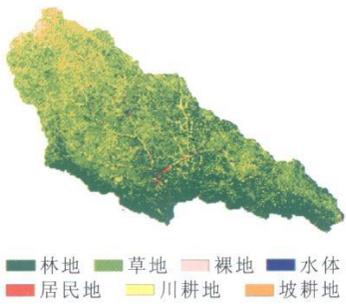
(5) 本文土壤肥力综合评价是单纯从植烟田土壤各肥力因子对烟草生长和品质的影响来进行的, 结果仅代表河南省烟草种植区内潜在的生产能力, 还应将光照、温度、施肥、灌溉、栽培技术和社会经济状况等因素综合加以分析, 才能表示土壤的现实生产能力。土壤肥力综合评价的目的是使土壤的潜在生产力能够得到准确有效的评估, 探明并改善导致现实生产力与潜在生产力之间产生差距的主要因子, 从而提出相应的措施来提高各烟草种植区内烟叶的品质和产量。

参考文献:

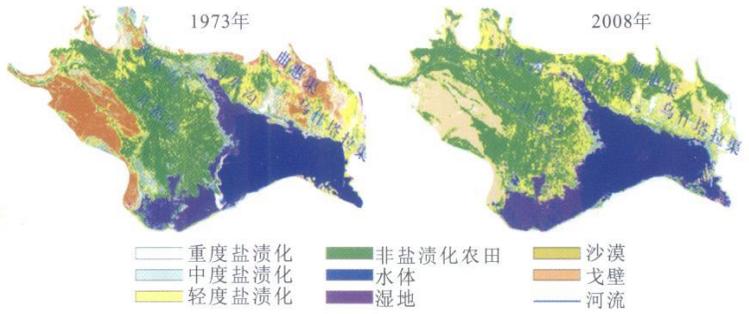
- [1] 邢世和, 黄吉, 黄河, 等. GIS 支持下的区域耕地质量评价 [J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2002, 31(3): 378-382.
- [2] 侯文广, 江聪世, 熊庆文, 等. 基于 GIS 的土壤质量评价研究 [J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2003, 28(1): 60-64.
- [3] Garrison S, Angela Z. The assessment of soil quality [J]. Geoderma, 2003, 113: 143-144.
- [4] 韩湘玲. 作物生态学 [M]. 北京: 气象出版社, 1991.
- [5] 刘国顺. 烟草栽培学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [6] 李云. 一些中国烟草低级脂肪酸的研究 [J]. 烟草学刊, 1990(1): 21-28.
- [7] 张燕, 李天飞, 宗会, 等. 不同产地香料烟内在化学成分及致香物质分析 [J]. 中国烟草科学, 2003(4): 12-16.
- [8] 倪绍祥, 黄杏元. 地理信息系统在土地适宜性评价中的应用 [J]. 科学通报, 1992, 37(15): 1403-1404.
- [9] 胡月明, 吴谷丰, 江华, 等. 基于 GIS 与灰色关联综合模型的土壤质量评价 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2001, 29(4): 39-42.
- [10] 胡月明, 章家恩, 吴谷丰, 等. 基于 GIS 长春市郊农地土壤肥力综合评价 [J]. 生态科学, 2003, 22(1): 18-20.
- [11] 吕新, 寇金梅, 李宏伟. 模糊评判方法在土壤肥力综合评价中的应用研究 [J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(3): 56-59.
- [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] 唐嘉平, 刘剑. 基于 GIS 的特色经济作物种植适宜性评价系统 [J]. 农业系统科学与综合研究, 2002, 18(1): 9-12.
- [14] 王桂芝. 基于 GIS 的三亚市热作土地适宜性评价模型的建立 [J]. 测绘与工程, 1997(2): 23-28.
- [15] 鲁如坤. 土壤农业化学分析法 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.
- [16] 沈汉, 邹国元. 菜地土壤评价中参评因素的选定与分级指标的划分 [J]. 土壤通报, 2004, 35(5): 553-557.
- [17] 胡国松, 郑伟, 王震东, 等. 烤烟营养原理 [M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [18] 奚振帮. 不同烟区烤烟含钾量差异初步研究 [J]. 中国烟草科学, 2002(4): 13-16.
- [19] 张翔, 范艺宽, 黄元炯, 等. 河南省烟区灌溉水全盐量和氯含量状况 [J]. 灌溉排水学报, 2003, 22(4): 71-72.
- [20] 张振平. 洛南县烟叶氯含量问题商榷 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2002, 30(4): 33-36.
- [21] Sifola M I, Postiglione L. The effect of increasing NaCl in irrigation water on growth, gas exchange and yield of tobacco burley type [J]. Field Crops Research, 2002, 74: 81-91.
- [22] 王瑞燕, 赵庚星. GIS 支持下的耕地地力等级评价 [J]. 农业工程学报, 2004, 20(1): 307-310.



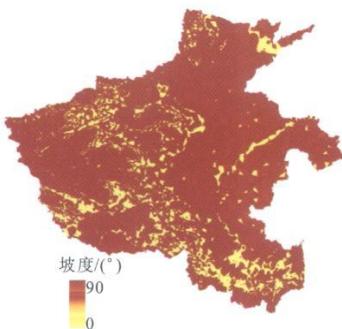
附图1 延河流域不同土地覆盖类型的丰度图和均方根误差RMSE



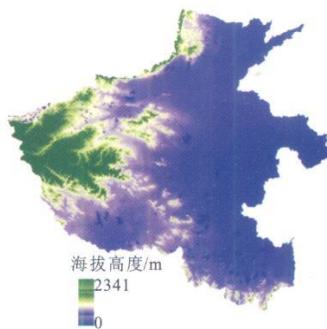
附图2 延河流域土地覆盖类型图



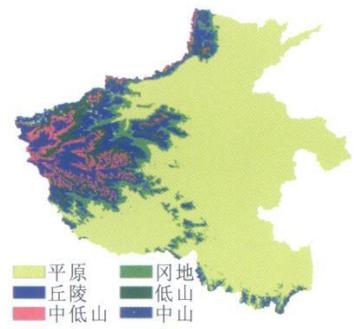
附图3 1973年 Landsat MSS与 2008年 CBERS影像分类图



附图4 河南省坡度图



附图5 河南省海拔高度图



附图6 河南省地势图