

唐雪香,王桂保,刘 轩. 基于 GIS 的种植枣树耕地适宜性评价与品种区划[J]. 江苏农业科学,2015,43(8):179-182.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.08.059

基于 GIS 的种植枣树耕地适宜性评价与品种区划

唐雪香¹, 王桂保¹, 刘 轩²

(1. 广西壮族自治区三江侗族自治县国土资源局, 广西三江 545500; 2. 河南理工大学测绘与国土信息工程学院, 河南焦作 454000)

摘要:以河南省新郑市红枣的核心主产区孟庄镇为研究区域,利用 GIS 技术和空间插值方法,建立土壤适宜性评价模型,并将评价结果与空间模拟数据进行叠置分析,对耕地种植枣树适宜性进行评价。结果表明:孟庄镇耕地种植枣树适宜性综合指数最大值为 87,最小值为 38。综合考虑坡度、地貌类型等限制性因素,将孟庄镇耕地适宜种植枣树地区依次划分为最适宜、较适宜、次适宜。将适宜性评价结果与土壤 pH 值、硝态氮、可溶性总氮含量空间模拟数据进行多图层叠置分析,孟庄镇灰枣、鸡心枣、冬枣种植适宜区面积分别为 2 323.78、1 785.42、2 233.99 hm²,分别占耕地总面积比例为 36.63%、28.15%、35.22%。

关键词:土地适宜性评价;空间插值;种植适宜区;枣树

中图分类号:S665.104 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)08-0179-03

土地适宜性评价指对特定区域一定土地相对于某种利用方式,评估其利用适宜程度高低的特性。它是确定最适宜的土地利用方式、充分发挥土地生产潜力以及科学编制土地利用规划的基本依据^[1]。河南省新郑市是“中国红枣之乡”,新郑大枣以其皮薄、肉厚、核小、味甜倍受人们青睐,成为枣类中的佼佼者。近年来,新郑市充分挖掘红枣的经济价值、文化价值,制定了符合地区实际的政策、发展规划,形成了育种、种植、加工、销售、生态旅游为一体的完整产业链。孟庄镇是新郑大枣的主要种植区域,是原生态枣树种植区,因此,探讨该镇种植枣树的土地适宜性,有利于充分利用土地资源、开发土地潜力、实现枣树增产高产、优化枣树种植总体布局。近年来,GIS 技术^[2]、RS 技术^[3]在土地评价中得到广泛应用,许多学者对耕地适宜性评价进行了研究,取得了一定的研究成果。杨奇勇等以山东省禹城市为例,采用灰色关联分析法与 Delphi 法结合筛选参评因素,建立土壤适宜性综合评价模型,进行了盐渍土改良区耕地土壤适宜性评价研究^[4]。杨洋等基于 GIS 空间分析技术,综合考虑普洱茶树的自然立地条件与大规模种植的便利条件,建立种植栽培型普洱茶树用地适宜性评价模型,划分适宜性等级,分析统计适宜地区的土地数量和空间分布规律^[5]。王江思等基于 GIS 空间分析技术,运用 SPSS 软件进行主成分分析,依据因子的贡献率调整 BP 神经网络初始权值,建立评价模型,对中原城市群的农用地适宜性评价方法进行研究^[6]。但是多数学者在综合评价指标的筛选方面不够重视。由于影响耕地适宜性的指标很多,评价指标对耕地适宜性的影响程度也不同,因此,在选择评价指标

时,应该根据地区实际,选择具有代表性的评价指标,从而使耕地适宜性更具实际意义。本研究结合耕地地力调查结果,以孟庄镇为研究区域,利用 ArcGIS 等相关软件,对耕地种植枣树适宜性进行评价,将适宜性评价结果与插值分析进行叠置分析,旨在为孟庄镇枣树种植的总体布局与区域划分提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

孟庄镇位于新郑市东北部,东临郑州市新郑综合保税区,北靠郑州市区,西接龙湖宜居教育城,是新郑市加快城市化进程的重点镇。全镇总面积 76 km²,耕地总面积 6 343.2 hm²,辖 23 个行政村,35 个自然村,总人口 3.3 万。孟庄镇是新郑红枣的核心主产区,红枣主要品种为灰枣、鸡心枣、冬枣,是著名的“优质大枣基地”和“红枣之乡”,枣林面积 2 800 hm²,年产大枣 15 000 t。

1.2 数据来源

1.2.1 图件与空间数据 采用 2012 年新郑市测土配方施肥项目耕地调查获得的地形数据、基本耕种情况、城镇中心、道路数据等资料以及 2012 年年底新郑市土地利用变更调查数据、土壤图、DEM 高程图。

1.2.2 方法 选择孟庄镇不同村的 10 块不同类型枣树地,每 20 cm 为 1 个层次,采集 0~100 cm 土层土壤样品,每个点共 5 个层次。将采集样品在实验室进行化验,测定土壤有机质含量、有效磷含量、速效钾含量、pH 值、可溶性总氮含量、硝态氮含量。采用 Excel 软件分析数据。

2 结果与分析

本研究以新郑市耕地地力调查项目为基础,应用 GIS 技术,对新郑市土地利用变更调查数据、土壤图进行数字化,从中提取有效数据。结合耕地地力调查项目实地农田采样点的养分值以及相关的地图资料,进行空间内插,得到土壤有机质等养分分布栅格图。将养分分布栅格图与新郑市 DEM 高程

收稿日期:2014-12-10

基金项目:国家自然科学基金(编号:41371524);中国博士后科学基金(编号:2013M540571)。

作者简介:唐雪香(1986—),女,广西三江人,工程师,主要从事测量工程与 GIS 应用研究。E-mail:602081736@qq.com。

通信作者:刘 轩,博士研究生,主要从事土地有效利用与 GIS 应用研究。E-mail:tangxxlw@sina.com。

数据相叠加,取得高程、坡度等数据。最后确定评价单元,建立评价体系,对种植枣树土地进行耕地种植适宜性评价,探明耕地种植枣树适宜性与各影响因素之间的关系。

2.1 评价单元确定

耕地适宜性评价单元是对耕地质量影响较大的要素构成的空间实体,是土地评价的最基本单位^[7-8]。确定评价单元是否合理,决定了工作量大小并直接影响评价结果质量^[9]。综合考虑各影响因素数据间的统一性、研究区域面积大小,本研究利用 ArcGIS 10.2 软件的 Intersect 功能,将土地利用变更调查数据和土壤图进行叠加,提取空间属性为耕地的地块作为评价单元,共生成 2 704 个评价单元。

2.2 评价指标体系构建

由于研究区域为乡镇范围,气候要素大致相同,因此,本研究根据新郑市枣树种植实际情况,在充分利用现有资料的基础上,综合考虑对枣树生长栽培具有长期且直接影响的主要因素,确定了立地条件、土壤性质、土壤养分、土壤管理 4 个方面共 10 个评价指标,从而揭示其潜在生产力水平。在土壤性质指标选取方面,选用土壤 pH 值、可溶性总氮含量、硝态氮含量 3 项指标。

2.3 评价指标权重计算

目前,关于适宜性评价指标确定权重的方法较多,如回归分析法、层次分析法、Delphi 法、关联度分析法、模糊综合评判法等^[10-12]。本研究针对孟庄镇枣树种植条件,采用专家打分法、层次分析法结合求取各指标因子的权重,依据所选取的 10 个评价指标间的相互关系,通过建立层次结构,构造判断矩阵、层次单排序、层次总排序及其一致性检验,得到评价指标的组合权重(表 1)。

表 1 枣树种植耕地适宜性评价体系与权重

目标层	准则层	指标层	单因子权重	组合权重
耕地种植 枣树适宜性	立地条件	坡度	0.666 7	0.301 1
		地貌	0.333 3	0.150 9
	土壤性质	土壤 pH 值	0.400 0	0.094 1
		可溶性总氮含量	0.300 0	0.046 0
		硝态氮含量	0.300 0	0.092 7
	土壤养分	有机质含量	0.400 0	0.093 3
		有效磷含量	0.300 0	0.026 6
		速效钾含量	0.300 0	0.058 8
	土壤管理	灌溉能力	0.500 0	0.116 4
		农田基础设施	0.500 0	0.020 1

由表 1 可见,组合权重值最高的是坡度,其次是地貌、灌溉能力、土壤 pH 值、有机质含量、硝态氮含量。这 6 项的组合权重和占组合总权重的 84.85%。其他评价指标的组合权重较低。

2.4 评价模型

评价模型是否科学合理,对于整个评价结果的可靠性、准确性有较大影响^[13]。结合孟庄镇实际情况,选择加权指数和模型作为评价分析模型。加权指数和法评价的实质是将评价单元各指标权重值累加求和的过程,依据求得的评价单元总分值进行适宜性等级划分^[14-15]。

$$N = \sum_{i=1}^m w_i E_{ij}。$$

式中: N 为评价单元最终的指数和; E_{ij} 为第 i 个因素中第 j 个等级的评分值; w_i 为第 i 项评价指标权重; m 为评价指标的数量。

将 10 个评价指标量化分级赋值后的图层叠加,对各因子权重进行累加求和,最终求得各评价单元的总分值。在该模型基础上,采用等差序列法确定各适宜性等级的临界值,并依据临界值对评价单元进行分级评价。采用等差序列法划分耕地种植枣树适宜性等级临界值,具体方法如下:

首先,确定各评价区间的平均值:

$$S = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{n};$$

$$L_{\max} = \sum_{i=1}^m \max [w_i E_{ij} (i = 1, 2, \cdots, k)];$$

$$L_{\min} = \sum_{i=1}^m \min [w_i E_{ij} (i = 1, 2, \cdots, k)]。$$

式中: S 为每区间的平均指数值; n 为划分区间数量; L_{\max} 为所有评价指标各等级最大值指数和; L_{\min} 为所有指标各等级的最小值指数和。

各区间适宜性上下限为:

$$S_i = \begin{cases} S_1 & (L_{\max}, L_{\max} - S) \\ S_2 & (L_{\max} - S, L_{\max} - 2S) \\ \cdots & \\ S_n & [L_{\max} - (n - 1)S, L_{\min}] \end{cases}。$$

式中: S_i 为土地的平均等级^[16]。

计算结果显示,孟庄镇耕地种植枣树适宜性综合指数最大值为 87,最小值为 38。综合考虑限制性因素如坡度、地貌类型等,将种植适宜性划分为 3 级,分别是最适宜、较适宜、次适宜。灰枣、鸡心枣是新郑枣区的主栽品种,其中灰枣适合大面积种植,故将其定为最适宜;鸡心枣则为较适宜;冬枣是引进品种,适应性强,因此将其划分为次适宜。

2.5 空间插值分析

土壤 pH 值、硝态氮含量、可溶性总氮含量对大枣品质影响较大。其中,土壤 pH 值对灰枣生长影响较大,硝态氮含量、可溶性总氮含量分别对鸡心枣、冬枣生长影响较大。因此,首先将土壤类型图与采样点分布图叠置,计算落在同一土壤类型斑块内各采样点的土壤 pH 值、硝态氮含量平均值、可溶性总氮含量平均值,生成 1 km×1 km 栅格数据。分别对土壤 pH 值、硝态氮含量、可溶性总氮含量进行 cokriging 插值分析,得到 1 km×1 km 分辨率的土壤 pH 值、硝态氮含量、可溶性总氮含量空间模拟数据。

3 评价结果与分区

将耕地种植枣树适宜性评价结果与土壤 pH 值、硝态氮含量、可溶性总氮含量空间模拟数据进行多图层叠置分析,得到孟庄镇耕地种植枣树品种分区图(图 1)。对图 1 中各分区面积进行统计,结果表明,孟庄镇灰枣、鸡心枣、冬枣适宜种植面积分别为 2 323.78、1 785.42、2 233.99 hm²,占耕地总面积比例分别为 36.63%、28.15%、35.22%(表 2)。

由图 1 可以看出,孟庄镇适宜种植灰枣的耕地集中分布在镇西南部区域,适宜种植鸡心枣的耕地区域主要分布在西北部,适宜种植冬枣主要集中分布在镇东部。总体来看,所采用的分区方法较为合理,符合研究区域实际。

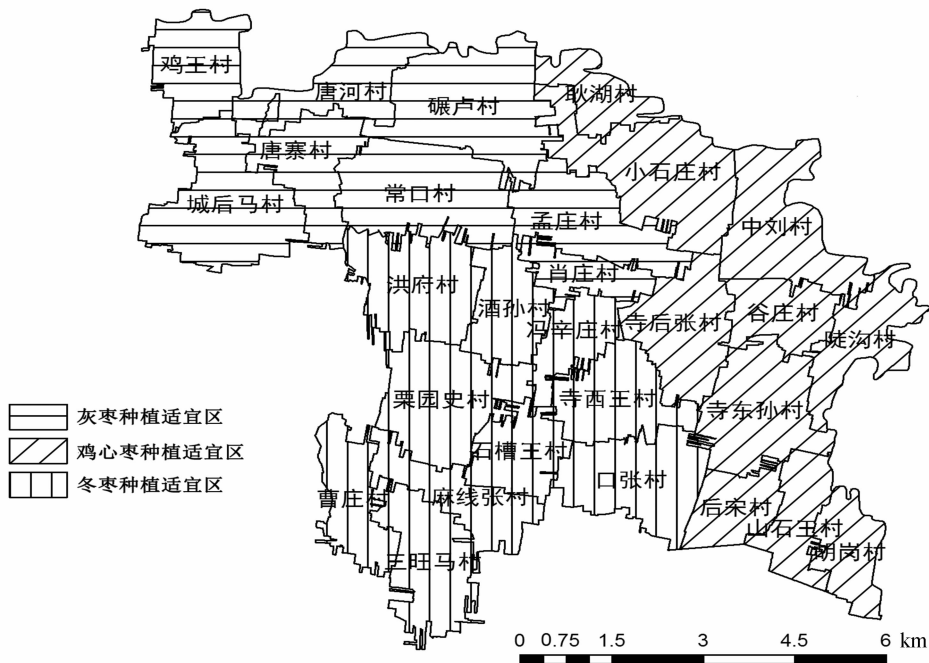


图1 孟庄镇耕地种植枣树品种分区

表 2 孟庄镇耕地种植枣树适宜评价结果与分区

适宜性 分级	适宜性 分值区间	分区	面积 (hm ²)	占耕地总面积 比例(%)
最适宜	>75	灰枣种植适宜区	2 323.78	36.63
较适宜	56~75	鸡心枣种植适宜区	1 785.42	28.15
次适宜	35~55	冬枣种植适宜区	2 233.99	35.22

3.1 灰枣适宜种植区

孟庄镇种植灰枣适宜区耕地面积为 2 323.78 hm²，主要分布在镇西北部地区的城后马村、常口村、唐河村等 8 个村。该区域为冲积平原，地势平坦，土层厚达 80 cm 以上，土壤疏松，浇灌、排水条件良好，土质为沙壤土、黏壤土，土壤 pH 值为 8.1 左右，有机质含量大于 1%。

3.2 鸡心枣适宜种植区

该区域面积为 1 785.42 hm²，主要分布在镇东部中刘村、谷庄村、寺后张村等 10 个村。该区域与灰枣适宜种植区地形相似，土层厚 76 cm 左右，土壤比较肥沃，土质多为壤土、黏壤土，土壤 pH 值略低于灰枣种植区，硝态氮含量最高，有机质含量 0.9% 左右，较为适宜种植鸡心枣。

3.3 冬枣适宜种植区

冬枣适宜种植区面积为 2 233.99 hm²，主要分布在镇西南栗园史村、洪府村、曹庄村等 9 个村。该区域为山坡、丘陵地带，地势略高，壤土、沙壤土占大部分，土层厚 72 cm 以上。土壤疏松，浇灌、排水条件好，土壤 pH 值接近鸡心枣适宜种植区，可溶性总氮含量最高，有机质含量 0.8% 左右，适宜种植冬枣。

4 结论

本研究利用 GIS 技术和空间插值方法，结合枣树种植的

实际需要，综合考虑影响其生长的自然立地条件、土壤性质、土壤养分、土壤管理等，建立土壤适宜性评价模型，对新郑市孟庄镇耕地种植枣树进行适宜性评价，并将适宜性评价结果与空间模拟数据进行多图层叠置分析，划分孟庄镇耕地种植枣树品种适宜性分区。结果表明，孟庄镇耕地种植枣树适宜性综合指数最大值为 87，最小值为 38。综合考虑坡度、地貌类型等限制性因素，将孟庄镇耕地适宜种植枣树地区依次划分为最适宜、较适宜、次适宜。将适宜性评价结果与土壤 pH 值、硝态氮、可溶性总氮含量空间模拟数据进行多图层叠置分析，孟庄镇灰枣、鸡心枣、冬枣种植适宜区面积分别为 2 323.78、1 785.42、2 233.99 hm²，分别占耕地总面积比例为 36.63%、28.15%、35.22%。孟庄镇适宜种植灰枣的耕地集中分布在镇西北部区域，适宜种植鸡心枣的耕地区域主要分布在镇东部，适宜种植冬枣主要集中在镇西南部。总体来看，所采用的分区方法较为合理，符合研究区域实际。

参考文献：

[1] 史同广,郑国强,王智勇,等. 中国土地适宜性评价研究进展[J]. 地理科学进展,2007,26(2):106-115.
[2] 何英彬,陈佑启,杨 鹏,等. 国外基于 GIS 土地适宜性评价研究进展及展望[J]. 地理科学进展,2009,28(6):898-904.
[3] 聂 倩,闫 利,蔡元波. 基于遥感和 GIS 的土地适宜性评价[J]. 地理空间信息,2009,7(2):28-30.
[4] 杨奇勇,杨劲松,李晓明,等. 基于 GIS 的盐渍土改良区耕地土壤适宜性评价[J]. 自然资源学报,2011,26(3):477-485.
[5] 杨 洋,何春阳,李晓兵. 基于 GIS 的云南栽培型普洱茶树大规模种植适宜性评价[J]. 北京林业大学学报,2010,32(3):33-40.
[6] 王江思,马传明,王文梅,等. 基于 SPSS 和 GIS 的 BP 神经网络农用地适宜性评价[J]. 地质科技情报,2013,32(2):138-143.

李圣娇,舒清态,徐云栋,等. 基于偏最小二乘回归模型的高山松蓄积量遥感估测[J]. 江苏农业科学,2015,43(8):182-185.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.08.060

基于偏最小二乘回归模型的高山松蓄积量遥感估测

李圣娇,舒清态,徐云栋,张 焱

(西南林业大学林学院,云南昆明 650224)

摘要:以 Landsat 8 影像为遥感数据源,以遥感因子、GIS 因子、林分因子、郁闭度等为自变量,在前期野外样地调查的基础上,采用偏最小二乘法(PLS),建立香格里拉县高山松蓄积量遥感估测模型。试验结果表明,郁闭度对香格里拉县高山松蓄积量估测的影响极其显著,第 5、6 波段对其影响较为显著;运用偏最小二乘法建立的样地蓄积量估测模型,调整决定系数 R^2 为 0.777 5,均方根误差 RMSE 为 36.90 m^3/hm^2 ,总预报偏差的相对误差 RE 为 23.18%,模型精度为 73.08%。以像元为单位提取高山松林所对应的自变量因子,利用估测模型得到研究区高山松林总蓄积量为 1 372.406 万 m^3 。

关键词:高山松;蓄积量遥感估测;偏最小二乘法;香格里拉

中图分类号:S127 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)08-0182-04

森林是地球上最大的生态系统,森林蓄积则是表征森林数量最重要的指标之一^[1]。传统的森林蓄积量调查方法费时费力,且仅适用于小范围的研究。随着遥感技术的不断发展,基于遥感技术的森林蓄积量估测已成为国内外学者研究的热点,利用遥感影像数据结合少量的地面样地实测数据,建立以遥感因子、GIS 因子、林分立地条件为自变量因子的蓄积量估测模型已成为一种趋势^[2-7]。张友静等将 K-T 变换得到的绿色、湿度、郁闭度作为自变量,构造出具有物理意义的森林蓄积量遥感估测模型,精度高达 90%^[2]。据存勇等利用 TM 影像和 129 个实测样地进行了蓄积量估测模型的研究,结果表明泛化改进的 BP 神经网络比普通 BP 神经网络具有更高的预报精度^[4]。近年来得以发展的偏最小二乘回归(PLS)方法也逐渐被应用于蓄积量估测领域的研究中^[5-7],而运用 PLS 对高海拔地区的高山松进行遥感蓄积量估测尚未见报

道。高山松林一般分布于云杉林、冷杉林下限,海拔 2 800 ~ 3 500 m 之间,林分外貌整齐,成片分布,以同龄单层林常见。高山松适应性广,更新能力强,是山地寒温带向山地亚热带过渡的喜光、耐旱、耐瘠薄的先锋树种。本研究采用 Landsat 8 影像作为遥感数据源,结合云南省香格里拉县 2006 年森林资源二类调查数据,采用偏最小二乘法建立森林蓄积量估测模型,研究结果可为低纬度、高海拔地区遥感地学的研究提供依据。

1 研究区概况

香格里拉县(99°20' ~ 100°19'E,26°52' ~ 28°52'N)位于云南省西北部、迪庆州东北部,地处云南亚热带常绿阔叶林植被区向青藏高原高寒植被区过渡地带,森林覆盖率为 74.99%,植被分布南北差异明显,在环县境的东、南、西 3 面山体垂直分布完整而典型。在垂直分布上,海拔 4 500 ~ 4 700 m 为雪线带,有高山草甸、灌丛植被生长;海拔 3 000 ~ 4 500 m 为亚高山、高山寒温性针叶林类型;海拔 3 000 m 以下为暖温性针叶林,其间有多种温凉性针叶树种、落叶树种与其组成各种复杂的森林类型;金沙江边则出现干暖河谷气候下形成的多种灌丛类型。香格里拉县主要的优势树种有云南松(*Pinus yunnanensis*)林、高山松林、云冷杉林、高山栎(*Quercus*

收稿日期:2015-03-18

基金项目:国家自然科学基金(编号:31460194,31060114)。

作者简介:李圣娇(1991—),女,河北邯郸人,硕士研究生,主要从事资源环境遥感的研究。E-mail:jmwzrh@sina.com。

通信作者:舒清态,博士,副教授,硕士生导师,主要从事 3S 技术及森林景观经营的教学与研究。E-mail:shuqt@163.com。

[7]彭晓鹏,赵克飞. 基于 GIS 的山地城镇空间拓展土地适宜性评价——以大埔县为例[J]. 热带地理,2013,33(4):480-488.

[8]类淑霞,郝晋珉,王丽敏. 生态脆弱区宜耕未利用土地开发适宜性评价——以山西省大同市为例[J]. 中国生态农业学报,2011,19(6):1417-1423.

[9]贾树海,白 静,邵日晶,等. 基于 GIS 的瓦房店市农用地适宜性评价研究[J]. 土壤通报,2009,40(5):987-992.

[10]任 玲,马 蓉,芦 帅,等. 基于 GIS 的棉花土地适宜性评价——以新疆兵团农八师 148 团 8 连为例[J]. 石河子大学学报:自然科学版,2012,30(2):193-197.

[11]郭月婷,廖和平,徐建刚. 三峡库区农村居民点用地适宜性评价[J]. 农业工程学报,2012,28(5):252-259.

[12]金 贵,王占岐,胡学东,等. 基于模糊证据权模型的青藏高原区土地适宜性评价[J]. 农业工程学报,2013,29(18):241-250.

[13]胡彩婷,李巧云,关 欣,等. 永兴县发展冰糖橙产业的土地适宜性评价[J]. 水土保持研究,2012,19(6):228-231,236.

[14]王路明,常庆瑞,白雪娇. 基于 GIS 的陕西省定边县耕地种植玉米适宜性评价[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2014,42(3):105-110,117.

[15]宋如华,齐 实,孙保平,等. 区域土地资源的适宜性评价和空间布局[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1997,3(3):24-31.

[16]石淑芹,陈佑启,李正国,等. 基于空间插值分析的指标空间化及吉林省玉米种植区划研究[J]. 地理科学,2011,31(4):408-414.