

# 基于模糊数学法的凉州区高原夏菜种植适宜性评价

贾晓娟, 韩梅, 袁政祥, 王吉彪, 苏斌, 张正鹏, 王祎

(甘肃省武威市凉州区农业技术推广中心, 甘肃 武威 733000)

**摘要:** 将地理信息系统软件与县域耕地资源管理系统(CLRMIS)相结合, 选取8个分区评价因子, 构建了用于评价适宜性的层次模型, 在CLRMIS中进行适宜性级别划分、评价结果分析、面积量算及成果图的输出。评价结果将凉州区高原夏菜种植区划分为4个适宜性区域, 高度适宜性种植面积占耕地面积的51.51%, 适宜性种植面积占23.5%, 勉强适宜性种植面积占14.17%, 不适宜种植区域面积占11.52%。

**关键词:** 模糊数学法; 层次模型分析; 高原夏菜; 凉州区; 地理信息系统

**中图分类号:** O159; S63 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2015)09-0012-04

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2015.09.005

## Suitability Evaluation of Plateau Summer Vegetables in Liangzhou District Based on Fuzzy Mathematics Method

JIA Xiaojuan, HAN Mei, YUAN Zhengxiang, WANG Jibiao, SU Bing, ZHANG Zhengpeng, WANG Yi

(Liangzhou District Agricultural Technology Promotion Center, Wuwei Gansu 733000, China)

**Abstract:** In this study, the geographic information system software (CLRMIS) with county cultivated land resources management system, the combination of considering influence plateau summer vegetable grown in liangzhou district, selected the eight evaluation factors, constructs the hierarchical model for evaluation of suitability, hierarchies in CLRMIS suitability, the evaluation results analysis, the area measurement and drawing output. The result shows that the liangzhou district plateau summer vegetables planting area is divided into four suitable areas, high suitability planting area accounts for 51.51% of arable land suitability planting area account for 23.5% of the arable land, barely planting area account for 14.17% of the arable land suitability, not suitable planting area account for 11.52% of the arable land.

**Key words:** Fuzzy mathematics method; The hierarchical model analysis; Plateau summer vegetable; Liangzhou district; Geographic information system

县域耕地资源管理信息系统(CLRMIS)是用于管理耕地资源信息的工具软件, 系统以县级区域

内的耕地资源为管理对象, 以土地利用类型图和土壤图叠加形成管理单元, 为合理安排作物布局

收稿日期: 2015-04-09

作者简介: 贾晓娟(1981—), 女, 甘肃武威人, 助理农艺师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)13884599545。E-mail: njzxjxj@163.com

通讯作者: 王祎(1986—), 男, 甘肃会宁人, 农艺师, 主要从事农业技术推广工作。E-mail: wangyi860518@qq.com

- 明理工大学, 2003.
- [3] 谢开云, 车兴壁, CHRISTIAN DUCATILLON, 等. 比利时晚疫病预测预警系统及其在我国的应用[J]. 中国马铃薯, 2001, 15(2): 67-71.
- [4] 谢成君, 刘普明, 王颖, 等. 马铃薯晚疫病预警系统在西吉县的应用[J]. 中国马铃薯, 2014, 28(4): 106-110.
- [5] 张斌, 耿坤, 余杰颖. 比利时马铃薯晚疫病预警系统的应用[J]. 中国马铃薯, 2011, 25(1): 42-46.
- [6] 李定莉, 刘祥贵, 车兴壁, 等. 马铃薯晚疫病预警系统在巫溪县马铃薯生产中的应用[J]. 南方农业, 2013, 7(26): 93-96.
- [7] 颜德清, 宁红, 杜中琼, 等. 城口县马铃薯晚疫病预警监测系统的应用效果分析[J]. 现代农业科技, 2013, (19): 152-153.
- [8] 谭晓军, 苏成武, 胡显军. 马铃薯晚疫病预警系统在巴东的应用情况初报[J]. 长江蔬菜, 2013(8): 52-55.
- [9] 宋伯符, 王军, 张志铭, 等. 我国马铃薯晚疫病的研究进展和建议[J]. 马铃薯杂志, 1996, 1(3): 138-141.
- [10] 刘章义, 魏敏. 3种药剂对马铃薯晚疫病的田间防效初报[J]. 甘肃农业科技, 2014(3): 17-19.
- [11] 李虎林. 5种药剂拌种对马铃薯晚疫病的防效试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2014(3): 21-23.
- [12] 王爱军, 丁月凡. 4种药剂对马铃薯晚疫病的田间防效初报[J]. 甘肃农业科技, 2014(7): 35-36.
- [13] 龙小燕. 5种药剂喷雾对马铃薯晚疫病的防效试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2014(3): 40-41.

(本文责编: 郑立龙)

提供决策支持。目前在耕层尺度上对高原夏菜的种植布局规划研究报道较为罕见, 大多报道是基于生产对策和市场对策, 如杨永岗、张俊科等研究了甘肃高原夏菜优化栽培模式<sup>[1-2]</sup>, 才吉安等对兰州高原夏菜产业发展现状、问题及前景进行了分析<sup>[3]</sup>, 张桂芬对中国高原夏菜生产销售及其发展做了对策研究<sup>[4]</sup>。西北高原夏季日照充足, 昼夜温差大等自然条件, 比较适宜种植高原夏菜<sup>[5-8]</sup>。我们借助凉州区耕地资源管理系统建立过程中积累的大量空间数据和土壤资源属性信息, 应用地理信息系统技术和方法, 对凉州区高原夏菜种植适宜性区域做出分区评价研究, 旨在科学的确定种植区域, 提高种植水平。

## 1 数据与方法

### 1.1 研究区概况

凉州区位于武威市中部, 辖 19 镇 18 乡, 448 个行政村, 总面积 5 081 km<sup>2</sup>, 总人口 102.2 万人, 是甘肃省人口最多的县级行政区。凉州地势西南高而东北低, 平均海拔 1 632 m, 气候属冷温带干旱区, 是典型的大陆性气候, 日照充足, 温差大, 无霜期 156 d, 自然资源比较丰富。境内的祁连山北坡有水源林和天然草场 8 万 hm<sup>2</sup>。有西营、金塔、杂木、黄羊河等四条内陆河, 均发源于祁连山, 年径流量 8 亿~9 亿 m<sup>3</sup>。地下水储量近 6 亿 m<sup>3</sup>。

### 1.2 数据资料

研究数据来源于凉州区耕地资源管理信息系统, 数据和文本资料主要有: 第二次土壤普查成果资料, 区划统计资料, 田间记载及化验结果资料, 各乡镇、村近 3 a 种植面积、粮食单产、总产

统计资料, 历年土壤测试资料, 测土配方施肥土壤采样点所有化验数据及 GPS 定位数据、农村及农业生产基本情况资料、土壤类型代码表、行政区划代码表等。图件资料主要有地形图、土壤图、耕地地力调查点位图、土地利用现状图、行政区划图、地貌类型分区图。

### 1.3 研究方法

综合考虑影响凉州区高原夏菜种植的特点, 结合实际情况, 依据针对性、主导性、稳定性、可操作性等选取原则, 运用专家经验法, 最终选取了 8 个评价指标作为高原夏菜种植适宜性分区评价的因子, 即海拔、有机质、有效磷、速效钾、耕层厚度、灌溉模数、pH、障碍层厚度。依据 8 项指标要素间的关系, 构造层次结构评价指标体系见表 1。

表 1 凉州区高原夏菜评价指标体系

| 目标层 | 凉州区高原夏菜适宜性评价 |      |       |      |
|-----|--------------|------|-------|------|
| 准则层 | 土壤养分         | 理化性状 | 剖面构型  | 立地条件 |
| 因子层 | 有效磷          | 有机质  | 耕层厚度  | 海拔   |
|     | 速效钾          | pH   | 障碍层厚度 | 灌溉模数 |

在县域耕地资源管理系统中, 运行层次分析模型编辑菜单, 系统根据所构建的判别矩阵, 首先获得各判别矩阵的权重值, 然后计算同一层次所有因素对于总目标相对排序权值, 即进行层次总排序, 最终得到高原夏菜适宜性评价因子的权重值。参评因子赋值采用隶属函数模型, 根据模糊数学的理论, 用特尔斐法对一组实测值评估出相应的一组隶属度, 通过拟合建立函数关系见表 2, 其过程见图 1, 最终求得高原夏菜各个评价因

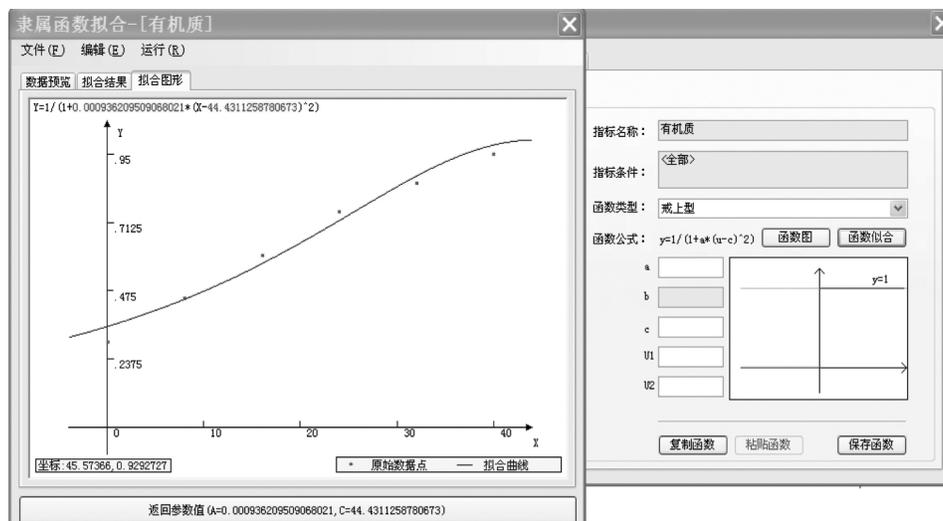


图 1 函数隶属度模型建立过程示意

子隶属函数见表 3。

1.4 适宜性分级与制图方法

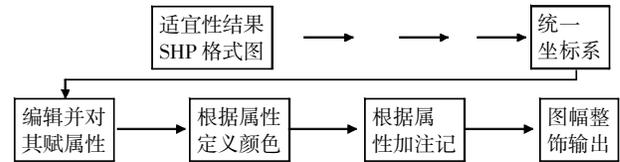
计算适宜性区域综合指数的方法很多，通常有加法模型、乘法模型等，本研究采用加法模型计算凉州区高原夏菜适宜性的综合指数。加法模型是将所有参评因素的单因素评价指数相加得到适宜性区域综合指数，其函数关系如下式，

$$IFI = \sum F_i \times C_i (i=1, 2, 3, \dots, n)$$

式中 IFI 为适宜性区域综合指数， $F_i$  为第  $i$  个因素评语（隶属度）； $C_i$  为第  $i$  个因素的组合权重，

即为该参评因素对耕地地力的贡献率，采用层析分析法结合专家评估法求得。

在 ArcGIS 软件制图模块中，进行高原夏菜适宜性分区专题图的制作。具体步骤表达如下。



2 结果与分析

由 10 位研究区域的农艺师通过特尔斐法按照

表 2 常用隶属函数

|     | 数学表达   | 函数图形 |
|-----|--|------|
| 戒上型 | $y_i = \begin{cases} 0, & u_i \leq u_i \\ 1/[1+a_i(u_i-c_i)^2], & u_i < u_i < c_i, (i=1, 2, \dots, m) \\ 1, & c_i \leq u_i \end{cases}$ <p><math>y_i</math> 为第 <math>i</math> 个因素评语；<math>u_i</math> 为样品观测值；<math>c_i</math> 为标准指标；<math>a_i</math> 为常数；<math>u_i</math> 为指标下限值。</p> |      |
| 戒下型 | $y_i = \begin{cases} 0, & u_i \leq u_i \\ 1/[1+a_i(u_i-c_i)^2], & c_i < u_i < u_i, (i=1, 2, \dots, m) \\ 1, & u_i \leq c_i \end{cases}$ <p><math>u_i</math> 为指标上限值。</p>  |      |
| 峰型  | $y_i = \begin{cases} 0, & u_i > u_{i2} \text{ 或 } u_i < u_{i1} \\ 1/[1+a_i(u_i-c_i)^2], & u_{i1} < u_i < u_{i2} \\ 1, & u_i = c_i \end{cases}$ <p><math>u_{i1}</math>、<math>u_{i2}</math> 分别为指标上、下限值</p>   |      |
| 直线型 | $y_i = a_i + b_i * u_i$  |      |

表 3 隶属函数

| 编号 | 指标名称  | 函数类型 | 函数公式              | a        | c         | $u_{i1}$ | $u_{i2}$ |
|----|-------|------|-------------------|----------|-----------|----------|----------|
| 1  | 速效钾   | 戒上型  | $1/[1+a*(u-c)^2]$ | 0.009 26 | 0         | 40       | 427      |
| 2  | 有效磷   | 戒上型  | $1/[1+a*(u-c)^2]$ | 0.014 26 | 68.4      | 0.5      | 53.2     |
| 3  | 海拔    | 戒下型  | $1/[1+a*(u-c)^2]$ | 0.000 11 | 1 160.515 | 1 431.3  | 2 836.3  |
| 4  | 耕层厚度  | 正直线型 | $a+b*u$           | 0.003 71 | 86.16     | 0        | 0        |
| 5  | 障碍层厚度 | 戒下型  | $1/[1+a*(u-c)^2]$ | 0.001 29 | 5.511     | 20       | 0100     |
| 6  | 灌溉模数  | 戒上型  | $1/[1+a*(u-c)^2]$ | 0.001 46 | 0         | 40       | 80       |
| 7  | 有机质   | 戒上型  | $1/[1+a*(u-c)^2]$ | 0.008 25 | 18.025 9  | 0.3      | 40       |
| 8  | pH    | 戒上型  | $1/[1+a*(u-c)^2]$ | 0.006 13 | 0         | 7.5      | 8.6      |

准层次结构的相对性原则，对于各个层次结构给出确定的数量化评估。5 个判断矩阵的系统计算结果为  $CI=9.99995000050546E-06$ ;  $RI=0$ ;  $CR=CI/RI=0.00000000 < 0.1$ ; 偏离一致性  $CI$  与平均随机一致性指标  $RI$  比值小于 0.1, 说明判断矩阵具有满意的一致性, 表明一致性检验通过。运行层次分析模型编辑菜单, 系统根据所构建的判别矩阵, 首先获得各判别矩阵的权重值, 然后计算同一层次所有因素对于总目标相对排序权值, 即进行层次总排序, 最终所得到的组合权重即为各适宜性评价因子的权重值。权重比例见表 4。

表 4 评价因子权重

| 评价因子  | 土壤养分    | 理化性状    | 剖面形状    | 立地条件    | 组合权重        |
|-------|---------|---------|---------|---------|-------------|
|       | 0.098 1 | 0.232 4 | 0.282 7 | 0.386 7 | $\sum CiAi$ |
| 有效磷   | 0.400 0 |         |         |         | 0.039 2     |
| 速效钾   | 0.600 0 |         |         |         | 0.058 9     |
| 有机质   |         | 0.400 0 |         |         | 0.053 0     |
| pH    |         | 0.600 0 |         |         | 0.079 4     |
| 耕层厚度  |         |         | 0.400 0 |         | 0.123 1     |
| 障碍层厚度 |         |         | 0.600 0 |         | 0.155 1     |
| 海拔    |         |         |         | 0.400 0 | 0.197 8     |
| 灌溉模数  |         |         |         | 0.600 0 | 0.283 6     |

通过建立的凉州区高原夏菜种植适宜性评价的层次分析模型和隶属函数模型, 关联凉州区耕地资源管理单元的属性数据, 采用累积曲线分级法对凉州区区域内所有耕地进行高原夏菜种植适宜性评价。在划分等级过程中, 充分考虑农业生产情况, 结合高级农艺师的建议, 确定将凉州区高原夏菜适宜性评价定为四个等级, 其高度适宜区的  $IFI$  值区间为 0.782 1 以上, 适宜区的  $IFI$  值区间为 (0.758 2 ~ 0.782 1), 勉强适宜区的  $IFI$  值为 (0.623 5 ~ 0.758 2), 不适宜区的  $IFI$  值为 (0.623 5 以下)。四个部分所占的评价单元个数依次为 602 2、255 9、221 6、174 6。

高度适宜性种植面积占耕地面积的 51.51%, 主要为西营、四坝、九墩、永昌、双城、大柳、发放、松树、高坝、韩佐等乡镇; 适宜性种植面积占耕地面积 23.50%, 主要为康宁、新华、古城、河东、清水、下双、武南等乡镇; 勉强适宜性种植面积占耕地面积 14.17%, 主要为丰乐、永丰、金山、长城、谢河等乡镇; 不适宜种植区域面积占耕地面积 11.52%, 主要为张义、九墩滩指挥部、邓马营生态建设指挥部等区域; 采用地理信息系统数字制图技术生成的凉州区高原夏菜种植适宜性分区见图 2。

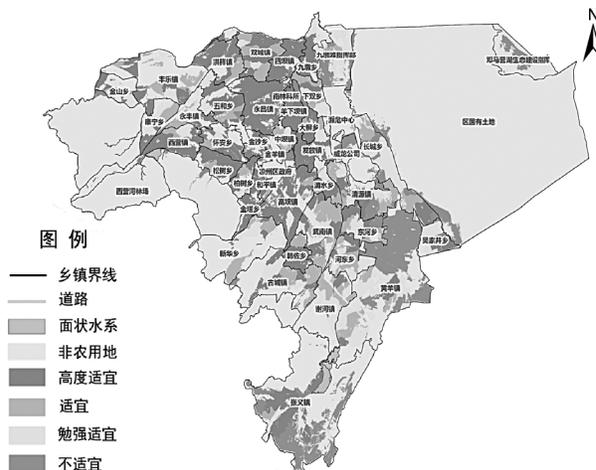


图 2 凉州区高原夏菜种植适宜性分区

### 3 小结与讨论

利用地理信息系统软件与县域耕地资源管理系统 (CLRMIS) 相结合, 对凉州区高原夏菜种植的适宜性进行了评价, 结果表明, 高度适宜性种植面积占耕地面积的 51.51%, 适宜性种植面积占耕地面积 23.50%, 勉强适宜性种植面积占耕地面积 14.17%, 不适宜种植区域面积占耕地面积 11.52%。评价结果分布图可直观地反映各个适宜性区域的分布和面积, 便于指导合理利用耕地及高效种植蔬菜。

#### 参考文献:

- [1] 杨永岗, 张化生, 李亚丽, 等. 甘肃高原夏菜优化栽培模式[J]. 中国蔬菜, 2009(1): 18-20.
- [2] 张俊科, 李正信, 晋小军. 兰州市高原夏菜生产优势分析及发展建议[J]. 农业科技与信息, 2007(12): 33-35.
- [3] 才吉安, 柴银军, 宋海慧, 等. 兰州高原夏菜产业发展现状、问题及前景分析[J]. 中国农业信息, 2010(4): 37-40.
- [4] 张桂芬. 中国高原夏菜生产销售及其发展对策[J]. 世界农业, 2006(3): 1-3.
- [5] 李亚莉, 杨永岗, 张化生. 美洲斑潜蝇对高原夏菜寄主的选择性[J]. 中国蔬菜, 2010(8): 65-69.
- [6] 冯毓琴, 李国锋, 李梅. 兰州高原夏菜产业现状与发展思路[J]. 中国蔬菜, 2009(11): 9-12.
- [7] 王祎, 蔡立群, 张兴嘉, 等. 清水县耕层土壤主要养分空间分布与变异研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2012, 47(5): 121-128.
- [8] 袁政祥, 王祎. 基于 GIS 的凉州区耕层土壤养分时空变化研究[J]. 甘肃农业科技, 2013(4): 28-30.

(本文责编: 杨杰)