

文章编号: 1006-4354 (2005) 03-0023-04

基于 GIS 气候资源评价及区划研究

——以陕西省苹果气候区划为例

朱 琳, 郭兆夏, 朱延年

(陕西省气象科学研究所, 陕西西安 710014)

摘 要: 应用模糊综合评判的理论和方法, 通过陕西省优质苹果气候区划实例, 探索了运用 GIS 技术进行气候资源评价及区划的方法: 即在分析选择影响苹果品质气候因子的基础上, 确定优质苹果气候资源评价指标模型; 根据要素权重和隶属度, 建立单因子评价栅格图层; 利用 GIS 空间叠置功能, 综合评价图按适宜度分级并与夏季水热状况矢量图叠加, 得到陕西省苹果种植气候生态区划图。结果表明, 渭北黄土高原海拔 800~1 200 m 冷凉半干旱、半湿润区, 是陕西省优质苹果气候生态区。

关键词: 地理信息系统; 气候资源; 综合评价

中图分类号: P462.1

文献标识码: A

气候资源是农业生产中不可缺少的主要物质资源。农村产业结构的调整, 农业专业化、区域化及社会的多种需求都与气候资源的开发利用紧密联系。近年来, GIS 作为空间数据管理与分析的重要技术方法, 在环境、生态及自然资源研究和管理方面得到广泛应用^[1,2]。由于气候资源的空间分布具有明显的地域分异特征, 所以 GIS 对气候资源的综合评价和区划有着极大的支持作用, 也为进行此项工作提供了新的技术手段。

在区划研究成果的基础上, 根据模糊数学中综合评判的理论和方法, 利用反映苹果气候生态环境特点的空间数据信息, 采用多因子综合评价方法^[3], 以陕西省苹果优质气候资源评价和区划为例, 阐述 GIS 在气候资源综合评价和区划方面的应用。

1 陕西省苹果优质气候资源评价模型的建立

1.1 影响苹果品质的主要气候因子

为科学、定量地评价陕西省苹果气候生态适应性, 根据前人研究成果并结合陕西实际采用全国苹果区划指标^[4]: 年平均气温, 年降水、6—8 月平均最低气温、6—8 月平均相对湿度等 4 个要素

作为陕西苹果优质气候资源评价指标, 并增加 9—10 月日照百分率地方性经验判据。

年平均气温是对苹果地域分布和品质优劣的一个度量, 根据陕西优质产区农业气候分析, 最适范围为 9~11℃; 反映水分状况的气候因子年降水量, 主要影响果型和风味, 最适范围为 500~700 mm; 夏季 (6—8 月) 是苹果生长成熟期, 也是品质形成关键时期, 温度、降水、光照等对果形、色泽、硬度、风味等影响极大, 选用 6—8 月平均最低气温作为评价气候因子, 其最适范围 15~18℃; 夏季平均相对湿度, 反映空气湿润状况及对果树同化作用、果实品质、病害发生的影响, 最适范围为 61%~70%; 9—10 月日照百分率, 反映果实着色期光照条件, 对以种植着色品种为主的地区来讲, 此期的光照条件决定优果率, 据陕西各果区苹果着色品质评定结果, 此时期日照百分率 $\geq 40\%$ 为优。

1.2 指标模型及权重

据文献 [4] 设定隶属函数为线性关系, 并结合已有的研究成果^[5], 确定各指标最适宜隶属函数值, 建立优质苹果气候隶属函数为:

收稿日期: 2005-01-25

作者简介: 朱琳 (1954-), 女, 上海市人, 学士, 副研究员, 主要从事农业气候资源分析及区划工作。

$$\mu(x_1) = \begin{cases} 1 & 9.0 \leq x_1 \leq 11.0 \\ \frac{x_1 - 7.0}{2}, \frac{15.0 - x_1}{4} & 7.0 \leq x_1 < 9.0, 11.0 < x_1 \leq 15.0 \\ 0 & x_1 < 7.0, x_1 > 15.0 \end{cases}$$

$$\mu(x_2) = \begin{cases} 1 & 500 \leq x_2 \leq 700 \\ \frac{x_2 - 400}{100}, \frac{900 - x_2}{200} & 400 \leq x_2 < 500, 700 < x_2 \leq 900 \\ 0 & x_2 < 400, x_2 > 900 \end{cases}$$

$$\mu(x_3) = \begin{cases} 1 & 15.0 \leq x_3 \leq 18.0 \\ \frac{x_3 - 11.0}{4}, \frac{20.0 - x_3}{2} & 11.0 \leq x_3 < 15.0, 18.0 < x_3 \leq 20.0 \\ 0 & x_3 < 11.0, x_3 > 20.0 \end{cases}$$

$$\mu(x_4) = \begin{cases} 1 & 60 \leq x_4 \leq 70 \\ \frac{x_4 - 50}{10}, \frac{90 - x_4}{20} & 50 \leq x_4 < 60, 70 < x_4 \leq 90 \\ 0 & x_4 < 50, x_4 > 90 \end{cases}$$

隶属函数模型中, x_1 : 年平均气温; x_2 : 年降水; x_3 : 6—8月平均最低气温; x_4 : 6—8月平均相对湿度。

综合有关研究和当地实际情况, 各评价因子的权重集为: $\alpha = \{0.3, 0.25, 0.25, 0.2\}$

则综合评价模型为 $P = \sum \mu(x_i) \cdot \alpha_i$ (1)

式中: P 为综合评价价值, $\mu(x_i)$ 为第 i 因子气候隶属度, α_i 为相对应该因子的权重, $0 < \alpha_i < 1$, $\sum \alpha_i = 1$ 。

据分析结果, 确定综合评价价值 $P \geq 0.95, 0.94 \sim 0.76, 0.75 \sim 0.51, \leq 0.50$ 依次划分为优质, 适宜, 次适宜, 不适宜四个等级。

9—10月日照百分率作为地方性经验判据, 在气候要素综合评价的基础上, 对日照百分率 < 40% 的优质区做降一级处理。根据西部地区生态环境发展规划要求, “年降水在 400 mm 以下的干旱和半干旱区, 以灌、草为主的植被建设方向”^[6], 确定年降水 < 400 mm 具有一票否决权。

2 GIS 支持下的苹果优质气候资源综合评价和区划

2.1 资料来源

利用陕西 1:25 万基础地理数据, 建立研究区(秦岭以北地区) 500 m × 500 m DEM 模型。以陕西秦岭以北 67 个气象站 30 a 整编气候资料

(1971—2000 年) 作为苹果气候区划的基础资料。

2.2 评价指标空间化

秦岭以北 67 个县气象观测数据建立各评价指标与地理参数的回归内插模型(模型略), 利用 DEM 数据, 计算出陕西省秦岭以北地区 500 m × 500 m 网格各指标空间数据。对误差的订正, 以反距离权重法内插算出各指标在 500 m × 500 m 栅格点的残差值, 再与回归模型计算值迭加, 由此建立陕西省苹果气候区划各评价指标空间分布的栅格图层。

2.3 基于 GIS 苹果气候资源综合评价及区划

依据单要素评价指标模型和权重对各评价指标图层属性值进行计算, 形成单因子评价栅格图层。对苹果气候生态环境综合评价, 依照空间叠加分析方法实现, 即利用 GIS 地图代数功能, 按(1)式, 将各指标评价栅格图迭加, 并按气候适宜程度对综合评价值分级, 此基础上, 叠加日照百分率和年降水栅格图进行修订, 即得到陕西省苹果适宜程度气候综合评价图。为能更充分反映各适宜区气候特征差异, 参考全国区划定名标准^[9], 以夏季平均最低气温(t_{6-8}) 按以下 3 类状况划分为(1)冷凉: $t_{6-8}, < 18^\circ\text{C}$; (2)温凉: $t_{6-8}, 18 \sim 20^\circ\text{C}$; (3)温热: $t_{6-8}, 20 \sim 23^\circ\text{C}$; 夏季平均相对湿度(f_{6-8}) 按以下 2 类划分为(1)半干旱: $f_{6-8}, 51\% \sim 70\%$; (2)半湿润: $f_{6-8}, 71\% \sim 80\%$;

在综合评价基础上叠加 t_{6-8} 、 f_{6-8} 矢量图, 得陕西省苹果种植气候生态区划图。并依地理位置、气候特征定名。

3 区划结果

I 优质气候区 综合评价值 ≥ 0.95 , 包括陕北南部、渭北黄土高原海拔 800~1 200 m 大部地区, 该区温度、降水、光照及品质形成关键期温度日较差均在最优范围, 加之土壤适宜, 土层深厚而疏松, 构成苹果生长发育最佳的气候和土壤条件, 故该区果实的果形指数高 (纵横比 ≥ 0.8); 果面着色好, 自然着色 97% 以上, 全红果率高; 含糖量 14% 以上, 且耐储存。是陕西省苹果品质最优地区。据水热条件差异可划分为 2 个地区。

I₁ 陕北和渭北中东部冷凉半干旱优质区 自延安以南东部各县除黄河沿土石丘陵带以外的广大地区和渭北东部塬区。包括子长东部, 清涧中西部, 延川、延安、延长、宜川大部; 渭北中东部的铜川、白水、耀县中部、韩城、合阳、澄城、蒲城和富平北部海拔 800~1 300 m 塬区。

该区年平均气温 9.0~11.0℃, 年降水 470~600 mm, 6—8 月平均最低气温 15.5~17.6℃, 平均相对湿度 65%~70%, 夏秋季气温日较差为 10.5~13.0℃。成熟期 9—10 月日照百分率渭北高原为 48%~50%, 延安东部地区大都 53% 以上。因生长季冷凉干燥, 病虫害较少, 夏秋季气温日较差大, 光照充足, 果实着色好, 含糖量高, 品质极佳。

延安东部偏北地区降水较少约 500 mm 左右, 为最适宜下限值, 且灌溉条件较差, 故关键生育期遭遇干旱危害是生产上主要问题。晚熟富士系品种, 延安北部及以北地区个别年份幼树抽条较为严重。

I₂ 陕北中西部、渭北西部温凉半湿润优质区 自洛川以西以南包括富县中南部, 洛川、黄陵、宜君大部; 渭北中西部的耀县、旬邑西部, 长武、彬县、淳化、永寿大部, 礼泉、乾县、千阳北部及凤翔、宝鸡中部。

年平均气温 9.0~11.0℃, 年降水 530~640 mm, 6—8 月平均最低温度 15.8~17.0℃, 夏季

相对湿度 70%~73%, 成熟期 9—10 月日照百分率除宝鸡周围各县较低为 41%~43%, 其余地区为 44%~51%。生长季气温日较差 10.0~11.8℃。降水条件优于 I₁ 区, 光照条件略逊于 I₁ 区, 陕北中西部为 50% 左右, 其余地区 45% 左右。生产上主要问题是, 近年冬季温度较高, 苹果花期提前, 使陕北西南部洛川、富县、宜君, 渭北西部长武、彬县等地易遭受苹果花期晚霜冻危害。

II 适宜区 综合评价值 76~94, 在 I 区基础上向外围扩展。主要位于西部的陇县、宝鸡县、千阳、凤翔、岐山、扶风大部地区, 其中宝鸡县、眉县、周至可延伸至秦岭北麓。中东部自 I 区向南至渭北黄土台塬区, 海拔 600~800 m。关中东南部骊山周围蓝田、临潼、渭南等地亦在此范围。北部自延川向北延伸, 包括子长、清涧东北部, 绥德、子洲、米脂大部及佳县、横山南部地区。据区域间水热差异可分为:

II₁ 陕北冷凉半干旱适宜区 包括子长、清涧东北部, 佳县、横山南部, 米脂、子洲和绥德大部。年平均气温 8.5~10.5℃, 年降水 420~500 mm, 6—8 月平均最低气温 15.0~18.0℃, 夏季平均相对湿度 60%~65%, 9—10 月平均日照百分率 59%~62%。该区虽能基本达到生产优质苹果所需气候条件, 即生长季冷凉干燥, 夏秋季气温日较差大, 夜温低, 尤其是果实着色期光照条件极佳, 但因降水少, 接近 400 mm 临界值, 且灌溉条件较差, 干旱频繁, 自然灾害多, 所产苹果个小, 形扁。

II₂ 渭北东部温凉半干旱适宜区 包括渭北东部的韩城、合阳、澄城、蒲城、富平、白水和耀县优质区以南渭北高原海拔 600~800 m 地区。该区年平均气温 11.3~12.4℃, 年降水 540~580 mm, 6—8 月平均最低气温 18.2~19.2℃, 夏季平均相对湿度 66%~70%, 9—10 月平均日照百分率 43%~50%。本区降水与光照同 I₁ 区, 唯温度偏高, 故品质略逊于 I 区。

II₃ 关中西部冷凉、温凉半湿润适宜区 包括陇县东部、千阳、凤翔大部, 宝鸡县、岐山中北部和其秦岭北麓地区, 扶风、乾县北部。该区年平均气温除位于温凉范围的宝鸡县, 凤翔、岐

山、扶风和乾县偏南部为 $11.1\sim 12.2^{\circ}\text{C}$ ，其余地区为 $9.6\sim 11.6^{\circ}\text{C}$ ；年降水除秦岭北麓地区在 $650\sim 700\text{ mm}$ ，其余均在 600 mm 左右，6—8 月平均最低气温各县处于温凉范围地区的为 $18.0\sim 19.0^{\circ}\text{C}$ ，处于冷凉范围地区为 $16.0\sim 18.0^{\circ}\text{C}$ ；夏季平均相对湿度 $71\%\sim 75\%$ ，9—10 月平均日照百分率 40% 左右。因降水条件较好，品质因素中果型指数与 I 区相同，但成熟着色期光照条件略显不足，尤其是如遇秋季连阴雨年份，着色更为不利。

Ⅲ 次适宜区 综合评价值 $50\sim 75$ 。包括关 中平原大部(海拔 $< 500\text{ m}$)及陕北黄土高原海拔 $> 1400\text{ m}$ 地区。据水热条件，可分为陕北高原冷凉半干次适宜区(Ⅲ₁)；陕北中西部、渭北西部冷凉半湿次适宜区(Ⅲ₂)；关中平原温凉半干和半湿次适宜区Ⅲ₃；关中平原温热半干和半湿次适宜区Ⅲ₄。年平均气温陕北高原、渭北西部高海拔处 $7.0\sim 8.5^{\circ}\text{C}$ ，关中平原 $12.5\sim 13.5^{\circ}\text{C}$ ；年降水陕北高原北部 $< 500\text{ mm}$ ，陕北中西部、渭北西部和关中平原 $550\sim 700\text{ mm}$ ；6—8 月平均最低气温，陕北高原 $< 15.0^{\circ}\text{C}$ ，关中平原 $19\sim 20.5^{\circ}\text{C}$ ；夏秋

季气温日较差陕北高原 $12.0\sim 13.5^{\circ}\text{C}$ ，渭北西部和关中平原 $10.0\sim 12.0^{\circ}\text{C}$ 。此区北部的低温冻害和干旱少雨，关中平原海拔低、高温等诸多不利气象条件，苹果品质差，应逐渐减少此区苹果种植面积。

参考文献：

- [1] 张增祥, 杨存建, 田光进. 基于多源空间数据的中国生态环境综合评价与分析 [J]. 遥感学报, 2003, (1): 58-65.
- [2] 郭兆夏, 朱琳, 叶殿秀, 等. GIS 在气候资源分析及农业气候区划中的应用 [J]. 西北大学学报(自然科学版), 2000, 30 (4): 357-359.
- [3] 涨潮, 陈丙咸, 邹伦. 地理信息系统 [M]. 北京: 高等教育出版社. 1995.
- [4] 中国农林作物气候区划协作组. 中国农林作物气候区划 [M]. 北京: 气象出版社, 1987. 174-184.
- [5] 朱琳, 郭兆夏, 李怀川, 等. 陕西省富士系苹果品质形成气象条件分析及区划 [J]. 中国农业气象, 2001, 22 (4): 50-53.
- [6] 中国工程院西北水资源项目组. 西北地区生态环境发展的战略对策 [N]. 农业科技报 2003. 3. 18.

《陕西气象》2004 年度优秀论文和好文章

层状云增雨催化剂用量的估算

陕西历史最早暴雨成因初步分析

渭北地区冰雹云雷达监测的综合技术

基于 GIS 商洛山区日照时数模拟

ERDAS IMAGINE 监督分类模板评价的研究

西汉高速公路气象保障服务系统

关于陕西人影事业发展的若干思考

一次暴雨过程垂直结构特征分析

秦岭邻近地区夏季一次连阴雨的成因分析

陕西省 2003 年自动气象站观测资料质量评估分析

居室小气候与人体健康

余 兴

梁生俊, 宁志谦

樊 鹏

朱延年, 朱 琳, 郭兆夏, 等

张京红, 刘安麟, 李登科, 等

王景红, 赵世发, 王建鹏, 等

陈洪田

李社宏, 胡淑兰

方建刚, 陶建玲, 白爱娟, 等

高雪相, 李 惠, 张红娟

赵礼铮, 樊玉华