

# 基于 GIS 的贵州省绥阳县金银花气候适应性区划

罗天虎, 宋芳 (贵州省绥阳县气象局, 贵州绥阳 563300)

**摘要** [目的]为充分利用绥阳县气候资源,合理布局金银花种植区域。[方法]选取了年平均气温、年日照时数、日平均气温  $< 3\text{ }^{\circ}\text{C}$  天数、 $\geq 16\text{ }^{\circ}\text{C}$  天数和  $20\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$  天数以及 5 月平均气温作为绥阳县金银花气候适宜性区划指标,利用遵义市 13 个气象站 1981~2010 年的逐日气温和日照资料,基于绥阳县 1:25 万的地理信息数据,采用梯度距离反比权重法对 6 个区划因子进行了空间插值;利用模糊数学方法,分别构建了各区划因子的隶属度函数和综合气候适宜度模型,按照适宜种植区、次适宜种植区和不适宜种植区 3 个等级完成了绥阳县金银花种植适宜性区划。[结果]绥阳县金银花种植的适宜区主要分布在海拔 900 m 以下的川道、坡塬,不适宜区主要分布在 1 200 m 以上的山区。[结论]冬季温度偏低、热量条件不足及日照偏少是制约全县进一步发展金银花种植的主要原因。

**关键词** 金银花;气候适应性;区划;模糊数学;GIS;绥阳县

**中图分类号** S162.2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)11-198-04

## Climatic Adaptability and Division of *Lonicera japonica* Thunb in Suiyang County in Guizhou Province Based on GIS

LUO Tian-hu, SONG Fang (Suiyang Meteorological Bureau, Suiyang, Guizhou 563300)

**Abstract** [Objective] To make full use of climatic resources in Suiyang County and to reasonably distribute the planting area of *Lonicera japonica* Thunb. [Method] Several climate suitability zoning indexes were selected for *L. japonica* in Suiyang County, such as annual average temperature, annual sunshine duration, the number of days with daily average temperature  $< 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 16\text{ }^{\circ}\text{C}$  and  $20\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , and average temperature of May. Based on the 1:250 000 geographic information data and the daily temperature and sunshine data in thirteen meteorological stations in Zunyi from 1981 to 2010, spatial interpolation of six climatic elements in grids was carried out by using the gradient plus inverse-distance-squared technique. Fuzzy membership functions of six climatic elements and climatic suitable model were established. Suitable planning area of *L. japonica* in Suiyang County was divided to three regions by using fuzzy method, including suitable zone, sub-suitable zone and unsuitable zone. [Result] The suitable regions were mainly distributed at river road or slop plateau with the altitude below 900 m. Unsuitable areas were mainly distributed in the mountains above 1 200 m. [Conclusion] Low winter temperature, lack of heat conditions and less sunshine are the main factors restricting the further development of *L. japonica* in Suiyang County.

**Key words** *L. japonica*; Climate adaptability; Regionalization; Fuzzy mathematics; GIS; Suiyang County

金银花为忍冬科植物忍冬 (*Lonicera japonica* Thunb) 的干燥花蕾或初开的花,有清热解毒、凉散风热的功效<sup>[1-2]</sup>。金银花适应性较强,耐旱、耐寒,野生种分布广泛,人工栽培的地区也较多,且传统上以河南封丘、新密和山东平邑、费县最为著名,是道地的金银花重要产区<sup>[3-4]</sup>。近年来随着市场需求量的逐年增加,许多省份也大力发展当地的金银花产业<sup>[5-8]</sup>。

绥阳县位于贵州省北部,属中亚热带湿润季风气候,气候温和,雨量充沛,雨热同季。年平均气温  $15.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,年降水量  $1\,136.9\text{ mm}$ ,年平均日照时数  $1\,053.6\text{ h}$ ,年空气相对湿度  $82\%$ ,土壤以微酸性的黄壤和紫色土为主,气候资源和土壤条件均能够满足金银花生长需求<sup>[9]</sup>。该县种植金银花已有 40 多年历史,目前全县种植面积超过  $2\text{ 万 hm}^2$ ,并建立了一整套种植标准和规范,被誉为“中国金银花之乡”,预计到 2020 年全县种植面积将突破  $6.67\text{ 万 hm}^2$ <sup>[10]</sup>。同时该县地处大娄山脉中段,地形复杂、地貌多样,海拔  $600\sim 1\,700\text{ m}$ ,农业气候资源空间差异大,现有观测资料不足以全面反映区域的详细特征。地理信息系统 (GIS) 可定量采集、管理、分析具有空间特性的气候资源,方便地进行空间插值形成栅格化精细化数据,使区划结果由基于行政基本单元发展为基于相对均质的地理网格单元<sup>[11-13]</sup>。GIS 技术在精细化农业气候区划工作中也得到了广泛应用<sup>[14-16]</sup>。笔者拟从金银花的气候

生态适应性研究出发,采用 GIS 技术进行绥阳县金银花种植气候生态适应性分析,从而为合理布局金银花生产优势区域、减少盲目扩种提供参考依据。

## 1 资料与方法

**1.1 资料来源** 区划所用气象资料来自包括绥阳在内的遵义市 13 个地面气象站逐日平均气温和日照时数,时间序列长度为 1981~2010 年。地理信息资料采用国家基础地理信息中心提供的 1:25 万绥阳县基础地理背景数据。运用 GIS 技术将 1:25 万等高线数据转成数字地形模型 (DEM),在此基础上进行数字地形定量分类技术研究。

## 1.2 分析方法

**1.2.1 区划因子选取。**金银花喜温暖湿润气候,日平均气温  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$  以下处于休眠状态, $16\text{ }^{\circ}\text{C}$  以上生长迅速并开始孕育花蕾,生长的最适温度为  $20\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,日照时数多有利于其产量和质量的提高<sup>[6,8-9]</sup>。根据金银花生长与当地气象条件的关系,参考已有金银花种植区划研究成果<sup>[6]</sup>,在此选取年平均气温、年日照时数、 $< 3\text{ }^{\circ}\text{C}$  天数、 $\geq 16\text{ }^{\circ}\text{C}$  天数、 $20\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$  天数和 5 月平均温度作为绥阳县金银花农业气候区划因子。按照适宜区、次适宜区和不适宜区对区划因子进行划分 (表 1)。

根据遵义市 13 个地面气象站 1981~2010 年逐日的气象资料统计出区划指标的逐年值,然后计算出 30 年的平均值,作为空间插值的基础数据。

**1.2.2 区划因子空间插值。**农业气候资源空间分布与经度、纬度、海拔、坡度、坡向等因子密切相关,气象要素的空间插值方法较多且各有优缺点,众多插值方法中并没有一种适合每一种气象要素的普适的最佳插值方法<sup>[17]</sup>。考虑到选取

**基金项目** 贵州省气象局开放基金项目 (KF201402)。  
**作者简介** 罗天虎 (1971-),男,贵州遵义人,高级工程师,从事应用气象服务与研究工作的。  
**收稿日期** 2016-03-10

的区划因子中温度因子较多,而梯度距离平方反比法对温度的插值误差较小且仅需考虑经度、纬度和海拔高度 3 个因子<sup>[18]</sup>,因此该研究选取梯度距离平方反比法进行气候资料的空间插值计算,具体公式如下:

表 1 金银花气候生态适应性区划指标

Table 1 Regionalization index of climate adaptation of *L. japonica*

| 区域<br>Region           | 年平均温度<br>Annual average temperature//℃        | 年日照时数<br>Annual sunshine duration//h | <3℃天数<br>Number of days with daily average temperature < 3℃//d | ≥16℃天数<br>Number of days with daily average temperature ≥ 16℃//d | 20~30℃天数<br>Number of days with daily average temperature 20~30℃//d | 5月平均温度<br>Average temperature of May//℃ |
|------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 适宜区 Suitable zone      | 13≤T <sub>y</sub> ≤15                         | S <sub>y</sub> ≥1 100                | 10≤Td1≤20                                                      | 160≤Td2≤180                                                      | 110≤Td3≤125                                                         | 19≤T4≤21                                |
| 次适宜区 Sub-suitable zone | 11≤T <sub>y</sub> <13 或 15<T <sub>y</sub> ≤17 | 800≤S <sub>y</sub> <1 100            | 20<Td1≤30                                                      | 140≤Td2<160 或 180<Td2≤200                                        | 90≤Td3<110 或 125<Td3≤145                                            | 17≤T4<19                                |
| 不适宜区 Unsuitable zone   | T <sub>y</sub> <11 或 T <sub>y</sub> >17       | S <sub>y</sub> <800                  | Td1>30                                                         | Td2<140 或 Td2>200                                                | Td3<90 或 Td3>145                                                    | T4<17                                   |

$$Z = \frac{\left[ \sum_{i=1}^n \frac{Z_i + (X - X_i) \times C_x + (Y - Y_i) \times C_y + (E - E_i) \times C_e}{d_i^2} \right]}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^2}} \quad (1)$$

$$d_i = \sqrt{((X - X_i)^2 + (Y - Y_i)^2)} \quad (2)$$

式中,Z 为待估点气象要素的推算值,Z<sub>i</sub> 为气象站 i 点的要素值;X 和 X<sub>i</sub> 分别为待估点与 i 点的 X 轴坐标值(经度),Y 和 Y<sub>i</sub> 为待估点与 i 点的 Y 轴坐标值(纬度),E 和 E<sub>i</sub> 为待估点与 i 点的海拔高度;n 为用于插值的气象站点数目,在此取 n=13;C<sub>x</sub>、C<sub>y</sub> 和 C<sub>e</sub> 分别为站点气象要素与 X、Y 和 E 的回归系数,可利用多元回归方法计算得出;d<sub>i</sub> 为待估点到 i 站点的距离。

**1.2.3 区划方法。**金银花的生长受多种气象条件影响,且这种影响是一种综合作用而非简单叠加。因此可利用模糊数学方法对这种影响进行描述和定量分析<sup>[19-20]</sup>。首先构建每一种区划指标的模糊隶属度函数,然后利用空间插值后的要素值计算每个格点的 6 个隶属度值,再对这 6 个隶属度值进行综合得到每点的气候适宜度,最后根据气候适宜度区划指标进行适宜区、次适宜区和不适宜区的划分。

根据马树庆<sup>[21]</sup>的研究成果,年平均气温和 5 月份平均气温隶属度函数可表示为:

$$F(t_i) = \frac{(t_i - t_L)(t_H - t_i)^B}{(t_0 - t_L)(t_H - t_0)^B}, B = \frac{(t_H - t_0)}{(t_0 - t_L)} \quad (3)$$

式中,F(t<sub>i</sub>) 为第 i 点温度适宜度;t<sub>i</sub> 为 i 点的平均气温,t<sub>L</sub>、t<sub>H</sub>、t<sub>0</sub> 分别为金银花生长所需的平均最低气温、平均最高气温和平均适宜气温。参考彭国照等<sup>[6]</sup>的研究结果,在此对年平均气温取 t<sub>L</sub>=11.0℃、t<sub>H</sub>=17.0℃、t<sub>0</sub>=14.0℃;对 5 月份平均气温取 t<sub>L</sub>=17.0℃、t<sub>H</sub>=22.0℃、t<sub>0</sub>=20.0℃。

年日照时数隶属度函数可表示为:

$$F(S_i) = \begin{cases} \frac{S_i}{S_0} & S_i < S_0 \\ 1 & S_i > S_0 \end{cases} \quad (4)$$

式中,F(S<sub>i</sub>) 为第 i 点年日照时数适宜度,S<sub>i</sub> 为第 i 点的年日照时数(h),S<sub>0</sub> 为日照需求临界值,在此取 S<sub>0</sub>=1 100。

日平均气温 <3℃ 天数隶属度函数可表示为:

$$F(D_{i1}) = \begin{cases} 0 & D_{i1} < 5 \text{ 或 } D_{i1} > 30 \\ 1 & 10 \leq D_{i1} \leq 20 \\ \frac{D_{i1} - 5}{5} & 5 \leq D_{i1} < 10 \\ \frac{30 - D_{i1}}{10} & 20 < D_{i1} \leq 30 \end{cases} \quad (5)$$

日平均气温 ≥16℃ 天数隶属度函数可表示为:

$$F(D_{i2}) = \begin{cases} 0 & D_{i2} < 140 \text{ 或 } D_{i2} > 200 \\ 1 & 160 \leq D_{i2} \leq 180 \\ \frac{D_{i2} - 140}{20} & 140 \leq D_{i2} < 160 \\ \frac{200 - D_{i2}}{20} & 180 < D_{i2} \leq 200 \end{cases} \quad (6)$$

日平均气温 20~30℃ 天数隶属度函数可表示为:

$$F(D_{i3}) = \begin{cases} 0 & D_{i3} < 90 \text{ 或 } D_{i3} > 145 \\ 1 & 110 \leq D_{i3} \leq 125 \\ \frac{D_{i3} - 90}{20} & 90 \leq D_{i2} < 110 \\ \frac{145 - D_{i3}}{20} & 125 < D_{i2} \leq 145 \end{cases} \quad (7)$$

(5)~(7)式中,F(D<sub>i1</sub>)、F(D<sub>i2</sub>)、F(D<sub>i3</sub>) 分别为第 i 点 <3℃ 天数、≥16℃ 天数和 20~30℃ 天数的适宜度,D<sub>i1</sub> 为第 i 点的日平均气温 <3℃ 的天数(d),D<sub>i2</sub> 为第 i 点的日平均气温 ≥16℃ 的天数(d),D<sub>i3</sub> 为第 i 点的日平均气温 20~30℃ 的天数(d)。

对 6 个区划要素的模糊隶属度按照(8)式进行综合,得到气候适宜度。

$$M_i = 1 - \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (1 - F_{ij})^2} \quad (8)$$

式中,M<sub>i</sub> 为第 i 点的气候适宜度,F<sub>ij</sub> 为第 i 点第 j 个区划因子的模糊隶属度,分别由(3)~(7)式计算得出,n 为区划因子个数。将气候适宜度计算结果结合当地生产实践,确定适宜度 M<sub>i</sub>>0.8 为气候适宜区;0.7≤M<sub>i</sub>≤0.8 为次适宜区;M<sub>i</sub><0.7 为不适宜区。

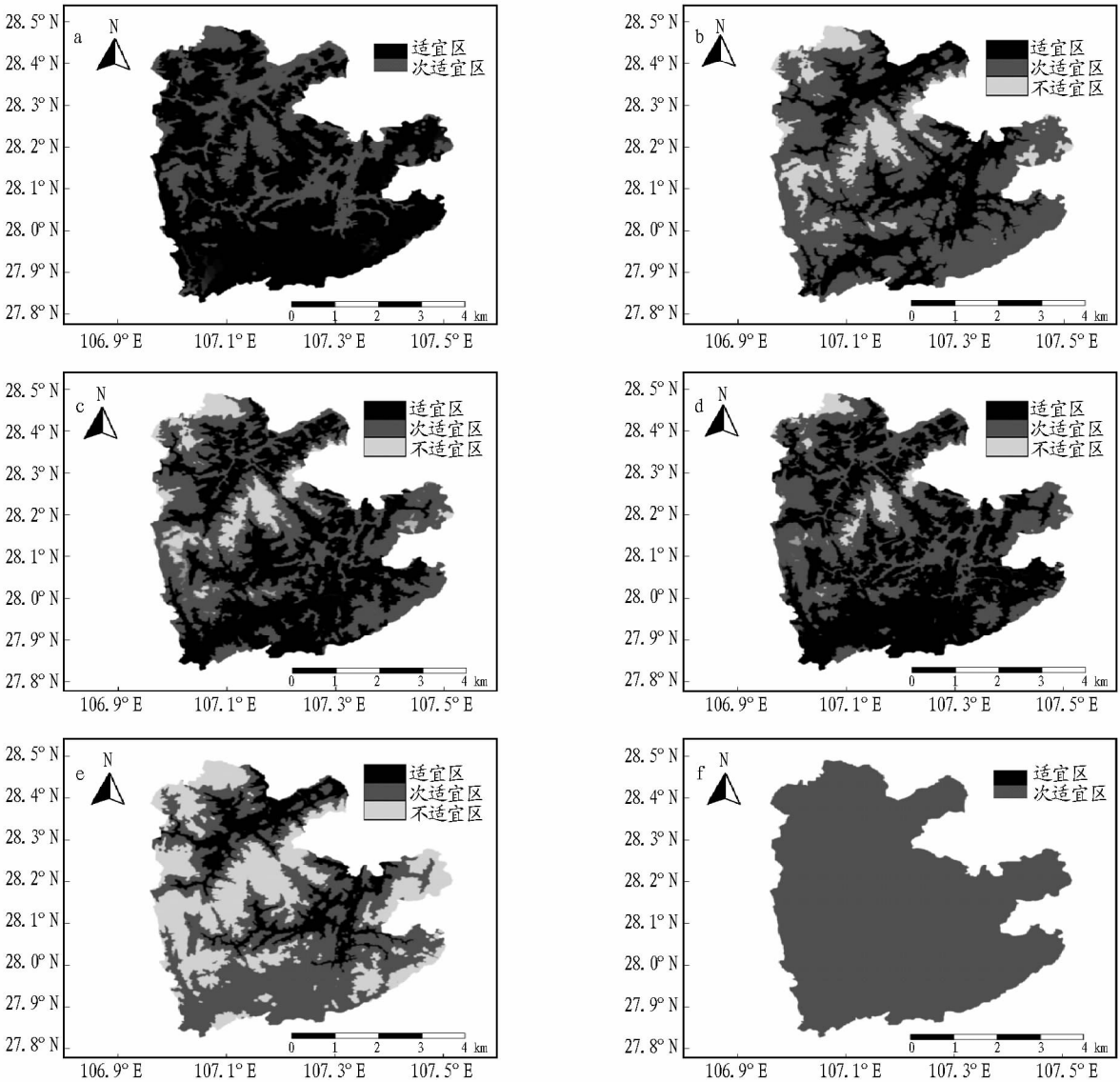
2 结果与分析

**2.1 各区划因子的适宜性** 将每种区划因子利用梯度距离平方反比法进行空间插值,然后根据表 1 中的指标进行气候

适宜性分析。结果表明,在与温度有关的区划要素中,年平均气温对金银花的生长比较有利。空间插值后的年平均气温为 11.2~16.5℃,没有<11℃或>17℃的不适宜区,均为适宜区或次适宜区(图 1a);其中 28.0°N 以南的年平均气温相对较高,适宜区面积较大。5 月份平均气温为 15~21℃,其中海拔高度<900 m 的地方平均气温在 19.0℃以上,为适宜区(图 1b),热量条件优越,对金银花的生长比较有利;而海拔>1 500 m 的北部和中部山区为不适宜区,5 月份平均气温在 17.0℃以下,不利于金银花生长。日平均气温≥16℃天数(图 1c)和 20~30℃天数(图 1d)的空间分布规律与 5 月份平均气温分布相似,其适宜区和次适宜区均是分布在海拔相对较低的地方,尤其是南部地区适宜区面积相对较大,对孕育花蕾有利,全县范围内≥16℃天数 124~196 d、20~

30℃天数 68~140 d,其中北部和中部高海拔地方的天数分别不足 140 和 90 d,对金银花的种植有一定影响。日平均气温<3℃的天数为 8~48 d,大部分地区在 22 d 以上,全县以次适宜区和不适宜区为主,仅海拔较低的地方处于适宜区(图 1e)。

光照是金银花生长发育的另一个重要气象条件<sup>[22]</sup>。金银花适宜在阳光充足和通风好的地区栽植,光照不足时枝嫩细长、叶小、花蕾分化少,产量低。空间插值后的绥阳县年日照时数为 910~1 050 h,没有多于 1 100 h 或少于 800 h 的区域,全部处在次适宜区(图 1f)。分析 1981~2010 年绥阳县逐年数据发现,年日照时数>1 100 h 的年份也仅有 1985、1990 和 2002 年,出现频率仅为 10%。因此日照时数不足是影响绥阳县金银花生长的普遍因素。



注:a. 年平均气温;b. 5 月份平均气温;c. ≥16℃天数;d. 20~30℃天数;e. <3℃天数;f. 年日照时数。  
Note:a. Annual average temperature;b. Average temperature of May;c. Number of days with daily average temperature ≥ 16℃;d. Number of days with daily average temperature 20~30℃;e. Number of days with daily average temperature < 3℃;f. Annual sunshine duration.

图 1 绥阳县金银花各区划指标适宜性空间分布  
Fig.1 Spatial distribution of regionalization index suitability of *L. japonica* in Suiyang County

**2.2 金银花气候适应性区划** 在空间格点上对 6 个区划因子的模糊隶属度进行综合得到气候适宜度,将适宜度值按照适宜区、次适宜区和不适宜区的标准进行划分。从图 2 可以看出,绥阳县金银花种植主要随地形和海拔高度而变化。适宜区主要分布在海拔 600~900 m 的川道、坡塬,这些地区年平均气温 13~15℃,冬季无持续霜冻,越冬条件较好,日平均气温 <3℃ 天数在 20 d 之内,≥16℃ 及最适宜生长温度天数较多,能够满足金银花花芽分化、茎叶生长、开花结果及防御冻害的气候要求;这些地区可选择地形开阔、遮阴较小的地方种植,以避免当地日照不足对金银花生长发育的影响。次适宜区面积较小,主要分布在海拔 1 000 m 左右的地区。影响金银花种植的主要因素是日平均气温 <3℃ 天数较多,不利于安全越冬,其他温度条件基本上能满足生长需求。不适宜区主要分布在海拔 1 200 m 以上的山区,冬季气温偏低和热量供应不足是造成这些地区不适宜种植金银花的主要原因。另外,虽然同为不适宜种植区,但不同地区的限制因素也不完全一致。其中东南部不适宜区主要是由于 5 月份气温偏低和日平均气温 <3℃ 天数偏多所导致,≥16℃ 天数和 20~30℃ 天数并不是限制因素;而北部和中部的不适宜区则是由于各种温度指标均不适宜所引起。

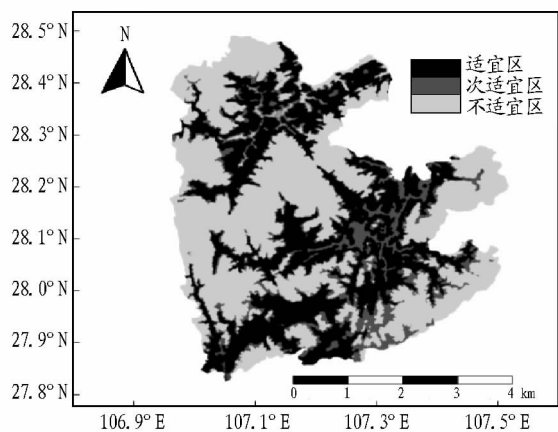


图 2 绥阳县金银花种植气候适宜性区划

Fig. 2 Regionalization of climate adaptability of *L. japonica* planting in Suiyang County

### 3 结论与讨论

该研究选取了年平均气温、年日照时数、日平均气温 <3℃ 天数、≥16℃ 天数、20~30℃ 天数和 5 月平均气温 6 种气象要素作为绥阳县金银花气候区划指标,利用模糊数学方法构建了各因子的隶属度函数,采用梯度距离反比权重法推算了各区划因子的空间分布,按照适宜种植区、次适宜区和不适宜区 3 个等级完成了绥阳县金银花种植气候适宜性分析。结果表明,绥阳县金银花种植的适宜性与地形和海拔关系密切,适宜区主要分布在海拔 900 m 以下的川道、坡塬,不适宜区主要分布在 1 200 m 以上的山区,冬季气温偏低、热量条件不足是主要限制因素。其次,日照不足是制约全县进

一步发展金银花种植的主要问题。

已有研究结果中绥阳县东部偏南的小关乡是当地主要金银花种植区之一<sup>[9-10]</sup>,而此次区划结果显示这一区域以次适宜为主。这可能由于区划指标中仅包含了温度和日照 2 类气象指标,而日照时数的适宜性全县一致,温度成为区划结果的决定因子。小关乡海拔为 960~1 100 m,日平均气温 <3℃ 天数 22 d 左右,5 月份平均气温 18.5℃,处于次适宜区。另外,农业气候资源分布受多种下垫面因素影响,尤其是山区地形复杂,现有空间插值结果只能在一定程度上反映当地气候资源。

该研究仅从农业气候资源角度分析了绥阳县金银花的种植适宜性,在实际生产中,不同地区金银花的生长发育还随地质、土壤、生物等环境生态条件的差异而表现出产量、外观、有效成分含量的变化。环境生态条件与金银花生长发育的关系还需要进一步研究。

### 参考文献

- [1] 王天志,李永梅. 金银花的研究进展[J]. 华西药学杂志,2000,15(4): 292-298.
- [2] 徐建伟,赵小俊,王雪艳,等. 常用中药材金银花的评价、育种和应用研究进展[J]. 科技创新导报,2011(1):15.
- [3] 张重义,李萍,齐辉,等. 金银花道地与非道地产区地质背景及土壤理化状况分析[J]. 中国中药杂志,2003,28(2):114-117.
- [4] 李建军,贾国伦,李静云,等. 金银花不同花期花蕾质量及指标成分含量比较分析[J]. 河南农业科学,2013,42(10):110-114.
- [5] 王磊,刘金贤,赵娟娟,等. 我国金银花种质资源概述[J]. 中国现代中药,2012,14(2):28-30.
- [6] 彭国照,卿清涛,熊志强. 四川盆地金银花气候生态适宜性及区划研究[J]. 中国农业气象,2007,28(1):67-70,107.
- [7] 张志旭,刘东波,刘鹏,等. 金银花研究进展与行业发展分析[J]. 湖南农业科学,2012(4):20-22.
- [8] 赵素菊,周广亮,高殿滑. 封丘金银花生产与气象条件的关系[J]. 河南气象,2006(4):58-59.
- [9] 宋芳. 绥阳金银花生育期的气候条件分析[J]. 贵州气象,2010,34(6):29-30.
- [10] 陈勇超. 贵州省绥阳县小关乡金银花产业发展调查与思考[J]. 北京农业,2011(36):53-55.
- [11] 欧阳继雄,赵新平,赵有中,等. 山区局地气候的小网格研究方法[J]. 农业工程学报,1996,12(3):144-148.
- [12] 腊贵晓,刘国顺,曹杰,等. 基于地统计学和 GIS 的喀斯特烟田土壤肥力综合评价:以贵州省毕节地区为例[J]. 河南农业科学,2012,41(4):63-68.
- [13] 谢先全,晏路明. 基于 GIS 的福建省农业气候资源小网格推算[J]. 福建师范大学学报(自然科学版),2004,20(3):90-93.
- [14] 莫建国,古书鸿,李洪勋. 基于 GIS 的威宁县烤烟种植精细化气候区划[J]. 贵州农业科学,2014,42(2):77-80.
- [15] 黄淑娥,殷剑敏,王怀清. “3S”技术在县级农业气候区划中的应用:万安县脐橙种植综合气候区划[J]. 中国农业气象,2001,22(4):40-42.
- [16] 陈伟强,赵素梅,李芹,等. 河口县小粒种咖啡生产的农业气候条件区划与分析[J]. 热带农业科学,2012,32(10):95-98.
- [17] 李新,程国栋,卢玲. 空间内插方法比较[J]. 地球科学进展,2000,15(3):260-265.
- [18] 林忠辉,莫兴国,李宏轩,等. 中国陆地区域气象要素的空间插值[J]. 地理学报,2002,57(1):47-56.
- [19] 李湘阁,闵庆文,余卫东. 南京地区茶树生长气候适宜性研究[J]. 南京气象学院学报,1995,15(4):572-577.
- [20] 余卫东,陈怀亮. 河南省夏玉米精细化农业气候区划研究[J]. 气象与环境科学,2010,33(2):14-19.
- [21] 马树庆. 吉林省农业气候研究[M]. 北京:气象出版社,1994:33.
- [22] 苏秋霞,任荣健,刘刚,等. 肇庆金银花种植气候适应性研究[J]. 安徽农业科学,2014(25):8675-8676.