

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2014.09.023

渝东地区烤烟气候适宜度及其变化特征研究^①

何永坤, 张建平

重庆市气象科学研究所, 重庆 401147

摘要: 以渝东地区 13 个烤烟主产区的气候资料, 运用模糊数学隶属度函数模型对该地区烤烟气候适宜度时空变化特征进行了分析, 结果表明: 1) 渝东烟区全生育期气候适宜度在 0.50~0.63 之间, 其中温度隶属度最高, 波动性较小, 日照隶属度较大, 波动性大, 降水隶属度最小; 2) 各生育期气候因子隶属度中, 旺长期温度隶属度最大, 伸根期次之, 成熟期最小; 旺长期降水隶属度最大, 成熟期次之, 伸根期最小; 伸根期日照隶属度较大, 成熟期次之, 旺长期最小; 3) 气候适宜度、日照隶属度均呈弱的增加趋势, 而降水、温度隶属度呈弱下降趋势。

关键词: 渝东地区; 隶属度函数; 烤烟

中图分类号: S572

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2014)9-0140-07

20 世纪 90 年代来的气候变化对农业产生了较大影响, 在全球气候变化大背景下, 研究作物生长气候适宜性变化对于指导农业生产具有重大意义。目前, 气候资源对农作物生长适宜性评价已逐步由定性化走向量化^[1-7], 有关学者结合当地实际情况, 对气象条件适宜性评价模型作了分析研究^[8-10], 建立了不同地区不同作物气候适宜度评价模型。目前重庆地区关于气候适宜度的研究已经取得了一定进展, 如何永坤等利用农业气象观测资料对中稻、玉米、油菜等进行了气候适宜性评价^[11-13]; 谢华东等利用模糊数学理论, 建立了重庆黔江区烤烟气候适宜性评价模型^[14]等等。重庆烟区是我国优质烟草种植区之一, 2010 年烟叶种植面积达 46.67 千公顷, 但由于近年来天气气候变化较明显, 导致年际间产量波动较大, 影响种植区农民脱贫致富和当地财政税收稳定增长。本文从气候因素评价着手, 采用适生性指数(CFI)的方法, 分析了气候因素变化对渝东烟区的影响及气候适应性变化, 为烤烟生产管理适应气候变化提供决策依据。

1 资料与方法

1.1 资料及站点选择

重庆烟区烤烟种植是从 20 世纪 80 年代开始稳定发展起来, 目前集中种植在渝东南武陵山区及渝东北大巴山区的 13 个区县(图 1), 所用气象资料为 13 个区县 1981—2011 年逐日气温、降水量、日照时数等气

① 收稿日期: 2013-08-27

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划课题(2011BAD32B01); 中国气象局气候变化专项(CCSF201220); 重庆市工程技术研究中心建设项目(重庆市农业气象与卫星遥感技术研究中心, CSTC2011PT-GC80023)。

作者简介: 何永坤(1965-), 四川西充人, 硕士, 高级工程师, 主要从事作物气象、病虫害气象、农业气象灾害等方面的研究与服务工作。E-mail: hykcq@163.com。

象资料,气象资料来源于重庆市气象信息中心.重庆渝东烟区主要分布在 600~1 200 m 山区,为了消除各站点地理要素对气候要素的影响,将各站点气象资料统一订正到 800 m 高度值.

根据四川盆地东部山地气候考察研究成果^{*}:渝东地区 5—9 月各海拔之间日照时数变化不大,日照时数按气象站点观测资料计算;降水量变化较为复杂,海拔 200~400 m,每上升 100 m,降水量增加 35 mm,海拔 400~500 m,每上升 100 m 降水量增加 25 mm,海拔 500 m 以上,每上升 100 m 降水量增加 15 mm;温度订正参考张洪亮等人的研究成果^[15],对于代表站点而言,温度订正仅考虑海拔 $h(m)$ 、纬度 $\varphi(^{\circ})$ 、经度 $\lambda(^{\circ})$,不考虑小地形影响.

$$T_h = \alpha_0 + \alpha_1 \lambda + \alpha_2 \varphi + \alpha_3 h \quad (1)$$

1.2 分析时段的确定

根据调查分析,渝东地区烤烟 2 月中下旬苗床育苗,苗床期在 3 月上旬—4 月中旬,移栽期 4 月下旬—5 月中旬,大田期为 5—9 月,分析时段仅考虑大田期,计算时段统一为:伸长期 5 月上旬—6 月中旬、旺长期 6 月下旬—7 月下旬、成熟采收期 8 月上旬—9 月中旬.

1.3 适宜度计算

由于烤烟生长的气候环境是多因素控制的复杂系统,烟叶在其生长发育过程中对于绝大部分气候因子都有其适宜的上限和下限,本文在气候适宜性评价中,通过隶属度函数来表示某一气象因子的等级划分标准及对烤烟生长的

影响程度,然后采用指数加权的方式获得每一个评价单元的烤烟气候生态适宜度.统计分析采取分别计算各旬的气候适宜度,再计算各生育期和全生育期气候适宜度值.

即气候适生性指数(CFI)采用隶属度函数模型和指数和法来确定^[16-20],即

$$CFI = \sum_{i=1}^p (f(x)_i \times N_i) \quad (1)$$

式中 $f(x)_i$ 和 N_i 分别表示第 i 个气象指标的隶属度值和相应的权重系数,本文采用可以降维的主成分分析法确定各参评指标的权重.

其中 4 个拐点的模糊隶属函数为:

$$f(x) = \begin{cases} 1 & x_3 \leq x \leq x_4 \\ 0.9 \times \frac{x - x_1}{x_3 - x_1} + 0.1 & x_1 \leq x \leq x_3 \\ 1 - 0.9 \times \frac{x - x_4}{x_2 - x_4} & x_4 \leq x \leq x_2 \\ 0.1 & x < x_1 \text{ 或 } x > x_2 \end{cases} \quad (2)$$

1.4 模型检验

烤烟全生育期气候适宜度与烤烟气象产量相关分析表明,相关系数为 0.38,通过 0.05 的显著水平检验,说明以气候隶属度函数模型和指数和法基础建立的烤烟生长气候适宜度模型能够客观地反映气候条件对渝东烤烟生产的影响.

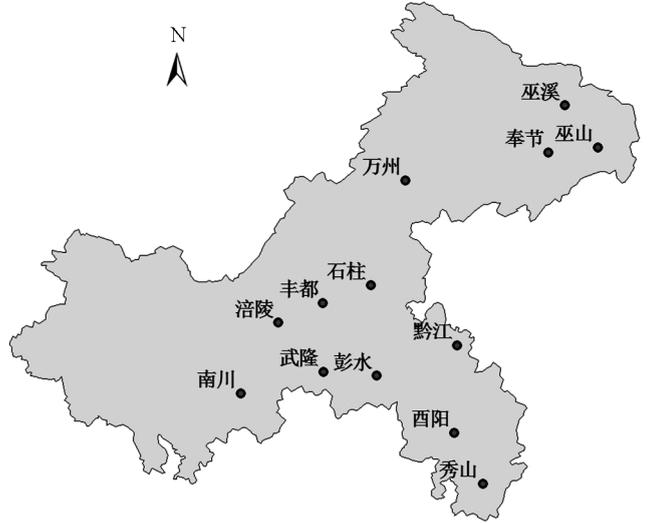


图 1 渝东地区 13 个气象站点分布图

表1 气候因子所属隶属度函数类型、转折点及权重值

指标	隶属函数类型	下限	最适值下限	最适值上限	上限	权重/%
伸根期均温	抛物线型	13	18	28	35	10.5
旺长期均温		10	20	28	35	9.4
成熟期均温		16	20	25	35	12.2
伸根期雨量		20	80	100	300	8.0
旺长期雨量		50	100	200	400	12.6
成熟期雨量		30	80	120	400	12.9
伸根期日照		50	100	150	200	9.8
旺长期日照		50	100	150	200	12.9
成熟期日照		100	200	300	400	11.6

2 结果与分析

2.1 渝东地区烤烟各生育期气候适宜度变化特征

2.1.1 各生育期温度隶属度

图2是烤烟各生育期温度隶属度历年变化情况.由图中可看出,烤烟旺长期温度隶属度最大,也最稳定,历年值在0.88以上,变化趋势为微弱增加;伸根期次之,年际间变化较大,一般在0.80以上,呈弱增加趋势,10年增加速率为0.019,1993年、1996年分别降至0.78,0.68,这两年5月出现持续低温,平均温度较常年分别偏低 1.1°C , 1.7°C ;成熟期温度隶属度最小,变化幅度也最大,一般在0.52以上,呈弱下降趋势,10年下降速率为0.023,1998年、2009年降至0.42,这是由于1998年8月出现凉夏气候,平均气温偏低 1.4°C ,2009年9月出现异常高温,平均气温偏高 3.0°C .

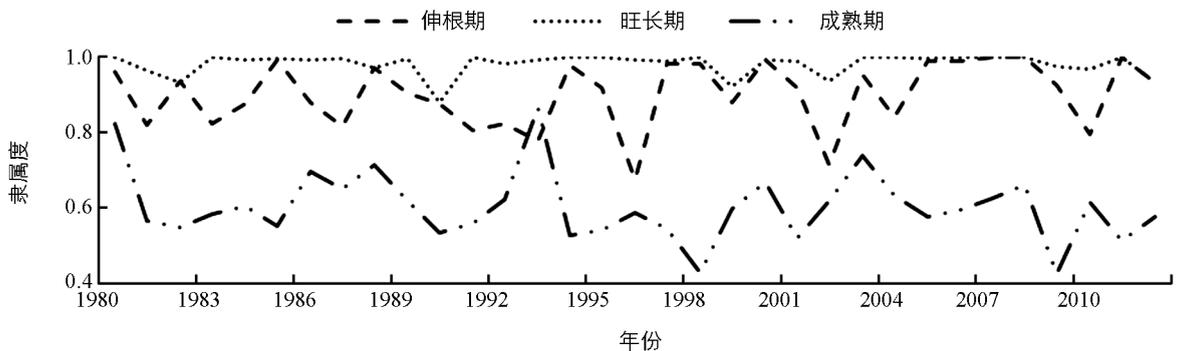


图2 渝东地区烤烟各生育期温度隶属度变化

从年代际变化分析,伸根期温度隶属度20世纪90年代最小,2000年以后最大;旺长期相差不大;成熟期呈逐年下降的趋势(图3).

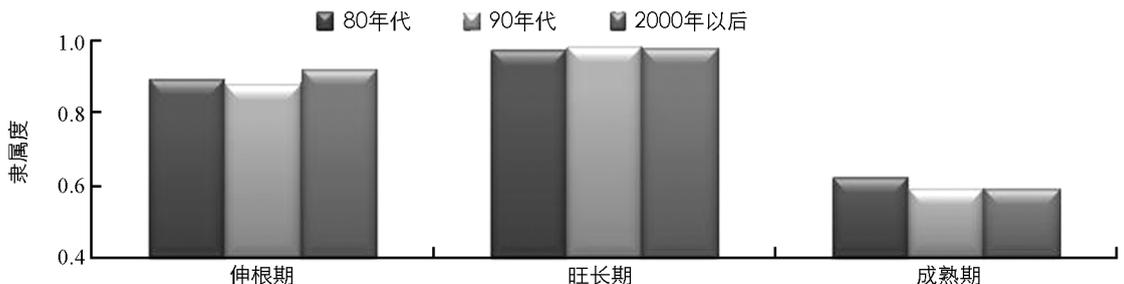


图3 渝东地区烤烟各生育期温度隶属度年代际变化

2.1.2 各生育期降水隶属度

图 4 是烤烟各生育期降水隶属度历年变化情况. 烤烟各生育期降水隶属度总体较小, 相对而言, 旺长期降水隶属度最大, 但波动较大, 一般在 0.40 以上, 1993 年旺长期降水量正常, 降水隶属度 0.64, 为最大值, 1983 年旺长期雨水偏多 31.6%, 降水隶属度 0.29, 旺长期降水隶属度呈微弱下降趋势. 成熟期次之, 在 0.32 以上, 年际间波动较小, 呈弱下降趋势, 10 年下降速率为 0.011; 伸根期降水隶属度最小, 一般在 0.30 以上, 2012 年渝东南烟区降水量偏多 70% 左右, 降水隶属度仅 0.27, 1981 年降水量正常, 且各旬分布均匀, 降水隶属度 0.54, 为伸根期最大值, 伸根期降水隶属度呈弱下降趋势, 10 年下降速率为 0.011.

从年代际变化分析, 各生育期降水隶属度与温度隶属度变化特点相似.

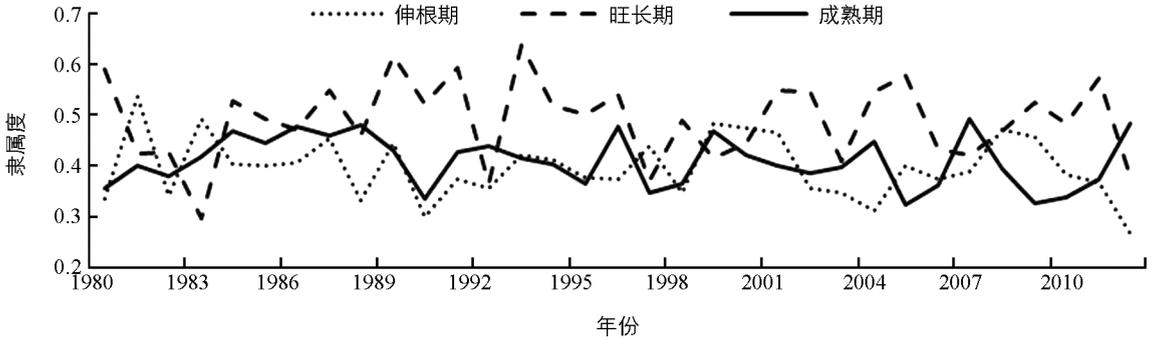


图 4 渝东地区烤烟各生育期降水隶属度年变化

2.1.3 各生育期日照隶属度

图 5 是烤烟各生育期日照隶属度历年变化情况. 烤烟各生育期日照隶属度较温度隶属度偏小, 较降水隶属度偏大. 相对而言, 各生育期间的日照隶属度差异较小, 伸根期日照隶属度较大, 一般在 0.43 以上; 成熟期次之, 一般在 0.40 以上; 旺长期日照隶属度最小, 一般在 0.37 以上. 各生育期日照隶属度均呈弱增加趋势, 伸根期、旺长期、成熟期 10 年增加速率分别为 0.055, 0.005, 0.011.

从年代际变化分析, 伸根期、成熟期日照隶属度 2000 年以后最大, 旺长期 20 世纪 90 年代最大.

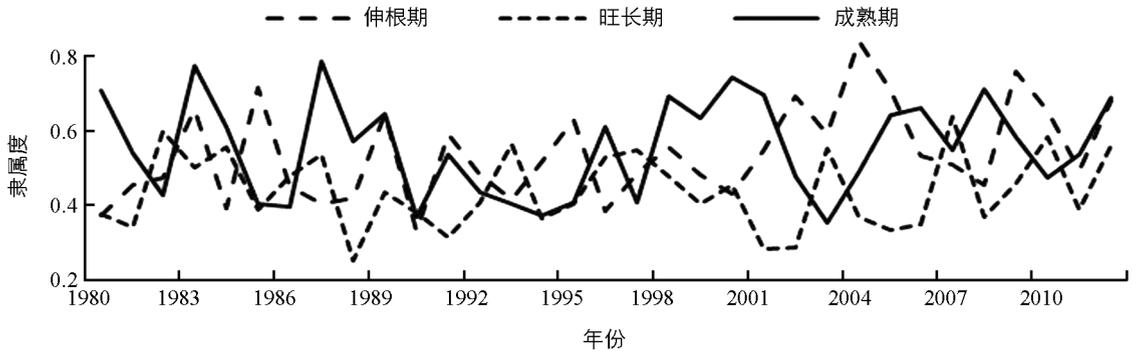


图 5 渝东地区烤烟各生育期日照隶属度年变化图

2.2 烤烟全生育期气候适宜度变化特征

图 6 是渝东地区烤烟全生育期温度隶属度、降水隶属度、日照隶属度、气候适宜度的年际变化. 由图中可以看出, 渝东烤烟温度隶属度较高, 在 0.77~0.93 之间, 且波动性较小, 其次是日照隶属度较大, 在 0.41~0.65 之间, 波动性较大; 最小是降水隶属度, 0.38~0.50 之间, 波动性最小. 说明渝东地区热量条件能满足烤烟生长发育, 光照条件、水分条件略显不足, 主要是由于烤烟生长关键期常常出现干旱或连阴雨天气, 导致光照或水分出现偏多或偏少的状况. 烤烟气候适宜度在 0.50~0.63 之间, 1990 年烤烟旺长期、成熟期温度偏高, 干旱开始期早、持续时间长, 导致气候适宜度最低; 1980 年、1989 年由于旺长期、成熟期水分、光照较适宜, 气候适宜度最高.

渝东地区烤烟气候适宜度、日照隶属度均呈弱的增加趋势, 10 年增加速率分别为 0.003, 0.023, 而降水、温度隶属度呈弱下降趋势, 10 年下降速率为 0.008, 0.000 4. 在全球气候变化的背景下, 渝东地区气候对烤烟生长发育的正效应进一步增强, 有利于烤烟生产.

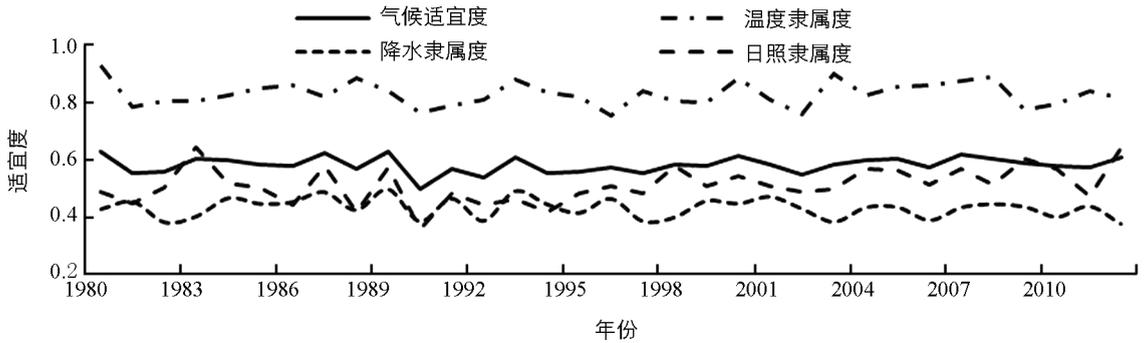


图 6 渝东地区烤烟气候适宜度变化

从气候适宜度年代际变化看, 20 世纪 90 年代最小, 平均为 0.57, 其次是 20 世纪 80 年代, 为 0.58, 2000 年以来最大, 为 0.59(图略).

2.3 烤烟全生育期气候适宜度空间变化特点

2.3.1 各生育期气候适宜度空间变化特征

从各植烟区县烤烟温度隶属度分布(图 7)来看, 旺长期最高, 均在 0.94 以上, 各区县之间相差不明显; 伸根期次之, 均在 0.82 以上, 南川 0.94 为最大值, 奉节 0.82 为最小值; 成熟期温度隶属度最低, 差异也较明显, 最大值为 0.76, 出现在酉阳, 最小值为 0.53 出现在万州.

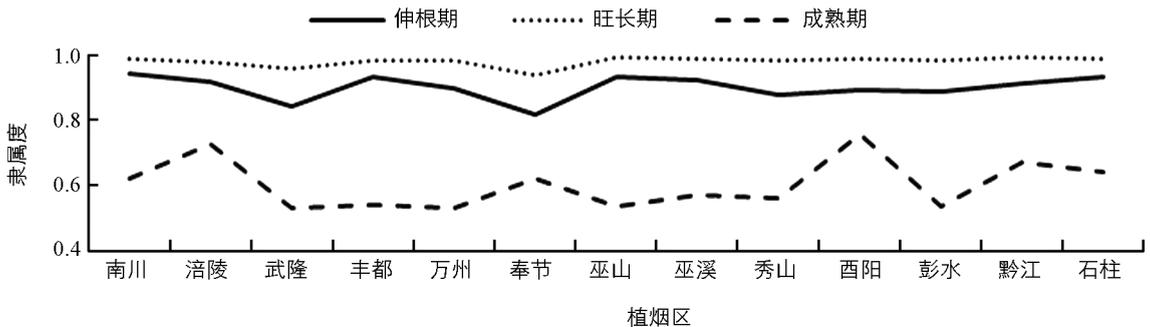


图 7 渝东地区各植烟区县烤烟温度隶属度分布

烤烟降水隶属度明显偏小(图 8), 各发育期间差异也不大, 但旺长期仍最高, 均在 0.44 以上, 最大值 0.54, 出现在南川, 最小值 0.44, 出现在秀山; 伸根期总体最低, 在 0.35~0.45 之间, 区县间差异不明显; 成熟期在 0.36~0.48 之间.

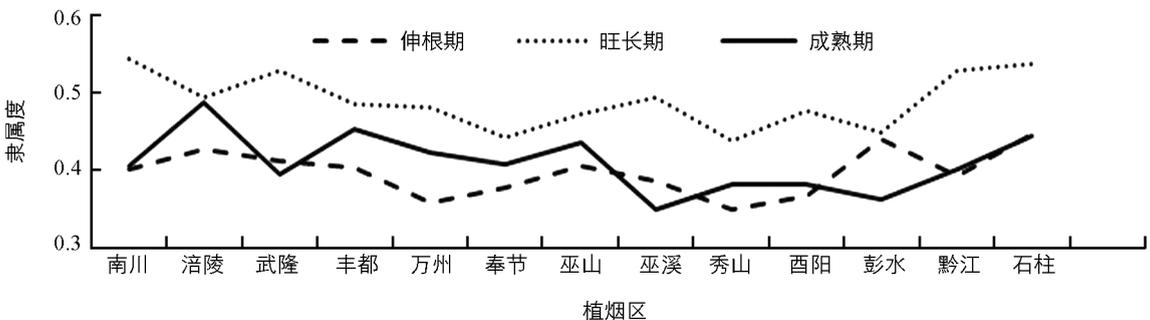


图 8 渝东地区各植烟区县烤烟降水隶属度分布图

烤烟日照隶属度值较降水隶属度值略大, 各发育期间差异不大(图 9). 相对而言, 成熟期略高, 在 0.51

~0.62 之间,酉阳最大,丰都最小;旺长期略低,在 0.38~0.50 之间,酉阳最大,奉节最小。

2.3.2 气候适宜度变化特点

渝东地区各植烟区县之间气候适宜度差异不大(图 10),涪陵、酉阳、石柱在 0.6 以上,巫山、巫溪、奉节在 0.56 以下,涪陵 0.61 为最高,奉节 0.55 为最低。

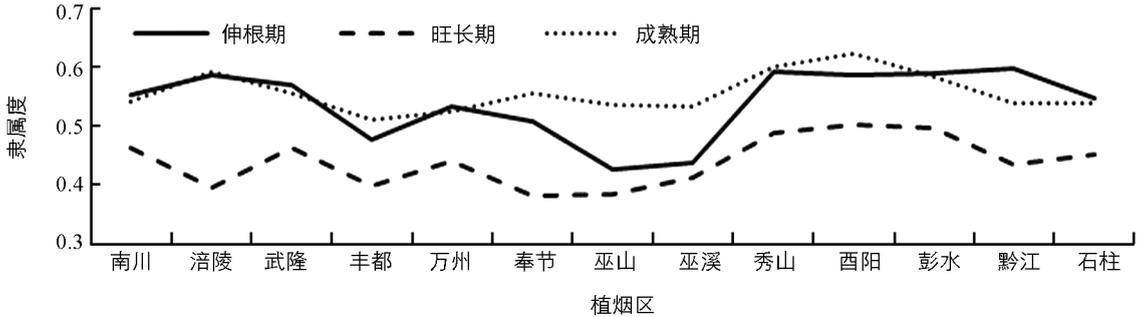


图 9 渝东地区各植烟区县烤烟日照隶属度分布图

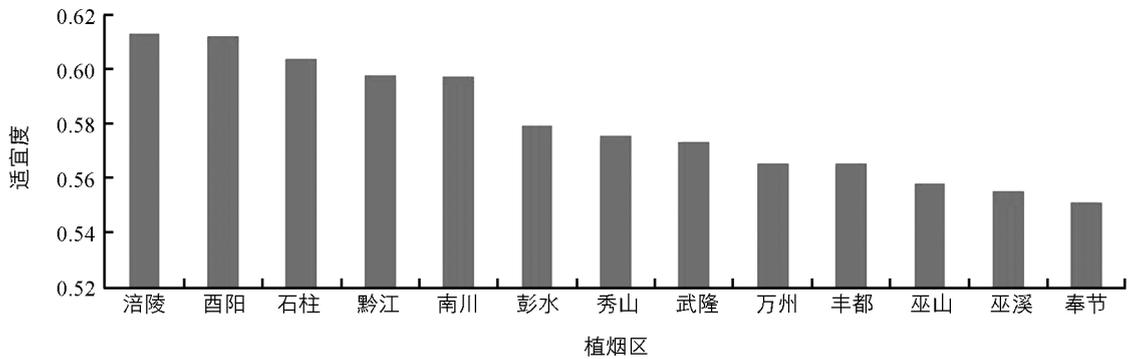


图 10 渝东地区各植烟区县烤烟气候适宜度分布

3 结果与讨论

1) 渝东地区烤烟温度隶属度最高,降水隶属度最低,气候适宜度呈弱增加趋势,对于发展烤烟生产较有利,热量条件是渝东地区发展烤烟生产的优势气候资源,在发展烤烟生产时应加以充分利用;由于渝东地区夏季旱涝发生频繁,导致烟田出现水分偏多或偏少的状况,应在烟区多修建蓄水池,烟田做好排水设施,改善土壤水分状况,减轻水分变化对烤烟生产的影响。

2) 从区域分布来看,渝东南地区烤烟气候适宜度较大,渝东北烤烟气候适宜度相对偏少,渝东地区发展烤烟应优先考虑发展渝东南地区,渝东北地区可适当调减烤烟种植面积。

3) 本研究仅从气候条件对烤烟生产环境变化情况进行了分析,在规划烤烟生产布局时,还应充分考虑烟区土壤理化特性,烤烟生产基础条件等因素,才能使规划科学、合理。

参考文献:

- [1] 马树庆. 吉林省农业气候研究 [M]. 北京: 气象出版社, 1994: 33.
- [2] 黄 璜. 中国红黄壤地区作物生产的气候生态适应性研究 [J]. 自然资源学报, 1996, 11(4): 341—345.
- [3] 白永平. 西北地区(甘宁青)农业生态气候资源量化与评价 [J]. 自然资源学报, 2000, 15(3): 218, 224.
- [4] 徐学选, 高 鹏, 蒋定生. 延安降水对农作物生长适宜性的模糊分析 [J]. 水土保持研究, 2000, 7(2): 73—76.
- [5] 赵 峰, 千怀遂, 焦士兴. 农作物气候适宜度模型研究——以河南省冬小麦为例 [J]. 资源科学, 2003, 25(6): 77—82.

- [6] 罗怀良,陈国阶,朱波. 农业生态气候适宜度研究进展 [J]. 中国农业资源与区划, 2004, 25(1): 28—32.
- [7] 赵峰,千怀遂. 全球变暖影响下农作物气候适宜性研究进展 [J]. 中国生态农业学报, 2004, 12(2): 134—137.
- [8] 任王玉,千怀遂,刘青青. 河南省棉花气候适宜度分析 [J]. 农业现代化研究, 2004, 25(3): 231—235.
- [9] 代立芹,李春强,魏瑞江. 河北省夏玉米气候适宜度及其变化特征分析 [J]. 生态环境学报, .
- [10] 刘清春,千怀遂,任王玉,等. 河南省棉花的温度适宜性及其变化趋势分析 [J]. 资源科学, 2004, 26(4): 51—56.
- [11] 何永坤,高阳华. 重庆市中稻气候生态适应性研究 [J]. 山区开发, 2002(12): 29—30.
- [12] 何永坤,高阳华. 重庆地区春玉米气候适应性研究 [J]. 贵州气象, 2005(1): 26—28.
- [13] 何永坤,高阳华. 重庆地区油菜气候适应性研究 [J]. 贵州气象, 2005(3): 21—24.
- [14] 谢华东,汪璇,王占伟,等. 基于GIS和模糊数学的重庆黔江烤烟气候适宜性评价 [J]. 中国烟草学报, 2011, 17(5): 40—45.
- [15] 张洪亮,倪绍祥,邓自旺,等. 基于DEM的山区气温空间模拟方法 [J]. 山地学报, 2002, 20(3): 360—364.
- [16] 李丹丹,许自成,毕庆文,等. 兴山烟区不同海拔高度烤烟气候适生性综合评价 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2008, 36(6): 78—84.
- [17] 许自成,黎妍妍,肖汉乾,等. 湘南烟区生态因素与烤烟质量的综合评价 [J]. 植物生态学报, 2008, 32(1): 226—234.
- [18] 千怀遂,焦士兴,赵峰. 河南省冬小麦气候适宜性变化研究 [J]. 生态学杂志, 2005, 24(5): 503—507.
- [19] 彭祖明. Vague集的Fuzzy集分解 [J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2012, 34(4): 118—122.
- [20] 钟纯真. BL-代数的 ν -滤子 [J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2013, 38(12): 1—5.

Climatic Suitability of Flue-Cured Tobacco and Its Changes in Eastern Chongqing

HE Yong-kun, ZHANG Jian-ping

Chongqing Institute of Meteorological Science, Chongqing 401147, China

Abstract: Based on the climatic data from 13 main producing areas of flue-cured tobacco in eastern Chongqing, the study analyzed the spatial and temporal variation of climatic suitability of flue-cured tobacco using the membership functions of fuzzy mathematics. The grade of climatic suitability during the growth period of tobacco ranged between 0.50 and 0.63. The temperature membership was the highest and varied but slightly. The sunshine membership was the second highest and varied significantly. The precipitation membership was the lowest among the three climatic elements. In various growing periods of the plants, the temperature membership was the highest in the vigorously growing period, followed by the root extending stage and was the lowest in the maturity period; the precipitation membership was the highest in the vigorously growing period, followed by the maturity period and was the lowest in the root extending stage; and the sunshine membership was the highest in the root extending stage, followed by the maturity period and was the lowest in the vigorously growing stage. The climatic suitability and sunshine membership showed a weak upward trend while the precipitation and temperature membership showed a weak downward trend.

Key words: eastern Chongqing; membership function; flue-cured tobacco

