

# 贵州东部中亚热带季风湿润区桠柑气候区划

池再香<sup>1</sup> 龙先菊<sup>2</sup> 晏理华<sup>3</sup> 张艳梅<sup>1</sup> 刘莉娟<sup>1</sup>

(1. 贵州省六盘水市气象局, 六盘水 553001;  
2. 贵州省黔东南州气象局; 3. 贵州省铜仁地区气象局)

**提 要:** 利用贵州省东部 34 个站点 1981—2005 年逐年的年平均气温、降水量、日照时数、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$  积温、极端最低气温、 $\geq 35^{\circ}\text{C}$  极端最高气温出现的天数、1 月和 7 月的月平均气温、4 月中旬至 5 月中旬和 7 月中旬至 11 月中旬的积温和降水量以及 4—10 月降水量、3—5 月和 7—10 月的日照时数共 15 个气候变量进行经验正交函数分解, 确定桠柑气候区划指标, 应用模糊聚类分析, 将贵州省东部中亚热带季风湿润区划分为 4 种不同类型的桠柑气候区, 其结果指出了贵州东部桠柑生产布局中的问题, 为贵州甚至西南地区桠柑产业基地建设提供了科学依据。

**关键词:** 桠柑 气候区划 气候指标

## Climatic Regionalization of Citrus in the Middle Subtropical Monsoon Wetness Areas of Eastern Guizhou Province

Chi Zhaixiang<sup>1</sup> Long Xianju<sup>2</sup> Yan Lihua<sup>3</sup> Zhang Yanmei<sup>1</sup> Liu Lijuan<sup>1</sup>

(1. Liupanshui Meteorological Office of Guizhou, Liupanshui 553001;  
2. Meteorological Office of Southeast Guizhou; 3. Tongren Meteorological Office of Guizhou)

**Abstract:** Based on 34 stations data in Eastern Guizhou from 1981 to 2005, fifteen climatic factors, including the annual mean temperature, precipitation, sunshine hours,  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  accumulated temperature, extreme minimum temperature,  $\geq 35^{\circ}\text{C}$  extreme maximum temperature days, January and July monthly mean temperature, accumulated temperature and precipitation in mid-April to mid-May and mid-July to mid-November, April to October monthly precipitation, March to May and July to October sunshine hours, were analyzed with EOF to identify the index of climatic regionalization. Four types of climatic areas for citrus in the middle subtropical monsoon wetness of eastern Guizhou were studied by fuzzy assemble analysis. The regionalized results provide a scientific basis for citrus planting in Guizhou and southwestern area of China.

**Key Words:** citrus climatic regionalization climatic index

## 引 言

□柑是热带、亚热带常绿果树,其果实营养丰富,味道芳香甘美,果色鲜艳,皮松易剥,肉质脆嫩,汁多化渣,耐贮藏,产量高,品质优良,商品经济效益显著,著有“远东柑王”之称,在国内外市场有较大的竞争力,是开发潜力很大的特色经济作物。

贵州东部位于  $25^{\circ}\sim 29^{\circ}\text{N}$ 、 $107^{\circ}\sim 109^{\circ}\text{E}$ ,处于湘、桂丘陵向云贵高原过渡的斜坡面上,气候温暖湿润,年平均气温  $13.5\sim 18.5^{\circ}\text{C}$ ,年降水量  $1100\sim 1400\text{mm}$ ,年日照时数  $1100\sim 1300\text{h}$ ,境内海拔  $137\sim 2572\text{m}$ ,地势落差大,立体气候明显。贵州省从江县于 20 世纪 80 年代初引进椪柑果树试种,后大面积推广种植,产生了较好的经济效益,创立了从江椪柑品牌,1980 年代后期在贵州东部地区得以发展,目前,已成为贵州省椪柑主产区。国内对柑桔生态气候条件作了大量的研究<sup>[1-4]</sup>,但贵州没有对椪柑生态气候适宜性作精细的区划。所以,研究椪柑适宜种植气候指标,进行气候区划,对于建立优质高产椪柑生产基地,进行椪柑产业开发,对农民脱贫致富具有重要的现实意义。

## 1 区划指标及研究方法

### 1.1 区划指标的确定

#### 1.1.1 温度

椪柑喜温暖湿润的气候,其生长的最适气温为  $23\sim 31^{\circ}\text{C}$ ,生理活动的有效温度为  $12.5\sim 37^{\circ}\text{C}$ ,低于  $12.5^{\circ}\text{C}$  或高于  $37^{\circ}\text{C}$  都会使生理活动处于抑制状态以至停止生长;当气温升到  $35^{\circ}\text{C}$  时,其光合作用降低一半;当气温在  $-7\sim -9^{\circ}\text{C}$  时□柑果树主干冻坏; $-6\sim -7^{\circ}\text{C}$  时落叶达  $20\%\sim 50\%$ ,极端最低气温多年平均值

$-4\sim -5^{\circ}\text{C}$ ,椪柑果树仍可安全越冬<sup>[1]</sup>。从江椪柑要求年平均气温  $\geq 16^{\circ}\text{C}$ ,1 月极端最低气温多年平均值在  $-1\sim -3^{\circ}\text{C}$ <sup>[5]</sup>;根据分析,从江椪柑开花及生理落果期的 4 月中旬至 5 月中旬和果实生长发育期的 7 月中旬至 11 月中旬气温是影响椪柑产量的主要气候因子,同时考虑  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  积温作为分析指标。

#### 1.1.2 水分

□柑生长一般要求年降水量为  $1000\sim 2000\text{mm}$ 、相对湿度  $75\%$  左右,多雨或干旱都不利于□柑生长发育<sup>[1]</sup>。4 月中旬至 5 月中旬开花期降水要适中,过多或过少都会影响挂果;7 月中旬至 11 月中旬果实生长发育期需水量较大,供需矛盾突出,属需水关键期。因此,选取 4 月中旬至 5 月中旬、7 月中旬至 11 月中旬降水进行分析,同时考虑年降水量和 4—11 月果树开花期至秋梢期的降水量作为指标。

#### 1.1.3 光照

□柑是半耐阴常绿果树。开花至谢花期需充足的光照,如果阴雨天气多,光照不足,造成花器官发育不全,座果率极低,果实极易脱落;果实从谢花后子房膨大形成幼果开始到果实成熟期需要适宜的光照来积累糖量。分析中选取年、3—5 月和 7—10 月日照时数作为光照指标。

### 1.2 研究方法

选取贵州省东部 34 个气象站点 1981—2005 年的 15 个气候变量作为指标,组成  $34\times 15$  的原始数据阵,对原始数据阵进行归一化处理,使各气候变量处于同一量纲,得到标准化数据阵。

采用经验正交函数分解法,计算特征根和特征向量<sup>[6]</sup>,然后衡量各气候因子在椪柑生态气候区划中贡献的大小,找出椪柑气候适宜生产的区划指标。

选择对区划贡献较大的气候因子进行模

糊聚类分析,建立模糊等价关系<sup>[6]</sup>,按 $\lambda$ 截集水平进行分类,以择优原则进行贵州省东部地区桫柑生产的生态气候适宜性区划。

## 2 结果与分析

### 2.1 经验正交函数分解

利用经验正交函数分解,计算得到特征值和特征向量。第 1 主成分方差贡献率 36.7%,第 2 主成分方差贡献率 29.2%,第 3 主成分方差贡献率 19.5%,前 3 个主成分的方差贡献率已达 85.4%。因此,前 3 个主成分可以表示原气象要素场的特征(表 1)。

由表 1 可知,第 1 主成分的特征向量以 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温和年平均气温是桫柑整个生长发育期的关键因子;极端最低气温多年平均

以及 1 月平均气温的高低直接影响桫柑果树是否能安全越冬的主要因子;7 月平均气温若过高,会造成异常落果和果实发育缓慢,若过低,则会加快果树谢花和落果;因此,它们表现出热量条件是影响贵州东部桫柑生长发育和自然分布的主要因素。第 2 主成分的特征向量以 7 月中旬至 11 月中旬降水量最大,表明水分条件是保证口柑高产的重要因素,因该时段是桫柑果实膨大期,若降水偏少,就会限制桫柑产量的提高。第 3 主成分的特征向量以 3—5 月和 7—10 月日照时数最大,说明光照资源是保证桫柑产量、品质的重要条件,因 3—5 月是桫柑果树的开花期,若遇阴雨寡照,会造成花器官发育不全,座果率极低,严重影响产量;7—10 月是果实膨大期,若光照不足,会造成果实的含糖低、含酸高,若光照过强,会使果实发生日灼现象。

表 1 前 3 个主成分对应的特征向量及各变量荷载平方和( $h^2$ )

主成分	I	II	III	荷载平方和	分量来源
特征向量	0.31	0.13	0.07	3.67*	年平均气温/ $^{\circ}\text{C}$
	0.34	0.23	0.11	3.82*	$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温/ $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$
	0.26	-0.09	0.05	2.64*	7 月平均气温/ $^{\circ}\text{C}$
	0.28	0.18	-0.07	2.95*	1 月平均气温/ $^{\circ}\text{C}$
	0.29	0.21	-0.08	3.31*	极端最低气温多年平均/ $^{\circ}\text{C}$
	0.20	-0.07	-0.12	1.48	4 月中旬至 5 月中旬积温/ $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$
	0.17	-0.03	0.06	1.31	7 月中旬至 11 月中旬积温/ $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$
	0.11	-0.04	0.07	0.57	$\geq 35^{\circ}\text{C}$ 极端最高气温年出现天数/d
	-0.11	0.18	-0.06	0.88	年降水量/mm
	-0.08	0.20	-0.12	0.67	4 月中旬至 5 月中旬降水量/mm
	-0.13	0.36	-0.09	3.53*	7 月中旬至 11 月中旬降水量/mm
	-0.06	0.25	-0.18	1.83	4—11 月降水量/mm
	-0.09	-0.17	0.17	0.96	年日照时数/h
	-0.16	-0.21	0.37	2.91*	3—5 月日照时数/h
	-0.14	-0.18	0.31	2.62*	7—10 月日照时数/h

\* 显著性水平  $\alpha=0.05$

由表 1 还可以看出,年平均气温、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、7 月平均气温、1 月平均气温、极端最低气温多年平均、7 月中旬至 11 月中旬降水量、3—5 月日照时数和 7—10 月日照时数共 8 个因子在公共性上有代表性,在桫柑生产过程中,上述 8 个因子影响最大,与我们分析桫柑生产生态气候适宜性结果相吻合。

### 2.2 模糊聚类分析

在上述分析研究的基础上,选取与贵州东部桫柑种植分布和生长发育关系密切的 8 个气候因子进行模糊聚类分析。聚类结果,取  $\lambda=0.98$ ,把贵州东部分成 4 个区(图 1)以及各气候区的指标(表 2)。

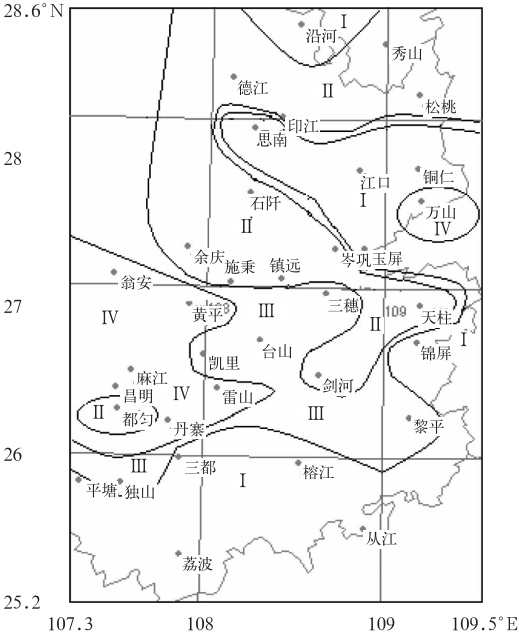


图 1 贵州东部中亚热带季风湿润区柑桔种植气候区划

将经验正交函数分解和模糊聚类分析得出的贵州东部柑桔生态气候适宜性区划结果与柑桔生产区气候实际情况进行比较,发现柑桔生产区品质最好、产量最高的区域,其年平均气温和 1 月平均气温的下限均比理论区划结果偏高 1℃,而 7 月平均气温的下限比理论区划结果偏低 0.5℃,极端最低气温多年平均大多较理论区划结果偏高 0.3℃;柑桔果树开花期所需的光照和果实膨大期所需的降水、光照与其生产区的实际光照和降水基本相同。除次适宜区极端最低气温多年平均的柑桔生产区的实际上限比理论区划结果偏低 0.5℃外,其余实际气候情况与理论区划结果基本一致。

2.3 分区评述

根据柑桔种植生态气候适宜性指标的计

表 2 贵州东部柑桔生态气候适宜性区划指标

指标因子	最适宜区	适宜区	次适宜区	不适宜区
年平均气温/℃	16.5~20.0	16.0~16.5,20.0~22.0	15.0~16.0,22.0~26.0	<15.0,>26.0
≥10℃积温/℃·d	5500~6500	5000~5500,6500~7000	4000~5000,7000~8000	<4000,>8000
7月平均气温/℃	26.5~30.0	25.5~26.5,30.0~31.0	23.0~25.5,31.0~33.0	<23.0,>33.0
1月平均气温/℃	6.0~12.0	5.0~6.0,12.0~13.0	4.0~5.0,13.0~14.0	<4.0,>14.0
极端最低气温多年平均/℃	>-1.5	-3.5~-1.5	-5.5~-3.5	<-5.5
7月中旬至11月中旬降水量/mm	400~550	300~400,550~650	200~300,650~750	<200,>750
3—5月日照时数/h	250~350	200~250,350~400	150~200,400~500	<150,>500
7—10月日照时数/h	550~650	500~550,650~700	450~500,700~800	<450,>800

算分析和柑桔种植实际情况,将贵州东部种植柑桔的适宜区域划分如下。

2.3.1 最适宜种植区(I)

气候最适宜种植柑桔果树共有 11 个县,其海拔在 100~400m,占贵州东部区域 32.4%。该区域年平均气温 16.2~18.5℃,≥10℃积温为 5400~6000℃·d,7 月平均气温 26.6~28.0℃,1 月平均气温 5.2~8.4℃,极端最低气温多年平均 -1.8~-1.2℃,7 月中旬至 11 月中旬降水量 400~550mm,3—5 月日照时数 220~300h,7—10

月日照时数 550~650h,保证了柑桔生产关键期对光、热、水的需求。但在冬、春两季,常受北方冷空气从东北路径回流的影响,造成该区的锦屏、铜仁、玉屏、江口等地多阴雨寡照,影响柑桔果树正常花芽分化和开花;7 月下旬至 9 月常受副热带高压控制,热量、光照充足,有利于柑桔果实的糖分积累,但降水偏少,不利于果实的膨大。不过,该区处于林区边缘,生态条件好,土壤湿润,可以弥补自然降水的不足。总之,热量、水分、光照条件都能满足柑桔生产的需求,是柑桔优质高产区

域,适宜大面积推广种植。

### 2.3.2 适宜种植区(Ⅱ)

包括遵义地区余庆县、黔南州都匀市在内的海拔 400~550m 的区域,共 11 个县,占贵州东部区域 32.4%。该区域年平均气温 16.1~16.9℃,≥10℃积温为 4800~5500℃·d,7 月平均气温 26.2~27.0℃,1 月平均气温 4.8~5.9℃,极端最低气温多年平均 -4.0~-2.2℃,7 月中旬至 11 月中旬降水量 400~550mm,3—5 月日照时数 220~300h,7—10 月日照时数 550~650h。落花落果至果实成熟期气温适宜,有利于糖分积累,果实生长发育期降水量能够满足其生理需求,光照充足,产量高,品质较Ⅰ区略差,但桫柑花芽分化期气温偏低,不利于桫柑果树正常形成花芽。总之,该区气候条件适合桫柑生产,可作为桫柑种植推广区域。

### 2.3.3 次适宜种植区(Ⅲ)

包括黔南州独山县在内的海拔 550~750m 的区域,共 5 个县,占贵州东部区域 14.7%。该区域年平均气温 15.1~15.8℃,≥10℃积温为 4300~4900℃·d,7 月平均气温 23.6~25.8℃,1 月平均气温 3.7~4.9℃,极端最低气温多年平均 -5.5~-4.3℃,7 月中旬至 11 月中旬降水量 400~500mm,3—5 月日照时数 240~280h,7—10 月日照时数 580~630h。该区冬、春两季热量条件较差,不利于桫柑果树花芽分化和开花的正常进行,对产量形成有影响,但果实生长发育期的光、热、水条件均较好,能保证果实膨大,其产量、品质较Ⅰ、Ⅱ区的低和差,不适宜做桫柑大面积种植推广的区域。

### 2.3.4 不适种植区(Ⅳ)

包括铜仁地区万山县、黔南州福泉县在内的海拔 800m 以上区域。该区域水分、光照条件能满足桫柑生长发育,但热量资源不能满足其生产需求,尤其是冬季的霜冻或雪凝天气和春季的倒春寒天气均较重,严重影响桫柑果树花芽分化和开花,致使其挂果量

少,品质差。总之,该区气候条件不能满足桫柑生长发育需要。

## 3 贵州东部桫柑产业前景展望

综上所述,就气候条件而言,并结合王先俊等<sup>[7]</sup>研究成果,贵州东部中亚热带季风湿润区海拔在 100~550m 区域内气温适宜,降水充沛(湿度较高),光照适中,适宜桫柑生长发育,可建立为全省桫柑集中生产基地。但在海拔 350~550m 地带平均每 10 年的冬季会遇到 1 次极端最低温度≤-5.0℃的霜冻或雪凝天气,严重威胁桫柑果树的嫩梢部分;在海拔 550~750m 地带平均每 5 年的冬季会发生 1 次极端最低温度≤-6.0℃的霜冻或雪凝天气,影响其安全越冬。

目前,贵州省的桫柑产业化水平不高,无深加工项目,未能形成规模,主要以鲜果方式销售,利润低且不易贮存。未来桫柑种植随着科技进步和产业化发展,以及其生长发育和产量形成对气候变化十分敏感,应继续加强桫柑生产对气候变化的适应性研究,提高气象监测预测水平,积极防御气象灾害,最大限度减轻气象灾害损失,达到优质高产。

## 参考文献

- [1] 潘文力,冼星彩.桫柑栽培技术[M].广州:广东科技出版社,1997:14-38.
- [2] 李耀先,莫新,符合,等.柑橙果实膨大与气象条件的关系[J].气象,1993(4):50-52.
- [3] 余优森,任三学.温州蜜柑果实生长、品质与气象条件的关系[J].气象,1994(1):13-16.
- [4] 彭国照,田宏,范雄,等.基于 GIS 的广安市脐橙气候适应性区划[J].气象,2004(7):52-55.
- [5] 许炳南,吴俊铭,姚檀桂,等.贵州气候与农业生产[M].贵阳:贵州科技出版社,1992:170-185.
- [6] 施能.气象统计预报中的多元分析方法[M].北京:气象出版社,1992:182-362.
- [7] 王先俊,卢培凡,李家修,等.贵州省种植区划[M].贵阳:贵州人民出版社,1989:423-432.