

# 基于 GIS 的广安市脐橙气候适应性区划<sup>①</sup>

彭国照<sup>1</sup> 田宏<sup>2</sup> 范雄<sup>2</sup> 柏建<sup>2</sup> 钟继祥<sup>3</sup>

(1. 中国气象局成都高原气象研究所, 610071; 2. 四川省农业气象中心;  
3. 四川省广安市气象局)

## 提 要

将常规地面观测资料和山地剖面气象观测、气象哨点观测资料相结合, 建立广安市脐橙气候适应性指标要素的细网格推算模型  $y = f(h, \Psi, l, \beta)$ , 应用 1:250000 地理信息资料和 GIS 技术将广安市脐橙生产划分为四类区域, 其结果指出了广安市脐橙生产布局中的问题, 为广安市脐橙产业基地建设提供了科学依据。

关键词: GIS 气候适应性 脐橙区划

## 引 言

广安市地处四川盆地东部, 华蓥山中段, 嘉陵江和渠江中游。地貌以平行岭谷区的方山和盆地浅丘为主, 东面为川东平行岭谷区的一部分。具有降水丰沛, 热量充足、光照条件较好的气候特点, 是四川柑桔主产区。上世纪八十年代, 邻水、岳池、广安、武胜四县均列为“四川省优质柑桔商品生产基地县”。

脐橙具有长寿丰产、营养丰富、味美可口、经济效益高等特点, 市场前景好, 在广安种植已有几十年的历史。但过去由于没有系统地进行脐橙气候适应性论证, 区域布局和品种选择带有较大的盲目性, 甚至一些气候不适宜区也安排脐橙种植, 且分布零散、种植规模小、优质果品率低, 效益不高, 严重制约了广安脐橙的规模化和产业化发展。

随着西部大开发的深入, 特别是加入 WTO 后, 大力调整农业产业结构、发展三高农业、实现农业产业化成为当今农业生产的主题。广安市努力扩大具有一定基础的优质脐橙的种植规模, 但由于地形地貌复杂, 气候类型多样, 脐橙的区域布局和品种选择一直困扰着政府部门的决策。

目前, “GIS” 技术发展很快, 也日益成熟, 应用十分广泛<sup>[1~4]</sup>, 特别是在农业气候区

划中的应用, 能够解决过去传统方法无法解决的问题。为了科学规划脐橙的生产和布局, 避免盲目发展的不良后果, 推动农业、农村经济的发展, 我们在对广安市脐橙气候适应性进行充分调研、分析的基础上, 利用“GIS” 系统和技术, 完成了广安脐橙气候适应性专题区划, 其结果修正了过去广安市脐橙生产布局上的一些不合理性, 为广安市脐橙产业的发展、现有脐橙种植园改造和调整及四川优质脐橙生产基地的建设提供了科学依据, 得到当地政府部门的采纳。

## 1 广安脐橙气候生态规律及对环境条件的要求

脐橙是多年生亚热带常绿树种, 一般寿命可达几十年。在一年的生产周期中将经历萌芽到开花、果实生长、成熟等多阶段。各个阶段都具有自身的生长规律和对环境条件的不同需求, 掌握脐橙的生长发育规律是搞好脐橙优质果栽培的基础<sup>[5]</sup>。通过广安市脐橙生产中 20 多年的物候观测资料的分析, 得出广安市脐橙生长发育的基本规律及温度状况如表 1。

广安市脐橙脐橙春梢萌动期 3 月上旬, 抽发期 3 月中旬~4 月下旬; 夏梢一般在 5 月中旬~7 月中下旬; 秋梢多在 8~9 月抽

① 四川省财政厅和四川省气象局农业气候资源开发项目资助

表1 广安市脐橙主要物候期及温度状况

发育期	时间	温度/℃
春梢抽发期	中/3~下/4	11.9~19.5
夏梢抽发期	中/5~下/7	20.4~28.6
秋梢抽发期	8月~9月	27.6~20.4
花芽分化期	10月~2月	19.2~8.2
现蕾期	中/3~下/3	11.9~15.5
开花期	中/4~上/5	16.8~20.5
果实膨大期	中/7~上/10	26.6~18.4
成熟期	中/11~上/12	12.2~8.7

发,秋梢是优良的结果母枝,高温伏旱将影响到秋梢的抽发速度和抽发量。花芽分化期从10月至次年的2月,适当低温可促进脐橙花芽分化。现蕾期一般在3月中、下旬,开花期在4月中旬~5月上旬。同一区域内,不同品种有所不同。罗伯逊脐橙开花一般比华盛顿脐橙早。脐橙由于花量较大,在花蕾期、开花期到果实采收期,因树体内部和外部条件变化会引起一部份花(果)脱落,属于自然现象。5月中下旬第一次生理落果,6月上旬~7月上旬第二次生理落果。这期间若遇阴雨寡照天气多则落花落果率增加。

广安脐橙果实膨大期7月中旬~10月上旬。脐橙果实膨大期要求较高的气温,但超过35℃,光合作用明显下降,超过40℃将导致果实出现日灼。

果实着色期10月中旬~11月底,成熟在11月下旬~12月上旬。果实成熟期果皮由深绿色开始变淡,同时果实其它理化指标开始转变并达到品种成熟固有性状的时期。成熟期较低的温度和较大的温度日较差,有利于脐橙品质的提高。

通过广安市脐橙生产实践资料分析,当极端气温达-4℃时,树体开始出现冻害,达-7℃时,树体会出现死亡。一般来讲,若最冷月平均气温在6℃以上,能保证脐橙安全越冬不受冻害。

空气相对湿度是影响脐橙正常生长发育的重要因素之一。空气相对湿度在85%以上,脐橙疾病增多,品质和产量下降。空气相对湿度过低导致果实和树体失水时,不利于脐橙的生长结果。空气相对湿度在65%~85%之间最为适宜。

## 2 广安市脐橙的主要气象灾害

### 2.1 果实发育期的高温伏旱

高温干旱是影响广安市脐橙产量和品质最主要的气象灾害。据有关资料显示,当气温上升到35℃时,光合作用就降低50%。幼果期遇高温干旱则加剧其生理落果;果实发育期遇高温干旱,除落果加剧外,裂果现象也严重。广安市7~8两月出现日均温 $\bar{T}_d \geq 30^\circ\text{C}$ 并且日最高温 $T_{\max} \geq 35^\circ\text{C}$ 的天数每年平均为8~12天,最多年达22~28天,如表2。

表2 广安市7~8月高温天数统计

	最多/天	平均/天
广安	26	11.4
邻水	22	8.3
武胜	28	11.9

干旱发生频率以岳池为最高,其次是武胜县,邻水相对较轻。其中夏旱发生频率岳池为43%,武胜为27%,邻水为20%;伏旱发生频率岳池和武胜分别为73%和70%,邻水为63%;春、夏、伏二连旱和三连旱发生频率仍以岳池为最高,分别达43%和13%,邻水仅10%和3%。

### 2.2 花期高温

花期高温是影响广安市脐橙产量的又一气象灾害。脐橙开花期的适宜温度为13~23℃,超过23℃,就会影响座果率,出现异常落花现象。以历年4月份连续3天以上日平均气温 $\bar{T}_d > 23^\circ\text{C}$ 、日最高气温 $T_{\max} > 30^\circ\text{C}$ 为花期高温影响指标,据气象资料分析表明,其发生频率以武胜为最高,为29%,其次是岳池为22%,邻水为16%。如1998年4月,邻水出现连续7天日最高气温超过30℃的高温天气,最高气温达35.5℃,严重影响脐橙座果。

## 3 基于GIS的广安市脐橙气候生态适应性区划

### 3.1 区划要素及区划指标的确定

根据上述分析并综合参考有关方面的研究成果<sup>[5,6]</sup>,结合脐橙的生长发育、产量和品质等因素与气候生态条件的关系,在多次进行实地考察调研的基础上,我们选取年均温度( $T$ )、全年 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温( $A_c$ )、最冷月(1月)平均温度( $T_1$ )、极端最低气温( $T_d$ )、年日照

时数(S)、9~11月温度日较差平均( $T_c$ )、年平均空气相对湿度(H)为脐橙适应性区划指标,如表3。其中  $T$ 、 $A_c$ 、 $T_1$ 、 $T_d$  和  $S$  是影响脐橙正常生长、安全越冬及产量形成的主要因子,  $S$ 、 $T_c$  和  $H$  则是影响脐橙品质的重要因素。充分的水分供应是脐橙正常生长的基本保证,广安市年降水量多在 1000mm 以上,

能满足脐橙生长发育的要求,只是降水季节分配不均,季节性干旱及高温对脐橙生产仍有较大影响,如花期高温干旱和果实发育期的高温伏旱,但只要在栽培中辅以灌溉设施,就能减轻或避免危害,因此,降水量、花期高温、果实发育期的高温伏旱均未选作指标因子。

表3 广安市脐橙气候生态适应性区划指标

类型	$T/^\circ\text{C}$	$A_c/^\circ\text{C}$	$T_1/^\circ\text{C}$	$T_d/^\circ\text{C}$	$S/h$	$T_c/^\circ\text{C}$	$H/\%$
最适宜区	>17.5	>5850	>7.0		>1200	>6.5	
适宜区	>17.0	>5700	>6.0	> -4.0	>1100	>6.0	65~85
次适宜区	$\geq 16.5$	$\geq 5400$	$\geq 5.0$	$\geq -7.0$	$\geq 1000$	$\geq 5.5$	65~90
不适宜区	<16.5						

注:极端最低温度资料统计年代 1951~2000年,其它要素 1971~2000年

3.2 指标要素的空间推算模型

全面收集广安市各气象站、气象哨、山地气候考察及广安市周边地区(包括重庆市相邻站)50多个气象站、哨等历史气象资料,将气候考察站和气象哨短序列气象资料利用气候学原理和方法作订正延长,并通过数理统计方法分别建立各指标要素的空间分布模型  $y = f(h, \Psi, L, \beta)$ 。其中  $h, \Psi, L, \beta$  分别表示海拔高度(100m)、纬度(度)、经度(度)

和地形因子,  $y$  表示指标要素的推算值。

由于本文仅研究脐橙指标要素的推算,根据经验,脐橙种植的最高海拔不超过 500m, 样本资料的选择也仅限于海拔 600m 以下,其次,由于坡向因子的影响缺乏系统的观测资料,因此在空间分布模型建立时首先通过  $h, \Psi, L$  三个因子的线性分析,建立指标要素与  $h, \Psi, L$  的推算关系模型,结果如表4。各指标要素的统计检验都达到 1% 的

表4 区划指标要素的推算模型及统计检验效果

要素名称	推算模型	样本数	R	F 检验
$T/^\circ\text{C}$	$T = 0.03635L - 0.25142\Psi - 0.802h + 23.76$	36	0.9809	272.0
$A_c/^\circ\text{C}$	$A_c = -13.41837L - 106.62436\Psi - 264.016h + 11192.48$	36	0.9733	192.0
$T_1/^\circ\text{C}$	$T_1 = 0.11229L - 0.15091\Psi - 0.765h + 1.66$	36	0.9069	49.4
$T_d/^\circ\text{C}$	$T_d = 0.20638L - 1.70625\Psi - 0.251h + 27.25$	44	0.9464	114.4
$S/^\circ\text{C}$	$S = 40.12923L + 59.39441\Psi - 010.157h - 4811.02$	43	0.9120	64.3
$T_c$	$T_c = 0.03269L + 0.31148\Psi + 0.015h - 6.91$	20	0.8611	16.3
$H/\%$	$H = -0.80891L - 6.70352\Psi + 1.792h + 366.95$	27	0.8669	23.2

显著性检验,模拟误差在允许范围之内,如表5。然后再根据山地剖面观测资料按坡向求取订正值。关于坡向的订正,通过资料分析,仅当山坡相对高差在 100m 以上,才对山下气候条件产生一定影响,且影响距离随山体相对高度的不同而变化,表示为  $y' = y(1 + \alpha)$ ,  $y'$  为考虑地形因子的综合推算值,  $y$  为表4模型的推算值,  $\alpha$  为地形因子的影响程度。通过剖面气象考察资料<sup>[7]</sup>和地面气象观测资料的分析,在广安市的地形条件下,  $\alpha = A + Bh_0/l_0$ ,  $h_0$  为山坡的海拔高度与推算点的海拔高度的差,  $l_0$  为推算点与山坡的距离,定义坡向朝东、朝南  $l_0$  为正,朝西、朝北

为负。  $A, B$  为回归系数。利用表4推算模型的残差及剖面观测点的推算误差,进行回归统计,可得到各指标要素地形影响因子  $\alpha$  的回归系数  $A, B$  值。

表5 指标要素推算模型模拟偏差

要素名称	模拟偏差(绝对值)	
	最大值	平均值
$T/^\circ\text{C}$	0.30	0.06
$A_c/^\circ\text{C}$	156.46	24.96
$T_1/^\circ\text{C}$	0.48	0.11
$T_d/^\circ\text{C}$	0.44	0.18
$S/h$	66.97	22.11
$T_c/^\circ\text{C}$	0.45	0.21
$H/\%$	3.56	1.29

### 3.3 区划方法及结果

利用 1:25 万地理信息资料按照综合推算模型  $y' = y(1 + \alpha)$  将各指标要素按  $100 \times 100\text{m}$  分辨率展开,再利用 ArcView 和 Erdas 的空间分析技术<sup>[3,4]</sup>,根据表 1 的指标制作多层次立体区划图,如图 1。将广安市脐橙气候生态适应性划分为最优区、适宜区、次适宜区和不适宜区四大类型。

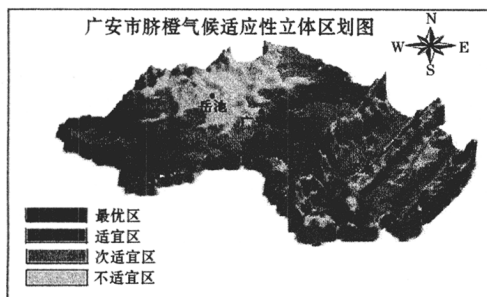


图 1 广安市脐橙气候适应性立体区划图

其结果表明,基于 GIS 的广安市脐橙气候适应性立体区划比过去传统手工区划更准确、直观,生产操作性更强,得到当地政府的认可和采纳。特别是指出了该市过去在脐橙生产布局中的一些不合理性,如岳池县、广安区的北部或海拔较高的一些不适宜区、次适宜区域作为发展区域,种植的脐橙品质差,效益低。广安市政府明确要求有关部门按照该成果进行重新布局和果园改造。

### 4 生产建议

(1)根据区划结果,广安市脐橙生产最优区和适宜区幅员面积较大,应循序渐进,分步、分阶段发展,集中力量发展最优区,充分利用该区域的气候资源。

(2)果实发育期的高温干旱及花期高温是广安脐橙的主要气象灾害,在果园建设中应加强供水设施的建设、配套,提高水分利用率,并选择土层较深厚的土壤或进行土壤改良,增加土壤自身的保水能力。

(3)应选择对湿度相对不甚敏感的品种,早、中、晚熟合理搭配,且以早中熟为主,晚熟品种只能安排在热量条件最好的河谷低海拔地区。

### 参考文献

- 郭兆夏,朱琳,杨文峰.应用 GIS 制作《陕西省气候资源及专题气候区划图集》.气象,2001,27(5):47~49.
- 刘敏,向华,杨卉等. GIS 支持下的三峡库区湖北段农业气候资源评估与区划.中国农业气象,2003,24(2):39~42.
- 张超,陈丙武,邬伦.地理信息系统.北京:高等教育出版社,1995:1~24.
- 汤安国,陈正江,赵牡丹等. ArcView 地理信息系统空间分析方法.北京:科学出版社,2002:1~6.
- 沈兆敏,周育彬,邵蒲芬.脐橙优质丰产技术.北京:金盾出版社,44~65.
- 沈兆敏主编.中国柑桔区划与柑桔良种.北京:中国农业科技出版社,1988.
- 熊志强主编.四川亚热带丘陵山区农业气候资源及开发利用.成都:四川科技出版社,1997.

## GIS-Based Study on the Climatic Adaptability Division of Navel Orange of Guangan, Sichuan Province

Peng Guozhao<sup>1</sup> Tian Hong<sup>2</sup> Fan Xiong<sup>2</sup> Bai Jian<sup>2</sup> Zhong Jixiang<sup>3</sup>

(1. Institute of Plateau Meteorology, CMA, Chengdu 610071; 2. Agrometeorological center of Sichuan Province; 3. Meteorology Bureau of GuangAn city)

### Abstract

With the eco-climatic adaptability data, the growth laws and indexes of navel orange in Guangan, Sichuan Province are studied. And the distribution model of climatic factors is established, i. e.  $y = f(h, \Psi, l, \beta)$ . Then based on the GIS data of 1:250000 and GIS technique, the climatic division of Guangan navel orange production is made. The result shows that climatic condition in some sub-area is not adaptive to the navel orange production.

**Key Words:** GIS climatic adaptability navel orange