

广西荔枝精细化农业气候区划与应用研究

郭淑敏¹,陈印军¹,苏永秀²,钟仕全²,李政²

(¹中国农业科学院农业资源与农业区划研究所,北京 100081; ²广西气象局减灾所,南宁 530022)

摘要:笔者在研究广西荔枝生产现状和生态适宜性基础上,密切结合广西荔枝生产实际,筛选出广西荔枝精细化农业气候区划指标,运用广西90个气象站点1971—2000年的气候资料和台站地理信息,1:250000地形数据,建立了区划指标的空间分析模,按1 km×1 km细网格对区划指标进行小网格推算,采用GIS技术和打分法,在精细化农业气候区划系统平台上,将广西荔枝进行精细化农业气候区划,分为最适宜区、适宜区、次适宜区和不适宜区四大区域。在此基础上,对照广西荔枝生产现状,进行农业生产上科学布局与生产结构调整的对策措施研究,旨在为农业生产提供科学依据。

关键词:广西荔枝;精细化农业气候区划;应用研究

中图分类号:S3

文献标志码:A

论文编号:2010-3511

Study on Precise Comprehensive Agricultural Climate Regional Planning and Application of Leechee in Guangxi

Guo Shumin¹, Chen Yinjun¹, Su Yongxiu², Zhong Shiquan², Li Zheng²

(¹Institute of Agricultural Resource and Regional Planning, CAAS, Beijing 100081;

²Guangxi Meteorological Disaster Mitigation Institute, Nanning 530022)

Abstract: The paper studied the current status and ecological suitability of Guangxi leechee combined closely with the production reality of Guangxi leechee production and be selected the index on study on precise comprehensive agricultural climate regional planning of Guangxi leechee based on the geographic information and climate data of 90 meteorological stations in Guangxi from 1971 to 2000. The climatic models in grids were established by using the principles of Geographical Information System and method of weighting on the Precise Comprehensive Agricultural Climate Regional Planning method. The Guangxi leechee production area can be divided into most feasible area, feasible area, next to feasible area and out of feasible area. And the author also studied the scientific layout and structural adjustment of agricultural production compare to the current production situation of Guangxi leechee and the aim was to provide with scientific basis of Guangxi leechee production.

Key words: Guangxi leechee; precise comprehensive agricultural climate regional planning; application study

0 引言

荔枝是中国南方特产水果,果实风味好,营养价值和经济价值高,被誉为“果中之珍品”。广西是中国荔枝最主要的产区之一,近10年来,荔枝生产发展迅猛,

至2007年,栽培面积达21.53万hm²,总产量49.61万t,栽培面积和总产仅次于广东省在中国列第2位^[1]。但目前也存在品种结构和区域布局不够合理的现象。一方面在适宜区内真正的优良品种没有形成应有的生产

基金项目:公益性行业科研专项“精细化农业气候区划及其应用系统研究”(GyHy200706007);公益性行业科研专项“农业气候资源评价与高效利用技术研究”(GyHy200706030)。

第一作者简介:郭淑敏,女,1964年出生,河北冀县人,副研究员,博士,研究方向为农业生态与农业可持续发展。通信地址:100081 北京市海淀区中关村南大街12号 中国农业科学院农业资源与农业区域规划研究所, Tel:010-82109624, E-mail: shuminguo001@126.com。

通讯作者:陈印军,男,1960年出生,河北景县人,研究员,博士,研究方向为农业资源管理与利用。通信地址:100081 北京市海淀区中关村南大街12号 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, Tel:010-82109624, E-mail: yinjunchen@126.com。

收稿日期:2010-12-03,修回日期:2010-12-16。

规模,早、中、迟熟品种结构不够合理,良好的气候资源、土地资源和人力资源没有得到充分利用;另一方面,在次适宜区甚至非适宜区内又盲目追求面积,致使不少果园遭受寒冻害、低温阴雨等自然灾害,损失严重,而在气候适宜的丰产年份则价格暴跌,增产不增收,经济效益大受影响。特别是在目前全球气候变化对农业生产的影响日益加剧的条件下,如何利用更科学手段和更精细化指标,对荔枝进行精细化农业气候区划,更充分利用农业气候起源为荔枝农业生产服务,为荔枝农业生产结构调整和科学布局,提高产量,改善品质提供科学依据。

1 荔枝的生态适宜性

荔枝原产中国南亚热带地区,在中国,年平均气温18℃以上的地区有荔枝分布,而以年平均气温21~25℃,年降水量1300 mm,年日照时数1600 h以上的地区栽培品质最好。其生长发育要求高温多湿、日照充足的气候条件。

1.1 温度

荔枝是南亚热带果树,温度是决定其能否安全越冬及正常开花结果的主要因素。据研究^[2-3],荔枝早熟品种在4℃、迟熟品种在0℃时,营养生长停止,气温上升到8~10℃时,开始恢复生长,10~12℃时生长仍缓慢,13~18℃时生长加快,23~29℃时生长最快。荔枝不耐霜冻,当极端最低气温降到0℃时,幼苗开始受冻,降到-0.5~-4.0℃时成年树表现出不同程度的冻害,轻者枝叶枯萎,重者地上部分整株死亡。荔枝在花芽分化期需要适当低温的环境,由于低温程度的不同,分别出现纯花、花带叶、冲梢等现象,但不同品种对低温的要求有所不同,早熟品种对温度要求不是很严格,荔枝授粉受精也受气温的影响,15℃以下花粉发芽率极低,22~27℃最好,30℃以上又有所下降。花期遇高温,特别是高温干旱天气对荔枝开花授粉也不利,因为高温不但削弱了花粉和柱头的生理功能,使各种生理活动不能正常进行,当气温大于27℃时,蜜汁大量分泌以致覆盖柱头不能接触到花粉,不利授粉。荔枝果实要在15℃以上才能正常生长发育,15℃以下的低温常引起

严重落果。因为在低温阴雨条件下,荔枝叶片的光合作用效率低,幼果发育所需的营养物质难以得到及时补充,所以导致大量落果。结果期若出现16℃以下的低温还易诱导发育成不正常的果实。

1.2 水分

荔枝不同树龄、不同生长发育期对水分的要求不同。在花芽分化期前要求适度干旱的天气,以抑制冬梢抽发,促进花芽分化,但在花穗、花器官发育期,又需要土壤较湿润,否则根系生长吸收弱,光合效率低,养分不足,造成大量落叶,影响花器官发育和花的质量。开花期以晴雨相间、降雨相对较少的天气为好,连续性的降水或出现高温干燥天气对荔枝授粉受精不利。在果实发育期,荔枝要求较多的水分,干旱缺水往往影响果实膨大或造成大量落果。但在广西,荔枝果实发育正值汛期多雨季节,一般不存在干旱缺水问题。相反,常见的不利条件是持续性的大雨、暴雨造成大量落果或裂果。同时在果实成熟期遇长时间的阴雨天气,若排水不及时,还易滋生病害虫,严重影响果品的经济价值。

1.3 日照

荔枝属喜光性果树,充足的日照有利于荔枝生长结果。适宜的日照有利于促进荔枝的同化作用,增加果实色泽,提高果实品质。日照不足,荔枝叶片薄,养分积累少,难以开花结果。

2 广西荔枝精细化农业气候区划指标的确定

根据以上荔枝生态适宜性研究分析可知,荔枝生长发育期总的热量条件决定荔枝能否安全越冬的冬季温度条件,影响产量形成关键期的关键气候因子是决定荔枝生长发育的关键因素。年平均气温($T_{\text{年}}$)、≥10℃活动积温($\Sigma t \geq 10$)反映了荔枝生长发育所需的热量状况;4月中旬—5月中旬日照时数($S_{\text{中4~中5}}$)和12—3月最强低温寒积量($\Sigma(10-t)_{12-3}$)是荔枝生殖生长期影响产量的关键气候因子,影响荔枝生长发育和产量形成。极端最低气温(T_{min})是决定果树能否安全越冬的重要气候因子。根据前人研究结果^[2-4]结合本研究,确定以年平均气温($T_{\text{年}}$)、极端最低气温(T_{min})、≥10℃活

表1 广西荔枝种植气候区划指标

区划指标因子	最适宜	适宜	次适宜	不适宜
$T_{\text{年}}/\text{℃}$	21~25	20~21	18.1~20.0	≤ 18
$\Sigma t_{\geq 10}/(\text{℃} \cdot \text{d})$	>7500	7500~7000	7000~6500	< 6500
$T_{\text{min}}/\text{℃}$	≥ 0	-1~0	-1~2	≤ -3
$\Sigma(10-t)_{12-3}/(\text{℃} \cdot \text{d})$	25~45	25~45	45~66.4	$\leq 10 \text{ or } \geq 66.4$
$D_{\text{s-s}}/\text{d}$	<3	3~5	6~9	≥ 10

动积温($\Sigma t_{\geq 10}$)、12—3月日平均气温 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ 低温寒积量($\Sigma(10-t)_{12-3}$)及3—5月日平均气温 $\leq 15^{\circ}\text{C}$ 连续天数(D_{3-5})等5个因子,作为荔枝精细化农业气候区划指标因子,各因子分区指标见表1。

3 广西荔枝精细化农业气候区划方法研究

3.1 数据处理与区划指标小网格推算模型的建立

利用GIS软件从国家基础地理信息中心提供的1:250000广西基础地理信息数据库中提取出的1 km×1 km网格经度 λ 、纬度 φ 、海拔高度 h 等网格数据及广西区省级、县级行政边界和县级以上行政点等矢量数据,气象观测资料采用的是1971—2000年广西90个气象台站基础观测数据^[8-9]。由于目前气象台站的气象观测资料不能充分描述气候资源的立体多样性特征,而地理信息系统(GIS)的优势在于它具有数据综

合、地理模拟和空间分析能力, GIS为分析具有空间立体特征的气候资源提供了很好的分析工具^[5-7]。因此,为了客观地体现广西不同地域气候资源状况,解决传统区划中资料粗放的难题,达到精细化区划的目的,结合前人研究^[4-7]运用数理统计方法建立了基于地理信息小网格区划指标随地理参数变化的气候资源推算模型其表达式为:

$$Y=f(\varphi, \lambda, h, \beta, \theta) + \varepsilon \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

式(1)中, Y 为区划指标(如年平均气温、极端最低气温等)因变量因子, $\varphi, \lambda, h, \beta, \theta$ 分别代表纬度、经度、海高度、坡向、坡度等地理自变量因子; ε 为余差项,称为综合地理残差,由下式(2)求出:

$$\varepsilon = Y - f(\varphi, \lambda, h, \beta, \theta) \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

模型主要采用逐步回归方法建立,各气候区划指

表2 广西荔枝精细化农业气候区划指标空间分析模型

区划指标因子	模型表达式	相关系数	F值
$T_{\text{年}}/\text{°C}$	$T_{\text{年}}=73.263-0.318\lambda-0.724\varphi-0.00475h$	0.966	404.134
$\Sigma t_{\geq 10}/(\text{°C} \cdot \text{d})$	$\Sigma t_{\geq 10}=39366.31-210.353\lambda-383.524\varphi-2.361h$	0.968	421.9
$T_{\min}/\text{°C}$	$T_{\min}=49.22-0.00212\lambda^2-1.045\varphi-0.00523h$	0.88	98.303
$\Sigma(10-t)_{12-3}/(\text{°C} \cdot \text{d})$	$\Sigma(10-t)_{12-3}=-3516.2+24.598\lambda+37.57\varphi+0.156h$	0.908	126.619
D_{3-5}/d	$D_{3-5}=-137.68+0.919\lambda+1.889\varphi+0.003353h$	0.894	109.697

标的空间分析模型表达式如表2。从表2看出,各模型的复相关系数在0.88~0.97之间, F 值为98.30~421.90,从回归效果看,各方程都通过了 $\alpha=0.01$ 的显著性检验,表明方程具有良好回归效果。

通过模型的推算,模拟出了广西无测站地区的气候资源要素值,得到了广西1 km×1 km网格点上(包括无测站地区)的气候资源空间分布情况。

3.2 区划方法与专题图制作

将1 km×1 km网格的经度 λ 、纬度 φ 、海拔高度 h 等地理信息数据代入表2中各个气候区划因子推算模型方程中,推算出以上每个区划因子在千米网格上的分布状况。利用反距离权重插值法,以90个气象台站的残差值为样本,内插出1 km×1 km网格残差分布^[8-10]。将区划因子推算值图与残差值图相叠加,得出广西1 km×1 km网格的每个气候区划指标因子的分布图,5个区划因子共有5幅图(略)。目前农业气候区划中常用的数学方法有专家打分法、权重法、决策树法、模糊综合评判法等^[11-13],本研究采用专家打分法。专家打分法是指通过匿名方式征询有关专家的意见,对专家意见进行统计、处理、分析和归纳,客观地综合多数专家经验与主观判断,对大量难以采用技术方

法进行定量分析的因素做出合理估算,经过多轮意见征询、反馈和调整后,对各因子可实现程度进行分析的方法^[14-15]。

本研究采用GIS技术,在精细化农业气候区划平台上,采用专家打分法对年平均气温($T_{\text{年}}$)、极端最低气温(T_{\min})、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温($\Sigma t_{\geq 10}$)、12—3月日平均气温 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ 低温寒积量($\Sigma(10-t)_{12-3}$)及3—5月日平均气温 $\leq 15^{\circ}\text{C}$ 连续天数(D_{3-5})5个农业气候区划指标在广西荔枝种植总体布局中的影响程度进行赋分,最后,根据各区划指标对荔枝栽培效果的影响进行分区,最适宜区(65,100];适宜区[45,65];次适宜区[40,45);不适宜区[0,40)。并给不同的区域赋予不同的颜色,叠加县边界、经纬网和制作图例等,得到广西荔枝优化布局气候区划专题图(图1)。

4 区划结果与分区评述

4.1 荔枝种植最适宜区

由图1可见,广西荔枝的最适宜种植区主要在龙州、大新、隆安、武鸣、邕宁、横县、贵港、浦北、陆川、博白等县及其以南的大部分地区以及百色、田阳、田东等右江河谷地区。该区域热量资源丰富,春季气温回升快,利于荔枝开花授粉和挂果;秋季高温光照充足,非

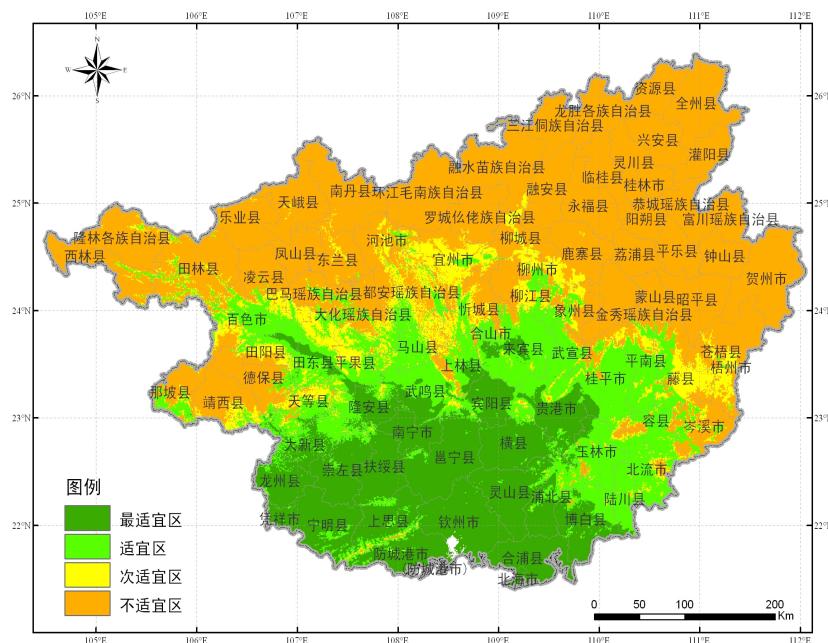


图1 广西荔枝精细化农业气候区划布局图

常有利于荔枝健壮结果母枝的形成;冬季无霜日少、无霜期短,寒、冻害轻,利于果树安全越冬。该区荔枝生长发育的气候条件优越,荔枝生产和管理技术较先进,是广西荔枝生产重点发展区域。

4.2 适宜区

包括桂平、平南、藤县、北流、玉林、宾阳、横县等县市的大部及岑溪、苍梧、上林、来宾、武宣、大化等县市的部分地区。该区光、热资源较为丰富,降水量也能满足需求,主要不利气候条件是部分地区冬季偶有寒、冻害,在1999年及2008年冬季的霜冻期间,有部分荔枝受害。因此,该区域种植荔枝应选择耐寒优良品种,选择避开冷空气通道、山地北坡、冷空气易聚集的小盆地等不利地形环境的地块。荔枝生产可进行适度规模经营。

4.3 次适宜区

包括来宾市、武宣、平南、苍梧、清西、德保等县市的局部地区。该区域光、热资源明显不如最适宜区和适宜区,冬季寒、冻害较为严重,春季低温阴雨天气较多,气温回升慢,不宜大面积发展荔枝生产,建议选择耐寒优良品种及温暖、向阳、土质肥沃的小气候环境零星种植。

4.4 不适宜区

最适宜、适宜、次适宜区以外的其余地区,热量条件和越冬气象条件差,不宜盲目发展荔枝生产。

5 结论与讨论

(1)由于以前的荔枝区划都是采用站点的气候资

料进行分区,存在资料以点带面的局限,且不能准确地反映地形对气候的影响,区划图的精度与客观实际存在较大差距。而本研究采用了千米网格($1\text{ km} \times 1\text{ km}$)的更精细化农业气象数据,利用站点资料计算出无测站地区的气候资料数据,大大的提高了区划的精度,对农业生产指导意义更大。

(2)本研究在更为科学精细化的前提下,对荔枝区划结果进行了科学验证。如完成广西荔枝精细化农业气候区划图后,先后走访了最适宜区的南宁、邕宁、横县等区县以及从1997—2007年广西荔枝面积和产量数据分析看,这些最适宜区在荔枝种植面积和产量均表现明显的优势,表明区划结果正确。

(3)由于精细化农业气候区划制作系统属于新开发的系统,在使用过程中某些方面还不够稳定,需不断完善并调整。精细化农业气候区划方法也属于初步尝试,仍需多次摸索和探究,因此区划结果与实际农业生产吻合程度,需要在应用过程和农业生产实践中进一步摸索和探讨。

6 合理运用气候资源发展荔枝产业对策措施

6.1 合理调整品种结构,提高农业生产效益

据调研,目前广西荔枝品种结构不够合理,成熟期集中,给采收、运输和销售带来困难,鲜销压力大。中熟荔枝品种比例还较高,今后必须继续加大力度,采取高接换种或改种措施,进一步降低中熟品种比例,增加早熟、特迟熟和优质品种比例,特别要考虑品种的耐寒性,争取尽早使早、中、迟熟品种比例达到30:50:20。

这样才能够从根本上缓解上市期集中、销售压力大的问题，并且做到名品荔枝质优价高，提高果农经济效益。另外，在稳定生产的前提下，积极引进名、特、新、优荔枝品种，逐步替代大路品种，走精品化、特色化之路。

6.2 合理区域布局适度规模经营促进荔枝产业化发展

根据精细化农业气候区划结果，最适宜区和适宜区的荔枝生产中仍然存在荔枝园选择在阴山坡地、随坡就势、荔枝园规模小、不利于统一管理和规模经营等诸多问题，严重限制了荔枝产业的高效发展。现代荔枝产业发展宜按照精细化农业气候区划结果，根据自然地理状况，尽量选择地形开阔、避风向阳的坡地、丘陵或平原。在品种布局上，同一熟期或特性的品种集中连片种植，便于集中施肥、灌水、整枝和收获等农作措施。

6.3 加强栽培管理提高荔枝产量和品质

在科学选种、合理品种布局的基础上，加强荔园肥水管理，增施生态有机复合肥或施用充分腐熟的有机底肥，少施化肥，创造良好土壤结构，增加树体营养，提高抗病虫害能力。根据荔枝生长慢、3年以上结果的特点，在挂果前3年为减少农业气候资源浪费和充分利用地力等，可采用荔林、荔草间作等技术，在挂果后，根据荔枝生产大小年特点，可采用荔菌间作等技术。不但充分利用资源，还可保持荔园良好生态环境，减少病虫害发生。在荔枝生长过程中注意适时合理疏花保果。在病虫害防治环节，贯彻“预防为主、综合防治”的植保方针，坚持以“农业防治、物理防治、生物防治并重，化学防治为辅”的无害化治理原则，尽量减少农药

和有害物质残留，提高农产品产量和品质。

参考文献

- [1] 陈尚谋,黄寿波,温福光.果树气象学[M].北京:气象出版社,1988:35-46.
- [2] 苏永秀,李政,秦亮曦,等.3S技术在南宁市荔枝优化布局中的应用[J].生态学杂志,2010,29(1):187-192.
- [3] 苏永秀,丁美花,李政等.GIS在广西龙眼种植优化布局中的应用[J].农业工程学报,2006,22(12):145-149.
- [4] 丘宝剑,卢奇尧.农业气候区划及其方法[M].北京:科学出版社,1987:29-52.
- [5] 苏永秀,李政,秦亮曦,等.基于组件式GIS的广西农业气候区划应用系统[J].计算机工程,2007,33(4):263-265.
- [6] 康锡言,马辉杰,徐建芬.因子分析在农业气候区划建立模型中的应用[J].中国农业资源与区划,2007,28(4):40-43.
- [7] 余卫东,陈怀亮.河南省优质小麦精细化农业气候区划研究[J].中国农学通报,2010,26(11):381-385.
- [8] 苏永秀,李政,孙涵.基于GIS的南宁市细网格立体农业气候资源分析研究[J].气象科学,2007,27(4):381-386.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 王连喜,陈怀亮,李琪,等.农业气候区划方法研究进展[J].中国农业气象,2010,31(2):277-281.
- [12] 陈怀亮.国内外生态气象现状及其发展趋势[J].气象与环境科学,2008,31(1):75-79.
- [13] 苏永秀,李政.地理信息系统在县级农业气候区划中的应用[J].广西农业生物科学,2003,22(1):46-49.
- [14] 邬伦,刘瑜,张晶,等.地理信息系统——原理、方法和应用[M].北京:科学出版社,2001:3-17.
- [15] 张海梅,符晓,牟萌.GIS与农业气候区划[J].安徽农业科学,2006,34(7):1503-1504.