

文章编号:1673-8411 (2019) 04-0077-04

# 化橘红花期预测模型与赏花旅游气象指数初探

陈冰, 马路金, 何泽华, 李国龙, 邱世善, 宋祖钦

(广东省化州市气象局, 广东 化州 525100)

**摘要:** 利用 2012–2019 年化州市化橘红物候观测资料与同期气象观测数据, 分析化橘红开花气候条件, 建立化橘红始花期预测模型。在此基础上, 设计化橘红开花指数指标, 并综合考虑赏花旅游气象因子, 初步确定化橘红赏花旅游气象指数的计算方法与等级划分。结果表明, 化橘红始花期预测模型和赏花旅游气象指数在业务服务应用效果好, 可以为当地旅游部门科学运营管理、人民群众合理安排旅游计划提供气象服务参考依据。

**关键词:** 化橘红; 始花期; 预测; 气象指数; 初探

**中图分类号:** P466

**文献标识码:** A

## Forecast model of pummelo peel's florescence and flower viewing tourism meteorological index

Chen Bing, Ma Lujin, He Zehua, Li Guolong, Qiu Shishan, Song Zuqin

(Huazhou Meteorological Service, Huazhou Guangdong 525100)

**Abstract:** Based on the phenological observation data and meteorological observation data of the same period from 2012 to 2019 in Huazhou City, the climatic conditions for the blooming of pummelo peel were analyzed, and the prediction model for the initial flowering period of pummelo peel was established. On this basis, we designed pummelo peel blossom index and considered flower viewing tourism meteorological factors comprehensively to determine the calculation method and classification of the flower viewing tourism meteorological index. The results show that the forecast model of pummelo peel's initial flowering period and the flower viewing tourism meteorological index are effective in the application of business services, which can provide the meteorological service reference for the local tourism departments and the reasonable planning of tourism plans for the people.

**Key words:** pummelo peel; initial flowering period; forecast; meteorological index; initial survey

### 1 引言

化橘红(*Exocarpium citri* Grandis, Pummelo Peel), 芸香科柑橘属柚类多年生木本植物, 为“十大南药”“四大广药”、广东省非遗名录之一, 是岭南道地药材、国家中药和国家地理标志保护产品。独特的地理环境、土壤和气候条件, 使化州出产的化橘红产品药用有效成分比其它地方出产的橘红产品高出数倍, 在市场上具有绝对的垄断地位<sup>[1-2]</sup>。化州市每年

举办化橘红文化旅游节、赏花节, 但由于受温度、湿度、光照和水分等诸多环境因素影响, 化橘红每年开花时间有一定差异, 有时甚至相差 20d 左右<sup>[3-4]</sup>, 气候条件成为游客合理安排旅游计划和提高旅游舒适度重点考虑的因素。近年来, 国内不少学者对旅游气象预报和应用进行了探索<sup>[5-8]</sup>, 如根据前期气候变化, 研究预测花期, 是赏花旅游适应气候变化影响的有效策略<sup>[9]</sup>。本文利用化州国家农气站 2012–2019 年化橘红物候观测资料以及同期地面气象观测资

收稿日期: 2019-07-20

基金项目: 茂名市气象局科技项目、化州市科技项目“基于 GIS 的化橘红气象灾害区划与应用研究”, 茂名科技计划项目“气候条件对化橘红开花结果的影响研究及应用”

作者简介: 陈冰(1973-), 女, 高级工程师, 主要从事应用气象及气象服务。E-mail: 522033051@qq.com

料,初步建立化橘红花期预测模型,设计开花指数指标、确定化橘红赏花气象指数计算与分级,对适宜观赏程度进行等级划分,为提高化橘红文化旅游产业的发展质量和效益提供决策参考。

2 资料与方法

2.1 资料来源

2012–2019 年化橘红物候观测资料来自化州国家农气站。按《农业气象观测规范》<sup>[10]</sup>要求开展物候观测,以花朵开放多于 10%为初花期、花朵开放 50%~80%为盛花期、花朵开放多于 80%为凋谢期。

气象资料来自化州国家一般气象站 2011 年 1 月–2019 年 4 月逐日气象观测资料,包括气温、相对湿度、降水量、日照时数、地温等等。考虑到不同因子交互作用,引进了温湿系数(相对湿度与温度之比)和温雨系数(降水量与温度之比)等因子<sup>[11]</sup>。

2.2 分析方法

(1)数据处理

统计观测数据,化橘红开花最早出现在 2 月下旬,采用 Julian 日换算方法<sup>[11]</sup>,即将物候期出现日期转换为距离 2 月 1 日的实际日数,得到各物候期的时间序列(2 月 1 日记为 1,2 月 2 日记为 2,……,依此类推)。由于样本量小于 30,用计算无偏相关系数加以校正<sup>[12]</sup>。

(2)统计分析

使用 SPSS19.0、Excel2003 软件对数据进行相关分析、回归分析、统计分析等。2012–2018 年资料用于化橘红始花期模型建立,2019 年资料作为独立样本用于模型效果检验。

运用分项打分法<sup>[5,8,13]</sup>,累计加分总和计算综合结果,定量划分化橘红赏花气象因子等级。

3 结果与分析

3.1 化橘红花期特征分析

统计 2012–2019 年化橘红物候资料,化橘红平均始花期为 3 月 3 日,平均盛花期为 3 月 10 日,平均开花末期为 3 月 20 日。始花期最早为 2 月 20 日,最晚为 3 月 16 日;盛花期最早为 2 月 28 日,最晚为

3 月 24 日;开花末期最早为 3 月 8 日,最晚为 4 月 4 日。化橘红赏花期从始花期至开花末期,平均持续约 18d。根据多年观测及分析发现,当化橘红始花期 2–3d 后即进入适宜观赏期。

3.2 化橘红开花指数研究

3.2.1 化橘红始花期预测模型建立

开花前期气候条件积累在一定程度上反映了开花的早迟<sup>[14]</sup>。利用化州市 2011–2018 年的相关气象数据进行分析,发现化橘红始花期与当年 1 月平均最高气温、上年 10 月平均最高气温、上年 10 月日照、当年 1 月地面平均温度、当年 1 月地面最高温度、当年 1 月温湿系数、当年 1 月  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  积温相关度较高,均通过 0.01 的显著性水平检验。

对相关气象因子逐步引入进行偏相关分析,剔除偏回归系数不显著的因子,选取当年 1 月下旬平均最低气温( $X_1$ )、上年 10 月日照( $X_2$ )、当年 1 月地面平均温度( $X_3$ )等 3 个因子,化橘红始花期为  $Y$ ,采用逐步回归分析方法得到化橘红始花期预测模型:

$$Y=122.0236-0.7748X_1-0.1311X_2-2.9540X_3 \quad (1)$$

方差分析结果显示,多元回归方程的回归关系达极显著水平( $F=311.1519, P=0.0003<0.01$ ),其  $R^2=0.9968$ 。

3.2.2 预测模型检验

利用上述模型对 2012–2018 年化橘红始花期进行回测,结果显示 7a 正确(相差 0.0~1.0d),准确率均达 97.79%以上,7a 平均准确率为 98.85%,表明所建立的预测模型具有较好的预报效果。

将 2019 年的各预测因子代入预测模型,得到  $Y$  值为 22.0684,换算成日期,则 2019 年化橘红始花期日期为 2 月 22 日,与实际观测日期 2 月 23 日,相差 0.9316d,预报效果较好,进一步证明预测模型的可信度。

3.2.3 化橘红开花指数设计

以化橘红物候始花期、盛花期、开花末期 3 个花期必经阶段,利用化橘红始花期预测模型,预测化橘红花期,设计化橘红开花指数指标  $W$ ,分为适宜、较适宜、不太适宜、不适宜 4 级(表 1),反映不同观赏阶段化橘红的开花状态。

表 1 化橘红开花指数设计指标

开花指数	开花状态	观赏期	W 值	观赏建议
$W_1$	少花期	开花率 0~10%	$<Y$	不适宜前往观赏
$W_2$	始花期	始花日后(2~3d)~开花率 50%	$Y+2 \sim Y+9$	较适宜观赏
$W_3$	盛花期	开花率 50~80%	$Y+8 \sim Y+18$	最佳观赏时期,适宜
$W_4$	开花末期	开花率 80%~谢花日	$Y+16 \sim Y+20$	不太适宜,请抓紧时间观赏

4 化橘红赏花旅游气象指数

4.1 化橘红赏花气象因子设计

旅游气象指数一般为多种气象要素综合评价的结果<sup>[8]</sup>。根据化州气候特点,主要考虑降水、气温、风力等气象影响因子<sup>[5,15-18]</sup>,运用各分项打分法,累计加分总和计算综合结果,设计化橘红赏花气象因子等级:

$$Z=A+B+C \tag{2}$$

定义化橘红赏花气象因子 Z, 主要受 3 个子因子的影响,即天气现象因子 A、最高气温因子 B 和风力因子 C。天气现象因子 A、最高气温因子 B 均为次日预报值,取值标准见表 2、表 3;风力因子 C 为预报风力达 6 级及以上大风,有则为-30,无则为 0。

表 2 天气现象因子 A 的取值标准

次日预报的天气现象	A
无降水	50
小雨	20
中雨	-30
大雨	-40
冰雹、暴雨以上	-50
雾、霾天气	-20

表 3 最高气温因子 B 的取值标准

次日预报的最高气温 Tmax	B
5℃ < Tmax ≤10℃	-20
10℃ < Tmax ≤15℃	20
15℃ < Tmax ≤25℃	50
25℃ < Tmax ≤30℃	40
Tmax > 30℃	30

化橘红赏花气象因子 Z 分为良好、较好、较差、很差 4 个等级(表 4)。

表 4 化橘红赏花气象因子等级划分

赏花因子 Z	等 级
80 < Z ≤100	Z <sub>1</sub> ,良好
60 < Z ≤80	Z <sub>2</sub> ,较好
40 < Z ≤60	Z <sub>3</sub> ,较差
Z ≤40	Z <sub>4</sub> ,很差

4.2 化橘红赏花旅游气象指数分级标准

综合考虑化橘红开花指数 W 和赏花气象因子 Z, 采用排列组合方式确定化橘红赏花旅游气象指数,分为一级适宜、二级较适宜、三级不太适宜、四级不适宜 4 级标准。4 个等级共 16 种排列组合方式具体见表 5,4 个等级所对应的服务提示用语确定出是否适宜赏花旅游。

表 5 化橘红赏花旅游气象指数分级及发布用语

等级	级别内涵	服 务 提 示
一级	适宜(良好)	化橘红处于盛花期, 进入最佳观赏期; 气象条件良好, 适宜观赏。W <sub>3</sub> Z <sub>1</sub> 化橘红处于始花期, 气象条件良好, 适宜观赏。W <sub>2</sub> Z <sub>1</sub>
二级	较适宜(较好)	化橘红处于盛花期, 进入最佳观赏期; 气象条件较好, 较适宜观赏。W <sub>3</sub> Z <sub>2</sub> 化橘红处于始花期, 气象条件较好, 较适宜观赏。W <sub>2</sub> Z <sub>2</sub> 化橘红处于凋谢期, 气象条件良好, 较适宜观赏。W <sub>4</sub> Z <sub>1</sub> 化橘红处于凋谢期, 气象条件较好, 较适宜观赏。W <sub>4</sub> Z <sub>2</sub>
三级	不太适宜(较差)	化橘红处于盛花期, 但气象条件较差, 不太适宜观赏。W <sub>3</sub> Z <sub>3</sub> 化橘红处于始花期, 但气象条件较差, 不太适宜观赏。W <sub>2</sub> Z <sub>3</sub> 化橘红处于凋谢期, 且气象条件较差, 不太适宜观赏。W <sub>4</sub> Z <sub>3</sub> 化橘红处于少花期, 但气象条件良好, 不太适宜观赏。W <sub>1</sub> Z <sub>1</sub> 化橘红处于少花期, 但气象条件较好, 不太适宜观赏。W <sub>1</sub> Z <sub>2</sub>
四级	不适宜(很差)	化橘红处于盛花期, 但气象条件很差, 不适宜观赏。W <sub>3</sub> Z <sub>4</sub> 化橘红处于始花期, 但气象条件很差, 不适宜观赏。W <sub>2</sub> Z <sub>4</sub> 化橘红处于凋谢期, 且气象条件很差, 不适宜观赏。W <sub>4</sub> Z <sub>4</sub> 化橘红花处于少花期, 且气象条件较差, 不适宜观赏。W <sub>1</sub> Z <sub>3</sub> 化橘红花处于少花期, 且气象条件很差, 不适宜观赏。W <sub>1</sub> Z <sub>4</sub>

## 5 结论与讨论

(1)化橘红平均始花期为3月3日,平均盛花期为3月10日,平均开花末期为3月20日。化橘红赏花期从始花期至开花末期,平均持续约18d。当化橘红进入始花期2-3d后即进入适宜观赏期。

(2)利用前期相关气象因子建立化橘红始花期预测模型,应用检验中绝对误差在1d以内,准确率达98%以上。利用化橘红始花期预测模型预测花期,设计化橘红开花指数W指标,分为适宜、较适宜、不太适宜、不适宜四个等级。

(3)利用天气现象、最高气温、风力等气象影响因子,设计化橘红赏花气象因子等级,并综合考虑化橘红开花指数W和赏花气象因子Z,采用排列组合方式确定化橘红赏花旅游气象指数,分为适宜、较适宜、不太适宜、不适宜四个适宜观赏程度。

用于中期预报花期模型预测因子均为开花前期气象因子,在实际预报服务时要结合预报始花期前几天的气象条件变化,对花期预报进行短期订正,使预报结果与当年始花期实际更符合。另外,指数模式中W值是动态的,每年气候状况不同,相应的观赏日期也有差异,应根据实际做适当调整。

### 参考文献:

- [1] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:2010年版[M].北京:中国医药科技出版社,2010:69-70.
- [2] 化州市地方志编纂委员会,化州市志(1979-2000)[M].广州:广东人民出版社,2014:303-320.
- [3] 段若溪,姚渝丽.农业气象实习指导[M].北京:气象出版社,2002:81-82.
- [4] 陈冰,宋祖钦,彭荣南,等.化橘红始花期与气象因子的相关分析及预报模型[J].中国农学通报,2019,35(10):

104-107.

- [5] 王文星,杨万春,李胜利,等.丹霞山旅游气象指数分析及预报[J].广东气象,2016,38(2):41-45.
- [6] 王云,赵学均.乡村桃园气象服务指数研究[J].中国园艺文摘,2015,31(3):24-26.
- [7] 崔雪姣,梁潮江,吴钧,等.开平碉楼景区旅游气象指数的预报方法[J].广东气象,2018,40(6):57-60.
- [8] 侯亚红,息涛,张蕊,等.辽东枫叶变色气象条件分析和气象指数研究[J].中国农学通报,2019,35(16):112-121.
- [9] 刘俊,李云云,刘浩龙,等.气候变化对成都桃花观赏旅游的影响与人类适应行为[J].地理研究,2016,35(3):504-511.
- [10] 国家气象局.农业气象观测规范[M].北京:气象出版社,1993.
- [11] 竺可桢,宛敏渭.物候学(增订版)[M].北京:科学出版社,1980:50-59.
- [12] 魏凤英.现代气候统计诊断与预测技术[M].北京:气象出版社,2007:37-59.
- [13] 黄归兰,黄增俊,黄磊,等.广西大明山景区气候特点及气象指数研究[J].气象研究与应用,2015,36(1):76-79.
- [14] 陈尚谟,黄寿波,温福光.果树气象学[M].北京:气象出版社,1988:35-46.
- [15] 伍秀莲.桂林主要气象灾害对旅游的影响及防御对策[J].气象研究与应用,2016,37(1):88.
- [16] 杨银华,徐苏佩,柳继尧.内江市东兴区旅游气候资源的评价及开发利用[J].气象研究与应用,2016,37(4):77-81.
- [17] 余丽萍,陈江锋,丁丽华.开化县旅游气候适宜期评价[J].气象研究与应用,2016,37(3):102.
- [18] 陈欣,唐明松,黄梅丽,等.基于四种不同指数的百色市气候旅游资源评估[J].气象研究与应用,2019,40(3):63-67.