

# 成都市秋桂开花早晚的气象影响因子分析

陈乐<sup>1</sup> 陈林<sup>1</sup> 王明田<sup>2,3\*</sup>

(1 成都农业气象试验站,成都 611130; 2 四川省气象台,成都 610072; 3 南方丘区节水农业研究四川省重点实验室,成都 610066)

**摘要** 基于成都市 2004—2017 年桂花物候观测与气象资料,运用相关分析法和因子分析法开展成都市秋桂花前四周气象因子研究,结果表明:①开花期与花前第 1 周平均最低气温、降水量呈负相关,花前 1 周日最低气温高,降雨充沛则利于加快秋桂开花进程。②采用因子分析法提取了温光主成分、降雨主成分,温光主成分与秋桂开花期关系最为密切,温度对秋桂开花起主导作用。③运用第 1 主成分与第 2 主成分的方差贡献率建立了花期综合评价得分模型,花前第 4 周(7 月下旬至 8 月中旬)是影响秋桂开花的重要影响周期,同时是秋桂花芽分化完成的重要时期,花芽分化完成的早晚可影响秋桂开花的早晚。相关分析法和因子分析法两种方法综合运用可以更好地反映气象因子之间的相互关系,揭示气象因子对秋桂开花的影响规律,为成都市秋桂花期气象服务提供了科技支撑。

**关键词** 秋桂;开花期;相关分析;因子分析

**中图分类号**: S162.5 **DOI**: 10.19517/j.1671-6345.20190383 **文献标识码**: A

## 引言

桂花(*Osmanthus fragrans*),木犀科木犀属常绿乔木,具有园林绿化美化作用。桂花根据花期特性可分为秋桂、四季桂,秋桂类按花色又可分为金桂、银桂、丹桂。开花期是桂花重要的物候期,而秋桂具有多次开花特性,一般一年可开花 1~2 次。成都因具有温暖湿润的气候特点而成为桂花的主要栽培地和赏花旅游地,秋桂开花期随气象条件的变化波动较大,花前持续高温花期推迟,花前雨湿相间则花期提前<sup>[1-2]</sup>,花前的气象条件影响秋桂开花的早晚,因而研究秋桂花期的气象因子以及各气象因子之间的相互关系就显得尤为重要。

目前,国内学者已开展桂花栽培、桂花花芽分化、气象因子与桂花开花规律的相关研究。李子旭<sup>[3-5]</sup>等开展了桂花种植、栽培方面的研究。王英<sup>[6-9]</sup>等对桂花花芽分化规律进行了相关研究。郝日明<sup>[10]</sup>用主成分分析法研究影响南京地区桂花秋季开花的气候因子,发现花前 4 周平均最低温度持续走低有利于开花,开花前 1 周的周平均最低温度

持续在 18 °C 以下时桂花进入盛花期。姜纪红<sup>[11]</sup>用数理统计法得出杭州早秋桂类桂花开花的物候指标为开花前 10 d 平均气温低于 26 °C,且最低气温小于 24 °C;晚秋桂类桂花开花前 10 d 的平均气温低于 23 °C,且最低气温小于 20 °C。阙欣欣<sup>[12]</sup>采用逐步回归法建立桂花花期预测模型,发现花前温度是影响桂花开花的关键因素,花前温度越高,桂花开花越晚,春季雨日越多越有利于春梢生长,桂花开花越早。王玉勤<sup>[13]</sup>通过研究上海早银桂和晚银桂的开花期,发现桂花开花存在启动低温,早银桂开花启动低温为低于 21 °C,晚银桂开花启动低温为低于 19 °C。李军<sup>[14]</sup>用滑动平均法得到江苏省银桂初花物候指标,并发现银桂初花期与初花前的最低气温和相对湿度密切相关。赵楷<sup>[15]</sup>对四川南部县桂花生育期与气象条件的关系进行影响分析。朱文江<sup>[16]</sup>研究发现,桂花在开花前有适当的降雨,花期略提前,开花数量将有所增加。董立格<sup>[17]</sup>认为南京桂花花芽完成分化并发育到某种程度之后,日最低气温降至启动低温是进入花期的关键。以上研究主要基于南京、杭州、上海等地开花前 5 d 至开花前 5 周气象资

<http://www.qxkj.net.cn> 气象科技

高原与盆地暴雨旱涝灾害四川省重点实验室科技发展基金项目(省重点实验室 2018-重点-05-09)资助

作者简介:陈乐,女,1980 年生,高级工程师,主要从事气象服务与研究工作,Email:563856660@qq.com

收稿日期:2019 年 8 月 26 日;定稿日期:2020 年 5 月 22 日

\* 通信作者,王明田,Email:wangmt0514@163.com

料对桂花花期进行研究,气温是影响桂花开花的主要因素。在成都本地,荣韧<sup>[18-20]</sup>在桂花花期预测等方面开展了研究,本文为了更好地阐释成都市秋桂花前气象条件对秋桂开花期的影响,揭示各气象因子之间的内在联系,解释各气象因子之间的重要性而开展研究,为桂花花期赏花旅游气象服务提供科技支撑。

## 1 资料与方法

物候资料包括 2004—2017 年桂花物候观测资料,来源于成都市农业气象试验站。气象资料包括 2004—2017 年气象观测资料,来源于温江国家基准气候站。秋桂的物候观测依据《农业气象观测规范》<sup>[21]</sup>要求,遵循平行观测的原则,成都市农业气象试验站与温江国家基准气象站位于同一大院,相关资料无需做纬度和海拔订正。

本文研究方法包括相关分析法和因子分析法。相关分析法<sup>[22]</sup>是研究变量之间线性相关程度并用适当的统计指标表示出来的一种统计方法。本文将开花日期数值化(例如设 8 月 1 日为 1、8 月 2 日为 2,以此类推),采用 Pearson 相关系数测定开花期与花前气象因子之间的线性相关程度。因子分析法<sup>[22]</sup>的基本思路是用最少的因子去概括和解释多项指标或因素之间的联系,消除各气象因子的信息重叠,以揭示观测变量之间内在关联性。常用的基本步骤:①标准化变量;②计算相关矩阵对数据进行总体分析,运用 KMO 统计量和 Bartlett 检验判断能否进行因子分析,KMO 检验目的是分析数据之间的偏相关系数,判定是否适合进行因子分析,Bartlett 检验的目的是确定数据是否服从正态分布,若服从正态分布可进一步分析;③因子提取,采用主成分分析法计算因子载荷矩阵,特征根大于 1 的因子将被提取;④因子旋转,旋转后载荷系数取值向 0 或 1 靠近,使得各公共因子命名解释明确;⑤计算公共因子得分;⑥计算总因子的得分。

以成都市桂花主栽品种秋季银桂一次开花期为研究对象,将逐年花前 4 周的逐日气象资料(日平均气温、日最高气温、日最低气温、降水量、日照时数、雨日)按周进行统计得到周平均气温、周平均最高气温、周平均最低气温、周降水量、周平均日照时数、周雨日,采用 SPSS17.0 进行气象因子的数据处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 秋桂花前气象因子分析

成都市秋桂开花期在 8 月下旬至 9 月中旬,平均开花时间在 9 月 3 日,开花期最早年 2005 年较平均年份偏早 21 d,开花最晚年 2004 年较平均年份偏晚 12 d,最早、最晚年极差达 33 d。

对不同年份秋桂花前周平均气温资料进行分析,花前第 4 周日平均气温 24~28 °C,花前第三周日平均气温 23~27 °C,秋桂花前第 2 周周平均气温 22~26 °C,花前第 1 周周平均气温在 20~25 °C 之间。花前第 1 周平均气温低于花前第 2 周、花前第 3 周、花前第 4 周。可见,秋桂花前需要一定降温条件。

对不同年份秋桂花前雨日及降水量进行分析,花前第 4 周平均降水量为 38.9 mm,雨日 4 d;花前第 3 周平均降水量为 41.3 mm,雨日 3 d;花前第 2 周平均降水量为 34.7 mm,雨日 4 d;花前第 1 周平均降水量为 42.9 mm,雨日 4 d。可见,桂花花前降雨充沛。

对秋桂开花期与花前 4 周气象因子进行相关分析,开花期与花前第 1 周平均最低气温呈负相关( $r = -0.68$ ),通过 0.01 显著性检验;与花前第 1 周降雨量呈负相关( $r = -0.58$ ),通过 0.05 的显著性检验。表明花前 1 周日最低气温偏高、降雨充沛可促使秋桂花芽吸水膨大,有利于加快秋桂开花速度。

### 2.2 因子分析法建立花期影响评价模型

#### 2.2.1 KMO 统计量和 Bartlett 球形检验

从表 1 可知,KMO(Kaiser-Meyer-Olkin)值为 0.553,表示各气象变量间存在相关性,有信息重叠,可进行因子分析;Bartlett 球形度检验在自由度为 15 时的近似卡方值等于 154.55,检验显著水平等于 0.000,小于 0.05,表明各气象变量来自正态分布总体,影响花期早晚的气象因子之间存在相关性,采用因子分析效果较好。

表 1 KMO 统计量和 Bartlett 球形检验

KMO 统计值	Bartlett 球形度检验		
	近似卡方	自由度	显著水平
0.553	154.55	15	0.000

#### 2.2.2 因子提取

从表 2 中可以看出,6 个变量共同度中周平均

气温有 80% 以上的共同度,周平均最低气温、周降水量、周雨日有 70% 以上的共同度,周平均日照时数有 50% 以上的共同度。表明这 6 个气象因子指标变量包含原始变量的大部分信息,满足所提取的公因子要求,可以提取公共因子,而且提取的因子结果会比较强。

表 2 公因子方差

指标变量	初始方差	提取方差
周平均气温	1	0.991
周平均最高气温	1	0.353
周平均最低气温	1	0.734
周降水量	1	0.774
周雨日	1	0.768
周平均日照时数	1	0.559

将逐年花前 4 周气象因子进行主成分提取,由表 3 可以看出前 2 个公因子方差均大于 1,累积方差贡献率接近 70%,表明前 2 个因子基本包含了原有影响花期早晚的气象因子的大部分信息,因此提取前 2 个公因子来代表影响花期早晚的气象因子。

### 2.2.3 因子旋转

表 4 是通过最大方差法进行因子旋转处理后的主成分载荷矩阵,以使得各个公因子支配的主要指标变量明确,其系数反映了该成分和变量之间的密切程度,绝对值越大说明该主成份与变量越紧密。从表 4 可以看出第 1 主成分与周平均气温、周平均最高气温、周平均最低气温、周平均日照时数相关程度较高,第 2 主成分与周降水量及周雨日相关程度较高。将第 1 主成分命名为  $F_1$ ,定义为温光主成分,第 2 主成分命名  $F_2$ ,定义为降雨主成分。

表 3 各因子的特征值和贡献率

因子	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	方差	方差贡献率	累积方差贡献率	方差	方差贡献率	累积方差贡献率	方差	方差贡献率	累积方差贡献率
		%	%		%	%		%	
1	2.797	46.620	46.620	2.797	46.620	46.620	2.613	43.542	43.542
2	1.302	21.696	68.316	1.302	21.696	68.316	1.486	24.774	68.316
3	0.768	12.800	81.116						
4	0.728	12.131	93.247						
5	0.328	5.462	98.709						
6	0.077	1.291	100.000						

表 4 主成分载荷矩阵

因子	成分	
	$F_1$	$F_2$
周平均气温	0.950	-0.085
周平均最高气温	0.584	-0.111
周平均最低气温	0.851	0.103
周降水量	0.108	0.873
周雨日	-0.411	0.774
周平均日照时数	0.681	-0.308

表 5 主成分得分表

因子	成分	
	$F_1$	$F_2$
周平均气温	0.377	0.068
周平均最高气温	0.223	0.000
周平均最低气温	0.361	0.189
周降水量	0.162	0.641
周雨日	-0.063	0.500
周平均日照时数	0.237	-0.129

### 2.2.4 旋转得分

由表 4 旋转后的主成分荷载矩阵,得到表 5 为每个主成分的得分表。

### 2.2.5 模型建立

由表 5,可得出第 1 成分  $F_1$ 、第 2 成分  $F_2$  的计算公式:

$$F_1 = 0.377X_1 + 0.223X_2 + 0.361X_3 + 0.162X_4 - 0.063X_5 + 0.237X_6$$

$$F_2 = 0.068X_1 + 0.189X_3 + 0.641X_4 + 0.5X_5 - 0.129X_6$$

其中,  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 、 $X_6$  为标准化后的变量。 $X_1$  为周平均气温,  $X_2$  为周平均最高气温,  $X_3$  为周平均最低气温,  $X_4$  为周降雨量,  $X_5$  为周雨日,  $X_6$  为周平均日照时数。

用表3旋转后的主成分方差贡献率与累积方差贡献率的比值确定各主成分的权重, 方差贡献率越大, 权重越大, 表明该主成分重要性越强。通过对第1、第2主成分方差贡献率的计算, 建立影响花期早晚的气象因子评价综合得分模型:

$$F = 0.64F_1 + 0.36F_2$$

根据气象因子评价综合得分模型, 分别计算各花周综合得分, 由算术平均法得到花前1周至花前4周气象因子的综合得分, 得分越高表明影响越大(表6)。由表6可知, 花前第4周得分最高, 排序为第1位, 花前第4周是影响秋桂开花早晚的重要影响周期。

表6 影响花期早晚的气象因子综合得分

	得分	排序
花前第1周	-0.62	4
花前第2周	-0.19	3
花前第3周	0.33	2
花前第4周	0.48	1

### 3 结论与讨论

(1) 采用相关分析得出花前第1周日最低气温、降雨量与秋桂开花期呈负相关, 均通过0.05的显著性检验。花前1周日最低气温越高, 降雨充沛则有利于秋桂开花, 花前第1周的气象条件可加快或推迟秋桂开花进程。

(2) 成都市桂花开花期受气温、降水、日照等气象因子的共同影响, 采用因子分析法提取第1主成份是温光主成分, 气象因子有日平均气温、日最高气温、日最低气温、日照时数, 第2主成份是降雨主成分, 气象因子有降雨量、雨日。同时表明在影响秋桂开花的气象因子中, 温度起了主导作用。

(3) 根据气象因子综合评分得分模型, 统计秋桂花前各花周综合得分, 得出花前第四周(7月下旬至8月中旬)是影响秋桂开花早晚的重要影响周期。同时, 根据本人对桂花多年的物候观测, 7月下旬至

8月中旬也是秋桂完成花芽分化的重要时期, 花芽分化完成的早晚也影响到秋桂开花的早晚。成都市8月中旬应开始关注气温和降雨情况, 后期降温早, 降雨充沛, 空气湿度大, 则桂花开花早。

秋桂花期除了受到温度、降水量、日照等气象因子影响外, 还受到了光周期的影响, 而本文由于资料的局限与不足, 未开展光周期对秋桂开花的影响, 在今后的工作中将开展深入分析研究。本研究中使用相关分析法和因子分析法阐明了温度、降水量、日照等气象因子对秋桂花期的影响机制, 两种方法综合运用可为成都市花期精细化气象服务带来科学依据和指导意义。本文主要针对成都地区秋季银桂开展研究, 桂花由于品种较多, 不同地区、不同气象条件、不同栽培对不同品种桂花花期的影响机制不一。

### 参考文献

- [1] 荣韧, 陈乐, 周丽萍. 2011年温江早银桂开花期异常的气象条件分析[J]. 宁夏农林科技, 2012, 53(11): 134-135.
- [2] 陈乐, 费永成, 龙文静, 等. 2014年成都市桂花提前开花的气象条件分析[J]. 四川农业科技, 2015(3): 22-24.
- [3] 李子旭. 桂花栽培管理[J]. 现代园艺, 2015(4): 42.
- [4] 徐晓红, 钟信科. 桂花栽培技术[J]. 北京农业, 2012(9): 52.
- [5] 陈辉. 桂花的栽培与花期调控技术探究[J]. 中国园艺文摘, 2013, 29(11): 134-139.
- [6] 王英. 桂花花芽分化和花开放研究进展[J]. 浙江农林大学学报, 2016, 33(2): 340-347.
- [7] 刘星火, 董立格. 桂花花发育与开花的研究进展[J]. 现代农业科技, 2011(23): 259-260.
- [8] 杨秀莲, 向其柏. “晚籽银桂”、“多芽金桂”花芽的形态分化[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2007(5): 105-108.
- [9] 朱倩, 董美芳, 袁王俊, 等. “天香台阁”桂花花芽分化及其台阁形成过程的观察[J]. 园艺学报, 2012, 39(2): 315-322.
- [10] 郝日明, 张璐, 张明娟, 等. 影响南京地区桂花秋季开花期变化的关键气候因子研究[J]. 植物资源与环境学报, 2006, 15(3): 31-34.
- [11] 姜纪红, 朱明, 楼茂园, 等. 桂花开花与花前气象条件的关系[J]. 浙江农业科学, 2002, (5): 225-227.
- [12] 阙欣欣, 黄莹, 白先达. 桂林市桂花花期与气候因子关系研究[J]. 南方农业学报, 2013, 44(11): 1831-1834.
- [13] 王玉勤. 上海地区桂花花期与气候因子研究[C]//中国园艺学会观赏园艺专业委员会2011年学术年会, 2011.
- [14] 李军, 杨秋珍, 杨康民. 银桂初花物候期的气候条件[J]. 植物生态学报, 2006, 30(3): 421-425.
- [15] 赵楷, 李久松, 郭婉蓉. 四川省南部县桂花生育期与气象条件的关系分析及花期预测[J]. 北京农业, 2015(17): 157-158.
- [16] 朱文江. 我国桂花的地理分布及其开花之生态环境的探讨[J]. 上海农学院学报, 1987, 5(3): 243-250.

- [17] 董立格,王贤荣,丁雨龙. 桂花花期物候研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2014,38(增刊 1):51-56.
- [18] Rong Ren. Analysis on the conditions and suitability of the flowering of osmanthus fragrans in Wenjiang district [J]. Agricultural Science & Technology, 2015, 16 (11): 2568-2572, 2580.
- [19] 荣韧. 温江区早银桂初花期预测[J]. 安徽农业科学,2015,43(31):146-149.
- [20] 荣韧. 温江桂花开花的气象条件分析及栽培技术防御措施[J]. 宁夏农林科技,2012,53(12):248-250.
- [21] 国家气象局. 农业气象观测规范[M]. 北京:气象出版社,1993:139-140.
- [22] 章红波,陈红艳. 实用数据统计分析及 SPSS12.0[M]. 北京:人民邮电出版社,2006:230-248.

## Analysis of Meteorological Affecting Factors During Flowering Period of Autumn Osmanthus in Chengdu

CHEN Le<sup>1</sup> CHEN Lin<sup>1</sup> WANG Mingtian<sup>2,3</sup>

(1 Chengdu Agricultural Test Meteorological Station, Chengdu 611130; 2 Sichuan Meteorological Observatory, Chengdu 610072; 3 Sichuan Key Laboratory of Water-Saving Agriculture Research in Southern Hill Areas, Chengdu 610066)

**Abstract:** Correlation analysis and factor analysis are used to study the relationship between the flowering of autumn osmanthus and the meteorological factors four weeks before flowering, based on the osmanthus phenology data and the meteorological data from 2004 to 2017 in Chengdu. The results show: (1) There is a negative correlation between the flowering stage and the average minimum temperature and precipitation in one week before flowering. The higher the minimum temperature in the week before flowering, the more abundant the precipitation, and the earlier the flowering is. (2) The main components of temperature and light and rainfall are extracted by factor analysis. The main components of temperature and light are most closely related to the flowering period of autumn osmanthus, and temperature played a leading role in the flowering of autumn osmanthus. (3) A score model for the comprehensive evaluation of flowering period is established by using the variance contribution rate of the first principal component and the second principal component. The period of 4 weeks before flowering (from late July to mid-August) is an important period for flowering, and also for the completion of flower bud differentiation. The comprehensive application of correlation analysis and factor analysis can better reflect the relationship between meteorological factors and the flowering of autumn osmanthus, reveal the influence of meteorological factors on the flowering, and provide scientific and technological supports for the meteorological service for autumn osmanthus flowering in Chengdu.

**Keywords:** autumn osmanthus; flowering period; meteorological factor