第 26 卷 第 6 期 北 京 林 业 大 学 学 报 Vol. 26, No. 6
2004 年 11 月 JOURNAL OF BEIJING FORESTRY UNIVERSITY Nov., 2004

气候变化对我国刺槐、紫丁香始花期的影响*

徐雨晴 陆佩玲† 于 强
(北京林业大学资源与环境学院) (中国科学院地理科学与资源研究所)

摘要 该文探讨了 1963—1988 年间北京地区刺槐、紫丁香始花期对气温、日照及降水变化的响应以及我国不同地区这两种树木始花期与不同时段气温变化之间的相关关系. 结果显示,临近始花期,气温对始花期早晚的影响最显著,日照次之,降水量最弱. 气温升高、日照时数增加,始花期提前;而降水量增加,始花期推迟. 气温对始花期产生影响的时段主要集中在春季及冬末,影响最显著的时段是始花前 2～8 旬,即从 2 月上旬到始花日期之间的时段. 春季气温越高,始花期越早,而上年夏、秋、冬季的气温对始花期没有显著性影响. 不同地区,春季平均气温、最高气温及最低气温对始花期均有影响,一般而言,最高气温的影响最强,而最低气温的影响最弱,这 3 种气温的升高使始花期均有提前的效应.

关键词 气候变化,刺槐,紫丁香,始花期,响应
中图分类号 S792.27;S718.51+2

XU Yuqing; LU Peiling; YU Qiang. **Impacts of climate change on first-flowering dates of** Robinica pseudoacacia **L. and** Syringa amurensis **Rupr. in China**. *Journal of Beijing Forestry University* (2004) **26** (6) 94-97[Ch, 12 ref.] College of Resources and Environment, Beijing Forestry University, 100083, P. R. China.

The impacts of air temperature, precipitation and sunshine on first-flowering dates of *Robinica pseudoacacia* L. and *Syringa amurensis* Rupr. and the correlation between first-flowering dates and air temperature in different periods of 1963-1988 were analyzed in this study. Results show that first-flowering dates are most significantly correlated with air temperature, less with sunshine hours and the least with precipitation in Beijing. An increase in air temperature and sunshine hours leads to an advance of first-flowering dates while an increase in precipitation makes them delay. The air temperature in spring and late winter mainly influences first-flowering dates, and the most significant influencing period is 20-80 days before flowering in China. That is, for *Robinica pseudoacacia* L. and *Syringa amurensis* Rupr., the most correlated period is from the first ten days of February to their first-flowering dates respectively. Higher air temperature in spring causes earlier first-flowering dates, but air temperature in summer, autumn and winter of last year has no significant impact. In general, the maximum air temperature has the most significant impact on the first-flowering dates while the minimum air temperature has the least, and an increase in average, maximum and minimum air temperature is responsible for the advance of first-flowering dates.

Key words climate change, *Robinica pseudoacacia* L., *Syringa amurensis* Rupr., first-flowering dates, response

影响物候变化的因素繁多,主要有生物因素和环境因素. 前者是内在因素,包括物种及品种类型、生理控制等,后者是外在因素,包括温度、光照、水分、生长调节剂等,其中气温、光照、水分为主要的影响因子. 在温带季风气候条件下,物候的早晚波动主要受气温影响,与降水、日照的关系不大[1]. 在中纬度地区,春季物候,如发芽、展叶、开花的时期也主要取决于气温的高低[2]. 张福春[3]认为,春季树木的展

2003-10-02 收稿
http://www.wanfangdata.com.cn
*国家自然科学基金重大资助项目(49890330).

第一作者:徐雨晴,硕士. 主要研究方向:我国树木物候对气候变化的响应. 电话:010-62390710 Email:xuyuqing@china.com.cn 地址:100083 北京清华东路 35 号北京林业大学 469#.
†责任作者:陆佩玲,副教授. 主要研究方向:气候变化与森林气象. 电话:010-62338100 地址:100083 北京林业大学资源与环境学院.

© 1995-2004 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

叶开花等主要受春季气温波动的影响,果实或种子的成熟等主要取决于果实生长期的积温,秋季的树木开花和变黄、落叶等主要是由于气温下降到一定界限引起的.自 20 世纪 70 年代中期以来,许多地区的气温都发生了显著的变化,并使植物的生长期发生了相应的变化,研究表明,物候期的开始日期与其前 2～3 个月的气温状况息息相关[4].

在一定条件下,低温能诱导植物提前开花,如彭东升等人[5]研究发现低温是诱导梅花提前开花的主导因子,当梅花形成花芽后经过 10 d 以上的小于 10 ℃的低温就可以完成春化作用而提前开花.但通常情况下,随着温度的升高,花芽加速开放,植物始花期提前.在许多地区,气候变暖使花期提前,如 1952 —2000 年间地中海地区[6]、1851 —1994 年间匈牙利地区[7]、1936 —1998 年间美国威斯康辛地区[8]以及 1970 —1999 年间华盛顿地区[9]的植物花期均提前了大约 1 周.而且,温度的变化程度与花期的早晚之间有一定的数量关系,如在英国,春季平均温度每升高 1 ℃,植物始花期提前约 2～10 d[10];在匈牙利,温度每升高 1 ℃,刺槐花期提前 7 d[7];在我国,年平均温度上升 1 ℃,大部分植物始花期提前 3～6 d[3].一般而言,全球温度每升高 3.5 ℃,春季花期将提前 2 周[10].我国地形复杂,不同地区气候变化各异,开花物候期表现有提前、变化不明显、推迟 3 种变化趋势[11,12].目前,我国在不同地区不同气候条件对物候的影响方面的研究还很少见,故该研究利用所取得的物候及气象资料,分析了 1963 —1988 年间两个树种(刺槐、紫丁香)的始花期与始花前气象因子之间的相关关系,意在探求出对始花期影响最显著的因子并找出始花期对之反应最敏感的时段,从而了解气候变化对我国树木花期的影响情况.

1　资料来源

所用的物候资料取自于中国科学院物候观测网,依据序列长、连续性较好、物候现象较为明显的原则选取了 1963 —1988 年间两个树种刺槐(*Robinica pseudoacacia*)、紫丁香(*Syringa amurensis*)的始花期,以及多个站点:北京、哈尔滨、呼和浩特、沈阳、西安、泰安、杭州、贵阳等.所用的气象资料来自中国气象局整编的同期气温、降水及日照逐日资料.

2　结果与分析

2.1　多个气象因子对始花期的影响

为了了解气候变化对开花期早晚的影响,首先探讨了 1963 —1988 年间北京刺槐、紫丁香始花期与其前多旬气温、降水量及日照时数之间的相关关系.

刺槐始花期与其前 14 旬至前 2 旬的气温之间一直都有显著的相关性,其中相关性最显著的时段是始花前 5 旬和前 7 旬;刺槐始花期与其前 23 旬至前 2 旬的日照时数之间一直有显著的相关性,相关性最显著的时段是始花前 5 旬;刺槐始花期与其前 19 旬至前 5 旬的降水量之间一直有显著的相关性,其中相关性最显著的时段是始花前 8 旬.可见,日照最早对刺槐始花期产生显著的影响,且影响时段最长;气温最晚产生显著的影响,且影响时段最短.然而,气温对刺槐始花期的影响最显著,日照次之,降水量更次之.气温升高、日照时数增加,始花期相应提前,而降水量增加,始花期推迟(见图 1).

紫丁香始花前 5 旬,气温对紫丁香始花期的影响占主导作用,在这之前日照的影响占主导作用,且气温升高、日照时数增加,紫丁香始花期提前.同样,日照比气温对紫丁香产生显著性影响的时间早,产生影响的时段更长.但是,降水量的多少对紫丁香始花期的早晚没有显著的影响(见图 2).

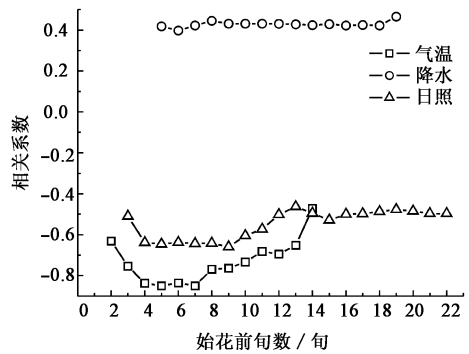

图 1　刺槐始花期与始花前气温、降水、日照之间的关系

FIGURE 1　The correlation between first-flowering dates of *Robinica pseudoacacia* and the pre-flowering temperature, precipitation and sunshine hours

注:实心代表相关性没有达到显著性水平,即 $P > 0.05$,空心代表 $P \leq 0.05$(下图同).

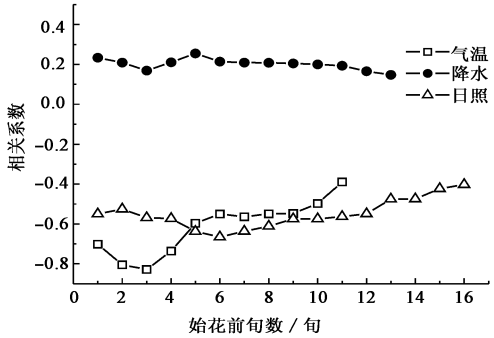

图 2　紫丁香始花期与始花前气温、降水、日照之间的关系

FIGURE 2　The correlation between first-flowering dates of *Syringa amurensis* and the pre-flowering temperature, precipitation and sunshine hours

© 1995-2004 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd.　All rights reserved.

2.2 单个气象因子对始花期的影响

2.2.1 始花前多旬气温对始花期的影响

由图 3 可看出,北京地区,刺槐始花前 5 旬和前 7 旬的气温对始花期影响最显著,沈阳是前 4 旬,西安是前 6 旬,泰安是前 3 旬,杭州是前 2 旬,贵阳是前 8 旬. 气温对刺槐始花期产生显著性影响的时段主要集中在春季和冬末,影响最显著的时段是始花前 2～8 旬,即从 2 月上旬到刺槐始开花这段时期. 比较特殊的是西南的贵阳地区,影响刺槐始花期的时段很长,除了花前 20 多天的气温对刺槐始花期没有显著性影响外,其余往前的任何日期到始花这段时期的气温变化对始花期都会产生影响.

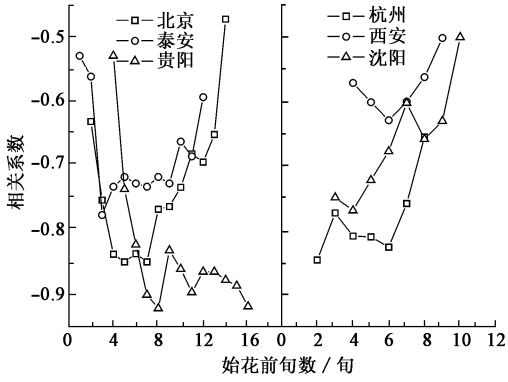

图 3 刺槐始花期与始花前气温之间的关系

FIGURE 3 The correlation between first-flowering dates of *Robinica pseudoacacia* and pre-flowering air temperature

由图 4 可见,北京地区,紫丁香始花前 3 旬的气温对始花期影响最显著,沈阳是前 6 旬,哈尔滨是前 4 旬,呼和浩特是前 7 旬,西安是前 6 旬,泰安是前 5 旬. 气温对紫丁香始花期产生显著性影响的时段也主要是春季和冬末,影响最显著的时段是始花前 3～7 旬,即从 2 月上旬到紫丁香始开花这段时期.

此外,据分析,各地刺槐、紫丁香始花期的年际波动与影响始花期的气温的年际波动基本对应,它们之间成负相关关系,即是温度升高的年份对应始花期提前的年份,温度降低的年份对应着始花期推迟的年份.

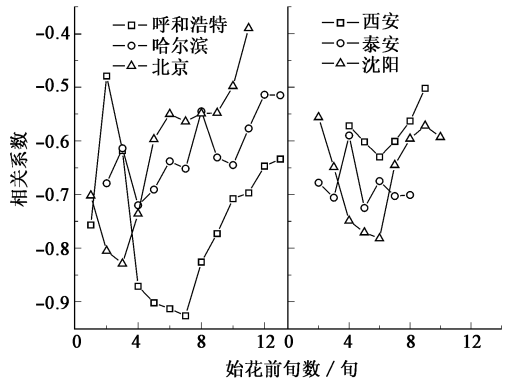

图 4 紫丁香始花期与始花前气温之间的关系

FIGURE 4 The correlation between first-flowering dates of *Syringa amurensis* and pre-flowering air temperature

2.2.2 始花前不同季节的气温对始花期的影响

该研究中,依据相同季节南北气温存在差异,把春季相应地划分为不同时段,冬季相应地扩展,如表 1、2 所示. 据分析,从南到北物候期有逐步推迟的趋势,气温对刺槐始花物候影响最显著的时段也相应地逐步推迟,南方主要是早春、冬末,北方主要是晚春. 愈靠近始花期,气温对始花期的影响越强,越远离始花期,气温对始花期的影响越弱. 春季气温越高,刺槐始花期越早,但上年夏、秋、冬季的气温对刺槐始花期没有显著的影响. 贵阳地区比较特殊,除了春季气温外,冬季气温的升高使刺槐始花期也有提前的效应(见表 1). 贵阳地区的特殊情况可能是由于南方地区气温随季节变化平和,年较差较小的缘故.

表 1 刺槐始花期与不同季节平均气温之间的相关关系

TABLE 1 The correlation between first-flowering dates of *Robinica pseudoacacia* and average air temperature in different seasons

	呼和浩特	沈阳	北京	西安	泰安	贵阳
始花平均日期/月-日	05-25	05-21	05-05	04-27	04-29	04-14
t_{3-5}	- 0.355	- 0.586 *	- 0.774 **	- 0.478 *	- 0.681 **	- 0.615 *
t_{3-4}	- 0.116	- 0.557 *	- 0.733 **	- 0.493 *	- 0.723 **	- 0.781 **
t_{4-5}	- 0.813 *	- 0.657 *	- 0.700 **	- 0.388	- 0.608 **	0.090
t_{2-4}	- 0.236	- 0.295	- 0.212	- 0.234	- 0.683 **	- 0.886 **
$t_{上9-上11}$	0.461	0.204	0.262	0.147	0.050	0.029
$t_{上12-当2}$	- 0.321	- 0.247	0.349	0.224	0.062	- 0.761 **
$t_{上11-当3}$	- 0.522	- 0.264	- 0.195	- 0.005	- 0.118	- 0.822 **

注: ** $P < 0.01$, * $P < 0.05$,正值表示温度升高物候推迟,负值表示温度升高物候提前. t_{3-5}:当年 3—5 月平均气温, $t_{上12-当2}$:上年 12 月—当年 2 月平均气温(下表同).

影响紫丁香始花的气温也主要是春季气温. 上年夏、秋、冬季气温及秋末到早春期间的气温对紫丁香始花期均没有显著性影响(见表 2).

2.2.3 春季平均气温、最高气温及最低气温对始花期的影响

以上分析出对始花期产生影响的主要是春季气

© 1995-2004 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

温,下面将进一步分析 1963—1988 年间春季平均气温、平均最高气温及平均最低气温对始花期的影响.

不同地区的春季平均气温、平均最高气温及平均最低气温对始花期均有显著性影响,3 种气温的升高使始花期均有提前的效应. 一般而言,始花期与最高气温间相关性最强,而与最低气温之间相关性最弱. 即春季最高气温对始花期影响最强,春季最低气温对始花期影响最弱(见表 3).

表 2　紫丁香始花期与不同季节平均气温之间的相关关系

TABLE 2　The correlation between first-flowering dates of *Syringa amurensis* and average air temperature in different seasons

	呼和浩特	哈尔滨	沈阳	北京	西安	泰安
始花平均日期/月-日	05-01	05-10	04-30	04-13	04-04	04-05
t_{3-5}	-0.783*	-0.611**	-0.668**	-0.839**	-0.489*	-0.448
t_{3-4}	-0.924**	-0.629**	-0.785**	-0.805**	-0.452*	-0.631*
t_{4-5}	-0.383	-0.662**	-0.423	-0.758**	-0.373	-0.257
t_{2-4}	-0.848**	-0.644**	-0.603**	-0.552**	-0.432	-0.850**
$t_{上9-上11}$	0.378	0.103	0.28	0.262	-0.018	0.094
$t_{上12-当2}$	-0.072	-0.142	0.027	0.075	-0.103	-0.247
$t_{上11-当3}$	-0.245	-0.322	0.317	-0.197	-0.208	-0.326

表 3　刺槐、紫丁香始花期与春季平均气温、最高气温及最低气温之间的相关关系

TABLE 3　The correlation between average, maximum and minimum air temperature in spring and first-flowering dates of *Robinica pseudoacacia* and *Syringa amurensis*

站点	刺槐					紫丁香				
	月份	始花平均日期/月-日	t_{ave}	t_{max}	t_{min}	月份	始花平均日期/月-日	t_{ave}	t_{max}	t_{min}
呼和浩特	4—5	05-25	-0.813*	-0.915**	-0.455	3—5	05-01	-0.783*	-0.755*	-0.696*
哈尔滨						4—5	05-10	-0.661**	-0.726**	-0.499*
沈阳	4—5	05-21	-0.675**	-0.642**	-0.627**	3—5	04-30	-0.668**	-0.573*	-0.648**
北京	3—5	05-05	-0.744**	-0.754**	-0.515*	3—5	04-13	-0.839**	-0.846**	-0.570**
西安	3—5	04-27	-0.478*	-0.356	-0.582*	3—5	04-04	-0.489*	-0.485*	-0.372
泰安	3—5	04-29	-0.616**	-0.671**	-0.412	3—4	04-05	-0.631*	-0.741**	-0.302
贵阳	2—4	04-14	-0.781**	-0.807**	-0.690**					

注:t_{ave}为平均气温,t_{max}为平均最高气温,t_{min}为平均最低气温.

3　结　　论

1) 通常情况下,气温对始花期的影响最强,临近始花期,气温对始花期的主导作用更明显;日照次之,但日照最早对始花期产生影响,且产生影响的时段最长;降水量最弱,它对始花期有无影响依不同的物种而异. 始花前,气温升高、日照时数增加,始花期提前,而降水量增加,始花期推迟.

2) 气温对始花期产生影响的时段主要集中在春季及冬末,影响最显著的时段是始花前 2～8 旬. 春季气温越高,始花期越早.

3) 不同地区的春季平均气温、平均最高气温及平均最低气温对始花期均有显著的影响,3 种温度的升高使始花期均有提前的效应. 其中,春季最高气温对始花期的影响最强,最低气温对始花期的影响最弱.

参　考　文　献

1　张福春. 北京春季的树木物候与气象因子的统计学分析. 地理研究, 1983, 2(2): 56-62

2　Chmielewski F M, Rötzer T. Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2001, 108(2): 101-112

3　张福春. 气候变化对中国木本植物物候的可能影响. 地理学报, 1995, 50(5): 403-408

4　Ahas R, Jaagus J, Aasa A. The phonological calendar of Estonia and its correlation with mean air temperature. *Int J Biometeorol*, 2000, 44(4): 159-166

5　彭东升, 赵守边. 诱导梅花提早开花初探. 湖北园林, 1986(1): 25-26

6　Peñuelas J, Filella L. Phenology: Responses to a warming world. *Science*, 2001, 294: 793-795

7　Walkovszky A. Changes in phenology of the locust tree (*Robinica pseudoacacia* L.) in Hungary. *Int J Biometeorol*, 1998, 41(4): 155-160

8　Bradley N L, Leopold C L, Ross J. Phonological changes reflect climate change in Wisconsin. *Proc Natl Sci*, 1999, 96: 9 701-9 704

9　Shetler S, Abu-Asab M, Peterson P, *et al*. Earlier plant flowering in spring as a response to global warming in the Washington DC area. *Biodiversity and Conservation*, 2001, 10: 597-612

10　Sparks T H, Carey P K, Combes J. First leafing dates of trees in Surrey between 1947 and 1996. *Lond Nat*, 1997, 76: 15-20

11　郑景云, 葛全胜, 郝志新. 气候增暖对我国近 40 年植物物候变化的影响. 科学通报, 2002, 47(20): 1 584-1 587

12　郑景云, 葛全胜, 赵会霞. 近 40 年中国植物物候对气候变化的响应的研究. 中国农业气象, 2003, 24(1): 28-32

(责任编辑　董晓燕)

© 1995-2004 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.