

doi:10.16055/j.issn.1672-058X.2022.0005.014

# 园林植物花果期与城市照明关系

——基于重庆主城区园林照明植物花果期调查

段 然, 宋峪竹

(重庆工商大学 艺术学院, 重庆 40067)

**摘 要:**针对城市照明会影响植物花果期物候的变化,提出园林植物与照明关系的研究;利用跟踪观测的方法,记录被照植物生长环境,计算被照射植物的花期及生长季,并与文献记载植物花果期进行比较,研究夜景照明与园林植物花果期的关系;得出人工光照是影响绿化植物花期与果期的直接因素,园林植物花期可作为人工光照对植物物候影响指示器;受人工光源照射的园林植物花期变化相对明显,展叶期变化也相对明显,乔木花期对人工光照反应较为弱;落叶植物花期对人工光照敏感,夜间光照下落叶乔木果期提前,花期延长;园林植物花果期对 LED 白光、黄光光谱照射较为敏感;指出得出深入对城市光环境与绿化植物花果期影响的研究,可有效掌握受人工光照下的园林植物花果期的变化规律,对预测园林植物生长、保护生态环境、指导园林夜景建设有重要的意义。

**关键词:**园林植物;植物光合节律;城市夜间光照;LED 照明

**中图分类号:**Q-3 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-058X(2022)05-0105-08

## 0 引 言

城市生态系统中不能忽视园林照明这一重要元素,园林植物所处环境的光照、温度等客观因素都会影响园林植物的花芽分化和开花节律<sup>[1-2]</sup>。植物的生长受光照的调控<sup>[3-4]</sup>,光照的强度、光谱能量分布改变均可调控植物的生长。现有研究表明,光照对园林植物的生物钟节律有重要影响<sup>[5-7]</sup>,也影响了园林植物花果期。随着 1950 年城市照明开始兴起,欧洲地区每 10 年间城市植物的花期都会提前 1~3 d<sup>[8]</sup>;从 19 世纪初到 21 世纪初,受人工环境影响北美地区近 25%的灌木花期出现提前现象<sup>[9]</sup>,同时,我国城市中生长的园林植物也出现了春季物候期提前、秋季物候期延后等植物生物节律改变的现象<sup>[10]</sup>。根据 1963

年到 2007 年间的调查研究,多种城市植物出现始花期、盛花期平均提前的现象<sup>[11]</sup>。通过对部分城市的研究,也有植物花果期随环境变化而变化的研究。如通过对上海城市植物花果期的研究,得出在城乡梯度上城市花果期有明显差异,城区植物比郊区植物的花果期均出现提前现象<sup>[12]</sup>。也有研究通过对区域城市近 10 年气温、相对湿度、光照气候因素以及灾害性天气数据的搜集,同时研究出日照时数等光照条件与植物花果期间的关系及各气候条件对本土园林植物花芽分化和开花节律的影响。

城市照明会影响植物花果期物候的变化。城市夜景照明不同于自然光光照<sup>[13-14]</sup>。植物吸收的光谱能量范围为 400~700 nm,光谱参与植物的生理生化过程,更能够激发植物的开花结果<sup>[15]</sup>。同时,光照强度也影响着植物的花果期<sup>[16]</sup>,生长在全光和林

收稿日期:2021-09-02;修回日期:2021-10-28.

基金项目:重庆市社会科学规划项目(2019BS089);重庆市教委科学技术研究项目(KJQN201900818);重庆工商大学高层次人才科研启动项目(1856021).

作者简介:段然(1986—),女,吉林长春人,副教授,博士,从事城市光环境研究.

冠生境下的植物的叶片及花果期有所不同,植物叶片表现出对光照环境的适应性投资权衡机制。

目前,在园林植物花果期与城市照明关系研究中,多是研究园林植物花期、果期在自然环境下的节律变化,缺乏对园林照明下园林植物生物节律变化的调查研究,尤其是对园林照明下植物花果期的研究。近年,我国园林植物夜景照明大量建设<sup>[17]</sup>,园林植物被照射范围增大,夜景照明是以人眼视看为主,不同于植物照明,没有考虑增加的光照与植物花果期的关系<sup>[18-20]</sup>,会影响园林植物的节律。

重庆市绿化植被丰富,夜景照明建设量大,深入对城市光环境与绿化植物花果期影响的研究,可有效掌握受人工光照下的园林植物花果期的变化规律,对预测园林植物生长及指导城市建设方面也有重要的意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料的选择

选择重庆主城区具有园林照明的观测点进行绿

化植物花期果期的监测,包括步行街、公园及大学校园等区域的绿化植物及照明情况,共计 17 个观测点:观音桥步行街、南坪步行街、三峡广场、大坪正街、西南大学、重庆大学(虎溪校区)、重庆医科大学、大渡口公园、重庆动物园、鹅岭公园、鸿恩寺公园、花卉园、沙坪公园、园博园、歌乐山森林公园、南山植物园照母山公园等。对观测点人工光源参数、光照强度、光源类型、温度、湿度等等进行记录。每个观测点内随机选取 20 个样点,保持园林植物自然生长状态,不进行修剪,测量时每个样本重复测量 3 次。

### 1.2 实验方法

参照《中国物候观测方法》<sup>[21]</sup>中的测量方法,从 2015-01—2020-01 进行测量。利用 Julian 日换算法计算园林植物的花期长度及生长季。观测对象为健壮的中龄植物,各植物观测 3~5 株,每株 15 枝枝条。每 4~7 d 进行观察测量,3 d 内完成同区域所有植物的观测数据。包括文字记录、照片、样本等,见表 1。

表 1 观测地环境因子数据

Table 1 Data of environment factors in observing sites

样地名称	平均照度/lx	温度/℃	湿度	海拔/m	建筑占比/%	硬质铺装比/%	植被覆盖度/%
观音桥步行街	4 860	23.21	50.27	265.70	51.18	48.82	13.25
南坪步行街	2 890	24.90	53.27	290.70	45.93	54.07	16.00
三峡广场	4 050	22.88	48.76	243.90	33.37	66.63	16.85
大坪正街	3 980	24.01	56.01	328.80	9.83	38.53	50.30
西南大学	1 310	21.35	47.86	265.90	23.14	19.19	55.13
重庆大学	810	22.68	51.61	237.70	27.26	28.41	41.14
重庆医科大学	2 320	21.26	49.08	327.09	27.01	32.97	40.73
大渡口公园	1 010	22.45	56.74	279.10	13.25	12.47	63.37
动物园	2 020	22.93	42.07	255.70	7.35	16.81	62.77
鹅岭公园	2 910	22.27	59.62	347.67	6.37	12.82	64.19
鸿恩寺公园	2 900	22.94	55.45	378.90	3.97	16.76	73.31
花卉园	2 820	21.24	54.01	283.80	4.02	18.43	47.13
沙坪公园	1 810	21.80	46.79	250.80	2.38	8.26	82.43
园博园	410	22.32	51.81	332.80	8.89	38.01	48.30
歌乐山森林公园	510	19.38	54.00	573.80	0.82	5.18	59.78
南山植物园	1 100	21.05	49.60	525.50	6.80	15.14	74.36
照母山公园	5 530	20.95	52.22	460.80	0.83	2.59	94.10

## 2 结果及分析

### 2.1 夜间城市光照度及光谱分析

测试并记录园林植物照度及光源光谱能量分

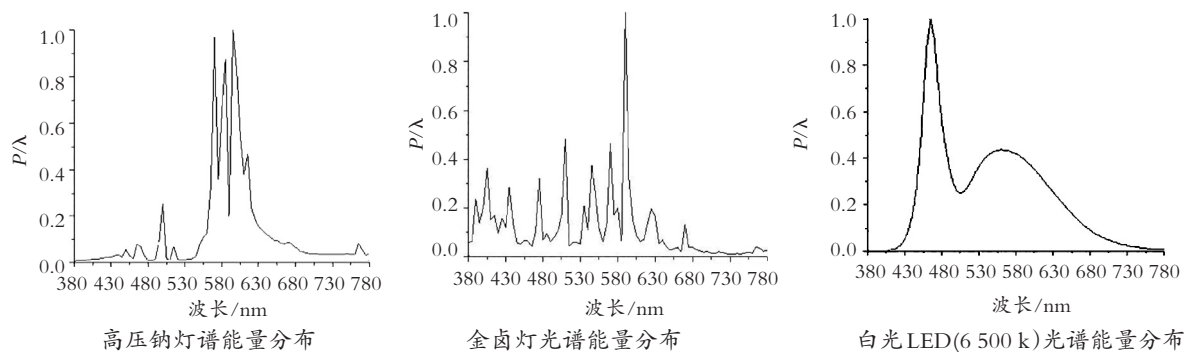


图1 光源光照强度数量统计图

Fig.1 Light intensity of light sources

人工照明不同于天然光,不能提供植物生长所需的光合有效辐射。比较人工光源光谱与植物光合有效辐射光谱,将相对光谱能量进行重叠比较,得出图2。LED光源光谱可提供植物生长所需蓝光光谱

及部分红光光谱,可激发植物夜间的光合作用,对植物的生长产生一定的影响。目前,园林植物照明以LED光源为主,高压钠灯、金卤灯数量极少,仅重庆大学城局部地区有应用。

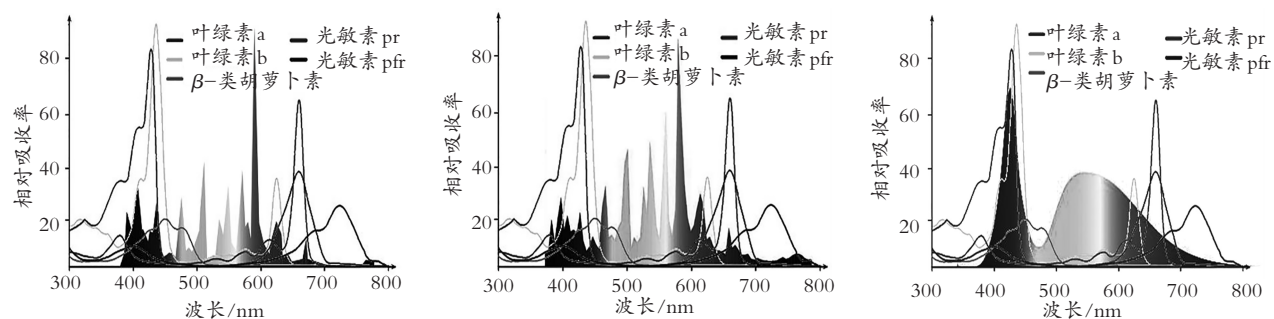


图2 人工光谱与植物光合有效辐射对比

Fig.2 Comparison of artificial spectrum and photosynthetic active radiation

### 2.2 园林植物花果期与光照关系数据

对被LED光源照射的园林植物花果期与《四川植物志》《重庆缙云山植物志》及同区域未受到城市

光照照射的园林植物花期、果期的参照组植物平均值进行比较,见表2。34种被观测植物中有53%的植物花期明显提前;5种植物的果期提前。

表2 园林植物花果期数据及人工光照统计

Table 2 Flowering and fruiting period and lighting of garden plants

植物名称	花期 Flowering period			果期 Fruit period			光照情况	
	观测花期	记录	变化情况	观测果期	记录	变化情况	平均照度	光源类型
海桐 <i>Pittosporum tobira</i> (Thunb.) Ait.	4月中下旬	3~5月	—	9月中旬	9~10月	—	4 860	LED 白光
红花檵木 <i>Loropetalum chinense</i> <i>Oliv. Var. Rubrum</i> Yieh	2月下旬至 4月中旬	4~5月	提前	*	*	*	2 890	LED 白光

续表(表2)

植物名称	花期 Flowering period			果期 Fruit period			光照情况	
	观测花期	记录	变化情况	观测果期	记录	变化情况	平均照度	光源类型
含笑花 <i>Michelia figo</i> (Lour.) Spreng.	3月下旬至 5月上旬	3~5月	—	*	7~8月	—	3 980	LED 白光
野迎春 <i>Jasminum</i> <i>mesnyi</i> Hance	3月下旬至 4月上旬	12~8月	提前	*	3~5月	—	810	LED 白光
大花栀子 <i>Gardenia jasminoides</i> <i>Ellis var. grandiflora</i> Nakai.	5月中下旬	3~7月	—	*	5~12月	—	1 810	金卤灯
栀子 <i>Gardenia jasminoides</i> Ellis	5月中旬至 6月上旬	3~7月	—	*	5~12月	—	410	LED 黄光
山茶 <i>Camellia japonica</i> L.	1月下旬至 3月下旬	1~4月	—	*	*	*		
南天竹 <i>Nandina domestica</i>	5月中旬至 6月上旬	3~6月	—	9月上旬	5~11月	—	5 530	LED 白光
紫荆 <i>Cercis chinensis</i>	3月上旬至 4月上旬	3~4月	—	8月中旬	8~10月	—	510	金卤灯
春鹃 <i>Rhododen</i> <i>dronsimsii</i> & R. spp.	3月上旬至 4月下旬	4~5月	提前	8月中旬	8~10月	—	2 910	LED 白光
夏鹃 <i>Rhododendron</i> <i>simsii</i> Planch.	4月下旬至 5月下旬	6~8月	提前	11月上旬	11~12月	—	1 010	LED 白光
蜡梅 <i>Chimonanthus</i> <i>praecox</i> (Linn.) Link	1月上旬至 3月中旬	3~4月	提前	6月上旬	4~11月	—	410	LED 黄光
紫玉兰 <i>Magnolia</i> <i>liliflora</i> Desr.	3月上旬至 3月下旬	12~3月	—	9月上旬	8~9月	—	2 320	LED 白光
金叶女贞 <i>Ligustrum</i> × <i>vicaryi</i> Hort	4月下旬至 5月下旬	5~6月	提前	7月中旬	7~8月	—	3 980	LED 白光
小蜡 <i>Ligustrum sinense</i> Lour.	3月下旬至 4月下旬	3~6月	提前	10月中旬	9~12月	—	1 100	金卤灯
贴梗海棠 <i>Chaenomeles</i> <i>speciosa</i> (Sweet) Nakai	2月中旬至 3月中旬	2~4月	—	9月上旬	9~10月	—	1 100	金卤灯
白兰 <i>Michelia</i> <i>alba</i> DC.	3月上旬至 3月下旬	4~9月	提前	*	*	*	810	LED 黄光
乐昌含笑 <i>Michelia</i> <i>chapensis</i> Dandy	3月上旬至 4月上旬	3~4月	—	*	8~9月	—	410	LED 黄光
深山含笑 <i>Michelia</i> <i>maudiae</i> Dunn	2月上旬至 3月上旬	2~3月	—	*	9~10月	—	410	LED 黄光
天竺桂 <i>Cinnamomum</i> <i>japonicum</i> Sieb.	3月下旬至 4月下旬	4~5月	提前	8月下旬	7~9月	—	2 910	LED 白光
香樟 <i>Cinnamomum</i> <i>porrectum</i>	4月上旬至 4月下旬	5~6月	提前	8月下旬	7~9月	—	3 980	LED 白光
白玉兰 <i>Michelia alba</i> DC.	2月上旬至 3月上旬	2~3月		8月下旬	8~9月	—	4 050	LED 白光

续表(表2)

植物名称	花期 Flowering period		果期 Fruit period			光照情况	
	观测花期	记录变化情况	观测果期	记录变化情况	平均照度	光源类型	
二乔木兰 <i>Magnolia soulangeana</i> Soul. ~ Bod.	2月下旬至 3月下旬	2~3月	8月下旬	8~9月	—	4 050	LED 白光
红枫 <i>Acer palmatum</i> 'Atropurpureum'	4月上旬至 4月下旬	5月 提前	6月下旬	9月	提前	510	高压钠灯
紫薇 <i>Lagerstroemia</i> <i>indica</i> L.	6月中旬至 9月中旬	4~9月 —	10月下旬	9~12月	—	810	高压钠灯
红叶李 <i>Prunus Cerasifera Ehrhar</i> <i>f. atropurpurea</i> (Jacq.) Rehd.	2月下旬至 3月下旬	3~4月 提前	5月下旬	8~9月	提前	510	高压钠灯
美人梅 <i>Prunus × blireana</i> <i>cv. Meiren</i>	2月上旬至 3月上旬	3~4月 提前	*	*	—	510	高压钠灯
垂丝海棠 <i>Malus halliana</i> Koehne	2月下旬至 4月下旬	3~4月 提前	8月中旬	9~10月	提前	810	LED 黄光
红花碧桃 <i>Malus halliana</i> Koehne	3月中旬至 4月上旬	3~4月 —	8月上旬	8~9月	—	510	LED 黄光
桃 <i>Amygdalus</i> <i>persica</i> L.	2月下旬至 3月下旬	3~4月 提前	8月上旬	8~9月	—	510	LED 黄光
紫叶桃 <i>Prunus persica</i> 'Atropurpurea'	3月下旬至 4月中旬	3~4月 —	8月下旬	8~9月	—	510	LED 黄光
红梅 <i>Prunus mume</i>	2月上旬至 2月下旬	12~3月 —	6月中旬	—	*	510	LED 黄光
日本晚樱 <i>Cerasus</i> <i>serrulata</i>	3月下旬至 4月中旬	3~4月 —	*	*	*	510	LED 黄光
山樱花 <i>Cerasus serrulata</i> (Lindl.) G. Don ex London	3月上旬至 4月上旬	4~5月 提前	4月下旬	*	*	510	LED 黄光

注:“\*”代表无数据,“—”代表无变化。

### 3 讨 论

#### 3.1 园林植物花果期与各环境因素对的响应

通过对数据的分析,可见,园林植物所生长的客观环境因素改变均会对园林植物的花果期产生影响。经过分析,人工光照是影响绿化植物花期与果期的直接因素,未受光照影响的园林植物花果期与受到人工光照的园林植物有明显不同。尤其对新建园林照明区域的植物花果期。受光照环境影响下,园林植物均表现出落叶延迟,花期果期延长等现象。通过数据分析,园林植物花期受人工照明变化极为明显。园林植物花期的变化能够作为人工光照影响植物花果期影响的重要指示。黄白光 LED 对植物花期及果期的影响较彩色光影响明显,LED 彩

色光对园林植物花期果期影响不明显。其中,黄光 LED、白光 LED 对植物花期及果期影响明显。光源光照强度同时也对花期果期有影响,照度在 2 000~3 000 lx 的园林植物花期均有提前现象;照度在 1 000~2 000 lx 区间的园林植物,花期、果变化较微弱;照度在 500~1 000 lx 的绿化植物花期、果均有提前。

#### 3.2 园林植物花期果期与夜间光照关联度

园林植物各个生长时期的相关性见表 3。人工光照下园林植物芽开放较早,且叶片展开较早;受人工光源照射的园林植物开花期与展叶期、芽开放期也有显著的正相关性,受人工光照的园林植物花期也相对较早;开花期、落叶期负相关。由此可知:受人工光源照射的园林植物花期变化相对明显,展叶期变化也相对明显。开花早对应的展叶早、落叶晚。

表 3 人工光照的园林植物花期、果期的相关关系分析

相关系数	显蕾期	开花始期	开花盛期	开花末期	芽开放期	展叶始期	展叶盛期	落叶期	果熟期	花期长度	生长季
显蕾期	1	0.998*	0.982*	0.553*	0.455*	0.474*	0.287*	-0.140*	0.538**	-0.804**	-0.019
开花始期		1	0.983**	0.585*	0.459**	0.478**	0.290*	-0.139*	0.542**	-0.705**	-0.22
开花盛期			1	0.483*	0.423**	0.442**	0.270*	-0.145*	0.565**	-0.713**	0.968
开花末期				1	0.378**	0.398**	0.272*	-0.173*	0.546**	-0.584**	0.040
芽开放期					1	0.997**	0.637**	-0.176*	0.290*	-0.181*	-0.174*
展叶始期						1	0.637**	-0.192*	0.278*	-0.199*	-0.158*
展叶盛期							1	0.062	0.267*	-0.194*	-0.161*
落叶期								1	-0.140*	0.194*	0.939**
果熟期									1	-0.449**	-0.242*
花期长度										1	0.130
生长季											1

注:\*\*代表在 0.01 水平(双侧)上显著相关;\*代表在 0.05 水平(双侧)上显著相关。

### 3.3 园林植物花果期与夜间光照敏感度数据

夜晚城市光照对木本植物影响显著<sup>[23]</sup>。针对调研数据进行分析。有 25%的常绿灌木出现了花期提前;有 63%的落叶灌木花期提前;60%的常绿乔木花期提前;53%的落叶乔木花期提前,见图 3。

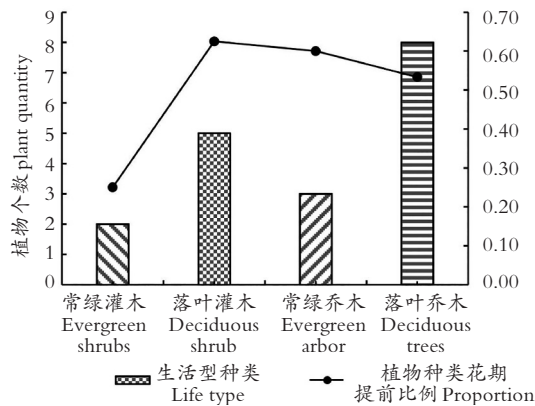


图 3 园林植物花期提前的生活型种类及提前比例

Fig. 3 Life type and advance proportion of flowering advance in garden plants

通过比较分析,可知:灌木明显,乔木花期对人工光照反应较为弱。常绿植物的花期变化比落叶植物弱,落叶植物花期对人工光照更加敏感。落叶乔木的果期表现提前最为明显。

各个生活型种类间表现了不同的生态策略,体现了植物适应异质性光照环境的花果期投资权衡机制。落叶比常绿植物对环境变化的响应更为明显。

### 3.4 园林植物花果期对人工光照的响应

根据表 3 统计数据,得出:花期长度、开花期呈显著的负相关, $p < 0.01$ ,即受光照下园林植物花期长度并未受开花期影响;花期长度、开花始期相关系

数最高  $R = -0.884$ ,可见,当园林植物显蕾期提前,各个开花时期均会提前,包括开花始期、开花盛期及开花末期,同时花期也会相对延长。植物花期的延长受展叶始期影响。

## 4 结论

深入对城市光环境与绿化植物花果期影响的研究,可有效掌握受人工光照下的园林植物花果期的变化规律。人工光照是影响绿化植物花期与果期的直接因素,园林植物花期可作为人工光照对植物物候影响指示器;受人工光源照射的园林植物花期变化相对明显,展叶期变化也相对明显。乔木花期对人工光照反应较为弱,落叶植物花期对人工光照敏感。夜间光照下落叶乔木果期提前,花期延长;且园林植物花果期对 LED 白光、黄光光谱照射较为敏感。在人工光源的应用分析中得出黄光 LED、白光 LED 对植物花期及果期影响明显。光源光照强度同时也对花期果期有影响,照度在 2 000~3 000 lx 的园林植物花期均有提前现象;照度在 1 000~2 000 lx 区间的园林植物,花期、果变化较微弱;照度在 500~1 000 lx 的绿化植物花期、果均有提前。结论得出深入对城市光环境与绿化植物花果期影响的研究,可有效掌握受人工光照下的园林植物花果期的变化规律,在今后的研究中,可根据园林照明建设情况掌握照明时间对园林植物花果期影响的进一步研究,对预测园林植物生长、保护生态环境、指导园林夜景建设有重要的意义。

## 参考文献(References):

- [1] 陈良华,曹艺,杨万勤,等. 3种园林植物对夜间光照的响应与适应特征[J]. 生态学报,2017,37(2):549—556.  
CHEN Liang-hua, CAO Yi, YANG Wan-qin. Response and adaptation characteristics of three garden plants to night light [J]. *Acta ecologica Sinica*, 2017, 37 (2): 549—556.
- [2] ROZENDAAL D M A, HURTADO V H, POORTER L. Plasticity in leaf traits of 38 tropical tree species in response to light; relationships with light demand and adult stature [J]. *Functional Ecology*, 2006, 20 (2): 207—216.
- [3] MATTSO N S, ERWIN J E. The impact of photoperiod and irradiance on flowering of several herbaceous ornamentals [J]. *Scientia Horticulture*, 2005, 104 (3): 275—292.
- [4] BROUWER B, ZIOLKOWSKA A, Bagard M, et al. The impact of light intensity on shade-induced leaf senescence [J]. *Plant, Cell & Environment*, 2012, 35 (6): 1084—1098.
- [5] CALLAHAN D M, MUNDAY J N, ATWATER H A. Solar cell light trapping beyond the ray optic limit [J]. *Nano Letters*, 2012, 12(1): 214—218.
- [6] DAVIES T W, BENNIE J, INGER R, et al. Artificial light pollution: are shifting spectral signatures changing the balance of species interaction? [J]. *Global Change Biology*, 2013, 19(5): 1417—1423.
- [7] LONGCORE T, RICH C. Ecological light pollution [J]. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2004, 2(4): 191—198.
- [8] ANNETTE M. Phenology: its importance to the global change community [J]. *Climatic Change*, 2002, 54(4): 379—385.
- [9] NEILK L, LANDRUM L, WUJ G. Effects of urbanization on flowering phenology in the metropolitan Phoenix region of USA; findings from herbarium records [J]. *Journal of Arid Enviroments*, 2010, 74(4): 440—444.
- [10] CARUSO C M. The quantitative genetics of floral trait variation in *Lobelia*: potential constraints on adaptive evolution [J]. *Evolution*, 2004, 58(4): 732—740.
- [11] 白洁,葛全胜,戴君虎. 西安木本植物物候与气候要素的关系 [J]. 植物生态学报, 2010, 34 (11): 1274—1282.  
BAI Jie, GE Quan-sheng, DAI Jun-hu. Relationship between phenology of woody plants and climatic factors in Xi'an [J]. *Acta phytocologica Sinica*, 2010, 34 (11): 1274—1282.
- [12] 胡瀚文. 城市景观格局对城乡梯度上植物物候的影响 [D]. 上海:华东师范大学,2013.  
HU Han-wen. Effects of urban landscape pattern on plant phenology on urban-rural gradient [D]. Shanghai: East China Normal University, 2013.
- [13] 张溪,陈正华,余绍文. 城市化进程对植物开花物候的影响研究 [J]. 安全与环境工程, 2012, 19(6): 1—7.  
ZHANG Xi, CHEN Zheng-hua, YU Shao-wen. Effects of urbanization on flowering phenology of plants [J]. *Safety and Environmental Engineering*, 2012, 19 (6): 1—7.
- [14] 徐飞,郭卫华,徐伟红,等. 不同光环境对麻栎和刺槐幼苗生长和光合特征的影响 [J]. 生态学报, 2010, 30 (12): 3098—3107.  
XU Fei, GUO Wei-hua, XU Wei-hong, et al. Effects of different light environments on growth and photosynthetic characteristics of *Quercus acutissima* and *Robinia pseudoacacia* seedlings [J]. *Acta ecologica Sinica*, 2010, 30 (12): 3098—3107.
- [15] CASHMORE A R, JARILLO J A, WU Y J, et al. Cryptochromes: blue light receptors for plants and animals [J]. *Science*, 1999; 284: 760—765.
- [16] KENDRICK R E, KRONENBORG G H M. *Photomorphogenesis in Plants* [M]. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1986.
- [17] 周丽旋,吴彦瑜,关恩浩. 广州市光污染的公众主观调查方案设计与结果分析 [J]. 中国环境科学, 2013, 33 (S1): 239—244.  
ZHOU Li-xuan, WU Yan-yu, GUAN En-hao. Scheme design and result analysis of public subjective survey on light pollution in Guangzhou [J]. *China Environmental Science*, 2013, 33 (S1): 239—244.
- [18] 姚兴霞,陈亢利. 苏州高新区夜间光环境现状分析 [J]. 环境科学与管理, 2010, 35(9): 123—127.  
YAO Xing-xia, CHEN Kang-li. Analysis of night light environment in Suzhou high tech zone [J]. *Environmental Science and Management*, 2010, 35 (9): 123—127.
- [19] GERRISH G A, MORIN J G, RIVERS T J, et al. Darkness as an ecological resource: the role of light in partitioning the nocturnal niche [J]. *Cecologia*, 2009, 160 (3): 525—536.
- [20] SOLANO LAMPHAR H A, KOCIFAJ M. Light pollution in ultraviolet and visible spectrum: effect on different visual perceptions [J]. *PLoS One*, 2013, 8 (2): 563—565.
- [21] 宛敏渭,刘秀珍. 中国物候观测方法 [M]. 北京: 科学

- 出版社,1979.
- WAN Min-wei, LIU Xiu-zhen. Methods of phenological observation in China[M]. Beijing:Science Press, 1979.
- [22] POUSSET N, ROUGIE B, RAZET A. Impact of current supply on LED color [J]. Lighting Research and Technology, 2010, 42: 371—383.
- [23] 王玉平,陶建平,刘晋仙. 不同光环境下 6 种常绿阔叶林树种苗期的叶片功能性状[J]. 林业科学, 2012, 48 (11): 23—28.
- WANG Yu-ping, TAO Jin-ping, LIU Jin-xian. Leaf functional traits of six evergreen broad-leaved forest species at seedling stage under different light environments [J]. Forestry Science, 2012, 48 (11): 23—28.

## The Relationship Between Flowering and Fruiting Period of Garden Plants and Urban Lighting: Investigation on Flowering and Fruiting Period of Illuminated Garden Plants in Chongqing Urban Area

**DUAN Ran, SONG Yu-zhu**

(School of Art, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 40067, China)

**Abstract:** In view of the influence of urban lighting on the phenology of plants in the flowering and fruiting stage, a study on the relationship between garden plants and lighting was proposed. The relationship between nightscape lighting and flowering and fruit period of garden plants was explored by using the method of tracking observation, recording the growth environment of the illuminated plants, calculating the flowering period and growing season of the illuminated plants, and comparing them with the flowering and fruiting periods of the plants recorded in the literature. The results showed that artificial light is the direct factor affecting the flowering and fruiting stages of greening plants; the flowering period of garden plants can be used as an indicator of the effect of artificial light on plant phenology; the flowering period of the garden plants irradiated by the artificial light source is relatively obvious, and the leaf-expansion period is also relatively obvious. Trees have a weak response to artificial light during flowering. The flowering period of deciduous plants is sensitive to artificial light, and the fruiting period of deciduous trees is earlier and the flowering period is prolonged under the night light. And garden plants are more sensitive to LED white light and yellow light spectral irradiation during the flowering and fruiting period. It is concluded that an in-depth study on the influence of urban light environment on the flowering and fruiting period of green plants can effectively grasp the changing law of the flowering and fruiting period of garden plants under artificial light, which is useful for predicting the growth of garden plants, protecting the ecological environment, and guiding the construction of garden night scenes.

**Key words:** garden plants; plant photosynthetic rhythm; urban night light; LED lighting

责任编辑:田 静

引用本文/Cite this paper:

段然,宋峪竹. 园林植物花果期与城市照明关系——基于重庆主城区园林照明植物花果期调查[J]. 重庆工商大学学报(自然科学版), 2022, 39(5): 105—112.

DUAN Ran, SONG Yu-zhu. The relationship between flowering and fruiting period of garden plants and urban lighting: investigation on flowering and fruiting period of illuminated garden plants in Chongqing urban area [J]. Journal of Chongqing Technology and Business University (Natural Science Edition), 2022, 39(5): 105—112.