

王芳, 王国严, 路洪运, 等. 大花黄牡丹开花物候与生殖特性[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(9): 211–213.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.09.068

# 大花黄牡丹开花物候与生殖特性

王芳, 王国严, 路洪运, 何梦静

(西藏大学农牧学院资源与环境学院, 西藏林芝 860000)

**摘要:** 探讨大花黄牡丹开花过程中花部表型的变化及开花物候, 并运用相对开花强度、开花同步性等开花物候指数分析开花物候对其生殖的影响。结果表明, 大花黄牡丹的开花时间为 5 月初至 5 月底, 单花花期一般为 7~12 d, 个体开花持续时间为 13~28 d。个体水平的开花进程为渐进式单峰曲线, 开花同步指数平均值为 0.67, 表现出一种集中开花模式。相关性分析表明, 坐果率与始花时间、花期持续时间均呈正相关; 花期持续时间与始花时间、开花数均呈负相关; 始花时间与开花数呈显著负相关; 开花数与坐果率呈极显著负相关。大花黄牡丹作为濒危物种, 其“集中式”的开花模式可能是在长期的环境选择压力下, 针对高海拔、半干旱半湿润生境而形成的一种适应行为。

**关键词:** 大花黄牡丹; 开花物候; 相对开花强度; 开花同步性; 坐果率

**中图分类号:** S685.110.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)09-0211-02

开花物候是生殖生态学研究的重要内容之一, 对始花期、开花高峰期、开花持续时间等均有涉及, 在许多有花植物种群内, 开花物候作为重要的适合度因子<sup>[1-4]</sup>, 对生殖成功具有重要影响<sup>[1,5]</sup>。目前, 国内关于开花物候及其对生殖成功的影响方面, 尤其濒危植物在该方面的研究较少。大花黄牡丹(*Paeonia ludlowii*) 属芍药科(Paeoniaceae) 芍药属(*Paeonia*), 为西藏特有品种。大花黄牡丹的花极具观赏价值, 根被作为常用藏药入药, 既是宝贵的花卉种质资源, 又是名贵的藏药材资源。大花黄牡丹分布范围窄、数量少, 仅分布于西藏米林、林芝海拔 2 900~3 200 m 的雅鲁藏布江河谷及山坡林缘, 目前野外仅存活 6 000 株左右, 已被《中国物种红色名录》收录<sup>[6]</sup>。研究大花黄牡丹的开花物候, 可为该植物群体功能节律、多样性、繁育方面的研究提供信息, 并有利于物种遗传资源的保护和管理。

## 1 观测点概况

观测地点为西藏大学农牧学院高原生态研究所大花黄牡丹移栽保护地(29°39'N, 94°20'E, 海拔 3 006 m)。观测地属高原温带季风湿润气候, 年温差较小、日温差较大、气候温和、热量丰富、干湿季节明显、盛行河谷风。年平均气温 8.6℃, 最冷月(1 月) 平均气温 0.2℃, 最热月(7 月) 平均气温 15.6℃, 年平均日较差 11.8℃, 0℃及以上的积温 3 030℃, 10℃及以上的积温 2 180℃, 全年无霜期为 117 d<sup>[7]</sup>。该地于 1998 年从米林县南伊洛巴民族乡才召村人为引种栽培了 56 株大花黄牡丹, 生长发育良好, 每年均能开花结实。

收稿日期: 2015-01-04

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 31260147)。

作者简介: 王芳(1983—), 女, 四川内江人, 硕士, 讲师, 主要从事植物保护生物学研究。Tel: (0894) 5822481; E-mail: sanjana.fang@163.com。

通信作者: 王国严, 硕士, 讲师, 主要从事植被生态学研究。E-mail: wangguoyan@yeah.net。

## 2 研究方法

### 2.1 单花开花动态

选取并标记 50 株长势较好的植株, 从花蕾期开始每天观测并记录各植株的开花数量、花冠展开、花药开裂、花丝伸出、各花组成部分的时空动态等开花情况。

### 2.2 开花物候

计算每株植株的相对开花强度(relative flowering intensity)<sup>[8]</sup>, 植株的相对开花强度等于该植株开花高峰日产生的花数与该种群中植株在其开花高峰日产生的单株最大花数之比。开花强度是对花分布频度相对地位进行比较的一种表达方式。根据开花数观测并计算开花高峰日期(为 50% 该植株开花时的日期)及当日花数(daydate)、始花时间及当日花数(onset)、终花时间及当日花数(endset)、个体或种群的总花期长度及平均花期长度(duration)、相对开花强度、开花同步性(synchrony, 同步指数)、平均开花振幅[为单位时间开花数; mean flowering amplitude, 朵/(株·d)]等开花物候参数。上述参数中, 个体水平的物候参数以所有个体的平均值计算, 其中第 1 朵花开放的日期为始花日期; 种群水平将 5% 的个体开花时期视为种群始花期, 将 50% 的个体开花时期视为种群开花高峰期, 将 95% 的植株开花结束时期视为种群终花期。以同步指数(synchrony index, Si)检测开花同步性。

$$S_i = \frac{1}{n-1} \left( \frac{1}{f_i} \right) \sum_{j=i}^n e_{j \neq i}$$

式中:  $e_j$  表示个体  $i$   $j$  花期的重叠时间(d),  $f_i$  表示个体  $i$  的开花总时间(d),  $n$  表示样地中个体总数。 $S_i$  的变异范围为 0~1, “0”表示种群内个体花期无重叠, “1”则表示完全重叠<sup>[9]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 单花开花进程

大花黄牡丹单花开放持续天数一般为 7~12 d(从露瓣期到落花期)。在花蕾时期, 绿色的花萼片紧紧包裹着花蕾, 1 个枝条上大多有 3~4 个花蕾, 经 12~18 d 进入始花期, 花

蕾开始松散,苞片裂开露出黄色花冠,随后花冠逐渐伸出并展开,同一枝条靠近顶端的花常先开,下方的花后开。花开放时,花丝、花药呈黄色,多数散生在花柱周围,开放期间花柱缓慢伸长至略高于花药,花药由内向外开裂散出花粉;待花冠完全展开 3~5 d 后进入落花期,最外侧的花冠开始脱落,随后花药、花丝开始干枯脱落,只剩下外面宿存的花萼、逐渐膨大形成果实的子房。

3.2 种群开花进程

该大花黄牡丹种群的花期为 5 月初至 5 月底。随着开花进程的推移,整个种群的开花比例先上升至 1 个峰值,随后缓慢下降(表 1、图 1)。2014 年 5 月 1 日进入始花期,并于 2014 年 5 月 15 日达到盛花状态,当日开花数量最大,平均每株开花 15 朵。2014 年 5 月 28 日进入终花期,95% 的植株开始结束,花期接近尾声。

表 1 大花黄牡丹个体和种群水平的开花物候

观测项目	个体水平	种群水平
始花日期	2014 年 4 月 27 日	2014 年 5 月 1 日
花期持续时间 (d)	7~12	13~28
开花高峰日期	2014 年 5 月 13 日	2014 年 5 月 15 日
开花振幅		6
开花重叠(同步)指数	0.67	
终花日期	2014 年 5 月 30 日	2014 年 5 月 28 日

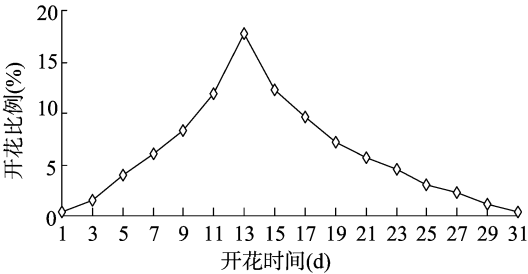


图 1 大花黄牡丹开花物候曲线

3.3 同步指数和相对开花强度

经统计,该大花黄牡丹种群的当年平均花期同步指数值为 0.67,其中 44 号植株的同步指数最低,仅为 0.15;其次是 2 号植株的同步指数,仅为 0.34;其余植株的同步指数均在 0.55~0.81 之间。大花黄牡丹个体的相对开花强度计算结果(图 2)表明,该个体主要分布频率在 0~30% 之间。

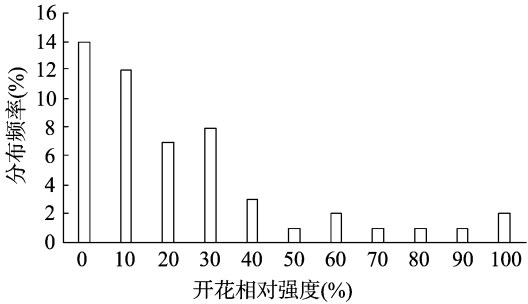


图 2 大花黄牡丹个体相对开花强度分布

3.4 物候指数与生殖成功率的相关性

相关性分析结果(表 2)表明,始花时间、开花持续时间、开花数、坐果率之间均具有相关性。坐果率与始花时间、花期持续时间均呈正相关;花期持续时间与始花时间、开花数均呈负相关;始花时间与开花数呈显著负相关;开花数与坐果率呈

极显著负相关。可见,始花时间早的植株比始花时间晚的植株开花数多,开花数多的植株比开花数少的植株坐果率低。

表 2 大花黄牡丹个体开花数、坐果率、始花时间、花期持续时间的相关性

指标	始花时间	花期持续时间	开花数	坐果率
始花时间	1.000			
花期持续时间	-0.281	1.000		
开花数	-0.327 *	-0.139	1.000	
坐果率	0.257	0.051	-0.504 **	1.000

注:“\*”、“\*\*”分别表示相关性显著、极显著(双尾检验)。

4 结论与讨论

4.1 开花物候与生态适应

本研究结果显示,大花黄牡丹的开花物候进程为单峰曲线模式,具有 1 个开花高峰期,其开花同步指数为 0.67,表现为“集中开花模式(mass-flowering pattern)”或“总巢式开花模式(cornucopia-flowering pattern)”,这种开花模式存在于多种植物中<sup>[8]</sup>。大花黄牡丹是濒危物种,其抗旱能力较弱,对环境中水分的依赖性较大,因此在降雨量充足的时节以“集中式”的模式开花,这可能是其在长期的环境选择压力下,针对高海拔、半干旱半湿润生境而形成的一种适应行为。相对开花强度被认为是植物花资源空间分布的指标之一<sup>[10]</sup>,可能对植物花粉的运动模式造成影响<sup>[11]</sup>。大多数植物具有较低的相对开花强度<sup>[8,10]</sup>,大花黄牡丹同样如此,主要分布频率在 0~30% 之间。大花黄牡丹属虫媒传粉,虽采取集中开花模式,但同步指数并非很高,加上相对开花强度较低,虽然能在短时间内吸引较多传粉者,但将一定程度上影响花朵的授粉成功率。

4.2 开花物候与生殖适合度

开花物候对植物生殖成功具有一定影响<sup>[5,12-13]</sup>。通过对观测点内大花黄牡丹个体水平的始花时间、花期持续时间、开花数、坐果率的相关性分析发现,始花时间与开花数呈显著负相关,开花数与坐果率呈极显著负相关,即始花时间越早的植株开花数越多,开花数越多的植株反而坐果率更低。这可能是由于一定时间和范围内的传粉者有限,产生了种内竞争,昆虫访花频率与开花密度呈负相关,使开花越多的植株坐果率越低,而部分开花数为十余朵的植株坐果率高达 100%。部分已经坐果的枝条,在后期整个果枝出现枯萎、变黑、脱落,这可能是由于果实个体较大,形成成熟果实需要更多营养物质,因此同一植株开花数越多,营养竞争就越激烈,从而影响坐果率。具体原因仍有待进一步深入研究。

参考文献:

[1] Ratheke B, Lacey E P. Phenological patterns of terrestrial plants[J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1985, 16: 179-214.  
[2] Ollerton J, Lack A. Correlation between flowering phenology, plant size and reproductive success in *Lotus corniculatus* (Fabaceae) [J]. Plant Ecology, 1998, 139: 35-47.  
[3] Abe T. Flowering phenology, display size, and fruit set in an understory dioecious shrub *Aucuba japonica* (Cornaceae) [J]. American Journal of Botany, 2001, 88: 455-461.

盛彦敏,赵晶华,赵 婷. 光照度对 3 个萝卜品种种子萌发的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(9):213-214.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.09.069

# 光照度对 3 个萝卜品种种子萌发的影响

盛彦敏,赵晶华,赵 婷

(长春师范大学生命科学学院,吉林 长春 130032)

**摘要:**采用纸上发芽法研究了光照度对 3 个萝卜品种种子萌发的影响。结果表明:不同光照处理对萝卜种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数有一定影响,不同品种间存在差异。光照度越低,萝卜种子发芽率、发芽势、发芽指数越高,种子发芽能力越强,幼苗生长越健壮。3 个萝卜品种的生长状态均在黑暗条件下最好,其次是半光照条件,全光照条件下生长状态最差。

**关键词:**光照度;萝卜;种子;萌发

**中图分类号:**S631.104 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)09-0213-02

影响植物种子萌发的外界因素很多,尤以光照最为重要<sup>[1]</sup>。光不直接参与种子的萌发,而是打破种子休眠的信号刺激<sup>[2]</sup>。光照对某些植物种子的萌发来说必不可少,是影响种子萌发的主要生态因子,也是决定植物种子正常萌发的基础<sup>[1]</sup>;因此,研究不同光照条件下种子的萌发状况具有重要意义<sup>[3-6]</sup>。本试验以火星、小玲珑萝卜、大粉水萝卜等 3 个萝卜品种为材料,研究不同光照处理对萝卜种子萌发的影响,以了解萝卜对光环境的适应及其种子萌发的最佳光照条件,旨在为萝卜的人工栽植提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试萝卜品种为火星(北京南无科贸有限责任公司)、小玲珑萝卜(哈尔滨市农信种子有限公司)、大粉水萝卜(长春市点石种业有限公司)。萝卜种子都是 2012 年生产,含水量 $\leq 8.0\%$ ,品种纯度 $\geq 95.0\%$ ,净度 $\geq 98.0\%$ 。

### 1.2 方法

挑选籽粒饱满、大小均匀、无虫害的种子,用 0.5%  $\text{KMnO}_4$  溶液浸泡 2 h 消毒。将处理后的种子洗净后整齐排放

在底部铺有 3 层滤纸的培养皿(直径 9 cm)中,设置 3 种光照处理:全光照(不遮光)、半遮光(1 层绿色纱窗网)、全黑暗(铝箔纸),每处理选取 50 粒种子,3 次重复,将培养皿置于 25℃ 培养箱中萌发,空气湿度设为 60%。每日定时补充蒸馏水,保持滤纸湿润。萌发过程中每天统计萌芽数,连续观察 10 d,发芽第 1 天记下发芽粒数(以种子芽露出 1 mm 为准),发芽终期记录最终发芽数、根长、芽长、根质量、芽质量,计算发芽率、发芽势、发芽指数等指标。

### 1.3 发芽指标

发芽率(GP)、发芽势(GE)、活力指数、发芽指数(GI)计算公式如下<sup>[7]</sup>:发芽率 = 7 d 种子的发芽数/供试种子总数 $\times 100\%$ ;发芽势 = 前 4 d 种子发芽数/供试种子总数 $\times 100\%$ ;发芽指数 =  $\sum(G_t/t)$ 。式中: $G_t$  为第  $t$  天发芽数, $t$  为发芽天数(d)。

## 2 结果与分析

### 2.1 光照对萝卜种子发芽率的影响

由表 1 可知,25℃ 恒温条件下,3 种不同光照处理下萝卜种子均在第 1 天开始萌发,说明萝卜种子没有明显的休眠特性。小玲珑萝卜在黑暗条件下发芽率最高,为 93.33%,半遮光条件其次,全光照条件下发芽率最低。火星在半遮光、黑暗条件下发芽率均较高,且 2 种条件下发芽率差异不显著,表明遮光有利于火星发芽。全光照、半遮光条件下,不同品种萝卜

收稿日期:2014-09-15

作者简介:盛彦敏(1964—),女,吉林洮南人,博士,教授,主要从事分子生物学、生理生态学研究。E-mail:sheng\_yanmin@163.com。

[4]肖宜安,何 平,李晓红. 濒危植物长柄双花木开花物候与生殖特性[J]. 生态学报,2004,24(1):14-21.

[5]Primack R B. Relationships among flowers, fruits and seeds[J]. Annual Review of Ecology and Systematics,1987,18:409-430.

[6]汪 松,解 焱. 中国物种红色名录:第一卷[M]. 北京:高等教育出版社,2004:323.

[7]林芝地区气象台,林芝地区科学技术委员会. 西藏林芝地区农业气候资源分析及区划[M]. 北京:气象出版社,1993.

[8]Herrera J. Flowering and fruiting phenology in the coastal shrublands of Doñana South Spain[J]. Vegetatio,1986,68:91-98.

[9]McIntosh M E. Flowering phenology and reproductive output in two sister species of *Ferocactus* (Cactaceae) [J]. Plant Ecology, 2002,

159:1-13.

[10]Buide M L, Diaz - Peromingo J A, Guitian J. Flowering phenology and female reproductive success in *Silene acutifolia* Link ex Rohrb [J]. Plant Ecology, 2002, 163(1):93-103.

[11]Dafni A, Kevan P G, Husband B C. Practical pollination biology [M]. Cambridge, Ontario, Canada: Enviroquest Ltd, 2005:3-26.

[12]Bishop J G, Schemske D W. Variation in flowering phenology and its consequences for *Lupinus colonizing* Mount St. Helens[J]. Ecology, 1998, 79:534-546.

[13]Ollerton J, Diaz A. Evidence for stabilising selection acting on flowering time in *Arum maculatum* (Araceae): the influence of phylogeny on adaptation[J]. Oecologia, 1999, 119(3):340-348.