

# 百子莲的花部特征与繁育系统观察

卓丽环<sup>1,2\*</sup>, 孙颖<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>上海农林职业技术学院, 上海 201600; <sup>2</sup>东北林业大学园林学院, 哈尔滨 150040)

**摘要:** 通过观察, 运用杂交指数、花粉、胚珠比、人工授粉和套袋试验等方法, 对上海市引种的处于半自然状态的百子莲 (*Agapanthus praecox* ssp. *orientalis* 'Big Blue') 的开花状态、繁育系统进行了研究。结果表明: 百子莲单花花期一般 2~3 d, 花药全部开裂需要 3~5 h。开花过程中柱头与花药无明显空间隔离现象, 雄蕊先于雌蕊成熟。杂交指数等于 4, 花粉—胚珠比等于 25 622, 结合人工套袋和授粉试验的结果, 可以确定该物种的繁育系统属于异交为主, 部分自交亲和, 传粉过程需要传粉者。

**关键词:** 百子莲; 花; 繁育系统; 杂交指数; 花粉—胚珠比

**中图分类号:** S 68 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2009) 11-1697-04

## Floral Syndrome and Breeding System of *Agapanthus praecox* ssp. *orientalis* 'Big Blue'

ZHUO Li-huan<sup>1,2\*</sup> and SUN Ying<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Shanghai Vocational Technical College of Agriculture & Forestry, Shanghai 201600, China; <sup>2</sup> College of Landscape and Architecture, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China)

**Abstract:** We conducted a field investigation of the floral syndrome and breeding system of *Agapanthus praecox* ssp. *orientalis* 'Big Blue' in artificial populations in Shanghai, China. The results showed that flowering lasted 2 to 3 days and anther dehiscence lasted 3 to 5 hours. On the day of anthesis, the styles were shorter than the filaments. Spatial positioning of stigma and anthers were spatially desperation. The total value of OCI is 4 and the value of P/O is 25 622. The seed set rate with different treatments showed that its breeding system could be determined as outcrossing with partly self-compatible and needed pollinators during the pollination.

**Key words:** *Agapanthus praecox* ssp. *orientalis*; flower; breeding system; outcrossing index; pollen-ovule ratio

百子莲属 (*Agapanthus*) 植物是原产南非的多年生根茎类花卉。目前百子莲的分科意见还不统一, 曾被归为百合科 (Liliaceae)、葱科 (Alliaceae) 或石蒜科 (Amaryllidaceae) 的亚科 (Agapanthoideae) (Fay & Chase, 1996), 近期还有学者将其单独归为一科——非洲百合科 (Agapanthaceae) (Meerow et al., 1999)。

百子莲属植物种类丰富, 叶形秀丽, 花朵姿态优美, 花期持续时间长, 各种土壤类型均可生长。我国对百子莲最早的引种栽培始于 2000 年, 目前在上海、广西、广州、北京、南京等地已有栽培。

作者通过对百子莲属植物进行引种观察研究, 期望确定百子莲的繁育系统类型, 为其在我国的应用推广提供相关理论指导。

收稿日期: 2009 - 02 - 19; 修回日期: 2009 - 07 - 20

基金项目: 上海市科技兴农重点攻关项目 (沪农科攻字 2006 第 4 - 9 号)

\* E-mail: zhuoli-huan@263.net; Tel: 021-57820366

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试材为从南非引进的百子莲 (*Agapanthus praecox* ssp. *orientalis*) 品种 ‘Big Blue’, 露天栽植于上海市农林职业技术学院五库实习基地, 共计 2 万余株。基地全年平均气温 17.5, 最高温度 38.6, 最低温度 -4.7。日照 1 778.3 h, 降雨量 1 254.9 mm。

试验于 2008 年 5—10 月进行, 以正常生长的 3 年生百子莲植株为研究对象。

### 1.2 花部综合特征观察

在样地内随机选取正开放的小花 30 朵, 直接测量花被片长度、花冠筒长度、花冠直径以及雌蕊、雄蕊各个部分的长度。显微镜下测量花粉粒大小并观察形态特征。选择晴朗天气进行花朵展现动态的观察。

### 1.3 花粉—胚珠比 (pollen - ovule ratio, P/O) 的估算

采用血球计数器法, 随机选取刚开放而花药尚未开裂的小花 15 朵, 拔取充分成熟、饱满、未开裂的花药 90 枚, 平均放入清洗干净的 3 个青霉素小瓶中, 自然干燥。待花粉充分散出, 每瓶滴入 1% 的六偏磷酸钠溶液 2 mL, 加盖震荡, 使花粉呈现悬浮状态。吸取一滴悬浮液于血球计数板上, 显微镜下观察并计数。重复 6 次, 取平均值。单花药花粉量  $N = 400 \text{ 个小方格内总花粉数} \times 10\,000 \times 2/30$ 。在体视显微镜下用解剖针划开心皮, 计算每个心皮中的胚珠数。用单花花粉量除以单花总胚珠数, 即为 P/O 比。

### 1.4 杂交指数 (Outcrossing index, OCI) 的估算

按照 Dafni (1992) 的标准: (1) 花朵直径 < 1 mm 记为 0; 1 ~ 2 mm 记为 1; 2 ~ 6 mm 记为 2; > 6 mm 记为 3; (2) 花药开裂时间与柱头可授期同时或雌蕊先熟记为 0; 雄蕊先熟记为 1; (3) 柱头与花药同一高度记为 0; 不同高度记为 1。三者之和为 OCI 值。繁育系统评判标准: OCI=0, 为闭花受精 (Cleistogamy); OCI=1, 为专性自交 (Obligate autogamy); OCI=3, 为自交亲和, 有时需要传粉者; OCI=4, 为部分自交亲和, 异交, 需要传粉者。

### 1.5 套袋、去雄及人工授粉试验

依 Dafni (1992) 描述的方法进行 8 种处理 (表 2), 每处理各 50 个花序 (100 朵花)。

## 2 结果与分析

### 2.1 花部综合特征

百子莲叶片二列状基生, 舌状带形, 深绿色有光泽, 长 20 ~ 35 cm, 全缘, 先端圆钝。花葶直立, 高 60 ~ 100 cm, 高出叶丛, 顶生伞形花序, 每花序有单花 50 朵以上。花瓣 6 枚, 小花呈筒状, 花瓣略向外翻卷, 花色有深蓝、浅蓝, 也有白色的。花冠直径为 37.22 ~ 49.32 mm。花柱高 14.00 ~ 37.00 mm, 乳白色; 柱头高 0.30 ~ 0.50 mm, 柱头表面呈乳突状, 成熟时分泌粘液。花丝长 21.78 ~ 35.88 mm。花药 6 枚, 冠生。花药长 2.10 ~ 3.70 mm, 花药颜色初始为鲜黄色, 开花前一天变成紫色。花瓣基部具分泌物质, 分泌物质具有甜味。子房上位。

蕾期的百子莲单花, 3 枚花瓣在外侧, 压制内侧 3 枚。开花过程中, 外侧的 1 ~ 2 个花瓣先伸展开来, 压力减弱, 15 ~ 30 min 内外侧花瓣全部松动, 释放内侧花瓣, 之后花瓣慢慢伸展。从花瓣开始松动到 6 枚花瓣伸展成最大冠幅, 大约需要 3 h。花药的展现模式为交错展现, 一般 1 ~ 2 枚先开裂, 其余滞后 30 min 后逐渐开裂。从花瓣开始松动到 6 枚花药全部开裂, 大约需要 3 ~ 5 h, 有的需要更

长时间。开花后 1 d 柱头表面分泌粘液, 柱头进入可授期。单花寿命为 2~3 d。如遇阴冷天气, 个别单花寿命可延长至 4 d。

根据百子莲花期(6月初—7月末)环境温度、相对湿度变化范围, 进行了培养箱恒温控制试验, 结果发现, 环境温度在 23℃ 时, 单花持续时间能达到 2.57 d, 而在 33℃ 时, 单花持续时间只有 1.71 d (表 1)。

当环境相对湿度在 30% 左右时, 单花花药全部开裂大约需要 2.70 h, 而当环境相对湿度达到 80% 时, 花药全部开裂所需时间则延长到 4.87 h (表 1)。

表 1 温度对单花持续时间及相对湿度对花药开裂时间的影响

Table 1 The effect of temperature on flower longevity and relative humidity on anther dehiscence

温度 / Temperature	单花持续时间 /d Flower longevity	相对湿度 /% Relative humidity	花药开裂时间 /h The last hours of anther dehiscence
23	2.57 ±0.50A	30	2.70 ±0.82C
28	2.02 ±0.37B	50	3.60 ±0.52B
33	1.71 ±0.45C	80	4.87 ±1.01A

注: 测试样品数 30 朵; 不同大写字母表示在 0.01 水平上的显著性差异。

Note:  $n=30$ ; Capital letter indicate different significance at 0.01 level, respectively.

## 2.2 花粉—胚珠比和杂交指数

百子莲的 P/O 约为 25 622, 按照 Cruden (1977) 的标准, 该物种的繁育系统属于专性异交类型。

百子莲花朵直径 43.29 mm, 记为 3; 开花时柱头与花药之间无明显分离, 记为 0; 花药散粉初期雌蕊尚未完全成熟, 记为 1。因此其杂交指数 (OCI) 等于 4。根据 Dafni (1992) 提出的标准, 百子莲的繁育系统为异交, 部分自交亲和, 需要传粉者。

## 2.3 套袋试验

五库实习基地的百子莲试验田栽种 5 年以来, 基本处于一种半自然的生长状态, 百子莲可以在此正常发育、开花并结实, 说明其在应用推广方面有着良好的前景。

经过套袋和人工授粉试验, 检测其授粉效果, 结果表明, 自然条件下的坐果率为 37.8%, 人工自花授粉和人工授同株异花花粉的坐果率均低于自然条件下的坐果率, 人工授异株花粉的坐果率高达 70% (表 2)。上述结果表明百子莲的繁育系统以异交为主。

表 2 百子莲套袋试验结果

Table 2 The test results of emasculation of *Agapanthus praecox* ssp. *orientalis* 'Big Blue'

授粉方式 Treatment	坐果率 /% Fruit setting ratio	结籽率 /% Producing ratio
去雄, 套袋, 不授粉 Emasculation, bagged, no pollination	0	0
去雄, 不套袋, 自然授粉 Emasculation, unbagged, free pollination	39.0	25.8
去雄, 套袋, 人工自花授粉 Emasculation, bagged, hand self-pollination	30.0	24.4
去雄, 套袋, 人工授同株异花花粉 Emasculation, bagged, hand geitonogamy	20.0	27.2
去雄, 套袋, 人工授异株花粉 Emasculation, bagged, hand cross-pollination	70.0	34.4
不去雄, 套袋, 自花授粉 Unemasculation, bagged, self-pollination	2.0	3.7
不去雄, 细白纱网套袋, 自然授粉 Unemasculation, netted, free pollination	1.3	5.9
不去雄, 不套袋, 自然授粉 Unemasculation, unbagged, free pollination	37.8	20.1

### 3 讨论

对植物花部结构和繁育系统的了解是认识植物生活史的前提,也是其它相关研究必需的基本背景知识(王崇云和党承林,1999)。植物性别系统的不同使植物表现出多样化的繁育系统。根据 Danfi (1992) 的标准所得出的杂交指数表明,两性花植物百子莲的繁育系统为异交,部分自交亲和,需要传粉者;按照 Cruden (1977) 的花粉—胚珠比(P/O)的划分标准,其繁育系统属于专性异交类型。套袋试验结果显示,百子莲套袋自花授粉及同株异花授粉的结实率均低,而异株授粉的结实率较高。由以上结论推断,百子莲属于异花传粉类型。上述3种方法试验结果基本一致,也说明杂交指数可以简单便捷地检测显花植物的繁育系统,这与其它的该类研究结果一致。

### References

- Cruden R W. 1977. Pollen-ovule ratios: A conservative indicator of breeding systems in flowering plants. *Evolution*, 31: 32 - 46.
- Dafni A. 1992. *Pollination ecology: A practical approach*. New York: Oxford University Press. 1 - 57.
- Fay M F, Chase M W. 1996. Resurrection of Themidaceae for the *Brodiaea* alliance, and recircumscription of Alliaceae, Amaryllidaceae and Agapanthoideae. *Taxon*, 45: 441 - 451.
- Meerow A W, Fay M F, Guy C L, Li Q B, Zaman F Q, Chase M W. 1999. Systematics of Amaryllidaceae based on cladistic analysis of plastid *rdL* and *trnL-F* sequence data. *American Journal of Botany*, 86 (9): 1325 - 1345.
- Wang Chong-yun, Dang Cheng-lin. 1999. Plant mating system and its evolutionary mechanism in relation to population adaptation. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 17: 163 - 172. (in Chinese)
- 王崇云, 党承林. 1999. 植物的交配系统及其进化机制与种群适应. *武汉植物学研究*, 17: 163 - 172.

### 期刊征订

## 《中国蔬菜》半月刊

《中国蔬菜》由中国农业科学院蔬菜花卉研究所主办,属全国中文核心期刊,获第二届国家期刊奖,半月刊,上半月以综合指导为主,下半月以学术交流为主。

●《中国蔬菜》上半月刊:关注蔬菜产业,服务一线生产,全年12期,年价60元。

邮局订阅:全国各地邮局(所)均可订阅,邮发代号:82-131。

汇款订阅:将订阅款项汇到编辑部索桂川。并在汇款留言中注明订阅上半月刊。

●《中国蔬菜》下半月刊:关注科研前沿,服务学术交流,全年12期,年价60元。

只能汇款订阅:将订阅款项汇到编辑部赵娟。并在汇款留言中注明订阅下半月刊。

汇款地址:北京海淀区中关村南大街12号《中国蔬菜》

邮 编:100081

电 话:010-82109550

样刊浏览网址:www.zgsc001.com(中国蔬菜第一网)

www.cnveg.org(中国蔬菜学术网)