

尾叶紫薇开花及花粉萌发研究

王晓玉¹, 徐婉¹, 胡杏¹, 蔡明^{1,2}, 潘会堂^{1,2}, 张启翔^{1,2}

(1. 北京林业大学 园林学院, 北京 100083; 2. 国家花卉工程技术研究中心, 北京 100083)

摘要: 通过观测尾叶紫薇 *Lagerstroemia caudate* 花朵的开放过程, 并采用离体萌发法测定花粉生活力, 研究了尾叶紫薇的开花习性、花粉萌发及储藏条件。结果表明: 凌晨 3:30 尾叶紫薇花萼开裂; 6:00 花瓣全部展平; 6:30 花药开始开裂, 柱头上开始分泌黏液, 进行杂交育种时须于 6:30 前去雄; 6:30-7:30 是授粉的最佳时间。采用正交试验方法比较蔗糖、聚乙二醇 4000 (PEG 4000)、硼酸和氯化钙对尾叶紫薇花粉的离体萌发率的影响。结果表明: 最佳离体培养基为 100 mg·L⁻¹ 蔗糖+30 mg·L⁻¹ 硼酸+30 mg·L⁻¹ 氯化钙+150 g·L⁻¹ PEG 4000, 花粉萌发率可达 96.28%。尾叶紫薇花粉在自然条件下储藏 2 d 后生活力急剧下降, 6 d 后花粉完全失活, 4 °C 是花粉储藏的最佳温度, 保存 9 d 仍能保持 30% 的萌发率, 在散粉后 30 d 失活。图 2 表 2 参 15

关键词: 植物学; 尾叶紫薇; 开花习性; 花粉萌发; 花粉储藏

中图分类号: S685.99 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2012)06-0966-05

Florescence and pollen germination in *Lagerstroemia caudate*

WANG Xiao-yu¹, XU Wan¹, HU Xing¹, CAI Ming^{1,2}, PAN Hui-tang^{1,2}, ZHANG Qi-xiang^{1,2}

(1. College of Landscape Architecture, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. China National Engineering Research Center for Floriculture, Beijing 100083, China)

Abstract: In order to study the flowering habit and the conditions for pollen germination and storage of *Lagerstroemia caudate*, the processes of flower opening and pollen viability of *Lagerstroemia caudate* were observed over a 30 d period. Pollen germination was also tested using orthogonal test of PEG 4000, boric acid, CaCl₂, and sucrose. Results showed that at 3:30 sepals of *L. caudate* started to diverge, at 6:00 petals flattened up, at 6:30 the anther diverged, and at 06:30 the stigma secreted a large amount of mucus. The highest rate of in vitro pollen germination which could reach 96.28% was with sucrose (100 g·L⁻¹) + boric acid (30 mg·L⁻¹) + CaCl₂ (30 mg·L⁻¹) + PEG 4000 (150 g·L⁻¹). Pollen germination in the indoor natural environment decreased sharply from 87% to 65% in 2 d with the pollen losing vigor in 6 d. The best preservation temperature for dry pollen was 4 °C, in which temperature the dry pollen viability could keep 30%, with dry pollen losing its vigor in 30 d. Thus, as a basis for breeding, if *L. caudate* was used as a female parent in hybridization, the stamens must be removed before 6:30, and the best pollination time would be at 7:30. [Ch, 2 fig, 2 tab, 15 ref.]

Key words: botany; *Lagerstroemia caudate*; flowering habit; pollen germination; pollen storage

紫薇 *Lagerstroemia indica* 是原产于中国的重要的夏季开花的木本观赏植物, 主要分布在中国的南部和西南部地区^[1], 在国内外园林中得到广泛应用。紫薇虽然具有花色多样、花期长的特点, 但目前尚缺乏芳香馥郁的品种。尾叶紫薇 *Lagerstroemia caudate* 是原产中国的紫薇属 *Lagerstroemia* 乔木树种, 花具

收稿日期: 2011-12-02; 修回日期: 2012-02-27

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD01B07); 北京市园林绿化局计划项目(YLHH201100112); 北京市共建项目专项资助

作者简介: 王晓玉, 从事园林植物遗传育种研究。E-mail: wangxiaoyu_hi@126.com。通信作者: 张启翔, 教授, 博士, 从事园林植物资源及种质创新研究。E-mail: zqx@bjfu.edu.cn

有明显的香味,花期4-5月^[2]。前期的研究^[3]发现,该种与紫薇具有很高的杂交亲和性,是一种培育早花、香花紫薇品种的重要种质资源,但是目前应用很少。因此,开展尾叶紫薇开花及花粉萌发的研究,对利用尾叶紫薇培育早花、香花的紫薇新品种具有重要意义。本研究一方面通过观察尾叶紫薇单花的开放过程,确定尾叶紫薇散粉及柱头分泌黏液的时间,进一步确定以尾叶紫薇为杂交母本时去雄和授粉的最佳时间;另一方面,由于尾叶紫薇开花比紫薇早,两者存在花期不遇问题,探讨尾叶紫薇花粉储藏最适条件,可为利用尾叶紫薇改良紫薇品种提供基础。

1 材料与方法

1.1 尾叶紫薇开花过程观察

以移植于国家花卉工程中心北京小汤山花卉种质资源圃3年生的尾叶紫薇(胸径为14 cm,树高3.6 m)为对象,观测时间为2011年6月中旬尾叶紫薇盛花期,选取3株无病虫害的尾叶紫薇植株,在每株上选取3枝具有代表性、无病虫害的花枝进行标记,连续5 d,3:00-7:00隔30 min对标记花枝的开花情况进行观察记录,并拍照。

1.2 尾叶紫薇花粉离体培养基的优选

测定花粉生活力的方法很多,而花粉离体萌发法相对来说结果准确并且简单易行^[4]。目前,对于花粉萌发的研究较多,采用的培养基主要成分均为蔗糖、硼酸和钙离子(Ca^{2+})^[5-7],以前报道的紫薇花粉培养基成分与上述培养基成分一致^[8]。有研究认为聚乙二醇(PEG)能够提高花粉萌发率^[9],也有试验认为对尾叶紫薇的花粉萌发有一定的促进作用^[10]。本实验综合考虑常规培养基成分和聚乙二醇对尾叶紫薇花粉萌发的影响,以期筛选出最佳花粉培养基。

本实验于2011年6月中旬采集花粉,利用 $L_9(3^4)$ 正交试验比较蔗糖质量浓度(100, 150, 200 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$),硼酸质量浓度(10, 20, 30 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$),氯化钙质量浓度(10, 20, 30 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)及PEG 4 000质量浓度(50, 100, 150 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)对尾叶紫薇新鲜花粉萌发的影响。参考贾文庆^[11]的紫薇花粉离体萌发法,采用悬滴法^[12]将花粉置于室温下培养24 h后观察花粉萌发情况,重复3次·处理⁻¹,随机选取3个视野统计花粉萌发数量,根据计算公式计算花粉萌发率:花粉萌发率(%)=萌发花粉数/总花粉数×100%。

1.3 尾叶紫薇花粉储藏

选取3~5个正常发育的花序,选择即将开放的紫薇花朵,用镊子轻轻剖开花萼及花冠,夹住花丝,把长、短花丝上的花药全部收集到硫酸纸袋中,一部分直接装入离心管中,用以测量室温条件下保存的花粉生活力。另外一部分置于10倍体积的硅胶中干燥6~8 h后取出,过80目分子筛后保存于离心管中,分别置于25, 4, -20℃温度下保存,分别在保存0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, 25, 30 d后,采用上个实验筛选出的最佳培养基配方进行离体萌发实验,测定花粉的生活力。

1.4 数据统计方法

各试验重复3次·处理⁻¹,测定结果采用Excel 2010进行极差(RANGE)及标准差(STDEVA)的分析,采用SPSS 17.0进行Duncan's多重比较。

2 结果与分析

2.1 尾叶紫薇开花进程

北京为典型的暖温带半湿润大陆性季风气候,夏季炎热多雨,冬季寒冷干燥,春、秋短促。3月份月平均气温开始高于0℃(表1),此时尾叶紫薇开始形成新叶;4月平均气温高于10.0℃,尾叶紫薇生长迅速;到5月北京平均气温达到20.0℃左右,5月初尾叶紫薇老枝枝顶开始分化出花芽,5月中旬形成圆锥花序的花苞,5月下旬进入初花期,每个花序都由花序顶端开始向下依次开花;6月上旬为尾叶紫薇的盛花期,6月中旬进入衰花期,6月底花朵基本已经开尽;7月北京平均气温最高,对尾叶紫薇花枝进行修剪,可以适当将花期推后。经过修剪,尾叶紫薇花期最晚可延长至7月中旬;8月尾叶紫薇果实成熟;10月随气温下降叶片逐渐枯萎脱落;11月叶片基本完全脱落。

尾叶紫薇为圆锥花序,长3.5~8.0 cm,着花约200朵·花序⁻¹,花小而密,花径约1.8 cm,花瓣阔矩圆形,5~6枚,白色,连爪长约9 mm,爪长约2 mm。雄蕊18~28个,花柱长约1.0 cm。尾叶紫薇单花

开放过程可分为7个阶段：萼片开裂、花瓣张开、柱头伸出、雄蕊露出、花药开裂、柱头授粉、花瓣萎蔫期。6月晴朗天气里，尾叶紫薇的单花开放过程如下：清晨3:00花苞尚未打开，3:30左右花萼开裂，4:00部分花瓣已从花萼中露出，4:30花萼全部打开，花瓣全部露出，柱头伸出花瓣，5:00花瓣继续展开，外层的长雄蕊先从花瓣中伸出；5:30花瓣已基本全部展开，内层雄蕊也露出花瓣；6:00花瓣全部展开，6:30花药自中缝开裂，可以用肉眼看到粉粒状花粉散出，同时能够明显看出柱头开始分泌黏液。花后48h，花柱弯曲，花药全部脱落，花丝卷曲，花瓣萎蔫。如遇雨天或早晨气温较低，开花时间会向后推迟，花药散粉时间会推迟，雨天花药不能正常散粉。如果花萼张开，但6:00之前没有开放的花朵将会直接萎蔫凋谢。

表1 1971-2000年北京气候标准值^[13]

月份	月平均气温/°C	月平均相对湿度/%	月降水量/mm
1	-3.7	44	2.7
2	-0.7	44	4.9
3	5.8	46	8.3
4	14.2	46	21.2
5	19.9	53	34.2
6	24.4	61	78.1
7	26.2	75	185.2
8	24.8	77	159.7
9	20.0	68	45.5
10	13.1	61	21.8
11	4.6	57	7.4
12	-1.5	49	2.8



A: 3:00, 花苞尚未开裂; B: 3:30, 花萼开裂, 花瓣露出; C: 4:00, 花瓣部分伸出花萼, 长雄蕊伸出; D: 4:30, 花萼完全开裂, 长雄蕊全部伸出, 短雄蕊露出尚未展开; E: 5:00, 花瓣基本全部打开, 短雄蕊还未伸展; F: 6:00, 花瓣完全打开, 长短雄蕊均完全展开; G: 花后24 h, 雄蕊弯曲, 花瓣卷曲, 瓣爪伸直; H: 花后48 h, 雄蕊卷曲成团, 瓣爪完全伸直, 花朵平展。

图1 尾叶紫薇单花开放过程

Figure 1 Opening process of *Lagerstroemia caudate*

2.2 不同培养基对花粉生活力的影响

通过极差分析(表2)可知:对尾叶紫薇花粉萌发影响最大的成分是蔗糖的质量浓度,其次是PEG 4000和硼酸。各处理对花粉萌发的影响差异显著,处理3中的花粉萌发率达到96.28%,显著高于其他组合,因此将 $100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 蔗糖+ $30\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 硼酸+ $30\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 氯化钙+ $150\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ PEG 4000组合作为尾叶紫薇花粉萌发的最佳培养基。

2.3 不同储藏条件下尾叶紫薇的花粉活力

室温自然储藏的尾叶紫薇花粉,随着时间的延长,生活力逐渐下降。散粉当天的花粉萌发率为

表 2 不同培养基中尾叶紫薇花粉萌发情况

Table 2 Pollen germination rate of *Lagerstroemia caudate* under different mediums

处理编号	培养基成分				萌发率/%
	蔗糖/(g·L ⁻¹)	硼酸/(mg·L ⁻¹)	氯化钙/(mg·L ⁻¹)	PEG 4000/(g·L ⁻¹)	
1	100	10	10	50	54.46 ± 1.95 c
2	100	20	20	100	89.12 ± 2.85 b
3	100	30	30	150	96.28 ± 4.35 a
4	150	10	20	150	15.88 ± 3.13 f
5	150	20	30	50	13.34 ± 1.94 f
6	150	30	10	100	37.88 ± 4.59 e
7	200	10	30	100	4.23 ± 2.38 g
8	200	20	10	150	43.75 ± 3.74 d
9	200	30	20	50	6.02 ± 0.72 g
极差	61.95	23.88	8.35	27.36	

说明: 萌发率=平均萌发率±标准差, 不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

95%, 1 d 后的花粉萌发率略微下降(87%); 2 d 后花粉萌发率开始急剧下降, 4 d 时降为 37%, 6 d 后花粉已完全失活(图 2)。不同温度下储藏的干燥花粉的生活力均随着储藏时间的延长而逐渐下降, 但储藏温度不同花粉萌发率下降的情况有所不同。室温条件下, 干燥花粉比新鲜花粉的生活力延长了 4 d, 储藏 3 d 后, 干燥花粉的萌发率明显高于新鲜花粉, 到第 6 天时还有 15% 的生活力。4 °C 和 -20 °C 下储藏的干燥花粉的活力随着储藏时间的延长呈线性降低, 25 d 后花粉基本全部失去活性。通过方差分析发现散粉后 6 d 起, 4 °C 低温储藏效果明显好于 -20 °C 的储藏效果。

3 讨论

尾叶紫薇是一种重要的香花紫薇资源, 研究尾叶紫薇的花开放进程和花粉储藏适宜条件为更好地利用尾叶紫薇与紫薇进行远缘杂交育种将有十分重要的意义。实验发现: 尾叶紫薇花朵是否能够正常开放与气温及空气湿度有关, 清晨温度过低或降水湿度过大, 都会推迟开花时间, 降水会使花药无法散粉。但如果套硫酸纸袋则不会影响尾叶紫薇的开花和散粉。

在北京尾叶紫薇花期集中于 5-6 月, 而紫薇的花期集中于 7-8 月, 在杂交过程中存在花期不遇情况。通过修剪可以适当延长尾叶紫薇花期, 可以多次对尾叶紫薇花枝进行修剪, 最晚可将花期延长至 7 月中旬, 能够解决尾叶紫薇与紫薇花期不遇的问题。此外, 通过对尾叶紫薇花粉进行储藏能够适当延长尾叶紫薇花粉生活力。低温低湿的环境有助于花粉维持较长时间的生活力^[15]。通过比较室温条件下干燥的和未干燥的尾叶紫薇花粉可知, 干燥花粉的确能较长时间保持生活力, 尾叶紫薇的最佳储藏温度为 4 °C, 这与紫薇品种‘紫爪银薇’和‘红红火火’的花粉最佳储藏温度一致^[16]。本实验结果证明: 在 4 °C 干燥条件下储藏 9 d, 尾叶紫薇花粉萌发率还可保持 30% 以上, 能够满足尾叶紫薇与部分早花紫薇杂交育种的需要, 但是对于晚花紫薇品种, 如何解决与尾叶紫薇花期不遇问题仍需要进一步研究。

参考文献:

[1] 张启翔, 田苗. 我国紫薇品种调查研究[C]//张启翔. 中国园艺学会观赏园艺专业委员会学术年会(2008). 北京:

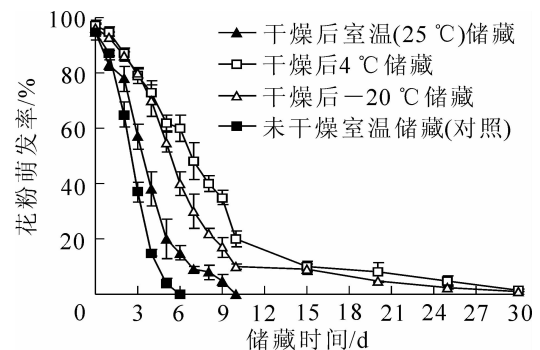


图 2 不同储藏条件下尾叶紫薇花粉生活力
Figure 2 Pollen germination rate of *Lagerstroemia caudate* under different storage conditions

- 中国林业出版社, 2008: 56 - 65.
- [2] 方文培, 张泽荣, 宋滋圃, 等. 中国植物志: 第52卷第2分册[M]. 北京: 科学出版社, 1983.
- [3] 蔡明, 王晓玉, 张启翔, 等. 紫薇品种与尾叶紫薇种间杂交亲和性研究[J]. 西北植物学报, 2010, **30** (4): 645 - 651.
CAI Ming, WANG Xiaoyu, ZHANG Qixiang, *et al.* Compatibility of interspecific crosses between *Lagerstroemia indica* cultivars and *Lagerstroemia caudate* [J]. *Acta Bot Boreali-Occident Sin*, 2010, **30** (4): 645 - 651.
- [4] 许林, 杜克兵, 陈发志, 等. 川鄂连蕊茶花粉的形态、生活力及贮藏力研究[J]. 园艺学报, 2010, **37** (11): 1857 - 1862.
XU Lin, DU Keping, CHEN Fazhi, *et al.* Pollen morphology, vitality and storage capacity of *Camellia rosthorniana* Hand.-Mazz. [J]. *Acta Hort Sin*, 2010, **37** (11): 1857 - 1862.
- [5] 钟晓红. 李树授粉试验及其花粉生活力测定[J]. 湖南农学院学报, 1994, **20** (2): 138 - 142.
ZHONG Xiaohong. The pollination experiment and pollen activity test of plum [J]. *J Hunan Agric Univ*, 1994, **20** (2): 138 - 142.
- [6] 王胜华, 陈放, 周开达. 水稻花粉的离体萌发[J]. 作物学报, 2000, **26** (5): 609 - 612.
WANG Shenghua, CHEN Fang, ZHOU Kaida. In vitro pollen germination of rice (*Oryza sativa* L.) [J]. *Acta Agron Sin*, 2000, **26** (5): 609 - 612.
- [7] 王四清, 陈俊愉. 菊花和几种其他菊科植物花粉的试管萌发[J]. 北京林业大学学报, 1993, **15** (4): 56 - 60.
WANG Siqing, CHEN Junyu. Pollen germination of *Dendranthema* × *grandiflora* and some other plants of compositae in vitro [J]. *J Beijing For Univ*, 1993, **15** (4): 56 - 60.
- [8] 张秦英, 罗凤霞, 郭富常, 等. 紫薇开花及花粉特性研究[C]//张启翔. 中国园艺学会观赏园艺专业委员会学术年会(2007). 北京: 中国林业出版社, 2007: 179 - 181.
- [9] 赵宏波, 陈发棣, 房伟民. 栽培小菊和几种菊属植物花粉离体萌发研究[J]. 南京农业大学学报, 2005, **28** (2): 22 - 27.
ZHAO Hongbo, CHEN Fadi, FANG Weimin. Pollen germination in vitro of chrysanthemum cultivars with small inflorescences and several species of *Dendranthema* [J]. *J Nanjing Agri Univ*, 2005, **28** (2): 22 - 27.
- [10] 蔡明. 紫薇种质资源的评价和香花种质的利用[D]. 北京: 北京林业大学, 2010.
CAI Ming. *Evaluation of Lagerstroemia Germplasm Resources and Utilization of Germplasm with Fragrant Flowers* [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2010.
- [11] 贾文庆, 刘会超, 姚连芳. 紫薇花粉萌发特性研究[J]. 西北林学院学报, 2007, **22** (6): 18 - 20.
JIA Wenqing, LIU Huichao, YAO Lianfang. Pollen viability of *Lagerstroemia indica* [J]. *J Northwest For Univ*, 2007, **22** (6): 18 - 20.
- [12] 胡适宜. 植物胚胎实验方法(一)花粉生活力的测定[J]. 植物学通报, 1993, **10** (2): 60 - 62.
HU Shiyi. Experimental methods in plant embryology (I) determination of pollen viability [J]. *Chin Bull Bot*, 1993, **10** (2): 60 - 62.
- [13] 中国气象局. 中国气候标准值[EB/OL]. [2011-12-01]. <http://cdc.cma.gov.cn/shishi/climate.jsp?stprovid=北京>.
- [14] 尹佳蕾, 赵惠恩. 花粉生活力影响因素及花粉贮藏概述[J]. 中国农学通报, 2005, **21** (4): 110 - 113.
YIN Jialei, ZHAO Huien. Summary of influential factors on pollen viability and its preservation methods [J]. *Chin Agric Sci Bull*, 2005, **21** (4): 110 - 113.
- [15] 张照坤, 丰震, 戴庆敏, 等. 紫薇花粉贮藏及花粉活力的分析[J]. 林业科技开发, 2008, **22** (2): 43 - 44.
ZHANG Zhaokun, FENG Zhen, DAI Qingmin, *et al.* Study on the pollen storage and viability of *Lagerstroemia indica* [J]. *China For Sci Technol*, 2008, **22** (2): 43 - 44.