

# 夹竹桃科驼峰藤物候与繁育特征\*

廖浩斌<sup>1</sup>, 冯璐<sup>2</sup>, 熊武建<sup>2</sup>, 蒋谦才<sup>1</sup>, 张信坚<sup>2</sup>, 叶砚<sup>2</sup>, 廖文波<sup>2</sup>

(1. 中山市国有森林资源保护中心, 广东 中山 528400;

2. 有害生物控制与资源利用国家重点实验室//

广东省热带亚热带植物资源重点实验室//中山大学生命科学学院, 广东 广州 510275)

**摘要:** 对中山市田心森林公园驼峰藤 *Merrillanthus hainanensis* 植物居群的物候周期、花部特征、访花昆虫种类、访花行为及传粉过程进行观察, 检测了其花粉活力与柱头可授性, 并对其进行人工授粉辅助实验。结果表明: ① 驼峰藤的繁殖物候期可大致划分为展梢期、始花期、盛花期、终花期、幼果期、果实成熟期和落果期。② 驼峰藤的杂交指数为4, 说明其繁育系统以异交为主, 部分自交亲和, 需要传粉者。③ 人工套袋试验显示, 驼峰藤没有自发的自花受粉。④ 昆虫借助足部特殊结构将花粉块移出, 并将花粉块通过花药裂口插入柱头腔中, 以完成授粉; 驼峰藤访花昆虫主要有切叶蜂 *Megachile* sp.、中华蜜蜂 *Apis cerana* 和台湾马蜂 *Polistes formosanus*。

**关键词:** 驼峰藤; 传粉生物学; 物候周期; 花部特征; 繁育过程

中图分类号: Q-331 文献标志码: A 文章编号: 0529-6579(2019)03-0048-06

## Phenological and breeding characteristics of *Merrillanthus hainanensis* (Apocynaceae, Asclepiadaceae)

LIAO Haobin<sup>1</sup>, FENG Lu<sup>2</sup>, XIONG Wujian<sup>2</sup>, JIANG Qiancai<sup>1</sup>,  
ZHANG Xinjian<sup>2</sup>, YE Fan<sup>2</sup>, LIAO Wenbo<sup>2</sup>

(1. Zhongshan State-owned Forest Resources Protected Center, Zhongshan 528400, China;

2. State Key Laboratory of Biocontrol and Guangdong Provincial Key Laboratory of Plant Resources,  
School of Life Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

**Abstract:** The phenological cycle, the general characteristics of flower, the species of pollinators, the flower visiting behaviors and the pollination process were investigated in the population of *Merrillanthus hainanensis*. The pollen viability and stigma receptivity within the population were measured, and its artificial pollination test was also conducted. The results showed that: ① The phenophase of *Merrillanthus hainanensis* can be roughly divided into spreading stage, initial flowering, flowering stage, final flowering, fruiting stage, young fruit stage, fruit ripening and fruit falling. ② The hybrid index of *Merrillanthus hainanensis* is four, indicating that its breeding system is dominated by outbreeding, partly self-compatible and needs pollinators. ③ Artificial bagging experiments showed that there was no spontaneous self-pollination phenomenon. ④ The insect moved out of the pollen block by means of the special structure of the foot and inserted the pollen block into the stigma cavity through the opening of the anther to complete the pollination. The most frequent floral visitors were bees (*Megachile* sp., *Apis cerana* and *Polistes formosanus*).

**Key words:** *Merrillanthus hainanensis*; pollination biology; phenophase; flower characteristics; breeding progress

\* 收稿日期: 2018-10-30

基金项目: 中山市财政资金项目-珍稀濒危植物驼峰藤的濒危机制与人工繁育研究项目

作者简介: 廖浩斌(1987年生), 男; 研究方向: 植物资源与利用; E-mail: 654041075@qq.com

通信作者: 廖文波(1963年生), 男; 研究方向: 植物系统学, 植物区系地理学; E-mail: lsslwb@mail.sysu.edu.cn

驼峰藤 *Merrillanthus hainanensis* Chun et Tsiang 隶属于夹竹桃科 Apocynaceae、驼峰藤属 *Merrillanthus* Chun et Tsiang<sup>[1]</sup>, 为单型属, 仅1种, 亦为国家Ⅱ级保护植物和第1批国家重点保护野生植物<sup>[2]</sup>, 中国特有种<sup>[3]</sup>。该种最早于1941年由我国著名分类学家陈焕镛教授与蒋英教授在海南白沙县发现并命名<sup>[4]</sup>。驼峰藤地域分布极其狭窄, 仅在海南保亭、万宁、白沙及广东高要鼎湖山等地有过标本采集记录<sup>[5-7]</sup>。2007年中山市野生植物调查首次发现在中山田心伯公坳有驼峰藤野生分布<sup>[8]</sup>。2015年6月, 在中山市田心森林公园再次看到驼峰藤的踪迹, 林业部门立即对驼峰藤进行保护繁殖试验。

目前, 关于驼峰藤的相关研究鲜有报道, 仅有侯俊等<sup>[9]</sup>对驼峰藤的组织培养及植株再生进行了相关研究, 而对其物候与繁育系统等方面尚未有研究报道。植物的繁育系统是指所有影响后代遗传组成的有性特征的总和, 主要包括花的形态特征、花的开放式样、花各部位的寿命、传粉者种类和频率、自交亲和程度和交配系统<sup>[10]</sup>。近年来, 繁育系统的研究越来越多地与传粉生物学研究相结合<sup>[11]</sup>。本研究以驼峰藤为研究对象, 在野外开展生态观察研究, 旨在了解该物种的繁育系统及物候特征, 为驼峰藤的有效保护提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究地点和材料

田心森林公园位于北回归线以南 (113°28'21"E, 22°24'39"N), 属南亚热带海洋季风气候, 年日照为1 694.4 h, 四季分布比较均匀。年平均气温20.3℃。雨量充足, 年平均降雨量1 858.2 mm, 光照充足、水热丰富的自然条件使园区拥有相对原始的自然本底, 形成了类型多样的生境。属于丘陵地区, 地势大致呈东北高西南低, 平地较少、山地较多, 最高峰海拔为383.7 m。本研究地点位于中山市田心森林公园内的3个驼峰藤自然居群, 植被群落组成以驼峰藤为特征种, 主要伴生种有艳山姜 *Alpinia zerumbet*、鸭跖草 *Commelina communis*、地桃花 *Urena lobata*、水东哥 *Saurauia tristyla*、土沉香 *Aquilaria sinensis*、粉单竹 *Bambusa chungii*、粗叶榕 *Ficus hirta*、红枝蒲桃 *Syzygium rehderianum*、海芋 *Alocasia macrorrhiza*、猴耳环 *Pithecellobium clypearia*、假苹婆 *Sterculia lanceolata*、鲫鱼胆 *Maesa perularius* 和娃儿藤 *Tylophora ovata* 等。土壤以沙壤土和红壤土为主。

### 1.2 研究方法

**1.2.1 物候周期的观察** 驼峰藤为常绿木质藤本, 2017年3月开始, 次年3月为一周期进行持续观测, 观察和统计物候周期的数据。

**1.2.2 花部特征观察** 在居群内, 分别于2017年3月和4月挂牌标记。①不同植株即将开花的花蕾30朵, 连续多天定位观察并记录花朵个体的开放进程, 直至花瓣脱落。随机选取当天开放的花30朵, 用游标卡尺测量萼片、花瓣、副花冠、合蕊冠、子房的大小。②在体式解剖镜下观察花药裂口、花粉块等花部微观结构。

**1.2.3 柱头可授性的检测** 采用联苯胺-过氧化氢法检验柱头的可授性<sup>[12]</sup>。取开花后不同天数的花各5朵, 在解剖镜下小心将子房及柱头剥离出来, 在凹面载玻片中加入体积比为  $w = 1\%$  联苯胺:  $\varphi = 3\%$  过氧化氢: 水 = 4: 11: 22 的反应液, 将子房及柱头浸入其中。若柱头具可授性则周围反应液呈现蓝色并有大量气泡出现, 根据气泡的多少和大小判断柱头可授性的相对强弱。

**1.2.4 杂交指数的估算** 按照 Dafni 的标准, 通过花序直径、性器官空间位置与成熟情况等评判繁育系统类型<sup>[12]</sup>。OCI = 0 为闭花受精; OCI = 1 为专性自交; OCI = 2 为兼性自交; OCI = 3 为自交亲和, 有时需要传粉者; OCI = 4 为异交为主, 部分自交亲和, 且需要传粉者。

**1.2.5 访花昆虫的观察** 分别在2017年4月23日至29日, 5月5日至11日, 每次连续7 d, 从8: 00 ~ 19: 00 初步观察并记录所有驼峰藤的访花昆虫的访花行为、访问时间、单花停留时间等。观察过程中, 不定时地网捕访花昆虫, 检查它们是否携带花粉块, 并制作标本, 进行种类鉴定。

**1.2.6 自交与对照实验** 2017年4月23日开始进行实验, 4月26日, 4月29日, 5月10日连续进行观察, 得到结果。

对照组: 每个植株随机选择30个未开放的花序进行挂牌, 不套袋, 不去雄, 检测自然条件下的结实情况。

自交组: 每个植株选择30个花序, 在开花前(花蕾期)套袋, 不去雄, 花开后分别对其授自花花药的花粉, 检测是否存在自交现象。

套袋组: 每个植株选择30个花序, 在开花前完全套袋, 不去雄, 检测是否存在自交现象。

## 2 结果与分析

### 2.1 物候周期

**2.1.1 中山市驼峰藤的周年物候周期** 主要包括展梢期、开花期、盛花期、终花期、幼果期、果实成熟期、落果期。由表 1 可见,展梢期集中在一、二月份。驼峰藤的开花期包括花蕾期、展花期和盛花期,花蕾期出现在 3 月初期,在 4 月开始展花,每一朵花逐渐开放,四月中旬就到了盛花期,一直持续到 5 月上旬,在 4 月下旬,就开始结果。终花期从 5 月下旬开始,从 4 月下旬开始与结果期有一些重合。幼果期从 4 月下旬开始,每个花序一般会结 1~2 个果,果逐渐增大变成熟,一直持续到 6

月上旬。6 月底,果实基本成熟,由于果实很大,花序果期,果序仅存一枚果,其他败育。一直持续到 9 月,种子逐渐成熟,果皮开裂,向腹面折起,种子飞出。种子成熟后,基本进入落叶期,落叶主要是失去生理机能的老化叶片。10 月份果实已经成熟,种子飞出,落叶明显。

**2.1.2 花期物候** 开花期从 3 月份开始,盛花期持续 2 个月,6 月下旬,果实成熟,成熟期持续四个月。结果期会与当地的雨季有重合,频繁的下雨会严重影响果实的存活。在驼峰藤野生居群中,花期为 3 月至 5 月,初花期 3 月中旬,盛花期 4 月 23 日,末花期 5 月中旬。

表 1 驼峰藤物候周期

Table 1 Phenological phase of *Merrillanthus hainanensis*

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
展梢期	■	■										
开花期			■	■								
盛花期				■	■							
终花期					■							
幼果期				■	■	■						
果实成熟期						■	■	■	■	■		
落叶期									■	■	■	■

表 2 驼峰藤种群开花进程

Table 2 Flowering process of *Merrillanthus hainanensis* population

花期进程	第一朵开花	盛花期	最后一朵开花	花期持续时间/d
日期(或时间)	3月13日	4月23日	5月18日	66

**2.1.3 单花开花进程** 单花花期为 6~8 d,花序花期为 16~20 d。伞形花序,自下而上依次开放。在单花开放过程中,一片花瓣先打开,随后其余 4 片花瓣依次顺序开放,一般在上午 10:30 左右开放,花冠呈绿色,访花昆虫开始到访;到第 3 天下午时,花瓣开始向外卷曲,颜色由绿色逐渐变成淡黄色,访花昆虫种类与数量均有所增加;到第 6 天花瓣开始卷曲萎蔫变成棕黄色,访花者数量明显减少;一般到第 7 天整朵花脱落。受精后的花不会立即脱落,其花期比未受精的短,干枯后紧包着幼果(图 1)。

### 2.2 花器官的发育特征

驼峰藤的花序为聚伞形花序,具有较长的总花

梗,花梗长( $15.90 \pm 2.03$ ) mm。花被由 5 个花萼和 5 个花瓣组成。花萼裂片卵圆形。花冠绿色,辐状,直径( $19.19 \pm 1.55$ ) mm,裂片卵圆形,先端急尖。副花冠膜质,从合蕊冠的基部长出并包围着合蕊冠。合蕊冠呈五角形,高约( $3.33 \pm 0.51$ ) mm。雌蕊由 2 枚离生心皮组成,子房上位,长( $2.68 \pm 0.13$ ) mm,宽( $1.24 \pm 0.09$ ) mm。雄蕊 5 个,花药 2 室,每花药有花粉块 2 个,每药室藏 1 个,花粉块卵圆状,下垂,相邻 2 药室中的 2 个花粉块分别通过 2 个花粉块柄固定在 1 个棕色的着粉腺上。着粉腺位于花药裂口上端,花药裂口通向柱头腔。子房内具多个胚珠(图 2)。

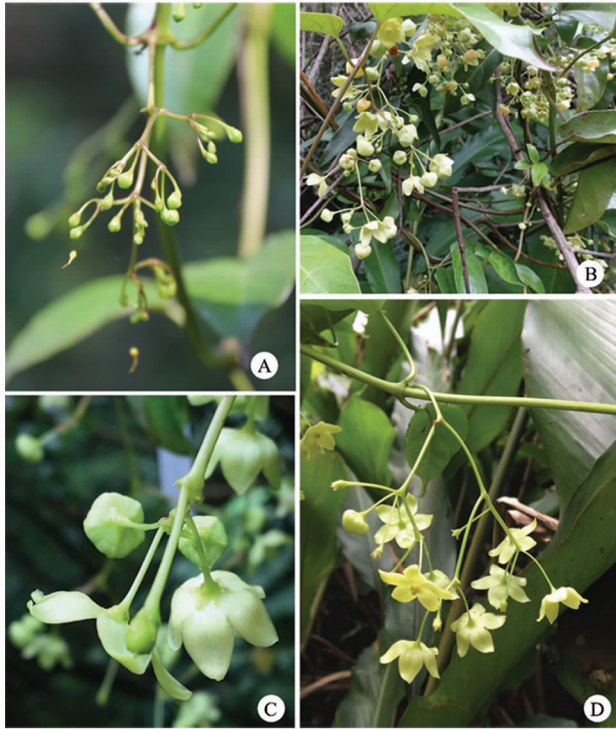


图 1 驼峰藤的开花进程

Fig. 1 Picture of the flowering process of *Merrillanthus hainanensis*

A. 花蕾期; B. 盛花期; C. 开花后期; D. 谢花期

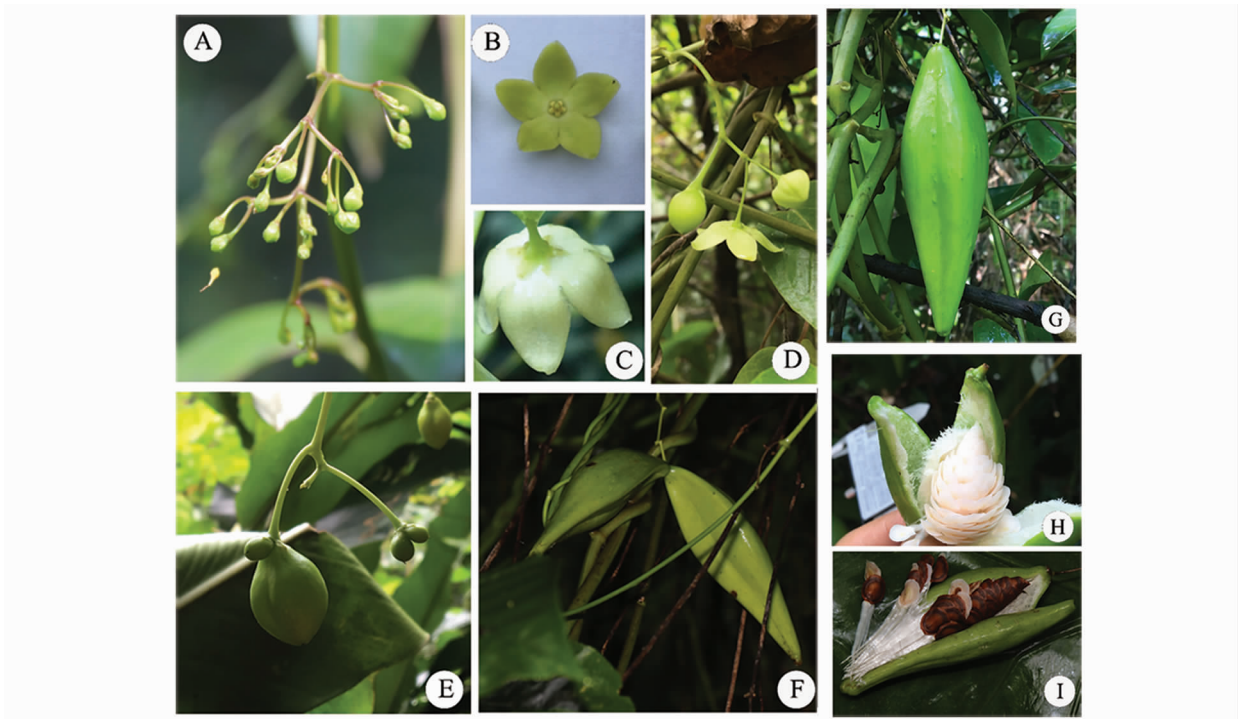


图 2 驼峰藤的花期果期物候

Fig. 2 Flowering phenology of *Merrillanthus hainanensis*

A. 花蕾期; B. 完全打开的花: 正面; C. 完全打开的花: 背面; D. 花末期; E. 双生果幼期; F. 双生果成熟期; G. 单生果; H. 果剖开: 幼期; I. 果剖开: 成熟期

## 2.3 柱头可授性

用联苯胺—过氧化氢法检验柱头的可授性,可以看出驼峰藤在整个花期都具有柱头可授性,从开花当天到第 3 天均具有强可授性,随后逐渐降低(表 3)。

表 3 不同花期驼峰藤柱头可授性测定<sup>1)</sup>

Table 3 Stigma receptivity of *Merrillanthus hainanensis* in different flowering dates

开花时间/d	测定结果	柱头颜色
1	+	淡绿色
2	++	黄色
3	+++	黄色
4	-	褐色
5	-	褐色

1) “-”柱头不具可授性;“+”柱头具可授性;“+++”柱头可授性较强;“++++”柱头可授性最强

## 2.4 杂交指数 (OCI) 的估算

根据 Dafni 的标准<sup>[12]</sup>,驼峰藤花序和花朵直径均大于 6 mm,记为 3;驼峰藤为两性花,花粉聚集在一起形成花粉块,不能散落到柱头,开花时

表 4 驼峰藤杂交指数测定

Table 4 Out-crossing index of *Merrillanthus hainanensis*

观测项目	花朵直径	花药散粉与柱头成熟时间间隔	柱头与花药空间间隔	OCI 值	繁育系统类型
驼峰藤	>6 mm = 3	雌雄同熟 = 0	空间分离 = 1	4	异交,部分自交亲和,需要传粉者

表 5 驼峰藤套袋实验处理结果

Table 5 Test results of emasculation of *Merrillanthus hainanensis*

序号	处理方法	实验目的	坐果率/%	花序坐果率/%
1	不去雄,开花前套袋,自花受粉	自交效果检测	0	0
2	不去雄,开花前套袋,人工授粉	自交效果检测	0	0
3	不去雄,不套袋,自然传粉	对照组	13.5	90+

## 3 讨论

### 3.1 驼峰藤的物候分析

该试验一定程度上填补了驼峰藤物候研究的空白,同时应该指出的是物候研究需要一定的时间积累,时间越久得到的数据越是弥足珍贵。另外,植物生活在复杂多变的环境中,植物的生长发育过程

花药低于柱头且存在隔离,两者无法接触,记为 1;花粉和柱头同步成熟,记为 0。据此,驼峰藤的杂交指数为 4,其繁育系统为异交为主,部分自交亲和,需要传粉者(表 4)。

### 2.5 访花昆虫及其访花行为

访花昆虫种类:主要有切叶蜂 *Megachile* sp.、中华蜜蜂 *Apis cerana* 和台湾马蜂 *Polistes formosanus*,还有离斑棉红蜡 *Dysdercus cingulatus*、大绢斑蝶 *Parantica sita*、宽边黄粉蝶 *Eurema hecabe* 等。

访花具体行为:昆虫在花周围盘旋,借助足部特殊结构将花粉块移出并将花粉块通过花药裂口插入柱头腔中以完成授粉。访花时间:上午 10 点左右。阳光充足。

### 2.6 自交与对照实验结果

实验结果见表 5,实验结果见表 5,结果表明:套袋处理的均未结果实,说明驼峰藤不存在自花授粉机制,也无法进行无融合生殖,在自然情况下必须依靠传粉媒介才能完成受精过程。驼峰藤自然坐果率较低,为 13.5%。花序坐果率(指标记的花序是否结果)较高,达到 90% 以上,每个花序最终结果一个,极少有双生果(其中一个子房不育),每个果实含有种子约 100 颗。

在很大程度上也受其小环境的影响,如海拔、坡向、地形等因素。该试验只是对中山市田心森林公园这一个群落点的驼峰藤进行观察记录,还有一定的局限性。

### 3.2 繁育系统分析

濒危植物的生殖力、存活力、适应力低下等内在因素是其走向濒危的根本原因<sup>[13]</sup>。近年来,珍

稀濒危植物开花生物学及繁育系统的研究受到重视<sup>[14]</sup>。驼峰藤的花粉粒聚合成花粉块,不易被风吹走,使其在自然条件下,需要有传粉者参与,繁殖以异交为主。驼峰藤的花粉活力、花粉数量、柱头可授性等生殖构件及开花过程并不是导致其濒危的原因,但与其开花期结果期与中山市雨季重合,

驼峰藤本身果实比较重,果柄却比较细,有很大的影响。驼峰藤属与萝藦科娃儿藤属很相似,因本属花冠裂片的端部互相粘合,花粉块柄先横平,次上升,后斜下,蓇葖仅一个成熟等与娃儿藤属很不同。

### 参考文献:

- [1] 蒋英,李秉滔. 中国植物志(第63卷)夹竹桃科萝藦科[M]. 北京:科学出版社,1977:249-258.  
TSIANG Y, LI P T. Flora of China(Vol. 63): Apocynaceae, Asclepiadaceae[M]. Beijing: Science Press, 1977: 249-258.
- [2] 傅立国,曾晓辉. 中国植物红皮书:稀有濒危植物(第1册)[M]. 北京:科学出版社,1992:454-455.  
FU L G, ZENG X H. Plant red data book of Chinese rare and endangered plants(Vol. 1)[M]. Beijing: Science Press, 1992: 454-455.
- [3] 应俊生,张玉龙,张志松,等. 中国种子植物特有属[M]. 北京:科学出版社,1997:140-141.  
YING J S, ZHANG Y L, ZHANG Z S, et al. Endemic seed plant genera in China[M]. Beijing: Science Press, 1997: 140-141.
- [4] CHUN W Y, TSIANG Y. *Sunyatsenia* 6[M]. 1941:107-108.
- [5] 陈封怀,吴德邻. 广东植物志(第1卷)[M]. 广州:广东科技出版社,1987:513.  
CHEN F H, WU D L. Flora of Guangdong(Vol. 1)[M]. Guangzhou: Science and Technology Press, 1987: 513.
- [6] 张荣京,邢福武,萧丽萍,等. 海南鹦哥岭的种子植物区系[J]. 生物多样性,2007,15(4):382-392.  
ZHANG R J, XING F W, SIU L P, et al. Spermatophyte flora of Yinggeling Mountain, Hainan[J]. Biodiversity Science, 2007, 15(4):382-392.
- [7] 邢福武,吴德邻,李泽贤,等. 海南岛特有植物的研究[J]. 热带亚热带植物学报,1995,3(1):1-12.  
XING F W, WU D L, LI Z X, et al. Endemic plants of Hainan Island[J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 1995, 3(1):1-12.
- [8] 蒋谦才,何秀云,修小娟,等. 中山市野生珍稀濒危植物和国家重点保护野生植物调查[J]. 广东林业科技,2007(2):28-31.  
JIANG Q C, HE X Y, XIU X J, et al. Studies on rare and endangered species and state key protected species in Zhongshan, Guangdong Province[J]. Guangdong Forest Science, 2007(2):28-31.
- [9] 侯俊,王彩云,张翔宇,等. 驼峰藤组织培养及快速繁殖[J]. 湖北农业科学,2017,56(17):3345-3348.  
HOU J, WANG C Y, ZHANG X Y, et al. Tissue culture and rapid propagation of *Merrillanthus hainanensis*[J]. Hubei Agricultural Science, 2017, 56(17): 3345-3348.
- [10] 何亚平,刘建全. 植物繁育系统研究的最新进展和评述[J]. 植物生态学报,2003,27(2):151-163.  
HE Y P, LIU J Q. A review on recent advances in the studies of plant breeding system[J]. Acta Phytocologica Sinica, 2003, 27(2):151-163.
- [11] 刘鹏,刘惠民,王连春,等. 牛角瓜花部综合特征与繁育系统[J]. 园艺学报,2015,42(10):2002-2014.  
LIU P, LIU H M, WANG L C, et al. Floral syndrome and breeding system of *Calotropis gigantean*[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2015, 42(10):2002-2014.
- [12] DAFNI A. Pollination ecology: A practical approach[M]. New York: Oxford University Press, 1992:1-57.
- [13] 张文辉,祖元刚,刘国彬. 十种濒危植物的种群生态学特征及致危因素分析[J]. 生态学报,2002,22(9):1512-1520.  
ZHANG W H, ZU Y G, LIU G B, et al. Population ecological characteristics and analysis on endangered cause of ten endangered plant species[J]. Acta Ecologica Sinica, 2002, 22(9):1512-1520.
- [14] 王洁,杨志玲,杨旭. 濒危植物繁育系统研究进展[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2011,39(9):207-213.  
WANG J, YANG Z L, YANG X. Advances in the studies of endangered plants' breeding system[J]. Journal of Northwest A & F University(Natural Science Edition), 2011, 39(9):207-213.