

美丽枕果榕的人工授粉实验^{*}

贾效成, 赵南先, 陈贻竹, 尧金燕, 于 慧, 邓 源, 刘运笑
(中国科学院华南植物研究所, 广东 广州 510650)

摘 要: 以美丽枕果榕 *Ficus drupacea* var. *glabrata* 为材料, 研究了在传粉完全中断的条件下, 采用树内和树间的人工授粉以恢复传粉获得种子。实验结果表明, 雌花被同株的雄花授粉不育, 被异株的雄花授粉可育, 且长花柱雌花、短花柱雌花及中间类型雌花均可经授粉后发育为正常的种子, 种子的平均发芽率为 76.34%, 说明人工授粉是恢复此种榕树传粉的有效手段。

关键词: 美丽枕果榕 *Ficus drupacea* var. *glabrata*; 传粉中断; 人工授粉; 协同进化

中图分类号: Q94-3 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2003) S2-0222-04

桑科榕属植物 (简称榕树) 与其传粉者榕小蜂之间存在专一性的共生关系。榕树靠榕小蜂传粉使种子正常发育, 榕小蜂只能在榕树的隐头花序内发育为成虫, 缺少任何一方双方均不能完成正常的生活史。二者相互依赖, 互惠互利, 是动植物间历史悠久关系密切的共生伙伴。榕树与其传粉昆虫的这种互利共生体系, 是研究植物和昆虫协同进化的模式系统^{1,2)}。

我国有 98 种榕树³⁾, 主要分别在华南地区, 其中许多种和变种是园林栽培、园艺和绿化的树种, 如榕树 *F. microcarpa*, 垂叶榕 *F. benjamina*, 高山榕 *F. altissima*, 菩提榕 *F. religiosa* 等⁴⁾。美丽枕果榕 *Ficus drupacea* var. *glabrata* 是榕属榕亚属植物⁵⁾, 为华南地区的园林绿化和观赏树种, 其树冠

高大 (可达 15~20 m), 树形优美, 榕果 (隐头花序) 成熟时鲜红色或紫红色, 吸引大量鸟雀啄食, 形成独特的岭南风景。但该树种是由南洋地区 (包括马来西亚、新加坡、菲律宾、文莱、印度尼西亚和巴布亚新几内亚等地区) 引入种植, 在广州缺乏专一性的传粉榕小蜂, 无法完成自然的繁殖过程, 只能依靠人工繁殖。近年来, 由于缺乏必要的保护和有效的繁育措施, 该树种难以发展和应用。我们调查了广州市区美丽枕果榕的生长及传粉现状, 如表 1 所示, 发现所有的榕树均发生了传粉中断现象。本文采用人工授粉的方法, 研究了美丽枕果榕同株异花受精 (geitonogamy) 和异株杂交种子的育性和种子的发芽率, 对该树种的保护及其繁育具有重要的参考价值。

表 1 美丽枕果榕在广州的生长现状
Tab 1 Status of *F. drupacea* var. *glabrata* in Guangzhou

地点	株数	生长状况	结果情况	传粉情况
中山大学正门门口	2	高 5~6 m, 生长良好	可见结果	中断
中山大学图书馆前	3	高 4~5 m, 移栽树	未见结果	中断
华南植物研究所实验楼前	2	高 10~12 m, 生长良好	可见结果	中断
华南植物研究所工会门口	3	高 4~5 m, 幼树	未见结果	中断
华南植物研究所研究生宿舍前	1	高 12~14 m, 生长良好	可见结果	中断
华南植物园苗圃	12	高 5~6 m, 幼树	未见结果	中断
华南植物园正门门口	3	高 10~14 m, 生长良好	可见结果	中断
华南植物园龙洞琪琳	1	高 12~14 m, 生长良好	可见结果	中断
华南植物园大草原	2	高 8~12 m, 生长良好	可见结果	中断
华南植物园药用植物区	1	高 8~10 m, 生长良好	可见结果	中断

^{*} 收稿日期: 2003-09-30
基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向性资助项目 (KSCX2-SW-105)
作者简介: 贾效成 (1975 年生), 男, 博士研究生; 通讯联系人: 陈贻竹; E-mail: xcjia@scih.ac.cn
(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1 材料与方法

1.1 供试材料

以两株栽植于中科院华南植物研究所的美丽枕果榕为研究材料。美丽枕果榕是雌雄同株的榕树，在广州的花果期一般为3—12月。其自然分布区为巴布亚新几内亚、菲律宾、马来西亚、新加坡、文莱、印度尼西亚等地区。广州地区的美丽枕果榕皆为引入种。

1.2 研究方法

人工授粉实验共设两个处理，分别是树内自交和树间杂交，如表2所示。其中树内自交是指同株异花受精 (geitonogamy)，即在一棵树上，从发育较早的隐头花序内采集花粉，对发育较晚的隐头花序进行授粉。树间杂交是指在一棵榕树的隐头花序内采集花粉，对另一棵榕树的隐头花序进行授粉。实验在2002年7月9日至9月22日进行，此时两棵榕树均有榕果发育。花粉采集时取紫红色近成熟花序或已脱落的花序，检查花药开裂情况，从开裂完好的花药中取花粉装入医用小瓶中（规格为10 mL）。授粉时选取生长良好处于雌花期^[9]的隐头花序，切开一部分花序口，用医用注射器（8号）吸取花粉，将花粉喷射入花序空腔，以80目塑料网袋罩住已授粉的花序果，防止其他昆虫等破坏，完成人工授粉过程。

表2 人工授粉实验处理

Tah 2 Treatments of artificial pollination

树号	树内自交 (母本× 父本)	树间杂交 (母本× 父本)
1	1× 1	1× 2
2	2× 2	2× 1

室内观察及种子发芽实验：剖开隐头花序置于体视镜 (OLYMPUS SZ-CTV) 下，观察雌花期榕果及成熟或近成熟榕果内花药开裂散布花粉的情况，并用数码相机 (Nikon995) 拍照。人工授粉花序的育性及种子的形态亦采用此方法观察。

种子发芽实验在室温下采用水培法进行。将种子清洗干净，放于直径10 cm的培养皿内，以普通滤纸为储水介质，保持湿润，每组20粒，3次重复，种子发芽后移入土盆中继续培养。

2 结果与讨论

2.1 隐头花序形态观察

美丽枕果榕是大叶型的榕树，树冠高大，成年树每次花果期结果可达5 000枚以上，榕果（隐头

花序）呈手指形，直径约25 mm，常对生或单生于叶腋内（图1，a）。榕果在广州地区虽不能自然授粉，但并不马上脱落，仍可在树上生长40 d以上，颜色由绿色变为黄红色，至紫红色时才从枝头脱落（图1，b）。这种榕果发育的树内非同步性为树内异花受精创造了条件。在雌花期，隐头花序内的雌花具有授粉活性（图1，c）。此时，雄花尚没有发育完全。美丽枕果榕是典型的雌雄花异熟，在广州地区，其雄花迟熟可达30 d以上。花序发育35 d左右，雄花才发育成熟，雄花在花序内散生，每枚雄花具有两个花药，开裂的花药中可见花粉，此时雌花已经萎缩而失去授粉活性了（图1，d）。榕树的雌雄花异熟是避免自花受精的主要机制。

2.2 人工授粉实验结果及种子发芽率

在雌花期对美丽枕果榕进行人工授粉，两个处理均有雌雄花长出花序口的现象，说明隐头花序内的雌花和雄花均有向光性（图1，e）。榕果成熟后，剖开经人工授粉的隐头花序检查种子的育性，发现仅有树间授粉的榕果可育，树内异花受精的雌花则不能发育为种子（表3）。

表3 人工授粉实验的育性及种子发芽率

Tah 3 Artificial pollination fertility and seed gemination rate

树号	树内自交		树间杂交		发芽率/%	平均发芽率/%
	母本× 父本	育性	母本× 父本	育性		
1	1× 1	不育	1× 2	可育	74.12	76.34
2	2× 2	不育	2× 1	可育	78.56	

异株授粉时，各类型的雌花（长柱头雌花、短柱头雌花和中间类型雌花）均可发育为种子（图1，f），说明各类型雌花均有发育为种子的潜力，这与Neddt^[7]的研究结果一致。美丽枕果榕的种子呈肾形，淡黄色，直径约1.0 mm（图1，g），其平均发芽率可达76.34%（表3）说明通过美丽枕果榕异株之间的人工授粉进行繁育的方法完全可行。将发芽的种子移入土盆中继续培养，目前幼苗已正常发育至第一真叶期（图1，h），其更多的生物学特性需要进一步观察。

3 结 论

实验结果表明，美丽枕果榕由原产地引入种植，其基本的生物学特性是正常的，如隐头花序的结构，雌雄花异熟，树内隐头花序发育的同步性及树间隐头花序发育的非同步性等。这种生物学特性为人工授粉创造了条件。美丽枕果榕在广州地区几乎全年均可开花，且每次开花数量较多（可达5 000朵以上），在异株之间的人工授粉可育，种子发芽率较高，种子可正常发育为幼苗。因此，对美丽枕果榕而言，

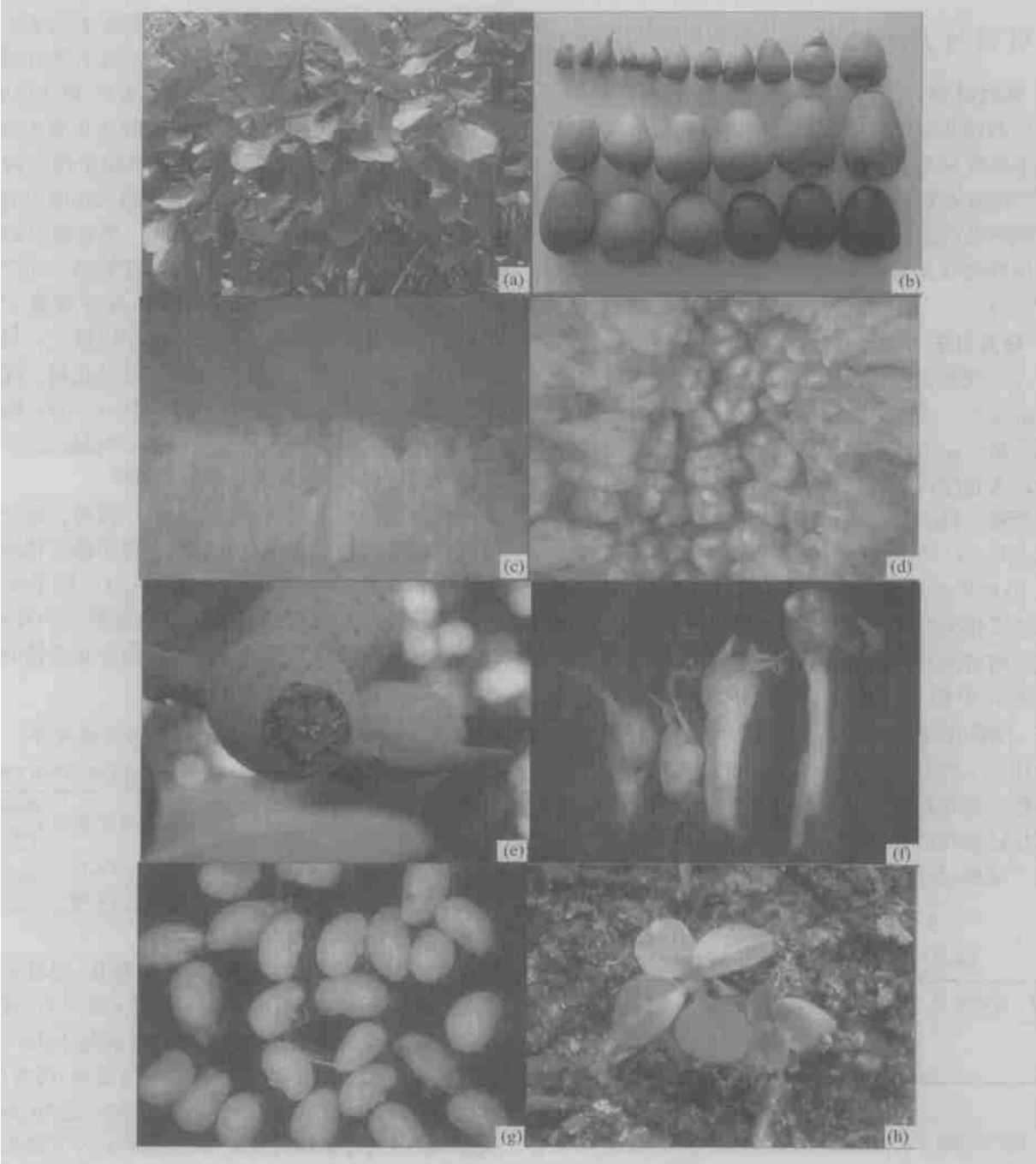


图 1 美丽枕果榕及其人工授粉实验

Fig 1 *Ficus drupacea* var. *glabrata* and artificial pollination

- (a) 美丽枕果榕(*Ficus drupacea* var. *glabrata*); (b) 一棵榕树上不同发育时期的隐头花序果;
(c) 雌花期花序果内雌花的形态; (d) 成熟花序果内雄花花药开裂形态;
(e) 人工授粉后花序果内的雌雄花长出花序口; (f) 异株杂交各类型雌花均可发育成种子;
(g) 美丽枕果榕的种子形态; (h) 美丽枕果榕的幼苗

在其传粉昆虫灭绝的地区采用异株人工授粉进行繁育是完全可行的,是发展和利用该树种的有效手段。这一方法对其他虫媒濒危植物的保护和繁育亦有重要参考价值。

参考文献:

[1] WIEBES J T. Figs and their insect pollinators[J] . Annual Review of Ecology and Systematics, 1979, 10: 1—12.
[2] BERG C C. Classification and distribution of *Ficus*[J] . Experientia, 1989, 45: 605—611.
[3] 吴征镒, 张秀实. 中国植物志 23(1)[M] . 北京: 科学出

版社, 1998: 66—220.

[4] 陈封怀, 吴德邻. 广东植物志[M] . 广州: 广东科技出版社, 1987: 186—214.

[5] CHEW W L. Flora of Australia[M] . Canberna: Published by the Australian Government Publishing Service, 1989: 36.

[6] GALIL J, EISIKOWITCH D. On the pollination ecology of

Ficus sycamorus in East Africa[J] . Ecology, 1968, 49: 259—269.

[7] NEFDT R J C, COMPTON, S. G. Regulation of seed and pollinator production in the fig fig wasp mutualism[J] . J Animal Ecology, 1996, 65: 170—182.

Artificial Pollination in *Ficus drupacea* var. *glabrata*

JIA Xiao cheng, ZHAO Nan xian, CHEN Yi zhu, YAO Jin yan, YU Hui, DENG Yuan, LIU Yun xiao
(South China Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China)

Abstract: Fig trees (*Ficus* spp.; Moraceae) are pollinated by species specific fig wasps (Agaoninae) and have long been held as the example system of coevolution. In fig trees' distributing marginal regions or not in their natal habitat, extinctions of potential pollinators have occurred in a kind of ornamental fig tree, *Ficus drupacea* var. *glabrata*, in Guangzhou. According to our observations, no fig wasp was found to enter the receptive syconium of this fig tree to pollinate and reproduce, showing that the mutualism has been disrupted. Laboratory study revealed that pollination and seed dispersal biological traits of the fig tree were still normal in Guangzhou. Habitat loss, pollinators extinction and the small population sizes in Guangzhou, appears to be the main problem facing this species. Artificial pollination experiment is conducted to overcome the pollination breakdown, showing that infertility occurs when pollination conducted intra tree and fertility occurs when pollination conducted between trees. All types of female flowers (long styled, short styled and medium styled) can develop into seeds after pollinated in female phase. The seed germination rate is about 76.34 %. The artificial pollination is an effective method to protect this species.

Key words: *Ficus drupacea* var. *glabrata*; artificial pollination; coevolution