

野生桂花繁育系统的观察和研究

郝日明^{1,①}, 赵宏波², 王金虎³, 周莉花²

(1. 南京农业大学园艺学院, 江苏 南京 210095;

2. 浙江农林大学农业与食品科学学院, 浙江 临安 311300; 3. 苏州科技学院化学与生物工程学院, 江苏 苏州 215009)

摘要: 对湖南省浏阳市周洛村桂花峡、福建省长汀县官坊村石峰寨东北坡和南坡、浙江省龙泉市供村及张公桥和毛圩村 6 个野生桂花 [*Osmanthus fragrans* (Thunb.) Lour.] 居群中桂花单株的性别比例进行了统计, 并对单性雄株和两性株的花部雌蕊形态、花粉粒数量和外部形态及花粉在柱头上的萌发情况进行了观察和比较。结果显示: 6 个居群中雄性比率差异较大(0~0.62), 平均值接近 0.5; 其中, 石峰寨东北坡和南坡居群的雄性比率最大(0.62), 张公桥居群的雄性比率最小。两性株花的雌蕊发育正常, 而单性雄株的花具有退化雌蕊的痕迹。不同居群及个体间每个花药的花粉粒数量存在一定差异, 且单性雄株每个花药的花粉粒数量多于两性株, 但差异均不显著 ($P>0.05$)。单性雄株和两性株的花粉粒形态一致, 花粉粒均为长椭圆形、极轴长 16 μm 、具三沟和网状雕纹型表面纹饰; 花粉均具有较高活力且均能在柱头上萌发。结合对木犀属 (*Osmanthus* Lour.) 其他种类的观察结果认为: 桂花的繁育系统应属功能性的雄全异株, 这种繁育系统可能为两性同体与雌雄异株间的过渡类型, 在木犀属的其他种类中也能观察到雄全异株的存在。

关键词: 野生桂花; 雄全异株; 繁育系统; 雄性比率; 雌蕊; 花粉粒

中图分类号: S685.13; Q949.776.2 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2011)01-0017-08

Observation and study on breeding system of wild *Osmanthus fragrans* HAO Ri-ming^{1,①}, ZHAO Hong-bo², WANG Jin-hu³, ZHOU Li-hua² (1. College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2. School of Agriculture and Food Science, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, China; 3. College of Chemistry and Bioengineering, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou 215009, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2011, 20(1): 17-24

Abstract: The sex ratio of *Osmanthus fragrans* (Thunb.) Lour. individual of six wild populations in Guihua Gorge of Zhouluo Village in Liuyang County of Hu'nan Province, northeast and south slopes of Shifengzhai of Guanfang Village in Changting County of Fujian Province and Gongcun Village, Zhanggongqiao and Maoweicun Village in Longquan County of Zhejiang Province was counted, and pistil morphology in flower, number and external morphology of pollen and pollen germination on stigma of unisexual males and hermaphrodites were observed and compared. The results show that male ratio of six populations has a great difference (0-0.62) with an average value of near 0.5, in which that of northeast slope and south slope populations of Shifengzhai is the biggest (0.62) and that of Zhanggongqiao population is the smallest. Hermaphrodite flower has a normally developed pistil, while unisexual male flower has a trace of pistillode. There is a certain difference in pollen number per anther among different populations and individuals, and those of unisexual males are more than those of hermaphrodites, but without significant difference ($P>0.05$). Pollen morphology of unisexual males and hermaphrodites is same all with oblong, polar axis of 16 μm , tricolpate and reticulate surface ornamentation. Pollens all have higher activity and can germinate normally on stigmas. Combined with observation results of other species in *Osmanthus* Lour., breeding system of *O. fragrans* should be functional androdioecy, which may be a transition type between hermaphroditism and dioecism, and can

收稿日期: 2010-07-07

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30771761)

作者简介: 郝日明(1959—),男,江苏南京人,硕士,教授,主要从事园林植物方面的研究。

①通信作者 E-mail: haoriming@163.com

be found in other species in *Osmanthus*.

Key words: wild *Osmanthus fragrans* (Thunb.) Lour.; androdioecy; breeding system; male ratio; pistil; pollen

雄全异株 (androdioecy) 是指同种植物中既有雄性植株又有两性植株的繁育系统。由于雄全异株是雌雄异株 (dioecism) 和两性同体 (hermaphroditism) 之间的过渡类型之一, 在植物繁育系统的演化方面具有特殊意义, 因此, 对雄全异株在植物进化方面的研究受到国外许多研究者的高度关注^[1-9]。然而, 雄全异株这种繁育系统在被子植物中所占的比例极低, 而且其中有不少形态上的雄全异株种类实质为功能性的雌雄异株或雌雄同株 (monoecism) 种类^[10-11], 所以功能性的雄全异株种类就更为罕见。所谓功能性的雄全异株是指一个种群中的雄性植株仅具雄性功能, 而两性株同时具有雄性和雌性功能^[12]。目前, 比较确定的具有功能性的雄全异株繁育系统的植物有大戟科 (Euphorbiaceae) 的 *Mercurialis annua* L. (仅指其多倍体居群)^[13]、四数木科 (Datisceae) 的 *Datisca glomerata* (C. Presl) Baill.、木犀科 (Oleaceae) 的 *Fraxinus lanuginosa* Koidz. 和 *Phillyrea angustifolia* L. 等少数种类^[7-8]。

桂花 [*Osmanthus fragrans* (Thunb.) Lour.] 为中国特有的木犀科常绿树种, 是著名的庭院观赏树木。桂花栽培品种中出现的单性雄株过去一直被误认为是栽培选育的结果, 因此, 只有找到自然分布的繁育居群才能明确桂花的繁育系统类型。自然分布的桂花居群非常少见, 通过近年来的野外调查, 研究者发现湖南浏阳、福建长汀和浙江龙泉 3 个地区有野生桂花分布^[14-16]。已有的研究表明, 在同一野生桂花居群内同时存在两性花和单性雄花个体^[14], 但是桂花是否具功能性的雄全异株繁育系统需要进一步的研究证实。

作者全面调查了湖南省浏阳市周洛村桂花峡、福建省长汀县官坊村石峰寨东北坡和南坡以及浙江省龙泉市供村、张公桥和毛圩村的 6 个野生桂花居群, 通过统计居群内植株性别比例、观察花部雌蕊形态和比较单性雄株和两性株的花粉特征, 初步推断桂花的繁育系统类型。本研究结果不仅可以为揭示桂花的繁育系统特征提供佐证, 而且对进一步研究其花部演化有重要意义。

1 研究地概况和研究方法

1.1 研究地概况

湖南省浏阳市的野生桂花居群分布于周洛村桂花峡。桂花峡为东西走向的山涧溪沟, 中心地理位置为北纬 28°25'42"、东经 113°40'13", 海拔 370 m。桂花沿两侧沟坡 (坡度 40°~70°) 呈带状分布, 两侧桂花分布带距沟各约 20~40 m, 分布带宽约 30 m、长约 500 m, 总面积约 3 hm²。其中南坡桂花密度明显大于北坡。桂花群落中的建群种为壳斗科 (Fagaceae) 的青冈 [*Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.) Oerst.], 优势种为杜英科 (Elaeocarpaceae) 的猴欢喜 [*Sloanea sinensis* (Hance) Hemsl.], 而桂花生长在石灰岩质的石缝中, 此立地条件下青冈呈灌木状, 猴欢喜难以生长成大树, 这 2 种乔木树种和桂花的高度相近, 对桂花难以形成遮蔽, 这也是桂花在此立地条件能够生存的原因。

福建省长汀县的野生桂花居群分布于官坊村石峰寨的 1 座由水稻田包围的孤立小山。该山体中心地理位置为北纬 25°32'34"、东经 116°32'04", 海拔约 300 m; 山坡坡度 30°~40°, 石灰岩基岩, 土层浅, 黄红壤, 有大量岩石出露。桂花群落面积约 6.5 hm², 乔木层以桂花为优势种, 桂花生长于岩石出露处, 占地面积大; 而其他乔木树种生长于具一定土层覆盖处, 占地面积较小。在调查的东北坡和南坡 2 个样地中, 东北坡样地面积 5 000 m², 伴生树种为青冈、禾本科 (Poaceae) 的毛竹 [*Phyllostachys edulis* (Carrière) J. Houzeau]、榆科 (Ulmaceae) 的朴树 (*Celtis sinensis* Pers.) 和樟科 (Lauraceae) 的香叶树 (*Lindera communis* Hemsl.) 等; 南坡样地面积 4 000 m², 伴生树种有青冈、香叶树、金缕梅科 (Hamamelidaceae) 的枫香树 (*Liquidambar formosana* Hance) 和山茱萸科 (Cornaceae) 的光皮楝木 [*Swida wilsoniana* (Wanger.) Sojak] 等。

浙江省龙泉市的野生桂花居群分布于 3 处相距较远的林地, 分别为供村居群、毛圩村居群和张公桥居群, 桂花均生长于石灰岩岩缝中。供村居群地理位

置为北纬 28°11'33"、东经 119°15'00",海拔约 220 m;该居群的桂花生长在山体的北坡,坡度 45°~60°,占地约 6.5 hm²;伴生树种有壳斗科的钩栲(*Castanopsis tibetana* Hance)和青冈以及樟科的红楠(*Machilus thunbergii* Sieb. et Zucc.)和浙江楠(*Phoebe chekiangensis* C. B. Shang)等。毛圩村居群地理位置为北纬 28°11'02"、东经 119°11'42",海拔 230 m;该居群的桂花生长于山体东坡,坡度约 70°,分布范围约 3.5 hm²。张公桥居群地理位置为北纬 28°06'05"、东经 118°53'46",海拔约 500 m;该居群的桂花生长于东坡偏南约 40°,占地面积约 1 500 m²;桂花个体数量较少,共生树种有紫金牛科(Myrsinaceae)的密花树[*Rapanea neriifolia* (Sieb. et Zucc.) Mez]、钩栲、青冈、猴欢喜、樟科的紫楠[*Phoebe sheareri* (Hemsl.) Gamble]等;该居群分布在密林中(群落郁闭度 0.9),呈退化消亡趋势。

1.2 实验方法

1.2.1 居群内桂花单株性别的观察和统计方法 统计居群内全部开花个体,对每株进行性别观察记录,雄性植株的比率计算方法为某个居群中雄株数占开花株数的比率。

1.2.2 花部雌蕊形态的观察方法 选雌蕊发育完好的样本,以 S261 型体视显微镜(日本奥林巴斯公司生产)观察雌蕊外部形态;采用常规石蜡切片方法,用 Leica-DM1000 型光学显微镜(德国莱卡公司生产)观察雌蕊纵切面解剖结构,分别拍照记录。

1.2.3 花粉粒数量的统计方法 在周洛村桂花峡居

群选择 6 个单株(单性雄株和两性株各 3 株),每株取 50 个花药统计每个花药的花粉粒量;在供村居群选择 24 个单株(单性雄株和两性株各 12 株),每株取 50 个花药统计每个花药的花粉粒数量。

将花药挤碎后用体积分数 1% HCl 溶液解离后定容至 4 mL;取花粉液 5 μL 于载玻片上,在光学显微镜下观察计数,重复 3 次,结果取平均值,经换算得到每个花药的花粉粒数量。对上述 2 个居群间以及单性雄株与两性株间的每个花药的花粉粒数量的平均值作 *t*-检验(异方差双样本),比较差异显著性。

1.2.4 花粉粒形态的观察方法 取单性雄株的雄花和两性株的两性花的花粉粒,用 Hitachi S-3000N 型扫描电子显微镜(日本日立公司生产)直接扫描观察并拍照记录。

1.2.5 花粉活力的测定方法 将单性雄株的雄花和两性株的两性花花粉粒分别置于不同的雌蕊柱头上,48 h 后摘下雌蕊用 FAA 固定,然后用 5 mol·L⁻¹ NaOH 溶液软化 12 h,用蒸馏水清洗数次后用质量体积分数 0.01% 的水溶性苯胺蓝直接染色 20 min,在 BX51-FL 型荧光显微镜(日本奥林巴斯公司生产)下观察花粉粒的萌发状况并拍照记录。

2 结果和分析

2.1 野生居群内桂花性别比例的统计

在 6 个野生桂花居群内,桂花性别比例的统计结果见表 1。由表 1 可见,在湖南省浏阳市周洛村桂花

表 1 6 个野生桂花居群单株性别比例的统计结果

Table 1 Statistic result of sex ratio of individuals in six wild populations of *Osmanthus fragrans* (Thunb.) Lour.

居群 ¹⁾ Population ¹⁾	开花株数 Number of flowering individual		不开花株数 Number of non-flowering individual	植株总数 Total number of individual	雄性比率 Male ratio
	单性雄株 Unisexual male	两性株 Hermaphrodite			
ZL	35	33	2	70	0.51
GFN	44	27	0	71	0.62
GFS	56	34	0	90	0.62
GC	35	48	0	83	0.42
ZGQ	0	14	3	17	0.00
MW	4	10	0	14	0.29
合计 Total	174	166	5	345	0.51

¹⁾ZL: 湖南省浏阳市周洛村桂花峡 Guihua Gorge of Zhouluo Village in Liuyang County of Hu'nan Province; GFN: 福建省长汀县官坊村石峰寨东北坡 Northeast slope of Shifengzhai of Guanfang Village in Changting County of Fujian Province; GFS: 福建省长汀县官坊村石峰寨南坡 South slope of Shifengzhai of Guanfang Village in Changting County of Fujian Province; GC: 浙江省龙泉市供村 Gongcun Village in Longquan County of Zhejiang Province; ZGQ: 浙江省龙泉市张公桥 Zhanggongqiao in Longquan County of Zhejiang Province; MW: 浙江省龙泉市毛圩村 Maoweicun Village in Longquan County of Zhejiang Province.

峡(ZL)居群、福建省长汀县官坊村石峰寨东北坡(GFN)和南坡(GFS)居群中桂花单性雄株的比率均大于0.5,分别为0.51、0.62和0.62;浙江省龙泉市供村(GC)、浙江省龙泉市张公桥(ZGQ)和浙江省龙泉市毛圩村(MW)居群桂花单性雄株的比率则均低于0.5,其中,供村和毛圩村居群的雄性比率分别为0.42和0.29,张公桥居群的雄性比率为0。

在湖南省浏阳市周洛村、浙江省龙泉市供村、福建省长汀县官坊村石峰寨东北坡和南坡4处居群规模较大的桂花群体中,单性雄株个体和两性株个体不是均匀随机分布的,常常在整个样地中多个单性雄株(6~10株)或多个两性株(6~10株)分别集中分布

在一起。所以,为保证单株性别统计比率的准确性,居群的样本数应足够大,最好超过50株,否则统计数据会出现严重误差。例如,张公桥和供村居群的桂花株数均不足20株,因群体过小而雄性比率误差较大,没有统计意义。

2.2 桂花花部表现性状观察

2.2.1 雌蕊外部形态和解剖结构比较

桂花花部雌蕊的外部形态见图1。桂花两性株的两性花(图1-1)的子房形态发育完全,柱头膨大;而单性雄株的单性雄花中(图1-2~4)有呈鳞片状退化程度不等的子房痕迹。



1. 两性花 Hermaphrodite flower; 2-4. 单性雄花, 箭头所示为退化雌蕊 Unisexual male flower, the arrow indicates a pistillode.

图1 桂花花部雌蕊的外部形态

Fig. 1 Pistil external morphology of flower of *Osmanthus fragrans* (Thunb.) Lour.

桂花雌蕊纵切面的解剖结构见图2。由单性雄株的雄花纵切面可见退化雌蕊的痕迹,其子房部位中空,仅在基部有一小突起(图2-1);而两性株两性花的雌蕊发育正常,从纵切面看,子房中可见2枚正在发育的胚珠(图2-2)。

2.2.2 单性雄株和两性株的花粉粒数量比较

统计分析结果表明:湖南省浏阳市周洛村桂花峡居群的6个单株每个花药的花粉粒数量为1300~9662粒,变化较大;其中,单性雄株每个花药的花粉粒数量为2072~9662粒,两性株每个花药的花粉粒数量为1300~3544粒。浙江省龙泉市供村居群中24个单株每个花药的花粉数量为1024~6520粒,变化幅度小于桂花峡居群;其中,单性雄株每个花药的花粉粒数量为2553~6520粒,两性株每个花药的花粉粒数量为1042~5821粒。

以上数据显示,桂花个体间每个花药的花粉粒数

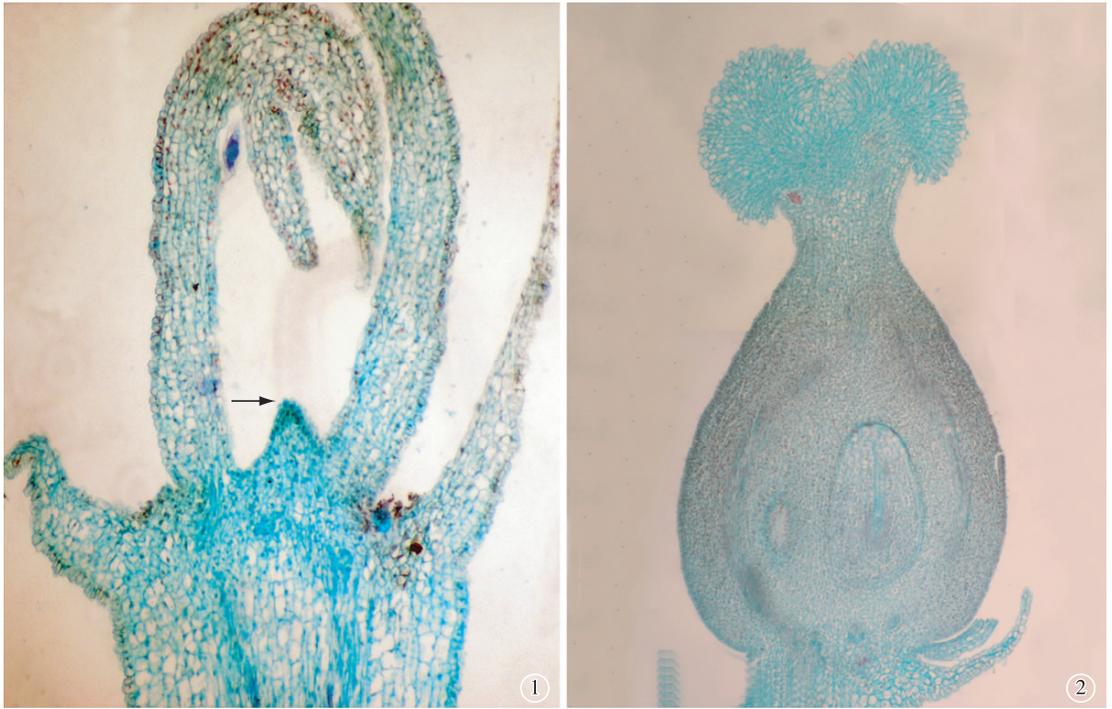
量存在一定的差异,且单性雄株每个花药的花粉粒数量多于两性株。但对上述2个居群(桂花峡居群和供村居群)间以及单性雄株与两性株间每个花药花粉粒数量的平均值作 t -检验(异方差双样本),结果显示:桂花峡居群和供村居群间、单性雄株与两性株间每个花药的花粉粒数量平均值没有显著差异($P>0.05$)。

2.2.3 单性雄株和两性株花粉粒形态比较

福建省长汀县官坊村石峰寨桂花的两性株和单性雄株花粉粒的扫描电镜观察结果见图3。花粉粒均为长椭圆形,极轴长 $16\mu\text{m}$,具三沟和网状雕纹型表面纹饰。桂花两性株和单性雄株的花粉粒形态没有明显差异。

2.2.4 单性雄株和两性株花粉活力比较

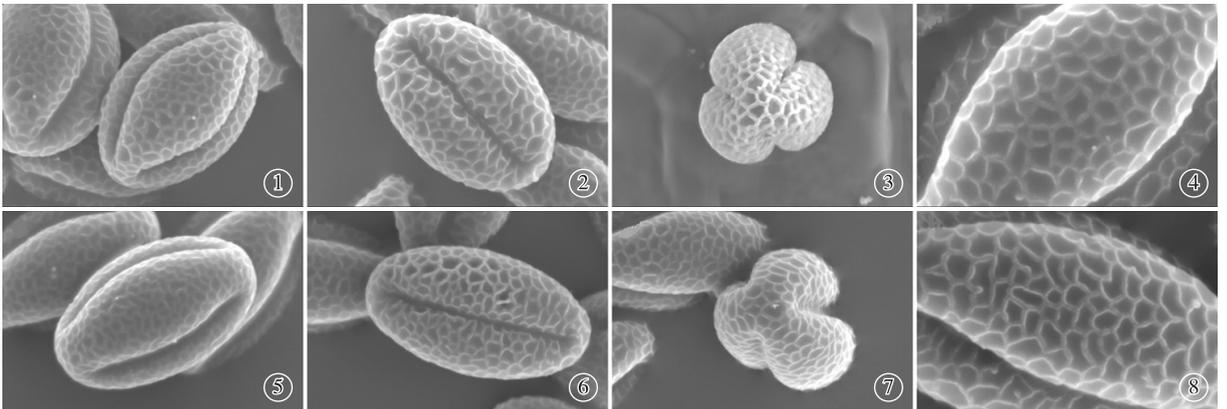
运用荧光染色技术观察了桂花单性雄株和两性株的花粉管萌发状态,结果见图4。由图4可见,单性雄株的雄花和两性株的两性花的花粉粒均具有较高活力,均能在柱头上正常萌发,因此,两性株两性花的雄蕊具有雄性



1. 单性雄花, 箭头所示为中空子房基部的小突起 Unisexual male flower, the arrow indicates a small protuberance on the base of hollow ovary; 2. 两性花 Hermaphrodite flower.

图 2 桂花花部雌蕊纵切面的解剖结构

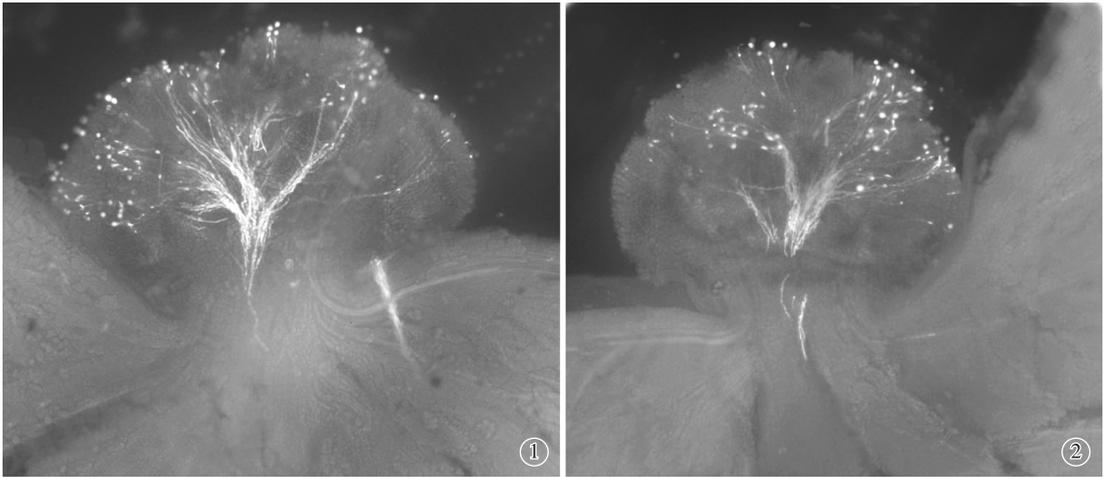
Fig. 2 Anatomical structure in longitudinal section of pistil of *Osmanthus fragrans* (Thunb.) Lour. flower



1-4. 两性株的两性花花粉粒 Pollen of hermaphrodite flower from hermaphrodite individual; 1. 赤道面观 Equatorial view; 2. 萌发沟 Germinal furrow; 3. 极面观 Polar view; 4. 表面纹饰局部放大 Enlargement of surface ornamentation. 5-8. 单性雄株的雄花花粉粒 Pollen of male flower from unisexual male individual; 5. 赤道面观 Equatorial view; 6. 萌发沟 Germinal furrow; 7. 极面观 Polar view; 8. 表面纹饰局部放大 Enlargement of surface ornamentation.

图 3 扫描电镜下桂花两性株和单性雄株的花粉粒形态

Fig. 3 Pollen morphology of hermaphrodite and unisexual male individuals of *Osmanthus fragrans* (Thunb.) Lour. under scanning electron microscope



1. 两性株的两性花花粉粒 Pollen from hermaphrodite flower of hermaphrodite individual; 2. 单性雄株的雄花花粉粒 Pollen from male flower of unisexual male individual.

图4 桂花两性株和单性雄株的花粉粒在柱头上的萌发状态

Fig. 4 Germination status of pollens from hermaphrodite and unisexual male individuals on stigma of *Osmanthus fragrans* (Thunb.) Lour.

功能。也就是说,桂花的两性花不只是形态上的,而且可能是功能性的两性花。

在野外调查中还看到,浙江省龙泉市张公桥居群共有桂花17株,其中有14株开花的两性株个体,而无开花的单性雄株,且大约40 km²范围内无野生桂花分布,却有少量结籽,这是间接证明两性株所产花粉有一定活力的一个辅助证据。

3 结论和讨论

3.1 桂花繁育系统基本为功能性的雄全异株

研究表明,桂花两性株的花粉粒形态和大小与单性雄株的花粉粒形态和大小没有差别,并且2种类型植株上的花粉粒均能在柱头上萌发。另外,浙江省龙泉市张公桥居群内无开花的单性雄株,仅有14株两性株个体开花,且大约40 km²范围内无桂花分布,却有少量结籽,间接证明两性株所产花粉有一定活力。这些研究结果显示,桂花繁育系统不仅是形态上的雄全异株型,而且可基本确定为功能性的雄全异株型。

一些学者建立的理论模型^[6,10,17]认为,功能性的雄全异株种类的居群中雄性个体的比率应该小于0.5。在本研究中,湖南省浏阳市周洛村桂花峡、福建省长汀县官坊村石峰寨东北坡和南坡3个居群的雄

性比率略高于0.5,而浙江省龙泉市供村、张公桥和毛圩村3个居群的雄性比率则小于0.5,全部6个居群的雄性比率平均值接近0.5,但居群间的差异很大,因此与理论模型不尽相同,对此的解释还有待更多的实验研究。

3.2 雄全异株为两性同体与雌雄异株间的过渡类型

通过对植物繁育系统的研究可以阐明物种的遗传多样性和进化途径,还可以推测群体的遗传结构。Liston等^[2]对*Datisca glomerata* (C. Presl) Baill. 功能性雄全异株的研究结果显示:雄全异株繁育系统可能是单性异株繁育系统向两性同体繁育系统演化中的中间类型;但对桂花繁育系统的观察结果显示:单性雄株的雄花带有雌蕊退化的痕迹。所以雄全异株也可能是两性同体繁育系统向单性异株繁育系统演化的过渡类型。

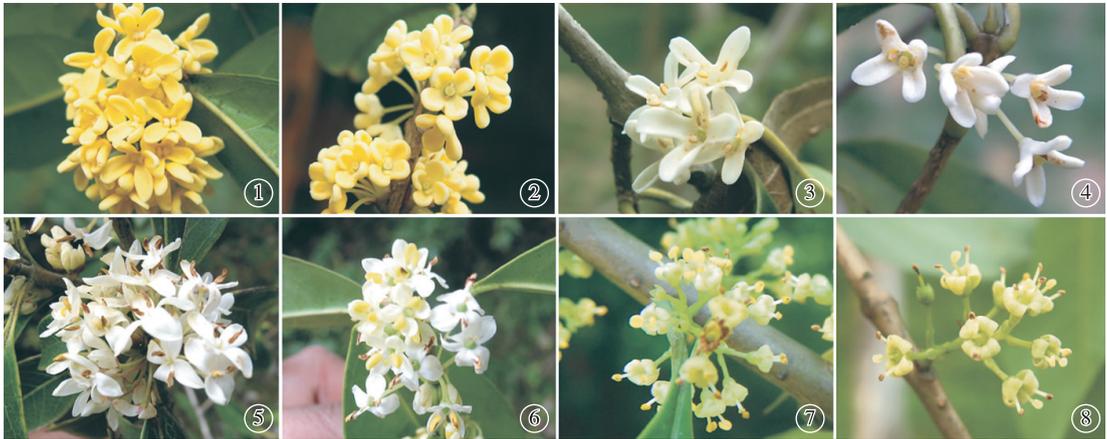
两性同体型繁育系统若要通过雄全异株型演化为雌雄异株型,第一步需要有雌性不育(雄性)个体进入居群,接着两性花的花粉产量逐步或突然地减少,最后两性个体成为雌性个体。但是,这一过程中的第一步发生的几率很小,因为在大多数植物种类中没有专一由父本遗传的基因组,因此雌性不育突变的发生意味着其本身适合度的减小。而由父母双方遗传控制的雌性不育突变只有通过增加花粉适合度以补偿其种子适合度的损失才能发生^[9]。总之,理论上的推

断认为,雄全异株作为两性同体型向雌雄异株型演化的过渡类型的可能性不大。但是,目前已有数个雄全异株种被认为源于两性同体种,例如栲属(*Fraxinus* L.) (木犀科)中的一些种^[18],而桂花也可能属于这种类型。对这种演化途径有必要进行更多的研究,桂花作为这一类型的物种为此项研究的开展提供了可能。

3.3 木犀科中的雄全异株现象

尽管雄全异株的种类在被子植物中所占的比例极小,但在木犀科中却比较普遍。据文献记载,雄全异株可能存在于流苏树属(*Chionanthus* L.)^[19]、栲

属^[18]、木犀属(*Osmanthus* Lour.)^[14,20]和 *Phillyrea* L.^[6]等类群中。作者的观察结果(图5)显示:除桂花外,木犀属的另一些种类,如宁波木犀(*Osmanthus cooperi* Hemsl.)、蒙自桂花(*O. henryi* P. S. Green)、牛矢果(*O. matsumuranus* Hayata)和短丝木犀(*O. serrulatus* Rehd.),应为形态上的雄全异株。雄全异株为两性同体型和雌雄异株型的中间类型,但同一科中有如此多的此类繁育系统的物种尚不多见,虽然它们是形态上的还是功能性的还有待进一步的鉴别,但对于植物演化的研究仍具有非常重要的意义。



1-2. 桂花 *Osmanthus fragrans* (Thunb.) Lour.: 1. 单性雄花 Unisexual male flower; 2. 两性花 Hermaphrodite flower. 3-4. 宁波木犀 *O. cooperi* Hemsl.: 3. 单性雄花 Unisexual male flower; 4. 两性花 Hermaphrodite flower. 5-6. 短丝木犀 *O. serrulatus* Rehd.: 5. 单性雄花 Unisexual male flower; 6. 两性花 Hermaphrodite flower. 7-8. 牛矢果 *O. matsumuranus* Hayata: 7. 单性雄花 Unisexual male flower; 8. 两性花 Hermaphrodite flower.

图5 4种木犀属植物的单性雄株和两性株的花形态

Fig. 5 Flower morphology of unisexual male and hermaphrodite individuals of four species in *Osmanthus* Lour.

在一个基于DNA资料的木犀科分类系统中,这些具有雄全异株的属均被置于同一个族,即木犀榄族(Trib. Oleae)中,其中木犀属、流苏树属和 *Phillyrea* 3个属在同一亚族 Oleinae 中,而另1个属(栲属)在只有其本身的一个单属亚族 Fraxiniinae 中^[21]。在栲属中存在多个类型的繁育系统,主要基于DNA资料的系统学研究表明,该属内存在两性花通过雄全异株或杂性(polygamy)向雌雄异株演化的趋向^[18]。

上述分析表明,木犀科内的繁育系统反映了该科的系统演化趋向,因此在研究被子植物某些类群的系统演化时,应重视繁育系统所表现出的重要信息。

参考文献:

[1] Charnov E L, Bull J J, Smith J M. Why be an hermaphrodite? [J]. Nature, 1976, 263: 125-126.
[2] Listen A, Rieseberg L H, Elias T S. Functional androdioecy in the

flowering plant *Datisca glomerata* [J]. Nature, 1990, 343: 641-642.
[3] Fritsch P, Rieseberg L H. High outcrossing rates maintain male and hermaphrodite individuals in populations of the flowering plant *Datisca glomerata* [J]. Nature, 1992, 359: 633-636.
[4] Akimoto J, Fukuhara T, Kikuzawa K. Sex ratios and genetic variation in a functionally androdioecious species, *Schizopepon bryoniaefolius* (Cucurbitaceae) [J]. American Journal of Botany, 1999, 86: 880-886.
[5] Vassiliadis C, Lepart J, Saumitou-Laprade P, et al. Self-incompatibility and male fertilization success in *Phillyrea angustifolia* (Oleaceae) [J]. International Journal of Plant Sciences, 2000, 161: 393-402.
[6] Pannell J R, Ojeda F. Patterns of flowering and sex-ratio variation in the Mediterranean shrub *Phillyrea angustifolia* (Oleaceae): implications for the maintenance of males with hermaphrodites [J]. Ecology Letters, 2000, 3: 495-502.
[7] Pannell J R. The evolution and maintenance of androdioecy [J].

- Annual Review of Ecology and Systematics, 2002, 33: 397-425.
- [8] Verdú M. Physiological and reproductive differences between hermaphrodites and males in the androdioecious plant *Fraxinus ornus* [J]. *Oikos*, 2004, 105: 239-246.
- [9] Delph L F, Wolf D E. Evolutionary consequences of gender plasticity in genetically dimorphic breeding systems [J]. *The New Phytologist*, 2005, 166: 119-128.
- [10] Charlesworth D. Androdioecy and the evolution of dioecy [J]. *Biological Journal of the Linnean Society*, 1984, 23: 333-348.
- [11] Ishida K, Hiura T. Pollen fertility and flowering phenology in an androdioecious tree, *Fraxinus lanuginose* (Oleaceae), in Hokkaido, Japan [J]. *International Journal of Plant Sciences*, 1998, 159: 941-947.
- [12] Pannell J R. What is functional androdioecy? [J]. *Functional Ecology*, 2002, 16: 862-865.
- [13] Pannell J R, Dorken M E, Pujol B, et al. Gender variation and transitions between sexual systems in *Mercurialis annua* (Euphorbiaceae) [J]. *International Journal of Plant Sciences*, 2008, 169: 129-139.
- [14] 郝日明, 臧德奎, 向其柏. 湖南省浏阳市周洛村桂花峡野生桂花资源调查 [J]. *园艺学报*, 2005, 32(5): 925-929.
- [15] 董建文, 范小明, 吴东来, 等. 福建长汀石峰寨景区桂花次生林群落物种数量特征 [J]. *植物资源与环境学报*, 2002, 11(4): 40-44.
- [16] 郝日明. 桂花及木犀属研究的新进展 [J]. *南京林业大学学报: 自然科学版*, 2008, 32(增刊): 1-3.
- [17] Lloyd D G. The maintenance of gynodioecy and androdioecy in angiosperms [J]. *Genetica*, 1975, 45: 325-339.
- [18] Wallander E. Systematics of *Fraxinus* (Oleaceae) and evolution of dioecy [J]. *Plant Systematics and Evolution*, 2008, 273: 25-49.
- [19] Ueda K. Androdioecism in *Chionanthus retusus* (Oleaceae) [J]. *Journal of Phytogeography and Taxonomy*, 1996, 44: 93-94.
- [20] Wei Z, Green P S. *Osmanthus* [M] // Wu Z Y, Raven P H. *Flora of China*: Vol. 15. Beijing: Science Press, 1996: 288-294.
- [21] Wallander E, Albert V A. Phylogeny and classification of Oleaceae based on *rps16* and *trnL-F* sequence data [J]. *American Journal of Botany*, 2000, 87: 1827-1841.

(责任编辑: 张明霞)

《植物资源与环境学报》2010 年审稿专家名单

《植物资源与环境学报》2010 年审稿专家名单如下(按姓氏的汉语拼音排序):

陈佩度 崔大方 邓懋彬 丁小余 丁雨龙 范成新 方升佐 方炎明 冯煦 傅承新 高南 龚义勤 顾中言
杭悦宇 郝日明 何开跃 胡春梅 黄启堂 黄苏珍 黎昌辉 李光德 李会军 李维林 李先琨 李晓东 梁呈元
林金国 刘建秀 刘启新 刘兆磊 陆长梅 陆巍 倪万潮 彭方仁 彭峰 濮社班 强胜 乔玉山 施国新
王广东 王康才 王仁卿 王雁 吴承祯 徐迎春 徐增莱 杨晓晖 杨志民 姚淦 姚小洪 叶永浩 於虹
张涵庆 张明理 郑玉红 周志春 朱月林

本刊对各位审稿专家的支持表示诚挚的感谢!