

观光木的花器官发生

付琳^{1,2}, 曾庆文¹, 徐凤霞^{1*}, 朱剑云³

(1. 中国科学院华南植物园, 广州 510650; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049; 3. 东莞市林业科学研究所, 广东 东莞 523106)

摘要: 在扫描电镜下观察了观光木 (*Tsoongiodendron odorum* Chun) 花器官的发生发育。观光木的花原基最初为近圆形, 随着顶端分生组织的活动, 花原基边缘处出现浅凹, 形成第一轮花被片原基, 此时, 花原基呈三角形排列, 后两轮花被片原基依次发生, 与前一轮互生; 在内轮花被片发生的后期, 最初几枚雄蕊原基几乎同时出现, 呈螺旋状向顶发生, 最后排列成三角圆锥状; 雄蕊原基发育后期, 心皮原基开始发育, 形状与发育初期的雄蕊原基相似, 随后心皮原基进行侧向生长, 在近轴面出现浅凹, 进而发育为凹槽, 形成腹缝线, 最后腹缝线完全愈合。腹缝线愈合现象表明观光木具有进化特征, 与含笑属的亲缘关系较近。

关键词: 木兰科; 观光木; 花; 器官发生

中图分类号: Q944.58

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2007)01-0030-05

Floral Organogenesis of *Tsoongiodendron odorum* Chun

FU Lin^{1,2}, ZENG Qing-wen¹, XU Feng-xia^{1*}, ZHU Jian-yun³

(1. South China Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China; 2. Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Dongguan Forestry Research Institute, Dongguan 523106, China)

Abstract: The floral organogenesis of *Tsoongiodendron odorum* Chun was observed under scanning electron microscope (SEM). The floral primordium is initially circular, along with the edge of which slight concaves occur. The outmost whorl of tepal primordia arises as a result of apical meristem division and the floral primordium then is in the shape of triangle. Two further whorls of tepal primordia arise in spiral acropetal sequence and are alternately arranged. When the innermost whorl of tepal primordia is at the late developmental stage, the foremost stamen primordia arise almost simultaneously in spiral acropetal succession and all of the stamen primordia are ultimately arranged in a triangle-cone form. Late in stamen primordium development, carpel primordia arise as same as the young stamen primordia and grow laterally. Grooves are present on the adaxial side of each carpel and develop into ventral sutures gradually closing up. Concrescence of ventral sutures indicates that *T. odorum* with advanced characteristics is close to *Michelia* L..

Key words: Magnoliaceae; *Tsoongiodendron odorum* Chun; Floral; Organogenesis

观光木 (*Tsoongiodendron odorum* Chun) 又名香花木、宿轴木兰, 是木兰科 (Magnoliaceae) 单种属植物, 为我国特有, 被列为国家珍稀濒危二级保护植物^[1]。该属于 1963 年成立^[2], 后被归入含笑属

(*Michelia* L.) 内^[3-6]。刘玉壶认为观光木的果实为肉质的聚合果, 其枝、叶、花等均具有进化特征, 木材解剖也比含笑属进化, 局限分布于云南、广西、广东、江西、福建等地, 与含笑亚族其他 3 属有明显区

收稿日期: 2006-06-26 接受日期: 2006-09-19

基金项目: 国家自然科学基金(30470186, 30370108); 广东省自然科学基金项目(5006764); 东莞市林业科学研究所项目; 教育部留学回国人员科研启动基金项目资助

* 通讯作者 Corresponding author

别, 属的界线分明, 应是独立的单种属^[7]。

花是被子植物重要的繁殖器官, 也是鉴定植物种类的一个重要依据, 研究花的形态发生和进化方式对于探讨植物的系统发育关系具有十分重要的意义。目前关于木兰科植物花器官发育的报道还比较少, 国外仅有 *Magnolia stellata*^[8], *M. thompsoniana*^[9], *Michelia montana*^[9] 心皮发育的研究, *Magnolia denudata* 和鹅掌楸属 (*Liriodendron* L.) 雄蕊群发育的研究^[10-11]。在最近的文献中, 徐凤霞等^[12]对木兰属 (*Magnolia* L.) 4 种和鹅掌楸属 1 种花的形态发生作了全面报道。迄今为止, 还没有关于观光木花器官发生发育方面的报道。本研究详细观察了观光木花的各部分结构的发育状况, 描述了观光木花芽在发生发育过程中的形态特征, 为确定观光木的系统分类地位及其保护生物学研究提供资料。

1 材料和方法

研究用不同发育时期的花芽均于 2005 年 8-9 月采自中国科学院华南植物园木兰园内的观光木成年植株。样品先用 FAA(70%酒精: 冰醋酸: 甲醛 = 90:5:5) 固定, 然后剥掉外面的苞片, 暴露花原基, 放入 4% 戊二醛溶液中固定, 抽气, 换入 0.1 mol/L 磷酸缓冲液, 冰箱保存, 再把材料放入饿酸中氧化固定, 酒精逐级脱水(30%, 50%, 70%, 80%, 90%, 100%), 最后叔丁醇脱水 3 次, 冰箱内保存, 冷冻干燥法干燥, 双面胶粘贴于样品台上, 喷金处理。在 JSM-6360LV 扫描电镜下进行观察、拍照。

2 观察结果

2.1 成熟花部形态结构

在每年 2、3 月份或 8、9 月份的观光木新枝上, 叶腋内可见一个卵球形的小突起, 就是萌生的花芽, 花芽绿色, 具 2 枚佛焰苞状苞片, 佛焰苞状苞片一侧开裂, 外面一枚密被黄绿色的柔毛, 另一枚则紧贴外轮花被片。花芽不断增高、增宽、变肥厚, 最后变为椭圆状, 顶部较尖而细长。

花两性, 单生于叶腋内, 整体呈三出辐射对称, 花各部螺旋状排列于圆锥形的花托上。花被片共分 3 轮, 9-10 枚(多为 9 枚, 少数为 10 枚), 象牙黄色或紫红色, 狭倒卵状椭圆形, 先端尖, 外轮最大, 长 17-20 mm, 宽 6.5-7.5 mm, 内轮花被片长 15-

16 mm, 宽约 5 mm; 雄蕊 30-45 枚, 花丝白色或带红色, 花药宽而狭长, 占整个雄蕊的大部分; 心皮 9-13 枚, 离生, 狭卵圆形, 密被平伏柔毛, 花柱钻状, 红色, 腹面缝线明显, 柱头面在花柱尖端, 雌蕊群柄粗壮, 具槽, 密被糙伏毛(图版 I:1)。

2.2 花被片的发生

最早出现的花原基为近圆形, 随着顶端分生组织的活动, 花原基边缘处出现浅凹, 形成第一枚花被片原基, 紧接着第二枚花被片原基出现(图版 I:2), 第三枚也随后发生(图版 I:3), 此时, 花原基变为三角形(俯视)。随后花被片原基进行侧向生长, 呈扁平状, 形成花被片, 3 枚花被片最终成轮状排列, 在整个过程中 3 枚花被片原基始终各自分离, 没有合生。第一轮花被片原基开始进行侧向生长的时候, 出现第二轮花被片原基(图版 I:4), 与第一轮花被片原基互生。第二轮 3 枚花被片原基近同时发生, 体积比第一轮花被片原基要小。第三轮花被片原基在第二轮花被片原基的内侧出现(图版 I:5), 与第二轮 3 枚花被片原基互生, 3 枚几乎同时发生, 大小也相差无几。花被片原基发生后, 花原基顶部会进一步增高变宽, 表面变圆钝, 体积变大(图版 I:6)。

2.3 雄蕊的发生

在第三轮花被片原基发生的后期, 雄蕊原基紧接着该轮花被片原基辐射状向顶发生(图版 I:5)。最初几枚雄蕊原基在花被片内侧位置发生, 它们几乎同时发生, 呈三角形排列, 接下来几枚雄蕊原基也几乎同时发生, 与第一轮雄蕊原基互生(图版 I:6)。随着发育的进行, 雄蕊原基向顶发生, 螺旋状排列, 形成三角圆锥状, 此时最先发生的雄蕊原基已变宽变长, 分化出宽而狭长的花药, 花药约占整个雄蕊的 3/4, 而最上面的雄蕊原基仍为圆形, 边缘光滑(图版 I:7)。

2.4 心皮的发生

雄蕊原基发育后期, 花原基顶端变扁平, 面积也变小, 这时心皮原基以 4, 5 或 6 个为一组出现(图版 I:8), 螺旋状依次向顶发生。最初, 每个心皮原基进行顶端生长, 整体为圆形, 与早期的雄蕊原基形状相似。由于前后几个心皮原基发生的时间间隔很短, 所以紧接着的几个心皮原基大小相差无

几。随后,心皮原基近轴面出现浅凹(图版 I:9),也开始进行侧向生长,使原基在不断增高的同时开始变长,并进而在近轴面出现更深的凹陷。随着侧向生长的进行,凹陷不断加深(图版 I:10),最后变为凹槽状,形成腹缝线(图版 I:11)。心皮原基进一步发育,侧边相互靠拢形成子房,腹缝线最后于腹面完全愈合(图版 I:12)。在此阶段,还没有花柱和柱头的分化。

3 讨论

通过与木兰属几个种类花发育的状况^[12]进行比较发现,木兰科植物在花器官发育方面具有很大的相似性:雄蕊、心皮多数,都为辐射状螺旋向顶发生,螺旋状排列在花托上,在形态上也很相似。观光木的花被片很明显地分为三轮,每一轮的发生有明显的时间间隔,外轮花被片最大,向内逐渐变小。需要特别指出的是木兰属的花器官发育过程中,第一轮花被片原基虽然依次单独发生,但最后会成轮状排列^[9],观光木花的发育过程中,第一轮 3 枚花被片原基也同样存在这种现象(图版 I:3)。

研究发现,在木兰科植物成熟花的形态描述中,许多种类都有花被片数目为 2(焕镛木 *Woonyoungia septentrionalis*^[13-14])或 2 的倍数(白兰 *Michelia alba*^[14],黄兰 *Michelia champaca*^[14],观光木^[14],焕镛木^[13-14]等)的记录。在观光木的第一轮花被片原基发育过程中也观察到了两枚花被片原基对称出现的现象(图版 I:2),进一步从花的个体发生方面为这一现象提供了证据。曾庆文^[13]等在对焕镛木花部数量变异和腋生花现象的研究中发现,焕镛木具有大幅度的花部数目变异,表明了焕镛木具有较丰富的遗传多样性。观光木同样存在这种现象,这说明作为被子植物最原始的类群之一,木兰科植物还处在不断分化的状态。

观光木心皮发育的前期与木兰科其它种类基本一致,都为辐射状螺旋向顶发生,螺旋排列于花柱上,随着发育的进行,心皮近轴面出现浅凹,进而发育为凹槽,心皮也由于侧向生长而变为细长纺锤形,然而在后期的观察到了观光木的腹缝线愈合现象(图版 I:12),这与 Nootboom^[4]描述的观光木成熟心皮具有愈合现象是一致的,而木兰属种类的心皮却一直保持开放状态^[8,12]。心皮保持开放状态是心

皮原始性状的反映,从这一点说明观光木具有进化特征。含笑属的 *Michelia montana*^[9], *M. crassipes*^[12]的心皮也存在愈合现象,从这一点说明观光木与含笑属的亲缘关系较近。

致谢 承蒙中国科学院华南植物园木兰园杨科明等协助采集实验材料,电镜实验室胡晓颖老师指导完成 SEM 观察,在此表示感谢。

参考文献

- [1] Fu L G(傅立国). China Plant Red Data Book -- Rare and Endangered Plants [M]. Beijing: Science Press, 1992. 454. (in Chinese)
- [2] Chun W Y(陈焕镛). Genus speciesque novae magnoliacearum sinensium [J]. Acta Phytotax Sin(植物分类学报), 1963, 8(4):281-288.(in Chinese)
- [3] Dandy J E. Magnoliaceae [A]. In: Hutchinson. The Genera of Flowering Plants Vol. 1 [M]. Oxford: Clarendon Press, 1964. 50-57.
- [4] Nootboom H P. Notes on Magnoliaceae [J]. Blumea, 1985, 31:65-121.
- [5] Nootboom H P. Different looks at the classification of the Magnoliaceae [A]. In: Liu Y H, Fan H M, Chen Z Y, et al. Proceedings of the International Symposium of the Family Magnoliaceae [C]. Beijing: Science Press, 2000. 26-37.
- [6] Figlar R B, Nootboom H P. Notes on Magnoliaceae IV [J]. Blumea, 2004, 49:87-100.
- [7] Law Y H(刘玉壶). A preliminary study on the taxonomy of the family Magnoliaceae [J]. Acta Phytotax Sin(植物分类学报), 1984, 22(2):89-109.(in Chinese)
- [8] van Heel W A. A S.E.M.-investigation on the development of free carpels [J]. Blumea, 1981, 27:499-522.
- [9] van Heel W A. The ascidiform early development of free carpels, a S.E.M. investigation [J]. Blumea, 1983, 28:231-270.
- [10] Peter L, Claudia E. Flowers in Magnoliidae and the origin of flowers in other subclasses of the angiosperms. II. The relationships between flowers of Magnoliidae, Dilleniidae and Caryophyllidae [J]. Plant Syst Evol, 1994, 8(Suppl.):209-218.
- [11] Peter L, Claudia E. Floral development studies: some old and new questions [J]. Int J Plant Sci, 1997, 158 (6 Suppl):S3-S12.
- [12] Xu F, Rudall P J. Comparative floral anatomy and ontogeny in Magnoliaceae [J]. Plant Syst Evol, 2006, 258:1-15.
- [13] Zeng Q W(曾庆文), Gao Z Z(高泽正), Zhang D X(张奠湘). Numerical variation of flower parts and the axillary flowers in *Woonyoungia septentrionalis* (Dandy) Law [J]. J Trop Subtrop Bot (热带亚热带植物学报), 2001, 9(4):306-310.(in Chinese)
- [14] Law Y H(刘玉壶), Zeng Q W(曾庆文), Zhou R Z(周仁章), et al. *Magnolia of China* [M]. Beijing: Science Press, 2002. 214-215, 230-231, 356-363.(in Chinese)

图版说明

图版 I

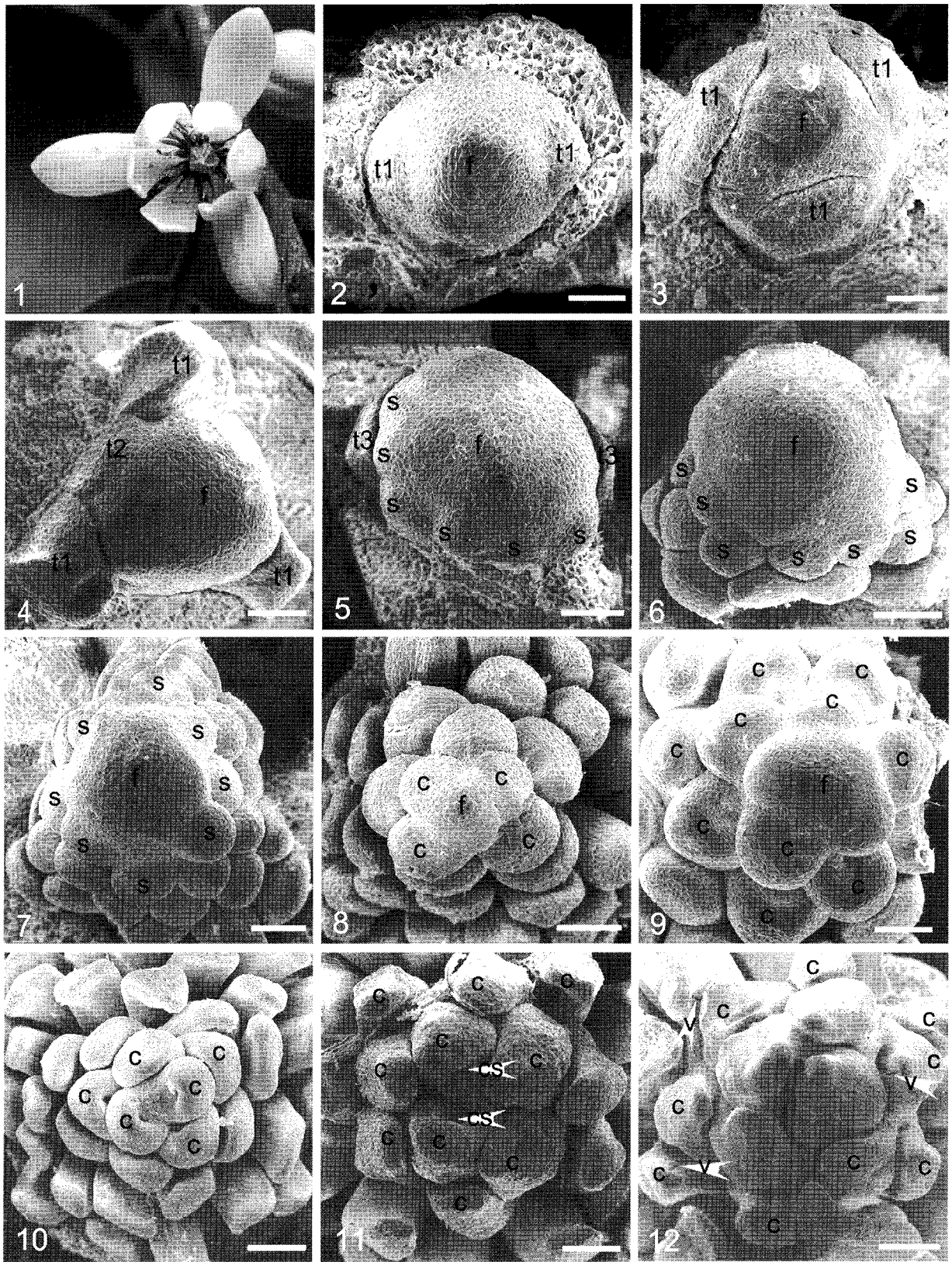
c: 心皮 Carpels; cs: 凹槽结构 Concave structure; f: 花顶端 Floral apex; s: 雄蕊 Stamen; t1: 第一轮花被片 Tepals of the first whorl; t2: 第二轮花被片 Tepals of the second whorl; t3: 第三轮花被片 Tepals of the third whorl; v: 腹缝线 Ventral sutures. Bar = 50 μm .

1. 观光木成熟花的形态;
2. 圆形花原基和最外轮 2 枚花被片原基的发生;
3. 三角形的花原基和最外轮 3 枚花被片原基的发生;
4. 第一轮和第二轮花被片原基;
5. 第三轮花被片原基和最初几枚雄蕊的发生;
6. 前两轮雄蕊原基, 此时的花原基几乎处于高度和直径的最大值;
7. 雄蕊原基排列(俯视)呈三角状圆锥形;
8. 心皮的发生;
9. 最初几枚心皮的近轴面出现浅凹;
10. 浅凹进一步加深变成凹槽状;
11. 心皮变细长, 凹槽进一步加深;
12. 心皮腹缝线愈合。

Explanation of plate

Plate I

1. Mature flower of *Tsoongiodendron odorum* Chun;
2. Circular floral primordium and initiation of 2 tepal primordia of the outermost whorl;
3. Triangular floral primordium and initiation of 3 tepal primordia of the outermost whorl;
4. Initiation of the first two whorls of tepal primordia;
5. Initiation of the third whorl of tepal primordia and stamen primordia;
6. The first two whorls of stamen primordia and the floral primordium up to its maximum height and diameter;
7. Initiation of stamen primordia arranged in a triangle-cone form (in polar view);
8. Carpels initiation;
9. Slight concaves on the adaxial side of carpels;
10. Formation of carpels and further developing concaves;
11. Spindly carpels and concaves forming grooves;
12. Concrecence of carpels and ventral sutures on the adaxial side of carpels.



付琳等: 图版 I

FU Lin et al.: Plate I