

# 华木莲花药的发生发育

肖德兴<sup>1</sup> 俞志雄<sup>2</sup>

(1. 仲恺农业技术学院, 广东 广州 510225; 2. 江西农业大学, 江西 南昌 330045)

**摘要:** 报道华木莲花药的结构和小孢子的形成与发育。华木莲雄蕊多数、离生; 每一花药具 4 个花粉囊。花粉囊由 1 层表皮、1 层纤维层、2 层中层和 2 层绒毡层细胞组成。腺质绒毡层在小孢子发生发育过程中, 呈现出解体 - 恢复 - 解体直至消失的现象。减数分裂为同时型, 四分体主要为左右对称和四面体形。撒粉时的成熟花粉为二细胞结构。

**关键词:** 华木莲; 花药; 花粉发生发育; 木兰科

中图分类号: Q944.58

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2004)04-0309-04

## Anther Development in *Sinomanglietia glauca* (Magnoliaceae)

XIAO De-xing<sup>1</sup> YU Zhi-xiong<sup>2</sup>

(1. Zhongkai Agrotechnical College, Guangzhou 510225, China; 2. Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

**Abstract:** Anther structure and the formation and development of microspores were studied of *Sinomanglietia glauca* Z. X. Yu et Q. Y. Zheng, an endangered monotypic species of Magnoliaceae found in Jiangxi Province in 1988. The stamens numerous, distinct. Each anther with four pollen sacs. Mature anther wall comprises an epidermis followed by endothecium layer, 2 middle layers, and a single-layered tapetum. During the development of microsporogenesis, glandular tapetum appears disintegrated, recovered, then disintegrated until disappeared. The meiotic division of pollen mother cells is of simultaneous type. The arrangement of microspores in a tetrad is tetrahedral and isobilateral. Mature pollen grains are released at 2-celled stage. The characters of anther structure in *S. glauca* coincide with those in *Manglietia glauca* var. *sumatrana*, *M. insignis*, and *M. aromatica*, except the tapetum which consists of only one cell layer in *S. glauca*.

**Key words:** *Sinomanglietia glauca*; Microsporogenesis; Anther development; Magnoliaceae

华木莲(*Sinomanglietia glauca*)隶属于木兰科(Magnoliaceae), 为我国特有的单种属植物, 1988年在江西省宜春市洪江乡发现, 具有早期速生的特性, 其树形通直, 树姿优美, 花果瑰丽, 为优良的庭园观赏和行道树种。华木莲散生于北纬 27°34'55"-27°35'43"、东经 114°25'55"-114°21'11" 的范围内, 多数生于陡峭的崖缝或断崖处, 少数生于山麓或山脊, 种群数量极少, 并且天然更新不良。在国务院公布的“国家重点保护野生植物名录”中列为一级保护植物。

关于华木莲的系统位置, 俞志雄认为应为木兰科的一个新属—华木莲属中的一个新种<sup>[1]</sup>; 郑庆衍认为其应为木兰科木莲属落叶木莲组中的一个新

种, 并将华木莲更名为落叶木莲 *Manglietia deciduas*<sup>[2]</sup>。为此我们对华木莲的营养器官、生殖器官进行过观察研究, 从解剖学、细胞学和胚胎学等方面了解华木莲的结构特征<sup>[3-9]</sup>, 为植物的系统进化提供基础资料。

20 世纪初就有关于木兰属(*Magnolia*)、含笑属(*Michelia*)和鹅掌楸属等的胚胎学研究的报道<sup>[6-13]</sup>; 20 世纪末 Liao 等<sup>[15]</sup>曾报道了木莲属(*Manglietia*)灰木莲(*M. glauca* var. *sumatrana*)的大孢子发生和雌配子体的发育过程; 随后潘跃芝等<sup>[16-18]</sup>报道了濒危植物红花木莲(*M. insignis*)的小孢子发生和雄配子体、大孢子发生及雌配子体发育以及濒危植物香木莲 (*M. aromatica*) 的胚胎学研究。本文主要报道华木莲

收稿日期: 2003-06-23 接受日期: 2004-02-06

基金项目: 国家自然科学基金(30060073)

(*Sinomanglietia glauca*)小孢子发生发育和花药发生发育期中细胞的变化过程,为探讨导致华木莲处于濒危状况的原因提供基础资料。

## 1 材料和方法

供试花芽采自宜春市洪江乡华木莲模式标本树,每年 11 月开始取材至第二年 4 月 16 日花被片完全脱落结束。通常 3-5 d 取材一次,3 月初-4 月中旬隔 1-2 d 取一次。材料经 FAA 固定液固定,石蜡制片法制片,苏木精-桔红 G 染色制着永久显微切片。OLYMPUS BHS 型生物显微镜观察、摄影。

## 2 结果和分析

华木莲花芽在 11 月下旬雄蕊基本形成,雄蕊多数、离生。每一雄蕊由一花丝和一花药组成,花丝的长度通常短于花药。花药具有 4 个花粉囊和 1 药隔组织。第二年 2 月,花粉囊中造孢细胞和周缘细胞(壁细胞)层已形成,药隔组织中已分化出维管束(图版 I:1)。2 月下旬-3 月上旬,造孢细胞经多次分裂、生长发育逐渐转变为花粉母细胞;壁细胞经分裂、生长和发育产生绒毡层(1 层)、中层(2 层)和纤维层(1 层)(图版 I:1)。

花粉母细胞在 3 月中旬进入减数分裂(图版 I:2),分裂方式为同时型。减数分裂 I 的核分裂完成后,不伴随细胞质分裂和细胞壁的形成,减数分裂 II 结束后,在四个子核之间产生细胞壁形成四分体,四分体常为左右对称形和四面体形两种,并被胼胝质所包围(图版 I:3)。四分体分离后,小孢子常呈球状,体小、壁薄,细胞质较浓,细胞核位于中央(图版 I:4)。小孢子生长发育期中,形态逐渐呈长椭圆形,细胞质逐渐变淡,液泡化现象逐渐明显,致使花粉粒中央形成一大液泡,细胞质呈一薄层,核通常位于相对萌发孔的一侧(图版 I:5,6)。小孢子生长发育至此,进行一次有丝分裂产生一个生殖细胞和一个营养细胞。生殖细胞呈凸透镜状或梭状,无明显液泡化现象,营养细胞中液泡化现象明显(图版 I:7)。花粉进一步生长发育,营养细胞中的细胞质逐渐变浓、液泡变小,核结构松散;生殖细胞融入营养细胞之中(图版 I:8-10)。

花粉生长发育同时,药壁组织中的绒毡层、中层和纤维层的形态结构也发生了一系列变化。绒毡层细胞在花粉母细胞减数分裂期,细胞排列疏松,

径向壁常长于弦向壁,染色略淡(图版 I:2);四分体阶段,绒毡层细胞排列不规则,与中层细胞明显分离,染色较深,细胞质与细胞核界线不明显(图版 I:3);幼期小孢子阶段,绒毡层细胞排列整齐规则,与中层细胞联系紧密,弦向壁常长于径向壁,细胞中常呈现多核现象(图版 I:4,5);小孢子发生液化过程中,绒毡层细胞再次向花粉囊内释放营养物质,细胞逐渐解体,通常细胞质解体消失早于细胞核(图版 I:6);当花粉囊即将开裂时,绒毡层细胞完全解体消失(图版 I:7-10)。

中层和纤维层细胞在药壁组织发育过程中,形态结构上的变化不是很复杂。中层由 2 层细胞组成,其中靠绒毡层的一层细胞在花粉母细胞进入减数分裂 I 前期时就开始解体,至四分体阶段呈现一线形(图版 I:2,3),靠纤维层的一层中层细胞在幼期小孢子开始解体,至花粉处于二核中期完全解体消失(图版 I:4-10)。纤维层细胞在生殖细胞和营养细胞形成之前,形态结构无明显差异(图版 I:1-6),二核早期细胞明显增大,并沿径向延长,细胞质、细胞核开始解体,随后细胞壁出现条状增厚(图版 I:7-10)。

## 3 讨论

华木莲的雄蕊具有 4 个花粉囊,花药囊壁由表皮、药室内壁、中层和绒毡层组成,小孢子母细胞减数分裂为同时型,成熟时的花粉粒为二细胞型花粉。这些特征与木莲属的灰木莲<sup>[9]</sup>、红花木莲<sup>[10]</sup>和香木莲<sup>[8]</sup>等植物基本一致,但华木莲的绒毡层在发育过程中仅由一层细胞构成,而灰木莲、红花木莲和香木莲由多层细胞组成<sup>[15-18]</sup>。

华木莲小孢子发生发育过程中,不同时期的绒毡层细胞形态有明显差异。小孢子母细胞减数分裂期:绒毡层细胞染色较深,但排列疏松;四分体时期:绒毡层细胞内的物质几乎全部位于近药室端,近中层端极稀薄,似乎发生了收缩的假象(图版 I:3);胼胝质溶解、四分体分离成小孢子时期:绒毡层细胞内的物质极丰富,染色深,并充满整个细胞;随后小孢子和花粉发育过程中,绒毡层细胞内的物质逐渐减少直到完全解体消失;二细胞花粉阶段,绒毡层细胞形态与四分体时期极为相似(图版 I:8)。上述绒毡层细胞形态上的变化过程,并不是由于人为因素所致,而是华木莲客观存在的一种自然现象。已有报道木莲属植物的绒毡层细胞向药室内分泌释

放物质是连续不断的,直至整个细胞完全解体<sup>[15,16,18]</sup>。

有各种因素导致木兰科植物种群数量少,以致处于稀有濒危的状况。秦慧贞<sup>[12]</sup>认为:“胚珠和雌配子体败育是限制鹅掌楸生殖的一个重要因素,良好的环境条件可提高受精和结籽的能力。”尹增芳,樊汝汶<sup>[13,14]</sup>认为:“花粉败育是限制鹅掌楸生殖成功的重要因素之一。败育多数发生在四分体形成之前,少数发生在小孢子形成以后,是由于花粉发育过程中存在异常现象造成的。”华木莲花粉发生、发育过程中,花粉母细胞、花粉粒和绒毡层细胞等都可按正常的途径生长发育,未表现出不正常的行为。因此华木莲处于濒危状况,不是由于花粉生长发育不良所致。

### 参考文献

- [1] Yu Z X(俞志雄). *Sinomanglietia*—A new genus of Magnoliaceae from China [J]. *Acta Agri Univ Jiangxi* (江西农业大学学报), 1994, 16(2):202–204.(in Chinese)
- [2] Zheng Q Y(郑庆衍). A revised name of Huamulian [J]. *J Nanjing For Univ* (南京林业大学学报), 1995, 19(1):46.(in Chinese)
- [3] Xiao D X(肖德兴), Yu Z X(俞志雄), Lin X C(林新春). Karyotype analysis of *Sinomanglietia glauca* Z. X. Yu et Q. Y. Zheng [J]. *Acta Agri Univ Jiangxi*(江西农业大学学报), 1998, 20(1):56–59.(in Chinese)
- [4] Yu Z X(俞志雄), Xiao D X(肖德兴), Liao J(辽军). Comparative anatomy of syncarpous axis of three species in Magnoliaceae [J]. *Acta Agri Univ Jiangxi*(江西农业大学学报), 1999, 21(1):87–90.(in Chinese)
- [5] Yu Z X(俞志雄), Xiao D X(肖德兴), Liao J(辽军). Wood structure of *Sinomanglietia* of Magnoliaceae [J]. *Acta Agri Univ Jiangxi*(江西农业大学学报), 1999, 21(1):91–94.(in Chinese)
- [6] Stoudt H N. Sporogenesis in *Magnolia kobus* DC., I. Microsporogenesis [J]. *Pro Pen Aca Sci*, 1960, 34:29–38.
- [7] Kaiser M, Boyce S G. Embryology of *Liriodendron tulipifera* [J]. *Phytomorphology*, 1962, 12:103–109.
- [8] Hayashi Y. On the microsporogenesis and pollen morphology in the family Magnoliaceae [J]. *Sci Rep Tohoku Univ Ser IV (Biol)*, 1969, 26:45–52.
- [9] Hayashi Y. The embryology of the family Magnoliaceae sens. lat. III. Megasporegenesis, female gametophyte and embryology of *Magnolia liliflora* and *Michelia fuscata* [J]. *Sci Rep Tohoku Univ Ser IV (Biol)*, 1964, 30:89–98.
- [10] Hayashi Y. Embryology of the family Magnoliaceae sens. lat. IV. Microsporogenesis and development of the male gametophyte in *Michelia figo* Spreng [J]. *Sci Rep Tohoku Univ Ser IV (Biol)*, 1966, 32:111–118.
- [11] Hayashi Y. Embryology of *Magnolia salilifolia* [J]. *Jpn Bot*, 1984, 59:289–307.
- [12] Qin H Z(秦慧贞), Li B Y(李碧媛). Effects of female gametophyte abortion on the reproduction of *Liriodendron chinense* populations [J]. *J Plant Resour Envir*(植物资源与环境学报), 1996, 5(3):1–5.(in Chinese)
- [13] Fan R W(樊汝汶), Yin Z F(尹增芳), You L X(尤录祥). The observation of cell phytomorphology of the bus's differentiation in the *Liriodendron chinense* (Hemsl.) Sarg. [J]. *J Nanjing For Univ*(南京林业大学学报), 1990, 14(2):26–33.(in Chinese)
- [14] Yin Z F(尹增芳), Fan R W(樊汝汶). The ultrastructure observation on the abortion of *Liriodendron chinense* pollen [J]. *J Plant Resour Envir*(植物资源与环境学报), 1997, 6(2):1–7.(in Chinese)
- [15] Liao J P, Chen Z L, Cai X Z, et al. Embryology of *Manglietia glauca* var. *sumatrana* and *Michelia guangxiensis* and the abnormal development [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. 177–187.
- [16] Pan Y Z(潘跃芝), Gong X(龚洵), Liang H X(梁汉兴). Studies on the formation of microspores and development of male gametes in *Manglietia insignis* [J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 2001, 23(1):85–90.(in Chinese)
- [17] Pan Y Z(潘跃芝), Gong X(龚洵). Megasporegenesis, development of female gametophyte of *Manglietia insignis* (Magnoliaceae) [J]. *Acta Bot Boreal-Occid Sin* (西北植物学报), 2002, 22(5):1209–1214.(in Chinese)
- [18] Pan Y Z(潘跃芝), Gong X(龚洵), Liang H X(梁汉兴). A studies on the embryology of endangered plant *Manglietia aromatica* [J]. *J Wuhan Bot Res*(武汉植物学研究), 2003, 21(1):1–8.(in Chinese)

### 图版说明

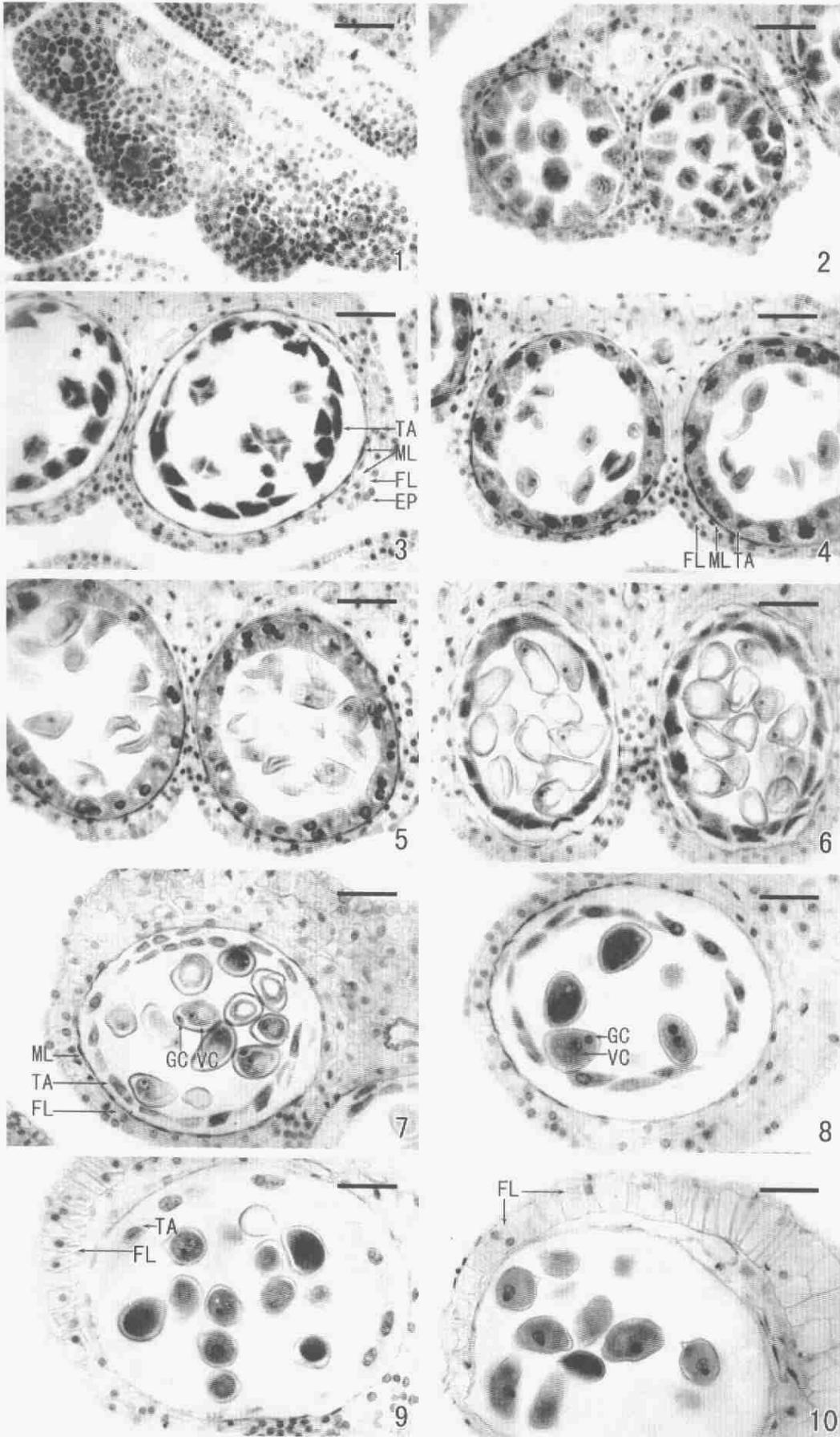
SC: 分泌细胞 Secretory cell; FL: 纤维层 Fibrous layer; ML: 中层 Middle layer; TA: 绒毡层 Tapetum; VC: 营养细胞 Vegetative cell; GC: 生殖细胞 Generative cell; EP: 表皮 Epidermis

1–10. 花药横切, 示处于花粉发生、发育不同时期药壁组织的结构  
1. 造孢细胞或花粉母细胞时期的花药, 示花药壁和造孢细胞; 2. 花粉母细胞处于减数分裂 I 期的花药, 示绒毡层的形态和中层的退化; 3. 四分体时期, 示绒毡层的形态; 4, 5. 幼期小孢子时期, 绒毡层细胞质浓和多核; 6. 单核靠边期花粉, 示绒毡层细胞的解体; 7–9. 营养细胞和生殖细胞形成和发育期中, 绒毡层细胞形态的变化过程; 10. 花粉囊壁即将开放。(标尺 = 50 μm)

### Explanation of plate

1–10. Transverse sections of the anther, showing the structure of pollen sac wall during pollen development.

1. The anthers at sporogenous cell or pollen mother cell stage, showing sporogenous cells and anther wall structure; 2. Anther during meiotic prophase-I of pollen mother cells, showing the morphology of tapetum and degenerated middle layer; 3. The morphology of tapetum at tetrad stage; 4, 5. Coenocytes with dense cytoplasm in tapetum at young microspore stage; 6. Microspores with a nucleus moved to one side, showing tapetal cells degenerated; 7–9. The thickening of fibrous layer and degenerating of tapetum during vegetative and generative cell developments; 10. Pollen sac wall before opening. Bar=50 μm



肖德兴等:图版 I

XIAO De-xing, et al.: Plate I