

人心果次生木质部导管分子的观察研究

陈树思

(韩山师范学院生物系, 广东潮州 521041)

摘要: 运用细胞图象分析系统及显微照相的方法, 观察研究人心果次生木质部导管分子。结果发现, 人心果次生木质部导管分子中存在着许多不同的样式, 多数导管分子具尾; 导管分子穿孔板存在着两种类型: 1. 两端均为一个单穿孔板; 2. 一端为一个单穿孔板另一端为两个单穿孔板及过渡类型; 3%的导管分子具有内含物; 管间纹孔式为互列纹孔式, 导管射线间纹孔式为混合型纹孔与横列刻痕状纹孔以及穿孔。

关键词: 人心果; 导管分子; 穿孔板; 形态结构

中图分类号: S 667.9; Q 944.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2007) 01-0007-04

Studies on the Vessel Elements of Secondary Xylem in *Manilkara zapota*

CHEN Shu-si

(Department of Biology, Hanshan Normal University, Chaozhou, Guangdong 521041, China)

Abstract: The vessel elements of secondary xylem in *Manilkara zapota* were observed by bio-microscope image analysis system and micrography. There were various patterns of vessel elements in *M. zapota* and most of the vessel elements had tail. Perforation plates could be divided into two types: 1. Both ends of the vessel element were simple perforation plate; 2. One end had simple perforation, the other had two simple perforations. And there were a series of transitional patterns between the two types. Three percent of vessel elements of secondary xylem in the plant had inclusions. Intervascular pitting was alternate pitting. There were mixed type pitting, gash-like pitting and perforation between vessel elements and ray cells.

Key words: *Manilkara zapota*; Vessel elements; Perforation plate; Conformation and structure

前人对人心果 [*Manilkara zapota* (Linn.) Royen] 进行了诸多方面的研究, 但对其导管分子的研究未见报道。对于植物的水分生理而言, 导管无疑是最主要的结构基础, 而结构与功能是相适应的, 只有将其结构基础了解清楚, 才有可能更好的解释其功能, 才有可能更深入探讨其生理作用及对环境的适应, 无论是植物的系统演化还是植物的个体发育均已说明这一重要性。作者主要从解剖学角度对人心果次生木质部导管分子进行了观察研究, 以期为基础理论研究和生产实际提供解剖学参考资料。

1 材料与方法

材料采自潮州市果树研究所, 树龄 15 年以上。取位于树干胸径处 (距地面 1.5 m) 之边材, 经离析液离析 (李正理, 1996), 用 1% 番红水溶液染色制成临时装片。用 OLYMPUS CH30 型生物显微镜观察, 数码摄影显微镜拍摄。导管分子测 100 个。参考 Tippo (1941) 双子叶植物木材鉴定特征表和国际木材解剖学家协会 (AWA, 1989) 阔叶材识别显微特征表术语对导管进行描述。

2 观察结果

2.1 导管分子类型

在人心果茎次生木质部的离析材料中, 多数导管分子具尾, 其中 36% 的导管分子两端具尾 (图

收稿日期: 2006 - 07 - 21; 修回日期: 2006 - 11 - 07

版, 1、2、7、13), 49%的一端具尾(图版, 3、4、6), 另15%的两端无尾(图版, 5)。导管分子穿孔板存在着两种类型: 1. 两端均为一个单穿孔板; 2. 一端为一个单穿孔板另一端为两个单穿孔板及中间过渡类型(图版, 6~10)。所观察的离析材料中导管分子均为孔纹导管(Pitted vessel), 未见螺旋加厚(Spiral thickening)。其中有3%的导管分子具有内含物和侵填体(图版, 10、11)。导管分子端壁斜度变化很大, 从两端壁十分倾斜(图版, 1、2、9), 经中间类型过渡到两端壁为几近横向(水平)(图版, 4、5)。还存在极少数特殊类型, 如两单穿孔位于同一端壁两侧相互对应(图版, 12), 端壁具两尾(图版, 14)和具径列条(图版, 15)的导管。

2.2 导管分子长度、宽度、端壁斜度

人心果茎次生木质部导管分子长度为 $(458.45 \pm 47.64) \mu\text{m}$, 宽度为 $(103.30 \pm 10.91) \mu\text{m}$, 长宽比为4.44:1, 端壁斜度变化在 $27^\circ \sim 90^\circ$ 之间。导管分子伴随着尾的消失, 其长度缩短而宽度增加, 反映了其个体发育的进化历程, 如两端具尾的长度为 $(522.11 \pm 90.57) \mu\text{m}$ 、宽度为 $(98.23 \pm 17.75) \mu\text{m}$, 一端具尾的长度为 $(430.48 \pm 64.02) \mu\text{m}$ 、宽度为 $(106.08 \pm 15.95) \mu\text{m}$, 而无尾的长度为 $(397.06 \pm 88.96) \mu\text{m}$ 、宽度为 $(109.38 \pm 19.55) \mu\text{m}$, 其端壁斜度变化均在 $27^\circ \sim 90^\circ$ 之间。

2.3 纹孔式

管间纹孔均为互列纹孔式(图版, 13), 纹孔口内含。导管射线间纹孔式为混合型纹孔与横列刻痕状纹孔(图版, 3、4、7)以及穿孔(图版, 16、17)。

3 讨论

3.1 导管分子结构及其演化

人心果茎次生木质部的离析材料中, 导管分子绝大多数为单穿孔板, 管间纹孔式均为互列纹孔式, 且部分导管分子无尾并具有横向端壁, 这些均为导管分子系统演化过程中较为进化的特征, 但有些导管分子上仍存在着具有尾以及比较倾斜的端壁和复穿孔板等许多较原始的性状。这种现象表明同种植物同一组织性状的进化不一定以相同的速度同步发生。这种情况在许多植物次生木质部的导管分子上存在, 如芒果(*Mangifera indica*)、银桦(*Grevillea robusta*)以及沉香(*Aquilaria agallocha*) (李正理, 1993; 陈树思和唐为萍, 2004a, 2004b, 2005; 李红芳等, 2005)。另一方面, 人心果导管分子结构的多样性也许是导管分子在发育过程中以不同状态(发育程度)共存的表现, 但也似乎说明人心果管状分子的个体发育重演了系统发育的历程, 如尾的演化: 从两端具尾—一端具尾, 一端无尾—两端无尾; 如端壁的斜度: 从十分倾斜—经过渡类型演化到近水平; 另外, 导管分子伴随着尾的消失, 其长度缩短而宽度增加, 这似乎也反映了导管分子系统演化发育的历程。

3.2 穿孔板结构及其演化

被子植物导管分子的单穿孔板是由管胞经梯状或网状穿孔板演化而来, 并且端壁水平的单穿孔板为进化类型(Bailey, 1944; 陈永哲和李正理, 1990; 李红芳等, 2005)。人心果导管分子的个体发育至少提供这样一个事实, 即在单穿孔板形成之前, 还存在有导管分子同一个端壁上具两个单穿孔板的复穿孔板类型(图版, 6、7), 这两个单穿孔经纵向融合便形成高度特化的导管分子端壁单穿孔板(图版, 8~10), 这至少反映了导管分子穿孔板的某种系统演化的历程, 同时也为研究被子植物导管分子穿孔板的系统演化提供了新的证据。在银桦和沉香的导管分子中也观察到这种现象(陈树思和唐为萍, 2004a, 2004b)。

3.3 导管内含物

人心果离析材料中有些导管分子内具有厚壁的硬化侵填体, 呈圆球形(图版, 11)而堵塞导管腔, 还有些具有无定形的内含物(图版, 10)。Bonsen和Kucera(1990)认为, 在生活的植物体中导管内含物有两个功能, 一是堵塞导管抵抗微生物入侵, 二是防止导管中液流栓塞的发生。导管内含物

的存在与否以及形态特征在木材鉴别上常有价值，还有人认为导管侵填体的出现应该是一种进化的趋势（吴勇辉等，2003）。

3.4 导管—射线间纹孔式

导管—射线间纹孔式通常有横列刻痕状、纵列刻痕状、肾脏形、大圆形、类似管间纹孔式等的单纹孔（或具狭缘）和单侧复纹孔式。人心果导管—射线间纹孔式主要为混合型纹孔与横列刻痕状纹孔（图版，3、4、7），极少数出现了导管射线间穿孔（图版，16、17）。混合型纹孔直径可达 44.26 μm ，横列刻痕状纹孔宽可达 86.40 μm ，高达 26.97 μm ，而导管射线间穿孔宽可达 77.96 μm ，高达 39.06 μm 。Carlquist (1984) 曾提出导管分子之间、导管与其它邻近细胞之间组成“水分运输聚合体”的概念。在人心果中它们通过端壁穿孔或侧壁纹孔（穿孔）相互联系，形成一个庞大的水分运输系统，导管是水分纵向运输的主体，而木射线应该是水分横向（或短距离）运输的主体。

3.5 导管的特殊结构

人心果导管分子还存在着极少数特殊类型，如两单穿孔板位于同一端壁两侧相互对应，这除进一步说明导管分子穿孔板发生部位的多样性外，还似乎说明一个导管分子一端可能同时与两个导管分子相连改变水分等的运输方向而起到所谓的“弯头”作用，或者似乎说明导管分子除首尾相连外，尚存在着一种“肩并肩”的连接方式，此种穿孔的形成可能与纺锤状原始细胞的滑走生长（尤其是在非叠生型形成层中）有一定的联系。另一种特殊类型径列条是细胞壁上的一种条状加厚，横过细胞腔，多见于针叶树材的管胞，亦见于阔叶树材的木纤维等，双子叶植物内少见报道，在野核桃 (*Juglans eathayensis*) 的木材中曾发现过，其机能尚不清楚。因此，人心果导管分子中径列条在水分生理中的意义还有待于进一步的研究。

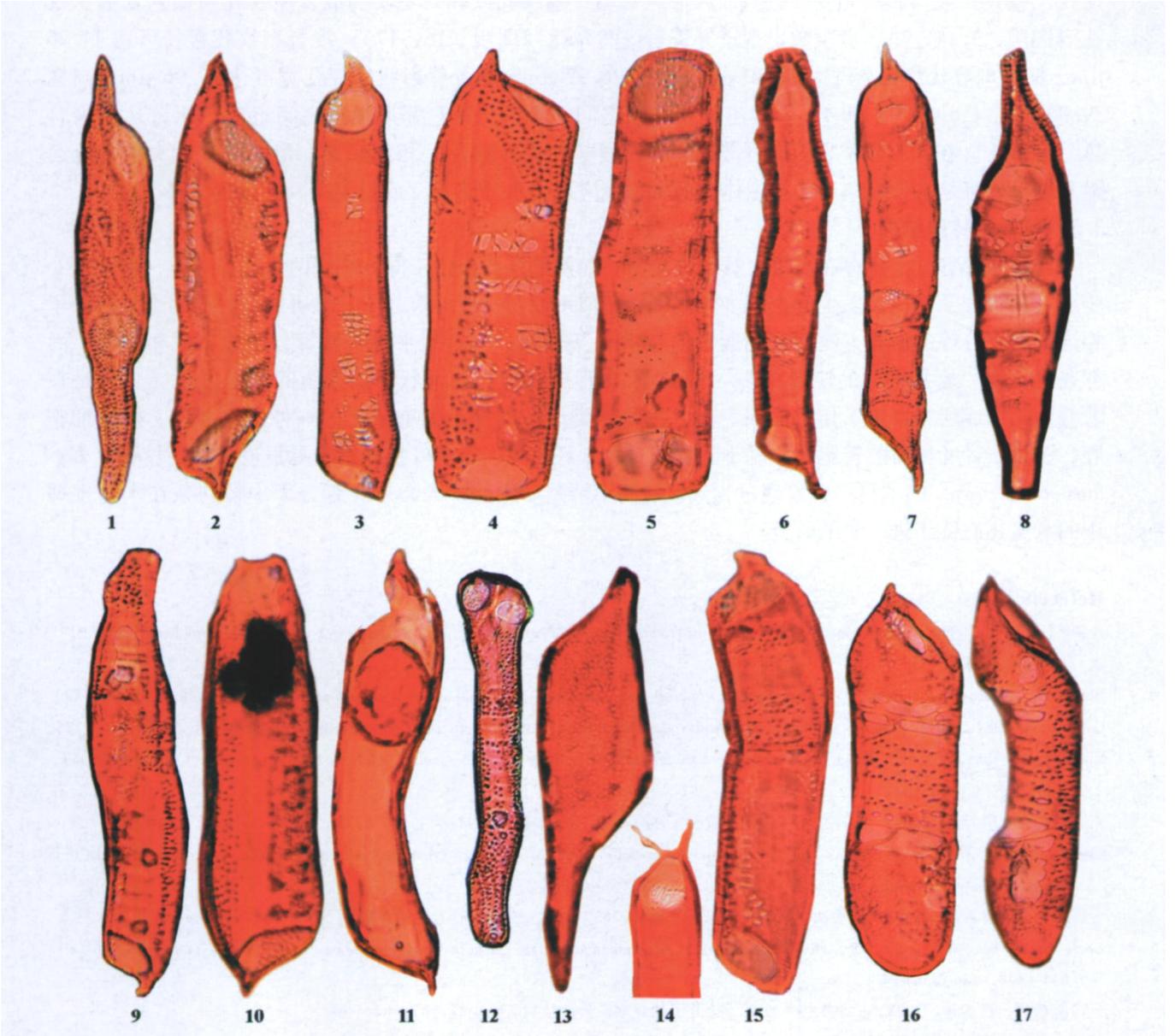
References

- Bailey IW. 1944. The development of vessels in angiosperms and its significance in morphological research. *American Journal of Botany*, 31 (7): 421 - 428.
- Bonsen K J M, Kucera L J. 1990. Vessel occlusions in plants: morphological, functional and evolutionary aspects. *IWA Bull*, 11: 393 - 399.
- Carlquist S. 1984. Vessel grouping in dicotyledon woods: significance and relationship to imperforate tracheary elements. *Aliso*, 10: 505 - 525.
- Chen Shu-si, Tang Wei-ping. 2004a. Observation and study on the vessel elements of secondary xylem in *Grevillea robusta*. *Guihaia*, 24 (4): 380 - 382. (in Chinese)
- 陈树思, 唐为萍. 2004a. 银桦次生木质部导管分子观察研究. *广西植物*, 24 (4): 380 - 382.
- Chen Shu-si, Tang Wei-ping. 2004b. Observe and study of vessel elements of secondary xylem in *Aquilaria agallocha*. *Journal of Central China Normal University (Natural Science)*, 38 (4): 486 - 489. (in Chinese)
- 陈树思, 唐为萍. 2004b. 沉香次生木质部导管分子研究. *华中师范大学学报 (自然科学版)*, 38 (4): 486 - 489.
- Chen Shu-si, Tang Wei-ping. 2005. Observation of vessel elements of secondary xylem in *Mangifera indica*. *Acta Botanica Yunnanica*, 27 (6): 644 - 648. (in Chinese)
- 陈树思, 唐为萍. 2005. 芒果次生木质部导管分子的观察. *云南植物研究*, 27 (6): 644 - 648.
- Chen Yong-zhe, Li Zheng-li. 1990. Comparative studies of perforation plate structures of vessel in Ranunculaceae. *Acta Botanica Sinica*, 32 (40): 245 - 251. (in Chinese)
- 陈永哲, 李正理. 1990. 毛茛科植物导管穿孔板结构的比较观察. *植物学报*, 32 (40): 245 - 251.
- IWA Committee. 1989. IWA list of microscopic features for hardwood identification. *IWA Bulletin*, 10 (3): 219 - 332.
- Li Hong-fang, Tian Xian-hua, Ren Yi. 2005. Research progress in vessel and perforation plate of vascular plants and some considerations for future research. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*, 25 (2): 419 - 424. (in Chinese)
- 李红芳, 田先华, 任毅. 2005. 维管植物导管及其穿孔板的研究进展. *西北植物学报*, 25 (2): 419 - 424.
- Li Zheng-li. 1993. Perforation plates of vessels in dicotyledon woods. *Chinese Bulletin of Botany*, 10 (Suppl): 18 - 25. (in Chinese)
- 李正理. 1993. 阔叶材导管的穿孔板. *植物学通报*, 10 (增刊): 18 - 25.
- Li Zheng-li. 1996. *Anatomy of plant tissue*. Beijing: Beijing University Press: 91 - 92. (in Chinese)
- 李正理. 1996. 植物组织制片学. 北京: 北京大学出版社: 91 - 92.

Tippo O. 1941. A list of diagnostic characteristics for descriptions of dicotyledonous woods Trans Illinois Acad Sci, 34: 105 - 106

Wu Yong-hui, You Ji-hong, Liang Ze-ben, Qi Wei-chen, Lu Jing-mei 2003 Study on the different types of inclusion in vessel elements of *Glycine* L. Journal of Northeast Normal University (Natural Science), 35 (4): 94 - 96 (in Chinese)

吴勇辉, 由继红, 梁泽本, 齐伟辰, 陆静梅. 2003. 大豆属植物导管分子中不同类型内含物的研究. 东北师大学报 (自然科学版), 35 (4): 94 - 96



图版说明: 1, 2, 7, 13 两端具尾的导管; 3, 4, 6 一端具尾一端无尾的导管; 5 两端无尾的导管; 3, 4, 7 导管与射线间的混合型纹孔与横列刻痕状纹孔; 10, 11 内含物和侵填体; 12 两单穿孔板位于同一端相互对应; 13 互列纹孔式; 14 端壁具两尾; 6~10 单穿孔板的形成过程: 6, 导管分子具 3 个单穿孔; 7, 导管分子一端壁具一个单穿孔另一端壁具两个单穿孔; 8~10, 导管分子一端壁具一个单穿孔另一端壁两个单穿孔正在融合; 15 径列条; 16, 17 导管与射线间的穿孔, 同一导管的不同侧面。1~17: $\times 160$ 。

Explanation of plates: 1, 2, 7, 13 Tail in the either of top wall; 3, 4, 6 Only one tail in vessel element; 5 No tail; 3, 4, 7 The mixed type pitting and gash-like pitting between vessel and ray; 10, 11 Inclusion and tylosis; 12 Two simple perforations are in the opposite side wall of the same vessel; 13 The alternate pitting; 14 Two tails in the end wall; 6 - 10 Occurrence of simple perforation plate: 6, Three simple perforations in the same vessel; 7, One end simple perforation, the other two simple perforations; 8 - 10, One end simple perforation, the other two simple perforations are inoculating; 15 Trabeculae; 16, 17 Perforation between vessel and ray; 16 and 17 are the different transverse planes of the same vessel 1 - 17: $\times 160$.