

## 芒果次生木质部导管分子的观察

陈树思, 唐为萍

(韩山师范学院生物系, 广东 潮州 521041)

摘要: 运用细胞图象分析及显微照相的方法对芒果 (*Mangifera indica* L.) 次生木质部不同的导管分子进行了观察。并且对这些导管分子的构造、进化趋势以及同一导管分子上的特殊结构进行了详细的讨论。

关键词: 芒果; 导管分子; 形态结构

中图分类号: Q 944.5

文献标识码: A

文章编号: 0253 - 2700(2005)06 - 0644 - 05

## Observation of Vessel Elements of Secondary Xylem in *Mangifera indica*

CHEN Shu-Si, TANG Wei-Ping

(Department of Biology, Hanshan Teachers College, Chaozhou 521041, China)

**Abstract:** The various vessel elements in the secondary xylem of *Mangifera indica* L. are observed respectively with Bio-microscope image analysis system and supplied their photographs in the present paper. Their conformation, evolutionary trend and special structures in the same vessel are discussed in detail.

**Key words:** *Mangifera indica*; Vessel elements; Conformation and structure

芒果 (*Mangifera indica* L.) 为漆树科芒果属常绿大乔木, 原产印度等地, 我国西南部、南部和东南部均有栽培, 是著名的热带水果。树皮和叶可提取黄色染料, 木材适作造船、车辆等的板材 (陈封怀, 1991)。果实入药, 性味甘酸、凉, 具益胃、止呕、解渴、利尿之功效; 叶、果核、树皮均可入药, 但性味、功效有所不同 (江苏新医学院, 1986)。我国种植芒果的历史很长, 早在唐代就从印度引种到中国, 成熟芒果色、香、味俱佳, 含有丰富的脂肪、蛋白质、粗纤维、碳水化合物、钙、磷、铁等矿物元素及多种维生素, 特别是果肉中的胡萝卜素高达 2.4 mg 100 g, 是香蕉的 10 倍、苹果的 50 倍, 具有很高的营养成分和开发利用价值 (王建立等, 1997)。目前, 国内外在芒果的食品开发等方面做了大量的工作, 成俊卿 (1980)、刘鹏等 (1993) 对芒果木材结构曾进行过描述, 但稍有不同, 此外还有人对芒果果实、外植体组织培养以及芒果叶片组织的细胞结构与耐寒性的关系等方面进行了研究。对芒果导管分子的研究未见报道, 本文主要从解剖学角度对芒果次生木质部导管分子进行了观察研究, 以期对芒果的理论研究和果树生产提供解剖学参考资料。

---

收稿日期: 2005 - 02 - 16, 2005 - 08 - 08 接受发表

作者简介: 陈树思 (1963-) 男, 河南洛阳人, 硕士, 副教授, 主要从事植物生物学教学和植物形态解剖学研究工作。

## 1 材料和方法

实验用材料采自潮州市桥东红山林场。取材部位位于树干胸径处（距地面 1.5 m 左右）之边材，取材树龄 10 年以上。

材料用离析液离析（李正理，1996），用 1% 番红水溶液染色，制成临时装片。OLYMPUS CH30 型生物显微镜观察，数码摄影显微镜拍摄，放大倍数见图 1。

导管分子测 100 个，求平均值及标准误差。依据 Tippo (1945) 的描述双子叶植物木材所用鉴定特征表中的术语对导管进行描述。

## 2 观察结果

### 2.1 导管分子类型

在芒果茎次生木质部的离析材料中，所观察到的导管分子大多数较窄，仅少数的宽度比长度大 1~2 倍（图 1）。

多数导管分子具尾，其中 40% 的导管分子两端具尾，43% 的导管分子一端具尾（图 1: 1、2、3、8、9），而另 17% 的导管分子无尾（图 1: 4、10）。均为单穿孔板，并且绝大多数导管分子的单穿孔位于两端端壁上，极少数（6%）两单穿孔位于近顶端两侧壁相对应的位置上（图 1: 5）。导管中未发现侵填体，均为孔纹导管，有些（10%）较窄导管分子的次生壁上具有明显的三生螺纹加厚（图 1: 6），与成俊卿（1980）、刘鹏等（1993）的描述有所不同。端壁斜度的变化是从两端壁比较倾斜（图 1: 1、3、7）经中间类型过渡到两端壁为横向（水平状态）或几近横向（图 1: 4、10）。

表 1 芒果离析导管分子特征

Table 1 Comparison of the dispersed vessel elements of *Mangifera indica*

导管分子长度 Length of vessels ( $\mu\text{m}$ )	导管分子宽度 Width of vessels ( $\mu\text{m}$ )	端壁斜度 End wall's angle
403.79 $\pm$ 11.14	119.80 $\pm$ 2.99	31°~90°

### 2.2 导管分子长度、宽度、端壁斜度

芒果茎次生木质部导管分子长度、宽度、端壁斜度特征见表 1。

不同类型导管分子长度、宽度特征见表 2，其端壁斜度变化均在 31°~90° 范围之内。

### 2.3 纹孔式

导管分子中，管间纹孔均为互列纹孔式且呈多角形并外展呈缝隙状（图 1: 5）。导管与薄壁细胞间以大的圆形或椭圆形单纹孔相连接。

表 2 芒果不同类型导管分子特征

Table 2 Comparison of the various vessel elements of *Mangifera indica*

两端具尾的导管 Both directions of vessel element with tail		一端具尾的导管 Vessel element with one tail		无尾的导管 Vessel element without tail	
长度 Length ( $\mu\text{m}$ )	宽度 Width ( $\mu\text{m}$ )	长度 Length ( $\mu\text{m}$ )	宽度 Width ( $\mu\text{m}$ )	长度 Length ( $\mu\text{m}$ )	宽度 Width ( $\mu\text{m}$ )
480.06 $\pm$ 13.12	110.81 $\pm$ 3.45	352.21 $\pm$ 14.32	123.20 $\pm$ 4.22	261.40 $\pm$ 16.67	137.28 $\pm$ 5.78

## 3 讨论

芒果茎次生木质部的离析材料中，导管分子均为单穿孔，管间纹孔式均为互列纹孔式，且少数纹孔导管分子次生壁上具有三生螺纹加厚，这些均为导管分子系统演化过程中

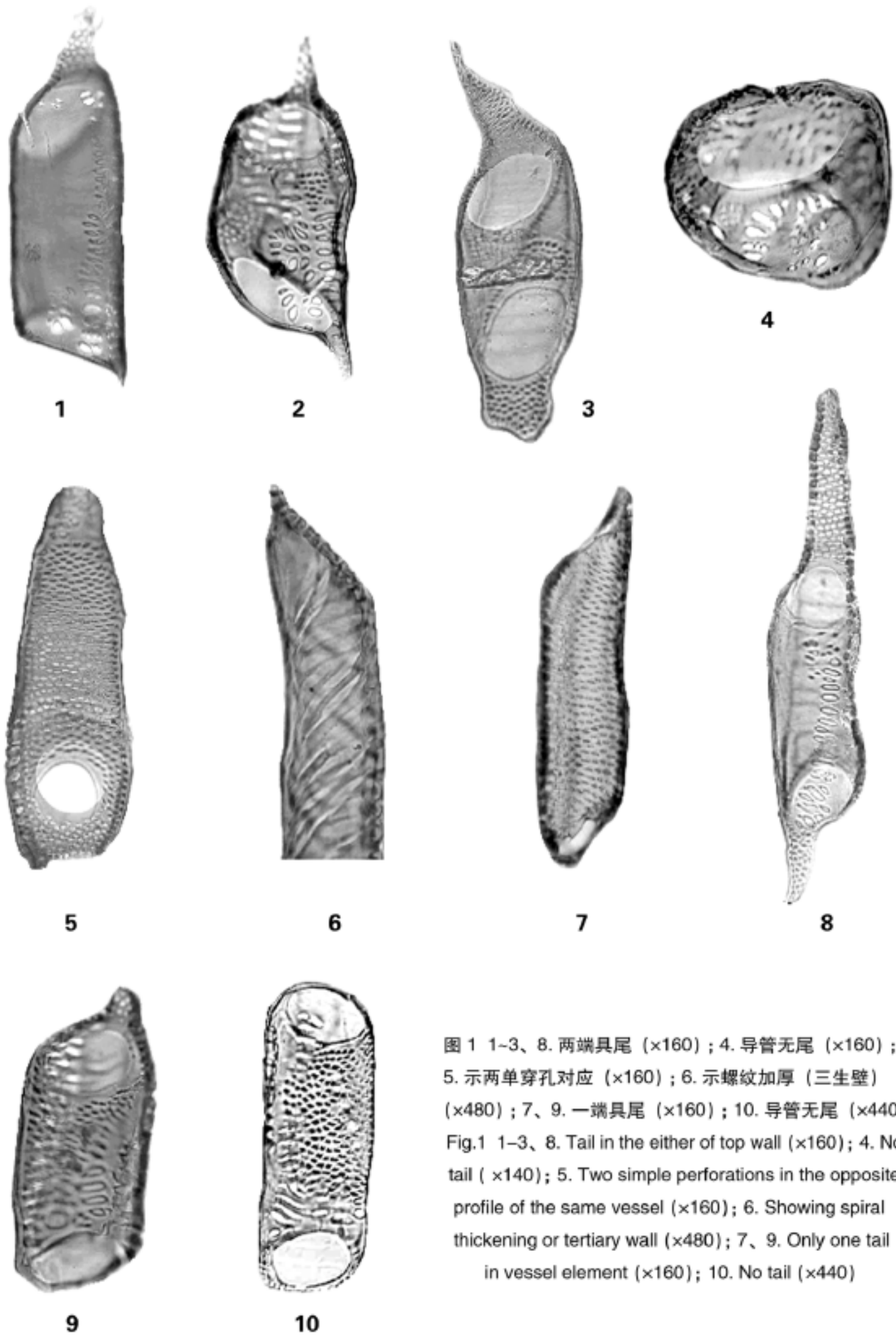


图 1 1-3、8. 两端具尾 (×160) ; 4. 导管无尾 (×160) ;  
 5. 示两单穿孔对应 (×160) ; 6. 示螺旋加厚 (三生壁)  
 (×480) ; 7、9. 一端具尾 (×160) ; 10. 导管无尾 (×440)  
 Fig.1 1-3、8. Tail in the either of top wall (×160); 4. No  
 tail (×140); 5. Two simple perforations in the oppsite  
 profile of the same vessel (×160); 6. Showing spiral  
 thickening or tertiary wall (×480); 7、9. Only one tail  
 in vessel element (×160); 10. No tail (×440)

较为进化的特征（俞诚鸿，1954；Fahn，1990；Frost，1930；K. 伊稍，1973；A.S. 福斯特等，1983）。这似乎表明其导管的演化地位较高，但在不同类型的导管上仍存在着具有尾以及比较倾斜的端壁等许多较原始的性状。这种现象表明在植物系统演化过程中，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，如银桦 *Grevillea robusta*、白木香 *Aquilaria sinensis* 以及沉香 *Aquilaria agallocha*（陈树思和唐为萍，2004 a, b, c）。

木质部管状分子是由维管形成层纺锤状原始细胞及其衍生细胞发育而来的。大量的实验研究证明（樊汝汶等，1999），纺锤状原始细胞及其衍生细胞在分化发育为管状分子时必然受到某些因素的制约。在单个细胞周围以及细胞内的微环境决定了其分化和发育，而这一微环境主要是由不同量和不同比例的植物激素组成，如脱落酸对导管的分化起抑制作用；导管的直径与生长素成反比；钙离子和全钙蛋白质（Calcium-binding protein）在控制导管分子分化时起着重要的调节作用等等。另一方面，季节性的外在因素如阳光、水分、养分及温度等会大大修饰组织水平的木质部表型，如蔗糖的浓度随季节发生变化，可影响木质部细胞的分化；淀粉储量的消长与形成层的活动周期有很强的相关性。Carlquist（1985）提出的木质部进化的生态学途径也认为，在现代生存的植物木质部中结构上的差异是功能适应于生长环境的进化变化的结果，这种适应性的变化是由于各种植物类群的不同生长环境的选择压力而引起的，与湿度的利用、蒸腾作用以及机械强度的需要有关。因此，芒果茎次生木质部管状分子的分化和形成过程中，必然也受到这些因子的影响和制约，故出现了不同样式的导管。然而这些不同样式的形成，仅仅是形成层基因组在初级细胞分化活动中的可塑性表达造成的，其物种的基本结构特征仍然稳定。这正是遗传的稳定性和变异的规律性的统一的反映。由此也说明芒果茎次生木质部管状分子的个体发育重演了系统发育的历程，如尾的演化：从两端具粗大长尾（图 1：3、8） 两端具短尾（图 1：2） 一端具残存将消失的尾，一端具短尾（图 1：1） 一端具尾，一端无（图 1：7、9） 两端无尾（图 1：4、10）；如端壁的斜度：从十分倾斜的端壁（图 1：1、3、7） 端壁水平或近水平（图 1：4、10）；由表 2 也可以看出，导管分子个体发育中长度逐渐缩短而宽度逐渐加大。

芒果茎次生木质部导管分子中还存在着特殊的现象。如图 1 中的 5 所示的导管，两单穿孔均位于导管顶端两侧并且相互对应，这种现象在银桦、白木香以及沉香的导管分子上均可发现（陈树思和唐为萍，2004 a, b, c）。虽然导管分子穿孔板发生的位置与穿孔处细胞壁的结构及穿孔形成的过程有关（Fahn 著，吴树明译，1990），但此处顶端两侧壁上两单穿孔的形成还应与导管的输导功能是相适应的，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，从而使一个导管分子一端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。

芒果是喜热、喜光、要求高温、全光照、较耐旱、怕霜冻的热带树种，有效生长温度 18 ~ 35 ，开花期还需配合干旱少雨的气候条件，以满足生殖生长的需要（王建立等，1997）。这种对环境的要求必然在其内部结构的特征上有所反映。Carlquist（1985）认为管壁上的螺纹加厚，窄的导管分子可增加导管的机械强度，并且能维持较高的水张力，能提

高管壁对水分的粘着力, 增加管内水分的内聚力, 减少管内产生气泡的危险, 以抵抗干旱环境所产生的负高压。芒果茎次生木质部中具有螺纹加厚的窄的导管支持了这一观点, 这一现象与刘和等 (1996) 在杏李次生木质部导管分子的解剖学研究中得出的结论相一致, 这种螺纹加厚的导管是芒果抗旱性较强的解剖学特征之一。

### 〔参 考 文 献〕

- 江苏新医学院, 1986. 中药大词典 (上册) [M]. 上海: 上海科学技术出版社
- 成俊卿, 1980. 中国热带及亚热带木材 [M]. 北京: 科学出版社
- 刘鹏, 杨家驹, 卢鸿俊, 1993. 东南亚热带木材 [M]. 北京: 中国林业出版社
- 李正理, 1996. 植物组织制片学 [M]. 北京: 北京大学出版社
- 陈封怀, 1991. 广东植物志 (第2卷) [M]. 广州: 广东科技出版社
- 俞诚鸿, 1954. 次生木质部的进化与植物系统发育的关系 [J]. 植物学报, 3 (2): 183—194
- A. Fahn 著, 吴树明等译, 1990. 植物解剖学 [M]. 天津: 南开大学出版社
- A.S. 福斯特等著, 李正理等译, 1983. 维管植物比较形态学 [M]. 北京: 科学出版社
- K. 伊稍著, 李正理译, 1973. 种子植物解剖学 [M]. 上海: 上海人民出版社
- Carlquist S, 1985. Wood anatomy of Coriariaeae: phylogenetic and ecological implications [J]. *Syst Bot*, 10: 174—183
- Chen SS (陈树思), Tang WP (唐为萍), 2004a. Observation and study on the vessel elements of secondary xylem in *Grevillea robusta* [J]. *Guihaia* (广西植物), 24 (4): 380—382
- Chen SS (陈树思), Tang WP (唐为萍), 2004b. Observation and study of vessel elements of secondary xylem in *Aquilaria sinensis* [J]. *J Hanshan Teach Coll* (韩山师范学院学报), 25 (3): 83—84
- Chen SS (陈树思), Tang WP (唐为萍), 2004c. Study of vessel elements of secondary xylem in *Aquilaria agallocha* [J]. *J Central China Nor Univ* (Nat Sci) (华中师范大学学报·自然科学版), 38 (4): 486—489
- Fan RW (樊汝汶), Yin ZF (尹增芳), Zhou J (周坚), 1999. A review of the study on the developmental biology of xylem [J]. *Chin Bull Bot* (植物学通报), 16 (4): 387—397
- Liu H (刘和), Yang PF (杨佩芳), Niu JS (牛吉山), *et al*, 1996. The anatomic study on secondary xylem vessel molecule [J]. *J Shanxi Agric Univ* (山西农业大学学报), 16 (4): 404—407
- Tippo O, 1945. A list of diagenetic characteristics for descriptions of dicotyledon wood [J]. *Trans Ile Acad Sci*, 34: 105—106
- Wang JL (王建立), Guan ZX (管正学), Zhang HZ (张宏志), 1997. Studies on current status of Mango resources and the processing technology [J]. *Natural Resources* (自然资源), 6: 52—59