

荔枝次生木质部导管分子及穿孔板观察研究

陈树思

(韩山师范学院 生物系, 广东 潮州 521041)

摘 要: 运用细胞图像分析系统及显微照相的方法, 对荔枝次生木质部导管分子进行了观察研究。在荔枝的次生木质部中导管分子存在着多种的样式, 并且导管分子穿孔板存在着 3 种类型: 两端均为一个单穿孔板; 一端一个单穿孔板另一端两个单穿孔板; 一端两个单穿孔板另一端三个单穿孔板。分别对其进行了描述, 并从导管分子个体发育与系统发育的角度进行了讨论。

关键词: 荔枝; 导管分子; 穿孔板

中图分类号: Q944.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2007)03-0397-04

Study on the vessel elements and perforation plate of secondary xylem in *Litchi chinensis*

CHEN Shu-Si

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

Abstract: The vessel elements of secondary xylem in *Litchi chinensis* are observed and studied by bio-microscope image analysis system and micrography. The result shows that there are various patterns of vessel elements and three types of perforation plates; both ends of the vessel element are simple perforation plate; one end with simple perforation, the other with two simple perforations; one end with two simple perforations, the other with three simple perforations. The ontogeny and phylogenesis of vessel elements in *Litchi chinensis* are also discussed.

Key words: *Litchi chinensis*; vessel elements; perforation plate

荔枝(*Litchi chinensis*)是无患子科荔枝属的常绿乔木, 高通常不超过 10 m, 有时可达 15 m 或更高(中国科学院中国植物志编辑委员会, 1985)。我国西南部、南部、东南部均有分布, 以广东、福建南部栽培最多。荔枝原产我国南部的热带亚热带地区, 是我国南部有悠久栽培历史的著名果树, 因色、香、味俱全, 故有岭南佳果之称。荔枝果实除食用外, 核入药为收敛止痛剂, 治心气痛和小肠气痛。木材坚实, 纹理雅致、耐腐, 历来为上等名材。花富含蜜腺, 是重要的蜜源植物。人们已对荔枝的生物学特性、栽培管理、生理生化、叶片和花蜜腺的结构等进行了较深入的研究, 但对荔枝导管分子的研究不多, 仅见于荔枝木材结构的描述时有过简单的报道(成俊卿等, 1980)。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, 只有将其结构探讨清楚, 才有可能更好地解释其功能, 才有可能更深入地探讨其生理作用及对环境的适应。

本文主要从解剖学角度对荔枝次生木质部导管分子进行了观察研究, 以期对荔枝的理论研究和果树生产提供解剖学参考资料。

1 材料和方法

材料采自潮州市果树研究所。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 15 a 以上。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。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

收稿日期: 2006-01-24 修回日期: 2006-11-10

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。

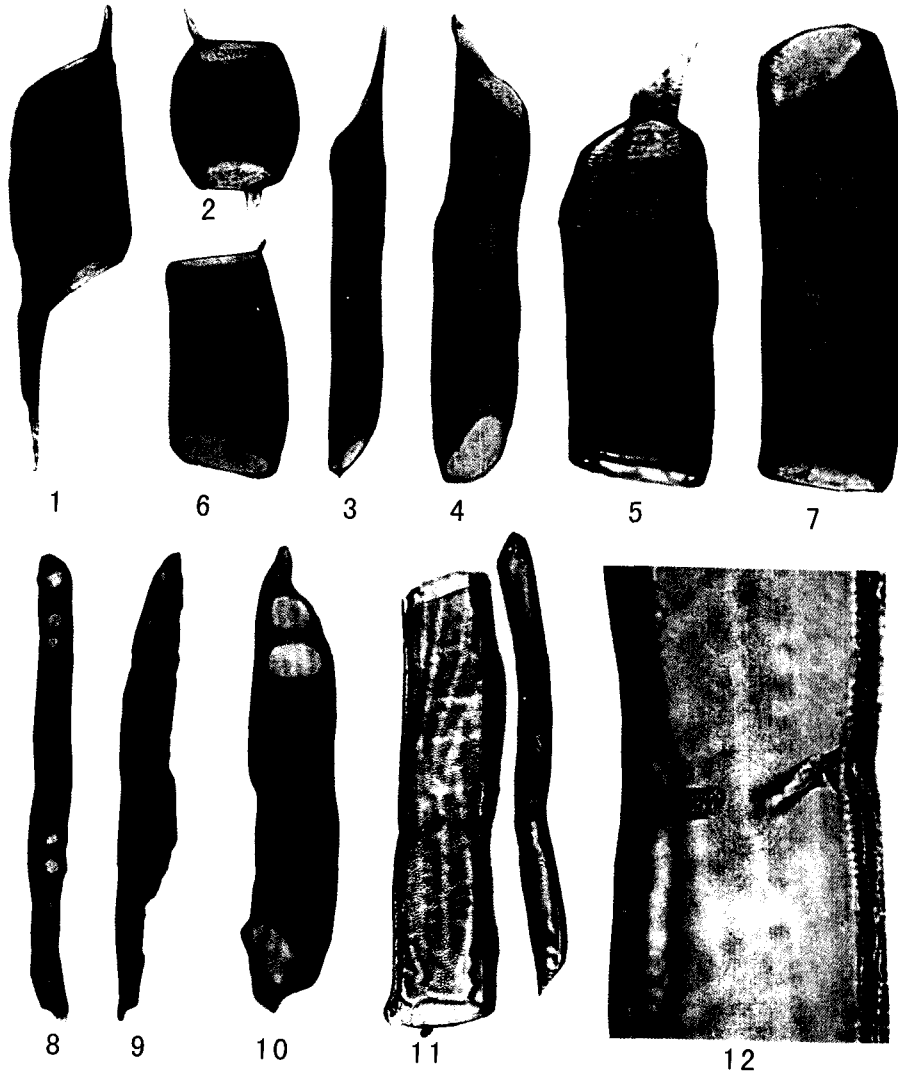
版。导管分子测 100 个,求平均值及标准误差。依据 Tippe(1941)的描述双子叶植物木材所用鉴定特征表中的术语对导管进行描述。

2 观察结果

2.1 导管分子类型

在荔枝茎次生木质部的离析材料中,多数导管

分子具尾,其中 44% 的导管分子两端具尾,40% 的导管分子一端具尾(图版 I:1-6),而另 16% 的导管分子无尾(图版 I:7,11)。均为单穿孔,但导管分子穿孔板存在 3 种类型:两端均为一个单穿孔板;一端一个单穿孔板另一端两个单穿孔板(图版 I:10);一端两个单穿孔板另一端三个单穿孔板(图版 I:8、9)。绝大多数导管分子的单穿孔位于两端端壁上,极少数单穿孔位于近顶端侧壁上。导管中未发现侵



图版 I 1-3. 两端具尾的导管; 4-6. 一端具尾一端无尾的导管; 7. 两端无尾的导管; 8-9. 一端两个单穿孔板另一端三个单穿孔板的导管; 10. 一端一个单穿孔板另一端两个单穿孔板的导管; 11-12. 示径列条, 12 为 11 的放大; 1-11. $\times 160$; 12. $\times 480$ 。

Plate I 1-3. Vessel with a tail at either end; 4-6. Vessel with a tail at one end; 7. Vessel without tail; 8-9. Vessel with two simple perforation at one end and three at the other; 10. Vessel with a simple perforation and two at the other; 11-12. Showing the tracheulae, 12 is the blow-up of 11; 1-11. $\times 160$; 12. $\times 480$.

填体,均为孔纹导管。端壁斜度变化是从两端壁比较倾斜(图版 I:3、4、8、9)经中间类型过渡到两端壁为横向(水平状态)或几近横向(图版 I:2、6、7、11)。

2.2 导管分子长度、宽度、端壁斜度

荔枝茎次生木质部导管分子长度为 $472.99 \pm 48.31(\mu\text{m})$, 宽度 $78.41 \pm 8.38(\mu\text{m})$ 、端壁斜度为

12°~90°。不同类型导管分子长度、宽度特征见表1,其端壁斜度变化均在12°~90°之间。

2.3 纹孔式

导管分子中,管间纹孔均为互列纹孔式(图版 I :3,9),纹孔口圆形或合生。与薄壁细胞相连的导管壁上为纹孔口合生的具缘纹孔或较小的单纹孔(图版 I :7,11)。

表 1 荔枝不同类型导管分子特征
Table 1 Comparison of the various vessel elements of *Litchi chinensis*

导管类型 Type of vessel	长度(μm) Length	宽度(μm) Width
两端具尾的导管 With a tail at either end	510.14±78.57	70.87±11.48
一端具尾的导管 With a tail at one end	465.98±75.59	79.51±11.53
无尾的导管 Without tail	388.37±70.99	96.42±15.80

3 讨论

双子叶植物次生木质部导管分子演化趋势在许多文献中有着详尽的描述(俞诚鸿,1954;Fahn,1990;Frost,1930;伊稍,1973;福斯特等,1983)。荔枝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,但在不同类型的导管分子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,如芒果(*Mangifera indica*)(陈树思等,2005)、银桦(*Grevillea robusta*)(陈树思等,2004a)以及沉香(*Aquilaria agallocha*)(陈树思等,2004b)。

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(樊汝汶等,1999)。大量的实验研究证明,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。在此种细胞附近或(和)细胞内的内环境决定了其分化和发育,而这一内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。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提出的木质部进化的生态学途径(Fahn,1990)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,荔枝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与变异的规律性的统一的反映。由此也说明荔枝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:从两端具长尾(图版 I :1,2)→一端具长尾,一端具短尾(图版 I :3)→一端具长尾,一端无尾(图版 I :4,5)→一端具短尾,一端无尾(图版 I :6)→两端无尾(图版 I :7,11);如端壁的斜度:从十分倾斜的端壁(图版 I :3,4,8,9)→经过渡类型演化到端壁水平或近水平(图版 I :2,6,7,11);由表2也可以看出,荔枝导管分子个体发育中长度逐渐缩短而宽度逐渐加大,这也反映了导管分子系统演化发育的历程。

导管的多穿孔板现象在维管植物中报道不多,主要集中在蕨类植物中,在被子植物中报道更少(李红芳等,2005)。在灯台树(*Cornus controversa*)(朱俊义,2002)导管中曾发现一个导管分子可具有3个穿孔板,一个位于导管分子的一端,而另外两个单穿孔板则位于导管分子的另一端。在沉香(陈树思等,2004b)的导管中也曾报道过类似的现象,并且在银桦(陈树思等,2004a)的导管中报道过一个导管分子的三个单穿孔板除两端壁各具有一个外,在侧壁中部还具有一个的现象。在荔枝的导管分子中,多穿孔板的情况更为复杂,不仅出现了一个单穿孔板位于导管分子的一端,而另外两个单穿孔板则位于导管分子的另一端的现象(图版 I :10),还出现了导管分子一端具两单穿孔板而另一端具三个单穿孔板的现象。Carlquist 和 Schneider 认为,端壁多穿孔板的发生可能与管状分子间的相互位置有关,在蕨类植物中导管端部与相邻分子接触的几个面都可能形

成穿孔板,侧壁也应该是这样的(李红芳等,2005)。笔者认为,多穿孔板的形成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)似乎有一定的联系,因为灯台树、沉香、银桦和荔枝的多穿孔板均发生在十分倾斜的端壁上甚至是侧壁上,同时与导管的输导功能也应该是相适应的,尤其是侧壁穿孔板似乎说明导管分子不仅首尾相连,也可通过第三个穿孔侧向连接形成分枝系统。

关于导管分子穿孔板的系统演化,人们曾进行过广泛而深入的研究。通常认为,被子植物导管分子的单穿孔板是由管胞经梯状或网状纹孔演化而来,并且端壁水平的单穿孔板为进化类型(俞诚鸿,1954;Fahn,1990;Frost,1930;伊稍,1973;福斯特等,1983;李红芳等,2005)。20 世纪后期,Muhammad 等(1982)在研究了买麻藤属(*Gnetum*)的导管分子结构之后,提出了拟梯状穿孔板(scalaroid perforation)的概念,并在买麻藤属的次生木质部中发现了拟梯状穿孔板、梯状穿孔板、麻黄式穿孔板和单穿孔板,进而认为各种不同类型的穿孔板的形成是由于圆形纹孔和圆形穿孔(或在胞壁物质和横条破坏之前的梯状纹孔和梯状穿孔)经侧面、纵向或斜向融合的结果。荔枝导管分子的个体发育至少提供这样一个事实,即穿孔板的演化是沿着一端具有 2 个单穿孔板,一端具有 3 个单穿孔板→一端具有 1 个单穿孔板,一端具有 2 个单穿孔板→两端各具有 1 个单穿孔板,这应该至少反映了导管分子的某种系统演化的历程,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多穿孔板的复穿孔板类型,当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。

在极少数荔枝导管分子次生壁上还存在着一种特殊的结构:径列条(trabeculae)(图版 I:11、12)。原为连续的棒状加厚,在显微镜下观察时,用解剖针敲击盖玻片使其翻转而不慎断裂)。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,也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,曾发现过径列条。其机能尚不清楚(成俊卿,1985)。因此,荔枝导管中径列条在水分生理中的意

义还有待于进一步的研究。

参考文献:

- 中国科学院中国植物志编辑委员会. 1985. 中国植物志(第 47 卷第 1 分册)[M]. 北京:科学出版社:32—34
- 成俊卿. 1985. 木材学[M]. 北京:中国林业出版社,65—91
- 成俊卿,等. 1980. 中国热带及亚热带木材[M]. 北京:科学出版社,355—356
- 李正理. 1996. 植物组织制片学[M]. 北京:北京大学出版社:91—92
- 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
- Fahn A(著),吴树明,刘德仪(译). 1990. 植物解剖学[M]. 天津:南开大学出版社:102—113
- 福斯特 AS,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:473—479
- 伊稍 K.(著),李正理(译). 1973. 种子植物解剖学[M]. 上海:上海人民出版社:76—85
- Chen SS(陈树思),Tang WT(唐为萍). 2004a. Observation and study on the vessel elements of secondary xylem in *Grevillea robusta*(银桦次生木质部导管分子观察研究)[J]. *Guihaia*(广西植物),24(4):380—382
- Chen SS(陈树思),Tang WP(唐为萍). 2004b. Observe and study of vessel elements of secondary xylem in *Aquilaria agallocha*(沉香次生木质部导管分子观察研究)[J]. *J Central China Normal Univ (Nat Sci)*(华中师范大学学报. 自然科学版),38(4):486—489
- Chen SS(陈树思),Tang WT(唐为萍). 2005. Observation of vessel elements of secondary xylem in *Mangifera indica*(芒果次生木质部导管分子的观察)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究),27(6):644—648
- 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(植物木质部发育生物学研究)[J]. *Chin Bull Bot*(植物学通报),16(4):387—397
- Frost FH. 1930. Origin of vessel[J]. *Bot Gaz*,89:67—94
- Li HF(李红芳),Tian XH(田先华),Ren Y(任毅). 2005. Research progress in vessel and perforation plate of vascular plants and some considerations for future research(维管植物导管及其穿孔板的研究进展)[J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*(西北植物学报),25(2):419—424
- Muhammad AF,Sattle R. 1982. Vessel structure of *gnetum* and the origin of angiosperms[J]. *AM J Bot*,69(6):1 004—1 021
- Tippo O. 1941. A list of diagnostic characteristics for descriptions of dicotyledonous woods[J]. *Trans Illinois Acad Sci*,34:105—106
- Zhu JY(朱俊义). 2002. The type of vessel element's perforation plate of *Cornus controversa*(灯台树导管分子穿孔板的类型)[J]. *J Wuhan Bot Res*(武汉植物学研究),20(3):188—190