

菠萝蜜叶和花的解剖结构研究

吴 钊, 丰 锋, 叶春海*

(广东海洋大学 农学院, 广东 湛江 524088)

摘 要: 运用石蜡切片和电镜扫描等方法对菠萝蜜叶和花进行解剖学的观察和研究, 结果表明: 菠萝蜜的叶是典型的异面叶; 表皮细胞的角质层较厚, 叶肉有 2~4 层栅栏组织, 海绵组织细胞间隙发达, 在叶肉和叶脉中还有较多含单宁的薄壁细胞, 叶脉的木质部非常发达; 说明了菠萝蜜的叶具有较强的耐旱和抗虫能力。花小, 单性, 花粉粒小而量多, 风媒传粉; 三孔花粉粒。

关键词: 菠萝蜜; 叶; 花; 解剖结构

中图分类号: Q944 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2008)06-0746-04

Studies on the anatomical structures of the leaf and flowers of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*)

WU Tian, FENG Feng, YE Chun-Hai*

(Agricultural College, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, China)

Abstract: The leaf and flower of Jackfruit were anatomized by paraffin method and the anatomical structures of the leaf and flower of jackfruit were observed under optical microscope or scanning electron microscopy. The results showed that the leaf of jackfruit is typical bifacial leaf, with relative thick horny layer of epidermis cell, 2 or 4-layer palisade tissue in mesophyll and more cell gap in spongy tissue. There are many tannin parenchyma cells between the mesophyll and the vein, and the xylem of the vein is highly developed. These results indicated that the leaf of jackfruit had relative strong drought tolerant and insect-resistant qualities. The jackfruit is propagated through anemophilous pollination, and its flower is unisexual and small, with tiny but rich pollen grains. The pollen grains are triaperturate.

Key words: jackfruit; leaf; flower; anatomical structure

菠萝蜜 (*Artocarpus heterophyllus*) 为桑科 (Moraceae) 桂木属 (*Artocarpus*) 的植物, 原产印度, 引入我国已有一千多年的历史, 其果肉味甜而有特殊香气, 是优稀的热带果树, 除鲜食外, 还可制作菜肴或进行深加工。现海南、广东、广西、云南、福建和四川南部的热带和南亚热带地区均有栽培, 以海南省种植最多, 广东省雷州半岛有普遍分布。对于菠萝蜜的研究, 国内外学者曾先后对其种质资源 (叶春海等, 2006)、遗传多态性 (叶春海等, 2005; Mitra &

Mani, 2000)、果实中的香气成分 (纳智, 2004)、种子所含淀粉的特性 (李秀娟等, 2004; 谭乐和等, 2000) 及果肉微量元素含量 (唐为萍等, 2005) 等作过研究, 而对菠萝蜜解剖结构的研究则只见对其茎的次生木质部导管分子进行观察 (唐为萍等, 2005), 有关叶和花的研究尚未见报道。本文对菠萝蜜的叶和花的解剖结构进行研究, 旨在为这一热带果树的进一步开发利用提供有关的解剖学资料。

收稿日期: 2007-04-24 修回日期: 2007-12-16

基金项目: 广东省农业科技攻关项目 (2005B20901030); 广东省农业厅农业科技项目 (B03083) [Supported by Agricultural Science and Technology Research and Development Program of Guangdong Province (2005B20901030); Agricultural Department of Guangdong Province (B03083)]

作者简介: 吴钊 (1963-), 女, 广东潮州市人, 硕士, 副教授, 主要从事植物学的教学与研究工作, (E-mail) wutian702@yahoo.com.cn.

* 通讯作者 (Author for correspondence, E-mail: gdyh@126.com)

1 材料与方 法

材料采自广东海洋大学主校区、南亚热带植物研究所、湛江市东海岛等地 10 年以上树龄正常结果的植株, 选取发育成熟且无病虫害的叶片及刚开花的雌、雄花序。

光学显微镜制片及观察: 叶片取其中部(过中脉)宽 1 cm, 长 0.5 cm 的小片段, 雌花序切成 0.5 cm×0.5 cm 的小块, 每一小块含小花 5~6 朵, 所取叶片和花的样本均以 FAA 固定液固定; 采用常规的石蜡切片法切片, 切片厚度 12 μm, 以番红-固绿对染, 制成永久切片。雄花序则取其新鲜花粉粒, 用 15% 蔗糖溶液在单凹玻片上培养 2 h 以上, 观察花粉粒的形态及其萌发。以上制片均在 Carl Zeiss 光学显微镜下观察并拍照。

扫描电镜观察: 从雄花序上取新鲜花粉粒, 用双面胶带固定在样品台上, 喷金镀膜后移入 PHILIPS XL30-EDAX 扫描电镜下观察并拍照。

2 结果与分析

不同地点所取材料的解剖结构没有明显差异。

2.1 叶的结构

与一般双子叶植物的叶相同, 菠萝蜜叶片的解剖结构可分为表皮、叶肉和叶脉。

表皮: 菠萝蜜叶片的上、下表皮均为单层细胞, 横切面为扁平状, 排列紧密, 外壁较厚且有明显的角质层。由于角质层的形成使表皮具有高度的不透水性, 有效地减少了体内水分的蒸腾(胡宝忠等, 2002), 因此角质层的厚薄通常反映了叶片对环境中水分和温湿条件的适应状况, 说明菠萝蜜的叶具有较强的耐旱能力。在表皮上气孔分布均匀, 常可见腺鳞分布, 腺鳞的头部由多个细胞构成, 呈圆球状, 柄部由一至二个细胞组成(图版 I: 1, 2)。

叶肉: 叶肉部分可明显地分为栅栏组织和海绵组织, 为典型的异面叶。栅栏组织由 2~4 层垂直于表皮的柱状细胞组成, 横切面上约占 1/3, 靠上方的一、二层排列较为紧密, 靠下方的排列略为疏松且细胞相对较小, 栅栏组织的细胞中含叶绿体的量较多; 靠下表皮的的海绵组织约占 2/3, 细胞排列极为疏松, 细胞间隙大, 细胞中的叶绿体较少。一般认为, 叶肉中栅栏组织和海绵组织的层数及叶绿体的含量与植

物光合作用的效率和对旱生环境的适应有关。另外, 在叶肉中还可见有些薄壁细胞的细胞质部分被番红染成红色, 可能是这些薄壁细胞中积累了较多的单宁的缘故(图版 I: 1, 4)。

叶脉: 中脉的结构与一般双子叶植物的相似, 由表皮、厚角组织、基本组织和维管束组成。表皮细胞横切面略呈柱状, 相对于叶片部分的表皮细胞小; 表皮内方是几层排列较为紧密的厚角细胞, 起支持作用; 中间的维管束大体上排成一圈, 靠上方的维管束较小, 靠下方的维管束较大, 这与大多数双子叶植物的叶脉维管束呈半月形排列略有不同; 木质部靠内方, 韧皮部靠外方, 中央还有少量的薄壁细胞组成髓; 木质部的导管非常发达(图版 I: 3)。侧脉的结构较为简单, 木质部在上方, 韧皮部在下方, 导管的管径较小, 韧皮纤维发达(图版 I: 2, 4)。在叶脉周围常有较多含单宁的薄壁细胞。

2.2 花的结构

菠萝蜜的花单性, 雌、雄同株, 均组成头状花序; 雌花序较短、圆(长径/短径约 1.51), 花序柄较粗, 雄花序相对较细长(长径/短径约 2.19), 花序柄也较细。许多无柄的小花着生于肉质的花轴上, 花被同形, 管状。雌花具雌蕊一枚, 子房上位, 发育成熟时雌蕊的柱头伸出; 雄花具雄蕊 1 枚, 花丝粗, 个字形着药(图版 I: 5), 发育成熟时花丝伸长使花药露出花外, 花粉囊壁纵裂, 散发出花粉粒。

从菠萝蜜雌花的切片观察, 雌蕊的子房 1 室, 内含 1 枚倒生胚珠, 胚珠着生于子房室一侧稍靠顶端处, 具 2 层珠被(图版 I: 6); 花被的表皮细胞上有许多倒钩状的表皮毛。表皮毛除与其保护作用有关外, 其形状也可能在柱头未伸出花外时, 起到暂时承接随风飘来的花粉粒的作用, 增加授粉机会(图版 I: 7)。

光学显微镜观察, 菠萝蜜的花粉粒呈圆球形, 直径为 $15.05 \pm 0.97 \mu\text{m}$, 形小而量多, 为典型的风媒传粉植物。在气温 20~25 °C 时, 用 15% 蔗糖溶液培养 1~2 h 可萌发出花粉管(图版 I: 8); 温度低于 15 °C 时, 只有极少量花粉粒能勉强萌发。

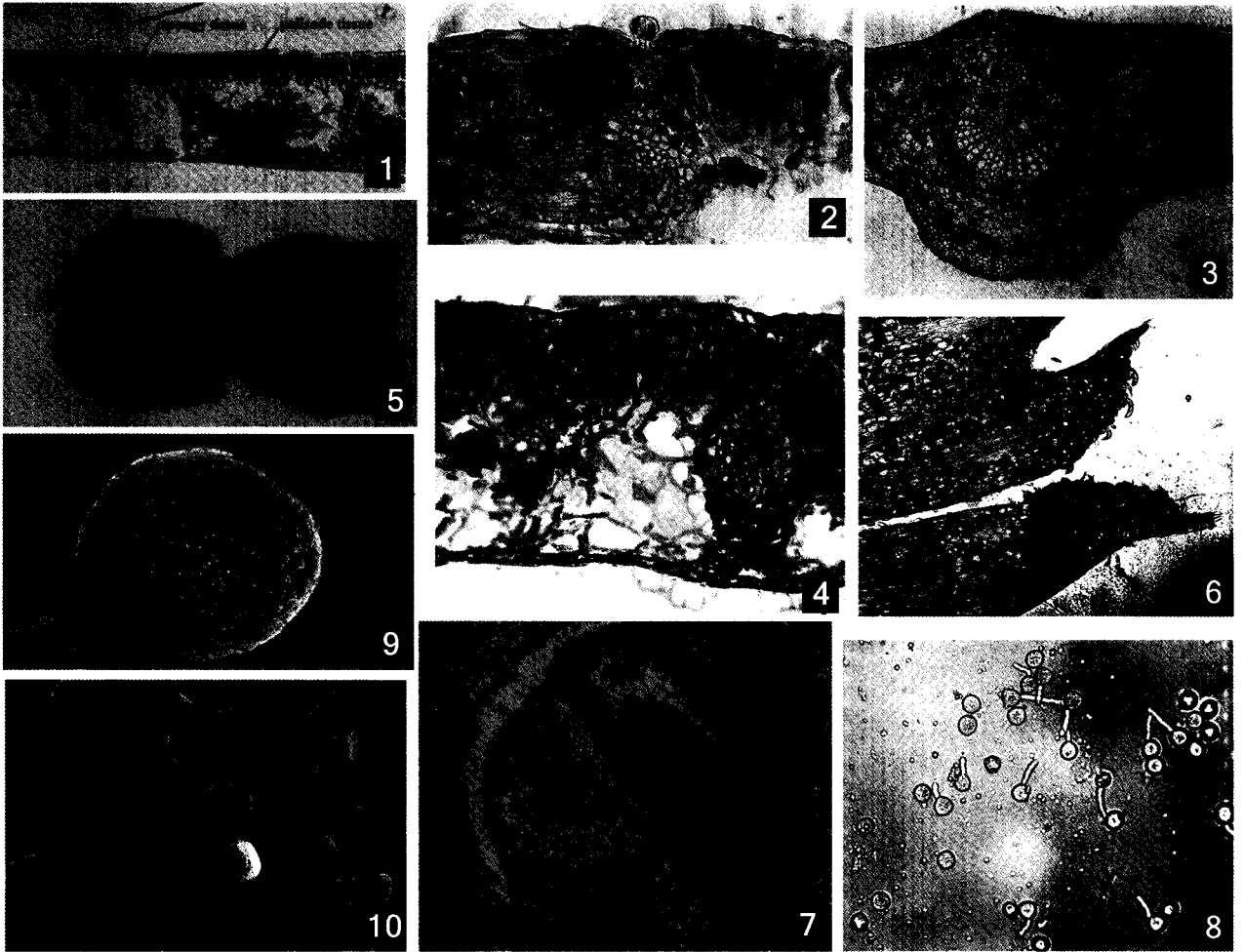
扫描电镜观察, 可见菠萝蜜花粉粒外壁具瘤状纹饰, 具散萌发孔, 通常具 3 孔, 这与不少双子叶植物的花粉粒是三沟或 3 孔沟相同; 孔圆形, 边缘呈凹陷的沟, 中央凸起部分的表面也有瘤状小突起(图版 I: 9); 研究发现, 在不同植株, 不同花序, 不同时间采集的花粉粒, 多数均表现为呈一面至多面凹陷的

现象(图版 I :10),这种凹陷对花粉粒的育性可能有一定程度的影响。

3 讨论

叶是植物进行光合作用和蒸腾作用的主要器

官,与周围环境有密切的关系,在植物体的各器官中,叶在形态结构上的变异性和可塑性最大,对生态条件的反映最为明显(张宪省等,2003)。生长环境不仅影响叶的外部形态,也影响叶的内部结构。一般认为,叶表皮角质层厚薄、气孔数量、叶肉栅栏组织的层数和叶脉中导管大小等是影响水分蒸腾和输



图版 I 1. 叶片横切 4×10; 2. 叶片横切,示腺鳞 4×40; 3. 叶片横切,示中脉 4×10; 4. 叶片横切,示侧脉 4×40; 5. 雄蕊 4×10; 6. 雌花被顶端纵切 4×10; 7. 子房纵切,示胚珠 4×40; 8. 花粉萌发 4×40; 9. 花粉粒 ×5 000; 10. 花粉粒 ×1 250。

Plate I 1. Cross section of the leaf blade 4×10; 2. Cross section of the leaf blade, showing the glandular scale 4×40; 3. Cross section of the leaf blade, showing the midrib 4×10; 4. Cross section of the leaf blade, showing the lateral vein 4×40; 5. Stamen 4×10; 6. Longitudinal section of the perianth apex of the pistillate flower 4×10; 7. Longitudinal section of the ovary, Showing the ovule 4×40; 8. Germinating pollen 4×40; 9. Pollen grain ×5 000; 10. Pollen grains ×1 250.

导、气体交换、光合作用等的主要结构指标。栅栏组织层数的增加有利于光合作用的进行,而角质层的增厚能防止水分的过分蒸腾,从而保持正常的代谢;角质层有较强的折光性,还可以防止过度日照引进的损害;叶脉中导管的大小与水分运输的有效性和安全性有关,管径大的导管输导效率高,但易被挤压变形,而窄的导管输导效率低,但抗负压能力强。从菠萝蜜叶

的解剖结构可以看出,其叶表皮角质层较厚,栅栏组织多层,木质部导管发达等,说明其具有较强的耐旱能力,光合能力也较高,这对于热带、亚热带地区长年的高温干旱、日照强度高是很好的适应。另外,在叶肉内和叶脉周围常有较多含单宁的薄壁细胞,说明菠萝蜜叶的抗虫能力也较强。

花的形态及花粉粒的数量是传粉受精能否正常

进行并进而形成果实的关键因素。菠萝蜜的雌、雄花均小而不鲜艳,花粉粒小而量多,且质地轻,是典型的风媒传粉植物,因而干燥的气候条件有利于花粉粒的传送。在育种工作中,适当选育花期较早或较迟的类型,避开在3~4月的梅雨季节开花传粉,使更多的雌花能获得受精机会,有利于菠萝蜜单果产量的提高;在梅雨季节开花的类型,生产上则应辅以人工授粉。

4 结论

菠萝蜜的叶是典型的异面叶,解剖结构显示有较强的耐旱和抗虫能力;花为典型的风媒花,异花传粉,三孔花粉粒。

参考文献:

- 胡宝忠,胡国宜. 2002. 植物学[M]. 北京:中国农业出版社,48—49
- 张宪省,贺学礼. 2003. 植物学[M]. 北京:中国农业出版社:174—176
- Li XJ(李秀娟), Zhong M(钟敏). 2004. Study on granular morphology of starch isolated from jack-fruit seeds(菠萝蜜种子淀粉颗粒性质的研究)[J]. *Food Sci(食品科学)*, (6):69—74
- Li Y(李移), Li SD(李尚德), Chen J(陈杰). 2003. Analysis on trace elements in *Artocarpus heterophyllus*(菠萝蜜微量元素含量的分析)[J]. *Guangdong Trace Element Sci(广东微量元素科学)*, 10(1):57—59
- Mitra SK, Mani D. 2000. Conservation and utilisation of genetic resources in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*)-a potential underutilised fruit[J]. *Acta Hort(ISHS)*, 523:229—232
- Na Z(纳智). 2004. Analysis of aroma components from the fruits of *Artocarpus heterophyllus*(菠萝蜜中香气成分分析)[J]. *J Trop Subtrop Bot(热带亚热带植物学报)*, 12(6):538—540
- Tan LH(谭乐和), Zheng WQ(郑维全). 2000. Starch extraction of jack-fruit seeds and determination of its physicochemical characteristics(菠萝蜜种子淀粉提取及其理化性质测定)[J]. *Nat Sci J Hainan Univ(海南大学学报)*, (4):388—390
- Tang WP(唐为萍), Chen SS(陈树思). 2005. Observation on the vessel elements of secondary xylem in jackfruit *Artocarpus heterophyllus*(菠萝蜜次生木质部导管分子观察)[J]. *J Fruit Sci(果树学报)*, 22(6):725—727
- Ye CH(叶春海), Wu T(吴钊), Feng F(丰锋), et al. 2006. Canonical correlation analysis of jackfruit germplasm collected in Leizhou Peninsula, South China(菠萝蜜种质资源调查及果实性状相关分析)[J]. *Chin J Trop Crop(热带作物学报)*, 27(1):29—32
- Ye CH(叶春海), Li YZ(李映志), Feng F(丰锋). 2005. Analysis of genetic diversity of jackfruit germplasm grown in Leizhou Peninsula, China, Using RAPD marking method(雷州半岛菠萝蜜种质遗传多样性的RAPD分析)[J]. *Acta Hort Sin(园艺学报)*, 32(6):1 088—1 091
- Xie ZW(谢中稳), Ge S(葛颂), Hong DY(洪德元). 1999. Preparation of DNA from silica gel dried Mini-amount of leaves of *Oryza rufipogon* for RAPD study and total DNA bank construction(从普通野生稻硅胶干燥的小量叶片中制备DNA用于RAPD分析和总DNA库的建立)[J]. *Acta Bot Sin(植物学报)*, 41(8):807—812
- Xu X(徐鑫), Lu XQ(刘学群), Qu B(瞿波), et al. 2005. RAPD identification of three types of three-lines hybrid rice with different male sterile cytoplasms and their parent lines(RAPD标记鉴定水稻3种不同细胞质雄性不育类型的杂交种及其亲本)[J]. *Hereditas(遗传)*, 27(3):377—381
- Yan HJ(晏慧君), Fu J(付坚), Li J(李俊), et al. 2006. Assessment of genetic diversity and relationship of *Oryza rufipogon* from Yunnan(云南普通野生稻遗传多样性和亲缘关系)[J]. *Chin Bull Bot(植物学通报)*, 23(6):670—676
- Yong HJ, Sang NA, Hae CC, et al. 1999. Identification of a RAPD marker linked to a brown planthopper resistance gene in rice[J]. *Euphytica*, 107:23—28
- Zhang NQ(张乃群). 2002. Review of the studies on the species relationship of the genus *Oryza*(稻属种间关系研究综论)[J]. *J Nanyang Teachers' Coll(Nat Sci)(南阳师范学院学报·自然科学版)*, 1(6):61—66
- Zhuang CX(庄楚雄), Mei MT(梅曼彤), Zhang GQ(张桂权), et al. 2002. Chromosome mapping of the S-b Locus for F1 pollen sterility in cultivated rice(*Oryza sativa*) with RAPD markers(用RAPD标记对栽培稻F1花粉不育基因座S-b定位)[J]. *Acta Genet Sin(遗传学报)*, 29(8):700—705

(上接第745页 Continue from page 745)