

白木香叶解剖结构的研究

陈树思, 唐为萍

(韩山师范学院生物系, 广东 潮州 521041)

摘要: 用石蜡切片法制片, 光学显微镜观察, 研究白木香叶的解剖结构。结果表明, 白木香叶为典型的异面叶, 但同时还表现出许多旱生形态。表皮由一层排列紧密形状不规则的表皮细胞组成, 细胞外壁角质膜较厚。上表皮角质膜一般较下表皮角质膜厚 $1\ \mu\text{m}$, 下表皮上零星分布着单细胞表皮毛。气孔仅分布在下表皮上, 微下陷, 气孔类型为无规则型。叶肉组织发达, 其间分布着较多的长方晶体, 其细胞长轴与表皮垂直。栅栏组织由 1-2 层排列整齐的圆柱形细胞组成。栅栏组织的外层细胞转化为异细胞, 海绵组织内具有一层由异细胞组成的下皮层; 横切面上栅栏组织厚度与海绵组织厚度之比为 1:3。主脉发达, 有异细胞组成的维管束鞘, 具双生韧皮部。叶内具有发达的木质部外纤维。这些特征与旱生环境相适应。

关键词: 白木香; 药用植物; 叶片结构

中图分类号: Q944.56

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395 (2005)04-0291-05

Studies on Anatomical Structure of the Leaves of *Aquilaria sinensis*

CHEN Shu-si, TANG Wei-ping

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

Abstract: Leaf structure of *Aquilaria sinensis* (Lour.) Gilg (Thymelaeaceae) observed under light microscope shows that the leaves are of typically bifacial exhibiting xeromorphic characters. Epidermis consists of a row of irregular epidermal cells with thick horny layers and are closely arranged. The horny layers in upper epidermis are $1\ \mu\text{m}$ thicker than that in lower epidermis. Sunken stomata exist only in lower epidermis which is sparsely covered by unicellular hairs. The stomata are of anomocytic type. Mesophyll is well developed, in which many rectangular lithocyst arranged perpendicularly to the epidermis. Palisade parenchyma is composed of 1-2 layers of cylindrical cells. The cells in outer layer of palisade parenchyma are transformed into idioblasts. In spongy parenchyma there is a layer of hypodermis which is composed of idioblasts. The ratio of the thickness of palisade parenchyma to spongy is 1: 3. The micrib belonging to bicollateral bundle is well developed. The bundle sheath is composed of idioblasts. The leaves are rich in extraxylary fibres. The structural characteristics show that it is a xerophytic species adapted to arid environment.

Key words: *Aquilaria sinensis* (Lour.) Gilg; Medicinal plant; Leaf structure

白木香 *Aquilaria sinensis* (Lour.) Gilg, 又称土沉香, 属瑞香科沉香属植物, 是一种热带亚热带常绿乔木, 为我国特有的珍贵药用植物。白木香以其含树脂的木材入药, 药材名沉香, 为国产沉香的正品来源, 也是我国生产沉香的唯一植物资源。我国的白木香资源曾十分丰富, 但近年来, 由于白木香自然繁殖率低、生境破坏、虫害和人为掠夺式砍伐

等, 使白木香资源遭到严重的破坏, 现仅有零星散生的残存分布。1999 年被国务院批准为国家二级重点保护野生植物。目前在白木香的人工栽培及组织培养研究方面已取得较大的进展^[1], 陈树思等^[2]曾对白木香次生木质部导管分子进行过观察研究。本文对白木香叶进行解剖学观察, 试图探讨其结构与环境的关系, 为白木香的应用开发、中药原植物的识

收稿日期: 2004-12-22 接受日期: 2005-04-08

基金项目: 广东省教育厅高校自然科学研究项目(编号 Z02061)资助

别提供解剖学证据。

1 材料和方法

实验用材料采自中国科学院华南植物园(标本号 03070201, 鉴定人陈树思、袁长春, 凭证标本现存于本系植物标本室), 选发育良好的叶片经切块、抽气, 固定于 FAA 溶液中。采用石蜡切片法, 用上海产手动旋转切片器切片, 切片厚 10–15 μm , 酒精脱水, 二甲苯透明, 番红-固绿对染, 加拿大树胶封片。表皮装片为撕取上下表皮制成临时封片。用 OLYMPUS CH30 型生物显微镜观察, 采用数码摄影显微镜拍摄(数码相机为 Nikon Coolpix 4500 型, 显微镜为北京泰克 XSZ-7G-D 型)。采用计算机显微图象分析系统(北京泰克 4.0)对数据进行测量, 每个数据测 50 个求平均值。

2 观察结果

白木香叶片由表皮、叶肉和叶脉三部分组成, 为典型的异面叶。

2.1 表皮

表面观, 白木香叶片上下表皮细胞均为不规则形状, 大小不等, 排列紧密, 在下表皮上零星分布着单细胞表皮毛, 气孔仅分布在下表皮上(图版 I: 1, 2)。气孔类型为无规则型, 保卫细胞肾形, 气孔口长椭圆形(图版 I: 3)。

横切面观, 白木香叶为典型的背腹型叶, 厚度为 235.60 μm 。表皮细胞排列紧密, 上表皮细胞较大, 多为近方形, 一层, 厚度为 27.94 μm (图版 I: 8, 10); 下表皮细胞较小, 多为近长方形或不规则形, 一层, 厚度为 16.31 μm (图版 I: 8, 11)。上表皮细胞外切向壁角质膜比下表皮的厚, 厚度分别为 4.94 μm 和 3.94 μm 。分布于下表皮上的气孔微陷(图版 I: 12), 下表皮上的表皮毛由下陷的表皮细胞直接发育而成(图版 I: 9)。主脉下方表皮细胞外的角质膜呈圆齿状(图版 I: 6)。

2.2 叶肉

叶肉组织发达, 分化为栅栏组织和海绵组织(图版 I: 8)。栅栏组织由 1–2 层排列整齐的柱状细胞构成, 厚约为 43.96 μm , 外层细胞排列紧密, 染色较深, 呈异细胞状, 内层细胞染色较浅, 含丰富的叶绿体(图版 I: 8, 10, 14)。海绵组织细胞排列疏松, 也含有较多的叶绿体, 厚约 144.69 μm 。紧接下表皮

的是一层排列较整齐, 染色较深的异细胞组成的下皮层(图版 I: 8, 11)。

在叶肉中有较多的长方晶体, 位于上表皮下, 穿过栅栏组织, 直达海绵组织中部(图版 I: 8)。在侧脉维管束旁存在着大量的纤维组织(图版 I: 8, 10)。

2.3 叶脉

白木香叶脉主脉发达, 侧脉细小。横切面上, 主脉维管束为双韧型并且排列为圆环状(图版 I: 4)。主脉中心为大型的薄壁细胞和大型的染色较深的异细胞组成的髓部(图版 I: 4, 7)。木质部不甚发达, 横切面上排列为圆环, 导管径向排列, 2–4 列导管分子与 1 列木射线薄壁细胞相间排列。环状木质部与髓之间为较发达的内生韧皮部(图版 I: 4, 7), 环状木质部外为外生韧皮部包围, 在外生韧皮部组织中同样存在着无规律分布的染色较深的异细胞, 在异细胞外则是十分发达的几成环状排列的木质部外纤维。在纤维与下表皮之间为几层薄壁细胞, 其间也无规律的分布着染色较深的异细胞。紧接下表皮的为细胞形态较小、排列较有规律的一层异细胞(图版 I: 5, 6)。纤维与上表皮之间亦为几层薄壁细胞, 紧接上表皮下的为一层排列疏松的异细胞(图版 I: 4, 15)。

在中脉横切面上可以看出维管束外的异细胞排列成较疏松的圆环状鞘状结构(图版 I: 4)。在中脉维管束木质部的少数导管中, 可见到网络状结构(图版 I: 13)。

3 讨论

生长于不同生态环境中的植物, 常表现出不同的形态结构, 通常被认为是植物对特殊生境的演化适应, 且这种演化适应的特征较多地反映在叶的结构上^[9]。白木香主要分布于我国热带亚热带地区, 多生长在海拔低于 1 000 m 的山地和丘陵地带, 喜温暖湿润的气候, 但也能耐干旱和短期霜冻。幼龄树喜半荫而不耐曝晒, 成龄树则喜阳光。

从白木香叶的横切面上可以看出, 白木香叶为典型的异面叶, 栅栏组织细胞 1–2 层, 海绵组织与栅栏组织厚度比为 1:3, 上下表皮各一层, 表皮毛较少, 表现出中生植物的结构特点。然而, 较厚的角质膜、微下陷的气孔、大量存在的异细胞、下皮层、发达的机械组织、具有较多的晶体以及内生韧皮部等特征又表现出旱生植物的特点。

白木香叶表皮上均具有较厚的角质膜, 一方面

可以防止热带亚热带地区高温下叶内水分的过度散失以维持叶的正常生理需要,另一方面,可以防止热带亚热带地区强烈的日照对叶内部细胞的灼伤以保证光合作用的正常进行。白木香叶仅下表皮具有气孔,且气孔下陷,在一定程度上也能减少水分的散失。

在旱生植物的叶和轴器官中普遍存在着下皮层和异细胞^[3]。早在1980年Metcalf和Chalk^[4]就已指出植物体内的异细胞由于具有较高的渗透势而与植物的抗性有关;吴学明等^[5]、范建平等^[6]、祁如虎等^[7]分别对不同植物叶片中的异细胞进行过观察研究,认为叶片内的异细胞在抵御干旱和寒冷等方面具有显著意义,同时在抵抗强太阳辐射及强紫外辐射等方面也发挥着重要的作用。因此,白木香叶片内异细胞的存在与白木香能耐干旱和抵御短期霜冻的生物学特性以及抵御热带亚热带环境中强太阳辐射具有一定的关系。当然,白木香叶片内异细胞的生理功能尚需做进一步的研究。

旱生植物叶的机械组织(厚壁组织)也特别发达^[3]。在白木香叶的横切面上可以看见有大量木质部外纤维的存在。它们主要分布在中脉的周围而呈现为间断分布的环状结构(图版I:5,6)。在侧脉的周围也分布有十分发达的木质部外纤维(图版I:10)。白木香叶内发达的木质部外纤维在一定程度上具有支持着叶片使其在缺水情况下仍然不会萎缩变形的作用,因而保证了叶肉细胞不因叶的失水萎缩变形而受到伤害。另外,成束排列的纤维组成的叶脉外环状结构还具有防止输导组织中水分蒸发和遮光的作用。

白木香叶肉中存在着大量的由上表皮细胞下方发育而来的长方晶体(图版I:8)。它们有的直达叶肉中部,有的是单独出现,有的则是成对出现。白木香叶肉中长方晶体的存在,一方面可加强叶的机械性能,避免在热带亚热带地区强光、高温环境中叶片因过多失水而萎缩变形,从而达到保护内部叶肉细胞免受伤害的作用;另一方面还可以改变细胞的渗透势,提高吸水 and 保水能力;同时它还是减小有害物质浓度的积极适应方式^[3,8]。

白木香叶中脉维管束为双韧维管束,具有内生韧皮部(图版I:4,7),此种现象与张晓然等^[8]在沙柳 *Salix psammophila* 和牛心朴 *Cynanchum hancockianum* 两种沙生植物中所观察到的相类似。在热带亚热带地区,植物叶脉中的内生韧皮部同样对于植物抗拒水分过度散失具有一定的生态学意义。

致谢 写作过程中得到了西北大学胡正海教授、西北师大马瑞君教授的热情帮助,在此表示衷心的感谢!

参考文献

- [1] Chen S S (陈树思), Tang W P (唐为萍). The exploitation and utilization of *Aquilaria sinensis* resources [J]. J Hanshan Teachers Coll (韩山师范学院学报), 2003, 24(3):65-68. (in Chinese)
- [2] Chen S S (陈树思), Tang W P (唐为萍). Observation and study of vessel elements of secondary xylem in *Aquilaria sinensis* [J]. J Hanshan Teachers Coll (韩山师范学院学报), 2004, 25(3): 83-84. (in Chinese)
- [3] Zhou Z B (周智彬), Li P J (李培军). A review of the phytotomy research of xerophytes in China [J]. Arid Zone Res (干旱区研究), 2002, 19(1):35-40. (in Chinese)
- [4] Metcalf C R, Chalk L. Anatomy of the Dicotyledons Vol. II [M]. 2nd ed. London: Clarendon Press, Oxford, 1983. 64-65.
- [5] Wu X M (吴学明), Fan J P (范建平), Li Y Z (李有忠), et al. A morphological and anatomical study on eight species of *Salix* growing in animaqing mountain of Qinghai-tibetan Plateau [J]. Acta Boreal.-Occid. Sin (西北植物学报), 1995, 15 (6):72-75. (in Chinese)
- [6] Fan J P (范建平), Wu X M (吴学明), Li Y Z (李有忠), et al. A study on the anatomical characteristics of leaf laminae of 5 species of *Salix* growing in Qinghai Plateau [J]. J Qinghai Norm Univ (Nat Sci) (青海师范大学学报自然科学版), 1995, 2:50-54. (in Chinese)
- [7] Qi R H (祁如虎), Li Y Z (李有忠), Fan J P (范建平), et al. The idioblasts and their ecological significance in leaves of 16 alpine plants [J]. Acta Boreal.-Occid. Sin (西北植物学报), 1998, 18(2): 270-276. (in Chinese)
- [8] Zhang X R (张晓然), Wu H (吴鸿), Hu Z H (胡正海). Relationship between morphology and structure of leaves of the main sand-fixed plants in Mao US desert and environment [J]. Acta Boreal.-Occid. Sin (西北植物学报), 1997, 17 (5):54-60. (in Chinese)

图版说明

图版 I

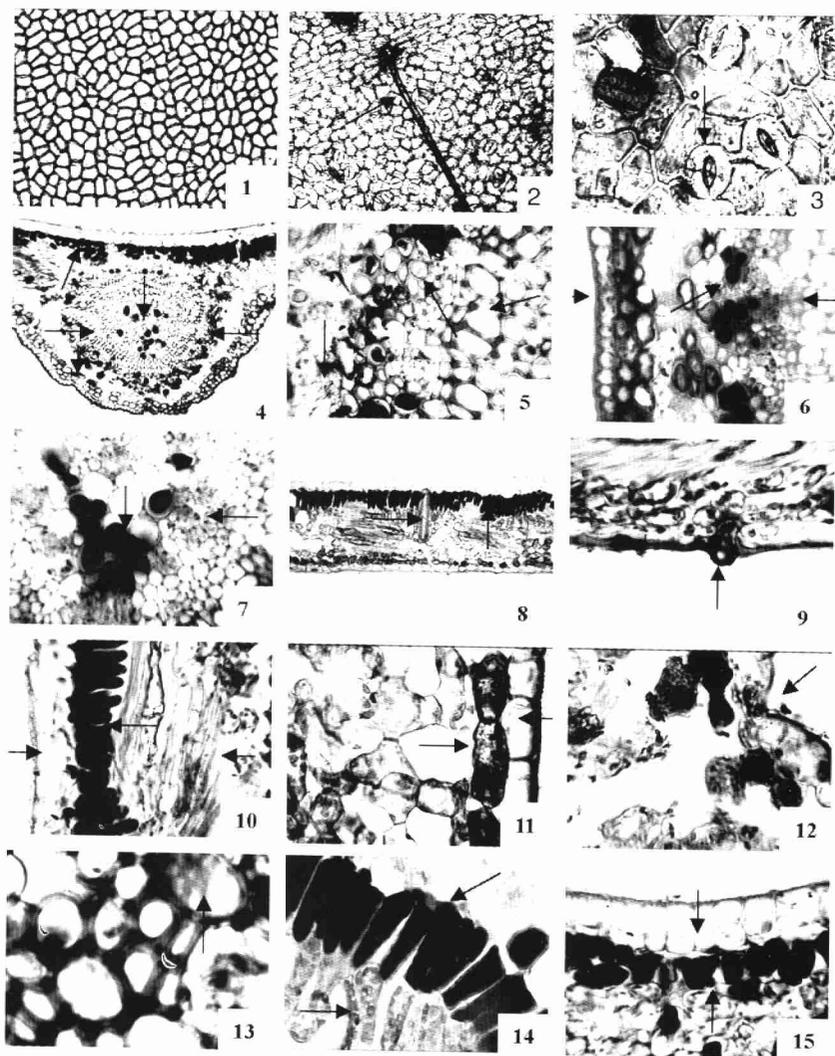
1. 上表皮, 示不规则表皮细胞 (×40);
2. 下表皮, 示表皮毛 (×40);
3. 下表皮, 示不规则表皮细胞及气孔 (×160);
4. 中脉横切 (×120);
5. 中脉横切 (局部), 示木质部、韧皮部、木质部外纤维 (×640);
6. 中脉横切 (局部), 示下表皮至木质部 (×480);
7. 中脉横切 (局部), 示异细胞及内生韧皮部 (×320);
8. 叶片横切, 示晶体 (×160);
9. 下表皮, 示表皮毛 (×640);
10. 叶片横切 (局部), 示上表皮、异细胞、纤维 (×480);
11. 叶片横切 (局部), 示下表皮及下皮层的异细胞 (×1 750);
12. 微下陷的气孔 (×1 750);
13. 中脉横切 (局部), 示导管中的网络结构 (×2 560);

14. 叶片横切(局部), 示异细胞及栅栏组织 ($\times 1750$);
15. 中脉横切(局部), 示上表皮及异细胞 ($\times 480$).

Explantion of plate

Plate I

1. Upper epidermis, showing irregular epidermic cells ($\times 40$);
2. Lower epidermis, showing epidermal hair ($\times 40$);
3. Lower epidermis, showing irregular epidermic cells and stomata ($\times 160$);
4. Cross section of midrib ($\times 120$);
5. A part of cross section of midrib, showing xylem, phloem and extra-xylary fibres ($\times 640$);
6. A part of cross section of midrib, showing the area from lower epidermis to xylem ($\times 480$);
7. A part of cross section of midrib, showing idioblasts and endophloem ($\times 320$);
8. Cross section of leaf, showing rectangular crystal ($\times 160$);
9. Lower epidermis, showing epidermal hair ($\times 640$);
10. A part of cross section of leaf, showing upper epidermis, idioblasts and fibres ($\times 480$);
11. A part of cross section of leaf, showing lower epidermis and idioblasts of hypodermis ($\times 1750$);
12. The sunken stoma ($\times 1750$);
13. Cross section of midrib, showing the reticulation in vessel element ($\times 2560$);
14. A part of cross section of leaf, showing idioblasts and palisade parenchyma ($\times 1750$);
15. Cross section of midrib, showing upper epidermis and idioblasts ($\times 480$).



陈树思等:图版1