

张氏红山茶叶片适应于环境的解剖特征*

李琳琳¹, 李凯凯¹, 朱 纯², 代色平², 李成仁², 叶创兴¹, 石祥刚¹

(1. 中山大学生命科学学院, 广东 广州 510275;

2. 广州市园林科学研究所, 广东 广州 510170)

摘 要: 张氏红山茶 *Camellia changii* Ye 是一年多次开花的植物, 它具有全缘、倒卵形的叶, 其异面叶具有异型结构的特点: 叶的上表皮由1层偶见2层、下表皮由2层细胞组成复表皮, 角质膜上覆盖着颇厚、透明的蜡被层; 气孔器主要分布在下表皮, 气孔口略凹陷, 保卫细胞外面常由3个不等大的副卫细胞包围; 栅栏组织由1层、偶见2层圆柱状的细胞组成; 海绵组织多数, 常见首尾相接连成网状; 叶脉维管束由纤维细胞组成的扁圆形的维管束鞘包围, 维管束鞘两端开放, 小脉维管束鞘则由薄壁细胞组成; 中脉的维管束鞘外具有多层的基本组织细胞, 在接近表皮处基本组织中有大型的石细胞, 在下表皮紧靠复表皮处分布石细胞带, 带宽1~3个细胞, 石细胞外形不规则, 分枝粗短或不分枝; 石细胞带的内侧为海绵组织细胞。张氏红山茶叶片解剖结构特征表明它是早生性的中生植物, 具有适应强阳光生长的生态习性。

关键词: 张氏红山茶; 叶片解剖结构; 异型结构

中图分类号: Q944.53 **文献标志码:** A **文章编号:** 0529-6579(2010)05-0097-04

Anatomical Characteristics of Blade Adapted Itself to Environment in *Camellia changii*

LI Linlin¹, LI Kaikai¹, ZHU Chun², DAI Seping², LI Chengren², YE Chuangxing¹, SHI Xianggang¹

(1. School of Life Sciences, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, China;

2. Landscape Scientific Institute of Guangzhou, Guangzhou 510170, China)

Abstract: *Camellia changii* Ye is a plant with blooming multi ~ times throughout the year, its obovate, coriaceous and integer leaves and bifacial blades with heteromorphic structure in anatomy are very different from other species in genus *Camellia*. Its upper epidermis is consisted of one layer, occasionally two layers of cells, and lower epidermis is consisted of two layers of cells, that i. e. multiple epidermis, outer of cuticle membrane is covered with transparent and compact waxy layer; stomata are mainly distributed on lower epidermis and slightly depressed, guard cells are surrounded by three subsidiary cells of different size; palisade tissue is consisted of one, sometime two layers of cylindrical cells; spongy tissue is consisted of numerous cells of different size and forms, which usually are connected in netted shape; upper side and lower side of the veins are coverer by flat circle vascular bundle sheath of fiber cells, the two ends of vascular bundle sheath are open. There are multiple layers of ground tissue, and some big stone cells and crystal cells in them, a team of stone cells is formed in parenchyma cells along main vein near epidermis especially besides its lower side, and the stone cell team is 3~4 stone cells in breadth. The stone cell is unequal in size and radially ramose. Its special structure showed that it is a xeromorphic mesophyte and possess some possibility to resistant strong sunlight.

Key words: *Camellia changii*; anatomical structure of blade; heteromorphic structure

* 收稿日期: 2009-08-01

基金项目: 广州市科技计划资助项目(2009Z1-E741)

作者简介: 李琳琳(1985年生), 女, 硕士生; 通讯作者: 石祥刚; E-mail: lssxg@mail.sysu.edu.cn

张氏红山茶 *Camellia changii* Ye 在分类位置上属于山茶属光果红山茶亚组 *Camellia* Subsect. *Lucidissima* Chang^[1], 它的叶呈倒卵形, 厚革质, 全缘, 表面被蜡质, 发亮, 生活状态时叶脉不明显; 生态习性上表现出喜阳的特点, 和多数山茶植物不同的是它一年多次开花。

学者们对山茶属中超过 7 个组 20 种植物的叶片进行过解剖研究^[2-7], 但关于张氏红山茶叶片解剖结构迄今未有报道。

1 实验材料与方法

1.1 实验材料

2009 年 4 月采于旷地中栽培的张氏红山茶。

1.2 实验方法

利用石蜡切片法制作成永久性的玻片, 进行叶片结构的显微观察; 应用撕片法, 制作水藏玻片, 观察气孔器的形态。

1.2.1 石蜡切片法 选正常生长发育良好的成熟叶片切成 1 cm × 1 cm 小块固定于 FAA 溶液中, 酒精系列脱水, 石蜡包埋, 手动旋转切片机切片, 切片厚度 8 ~ 10 μm, 番红 ~ 固绿对染, 加拿大树胶封片, 光学显微镜观察, 拍照。

1.2.2 撕片法 选成熟叶片切成 1 cm × 1 cm 小块, 置于次氯酸钠溶液中浸泡 12 ~ 24 h, 用毛笔轻刷叶片两面去除叶肉, 蒸馏水冲洗后剥离叶片上下表皮, 以 $w = 1\%$ 番红酒精溶液染色, 经酒精系列脱水后封片, 在光学显微镜下观察表皮和气孔器, 用显微标尺计算气孔器数, 拍照。

2 实验结果

2.1 表皮层

叶的上表皮由 1 层细胞组成, 偶可见 2 层细胞, 下表皮由 2 层细胞构成复表皮 (图 1-2)。表面观上表皮细胞呈多边形, 排列紧密, 下表皮细胞因气孔器的分布而具有各种外形 (图 2-3), 在叶横切面上表皮细胞多为平行于叶面的长方形, 少数为与叶面垂直的长方形 (图 1-2)。表皮细胞的垂周壁多为平直, 少为弓形; 平周壁上角质膜增厚, 蜡被厚度与角质膜相等或超过, 平周壁厚度上表皮细胞超过下表皮, 在主脉处的上表皮平周壁厚度为 3 ~ 4 μm, 叶的横切面上角质膜增厚不均匀, 粗糙, 或锯齿状、波状, 蜡被透明, 表面成锯齿或圆锯齿, 或浅波状 (图 1-2)。

气孔器主要分布于下表皮, 上表皮偶见, 其密

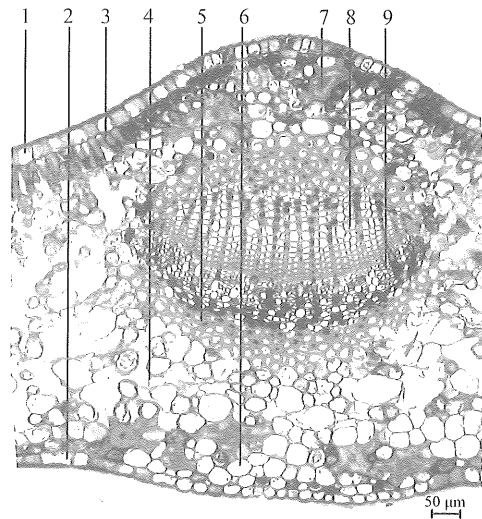


图 1 通过叶中脉的横切面

Fig. 1 Blade transverse section undergoing midrib of *Camellia changii*

1: 上表皮细胞; 2: 下表皮复表皮; 3: 栅栏组织; 4: 海绵组织; 5: 由纤维组成的维管束鞘; 6: 厚角组织; 7: 石细胞; 8: 木质部; 9: 韧皮部

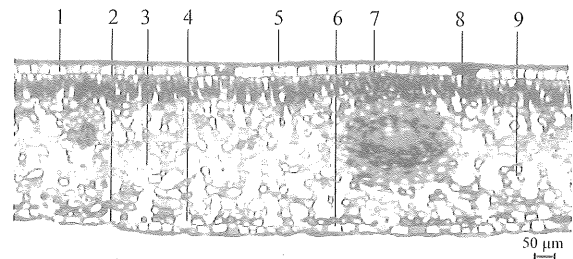


图 2 成熟叶过侧脉的横切面

Fig. 2 Blade transverse section undergoing lateral veins of *Camellia changii*

1: 上表皮细胞; 2: 稍凹陷的气孔; 3: 含晶细胞; 4: 气孔孔下室; 5: 上表皮 2 层细胞; 6: 下表皮复表皮; 7: 由纤维组成的侧脉维管束鞘; 8: 栅栏组织; 9: 海绵组织

度约为 170 ~ 200 个/mm²。气孔器稍内陷, 孔下室大; 保卫细胞肾形, 副卫细胞多为不等型, 少数为不规则型 (图 3-4); 属于中周型个体发育^[9-10]。

2.2 叶肉组织

叶为异面叶。栅栏组织常 1 层, 偶见 2 层, 但 2 层的两个细胞的高度常相当于单个细胞的高度; 其厚度仅相当于海绵组织的 1/4 或更少。海绵组织发达, 含叶绿体较栅栏组织少, 单个的海绵组织细胞具有各种形状, 有球形, 长形, 也有由细胞壁内突形成三角球状; 常见数个细胞首尾相接形成无规则网状 (图 2, 5)。

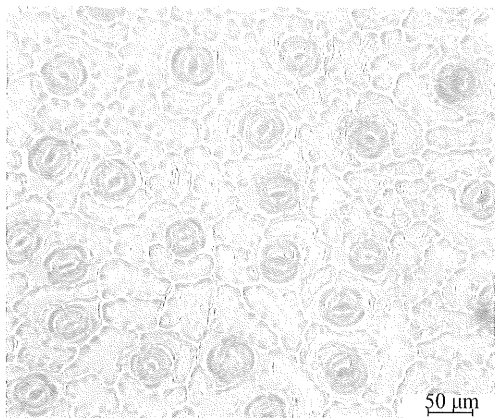


图3 叶的下表皮

Fig. 3 Lower epidermis of *Camellia changii*

(示不规则的下表皮细胞及气孔器副卫细胞多为不等型, 也有无规则型)

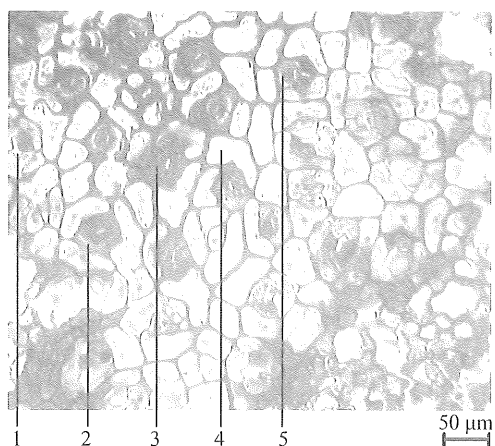


图4 叶的平皮切面

Fig. 4 Blade paradermal section of *Camellia changii*

1: 不规则型副卫细胞; 2: 不等型副卫细胞; 3: 保卫细胞;
4: 下表皮细胞; 5: 中周型发生的气孔

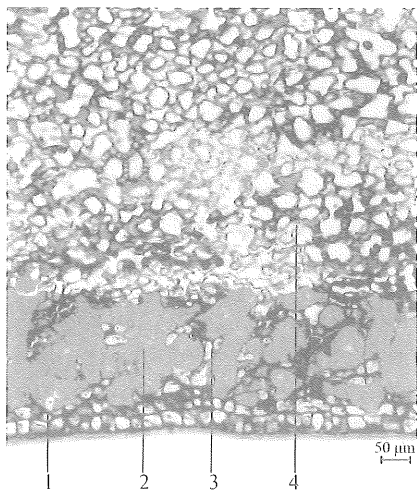


图5 叶在近中脉的平皮切面

Fig. 5 Blade paradermal section near midrib of *Camellia changii*

1: 下表皮复表皮; 2: 石细胞带; 3: 石细胞侵入生长挤压的基本组织细胞; 4: 海绵组织

在中脉维管束的上方和下方为基本组织, 栅栏组织分布到中脉维管束的上方两侧消失, 海绵组织少, 紧接上下表皮层的有厚角组织, 向着主脉维管束有较多具细胞间隙的薄壁细胞, 此中常可见含晶(多为方晶)薄壁细胞, 大型石细胞分布在基本组织中。石细胞在切面观中形状不一, 分枝或不分枝, 由于进行侵入生长形成不规则的放射状, 在中脉上下两侧皆有分布(图1), 并于近复表皮处沿中脉纵向形成石细胞带(图5), 其中有少数薄壁细胞穿插其中。

2.3 维管系统

在叶片横切面上, 主脉维管束外观呈略狭的椭圆形, 宽面与叶面平行(图1); 侧脉维管束成圆形, 或为椭圆形(图2)。维管束中原生木质部与后生木质部区隔明显, 原生木质部导管管径小, 后生木质部导管管径大, 导管单列或2~多列, 具有混合异型射线。导管的管壁上具环纹或螺纹增厚。韧皮部比例约为木质部的1/2, 韧皮射线薄壁细胞大(图1)。

主脉及靠近主脉维管束的上方和下方具由纤维组成的维管束鞘, 维管束鞘如上下两个蚌壳, 中央处厚6~7细胞, 向两端细胞渐少, 在两端维管束鞘呈开放状态(图1)。

较大的侧脉维管束上下均有约3~4个纤维细胞组成的维管束鞘, 在其上方具有栅栏组织和少量的海绵组织, 下方则有多量的海绵组织(图1-2)。

小脉维管束鞘由薄壁细胞组成, 与主脉和较大的侧脉不同(图2)。

3 讨论

3.1 张氏红山茶是旱生性的中生植物

张氏红山茶的叶在近轴面栅栏组织细胞紧密排列, 为典型的异面叶, 属于中生植物(mesad)的形态。它的叶片下表皮具有复表皮的结构, 为山茶属叶片解剖研究中首次发现。此外, 与严学成报告的在茶树的40个栽培品种和16种野生茶树表皮细胞壁角质膜常增厚为波状或皱褶状, 云纹状, 蜡被层堆积成棒状、梅花状、疣突不同^[5], 张氏红山茶的表皮细胞平周壁厚, 除了增厚的角质膜外, 上面覆盖着厚且透明的蜡被层, 角质膜和蜡被相接合处是凹凸不平的, 多呈锯齿状, 蜡被的表面也是起伏不平的, 在高倍镜下蜡被的表面显现出丝状的形态。一般认为增厚的角质膜和蜡被可以减少水分的

丧失,从而具有抗旱的能力;光线可以穿透角质膜,而可能为对光线具有双折射性质并且是各向同性的蜡质所阻断^[9]。蜡被层表面起伏不平,光线照射到叶的表面时被反复折射后才进入叶内,加上叶片可调节光线进入叶片的角度,叶片就不至于被强阳光灼伤。由于上表皮为受光面,其平周壁的厚度超过下表皮就很自然。尽管张氏红山茶原生地雨量充沛,但由于立地条件较为恶劣,土层浅薄,岩石出露,缺少深厚的贮水层,除了雨天外,只要超过数日的晴天就会造成土壤缺水,加上河床巨石及河水对阳光的反射,使植物叶得到的光强额外地增加,张氏红山茶正是在这一生态环境胁迫下,成为旱生性的中生植物^[11]。

张氏红山茶气孔器个体发育为中周型,副卫细胞多为不等型,与9种金花茶组植物一致^[4],与一些茶组植物常为环列型^[5]、数种红山茶组植物、瘤果茶组植物为无规则型^[2]、21种油茶组植物和短柱茶组植物均为环列型不同^[6]。张氏红山茶的气孔器稍凹陷,和山茶属植物大多数气孔器与叶下表面处于同一平面是不同的,与小黄花茶 *C. luteoflora* 气孔器凸出叶下表面更是不同^[2]。

3.2 厚壁组织发达增加对张氏红山茶叶的支持功能

张氏红山茶在维管束的近轴面和远轴面的两侧发育出由纤维组成的维管束鞘,从维管束鞘向外尚有厚角组织和石细胞,由它们构成了由维管束通向表皮的机械组织“桥”。这一点和 A. Fahn 认为大多数维管植物的维管束鞘均是薄壁细胞组成,至多在双子叶植物中有的种中的维管束鞘为厚角组织不同^[10],李正理等^[8]认为维管束鞘既可由薄壁的也可以由厚壁的或者是两者细胞结合组成。蒋承曾和雷沛立^[3]、王锦^[7]、严学成^[5]的研究报告则明确认为在山茶属中许多种均具有由厚壁组织组成的维管束鞘。张氏红山茶主脉及侧脉的维管束鞘则显然是厚壁细胞的纤维组成的。最奇特的是它的石细胞分布于维管束上下的基本组织中,并在近下表皮处形成了石细胞带,这也是在山茶属中首次描述的结构。已有报告表明石细胞分散在栅栏组织中^[6],或既有分散在海绵组织,也有分散在栅栏组织中,可形成直达上下表皮细胞的“工”形梁柱^[5],无一例外石细胞均成分散,而不是成为带状分布的。

3.3 海绵组织连结成网状增加了胞间隙和气体交换的能力

张氏红山茶叶的栅栏组织的排列较为紧密,可适应较强的光照条件,而海绵组织占叶肉 3/4 的体积,且连结成网状,和已报告过的山茶属植物绝大多数种类皆不同,具有更大的细胞间隙。与山茶属其他种类相比较,在单位面积内它的气孔器数量属于较多的种类。气孔器的孔下室有较大的空间,并和海绵组织相联系,这些都为气体的交换和水分的蒸腾提供了便利,由此而有利于降低当阳光直射时叶内过高的温度。

综上所述,张氏红山茶叶片具有独特的内部结构和外部形态,在特殊的生态环境的适应性生长中,形成了旱生性的中生植物特点,耐强阳光和全光照,不需要任何遮蔽即可生长良好,和山茶属大多数种类的生态习性不同。另外由于节间短,它的叶呈密生镶嵌状态,叶面平整,光合作用能力较强,光合产物将更多,使其具有了一年多次开花的生理基础和物质基础。

参考文献:

- [1] 张宏达,任善湘. 中国植物志, T. 49(3) [M]. 北京: 科学出版社, 1998: 87-88.
- [2] 邹天才, 张著林, 周洪英, 等. 山茶属五种植物叶片解剖特征及与光合生理相关性研究[J]. 西北植物学报, 1996, 15(1): 42-51.
- [3] 蒋承曾, 雷沛立. 十种金花茶叶片横切面显微构造[J]. 广西植物, 1985, 5(2): 105-106.
- [4] 邹琦丽. 广西金花茶叶解剖[J]. 广西植物, 1987, 7(10): 45-47.
- [5] 严学成. 茶树形态结构与品质鉴定[M]. 北京: 农业出版社, 1990.
- [6] 林秀艳, 彭秋发, 吕洪飞, 等. 山茶属油茶组和短柱茶组叶解剖特征及其分类学意义[J]. 植物分类学报, 2008, 46(2): 183-193.
- [7] 王锦, 韩德聪, 叶创兴. 野生与栽培毛叶茶形态解剖特征比较[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 1993, 32(4): 135-138.
- [8] 李正理, 张新英. 植物解剖学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1983: 246-279.
- [9] K. 伊稍. 种子植物解剖学[M]. 2版. 李正理, 译. 上海: 上海科技出版社, 1982: 52-68, 226-244.
- [10] FAHN A. 植物解剖学[M]. 吴树明, 刘德汉, 译. 天津: 南开大学出版社, 1990: 207-249.
- [11] 祝廷成, 钟章成, 李建东. 植物生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1988: 80-83.