

山茶科部分属种叶表皮形态学研究

张 浩, 庄雪影

(华南农业大学 林学院, 广东 广州 510642)

摘要:在光学显微镜下观察了山茶科 Theaceae 10 属 25 种植物叶表皮形态. 所检测种类的叶表皮气孔复合体主要有环列型(cyclocytic)、平列型(paracytic)、不规则型(anomocytic)和极少数辐射型(actinocytic). 山茶亚科 Theoideae 大头茶属 *Gordonia* 和荷木属 *Schima* 的气孔复合体呈环列型, 石笔木属 *Tutcheria* 气孔复合体为平列型, 圆籽荷属 *Apterosperma* 和厚皮香亚科 Ternstroemiaceae 各属均为不规则型. 认为山茶亚科植物的气孔复合体可能是从环列型向平列型或不规则型演化; 厚皮香亚科的不规则型为山茶科植物气孔类型中最进化的类型. 叶表皮扫描电镜观察结果显示, 山茶科不同属间的纹饰有较大的差异, 山茶科植物表皮细胞的角质纹饰是从多层、分离的波状条饰(山茶属 *Camellia*、大头茶属)向少数几层、连续或分叉的环状或波状条纹(石笔木属、荷木属和圆籽荷属), 或环状条纹与表皮角质层分离(厚皮香属 *Ternstroemia*、杨桐属 *Adinandra* 和红淡比属 *Cleyera*)至愈合(猪血木属 *Euryodendron*、茶梨属 *Anneslea* 和桫属 *Eurya*)演化. 根据叶表皮形态特征, 石笔木属不应与核果茶属 *Pyrenaria* 归并; 圆籽荷属在系统地位上的独特性, 可能是山茶亚科与厚皮香亚科之间的过渡类型.

关键词:山茶科; 叶表皮形态; 气孔复合体; 纹饰

中图分类号: Q944

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2004)03-0087-07

Study on leaf epidermis of some plants of Theaceae

ZHANG Hao, ZHUANG Xue-ying

(College of Forestry, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: The epidermal morphology of 25 species in 10 genera of Theaceae was observed under light microscope. Three major types of stomata were recognized: cyclocytic type (*Gordonia*, *Schima*), paracytic type (*Tutcheria*), anomocytic type (*Apterosperma*, *Ternstroemia*, *Adinandra*, *Cleyera*, *Euryodendron*, *Eurya*, *Anneslea*). The evolutionary trend of stomata was from cyclocytic to paracytic or anomocytic. Anomocytic of Ternstroemiaceae was the most advanced type in Theaceae. The epidermal morphology of 16 species in 10 genera was observed under scanning electron microscope. The cuticle patterns varied with genera from multi-layered and discontinuous ringes in *Camellia* and *Gordonia* to a few continuous and branched rings in *Tutcheria*, *Schima* and *Apterosperma*, or the ring outside the pore was from separated (*Ternstroemia*, *Adinandra* and *Cleyera*) to being merged with cuticular layer (*Euryodendron*, *Anneslea* and *Eurya*). The result showed that *Tutcheria* was different from *Pyrenaria* in leaf stomatal types. *Apterosperma* had anomocytic stomata, which was different from other taxa in Theoideae, but similar to those in Ternstroemiaceae. Therefore, it may be the transitional type between two subfamilies.

Key words: Theaceae; epidermal morphology; stomatal type; cuticle

山茶科 Theaceae 为热带亚热带分布科, 广泛分布于东西半球的热带和亚热带, 尤以亚洲最为集中. 中国山茶科植物有 15 属 480 余种, 均属于比较原始的山茶亚科和厚皮香亚科^[1-2]. 山茶科植物是我国热带亚热带常绿阔叶林的优势科, 许多种类具

有很高的经济价值和观赏价值. 该科植物系统学研究包括花粉形态学研究^[3-4]、个别种的种皮形态学研究^[5]和叶表皮形态学研究^[6-8], 但以山茶属植物的研究最为深入^[3,7,9,10].

本研究应用光学显微镜和扫描电镜, 对山茶科

收稿日期: 2003-09-26

作者简介: 张 浩(1980-), 男, 硕士研究生. 通讯作者: 庄雪影(1961-), 女, 教授, 博士.

基金项目: 广东省林业局和香港嘉道理农场暨植物园研究基金项目.

不同属间叶表皮形态特征进行了比较,探讨叶表皮形态特征在山茶科系统分类学中的意义,为进一步深入研究山茶科的系统分类提供微形学资料。

1 材料与方法

1.1 实验材料

共检测了10属25种植物叶表皮形态。除荷木

用新鲜叶片外,其余均取自华南农业大学植物标本馆(CANT)的腊叶标本(凭证标本见表1)。

1.2 表皮细胞的光学显微镜观察

1.2.1 过氧化氢-冰醋酸离析法 在成熟叶片中部取面积约1 cm²的小叶片,沸水煮5~10 min,浸泡在φ=30%过氧化氢与冰醋酸体积比为1:1的离析液中,在60℃温箱中放12~36 h(时间长短因材料而异)。

表1 实验材料名录

Tab. 1 Species examined in this study

种名 species	凭证标本 voucher	采集地 locality
两广杨桐 <i>Adinandra glischroloma</i> Hand. - Mazz.	张 浩 426	广东天井山
海南杨桐 <i>Adinandra hainanensis</i> Hayata	陈国泽 21548	广东广州
杨桐 <i>Adinandra millettii</i> Benth. et Hook. f. ex Hance	林万涛 30418	广东英德
茶梨 <i>Anneslea fragrans</i> Wall.	肖绵韵 0417	广东封开
圆籽荷 <i>Apterosperma oblata</i> Chang	张 浩 1731	广东阳春
红淡比 <i>Cleyera japonica</i> Thunb.	张 浩 428	广东天井山
倒卵叶红淡比 <i>Cleyera obovata</i> H. T. Chang	张 浩 24610	广东天井山
隐脉红淡比 <i>Cleyera obscurinervis</i> Chang	周洪富 26780	四川
翅柃 <i>Eurya alata</i> Kobuski	张 浩 2057	广东南昆山
柃木 <i>Eurya japonica</i> Thunb.	张 浩 9986	广东天井山
毛果柃 <i>Eurya trichocarpa</i> Korth.	张 浩 9987	广东天井山
猪血木 <i>Euryodendron excelsum</i> Chang	张 浩 1730	广东阳春
大头茶 <i>Gordonia axillaris</i> (Roxb.) Dietr.	82级实习队 25327	广东新会
银荷木 <i>Schima argentea</i> Pritz.	梁宝汉 86263	湖南汝城
疏齿木荷 <i>Schima remotiserrata</i> Chang	冯志坚 86775	广东乳源
荷木 <i>Schima superba</i> Gardn. et Champ.	张 浩 新鲜叶	广东广州
红荷 <i>Schima wallichii</i> (DC.) Choisy	张 浩 986	广东南昆山
厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i> Bedd.	张 浩 421	广东天井山
广东厚皮香 <i>Ternstroemia kwangtungensis</i> Merr.	曾幻添 72128	广东饶平
小叶厚皮香 <i>Ternstroemia microphylla</i> Merr	梁宝汉 89552	广东阳春
石笔木 <i>Tutcheria championii</i> Nakai	广东木材调查组 331	广东封开
锥果石笔木 <i>Tutcheria symplocifolia</i> Merr. et Metc.	始兴林业局调查组 s.n	广东始兴
小果石笔木 <i>Tutcheria microcarpa</i> Dunn	曾幻添 72197	广东饶平
卵叶石笔木 <i>Tutcheria ovalifolia</i> Li	梁向日 68154	海南安定
尖喙石笔木 <i>Tutcheria rostrata</i> Chang	叶向斌 35284	广东新会

1.2.2 铬酸离析法 对于上法中离析效果不好的种类(圆籽荷 *Apterosperma oblata* Chang、红淡比 *Cleyera japonica* Thunb.、茶梨 *Anneslea fragrans* Wall.),将材料直接浸泡在三氧化铬(φ=10%)的水溶液中,在40℃温箱中放7~12 h(时间长短因材料而异)。

当表皮与叶肉组织分离后,用水洗净,用φ=1%番红酒精溶液染色10~20 min,制片,在Leica(DMLB)光学显微镜下观察、拍照。

在同一倍数下测量10个视野的气孔和表皮毛数量,取其平均值,再换算为每平方米气孔数和表皮毛数,作为气孔密度和表皮毛密度。

1.3 表皮外部形态的扫描电镜观察

取腊叶标本靠中脉面积约5 mm×5 mm的叶片,置于酒精(φ=95%)中浸洗10 min,取出凉干,用双

面胶粘在观察台上,经镀膜后,移入JEOL JSM-25S型扫描电镜下观察、拍照。

本文所用形态术语主要参考潘开玉等^[11]和Dilcher^[12]资料。山茶科分类采用张宏达等^[1,13]系统。

2 结果与分析

2.1 光学显微镜下的特征

2.1.1 表皮细胞形状、垂周壁式样、表皮毛类型 山茶科植物的叶表皮细胞可分为多边形和不规则形2种(表2)。前者垂周壁通常平直(图1-a)。后者依垂周壁波状起伏的程度,可细分为:浅波状和波状(图1-b)。山茶科植物叶表皮毛均为单细胞毛,均分布于下表皮(图1-e)。

2.1.2 气孔复合体类型 山茶科植物叶片上的气孔

表2 山茶科植物叶表皮在光学显微镜下的特征

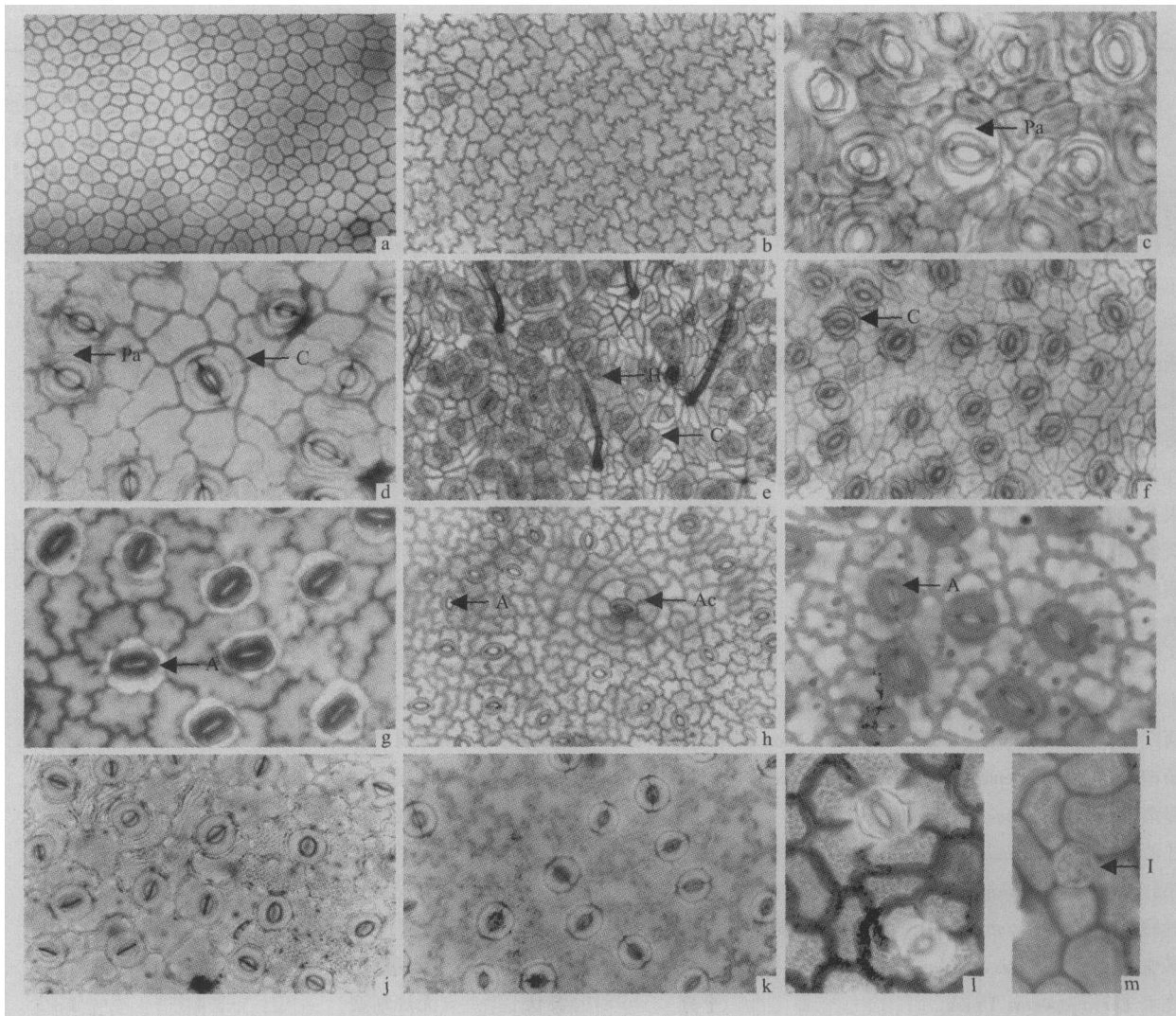
Tab. 2 The characters of leaf epidermis in Theaceae under light microscope

种名 species	上表皮 upper epidermis		下表皮 lower epidermis		
	垂周壁 anticlinal wall	垂周壁 anticlinal wall	气孔类型 stomatal types	气孔密度 stomatal density/ (个·mm ⁻²)	表皮毛密度 hair density/ (个·mm ⁻²)
石笔木 <i>Tutcheria championii</i> Nakai	浅波状	平直	平列型	275	3~7
尖喙石笔木 <i>Tutcheria rostrata</i> Chang	平直	浅波状	平列型	157	10~16
小果石笔木 <i>Tutcheria microcarpa</i> Dunn	平直	浅波状	平列型	200	3~6
卵叶石笔木 <i>Tutcheria ovalifolia</i> Li	平直	波状	平列型,稀环列型	214	1~2
锥果石笔木 <i>Tutcheria symplocifolia</i> Merr. et Metc.	平直	波状	平列型	235	2~4
大头茶 <i>Gordonia axillaris</i> (Roxb.) Dietr.	平直	浅波状	环列型	133	2~7
荷木 <i>Schima superba</i> Gardn. et Champ.	平直	浅波状	环列型	333	0
红荷 <i>Schima wallichii</i> (DC.) Choisy	平直	平直	环列型	435	10~15
银荷木 <i>Schima argentea</i> Pritz.	平直	平直	环列型	358	80~90
疏齿木荷 <i>Schima remotiserrata</i> Chang	平直	平直	环列型	259	0
圆籽荷 <i>Apterosperma oblata</i> Chang	平直	波状	无规则型	245	1~3
厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i> Bedd.	波状	波状	无规则型,稀辐射型	210	0
广东厚皮香 <i>Ternstroemia kwangtungensis</i> Merr.	平直	平直	无规则型	307	0
小叶厚皮香 <i>Ternstroemia microphylla</i> Merr	波状	浅波状	无规则型	227	0
两广杨桐 <i>Adinandra glischroloma</i> Hand. - Mazz.	平直	浅波状	无规则型	453	15~20
杨桐 <i>A. millettii</i> Benth. et Hook. f. ex Hance	浅波状	浅波状	无规则型	267	1~3
海南杨桐 <i>A. hainanensis</i> Hayata	浅波状	浅波状	无规则型	288	14~18
红淡比 <i>Cleyera japonica</i> Thunb.	浅波状,不规则加厚	浅波状	无规则型,稀辐射型	218	0
隐脉红淡比 <i>C. obscurinervis</i> Chang	浅波状,不规则加厚	浅波状	无规则型	131	0
倒卵叶红淡比 <i>C. obovata</i> H. T. Chang	浅波状,不规则加厚	浅波状	无规则型,稀辐射型	186	0
猪血木 <i>Euryodendron excelsum</i> Chang	浅波状	浅波状	无规则型	549	1~3
柃木 <i>Eurya japonica</i> Thunb.	平直	波状	无规则型	374	1~3
毛果柃 <i>Eurya trichocarpa</i> Korth.	浅波状,不规则加厚	波状	无规则型	278	0
翅柃 <i>Eurya alata</i> Kobuski	浅波状,不规则加厚	波状	无规则型	490	1~3
茶梨 <i>Anneslea fragrans</i> Wall.	平直	平直	无规则型	280	0

复合体仅分布在下表皮,可分为4种类型:(1)平列型(paracytic):两个副卫细胞完全包围保卫细胞,大小不等,与保卫细胞的长轴平行.山茶亚科石笔木属 *Tutcheria* 大部分种类为该类型(图1-c、d). (2)环列型(cyclocytic):保卫细胞被3~5个副卫细胞围绕,副卫细胞大小不等.有些副卫细胞常为发育较好的角质膜覆盖,因此由它们所组成的围绕保卫细胞的环界限有时不十分明显.见于山茶亚科大头茶属 *Gordonia* 和荷木属 *Schima* 植物(图1-e、f).在卵叶石笔木叶的下表皮发现有极少数的环列型气孔复合体(图1-d). (3)无规则型(anomocytic):围绕着保卫细胞的细胞与表皮细胞无区别.见于圆籽荷属 *Apterosperma* 和厚皮香亚科6属(厚皮香属 *Ternstroemia*、杨桐属 *Adinandra*、红淡比属 *Cleyera*、猪血木属 *Euryodendron*、柃木属 *Eurya* 和茶梨属 *Anneslea*,图1-g~l).

在圆籽荷和茶梨叶的下表皮细胞与保卫细胞之间有环状间隙,紧挨保卫细胞的垂周壁下陷(图1-g、l).此外,在茶梨叶下表皮还见有异细胞(idioblast),内含晶簇(druses)(图1-m). (4)辐射型(actinocytic):保卫细胞被多个放射状伸长的副卫细胞包围.辐射型和环列型的副卫细胞排列相似,但环列型的副卫细胞窄,辐射型的副卫细胞宽.在厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera* Bedd.、红淡比和倒卵叶红淡比 *Cleyera obovata* H. T. Chang 等叶的下表皮上发现有极少数辐射型气孔复合体(图1-h).

不同属间的气孔密度有较大差异(表2):猪血木的平均气孔密度最大,为549个·mm⁻²,大头茶的平均气孔密度最小为133个·mm⁻².同一属不同种间的气孔密度稍有差异.



a, b 示上表皮垂周壁形态 showing the morphology of anticlinal walls on upper epidermal: a 茶梨 *Anneslea fragrans*, 垂周壁平直 straight anticlinal walls, 84 ×; b 厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera*, 垂周壁波状 sinuate anticlinal walls, 84 ×. c - l 示下表皮气孔复合体类型 showing the types of stomatal apparatuses on lower epidermal: c 石笔木 *Tutcheria championii*, 平列型 paracytic (Pa), 168 ×; d 卵叶石笔木 *Tutcheria ovalifolia*, 示平列型 paracytic (Pa)、稀环列型气孔复合体 with rare cyclocytic (C), 168 ×; e 大头茶 *Gordonia axillaris*, 示环列型 cyclocytic (C), H = 单细胞毛 simple trichomes, 42 ×; f 荷木 *Schinus molle*, 示环列型 cyclocytic (C), 84 ×; g 圆籽荷 *Apterostroma oblatum*, 示无规则型 anomocytic (A), 168 ×; h 厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera*, 示无规则型 anomocytic (A), 稀辐射型 with rare actinocytic (Ac), 84 ×; i 红淡比 *Cleyera japonica*, 示无规则型 anomocytic (A), 168 ×; j 猪血木 *Euryodendron excelsum*, 示无规则型 anomocytic, 168 ×; k 翅椴 *Eurya alata*, 示无规则型 anomocytic, 168 ×; l 茶梨 *Anneslea fragrans*, 示无规则型 anomocytic, 223 ×. m 茶梨 *Anneslea fragrans*, 示异细胞 idioblast (I), 176 ×

图1 山茶科植物在光学显微镜下叶上表皮垂周壁式样及下表皮气孔复合体的类型(表面观)

Fig. 1 The morphology of anticlinal walls and types of stomatal apparatuses of mature leaves of Theaceae under light microscope (LM)

2.2 扫描电镜下的叶表皮及气孔形态特征

对10属16种植物的叶片进行了扫描电镜观察(图2)。结果显示所有属植物的上表皮平滑或具乳突状或网状饰纹,稀有乳突状点;下表皮具气孔,气孔具2层拱盖,外拱盖宽或稍窄,表面通常平滑,内缘平滑或呈不规则齿缺。气孔复合体外侧的饰纹各式。

2.2.1 石笔木属 观察了2个种(*Tutcheria symplocifolia*, *T. championii*)。叶上表皮细胞垂周壁稍隆起,

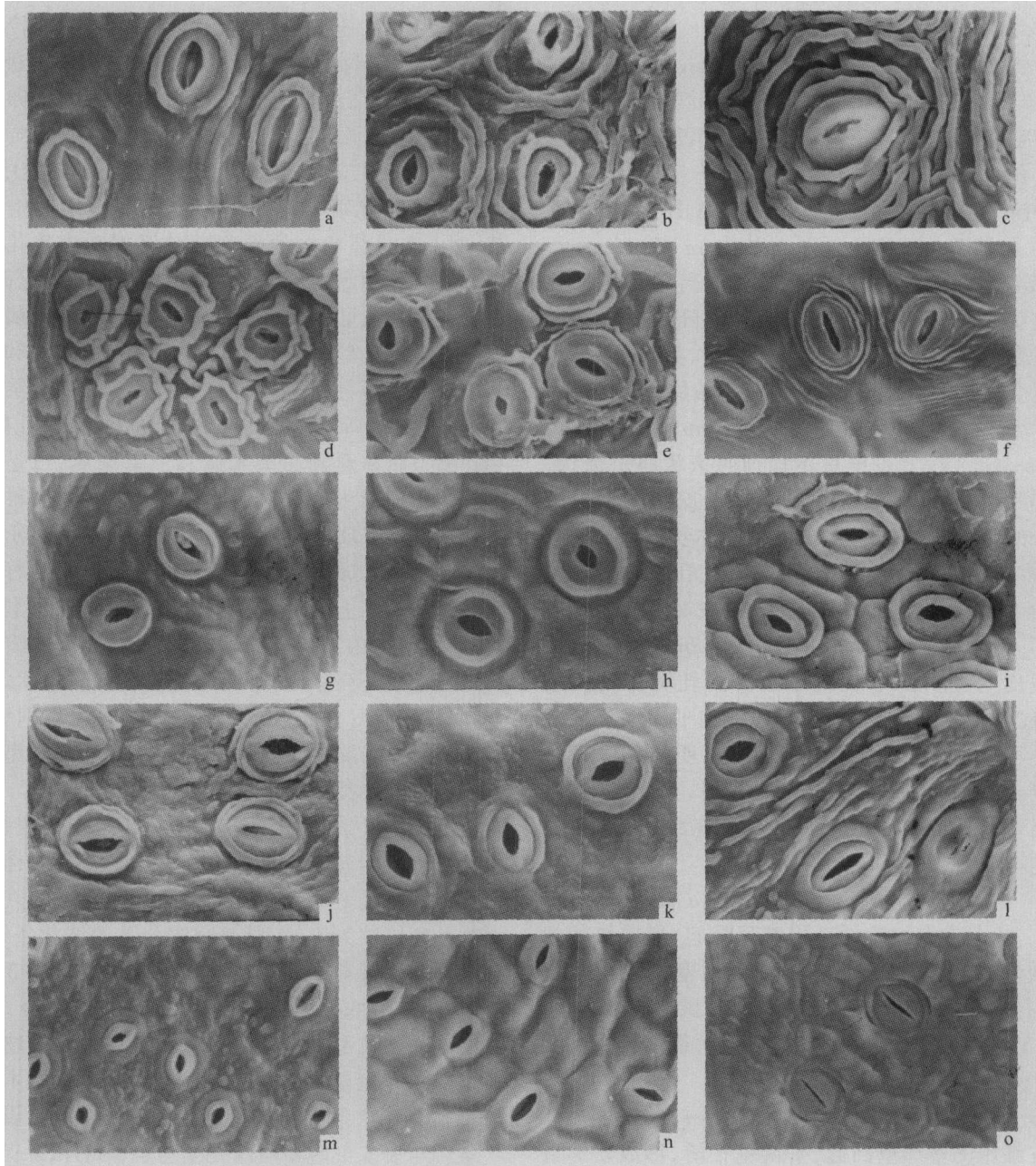
平周壁具条状角质颗粒,表皮细胞轮廓呈不规则多边形;下表皮具复杂的表皮角质条纹,表皮细胞轮廓不明显,具单毛。气孔复合体椭圆形或近圆形,气孔外拱盖隆起、光滑,内缘近平滑,无T型加厚;气孔复合体外侧具1~3层环状条纹,其余的条纹部分与叶表皮角质层愈合(图2-a、b)。

2.2.2 大头茶属 观察1种(*Gordonia axillaris*)。叶上表皮有不规则的乳突结构,表皮细胞轮廓不明显;

下表皮细胞具稠密的表皮角质条纹,表皮细胞轮廓不明显,具单毛。气孔复合体椭圆形,气孔外拱盖隆起、光滑,内缘稍加厚;气孔复合体外侧饰纹为多层同心环状的波状条纹(图 2-c)。

2.2.3 荷木属 观察了 2 种 (*Schima wallichii*, *S.*

superba)。叶上表皮垂周壁凸起,平周壁平滑,表皮细胞轮廓清晰;下表皮具复杂的网状表皮角质纹饰,表皮细胞轮廓不明显,有单毛。气孔宽椭圆形或近圆形,外拱盖较宽而平、光滑,内缘近平滑;气孔复合体外侧具 1~2 层连续或分叉的波状条纹(图 2-d,e)。



a, b 示气孔复合体外侧具 1~3 层环状条纹,其余的条纹部分与叶表皮角质层愈合 showing 1 to 3 ringed stripes, others merged with cuticle layers: a 锥果石笔木 *Tucheria symplocifolia*; b 石笔木 *T. championii*. c 示气孔复合体外侧饰纹为多层同心环状的波状条纹 showing multi-ringed stripes, 大头茶 *Gordonia axillaris*. d, e 示气孔复合体外侧饰纹为 1~2 层连续或分叉的波状条纹 showing 1 to 2 serial and branch ringed stripes: d 红荷 *Schima wallichii*; e 荷木 *S. superba*. f 示气孔复合体外侧饰纹为 2~3 层环状细条纹,外层条纹呈放射状 showing 2 to 3 thin ringed stripes, 圆籽荷 *Apterosperma oblata*. g~l 示气孔复合体外侧仅具 1 层环状条纹 showing only one ringed stripe: g 厚皮香 *Ternstroemia gymnanthera*; h 小叶厚皮香 *T. microphylla*; i 两广杨桐 *Adinandra glischroloma*; j 杨桐 *A. millettii*; k 隐脉红淡比 *Cleyera obscurinervis*; l 红淡比 *C. japonica*. m~o 示一层环纹与表皮细胞半愈合和愈合 showing one ringed stripe partly merged and merged with epidermis: m 猪血木 *Euryodendron excelsum*; n 柃木 *Eurya japonica*; o 茶梨 *Anneslea fragrans*

图 2 山茶科植物叶下表皮在扫描电镜下的特征 (645 ×)

Fig. 2 The morphology of the lower epidermis of mature leaves of Theaceae under scanning electron microscope (SEM, 645 ×)

2.2.4 圆籽荷属 单种属(*Apterosperma oblata*)。叶上表皮平周壁和垂周壁均平滑,表皮细胞轮廓不显;下表皮隐约可见与角质层半愈合的条形角质纹饰,表皮细胞轮廓明显,有单毛。气孔复合体宽椭圆形,外拱盖较宽而平、光滑,内缘浅波状;气孔复合体外侧饰纹为2~3层环状细条纹,外层条纹呈放射状,与表皮角质层愈合或半愈合(图2-f)。

2.2.5 厚皮香属 观察了2种(*Ternstroemia gymnanthera*, *T. microphylla*)。叶上表皮具条状皱折饰纹,上表皮细胞轮廓不明显;下表皮平周壁稍凸起,有单毛。气孔复合体宽椭圆形,外拱盖较宽而平、光滑,具T形加厚;气孔复合体外侧具1层环状条纹(图2-g,h)。

2.2.6 杨桐属 观察了2种(*Adinandra glischroloma*, *A. millettii*)。叶上表皮具稠密的近平行排列的不规则的波状饰纹;下表皮平周壁不规则隆起,具单毛。气孔复合体椭圆形,外拱盖隆起、光滑,具T形加厚,气孔复合体外侧具1层环状、隆起的条纹(图2-i,j)。

2.2.7 红淡比属 观察了2种(*Cleyera obscurinervis*, *C. japonica*)。叶上表皮具不规则的条状厚角结构,表皮细胞轮廓不明显;下表皮具与表皮角质层不规则半愈合的条状饰纹,无毛。气孔复合体长圆形或椭圆形,外拱盖隆起、光滑,具T形加厚;气孔复合体外侧饰纹为1层隆起较宽的环状条纹(图2-k,l)。

2.2.8 猪血木属 单种属(*Euryodendron excelsum*)。叶上表皮具稠密而形状大小不等的乳突状角质结构,表皮细胞轮廓不明显;下表皮细胞平周壁具较疏的大小不一的乳突,表皮细胞轮廓不明显,具单毛。气孔复合体近圆形,外拱盖隆起、光滑,具T形加厚;气孔复合体外侧具1层圆形的环状条纹,环纹与表皮细胞半愈合(图2-m)。

2.2.9 柃木属 观察了2种(*Eurya japonica*, *E. alata*)。叶上表皮细胞的平周壁稍隆起,形成块状的不规则多边形细胞轮廓;下表皮平周壁也呈不规则隆起,有单毛。气孔复合体椭圆形,外拱盖稍隆起、光滑,具T形加厚;气孔复合体外侧环状条纹与表皮细胞几乎全愈合(图2-n)。

2.2.10 茶梨属 观察了1种(*Anneslea fragrans*)。叶上表皮细胞的垂周壁凸起,平周壁平滑,形成轮廓清晰的多边形表皮细胞;下表皮平周壁具稠密的大小不一的棒状颗粒,表皮细胞轮廓明显。气孔复合体近圆形,外拱盖稍隆起,光滑,无明显T形加厚;气孔复合体外侧具1层环状细条纹,环纹与表皮细胞半愈合(图2-o)。

3 讨论与结论

3.1 山茶科植物的气孔类型及表皮纹饰

在科及科以上水平,气孔器的结构与系统发育

没有直接的相关关系,但在同一植物科内,结合其他的演化性状,不同的气孔器类型之间具有分类学意义^[14,15]。本研究结果显示,山茶亚科与厚皮香亚科在气孔复合体形态上还是有比较明显的差异,前者具有平列型(石笔木属)、环列型(山茶属^[7]、大头茶属和荷木属)和无规则型(圆籽荷属);后者为无规则型(厚皮香科、杨桐属、红淡比属、猪血木属、柃木属和茶梨属)。但在卵叶石笔木下表皮中可看到极少数环列型气孔复合体,而在厚皮香、红淡比、倒卵叶红淡比下表皮可看到极少数辐射型气孔复合体,这些现象可能反映了石笔木属、厚皮香属和红淡比属的平列型或无规则型与环列型气孔复合体的密切联系,即山茶科植物中的平列型和无规则型气孔复合体都是从环列型气孔复合体直接或间接演化而来。山茶科植物在果实类型上有以下特点:山茶属和石笔木属均具大型种子蒴果;大头茶属、荷木属和圆籽荷属均具小型种子蒴果;厚皮香亚科具肉质浆果或闭果。韦仲新等^[4]提出山茶科可能有两条进化路线:一是山茶属演化到石笔木属和核果茶属,二是大头茶属演化到荷木属和圆籽荷属等;厚皮香亚科可能是通过核果茶属演化而来。本研究结果也显示了山茶属—石笔木属间与大头茶属—荷木属—圆籽荷属间在气孔形态上的差异。根据山茶科气孔类型的特点,笔者认为山茶亚科植物在气孔复合体的演化方向可能是从环列型(山茶属)向平列型(石笔木属)演化和从环列型(大头茶属和荷木属)向无规则型(圆籽荷属)演化;厚皮香亚科的无规则型气孔类型是山茶科植物气孔类型中最进化的类型。

山茶科叶表皮的纹饰也有一定的变化规律,即纹饰从复杂到简单。如大头茶属的气孔复合体外侧饰纹为多层同心环状的波状条纹,荷木属的气孔复合体外侧饰纹为1~2层连续或分叉的波状条纹,石笔木属和圆籽荷属的气孔复合体外侧具1~3层环状条纹,其余的条纹部分与叶表皮角质层愈合。厚皮香亚科的饰纹趋向简化,如所观察的6属植物的气孔复合体外侧仅具1层环状条纹,其中猪血木属和茶梨属的环状条纹与表皮细胞半愈合,柃木属的环状条纹与表皮细胞角质层几全愈合。此外,除茶梨属外,厚皮香亚科植物的保卫细胞两极均有T型加厚,但茶梨属植物叶下表皮通常具有异细胞,这一性状可作为该属的识别特征之一。总体而言,山茶科植物表皮细胞的角质纹饰的演化趋势是从多层、分离的波状条饰(山茶属^[7]和大头茶属)向少数几层、连续或分叉的环状或波状条纹(石笔木属和荷木属、圆籽荷属)演化,从一层环状条纹(厚皮香属、杨桐属和红淡比属)向环状条纹与表皮角质层愈合(猪血木属、茶梨属和柃属)演化。由此可见,开展山茶科植物叶部解剖形

态学研究将对山茶科系统学研究有参考价值。

3.2 石笔木属在山茶亚科中的系统学地位

对石笔木属在山茶亚科中的系统地位,不同学者间的观点有差异。如耿焯^[16]把石笔木属归入核果茶属,但张宏达^[17]和叶创兴^[18]则认为这2个属应该独立。叶创兴^[19]做的山茶亚科演化的系统树状图中,把石笔木属置于核果茶族内,而张宏达^[1]把石笔木属置于山茶族内。杨世雄等^[20]结合形态学、胚胎学、孢粉学和解剖学等资料提出核果茶属、石笔木属和拟核果茶属3属应该合并为1属;韦仲新^[4]认为石笔木属花粉与核果茶属相似,而与山茶属花粉有较大的差异,支持石笔木属与核果茶属同族,但不支持把石笔木与山茶属同族的观点。石笔木属叶表皮角质厚,对于观察气孔盖与表皮细胞之间的副卫细胞排列方式影响很大。笔者观察结果显示,石笔木属植物的气孔大多为平列型,即2个大小不等的副卫细胞完全包围保卫细胞,只有极少数的气孔(仅见于卵叶石笔木叶表皮)为环列型,这一结果与杨世雄^[18]和耿焯^[19]描述石笔木属为大头茶型(Gordoniaceous-Type),即环列型是有差异的。在卵叶石笔木中出现的少数环列型气孔复合体可能反映了石笔木属平列型与环列型气孔复合体有密切的联系,平列型气孔复合体可能是部分副卫细胞间壁融合或退化演化而成,即石笔木属的气孔平列型是由山茶属环列型气孔复合体^[7]通过副卫细胞部分间壁的融合或退化演化而来。

据其他学者的研究结果,核果茶属的气孔复合体均为环列型^[8],而石笔木属的气孔复合体为平列型。因此,笔者认为石笔木属不应与核果茶属归并。

3.3 圆籽荷属在山茶亚科中的系统学地位

圆籽荷属是张宏达教授^[22]于1976年建立的单种属。观察结果显示,圆籽荷属的气孔类型为无规则型,即围绕着保卫细胞的细胞与表皮细胞无区别。从这一特征来看,圆籽荷与山茶亚科内其他属不同,而与厚皮香亚科的属种更为接近。韦仲新^[4]通过对山茶科花粉超微结构的研究,发现圆籽荷属的花粉纹饰与山茶亚科植物有较大的差异,与厚皮香亚科的花粉纹饰很类似,并说明它们之间有较密切的关系。从表皮形态特点来看,圆籽荷属的气孔类型接近于厚皮香亚科,但保卫细胞极区无T型加厚,又有别于厚皮香亚科,而与山茶亚科相近。这些特点都反映了该属系统地位上的独特性,它可能是山茶亚科与厚皮香亚科之间的过渡类型。

致谢:华南农业大学生命科学学院吴鸿教授、李爱民博士和北京植物研究所孙同兴博士给予指导和建
议,在此深表谢意!

参考文献:

- [1] 张宏达,任善湘. 中国植物志:第49卷,第3分册[M]. 北京:科学出版社,1998. 1-251.
- [2] 傅立国,陈潭清,郎楷永,等. 中国高等植物:第4卷[M]. 青岛:青岛出版社,2000.572-656.
- [3] 韦仲新,ZAVADA M S,闵天禄. 山茶属的花粉形态及其分类学意义[J]. 云南植物研究,1992,14(3):275-282.
- [4] 韦仲新. 山茶科花粉超微结构及其系统学意义[J]. 云南植物研究,1997,19(2):143-153.
- [5] 张文驹,闵天禄. 九种金花茶种皮的电镜扫描观察[J]. 广西植物,1995,15(1):36-38.
- [6] 李凤英,王玉国,唐绍清. 山茶属金花茶组金花系的叶表皮特征及分类学意义[J]. 广西师范大学学报:自然科学版,2001,19(4):75-79.
- [7] 敖成齐,陈功锡,张宏达. 山茶属叶表皮形态及分类学意义[J]. 云南植物研究,2002,24(1):68-74.
- [8] 杨世雄,刘爱忠,彭华,等. 核果茶属的气孔复合体类型及其系统学意义[J]. 广西植物,2003,23(3):250-252.
- [9] 张宏达. 山茶属植物的系统研究[J]. 中山大学学报(自然科学)论丛,1981,(1):1-12.
- [10] 闵天禄. 山茶属的系统大纲[J]. 云南植物研究,1999,21(2):149-159.
- [11] 潘开玉,路安民,温洁. 金缕梅科(广义)的叶表皮特征[J]. 植物分类学报,1990,28(1):10-26.
- [12] DILCHER D L. Approaches to the identification of angiosperm leaf remains[J]. Bot Rev, 1974,40(1):91-108.
- [13] 林来官. 中国植物志:第50卷,第1分册[M]. 北京:科学出版社,1998. 1-194.
- [14] METCALFE C R. Anatomy of the dicotyledons: Vol. III [M]. 2nd ed. Oxford: Oxford Sci Publications. 1987. 128-137.
- [15] 陈之瑞,张志耘. 桦木科植物叶表皮的研究[J]. 植物分类学报,1991,29(2):156-163.
- [16] KENG H. Two new theaceous plants from Malaysia and a proposal to reduce *Tutcheria* to a synonym of *Pyrenaria* [J]. Gardens' Bull Singap, 1972,26:127-135.
- [17] 张宏达. 山茶科植物增补[J]. 中山大学学报(自然科学版),1983,22(2):104.
- [18] 叶创兴. 山茶科核果茶族的研究[J]. 中山大学学报:自然科学版,1985,24(2):81-86.
- [19] 叶创兴. 山茶亚科属间亲缘关系的探讨[J]. 中山大学学报:自然科学版,1990,29(1):74-81.
- [20] 杨世雄,闵天禄. 山茶科核果茶属、石笔木属和拟核果茶属的分类学位置[J]. 云南植物研究,1995,17(2):192-196.
- [21] KENG H. Comparative morphological studies in Theaceae [J]. Univ Calif Publ Bot, 1962, 33 (4):269-384.
- [22] 张宏达. 圆籽荷属——山茶科一新属[J]. 中山大学学报:自然科学版,1976(2):90-92.

【责任编辑 李晓卉】