

## 蜡梅科植物的叶表皮特征及其在分类上的意义

李 焯 李秉滔

(华南农业大学林学院, 广州 510642)

**摘要** 用扫描电镜和光学显微镜观察了蜡梅科3属5种植物成熟叶片远轴面的表皮特征, 认为这些表皮细胞特征和气孔器特征在分类上有比较重要的意义。蜡梅属、夏蜡梅属和美国蜡梅属植物的叶表皮毛均为单细胞毛、非腺毛, 上、下表皮细胞均为多边形, 垂周壁呈深波状, 气孔器均为平列型。这三个属的亲缘关系密切, 应该归属于同一个大类群—蜡梅科。这为蜡梅属、夏蜡梅属、美国蜡梅属的分类提供了有用的性状特征。这三个属气孔器的演化趋势为: 气孔器在保卫细胞的两极无“T”型加厚到有“T”型加厚, 气孔器由单层外拱盖到双层外拱盖。

**关键词** 蜡梅科; 蜡梅属; 夏蜡梅属; 美国蜡梅属; 叶表皮特征; 气孔器

**中图分类号** Q944.56

## EPIDERMAL FEATURES OF THE LEAVES OF CALYCANTHACEAE

Li Ye Li Pingtao

(College of Forestry, South China of Agricultural University, Guangzhou 510642)

**Abstract** Epidermal features of the leaves of 5 species in 3 genera of Calycanthaceae were observed under light microscope and SEM. In species of genera *Chimonanthus*, *Sinocalycanthus* and *Calycanthus*, the leaf trichomes all are unicellular and nonglandular, the upper and lower epidermal cells have the same shape with sinuate anticlinal walls, and the stomata are of paracytic type, which can be attributed to the same family Calycanthaceae. The evolutionary trend of stomata in the three genera is recognized as the guard cells at polar regions from having no T-shaped thickening to having, and the stomatal rim at both sides being from one rim to double rim.

**Key words** Calycanthaceae; *Chimonanthus*; *Sinocalycanthus*; *Calycanthus*; Leaf epidermal characters; Stomata

蜡梅科是一个仅有4属10种的小型科, 但却是典型的东亚、北美间断分布以及南、北温带间断分布, 其中蜡梅属和夏蜡梅属特产于中国温带地区, 美国蜡梅属特产于美国东南部及加利福尼亚州。关于蜡梅科的分类, 学者们曾有一些不同的意见, 主要是夏蜡梅的分属问题。夏蜡

梅 (*Sinocalycanthus chinensis* Cheng et S. Y. Chang) 是 1963 年郑万均和章绍尧<sup>[1]</sup> 在我国浙江省临安、天台等地发现的, 他们根据采自昌化的模式标本发表了夏蜡梅, 但 K. A. Nicely<sup>[2]</sup> 在他的蜡梅科专著中, 仅在一个脚注中提到了夏蜡梅, 简单地认为它的建立是不合适的, 其分类位置也不清楚而予以否定。李秉滔<sup>[3]</sup> 则将它置于美国蜡梅属 (*Calycanthus* L.) 中。李林初<sup>[4-7]</sup> 则在细胞地理学、形态学、传粉生物学、孢粉学等资料的基础上, 明确地指出夏蜡梅与美国蜡梅 (*Calycanthus floridus* L.) 及西美蜡梅 (*Calycanthus occidentalis* Hook. & Arnott) 的差异较大, 从而支持夏蜡梅属 (*Sinocalycanthus* Cheng et S. Y. Chang) 作为独立属的意见。本研究通过对蜡梅科植物的叶表皮毛特征、气孔器的类型和表皮细胞形态的观察, 寻求有意义的表皮性状特征, 为进一步探讨蜡梅科植物的属间关系提供资料。

## 1 材料与方法

观察材料 (表 1) 均取自腊叶标本的成熟叶片, 凭证标本存放于华南农业大学标本馆 (CANT) 及中国科学院华南植物研究所标本馆 (IBSC) 内。

表 1 观察的材料

Table 1 Species examined

种名 Species	凭证标本 Voucher	采集人 Collector	采集地 Locality	藏于 Deposited in
柳叶蜡梅 <i>Chimonanthus salicifolius</i> S. Y. Hu	21356	竺叶青	浙江余杭	CANT
蜡梅 <i>Chimonanthus praecox</i> (L.) Link	19927	李秉滔	云南昆明黑龙潭	CANT
山蜡梅 <i>Chimonanthus nitens</i> Oliver	19928	李秉滔	云南昆明黑龙潭	CANT
西美蜡梅 <i>Calycanthus occidentalis</i> Hooker & Arnott	612595	Peter Rabtozoff	墨西哥	IBSC
夏蜡梅 <i>Sinocalycanthus chinensis</i> Cheng et S. Y. Chang	591031	贺贤育	浙江昌化顺溪	IBSC

用于光学显微镜下观察的材料, 先将成熟叶中部剪成 1 cm<sup>2</sup> 左右的小片, 沸水泡 5-10 min, 然后浸泡在 10% 铬酸: 10% 硝酸的离析液中, 离析时间 2-3 d 不等, 然后进行上下表皮的剥离, 移入清水中, 用毛笔分别在上、下表皮内表面轻轻扫尽残存的叶肉, 多次更换清水, 洗净酸液, 然后将材料移至白瓷板的凹皿内, 加入 1.5% 番红酒精溶液 (50%) 染色 0.5-1 h, 取出后, 放入 50%、70%、85%、90%、100% 的系列酒精中脱水, 取出材料平展于干净的载玻片上, 滴一滴二甲苯透明, 待二甲苯挥发稍湿润时, 再滴一滴中性树脂胶封片, 然后观察。用扫描电镜观察的材料, 先用毛笔将叶片轻轻擦拭, 去除尘埃, 再剪成小方块, 用双面胶固定于样品台上, 喷镀后观察。

本文所用术语参考 Dicher<sup>[8,9]</sup> 和 Metcalfe<sup>[10]</sup>。

## 2 观察结果

**表皮毛** 从图版 I 中可以看出, 蜡梅科的几个成员中, 表皮毛均为单细胞毛、非腺毛, 蜡梅属 (*Chimonanthus* Lindley) 的表皮毛形状最多, 其基部既有圆形, 又有长圆形; 美国蜡梅属 (*Calycanthus* L.) 的表皮毛基部为圆形; 夏蜡梅属 (*Sinocalycanthus* Cheng et S. Y. Chang) 的表皮毛基部为长圆形, 先端渐尖 (表 2)。

表2 叶上表皮毛特征  
Table 2 Trichome characters of adaxial leaf surface

植物种名 Species	形状 Shape	长(μm) Length	基部直径(μm) Basal diam.	图版 I Plate I
柳叶蜡梅 <i>Chimonanthus salicifolius</i>	基部圆形, 先端锐尖 Base circular, tip acute	46-80	20-32	1
蜡梅 <i>Chimonanthus praecox</i>	基部圆形, 先端渐尖 Base circular, tip acuminate	35-65	16-39	2
山蜡梅 <i>Chimonanthus nitens</i>	基部长圆形, 先端渐尖 Base oblong, tip acuminate	54-149	13-19	3,4
西美蜡梅 <i>Calycanthus occidentalis</i>	基部圆形, 先端锐尖 Base circular, tip acute	38-65	23-29	5
夏蜡梅 <i>Sinocalycanthus chinensis</i>	基部长圆形, 先端渐尖 Base oblong, tip acuminate	68-110	15-19	6

**表皮细胞** 上表皮细胞呈多边形, 垂周壁深波纹。下表皮细胞多边形, 垂周壁深波纹(图1)。在扫描电镜下, 叶表皮外面角质层纹饰呈块状, 有时具蜡质小颗粒(图版II: 1-6)。

**气孔器类型** 蜡梅科植物叶片的气孔器均分布在下表皮, 均为平列型(Paracytic type), 特征是两个副卫细胞完全包围保卫细胞, 狭窄或翅状延长, 大小不等, 与保卫细胞的长轴平行, 表皮细胞形状不规则, 垂周壁呈波状(图1), 其中夏蜡梅保卫细胞两极有明显的“T”形加厚(图1:5), 其它四个种无“T”形加厚(图1:1-4)。在扫描电镜下, 美国蜡梅属的西美蜡梅的气孔器在叶下表面明显凹陷, 而且气孔外拱盖为双层(图版II: 4,5), 蜡梅属的三个种柳叶蜡梅(图版II: 1)、蜡梅(图版II: 2)及山蜡梅(图版II: 3)的气孔外拱盖均为单层, 且孔缘凸起, 其中柳叶蜡梅气孔表面具明显的蜡质纹饰, 夏蜡梅属中的夏蜡梅(图版II: 6)气孔外拱盖为单层, 孔缘凸起, 两侧有明显的翼状条纹等特征。

根据光学显微镜和扫描电镜下叶表皮的特征, 作分属检索表如下:

#### 分属检索表

- 1 气孔器具双层外拱盖, 气孔在叶表面明显凹陷 ..... 美国蜡梅属 *Calycanthus* L.
- 1 气孔器具单层外拱盖, 气孔在叶表面不凹陷, 孔缘凸起;
  - 2 保卫细胞有“T”形加厚, 气孔两侧有明显的翼状条纹 ..... 夏蜡梅属 *Sinocalycanthus* Cheng et S. Y. Chang
  - 2 保卫细胞无“T”形加厚, 气孔两侧无翼状条纹 ..... 蜡梅属 *Chimonanthus* Lindley.

### 3 结论与讨论

根据这三属植物叶片表皮特征的扫描电镜和光学显微镜的观察结果可得如下结论:

1. 这三个属的亲缘关系密切, 应该归属于同一大类群—蜡梅科(Calycanthaceae)。首先表皮毛均为单细胞毛, 非腺毛。我们认为长表皮毛是为了更好地抵御外界不良环境和生物侵害, 但仅从表皮毛的长度和形状这两个性状指标上, 很难对属的等级作一个明确的划分。这三个属其它共同特征为具有相似的表皮细胞形状和相同的气孔器类型: 其上、下表皮细胞均为多边形, 垂周壁深波状, 气孔器均为平列型, 同时其气孔外拱盖内缘平滑, 角质膜块状, 蜡质纹饰平滑。通过这些比较稳定的叶表皮特征, 结合其他外部形态特征如单叶对生, 具叶柄, 托叶缺; 两性花、单生, 花被片多数螺旋状排列在杯状花托的外表面; 聚合瘦果包裹在坛状或钟状的果托里等特征, 可将这三个属归为同一大类群—蜡梅科。

2. 我们的观察为蜡梅属, 夏蜡梅属及美国蜡梅属的分类提供了一个有用的指标。近20年

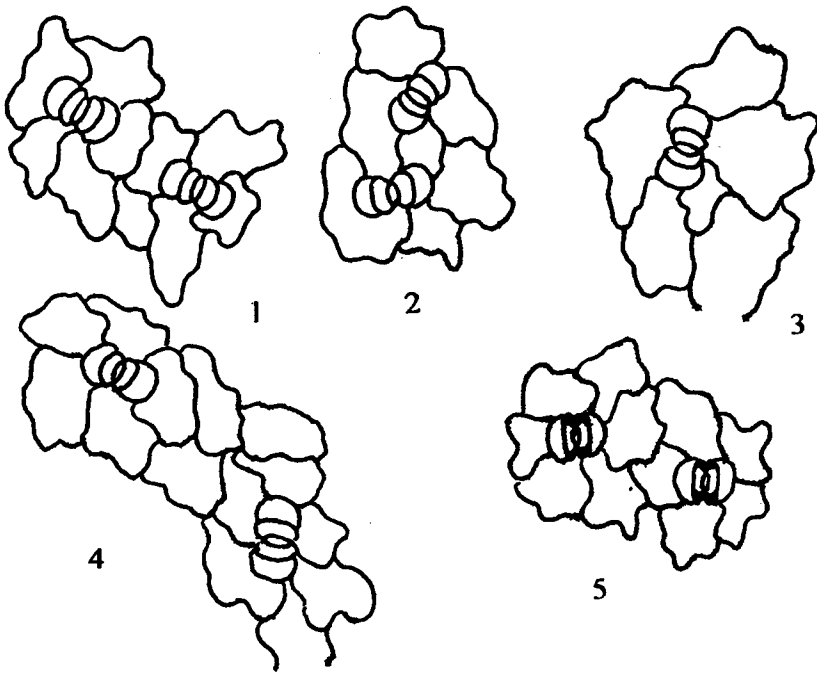


图1 蜡梅科植物叶下表皮细胞图解

Fig. 1 Diagram of leaf lower epidermis in Calycanthaceae

1. 柳叶蜡梅 *Chimonanthus salicifolius*; 2. 蜡梅 *Chimonanthus praecox*; 3. 山蜡梅 *Chimonanthus nitens*;
4. 西美蜡梅 *Calycanthus occidentalis*; 5. 夏蜡梅 *Sinocalycanthus chinensis*.

来, 叶表皮性状特别是气孔器类型的研究受到越来越多的重视, 叶结构特征的多样性也越来越多地应用于属间分类关系的探讨, 在蜡梅科的分类简史中有一个重要的问题, 即夏蜡梅属的分立问题。如前所述, 夏蜡梅的属级地位已经从形态学、孢粉学、细胞学等证据中得到了支持, 在本文中, 我们从叶表皮特征的角度进一步为夏蜡梅的属级地位提供了辅助证明, 即夏蜡梅的气孔器保卫细胞有明显的“T”型加厚, 且气孔的两侧有明显的翼状条纹(图版II: 6), 这些特征结合形态学上的证据, 如夏蜡梅属芽无鳞片, 隐藏在叶柄基部, 花白色, 无香味, 具退化雌蕊等特征, 可明显地将夏蜡梅属与美国蜡梅属、蜡梅属区别开来。同时在电镜下可观察到美国蜡梅属气孔器具双层外拱盖, 气孔在叶下表面明显凹陷, 而蜡梅属与夏蜡梅属具单层外拱盖, 气孔在叶下表面不凹陷, 可将美国蜡梅属与其它两个属分开; 而蜡梅属保卫细胞无“T”型加厚, 气孔器具单层外拱盖, 气孔两侧无翼状条纹等特征, 也使它与其它两个属区别开来。

3. 属间关系的探讨。很多学者(李林初<sup>[4-7]</sup>, Wilson<sup>[11,12]</sup>, 张若蕙<sup>[13]</sup>)对蜡梅科的属间关系进行过讨论, 一般认为蜡梅属较原始, 美国蜡梅属及夏蜡梅属较进化。根据叶表皮的性状, 本文较好地支持了形态分类的研究结果, 即将蜡梅亚科分为蜡梅属, 夏蜡梅属及美国蜡梅属三个属。叶下表皮的特征、气孔器的结构等性状对于属的确定无疑是非常重要的。在讨论叶表皮的性状, 尤其是气孔器的结构和系统发育的关系时, Metcalfe<sup>[10]</sup>曾提出: 在科之间, 气孔器的结构与系统发育没有直接的相关性, 但在一个限定的分类群中(如一个科的各属间或一个属的各种间), 如果结合其它的演化性状, 不同的气孔器类型间可能存在有意义的联系。在蜡梅科, 根据孢粉

学<sup>[7]</sup>、细胞学<sup>[4,6]</sup>、木材解剖学<sup>[11,12]</sup>、形态学<sup>[5]</sup>的研究,一般认为蜡梅属较夏蜡梅属和美国蜡梅属原始,如美国蜡梅属花部有“食体”,可诱使昆虫传粉,相对于其它两属较进化,夏蜡梅属的核型为“1A”类型,在演化上处于较原始的地位,而美国蜡梅属的核型为“2A”类型,在演化上处于较进化的地位。如果这种关系成立,那么叶表皮的性状就有以下的趋势:(1)气孔器在保卫细胞两极无“T”型加厚到有“T”型加厚;(2)气孔器单层外拱盖到双层外拱盖。其中,蜡梅属叶表皮垂周壁深波状,气孔器具单层外拱盖,气孔器在保卫细胞两极无“T”型加厚,这些性状比较原始,处于较低的演化水平,而美国蜡梅属和夏蜡梅属气孔器具双层外拱盖,气孔器在保卫细胞两极有“T”型加厚,这些性状则较进化,处于较高的演化水平。

### 参考文献

- 1 郑万钧, 章绍尧. 蜡梅科的新属—夏蜡梅属. 植物分类学报, 1964, 9(2):135-136
- 2 Nicely K A. A monographic study of the Calycanthaceae. Castanea, 1965, 30(1):38-81
- 3 李秉滔. 中国植物志, 第三十卷第二分册. 北京: 科学出版社, 1979
- 4 李林初. 夏蜡梅属核型的研究. 广西植物, 1986, 6(3):221-224
- 5 李林初. 夏蜡梅属起源的探讨. 西北植物学报, 1988, 8(2):67-72
- 6 李林初. 夏蜡梅属的细胞地理学研究. 广西植物, 1989, 9(4):311-316
- 7 李林初. 夏蜡梅属花粉形态的研究. 植物研究通报, 1990, 10(1):93-98
- 8 Dicher D L. Approaches to the identification of angiosperm leaf remains. Bot Rew, 1974, 40:1-157
- 9 *Calycanthus floridus* (Calycanthaceae)— A nomenclatural note. J Arnold Arb, 1981, 62:265-266
- 10 Metcalfe C R. Anatomy of the Dicotyledons. 2nd ed., Vol. III, Oxford Sci. Publications, Oxford. 1987, 128-137
- 11 Wilson C L. Floral anatomy of *Idiospermum australiense* (Idiospermeaceae). Amer J Bot, 1976, 63:987-996
- 12 Wilson C L. *Idiospermum australiense* (Idiospermeaceae)— Aspects of vegetation anatomy. Amer J Bot, 1979, 66(3): 280-289
- 13 张若蕙, 丁陈森. 中国蜡梅科植物的幼苗形态及蜡梅属一新种. 植物分类学报, 1980, 18(3):329-332

### 图版说明 Explanation

#### 图版 I Plate I

蜡梅科植物叶表皮毛电镜观察. Electron microscope observation on leaf trichomes in Calycanthaceae.

1-3, 5,6: 上表皮 adaxial; 4: 下表皮 abaxial.

1. 柳叶蜡梅 *Chimonanthus salicifolius* S. Y. Hu; ×700 2. 蜡梅 *Chimonanthus praecox* (L.) Link; ×1500 3,4. 山蜡梅 *Chimonanthus nitens* Oliver; 3, ×700 4, ×450 5. 西美蜡梅 *Calycanthus occidentalis* Hooker & Arnott; ×300 6. 夏蜡梅 *Sinocalycanthus chinensis* Cheng et S. Y. Chang; ×700

#### 图版 II Plate II

蜡梅科植物叶下表皮气孔电镜观察. Electron microscope observation on stomata of abaxial leaf surface in Calycanthaceae.

1. 柳叶蜡梅 *Chimonanthus salicifolius* S. Y. Hu; ×700 2. 蜡梅 *Chimonanthus praecox* (L.) Link; ×1500 3. 山蜡梅 *Chimonanthus nitens* Oliver; ×1000 4,5. 西美蜡梅 *Calycanthus occidentalis* Hooker & Arnott; 4, ×700 5, ×1000 6. 夏蜡梅 *Sinocalycanthus chinensis* Cheng et S. Y. Chang; ×1000