

中国鼠李科植物的叶表皮微形态

于慧*, 夏念和, 胡晓颖

(中国科学院华南植物园, 广州 510650)

摘要: 利用扫描电子显微镜对鼠李科(Rhamnaceae)14 属 41 种 4 变种的叶表皮形态进行了观察。结果表明:鼠李科植物叶表皮纹饰为皱状或网状,表面近光滑、具条纹或鳞片状粗糙;除蛇藤(*Coburina asiatica*)叶上表皮有少量气孔外,其余植物气孔只存在于下表皮,椭圆形、卵形或圆形,孔盖光滑或具波纹状、颗粒状、瘤状、鳞片状附属物;孔盖内缘光滑、浅波状或外卷。这些叶表皮微形态对于一些种及种下分类群的划分有一定的参考作用。

关键词: 叶表皮; 微形态; 扫描电镜; 鼠李属; 中国

中图分类号: Q944.56

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2011)01-0016-10

doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2011.01.002

Leaf Epidermis Micromorphology of Rhamnaceae in China

YU Hui*, XIA Nian-he, HU Xiao-ying

(South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China)

Abstract: Leaf epidermis characteristics of 41 species and 4 varieties, belonging to 14 genera in Rhamnaceae were observed under scanning electron microscope (SEM). The results showed that the epidermis ornamentation of leaf in Rhamnaceae were corrugate or reticulate, surface nearly smooth with striate or scale. Stomata occurred only on abaxial surface except for *Coburina asiatica*, and they are elliptic, ovate or round. The stomatal lids were smooth or had striate, granular, nodular, or scale appendages, and its inner margin were smooth, shallow wavy or revolute. The leaf micromorphology features could be used to distinguish some specific or intraspecific taxa.

Key words: Leaf epidermis; Micromorphology; SEM; Rhamnaceae; China

鼠李科(Rhamnaceae)约有 58 属 900 种以上,广泛分布于温带至热带地区^[1],鼠李属(*Rhamnus* L.)是鼠李科中的大属,有 200 多种,主要集中分布于亚洲东部和北美洲的西南部。本科中许多种类是重要的颜料、油料、建筑用材和药用植物,具有较高的经济价值。

叶微观形态特征在植物分类学研究中有着重要的作用,被越来越多地应用到疑难类群的分类鉴定中^[2-4]。邓晰朝等^[4]的研究表明,叶片表皮微形态对铁角蕨属(*Asplenium* L.)中种的划分有一定的分类学意义。在高等植物中,叶片的微形态也常应用到科内属间或属内种间的分类上^[5-7],张志耘等^[6]根据叶片下表皮脉间长细胞中乳突的大小和分布特征以及气孔器中小乳突的数目和着生位置将稻属

(*Oryza* L.)23 种植物分为 3 组,说明叶表皮微形态在稻属分类中具有一定的研究价值;刘海艳等^[7]对中国西南地区独活属(*Heracleum* L.)植物的叶表皮微形态进行观察,结果表明独活属植物的叶表皮微形态存在较大的种间差异,对种的界定具有参考价值。

鼠李属植物形态变异较大,其分类问题至今比较混乱,在属的范畴、属内次级划分和种的概念等问题上,系统学家们意见分歧较大。近年,形态学、解剖学、细胞学、孢粉学和遗传学都支持狭义属概念,而叶微观形态观察还未见报道,因此,本文对国产鼠李属及鼠李科相关属的叶表皮微形态进行扫描电镜观察,以为鼠李属划分及属内种间的界定提供新的依据。

收稿日期: 2010-05-07

接受日期: 2010-09-21

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-YW-Z-025)资助

* 通讯作者 Corresponding author, email: yuhui@scib.ac.cn

1 材料和方法

研究材料来自鼠李属植物 21 种 2 变种和鼠李科其他属 20 种 2 变种,全部材料取自中国科学院华南植物园标本馆(IBSC)的腊叶标本(材料来源见表 1)。

成熟叶经清洗、晾干后,在脉间区域上取约 4 mm × 4 mm 大小的小块,用导电胶粘贴在样品台上,喷金镀膜后,在 JSM-6360LV 型的扫描电子显微镜下观察、拍照。

2 结果和分析

扫描电镜下鼠李科植物叶表皮的上下表皮纹饰类型主要为皱状或网状,表面近光滑,或具条纹、鳞片状粗糙,勾儿茶属(*Berchemia*)多数种类上表皮的皱状纹饰形成了有规则的网状。除蛇藤(*Colubrina asiatica*)的上表皮有少量气孔外,其他种的上表皮都没有气孔。蛇藤和毛咀签(*Gouana javanica*)叶片上表皮有许多破碎化突起。表皮毛有或无,分布于上下表皮的叶脉或脉间,稀疏或致密,表面近光滑或具条纹状,鳞片状粗糙。气孔主要分布在下表皮,椭圆形、卵形或圆形;气孔密度较大,为 190 ~ 1063 个 mm²,长径轴为 11.4 ~ 30.6 mm,短径轴为 8.6 ~ 24.4 mm,有的种气孔两侧具束状条带或周围有间断的条带环绕;孔盖光滑或粗糙,有的呈皱状或浅波纹状,具颗粒状、瘤状或鳞片状附属物;拱盖内缘光滑、浅波状或外卷,有的呈碎裂状(表 2)。

根据表面纹饰特征,鼠李科叶片表皮性状可以分为 2 大类,每类下又可分为若干小类:

1. 上下表皮皱状或近平滑,表皮毛有或无,气孔椭圆形或近圆形,气孔两侧有或无束状条纹。这一类型又可分为 2 个亚型:

1-1. 表皮皱状或平滑,表面鳞片状粗糙或具少许淡条纹。如冻绿属(*Frangula*),鼠李属的四核组(Sect. *Tetrrhamnus*)和异叶组(Sect. *Pseudoceanothus*)的全部种类和枝刺组(Sect. *Rhamnus*)的大多数种。

1-2 表皮皱状或平滑,表面具条纹状突起。如鼠李属枝刺组的部分种类。

2. 上表皮网状或皱形网状,表面近光滑或鳞片状粗糙,有的具淡条纹,下表皮皱状,近光滑或鳞片状粗糙,具疣状或毛状突起,气孔两侧有或无束状

条纹。这一类型又可分为 3 个亚型:

2-1 表皮有鳞片状粗糙或光滑。主要有冻绿(*Rhamnus utilis*),蛇藤,毛咀签,咀签(*Gouana leptostachya*),枳椇(*Hovenia acerba*),毛果枳椇(*H. trichocarpa*),马甲子(*Paliurus ramosissimus*),短柄铜钱树(*P. orientalis*),多脉猫乳(*Rhamnella martinii*),卵叶猫乳(*R. wilsonii*),少脉雀梅藤(*Sageretia paucicostata*),皱枣(*Ziziphus rugosa*)等。

2-2 表皮密被鳞片。主要有云南勾儿茶(*Berchemia yunnanensis*),多叶勾儿茶(*B. polyphylla*),毛叶勾儿茶(*B. polyphylla* var. *trichophylla*),雀梅藤(*Sageretia thea*)。

2-3 表皮近光滑,具浅条纹。如光枝勾儿茶(*B. polyphylla* var. *leioclada*)。

3 讨论

鼠李科植物广泛分布于温带至热带地区,多为灌木或乔木,单叶互生或近对生,全缘或具齿,羽状脉或 3 ~ 5 基出脉,纸质或革质。本研究用扫描电镜对国产鼠李科 14 属植物进行观察,结果表明它们的叶表皮微形态特征较为一致,表面纹饰通常为皱状或网状,具鳞片状粗糙或条纹状附属物,气孔在下表皮着生,孔盖光滑或粗糙,拱盖内缘通常浅波状或外卷。叶片角质层是由叶片表皮细胞内原生质体分泌形成,沉积在表皮细胞的外壁上,对减少叶片水分蒸腾和抗病虫害有重要作用^[8]。因此,角质层的纹饰特点在一定程度上反映了表皮细胞的特征,鼠李科植物的下表皮纹饰几乎全部为皱状,上表皮纹饰也大多为皱状,只有部分种类为网状,说明鼠李科植物上下表皮细胞一般以不规则波状为主,细胞壁加厚现象明显。部分种类的上表皮纹饰为不规则网状,说明这些种类的叶片上表皮细胞排列更有规律,细胞壁加厚现象更为明显,细胞表面内凹。鼠李科植物表皮毛形态多样,表皮毛的疏密,着生位置及表面纹饰在种间具有一定的变异。冻绿属,鼠李属内四核组和异叶组的全部种类和枝刺组大多数种都属于第 1 类型的第 1 亚型,只有枝刺组的少数种类属于第 1 类型的第 2 亚型,一致性程度较高。

虽然鼠李科植物叶表皮微形态的特征较为一致,但对于种及种下单元的划分具有一定的参考意义。如糙毛帚枝鼠李与原变种帚枝鼠李的主要区别是当年生枝的叶两面或下面沿脉及叶柄被密糙

表 1 材料来源

Table 1 Origin of materials tested

植物 Species	采集地 Locality	采集者 Collector	凭证标本 Voucher	采集时间 Date
长叶冻绿 <i>Frangula crenata</i>	贵州榕江 Rongjiang, Guizhou	n.s.	1974-792	
长柄冻绿 <i>F. longipes</i>	广东英德 Yingde, Guangdong	X. R. Liang	61350	1931.10.10
杜鹃叶冻绿 <i>F. rhododendriphylla</i>	广东象县 Xiangxian, Guangdong	Z. Huang	39594	
毛叶冻绿 <i>F. henryi</i>	云南河口 Hekou, Yunnan	W. X. Liu	614	1959.5.14
欧冻绿 <i>F. alnus</i>	德国 German	n.s.	425322	1957.8.23
亮叶鼠李 <i>Rhamnus hemsleyana</i>	湖北襄阳 Xiangyang, Hubei	B. H. Chen	172	1986.6.8
多脉鼠李 <i>R. sargentiana</i>	四川洪溪 Hongxi, Sichuan	Z. T. Guan	9157	1959.8.10
黑背鼠李 <i>R. nigricans</i>	云南 Yunnan	H. T. Tsai	56736	
尼泊尔鼠李 <i>R. napalensis</i>	广西容县 Rongxian, Guangxi	W. Chen	82151	1937.1.16
革叶鼠李 <i>R. coriophylla</i>	广西桂林 Guilin, Guangxi	H. G. Ye	512	1982.5.9
海南鼠李 <i>R. hainanensis</i>	海南保亭 Baoting, Hainan	Hainan Exped.	781	1955.11.20
紫背鼠李 <i>R. subapetala</i>	云南 Yunnan	K. M. Feng	12021	1947.9.25
小叶鼠李 <i>R. parvifolia</i>	河南灵宝 Wubao, Henan	J. Q. Fu	181	1958.8.17
锐齿鼠李 <i>R. arguta</i>	山西 Shanxi	R. Wang	3000	1935.8.12
薄叶鼠李 <i>R. leptophylla</i>	广东南澳 Nan'ao, Guangdong	B. H. Chen	160	1989.9.5
帚枝鼠李 <i>R. virgata</i>	广西桂林 Guilin, Guangxi	China-German Exped.	56	1958.10.27
糙毛帚枝鼠李 <i>R. virgata</i> var. <i>hirsuta</i>	云南 Yunnan	T. N. Liou	21888	
冻绿 <i>R. utilis</i>	湖南新宁 Xinning, Hunan	Q. Z. Lin	10217	1979.7.30
毛冻绿 <i>R. utilis</i> var. <i>hypochrysa</i>	四川峨嵋 E-mei, Sichuan	D. J. Yu	580	1932
山绿柴 <i>R. brachypoda</i>	福建南靖 Nanjing, Fujian	Q. F. Guo	140055	1959.5.15
长梗鼠李 <i>R. schneideri</i>	中国东北 NE China	F. H. Chen	335	
鼠李 <i>R. davurica</i>	江西庐山 Lushan, Jiangxi	C. M. Tan	98282	1998.7.28
圆叶鼠李 <i>R. globosa</i>	江西庐山 Lushan, Jiangxi	F. Lin	841364	1984.9.4
雀梅藤 <i>Sageretia thea</i>	福建厦门 Xiamen, Fujian	G. D. Ye	89	1977.1.16
少脉雀梅藤 <i>S. paucicostata</i>	四川 Sichuan	T. T. Yu	2679	1933
对刺藤 <i>Scutia eberhardtii</i>	云南景洪 Jinghong, Yunnan	L. Z. Shen	51	1953.4.23
枳椇 <i>Hovenia acerba</i>	湖南沅陵 Yuanling, Hunan	L. H. Liu	8393	1977.10.8
毛果枳椇 <i>H. trichocarpa</i>	广西临桂 Lingui, Guangxi	C. F. Liang	30427	1952.6.25
蛇藤 <i>Colubrina asiatica</i>	山东泰山 Taishan, Guangdong	B. Y. Chen	1	1980.11.9
麦珠子 <i>Alphitonia philippinensis</i>	海南东方 Dongfang, Hainan	Forest Research Institute	5260	1954.4.4
多脉猫乳 <i>Rhamnella martinii</i>	贵州安龙 Anlong, Guizhou	Guizhou Exped.	4248	1960.6.10
卵叶猫乳 <i>R. wilsonii</i>	四川大金 Dajin, Sichuan	X. Li	75422	1957.7.25
苞叶木 <i>Chaydaia rubrinervis</i>	云南 Yunnan	Q. W. Wang	75597	1935 ~ 1936
勾儿茶 <i>Berchemia sinica</i>	四川黑水 Huishui, Sichuan	X. Li	73608	1957.7.15
云南勾儿茶 <i>B. yunnanensis</i>	广西那坡 Napo, Guangxi	South China Exped.	213	1989.4.27
多叶勾儿茶 <i>B. polyphylla</i>	贵州 Guizhou	Y. Tsiang	4359	
光枝勾儿茶 <i>B. polyphylla</i> var. <i>leioclada</i>	四川 Sichuan	G. L. Qu	3337	
毛叶勾儿茶 <i>B. polyphylla</i> var. <i>trichophylla</i>	贵州兴义 Xingyi, Guizhou	Guizhou Exped.	6286	1960.7.18
马甲子 <i>Palourus ramosissimus</i>	广东深圳 Shenzhen, Guangdong	F. W. Xing	10723	1999.8.26
短柄铜钱树 <i>P. orientalis</i>	海南三亚 Sanya, Hainan	G. Y. Fu	2796	1982.6.12
皱枣 <i>Ziziphus rugosa</i>	海南崖县 Ya County, Hainan	Z. X. Li	1311	1984.4.21
小果枣 <i>Z. oenoplia</i>	广西阳江 Yangjiang, Guangxi	X. R. Liang	67497	1935.12.19
翼核果 <i>Ventilago leiocarpa</i>	云南屏边 Pingbian, Yunnan	H. T. Tsai	60675	1934.7.5
毛咀签 <i>Gouana javanica</i>	广西隆林 Longlin, Guangxi	Z. Q. Zhang	10758	1957.11.4
咀签 <i>G. leptostachya</i>	云南河口 Hekou, Yunnan	W. X. Liu	680	1969.9.15

表 2 扫描电镜下鼠李科植物叶表皮微形态特征
Table 2 Characters of leaf epidermis in Rhamnaceae under SEM

分类群 Taxa	上表皮 Adaxial surface		下表皮 Abaxial surface		气孔 Stomata		气孔外拱盖 Outer stomatal ledge	
	纹饰 Ornamentation	表皮毛 Epidermal hair	纹饰 Ornamentation	表皮毛 Epidermal hair	密度 Density (mm ⁻²)	形状 Shape	纹饰 Ornamentation	内缘 Inner margin
<i>Frangula</i>								
<i>F. crenata</i>	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	+	皱状, 近平滑 Corrugate, nearly smooth	条纹状 Striary	630.3 ± 0.57	椭圆形 Elliptic	近光滑 Nearly smooth	浅波状 Shallow wavy
<i>F. longipes</i>	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	-	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	-	242.6 ± 107.3	椭圆形, 卵形 Elliptic, ovate	近光滑 Nearly smooth	浅波状 Shallow wavy
<i>F. rhododend- riphylla</i>	不明显皱状, 鳞片状 Indistinct corrugate, scaly	-	皱状, 粗糙 Corrugate, coarse	-	332.8 ± 44.3	近圆形, 椭圆形 Nearly round, elliptic	瘤状 Tuberculate	近光滑 smooth
<i>F. henryi</i>	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	-	皱状, 气孔两侧有条 状纹饰, 粗糙 Corrugate, striate on both sides of stomata, coarse	-	357.7 ± 25.6	椭圆形, 圆形 Elliptic, round	皱状, 近光滑 Corrugate, nearly smooth	浅波状 Shallow wavy
<i>F. alnus</i>	浅皱状, 细鳞片状 Shallow corrugate, fine scaly	-	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	-	288.0 ± 28.6	椭圆形 Elliptic	近光滑 Nearly smooth	浅波状 Shallow wavy
<i>Rhamnus</i>								
Sect. <i>Tetra-</i> <i>ammus</i>								
<i>R. hemisleyana</i>	皱状, 条纹状, 鳞片状 Corrugate, striate, scaly	-	皱状, 粗糙 Corrugate, coarse	-	341.0 ± 68.7	椭圆形 Elliptic	光滑, 颗粒状 Smooth, granulate	浅波状 Shallow wavy
<i>R. sargentiana</i>	皱状, 颗粒状 Corrugate, scaly	+	皱状, 粗糙 Corrugate, coarse	-	752.7 ± 180.8	近圆形 Nearly round	近光滑, 皱状 smooth, corrugate	波状 Wavy
<i>R. napalensis</i>	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	-	皱状, 粗糙 Corrugate, coarse	-	299.7 ± 99.8	椭圆形, 近圆形 Elliptic, nearly round	近光滑, 鳞片状 Nearly smooth, scaly	波状 Wavy
Sect. <i>Pseudo-</i> <i>ceanothus</i>								
<i>R. hainanensis</i>	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	-	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	叶脉, 近光滑 Nearly smooth on veins	232.8 ± 28.8	椭圆形 Elliptic	近光滑, 颗粒状 Nearly smooth, granulate	浅波状 Shallow wavy
<i>R. nigricanus</i>	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	-	皱状, 条纹, 颗粒状 Corrugate, striate, granulate	叶脉, 粗糙 Coarse on veins	466.3 ± 214.9	椭圆形, 近圆形 Elliptic, nearly round	近光滑, 波状 smooth, wavy	光滑 Smooth

续表 (Continued)

分类群 Taxa	上表皮 Adaxial surface			下表皮 Abaxial surface			气孔 Stomata			气孔外拱盖 Outer stomatal ledge	
	纹饰 Ornamentation	表皮毛 Epidermal hair	纹饰 Ornamentation	表皮毛 Epidermal hair	纹饰 Ornamentation	表皮毛 Epidermal hair	密度 Density (mm ⁻²)	形状 Shape	纹饰 Ornamentation	纹饰 Ornamentation	内缘 Inner margin
<i>R. subapetala</i>	皱状, 具不规则条纹 Corrugate, irregular striate	-	皱状, 近光滑 Corrugate, nearly smooth	近光滑 Nearly smooth	皱状, 近光滑 Corrugate, nearly smooth	399.1 ± 64.7	椭圆形 Elliptic	光滑, 皱状 Smooth, corrugate	光滑 Smooth	光滑 Smooth	
<i>R. coriophylla</i>	近平坦-皱状, 鳞片状 Nearly flat-corrugate, scaly	-	近平坦, 鳞片状 Nearly flat, scaly	鳞片状 Scaly	皱状, 近光滑, 条纹 Corrugate, nearly smooth, striate	253.8 ± 13.0	椭圆形, 卵形 Elliptic, ovate	近光滑 Nearly smooth	近光滑, 皱状 Nearly smooth, wavy	近光滑, 皱状 Nearly smooth, wavy	
<i>R. parvifolia</i>	皱状, 条纹状 Corrugate, striate	稀疏 Scattered	皱状, 近光滑, 条纹 Corrugate, nearly smooth, striate	条纹状 Striate	皱状, 近光滑, 条纹 Corrugate, nearly smooth, striate	301.0 ± 99.7	近圆形 Nearly round	光滑 Smooth	浅波状 Shallow wavy	浅波状 Shallow wavy	
<i>R. arguta</i>	皱状, 条纹状 Corrugate, striate	-	皱状, 条纹 Corrugate, striate	-	皱状, 条纹 Corrugate, striate	362.6 ± 76.3	近圆形, 卵形 Nearly round, ovate	光滑 Smooth	波状 Wavy	波状 Wavy	
<i>R. leptophylla</i>	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	+	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	-	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	612.9 ± 116.1	椭圆形, 近圆形 Elliptic, nearly round	近光滑 Nearly smooth	近光滑, 浅波状 Nearly smooth, shallow wavy	近光滑, 浅波状 Nearly smooth, shallow wavy	
<i>R. virgata</i>	皱状, 细鳞状 Corrugate, scaly	-	皱状, 气孔两侧有条纹 Corrugate, striate on both sides of stomata	-	皱状, 气孔两侧有条纹 Corrugate, striate on both sides of stomata	438.5 ± 111.6	椭圆形 Elliptic	近光滑, 颗粒状 Nearly smooth, granulate	外卷 Revolute	外卷 Revolute	
<i>R. virgata</i> var. <i>hirsuta</i>	皱状, 条纹状 Corrugate, striate	+	皱状, 粗糙 Corrugate, coarse	叶脉, 近条纹状 Veins, nearly striate	皱状, 粗糙 Corrugate, coarse	313.9 ± 67.3	椭圆形 Elliptic	近光滑, 皱状 Nearly smooth, corrugate	浅波状 Shallow wavy	浅波状 Shallow wavy	
<i>R. utilis</i>	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	-	皱状, 气孔两侧有条纹 Corrugate, striate on both sides of stomata, coarse	-	皱状, 气孔两侧有条纹 Corrugate, striate on both sides of stomata, coarse	347.2 ± 28.0	椭圆形, 卵形 Elliptic, ovate	光滑 Smooth	光滑, 浅波状 Smooth, shallow wavy	光滑, 浅波状 Smooth, shallow wavy	
<i>R. utilis</i> var. <i>hypochrysa</i>	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	-	皱状, 气孔两侧有条纹 Corrugate, striate on both sides of stomata, coarse	近光滑 Nearly smooth	皱状, 粗糙 Corrugate, coarse	343.5 ± 106.2	椭圆形, 近圆形 Elliptic, nearly round	光滑, 皱状 Smooth, corrugate	浅波状 Shallow wavy	浅波状 Shallow wavy	

续表 (Continued)

分类群 Taxa	上表皮 Adaxial surface			下表皮 Abaxial surface			气孔 Stomata			气孔外拱盖 Outer stomatal ledge	
	纹饰 Ornamentation	表皮毛 Epidermal hair	纹饰 Ornamentation	表皮毛 Epidermal hair	纹饰 Ornamentation	密度 Density (mm ⁻²)	形状 Shape	纹饰 Ornamentation	内缘 Inner margin		
<i>R. brachypoda</i>	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	-	皱状, 气孔两侧有条纹, 粗糙 Corrugate, striate on both sides of stomata, coarse	-	皱状, 气孔两侧有条纹, 粗糙 Corrugate, striate	551.1 ± 119.2	椭圆形, 卵形 Elliptic, ovate	近光滑, 皱状 Nearly smooth, corrugate	光滑, 浅波状 Smooth, shallow wavy		
<i>R. schneideri</i>	皱状, 条纹 Corrugate, striate	+	皱状, 粗糙 Corrugate, coarse	-	皱状, 气孔周围具间断环状条纹, 近光滑 Corrugate, interrupted striate around stomata, nearly smooth	268.9 ± 123.9	椭圆形 Elliptic	破碎化 Fragmentation	破碎化 Fragmentation		
<i>R. dawurica</i>	皱状, 条纹 Corrugate, striate	-	皱状, 气孔两侧有条纹, 鳞片 Corrugate, striate on both sides of stomata, scaly	叶脉 Veins	具条纹 Striate	290.7 ± 14	圆形 Round	光滑, 皱状 Smooth, corrugate	光滑, 外卷 Smooth, revolute		
<i>R. globosa</i>	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	叶脉 Veins	皱状, 气孔周围具间断环状条纹, 近光滑 Corrugate, interrupted striate around stomata, nearly smooth	具条纹 Striate	具条纹 Striate	949.4 ± 246.4	圆形, 卵形 Round, ovate	光滑 Smooth	波状 Wavy		
<i>Alphitonia</i>											
<i>A. philippinensis</i>	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	-	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	-	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	190.5 ± 37.1	椭圆形, 卵形 Elliptic, ovate	蜡被 Wax	蜡被 Wax		
<i>Berchemia</i>											
<i>B. yunnanensis</i>	浅网状, 鳞片状 Shallow reticulate, scaly	-	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	-	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	232.1 ± 27.8	椭圆形, 卵形 Elliptic, ovate	近光滑, 鳞片状 Smooth, scaly	波状 Wavy		
<i>B. polyphylla</i>	浅网状, 鳞片状, 浅条纹 Shallow reticulate, scaly, shallow striate	-	皱状, 具疣状突起, 鳞片状 Corrugate, verruciform protuberance, scaly	-	皱状, 具疣状突起, 鳞片状 Corrugate, verruciform protuberance, scaly	537.5 ± 82.9	椭圆形, 卵形 Elliptic, ovate	鳞片状 Scaly	鳞片状 Scaly		
<i>B. polyphylla</i>	网状, 近光滑, 浅条纹 Reticulate, nearly smooth, shallow striate	-	皱状, 具疣状突起, 近光滑, 具淡条纹 Corrugate, verruciform protuberance, nearly smooth, pale striate	-	皱状, 具疣状突起, 近光滑, 具淡条纹 Corrugate, verruciform protuberance, nearly smooth, pale striate	749.7 ± 85.8	椭圆形, 卵形 Elliptic, ovate	光滑 Smooth	波状 Wavy		
<i>B. polyphylla</i>	浅皱状, 鳞片状 Shallow corrugate, scaly	-	毛状突起, 鳞片状 Capillary protuberance, scaly	近光滑 Nearly smooth	毛状突起, 鳞片状 Capillary protuberance, scaly	438.4 ± 175.5	椭圆形, 卵形 Elliptic, ovate	鳞片状 Scaly	鳞片状 Scaly		

续表 (Continued)

分类群 Taxa	上表皮 Adaxial surface			下表皮 Abaxial surface			气孔 Stomata			气孔外拱盖 Outer stomatal ledge	
	纹饰 Ornamentation	表皮毛 Epidermal hair	纹饰 Ornamentation	表皮毛 Epidermal hair	纹饰 Ornamentation	表皮毛 Epidermal hair	密度 Density (mm ⁻²)	形状 Shape	纹饰 Ornamentation	内缘 Inner margin	
<i>Chaydata</i>	浅皱状, 近光滑, 浅条纹 Corrugat, nearly smooth, shallow striate	-	皱状, 稀鳞片状 Corrugate, few scaly	-	皱状, 稀鳞片状 Corrugate, few scaly	533.7 ± 249.3	圆形, 卵形 Round, ovate	近光滑, 颗粒状 Nearly smooth, granulate	浅波状 Shallow wavy		
<i>Colubrina</i>	网状, 细鳞片, 有少量气孔 Reticulate, fine scaly, a few stomata	+	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	+	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	542.5 ± 170.7	卵形 Ovate	光滑 Smooth	波状 Wavy		
<i>Gouania</i>	网状, 鳞片状 Corrugate, scaly	+	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	+	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	680.7 ± 12.5	卵形 Ovate	皱状 Corrugate	光滑 Smooth		
<i>G. leptostachya</i>	网状, 鳞片状 Corrugate, scaly	-	皱状或近平滑, 破碎化突起和淡条纹 Corrugate or nearly smooth, fragmentation protuberance, pale striate	-	皱状或近平滑, 破碎化突起和淡条纹 Corrugate or nearly smooth, fragmentation protuberance, pale striate	349.3 ± 145.0	卵形 Ovate	光滑 Smooth	近光滑, 浅波状 Nearly smooth, shallow wavy		
<i>Hovenia</i>	浅皱状-网状, 鳞片状 Shallow corrugate-reticulate, scaly	-	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	-	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	688.4 ± 130.5	椭圆形 Elliptic	近光滑 Nearly smooth	浅波状 Shallow wavy		
<i>H. trichocarpa</i>	浅皱状-网状, 近光滑, 具细纹 Shallow corrugate-reticulate, nearly smooth, fine striate	叶脉 Veins	浅皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	叶脉 Veins	粗糙, 浅条纹 Coarse, shallow striate	664.5 ± 120.6	椭圆形 Elliptic	光滑 Smooth	近光滑 Nearly smooth		
<i>Palaurus ramosissimus</i>	浅网状, 近光滑 Shallow reticulate, nearly smooth	-	皱状, 颗粒状 Corrugate, granulate	-	皱状, 颗粒状 Corrugate, granulate	880.7 ± 117.4	卵形 Ovate	颗粒状 Granulate	近光滑, 浅波状 Nearly smooth, shallow wavy		
<i>P. orientalis</i>	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	叶脉 Veins	皱状, 近光滑, 淡条纹 Corrugate, nearly smooth, pale striate	叶脉 Veins	皱状, 近光滑, 淡条纹 Corrugate, nearly smooth, pale striate	323.9 ± 54.5	椭圆形 Elliptic	光滑 Smooth	外卷 Revolute		

续表 (Continued)

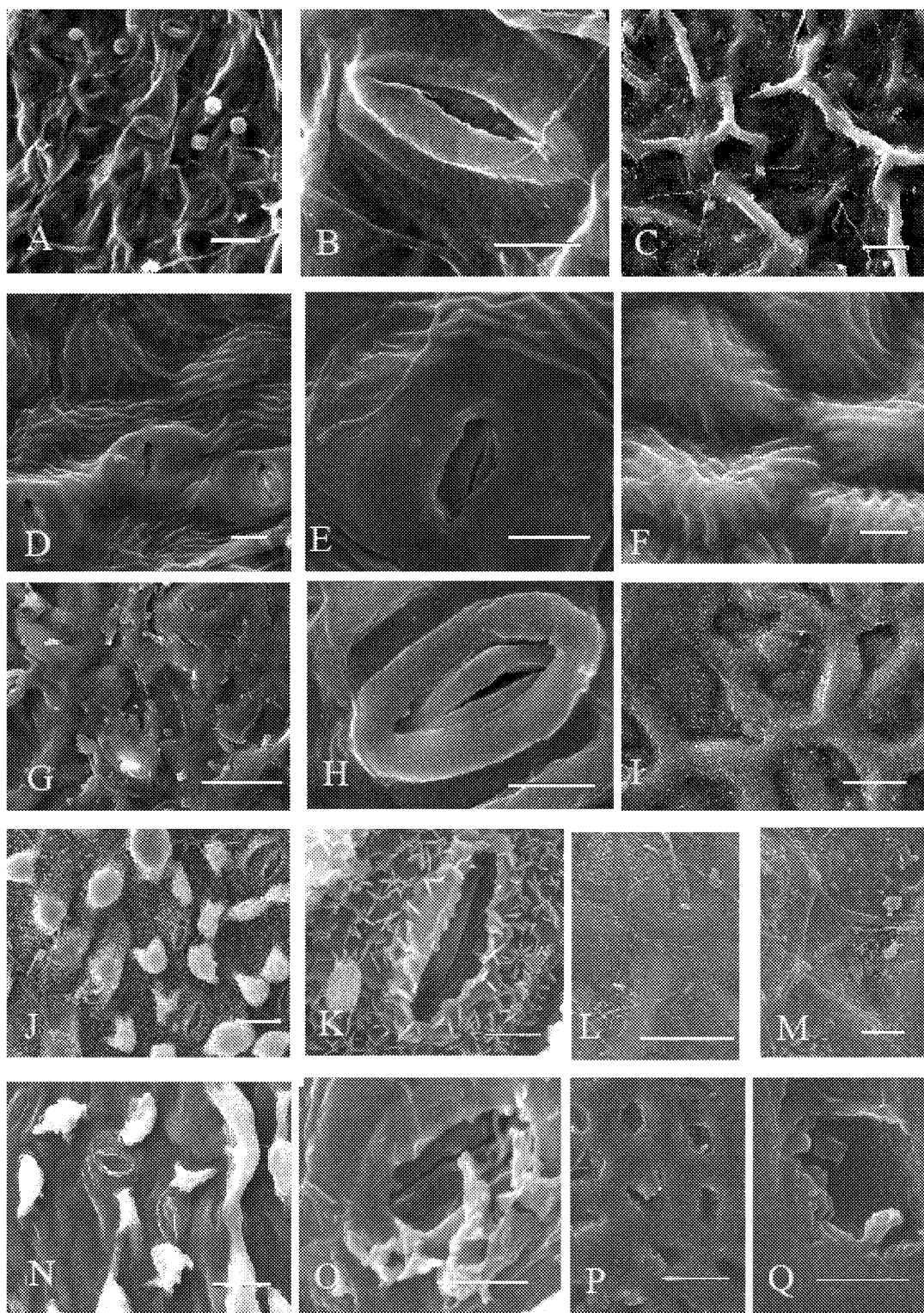
分类群 Taxa	上表皮 Adaxial surface		下表皮 Abaxial surface		气孔 Stomata		气孔外拱盖 Outer stomatal ledge	
	纹饰 Ornamentation	表皮毛 Epidermal hair	纹饰 Ornamentation	表皮毛 Epidermal hair	密度 Density (mm ⁻²)	形状 Shape	纹饰 Ornamentation	内缘 Inner margin
<i>Rhamnella</i>								
<i>R. martinii</i>	浅网状, 鳞片状 Shallow reticulate, scaly	+	腊被厚, 鳞片状 ornamentation thick, scaly	-	273.7 ± 30.4	椭圆形, 卵形 Elliptic, ovate	近光滑, 皱状 Nearly smooth, corrugate	波状 Wavy
<i>R. wilsonii</i>	网状, 鳞片状 Corrugate, scaly	-	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	-	329.9 ± 9.94	椭圆形, 卵形 Elliptic, ovate	鳞片状 Scaly	鳞片状 Scaly
<i>S. Sageretia</i>								
<i>S. paucicostata</i>	浅皱状-网状, 细纹和 鳞片状 Shallow corrugate-reticulate, fine striate, scaly	-	浅皱状, 近光滑, 淡条 纹 Shallow corrugate, nearly smooth, pale striate	-	1046.3 ± 192.1	椭圆形, 卵形 Elliptic, ovate	光滑 Smooth	波状 Wavy
<i>S. thea</i>	皱状-网状, 密被鳞片 Corrugate-reticulate, densely scaly	-	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	鳞片状 Scaly	346.6 ± 167.8	椭圆形, 卵形 Elliptic, ovate	鳞片状 Scaly	鳞片状 Scaly
<i>Scuttia</i>								
<i>S. eberhardii</i>	近平坦-浅皱状, 细鳞 片状 Nearly flat- shallow corrugate, fine scaly	叶脉 Vein	皱状, 颗粒状, 淡条纹 Corrugate, granulate, pale striate	-	613.7 ± 52.0	卵形 Ovate	近光滑, 颗粒状 Smooth, granulate	外卷 Revolute
<i>Ventilago</i>								
<i>V. leiocarpa</i>	浅皱状, 鳞片状 Shallow corrugate, scaly	-	浅皱状, 颗粒状 Shallow corrugate, granulate	-	589.9 ± 262.7	椭圆形, 卵形 Elliptic, ovate	光滑 Smooth	光滑 Smooth
<i>V. maderaspatana</i>	浅皱状, 鳞片状 Shallow corrugate, scaly	-	近平滑, 鳞片状 Nearly smooth, scaly	-	522.0 ± 102.1	卵形 Ovate	近光滑, 颗粒状 Nearly smooth, granulate	近光滑, 裂状 Nearly smooth, fragmentation
<i>Zizyphus</i>								
<i>Z. rugosa</i>	浅皱状-网状, 鳞片状 Shallow corrugate- reticulate, scaly	+	皱状, 条纹 Corrugate, striate	密被长毛, 近光滑 Dense long hairs, nearly smooth	1063.8 ± 545.4	椭圆形 Elliptic	光滑, 皱状 Smooth, corrugate	光滑 Smooth
<i>Z. oenoplia</i>	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	-	皱状, 鳞片状 Corrugate, scaly	近光滑, 淡条纹 Nearly smooth, shallow striate	737.1 ± 151.1	椭圆形, 卵形 Elliptic, ovate	近光滑, 皱状 smooth, corrugate	波状 Wavy

毛,扫描电镜观察的下表皮形态特征一致,而上表皮表面附属物有差异,糙毛帚枝鼠李(*Rhamnus virgata* var. *hirsuta*)具条纹状突起,而帚枝鼠李(*R. virgata*)呈颗粒状粗糙,因此,支持把糙毛帚枝鼠李作为帚枝鼠李的变种进行处理。还有冻绿和毛冻绿(*R. utilis* var. *hypochrysa*)的主要区别是毛冻绿的当年生枝、叶柄和花梗均被白色短柔毛,叶较小,两面特别是下表面有金黄色柔毛,扫描电镜下,冻绿的上表皮纹饰为网状,而毛冻绿的上表皮纹饰为皱状,因此,支持把毛冻绿作为冻绿的变种进行处理。还有勾儿茶属的多叶勾儿茶及它的两个变种光枝勾儿茶和毛叶勾儿茶,扫描电镜下,三者的表皮形态也存在着差异,多叶勾儿茶和毛叶勾儿茶下表皮密被鳞片状粗糙,但多叶勾儿茶上表皮网状纹饰不明显,鳞片状粗糙不明显;光枝勾儿茶下表皮不具鳞片状粗糙,具浅条纹,光滑,上表皮网状纹饰明显。因此,支持把光枝勾儿茶和毛叶勾儿茶作为多叶勾儿茶的变种进行处理。

同时,叶表面的某些性状容易受环境条件的影响,如表皮毛的疏密程度、气孔的密度和大小,闭合程度,颗粒纹饰的形态及在叶表面的分布等,因此在选择鉴别性状时不仅要注意它的稳定性,而且还要参照其他性状,多选择一些物种进行综合研究^[9]。

参考文献

- [1] Chen Y L(陈艺林), Zhou B K(周邦楷). Flora Reipublicae Popularis Sinicae Tomus 48(1) [M]. Beijing: Science Press, 1982: 1-157. (in Chinese)
- [2] Shui Y M(税玉民), Li Q R(李启任), Huang S H(黄素华). Observation of leaf epidermis and its hair of *Begonia* from Yunnan [J]. Acta Bot Yunnan(云南植物研究), 1999, 21(3): 309-316. (in Chinese)
- [3] Koesis M, Darok J, Borhide A. Comparative leaf anatomy and morphology of some neotropical *Rondeletia* (Rubiaceae) species [J]. Plant Syst Evol, 2004, 248: 205-218.
- [4] Deng X C(邓晰朝), Wang R X(王任翔). Leaf micromorphology of 9 species of *Asplenium* L. in Guangxi and its taxonomic significance [J]. Guangxi Sci(广西科学), 2010, 17(2): 164-167. (in Chinese)
- [5] Stace C A. Cuticular studies as an aid to plant taxonomy [J]. Bull British Mus (Nat Hist) Bot, 1984, 4: 3-8.
- [6] Zhang Z Y(张志耘), Lu B R(卢宝荣), Wen J(温洁). The structural features of leaf epidermis in *Oryza* and their systematic significance [J]. Acta Phytotaxon Sin(植物分类学报), 1998, 36(1): 8-18. (in Chinese)
- [7] Liu H Y(刘海艳), Yu Y(余岩), Deng X L(邓贤兰), et al. Leaf epidermal morphology and systematic significance of genus *Heracleum* in Southwest China [J]. Acta Bot Boreal-Occid Sin(西北植物学报), 2009, 29(2): 373-378. (in Chinese)
- [8] Lu S W(陆时万), Xu X S(徐祥生), Shen M J(沈敏健). Botany [M]. 2nd ed. Beijing: Higher Education Press, 1991: 156-158. (in Chinese)
- [9] 王任翔, 梁盛业, 李洁荣, 等. 金花茶组植物叶表皮特征的扫描电镜观察(II) [J]. 广西林业科学, 2003, 32(1): 12-18.



图版 I 扫描电镜下鼠李科的叶表皮微形态

Plate I Leaf epidermis micromorphology of Rhamnaceae under SEM

A~C. 毛冻绿 *Rhamnus utilis* var. *hypochrysa*, D~F. 锐齿鼠李 *R. arguta*, G~I. 冻绿 *R. utilis*, J~M. 多叶勾儿茶 *Berchemia polyphylla*, N~Q. 光枝勾儿茶 *B. polyphylla* var. *leioclada*.

A~B, D~E, G~H, J~K, L~M, O. 下表皮 Abaxial surface; C, F, I, L, N, P~Q. 上表皮 Adaxial surface.

A. $\times 550$; B. $\times 2300$; C. $\times 600$; D. $\times 1000$; E. $\times 2200$; F. $\times 1300$; G. $\times 430$; H. $\times 2300$; I. $\times 850$; J. $\times 600$; K. $\times 3000$; L. $\times 250$; M. $\times 1200$; N. $\times 800$; O. $\times 5000$; P. $\times 370$; Q. $\times 2500$.