

# 中国红豆属植物的叶表皮形态学

罗世孝 张奠湘\*

(中国科学院华南植物园, 广东广州 510650)

**摘要:** 用光学显微镜和扫描电子显微镜观察了红豆属(*Ormosia*) 35 种的叶表皮形态, 这些植物的叶上下表皮细胞为不规则形或多边形, 垂周壁有平直、弓形、浅波状或深波状, 表皮细胞形状和垂周壁在种间有一些差异。气孔仅存在于下表皮, 形状为椭圆形或卵形, 以平列型为主; 此外还有其他类型的气孔, 如长脐红豆、海南红豆等的气孔为不规则形、不等型; 少数种类如亮毛红豆、茸荚红豆等的气孔不明显。气孔外拱盖光滑, 呈浅波状、波状或不明显, 气孔内拱盖光滑、近光滑、浅波状或不明显; 蜡被近光滑、颗粒状、鳞片状、条纹状或结网状; 多数种具毛被。叶表皮与气孔器特征可作为区分种、变种或亚种的依据。叶表皮微观形态特征支持红豆属成为一个自然类群。

**关键词:** 红豆属; 叶表皮; 形态; 豆科

中图分类号: Q944.56

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2004)04-0298-11

## Leaf Epidermal Morphology of *Ormosia* Jacks. (Leguminosae) in China

LUO Shi-xiao ZHANG Dian-xiang\*

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

**Abstract:** Leaf epidermis of 35 species of *Ormosia* in China was examined under light microscope (LM) and scanning electron microscope (SEM). The epidermal cells of both upper and lower leaf surfaces are polygonal or irregular in shape, anticlinal walls are straight, arched, sinuate or sinuate, and stomata are elliptic or ovate. Stomatal apparatuses which occur only on abaxial surface of the leaflets are mainly of paracytic type, but in species such as *O. balansae* and *O. pinnata*, the paracytic type sometimes concurs to have anomocytic or anisocytic type, while the stomatal apparatuses are indistinct in a few species such as *O. sericeolucida* and *O. pachycarpa*. The ornamentation of the outer stomatal ledge (or rim) is smooth, or granular, or granular and striate, or indistinct; the inner margin of the outer stomatal ledge is smooth, or nearly smooth, or sinuate or indistinct; the wax ornamentation is smooth, or granular, or scaly, or striate, or granular and reticulate. Trichomes on the leaflets were observed. These leaf epidermal characters can be used to distinguish species or varieties within *Ormosia*, which exhibits that *Ormosia* is a homogenous natural group.

**Key words:** *Ormosia*; Leaf epidermis; Morphology; Leguminosae

红豆属(*Ormosia*)隶属于豆科蝶形花亚科槐族(Leguminosae: Papilionoideae: Sophoreae), 分布于南美东部, 东亚到澳洲东北部的热带亚热带地区<sup>[1]</sup>。我国多分布于五岭以南, 以广东、广西、云南、海南为主要分布区<sup>[2-4]</sup>。全属约 110 种, 我国有 35 种<sup>[3,4]</sup>。

自 Jackson<sup>[5]</sup>建属以来, 许多学者对红豆属系统

分类学做了研究, 但不同历史时期, 不同地区的作者采用不同的性状用于红豆属的属下分类。Prain (1900) 采用荚果和种子特征分为 2 个亚属; Merrill 和陈秀英强调叶类型、种皮、种脐、荚果横隔、果翅等形状, 并将所研究的东亚种类分为 15 个系<sup>[6]</sup>; Rudd (1965) 认为叶脉对数、种脐特征、种子颜色等

收稿日期: 2003-07-30 接受日期: 2003-09-08

基金项目: 国家自然科学基金(30370107); 中国科学院知识创新工程(华南植物研究所所长基金学科领域前沿项目)资助。

\* 通讯作者 Corresponding author

较重要, 并将美洲种类分为3个组7个系; Yakovlev 则主要根据荚果横隔膜、种子扩散等将红豆属分为6个属<sup>[7,8]</sup>。张若蕙整理了本属国产种类, 认为红豆属在我国为35种2变种2变型<sup>[3,4]</sup>。

叶表皮的性状, 如气孔器类型、表皮细胞类型、蜡被、毛被等特征不但对鉴定植物的化石有用, 而

且对探讨现存植物的分类系统也有着重要的意义。近年来叶的微观结构不但用于种间或属间分类系统的探讨, 也用于对科以上分类单元系统关系的研究。Faridah 报道过海南红豆、软荚红豆、单叶红豆、*O. sumatrana*、*O. calawensis* 5个种光镜下的叶表皮结构和气孔类型<sup>[9]</sup>, 而红豆属叶表皮的形态特征, 至

表1 材料来源  
Table 1 Origin of materials

物种 Species	采集地 Locality	采集者 Collector	凭证标本 Voucher	采集时间 Date
长脐红豆 <i>O. balansae</i> Drake	海南万宁 Wanning, Hainan	邢福武 Xing F. W.	634592	1995.3.25
茸荚红豆 <i>O. pachycarpa</i> Champ. ex Benth	香港 Hong Kong	陈焕镛 Cheng H. W.	6811	1928.11.9
薄毛茸荚红豆 <i>O. pachycarpa</i> var. <i>tenuis</i> Chun ex R. H. Chang	广东鼎湖山 Dinghushan, Guangdong	丁广奇 Ding G. Q., 石国良 Shi G. L.	10056	1961.6.21
云开红豆 <i>O. merrilliana</i> L. Chen	广东广州 Guangzhou, Guangdong	陈炳辉 Chen B. H.	249	1981.6.2
胀荚红豆 <i>O. inflata</i> Merr. et Chen	海南琼东 Qiongdong, Hainan	梁向日 Liang X. R.	68144	1954.11
亮毛红豆 <i>O. sericeolucida</i> L. Chen	广东十万大山 Shiwandashan, Guangdong	左景烈 Zuo J. L.	2359	1933.8.7
纤柄红豆 <i>O. longipes</i> L. Chen	云南河口 Hekou, Yunnan	刘伟心 Liu W. X.	521	1959.6.6
肥荚红豆 <i>O. fordiana</i> Oli		廖聪金 Liao C. J., 梁荣光 Lian R. G.	15185	1985.7.1
喙顶红豆 <i>O. apiculata</i> L. Hance	广西 Guangxi	R. C. Ching	7183	1928.8.27
软荚红豆 <i>O. semicastrata</i> Hance	广东博罗 Boluo, Guangdong	王英强 Wang Y. Q.	526	1993.3.20
荔枝叶红豆 <i>O. semicastrata</i> f. <i>litchifolia</i> How	海南东方 Dongfang, Hainan	梁向日 Liang X. R.	63481	1933.10.18
苍叶红豆 <i>O. semicastrata</i> f. <i>pallida</i> How	湖南宜章 Yizhang, Hunan	梁汉宾 Liang H. B.	83083	
缘毛红豆 <i>O. howii</i> Merr. et Chen	采集信息不详 Locality and collector unknown			
屏边红豆 <i>O. pingbianensis</i> W. C. Cheng et R. H. Chang	云南屏边 Pingbian, Yunnan	毛品一 Mao P. Y.	3717	1954.4.7
云南红豆 <i>O. yunnanensis</i> Prain	云南西双版纳 Xishuangbanna, Yunnan	冯国楣 Feng G. M.	20843	
南宁红豆 <i>O. nanningensis</i> L. Chen	广西上思 Shangsi, Guangxi	张肇寿 Zhang Z. Q.	13911	1958.11.17
红豆树 <i>O. hosiei</i> Hemsl. et Wils	陕西北宁 Ningshan, Shaanxi	侯宽昭 How K C	3297	1954.12.19
厚荚红豆 <i>O. elliptica</i> Q. W. Yao et R. H. Chang	采集信息不详 Locality and collector unknown			
那坡红豆 <i>O. napoensis</i> Z. Wei et R. H. Chang	广西那坡 Napo, Guangxi	华南分队 Huanan fendui	509	1989.5.10
单叶红豆 <i>O. simplicifolia</i> Merr. et Chun ex L. Chen	海南万宁 Wanning, Hainan	邢福武 Xing F. W.	6618	1995.5.6
河口红豆 <i>O. hekouensis</i> R. H. Chang	采集地不详 Locality unknown	毛品一 Mao P. Y.	7196	
凹叶红豆 <i>O. emarginata</i> (Hook. et. Arn.) Benth	广东新会 Xinhui, Guangdong	李泽贤 Li Z. X., 邢福武 Xing F. W.	2364	1985.5.29
光叶红豆 <i>O. glaberrima</i> Y. C. Wu	广西金秀 Jinxiu, Guangxi	大瑶山综考队 Dayaoshan Exped.	12305	1981.11.1
花榈木 <i>O. henryi</i> Prain	广东岭南大学 Lingnan University, Guangdong	侯宽昭 How K C	14660	1944.10.18
锈枝红豆 <i>O. ferruginea</i> R. H. Chang	广东阳春 Yangchun, Guangdong	梁葵 Liang K	69621	1957.10.22
紫花红豆 <i>O. purpureiflora</i> L. Chen	广东南昆山 Nankunshan, Guangdong	南昆山调查队 Nankunshan Exped.	71064	1981.4.6
木荚红豆 <i>O. xylocarpa</i> Chun ex L. Chen	广西金秀 Jinxiu, Guangxi	大瑶山综考队 Dayaoshan Exped.	12438	
槽纹红豆 <i>O. striata</i> Dunn	云南证河 Zhenghe, Yunnan	何树春 He S. C.	85465	1985.9.20
海南红豆 <i>O. pinnata</i> (Lour.) Merr	广东广州 Guangzhou, Guangdong	罗世孝 Luo S. X.	003	2002.8.26
韧荚红豆 <i>O. indurata</i> L. Chen	采集地不详 Locality unknown	陈邦余 Cheng B. Y.	277	1982.11.25
蒲桃叶红豆 <i>O. eugenifolia</i> Tsiang ex R. H. Chang	广西上思 Shangsi, Guangxi	陈少卿 Chen X. Q.		1944.3.9
柔毛红豆 <i>O. pubescens</i> R. H. Chang	广西上思 Shangsi, Guangxi	张肇寿 Zhang Z. Q.	13199	1958.11.11
榄绿红豆 <i>O. olivacea</i> L. Chen	广西凌乐 Lingle, Guangxi	李中提 Li Z. T.	603321	1959.6.28
小叶红豆 <i>O. microphylla</i> Merr	广西金秀 Jinxiu, Guangxi	大瑶山综考队 Dayaoshan Exped.	1240	1981.11.1
绒毛小叶红豆 <i>O. microphylla</i> var. <i>tomentosa</i> R. H. Chang	广东大埔 Dapu, Guangdong	广东木材调查组 Guangdong Wood Exped.	709	1974.7.15
秃叶红豆 <i>O. nuda</i> How R. H. Chang et Q. W. Yao	广东乳源 Ruyuan, Guangdong	高锡朋 Gao X. P.	53601	1933.10.14

今无人进行过系统的研究。本文用光学显微镜和扫描电子显微镜观察了红豆属 35 种植物成熟叶表皮形态特征,旨在为红豆属的系统研究提供形态学资料,同时,对该属的属下分类和一些种的鉴定作了初步探讨。

## 1 材料和方法

红豆属 35 种植物的叶片材料均取自中国科学院华南植物研究所标本馆(IBSC)馆藏腊叶标本,其中因为材料的局限台湾红豆仅在电镜下进行观察(表 1)。

取成熟叶片中部 1 cm<sup>2</sup> 左右的小片,用水煮沸软化约 20 min 后,浸泡在 Jefferys 溶液(10%铬酸水溶液:浓硝酸 =9:1)中解离 5-6 h,待叶肉组织与上、下表皮开始分离时,把离析后的材料用水冲洗 2 h 以上,撕下表皮,去掉叶肉组织,再水洗约 3 h,在载玻片上用 1%的番红或甲基绿溶液染色 30-

60 min;乙醇系列(50%、75%、80%、95%、100%)脱水,中性树脂封片。在 OLYMPUS-SZM 变倍立体显微镜下观察、拍照。将一小块成熟完好的干叶片直接贴在观察台上,镀膜后在 JSM-T300 扫描电镜(SEM)下观察、拍摄照片。

本文所用术语参考 Dilcher<sup>[10]</sup>和 Baranova<sup>[11]</sup>。

## 2 观察结果

### 2.1 光学显微镜下的叶表皮特征

**上表皮** 上表皮无气孔器,细胞不规则形或多边形,垂周壁有平直、弓形、浅波状或波状(表 2)。根据细胞形状和垂周壁的式样,可分为两种类型:(1)表皮细胞为多边形,大小不等,垂周壁平直或弓形,如:茸荚红豆(图版 I:1)、厚荚红豆、凹叶红豆、光叶红豆、花榈木(图版 I:3)、秃叶红豆(图版 I:10)。(2)表皮细胞形状不规则,近相等,垂周壁浅波状或波状,其余种都属于此类型(图版 I:2,4-9)。

表 2 光镜下红豆属植物叶表皮特征和气孔类型

Table 2 Characters of leaf epidermis and types of stomatal apparatuses in *Ormosia* under LM

物种 Species	上表皮 Upper epidermis		下表皮 Lower epidermis		
	细胞形态 Shape of cells	垂周壁式样 Pattern of anticlinal walls	垂周壁式样 Pattern of anticlinal walls	细胞形态 Shape of cells	气孔类型 Type of stomatal apparatus
长脐红豆 <i>O. balansae</i>	不规则 Irregular	波状 Sinuate	波状 Sinuate	不规则 Irregular	平行型、不等型 PA
茸荚红豆 <i>O. pachycarpa</i>	多边形 Polygonal	平直、弓形 SA	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct
云开红豆 <i>O. merrilliana</i>	不规则 Irregular	波状 Sinuate	波状 Sinuate	不规则 Irregular	平行型 Paracytic
胀荚红豆 <i>O. inflata</i>	不规则 Irregular	浅波状 Sinuolate	浅波状 Sinuolate	不规则 Irregular	平行型 Paracytic
亮毛红豆 <i>O. sericeolucida</i>	不规则 Irregular	浅波状 Sinuolate	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct
纤柄红豆 <i>O. longipes</i>	不规则 Irregular	浅波状 Sinuolate	浅波状 Sinuolate	不规则 Irregular	平行型 Paracytic
肥荚红豆 <i>O. fordiana</i>	不规则 Irregular	浅波状 Sinuolate	波状 Sinuate	不规则 Irregular	平行型 Paracytic
喙顶红豆 <i>O. apiculata</i>	不规则 Irregular	浅波状 Sinuolate	波状 Sinuate	不规则 Irregular	平行型、不等型 PA
软荚红豆 <i>O. semicastrata</i>	不规则 Irregular	浅波状 Sinuolate	波状 Sinuate	不规则 Irregular	平行型 Paracytic
荔枝叶红豆 <i>O. semicastrata</i> f. <i>litchifolia</i>	不规则 Irregular	浅波状 Sinuolate	波状 Sinuate	不规则 Irregular	平行型 Paracytic
苍叶红豆 <i>O. semicastrata</i> f. <i>pallida</i>	不规则 Irregular	波状 Sinuate	波状 Sinuate	不规则 Irregular	平行型、不规则型 PAn
缘毛红豆 <i>O. howii</i>	不规则 Irregular	浅波状 Sinuolate	波状 Sinuate	不规则 Irregular	平行型 Paracytic
屏边红豆 <i>O. pingbianensis</i>	不规则 Irregular	浅波状 Sinuolate	波状 Sinuate	不规则 Irregular	平行型、不规则型 PAn
南宁红豆 <i>O. nanningensis</i>	不规则 Irregular	浅波状 Sinuolate	波状 Sinuate	不规则 Irregular	平行型、不等型 PA
红豆树 <i>O. hosiei</i>	不规则 Irregular	平直、弓形 SA	浅波状 Sinuolate	不规则 Irregular	平行型 Paracytic
厚荚红豆 <i>O. elliptica</i>	多边形 Polygonal	平直、弓形 SA	平直、弓形 SA	多边形 Polygonal	平行型、不规则型 PAn
那坡红豆 <i>O. napoensis</i>	不规则 Irregular	波状 Sinuate	波状 Sinuate	不规则 Irregular	平行型 Paracytic
单叶红豆 <i>O. simplicifolia</i>	不规则 Irregular	波状 Sinuate	浅波状 Sinuolate	不规则 Irregular	平行型、不规则型 PAn
河口红豆 <i>O. hekouensis</i>	不规则 Irregular	浅波状 Sinuolate	波状 Sinuate	不规则 Irregular	平行型 Paracytic
凹叶红豆 <i>O. emarginata</i>	多边形 polygonal	平直、弓形 SA	平直、弓形 SA	多边形 Polygonal	平行型、不等型 PA
光叶红豆 <i>O. glaberrima</i>	多边形 Polygonal	平直、弓形 SA	浅波状 Sinuolate	不规则 Irregular	平行型 Paracytic
花榈木 <i>O. henryi</i>	多边形 Polygonal	平直、弓形 SA	平直、弓形 SA	多边形 Polygonal	平行型、不规则型 PAn
锈枝红豆 <i>O. ferruginea</i>	不规则 Irregular	浅波状 Sinuolate	浅波状 Sinuolate	不规则 Irregular	平行型、不规则型 PAn
紫花红豆 <i>O. purpureiflora</i>	不规则 Irregular	波状 Sinuate	波状 Sinuate	不规则 Irregular	平行型 Paracytic
木荚红豆 <i>O. xylocarpa</i>	不规则 Irregular	浅波状 Sinuolate	浅波状 Sinuolate	不规则 Irregular	平行型 Paracytic
槽纹红豆 <i>O. striata</i>	不规则 Irregular	浅波状 Sinuolate	平直、弓形 SA	多边形 Polygonal	平行型、环列型 PC
海南红豆 <i>O. pinnata</i>	不规则 Irregular	浅波状 Sinuolate	浅波状 Sinuolate	不规则 Irregular	平行型、不规则型 PAn
韧荚红豆 <i>O. indurata</i>	不规则 Irregular	浅波状 Sinuolate	平直、弓形 SA	多边形 Polygonal	平行型 Paracytic

续表2 (Continued Table 2)

物种 Species	上表皮 Upper epidermis		下表皮 Lower epidermis		
	细胞形态 Shape of cells	垂周壁式样 Pattern of anticlinal walls	垂周壁式样 Pattern of anticlinal walls	细胞形态 Shape of cells	气孔类型 Type of stomatal apparatus
蒲桃叶红豆 <i>O. eugenifolia</i>	不规则 Irregular	浅波状 Sinuolate	平直、弓形 SA	多边形 Polygonal	平列型、不规则型 PAn
柔毛红豆 <i>O. pubescens</i>	不规则 Irregular	浅波状 Sinuolate	平直、弓形 SA	多边形 Polygonal	平列型、不规则型 PAn
榄绿红豆 <i>O. olivacea</i>	不规则 Irregular	浅波状 Sinuolate	浅波状 Sinuolate	不规则 Irregular	平列型 Paracytic
小叶红豆 <i>O. microphylla</i>	不规则 Irregular	波状 Sinuate	浅波状 Sinuolate	不规则 Irregular	平列型 Paracytic
绒毛小叶红豆 <i>O. microphylla</i> var. <i>tomentosa</i>	不规则 Irregular	浅波状 Sinuolate	浅波状 Sinuolate	不规则 Irregular	平列型 Paracytic
秃叶红豆 <i>O. nuda</i>	多边形 Polygonal	平直、弓形 SA	平直、弓形 SA	多边形 Polygonal	平列型、不规则型 PAn

SA=straight or arched; PA=Paracytic, anisocytic; PAn= Paracytic, anomocytic; PC=Paracytic, cyclocytic

**下表皮** 表皮细胞为不规则形或多边形, 垂周壁平直、弓形、浅波状或波状; 气孔以平列型为主(表2)。根据气孔器类型及细胞形状和垂周壁式样可分为两种类型:(1)气孔为平列型, 垂周壁浅波状或波状, 如: 纤柄红豆、肥荚红豆(图版 I :11)、光叶红豆(图版 I :14)、缘毛红豆(图版 I :17)、云开红豆、河口红豆等。(2)气孔除平列型外还有其他类型, 如不等型、不规则型; 垂周壁平直、弓形、浅波状或波状, 如: 喙顶红豆(图版 I :12)、海南红豆(图版 I :15)、长脐红豆(图版 I :16)、单叶红豆(图版 I :13)、屏边红豆(图版 I :18)、凹叶红豆(图版 I :19)、厚荚红豆(图版 I :20)等。此外, 有些种在光镜下就能看到毛被或染色较深的毛基, 如: 长脐红豆(图版 I :16)、云开红豆、胀荚红豆、亮毛红豆、纤柄红豆、肥荚红豆(图版 I :11)、缘毛红豆、南宁红豆、红豆树、那坡红豆、河口红豆、花榈木、锈枝红豆、紫花红豆、木荚红豆、槽纹红豆、海南红豆、榄绿红豆、小叶红豆(图版 I :9)、绒毛小叶红豆、秃叶红豆。

## 2.2 扫描电子显微镜下的叶表皮特征

气孔椭圆形或卵形, 少数种不明显; 气孔外拱盖光滑、颗粒状或条纹状, 有少数不明显。蜡被有颗粒状、鳞片状、条纹状、网状或几种状态共有。角质膜平滑、条纹状或不明显; 大部分种有毛被存在(表2)。根据气孔形状、蜡被等特征分为3种类型。(1)气孔不明显, 蜡被颗粒状、条纹状或网状, 如: 亮毛红豆、屏边红豆、木荚红豆(图版 IV :4,5)、花榈木、韧荚红豆(图版 IV :10)、柔毛红豆(图版 IV :11)、台湾红豆;(2)气孔为椭圆形, 气孔外拱盖光滑、颗粒状或具条纹, 蜡被有光滑形、颗粒状、具条纹或呈网状, 如: 那坡红豆(图版 III :1, 2)、红豆树(图版 III :7)、光叶红豆(图版 III :9,10)、单叶红豆、薄毛茸荚红豆、厚荚红豆(图版 II :5)、纤柄红豆(图版 II :6)、缘毛红豆、云南红豆(图版 II :7-9)、榄绿红豆(图版 II :12)、河口红豆、

紫花红豆(图版 IV :1,2)、海南红豆(图版 IV :9)、小叶红豆(图版 IV :12)、绒毛小叶红豆、秃叶红豆;(3)气孔为卵形, 气孔外拱盖光滑、颗粒状或具条纹, 蜡被有光滑形、具条纹或网状, 其余种属于此类型(图版 III :3,6,11)。

在扫描电子显微镜下, 除胀荚红豆、喙顶红豆、苍叶红豆、南宁红豆、红豆树、厚荚红豆、凹叶红豆、光叶红豆、槽纹红豆、海南红豆没有观察到毛被外, 其余的种都可以观察到单毛。但毛被的形态有两种: 一种为圆筒形, 中空, 表面光滑或近光滑: 如: 薄毛茸荚红豆、肥荚红豆、云南红豆(图版 II :9)、软荚红豆(图版 II :10)、荔枝叶红豆、缘毛红豆(图版 II :11)、单叶红豆(图版 III :5)、河口红豆、光叶红豆(图版 III :10)、锈枝红豆(图版 III :11)、紫花红豆(图版 IV :2)、榄绿红豆、小叶红豆、绒毛小叶红豆; 另一种为扁形, 表面有瘤状突起, 其余的种属于此类型(图版 IV :3,4, 11, 图版 III :2)。同时还发现韧荚红豆(图版 IV :10)、柔毛红豆(图版 IV :11)、秃叶红豆(图版 IV :3)叶表皮的特征相当一致, 蜡被为明显颗粒状突起, 具带瘤状扁形毛等。

## 3 讨论

自 Jackson 根据法属圭亚那产的 *O. coccines* (Aubl.) Jacks. 等3个种建立红豆属以来, 到现在有110多种<sup>[4,5]</sup>。虽然 Yakovlev<sup>[7,8]</sup>把红豆属分为6个属, 但大多数学者<sup>[3,4,6]</sup>都认为红豆属植物有许多共同的性状特征, 应成为一比较自然的类群, 如圆锥花序或总状花序顶生或腋生; 雄蕊10; 子房具胚珠1到数粒, 荚果木质或革质, 花萼宿存; 无胚乳, 子叶肥厚。从叶表皮特征来看, 红豆属植物叶表皮形态具有许多的共同特征, 例如: 表皮细胞多数为不规则型, 气孔形状以椭圆形或卵形为主, 气孔器以平列型为主, 垂周壁平直、弓形、浅波状或深波状, 不同

表 3 扫描电镜下红豆属植物叶下表皮特征  
Table 3 Characters of lower epidermis of leaves in *Ormosia* under SEM

物种 Species	气孔形状 Stomatal shape	气孔外拱盖 Ornamentation of outer stomatal ledge (or rim)	气孔外拱盖内缘 Inner margin of outer stomatal ledge (or rim)	蜡被 Wax ornamentation	毛被 Trichome
长脐红豆 <i>O. balansae</i>	椭圆形 Elliptic	光滑 Smooth	光滑 Smooth	近光滑 Nearly smooth	有 Present
薄毛茸荚红豆 <i>O. pachycarpa</i> var. <i>tenuis</i>	椭圆形 Elliptic	光滑 Smooth	浅波状 Sinuolate	近颗粒状 Nearly granular	有 Present
云开红豆 <i>O. merrilliana</i>	卵形 Ovate	光滑 Smooth	浅波状 Sinuolate	近光滑 Nearly smooth	有 Present
胀荚红豆 <i>O. inflata</i>	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct	颗粒状、条纹状、网状 Granular-striate and reticulate	无 Absent
亮毛红豆 <i>O. sericeolucida</i>	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct	有 Present
纤柄红豆 <i>O. longipes</i>	椭圆形 Elliptic	颗粒状 Granular	近光滑 Nearly smooth	颗粒状 Granular	无 Absent
肥荚红豆 <i>O. fordiana</i>	卵形 Ovate	颗粒状 Granular	浅波状 Sinuolate	颗粒状 Granular	有 Present
喙顶红豆 <i>O. apiculata</i>	卵形 Ovate	光滑 Smooth	浅波状 Sinuolate	颗粒状、条纹状、网状 Granular-striate and reticulate	无 Absent
软荚红豆 <i>O. semicastrata</i>	卵形 Ovate	光滑 Smooth	光滑 Smooth	条纹状、网状 Striate and reticulate	有 Present
荔枝叶红豆 <i>O. semicastrata</i> f. <i>litchifolia</i>	卵形 Ovate	光滑 Smooth	光滑 Smooth	条纹状、网状 Striate and reticulate	无 Absent
苍叶红豆 <i>O. semicastrata</i> f. <i>pallida</i>	卵形 Ovate	光滑 Smooth	光滑 Smooth	颗粒状、条纹状、网状 Granular-striate and reticulate	无 Absent
缘毛红豆 <i>O. howii</i>	椭圆形 Elliptic	光滑 Smooth	浅波状 Sinuolate	条纹状、鳞片状 Striate and scaly	有 Present
屏边红豆 <i>O. pingbianensis</i>	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct	条纹状、网状 Striate and reticulate	有 Present
云南红豆 <i>O. yunnanensis</i>	椭圆形 Elliptic	光滑 Smooth	光滑 Smooth	颗粒状、条纹状、网状 Granular-striate and reticulate	有 Present
南宁红豆 <i>O. nanningensis</i>	卵形 Ovate	近颗粒状 Nearly granular	光滑 Smooth	颗粒状、条纹状、网状 Granular-striate and reticulate	无 Absent
红豆树 <i>O. hosiei</i>	椭圆形 Elliptic	光滑 Smooth	浅波状 Sinuolate	光滑 Smooth	无 Absent
厚荚红豆 <i>O. elliptica</i>	椭圆形 Elliptic	光滑 Smooth	浅波状 Sinuolate	颗粒状、条纹状、网状 Granular-striate and reticulate	无 Absent
那坡红豆 <i>O. napoensis</i>	椭圆形 Elliptic	颗粒状 Granular	浅波状 Sinuolate	颗粒状、条纹状、网状 Granular-striate and reticulate	有 Present
单叶红豆 <i>O. simplicifolia</i>	椭圆形 Elliptic	光滑 Smooth	近光滑 Nearly smooth	颗粒状、条纹状、网状 Granular-striate and reticulate	有 Present
河口红豆 <i>O. hekouensis</i>	椭圆形 Elliptic	光滑 Smooth	浅波状 Sinuolate	条纹状、网状 Striate and reticulate	有 Present
凹叶红豆 <i>O. emarginata</i>	卵形 Ovate	光滑 Smooth	浅波状 Sinuolate	颗粒状 Granular	无 Absent
光叶红豆 <i>O. glaberrima</i>	卵形 Ovate	颗粒状 Granular	浅波状 Sinuolate	颗粒状、鳞片状 Granular and scaly	无 Absent
花榈木 <i>O. henryi</i>	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct	颗粒状、条纹状、网状 Granular-striate and reticulate	有 Present
锈枝红豆 <i>O. ferruginea</i>	卵形 Ovate	颗粒状、条纹状 Granular-striate	浅波状 Sinuolate	鳞片状 Scaly	有 Present
紫花红豆 <i>O. purpleiflora</i>	椭圆形 Elliptic	颗粒状、条纹状 Granular-striate	浅波状 Sinuolate	颗粒状、条纹状 Granular-striate	有 Present
木荚红豆 <i>O. xylocarpa</i>	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct	颗粒状、条纹状 Granular-striate	有 Present
槽纹红豆 <i>O. striata</i>	卵形 Ovate	光滑 Smooth	近光滑 Nearly smooth	条纹状 Striate	无 Absent
海南红豆 <i>O. pinnata</i>	椭圆形 Elliptic	光滑 Smooth	浅波状 Sinuolate	颗粒状 Granular	无 Absent
韧荚红豆 <i>O. indurata</i>	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct	颗粒状、条纹状 Granular-striate	有 Present
柔毛红豆 <i>O. pubescens</i>	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct	颗粒状 Granular	有 Present
榄绿红豆 <i>O. olivacea</i>	椭圆形 Elliptic	颗粒状 Granular	浅波状 Sinuolate	鳞片状、条纹状 Scaly and striate	有 Present
小叶红豆 <i>O. microphylla</i>	椭圆形 Elliptic	颗粒状 Granular	浅波状 Sinuolate	颗粒状 Granular	有 Present
绒毛小叶红豆 <i>O. microphylla</i> var. <i>tomentosa</i>	椭圆形 Elliptic	颗粒状、条纹状 Granular-striate	光滑 Smooth	颗粒状 Granular	有 Present
台湾红豆 <i>O. formosana</i>	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct	不明显 Indistinct	颗粒状、条纹状、网状 Granular-striate and reticular	有 Present
秃叶红豆 <i>O. nuda</i>	椭圆形 Elliptic	颗粒状、条纹状 Granular-striate	浅波状 Sinuolate	颗粒状、条纹状 Granular-striate	有 Present

于红豆群的其他类群<sup>[9]</sup>,这也支持红豆属为一个自然类群的观点。

在光镜和扫描电镜下观察的叶表皮和毛被特

征在种间也存在差异:如表皮形态,垂周壁式样、气孔形状、气孔器类型、气孔外拱盖及外拱盖内缘的特征、表皮细胞外表面的角质膜或蜡被纹饰和毛被

类型等(表2, 3, 图版I-IV)。少数种在光镜下观察到叶上下表皮的细胞形态和垂周壁式样不同, 如: 茸荚红豆、亮毛红豆, 这可作为区分属下分类单元的特征。

叶表皮特征研究的结果还对一些种类的分类学处理提供了解剖学的证据。例如, 屏边红豆与光叶红豆在小叶、花序及荚果等形态上有较大的相似性, 但其叶表皮的形态则区别明显: 屏边红豆表皮细胞不规则, 垂周壁上表皮浅波状、下表皮波状, 气孔为平列型和无规则型; 而光叶红豆表皮细胞为多边形, 垂周壁上下表皮都为平直、弓形, 气孔为平列形; 在SEM下屏边红豆气孔为椭圆形, 带瘤状突起扁形毛被, 光叶红豆气孔为卵形, 圆筒形光滑毛被(图版III:9,10)。此外, 秃叶红豆和花榈木虽然在光镜下的特征基本一致, 如细胞为多边形, 垂周壁平直、弓形, 气孔为平列型、不规则型; 但在SEM下区别明显, 秃叶红豆的气孔为椭圆形, 外拱盖边缘为鳞片状和条纹状, 蜡被为明显的颗粒状和条纹状, 而花榈木蜡被为颗粒状、明显的条纹状和网状, 但观察不到气孔, 可以作为支持张若蕙把秃叶红豆由花榈木的一变种提升为种的观点。还有纤柄红豆和肥荚红豆在光镜和电镜下表皮形态非常相似(图版II:1,2,6), 支持张若蕙把这两个种作为一个系处理的观点, 同时叶脉的形态特征也有同样的结论(未发表)。

**致谢** 中国科学院华南植物园的廖景平研究员、李世晋、郭丽秀、唐源江、胡晓颖、邹璞等同志在实验和显微摄影方面给予帮助; 并提出宝贵意见, 在此深表感谢!

### 参考文献

- [1] Polhill R M. Sophoreae[A]. In: Polhill R M, Raven P H. Advances in Legume Systematics. 1. [C]. London: Roy Bot Garden, Kew, 1981. 213-230.
- [2] How R C(侯宽昭). Critical notes on several species of *Ormosia* in South China [J]. Acta Phytotax Sin (植物分类学报), 1951, 1(2): 231-236. (in Chinese)
- [3] Chang R H(张若蕙). Flora Reipublicae Populsais, Vol. 40. Leguminosae [M]. Beijing: Science Press, 1994. 1-51. (in Chinese)
- [4] Chang R H(张若蕙). A study on the Chinese *Ormosia* Jacks. [J]. Acta Phytotax Sin (植物分类学报), 1984, 22(1):6-21. (in Chinese)
- [5] Jackson G. An account of *Ormosia*, a new genus of decandrous plants belonging to the natural order Leguminosae Trans. [J]. Linn Soc, 1811, 10:358-362.
- [6] Merrill E D, Chen L. The Chinese and Indo-Chinese species of *Ormosia* [J]. Sargentia, 1943, 3:1-117.
- [7] Yakovlev G P. A contribution to the revision of the genus *Ormosia* Jacks. 1. The genera *Ruddia* and *Fedorovia* Yakovl (Leguminosae) [J]. Bot Zhurn, 1971, 56(5):652-658.
- [8] Yakovlev G P. De generibus *Sweetia* Spreng, *Machaerium* Pers, *Angylocalyx* Taub, *Fedorovia* Yakovl, *Placolobium* Miq et *Ormosia* Jacks (Fabaceae) notulae systematicae [J]. Novosti Syst Vyssh Rast, 1973, 10:190-196.
- [9] Faridah H I. A systematic study of the *Ormosia* group (Leguminosae: Papilionoideae) [A]. In: Saw L G, Chua L S L, Khoo K C. The Cornerstone of Biodiversity [C]. Malaysia: Ampang Press, 2001. 107-121.
- [10] Dilcher D L. Approaches to the identification of angiosperm leaf remains [J]. Bot Rev, 1974, 40(1):1-157.
- [11] Baranova M. Principles of comparative stomatographic studies of flowering plants [J]. Bot Rev, 1992, 58(1):1-91.

### 图版说明

#### 图版 I

1-10 为上表皮, 示细胞形态、垂周壁式样

1. 茸荚红豆; ×100
  2. 云开红豆; ×100
  3. 花榈木; ×200
  4. 喙顶红豆; ×200
  5. 苍叶红豆; ×200
  6. 缘毛红豆; ×100
  7. 单叶红豆; ×200
  8. 亮毛红豆; ×100
  9. 小叶红豆; ×200
  10. 秃叶红豆; ×200
- 11-20 为下表皮, 示气孔类型
11. 肥荚红豆; ×100
  12. 喙顶红豆; ×100
  13. 单叶红豆; ×200
  14. 光叶红豆; ×100
  15. 海南红豆; ×100
  16. 长脐红豆; ×200
  17. 缘毛红豆; ×200
  18. 屏边红豆; ×100
  19. 凹叶红豆; ×200
  20. 厚荚红豆; ×200

#### 图版 II

- 1,2. 肥荚红豆, 1. 卵形气孔; ×1 750
2. 圆筒形毛被; ×750
3. 绒毛小叶红豆, 椭圆形气孔; ×2 500
4. 喙顶红豆, 卵形气孔; ×1 750
5. 厚荚红豆, 椭圆形气孔; ×1 750
6. 纤柄红豆, 椭圆形气孔; ×1750
- 7-9. 云南红豆, 7. 椭圆形气孔; ×1 750
8. 椭圆形气孔、圆筒形毛被; ×250
9. 圆筒形毛被横断面; ×500
10. 软荚红豆, 蜡被光滑形; ×500
11. 缘毛红豆, 毛被圆筒形; ×250
12. 榄绿红豆, 椭圆形气孔; ×1 750

#### 图版 III

- 1,2. 那坡红豆, 1. 椭圆形气孔; ×1 750
2. 扁形有瘤状突起毛被; ×500
3. 凹叶红豆, 卵形气孔; ×1 750
- 4,5. 单叶红豆, 4. 椭圆形气孔; ×1 750
5. 圆筒形毛被; ×250
- 6,11. 锈枝红豆, 6. 卵形气孔; ×1 750
11. 卵形气孔、圆筒形毛被; ×375
7. 红豆树, 椭圆形气孔; ×375
8. 河口红豆, 椭圆形气孔; ×250
- 9,10. 光叶红豆, 9. 椭圆形气孔; ×1 750
10. 圆筒形毛被; ×250
12. 薄毛茸荚红豆, 椭圆形气孔; ×1 750

#### 图版 IV

- 1,2. 紫花红豆, 1. 椭圆形气孔; ×1 750
2. 颗粒状蜡被; ×370;
- 3,6. 秃叶红豆, 3. 扁形有瘤状突起毛被; ×250
6. 椭圆形气孔; ×1 750
- 4,5. 木荚红豆, 4. 扁形有瘤状突起毛被; ×500
5. 颗粒状蜡被; ×1 000
7. 槽纹红豆, 卵形气孔; ×1 750
8. 长脐红豆, 椭圆形气孔; ×2 500
9. 海南红豆, 蜡被光滑形; ×250
10. 切荚红豆, 扁形有瘤状突起毛被; ×500
11. 柔毛红豆, 蜡被颗粒状; ×500
12. 小叶红豆, 蜡被鳞片状; ×500

## Explanation of plates

### Plate I

#### 1–10. Upper epidermis

1. *O. pachycarpa*, shape of cells: polygonal; pattern of anticlinal walls: straight arched; ×100
  2. *O. merrilliana*, shape of cells: irregular; pattern of anticlinal walls: sinuate; ×100
  3. *O. henryi*, shape of cells: polygonal; pattern of anticlinal walls: straight arched; ×200
  4. *O. apiculata*, shape of cells: irregular; pattern of anticlinal walls: sinuate; ×200
  5. *O. semicastrata* f. *pallida*, shape of cells: irregular; pattern of anticlinal walls: sinuate; ×200
  6. *O. howii*, shape of cells: irregular; pattern of anticlinal walls: sinuate; ×100
  7. *O. simplicifolia*, shape of cells: irregular; pattern of anticlinal walls: sinuate;
  8. *O. sericeolucida*, shape of cells: irregular; pattern of anticlinal walls: sinuate; ×200
  9. *O. microphylla*, shape of cells: irregular; pattern of anticlinal walls: sinuate; ×200
  10. *O. nuda*, shape of cells: polygonal; pattern of anticlinal walls: straight arched; ×200
- #### 11–20. Lower epidermis
11. *O. fordiana*, paracytic stomatala; ×200
  12. *O. apiculata*, paracytic anisocytic stomatala; ×100
  13. *O. simplicifolia*, paracytic anomocytic stomatala; ×200
  14. *O. glaberrima*, paracytic stomatala; ×100
  15. *O. pinnata*, paracytic anomocytic stomatala; ×100
  16. *O. balansae*, paracytic anisocytic stomatala; ×200
  17. *O. howii*, paracytic stomatala; ×200
  18. *O. pingbianensis*, paracytic anomocytic stomatala; ×100
  19. *O. emarginata*, paracytic anisocytic stomatala; ×200
  20. *O. elliptica*, paracytic anomocytic stomatala; ×200

### Plate II

- 1, 2. *O. fordiana*. 1. Ovate stomatal; ×1 750 2. Columniform trichom; ×750

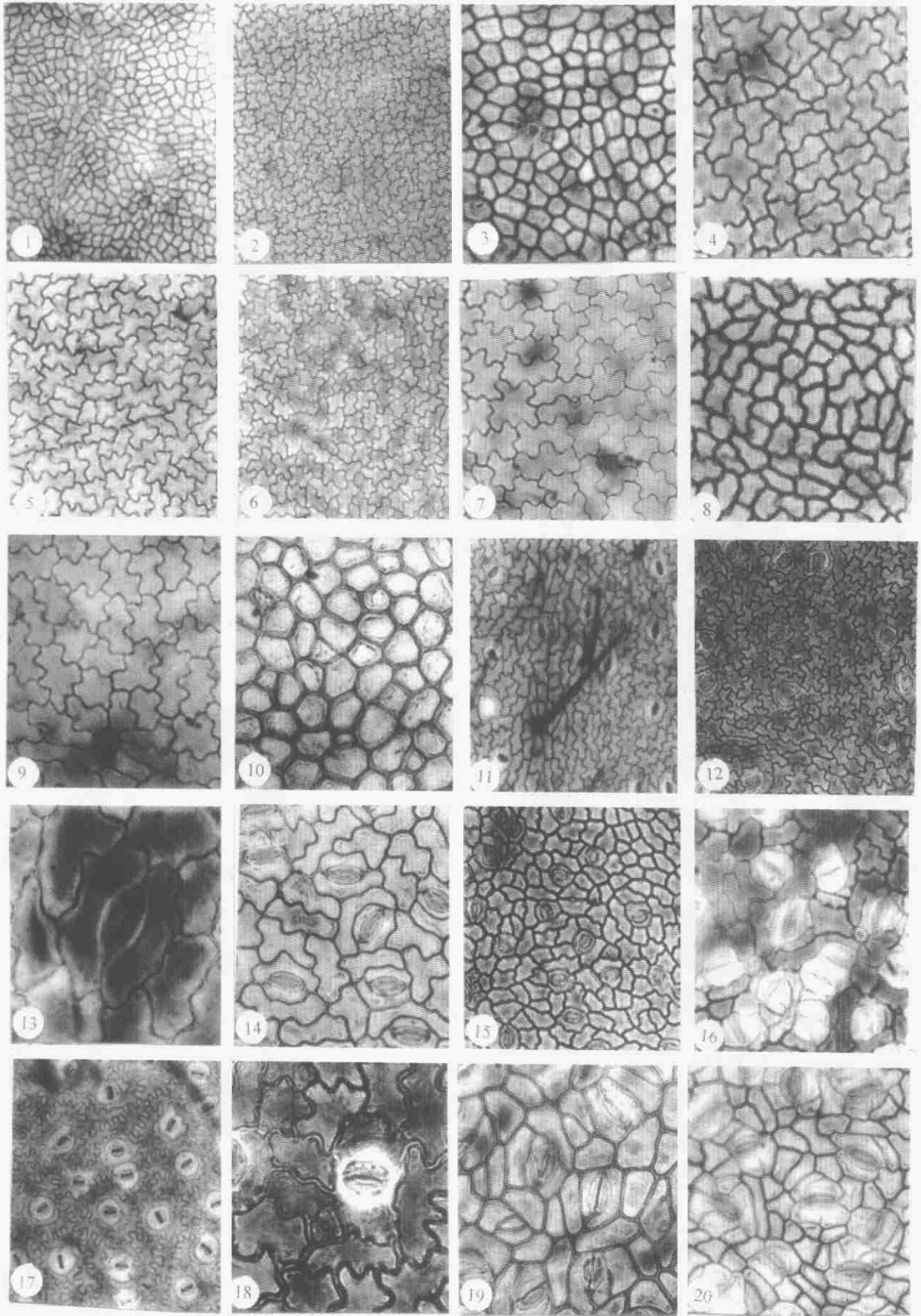
3. *O. microphylla* var. *tomentosa*, elliptic stomatal; ×2 500
4. *O. apiculata*, ovate stomatal; ×1 750
5. *O. elliptica*, elliptic stomatal; ×1 750
6. *O. longipes*, elliptic stomatal; ×1 750
- 7–9. *O. yuannanensis*. 7. Elliptic stomatal; ×1 750 8. Elliptic stomatal, columiform trichom, reticulate ornamentation; ×250 9. Flat trichom; ×500
10. *O. semicastrata*, elliptic stomatal, columiform trichom, smooth wax ornamentation; ×500
11. *O. howii*, columiform trichom; ×250
12. *O. olivacea*, elliptic stomatal; ×1 750

### Plate III

- 1, 2. *O. napoensis*. 1. Elliptic stomatal; ×1 750 2. Flat trichom; ×500
3. *O. emarginata*, ovate stomatal; ×1 750
- 4, 5. *O. simplicifolia*. 4. Elliptic stomatal; ×1 750 5. Columniform trichom; ×250
- 6, 11. *O. ferruginea*. 6. Ovate stomatal; ×1 750 11. Ovate stomatal, columniform trichom; ×375
7. *O. hosiei*, elliptic stomatal; ×375
8. *O. hekouensis*, elliptic stomatal; ×250
- 9, 10. *O. glaberrima*. 9. Elliptic stomatal; ×1 750 10. Columniform trichom, scaly wax ornamentation; ×250
12. *O. pachycarpa* var. *tenuis*, elliptic stomatal. ×1 750

### Plate IV

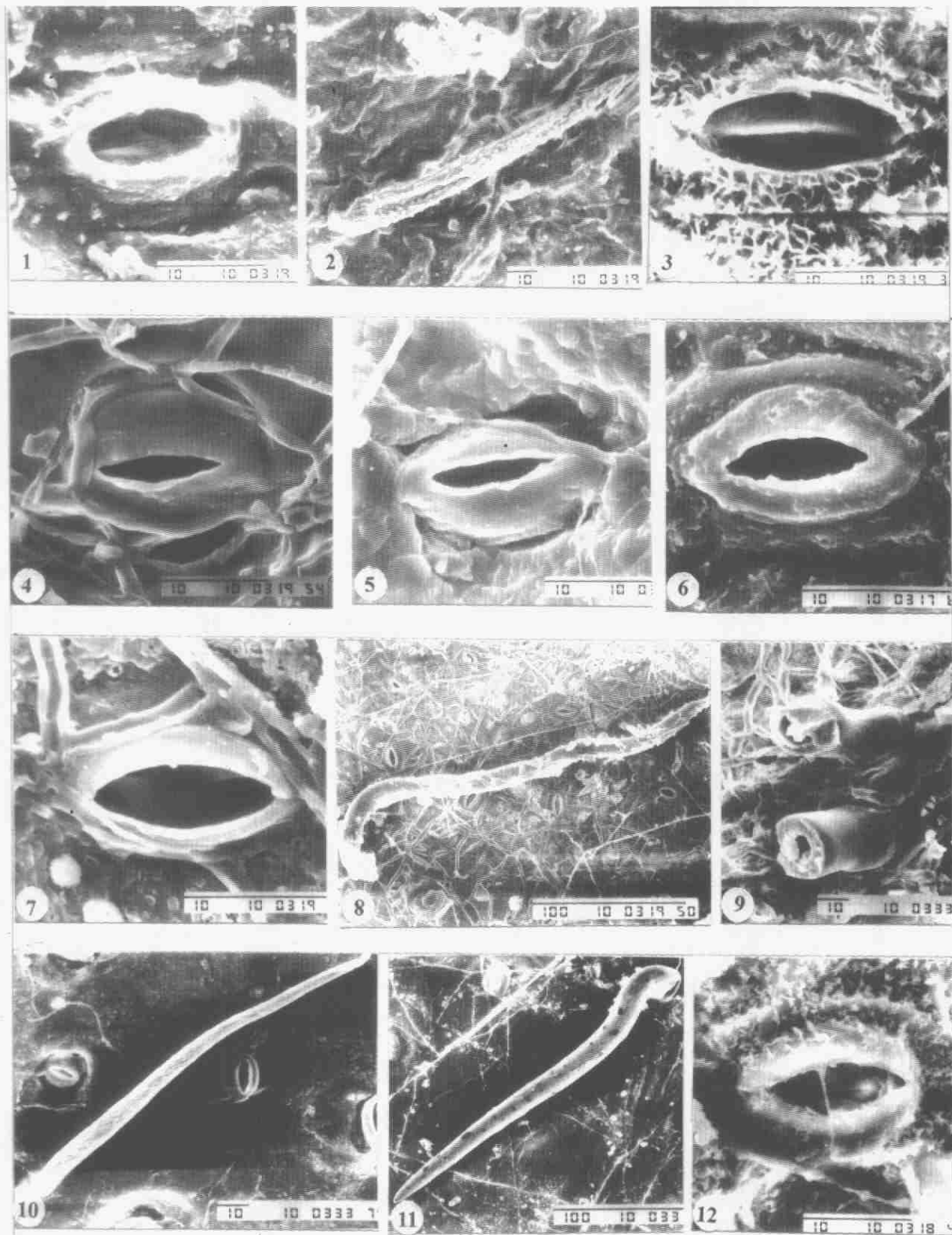
- 1, 2. *O. purpureiflora*. 1. Elliptic stomatal; ×1 750 2. Granular wax ornamentation; ×370
- 4, 5. *O. xylocarpa*. 4. Flat trichom; ×500 5. Granular wax ornamentation; ×1 000
- 3, 6. *O. nuda*. 3. Flat trichom; ×250 6. Elliptic stomatal; ×1 750
7. *O. striata*, elliptic stomatal; ×1 750
8. *O. balansae*, elliptic stomatal; ×2 500
9. *O. pinnata*, smooth wax ornamentation; ×250
10. *O. indurata*, flat trichom; ×500
11. *O. pubescens*, granular wax ornamentation; ×500
12. *O. microphylla*, scaly wax ornamentation; ×500



罗世孝等：图版 I

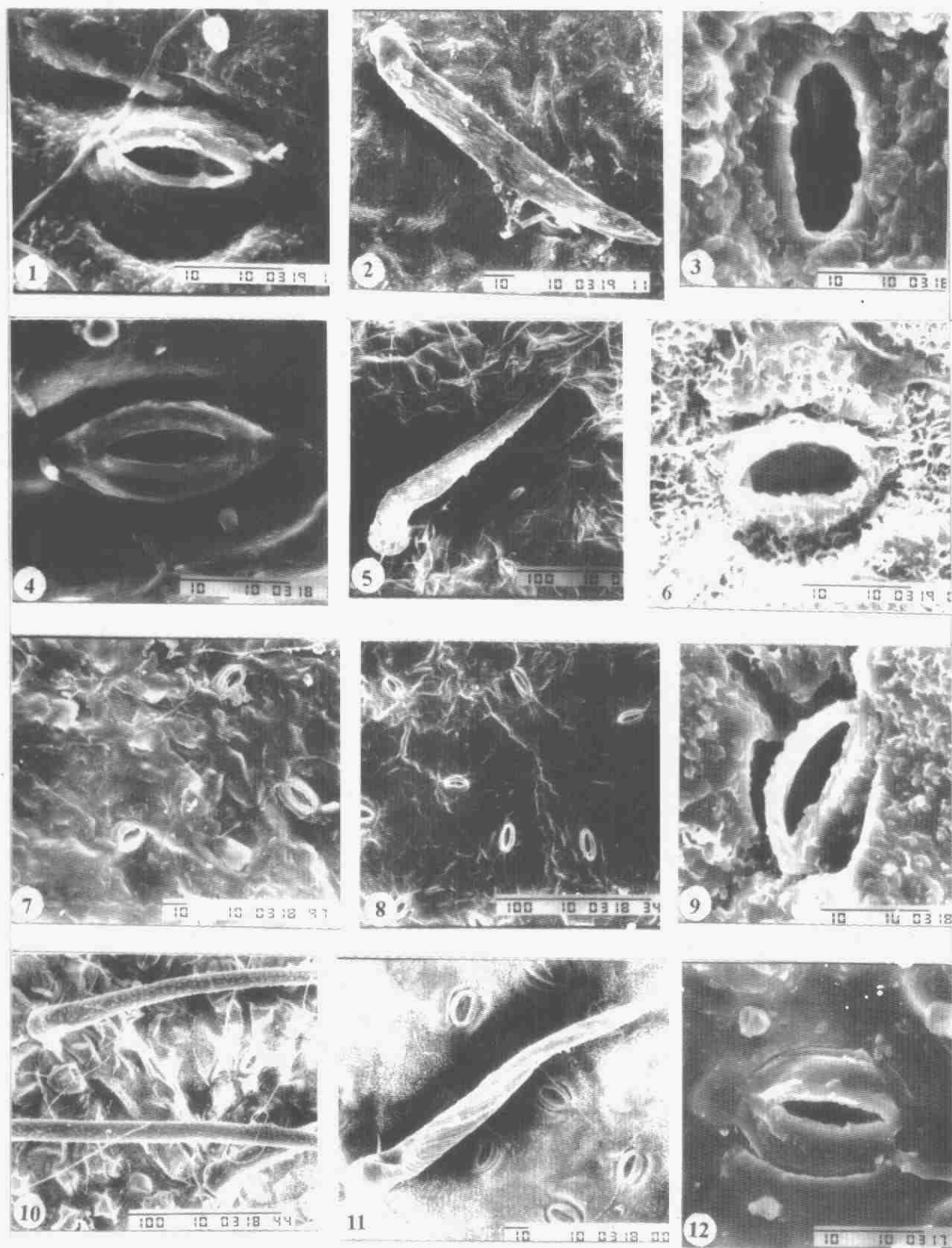
LUO Shi-xiao et al.: Plate I





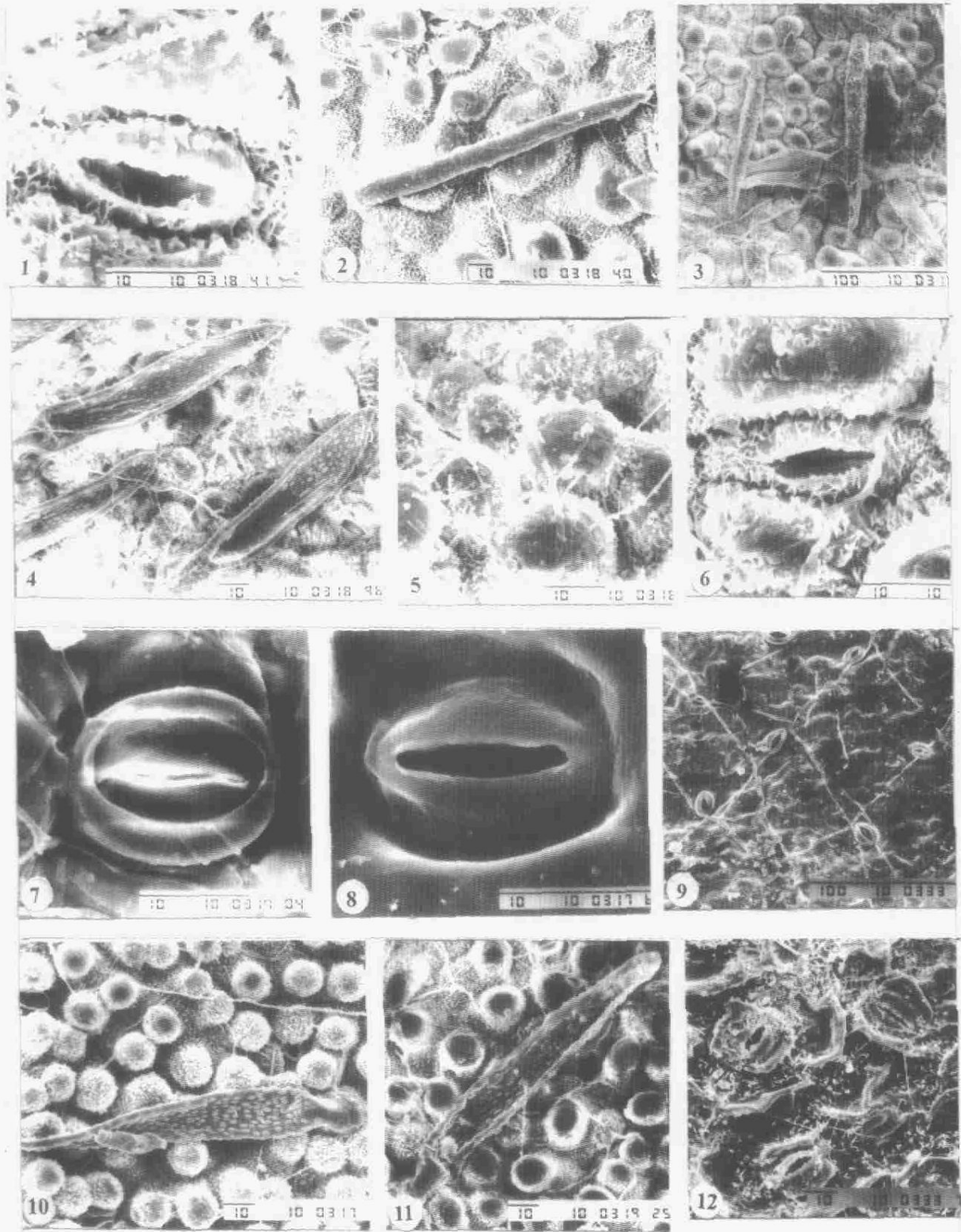
罗世孝等: 图版 II

LUO Shi-xiao et al.: Plate II



罗世孝等：图版III

LUO Shi-xiao et al.: Plate III



罗世孝等: 图版IV

LUO Shi-xiao et al.: Plate IV