

螺序草属(茜草科)的种子形态

马其侠, 王瑞江*, 胡晓颖, 陈炳辉

(中国科学院华南植物园, 广州 510650)

摘要: 对螺序草属(*Spiradiclis* Bl.) 16种 2变型共 18个样品的种子形态特征的初步研究表明, 本属植物种子为小型(0.2-0.3 mm)或中型(0.3-2 mm), 整体形状不太规则, 表面纹饰为蜂窝状, 种脐稍突出。种子的外壁由内外 2层种皮组成。依据表面突起分布方式, 螺序草属的种子大致分为 2种类型: (1) 平周壁微下陷, 疣突均匀分布于其上, 如大叶螺序草、螺序草、尖叶螺序草、柳叶螺序草、峨嵋螺序草和龙州螺序草; (2) 平周壁下陷成穴状, 突起分布在穴边缘, 如红花螺序草、心叶螺序草、两广螺序草、广东螺序草、海南螺序草、宽昭螺序草、疏花螺序草、多枝螺序草、罗氏螺序草、小叶螺序草、石生螺序草和紫花螺序草。螺序草属的种子形态特征对属下类群的划分具有重要的参考价值。

关键词: 螺序草属; 种子形态; 茜草科

中图分类号: Q944.59

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2005)03-0264-07

Seed Morphology of *Spiradiclis* Bl. (Rubiaceae)

MA Qi-xia, WANG Rui-jiang*, HU Xiao-ying, CHEN Bing-hui

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

Abstract: The seeds of 18 taxa including 16 species and 2 forms of genus *Spiradiclis* Bl. were examined. The seeds of *Spiradiclis* have small (0.2-0.3 mm) or medium size (0.3-2 mm), irregular shape, alveolate surface, slightly prominent hilum. Seed testa consists of exotesta and endotesta. The projections on periclinal wall of epidermis cells can be classified into two types: the projections are either distributed consistently on slightly concave periclinal walls, which can be seen in 6 taxa, viz.: *S. bifida*, *S. caespitosa*, *S. caespitosa* f. *cylindrica*, *S. caespitosa* f. *subimmersa*, *S. emeiensis* and *S. longzhouensis*, or around the fovea formed by deeply concave periclinal walls, which can be found in 12 taxa, viz.: *S. coccinea*, *S. cordata*, *S. fusca*, *S. guangdongensis*, *S. hainanensis*, *S. howii*, *S. laxiflora*, *S. leptobotrya*, *S. loana*, *S. microphylla*, *S. petrophila* and *S. purpureocaerulea*. The seed morphology in *Spiradiclis* can play an important role in distinguishing infra-genus taxa.

Key words: *Spiradiclis*; Seed morphology; Rubiaceae

螺序草属(*Spiradiclis* Bl.)隶属于茜草科(Rubiaceae)耳草族(Hedyotideae)^[1], 分布在南亚、东南亚以及我国的南部和西南部, 广西和云南地区是其现代分布中心。全属约 33 种, 2 变种, 2 变型, 我国约 29 种, 1 变种和 2 变型, 以草本、聚伞花序、花 5 基数、蒴果近球形或近长圆形、常纵向开裂为 4 果瓣等特征形成一个很自然的属。

种子作为繁殖器官, 受环境影响较营养器官小得多, 具有很大的稳定性。种子的特征, 尤其是种皮

表面微形态的多样性与稳定性在分类学上的价值越来越引起了人们的重视^[2,3]。Robbrecht 指出, 许多植物学家对茜草科不同分类群的种子特征进行过报道, 种子数目、大小、形状、表皮纹饰、外表皮细胞轮廓和胚芽的大小等特征在科内存在很大变异^[4]。但对于螺序草属植物种子的研究, 到目前还没见到相关资料报道。本文期望通过对此属植物种子形态的研究, 探讨该属的一些分类学问题, 为该属进行全面的分类订正和系统学研究提供新资料。

收稿日期: 2004-04-09

接受日期: 2004-08-05

基金项目: 中国科学院分类区系特别支持费(2000)资助

* 通讯作者 Corresponding author

1 材料和方法

选取螺序草属(*Spiradiclis* Bl.) 16 种 2 变型的成熟种子作实验观察, 种子均取自腊叶标本, 凭证标本保存于中国科学院华南植物园标本馆(IBSC)、中国科学院植物研究所标本馆(PE)以及中国科学院昆明植物研究所标本馆(KUN), 如表 1 所示。

取成熟或近成熟的种子在解剖镜下观察其外部形态、颜色等特征, 并测量种子长度(腹面种脐至背面的距离), 每个分类群测 10 个种子长度, 取平均值。

干净种子直接用双面胶粘在样品台上用 JFC-1100 离子溅射镀金 10 nm, 利用 JSM-T300 扫描电镜观察种脐和表面纹饰, 对种脐部位和背面纹饰拍照; 较脏种子按照胡晓颖等^[9]的方法进行清洗处理,

清洗后的种子再粘于样品台上镀金观察拍照。文中表面纹饰的描述术语主要参考 Werker^[3]。

2 结果

2.1 解剖镜观察

各分类群种子形状为耳草族 (Hedyotideae Cham. et Schlecht. ex DC) 中最常见的一种类型: 背面 (dorsal side) 稍凹或凸, 且面积较腹面 (ventral side) 大, 有棱角的侧面 (lateral side) 从远轴端向近轴端渐狭 (图版 I :1), 整体形状不太规则; 种子小型或中型, 长度为 0.23–0.74 mm (依据 Werker^[3]的标准, 小型种子长 0.2–0.3 mm, 中型种子长 0.3–2 mm); 种子颜色多为红色, 稀淡红色或深棕色 (表 2)。

表 1 研究的类群和所使用的材料

Table 1 Taxa and materials used for seed morphological study

亚属Subgenus	分类群Taxon	采集地Locality	凭证标本Voucher specimen	
螺序草亚属 Subgen. <i>Spiradiclis</i>	螺序草 <i>S. caespitosa</i> Bl.	云南景洪, 大猛龙 Da Menglong, Jinghong, Yunnan	王启无78210 (IBSC) ¹ Wang C W 78210	
		云南孟连 Menglian, Yunnan	孟连调查队10234 (IBSC) ² Menglian Expedition 10234	
	尖叶螺序草 <i>S. caespitosa</i> f. <i>cylindrica</i> (Wall. ex Hook. f.) Lo	云南景洪 Jinghong, Yunnan	王启无79499 (PE) Wang C W 79499	
	柳叶螺序草 <i>S. caespitosa</i> f. <i>subimmersa</i> Lo	贵州贞丰, 王母 Wangmu, Zhenfeng, Guizhou	邓世纬91002 (IBSC) Deng S W 91002	
	峨眉螺序草 <i>S. emeiensis</i> Lo	四川峨嵋山 Emei mountain, Sichuan	杨光辉57031 (IBSC) Yang G H 57031	
	疏花螺序草 <i>S. laxiflora</i> W L Sha et X X Chen	广西龙州, 响水 Xiangshui, Longzhou, Guangxi	陈秀香, 吴桂珍76313 (IBSC) Chen X X, Wu G Z 76313	
	龙州螺序草 <i>S. longzhouensis</i> Lo	广西龙州, 上金 Shangjin, Longzhou, Guangxi	李荫昆229 (IBSC) Li Y K 229	
	球果亚属 Subgen. <i>Sinospiradiclis</i>	大叶螺序草 <i>S. bifida</i> Wall ex Kurz	云南勐腊 Mengla, Yunnan	陶德定&袁公坤85715 (KUN) Tao D D, Yuan G K 85715
		红花螺序草 <i>S. coccinea</i> Lo	广西龙州, 板闭 Banbi, Longzhou, Guangxi	陈少卿13475 (IBSC) Chun S H 13475
		心叶螺序草 <i>S. cordata</i> Lo et W L Sha	广西龙州, 上金 Shangjin, Longzhou, Guangxi	高锡朋55504 (IBSC) Ko S P 55504
		两广螺序草 <i>S. fusca</i> Lo	广西桂林, 六塘 Liutang, Guilin, Guangxi	邓志农13436 (IBSC) Deng Z N 13436
		广东螺序草 <i>S. guangdongensis</i> Lo	广东仁化 Renhua, Guangdong	罗献瑞1447 (IBSC) Lo H S 1447
		海南螺序草 <i>S. hainanensis</i> Lo	海南三亚 Sanya, Hainan	黄志34588 (IBSC) Wang C 34588
		宽昭螺序草 <i>S. howii</i> Lo	云南西畴, 法斗 Fadou, Xichou, Yunnan	罗献瑞 2036 (IBSC) Lo H S 2036
		多枝螺序草 <i>S. leptobotrya</i> (Drake) Pitard	越南葵州 Kui Zhou, Vietnam	Combined research team of China and Vietnam 1634 (IBSC)
		罗氏螺序草 <i>S. loana</i> R J Wang	广西弄岗 Nonggang, Guangxi	王瑞江390 (IBSC) Wang R J 390
小叶螺序草 <i>S. microphylla</i> Lo		江西龙南, 程龙 Chenglong, Longnan, Jiangxi	莫熙穆21172 (IBSC) Mo X M 21172	
石生螺序草 <i>S. petrophila</i> Lo		广东阳春城郊 Yangchun, Guangdong	黄志42113 (IBSC) Wang C 42113	
紫花螺序草 <i>S. purpureocaerulea</i> Lo		广西龙州, 上金 Shangjin, Longzhou, Guangxi	高锡朋55507 (IBSC) Ko S P 55507	

表 2 螺序草属种子形态特征
Table 2 Morphology characters of seeds of *Spiradiclis*

分类群 Taxon	种子 长度 Seed length (mm)	种皮 颜色 Testa color	表皮细胞 Epidermis cell		突起类型 Type of projections	每个表皮细胞 中突起的数目 No. of projections per epidermis cell	种脐大小 Hilum size (μm)	图版 Plate
			轮廓 Shape	大小Size (μm)				
螺序草 <i>S. caespitosa</i>	0.26	红色 Red	不规则多边形 Irregular polygon	28.97×20.58	疣状 Verrucate	11.8 (9–16)	25.00×22.20	I : 1, 11 ¹ ;
	0.25	红色 Red	不规则多边形 Irregular polygon	33.00×22.90	疣状 Verrucate	15.6 (10–23)		I : 12 ²
尖叶螺序草 <i>S. caespitosa</i> f. <i>cylindrca</i>	0.23	红色 Red	不规则多边形 Irregular polygon	28.75×18.42	疣状 Verrucate	20.6 (15–28)	24.33×21.39	I : 2, 14
柳叶螺序草 <i>S. caespitosa</i> f. <i>submersa</i>	0.27	红色 Red	不规则多边形 Irregular polygon	29.14×21.98	疣状 Verrucate	16 (11–19)	22.03×21.40	I : 13
峨嵋螺序草 <i>S. emeiensis</i>	0.34	红色 Red	不规则多边形 Irregular polygon	28.90×19.97	疣状 Verrucate	35.2 (28–52)	23.69×18.51	I : 15
疏花螺序草 <i>S. laxiflora</i>	0.36	浅红色 Light red	5–6边形 Pentagon to hexagon	38.27×27.16	不规则突起 Irregular projection	7.2 (5–9)	38.02×34.41	I : 3, II : 26
龙州螺序草 <i>S. longzhouensis</i>	0.29	红色 Red	不规则多边形 Irregular polygon	36.44×23.99	疣状 Verrucate	10.6 (8–15)	40.74×34.57	I : 4, II : 16
大叶螺序草 <i>S. bifida</i>	0.23	红色 Red	不规则多边形 Irregular polygon	32.34×26.51	疣状 Verrucate	37.4 (32–42)	34.76×26.02	I : 5, II : 17
红花螺序草 <i>S. coccinea</i>	0.41	深红色 Wine	不清晰 Not clear		棒状 Claviform	7.8 (7–9)	37.00×29.70	I : 6, II : 27
心叶螺序草 <i>S. cordata</i>	0.31	红色 Red	近圆形 Near rotundity	25.14×20.10	疣状 Verrucate	6.5 (5–8)	50.94×41.34	II : 24
两广螺序草 <i>S. fusca</i>	0.47	深红色 Wine	不规则多边形 Irregular polygon	30.07×24.34	疣状 Verrucate	10.2 (7–14)	51.92×49.52	II : 18
广东螺序草 <i>S. guangdongensis</i>	0.31	红色 Red	不规则多边形 Irregular polygon	26.46×17.48	疣状 Verrucate	6 (5–7)	39.75×27.23	II : 19
海南螺序草 <i>S. hainanensis</i>	0.40	红色 Red	不清晰 Not clear		棒状 Claviform	7 (6–8)	39.53×32.18	II : 28
宽昭螺序草 <i>S. howii</i>	0.74	红色 Red	不规则多边形 Irregular polygon	40.96×30.50	疣状 Verrucate	13.6 (10–17)	85.67×72.45	I : 7, II : 20
多枝螺序草 <i>S. leptobotrya</i>	0.34	红色 Red	不规则多边形 Irregular polygon	33.18×22.74	疣状 Verrucate	10.6 (8–15)	32.92×24.88	II : 21
罗氏螺序草 <i>S. loana</i>	0.33	红色 Red	不清晰 Not clear		棒状 Claviform	7.6 (7–9)	59.98×45.80	I : 8, II : 29
小叶螺序草 <i>S. microphylla</i>	0.31	深红色 Wine	不规则多边形 Irregular polygon	29.53×18.23	疣状 Verrucate	7.8 (6–10)		II : 22
石生螺序草 <i>S. petrophila</i>	0.41	红色 Red	不规则多边形 Irregular polygon	34.33×18.86	疣状 Verrucate	8.2 (6–10)	26.81×18.96	I : 9, II : 23
紫花螺序草 <i>S. purpureocaerulea</i>	0.48	棕色 Rufous	5–6边形 Pentagon to hexagon	41.47×37.29	疣状 Verrucate	10.8 (9–13)	30.02×21.78	II : 25

表 2 中^{1,2}所示性状分别与表 1 中^{1,2}所示材料相对应。

2.2 SEM 观察

种脐 着生于腹面近中间位置,稍突出(图版 I : 1–9),近圆形,大小为 22.03–85.65 μm (表 2),其周围纹饰与种皮其他部位纹饰相似,只是表皮细胞稍小,且分布于其上的突起数目减少。

表面纹饰 种子外种皮各部分纹饰相似,为

了加强不同分类群间的可比性,特选取种子背面种皮纹饰拍照(表 2)。所有分类群的种皮表面为蜂窝状(alveolate)纹饰,表皮细胞垂周壁加厚,平周壁微下陷或下陷成穴状(图版 I : 10)。表皮细胞轮廓多为不规则多边形(图版 I : 11–15; II : 16–23)、少数为近圆形(图版 II : 24)、规则 5–6 边形(图版 II : 25, 26)或

轮廓不清晰(图版 II:27-29),平周壁上有疣状(图版 I:11-15; II:16-24)、刺状(图版 II:25)、棒状(图版 II:27-29)或不规则的突起分布(图版 II:26)。突起分布方式大致有 2 种类型:A. 平周壁微下陷,疣突均匀分布于其上,例如螺序草 *S. caespitosa* (图版 I:11,12)、柳叶螺序草 *S. caespitosa* f. *subimera* (图版 I:13)、尖叶螺序草 *S. caespitosa* f. *cylindrica* (图版 I:14)、峨嵋螺序草 *S. emeiensis* (图版 I:15)、龙州螺序草 *S. longzhouensis* (图版 II:16)和大叶螺序草 *S. bifida* (图版 II:17);B. 平周壁下陷成穴状,突起几乎分布在穴边缘,例如两广螺序草 *S. fusca* (图版 II:18)、广东螺序草 *S. guangdongensis* (图版 II:19)、宽昭螺序草 *S. howii* (图版 II:20)、多枝螺序草 *S. leptobotrya* (图版 II:21)、小叶螺序草 *S. microphylla* (图版 II:22)、石生螺序草 *S. petrophila* (图版 II:23)、心叶螺序草 *S. cordata* (图版 II:24)、紫花螺序草 *S. purpureocaerulea* (图版 II:25)、疏花螺序草 *S. laxiflora* (图版 II:26)、红花螺序草 *S. coccinea* (图版 II:27)、海南螺序草 *S. hainanensis* (图版 II:28)和罗氏螺序草 *S. loana* (图版 II:29)。

种壁结构 由内外 2 层种皮组成,外种皮(exotesta)为机械层,由一层种皮细胞构成,内种皮(endotesta)似薄壁组织,在种子成熟时受胚乳的挤压而变形或破碎,不易观察到(图版 I:10),与 Robbrecht^[4]描述的茜草科内常见的种壁结构相似。

3 讨论

种子表面纹饰受环境条件的影响较小,具有一定的稳定性,且其多样性在种甚至科水平上都有重要的分类价值^[2,3]。为了判断螺序草属种子表面纹饰是否具有稳定性,我们选取模式种螺序草的 2 份产地和生境不同的种子样品进行观察,表明种子表面纹饰几无差别(图版 I:11,12),因此把它作为分类学上的鉴别特征应该可靠。

尽管螺序草属表面纹饰均为蜂窝状,但是外种皮细胞轮廓、大小、平周壁凹陷程度以及其上分布的突起等性状特征具多样性,种间存在差异,其对属内种间的鉴定具有重要的分类学意义。例如广东螺序草和海南螺序草均为匍匐草本,叶心状圆形,果实球形且大小较接近,植株外形很相似,但广东螺序草种子外种皮细胞轮廓清晰,平周壁上具疣突(图版 II:19),而海南螺序草细胞间轮廓不明显,平周壁上具棒状突起(图版 II:28),根据种皮纹饰就很

容易区别二者。

螺序草属种子形态初步研究也为解决属内个别种的归属问题提供了新的资料。罗献瑞在 1993 年发表了螺序草的两个新变型尖叶螺序草 *S. caespitosa* f. *cylindrica* (Hook. f.) H. S. Lo 和柳叶螺序草 *S. caespitosa* f. *subimera* H. S. Lo^[6],然而,Deb & Rout 认为柳叶螺序草 *S. caespitosa* f. *subimera* H. S. Lo 的特征很容易使之与其它种区别开来,因此建立了一新种 *S. arunachanensis* D. B. Deb et R. C. Rout^[7],并且,新种所引证的例证模式(paratype)中有一份(C. B. Clarke 40883A, CAL)为柳叶螺序草 *S. caespitosa* f. *subimera* H. S. Lo 模式(C. B. Clarke 40883D, K)的异模式(isotype)。通过查阅大量保存于 IBSC、IBK 和 KUN 的螺序草、尖叶螺序草和柳叶螺序草的标本,我们发现三者的花和果实特征相似,而叶形状和大小则存在一系列过渡类型,种子形态表明三者的种子均为小型,种皮红色,表面纹饰相似(图版 I:11-14)。有鉴于此,我们认为罗献瑞把柳叶螺序草和尖叶螺序草作螺序草的变型处理似乎更为合理。

罗献瑞依据果实形态,果瓣是否扭曲将螺序草属划分为螺序草亚属和球果亚属^[4]。我们的观察结果发现螺序草亚属种皮细胞平周壁上的突起分布类型多为 A 型(图版 I:11-15; II:16),只有疏花螺序草为 B 型(图版 II:26);球果亚属的则多为 B 型(图版 II:18-29),只有大叶螺序草为 A 型(图版 II:17)。疏花螺序草和大叶螺序草与它们相应亚属内其他种类在种子微形态上存在很大差别,说明罗献瑞仅根据果实特征进行亚属划分不太合理。种子表面纹饰特征对于螺序草属下等级划分具有重要参考价值,我们期望能结合形态、孢粉等更多性状对螺序草属作出更为合理的属下等级划分。

致谢 承蒙 IBSC、PE、KUN 提供实验材料,中国科学院华南植物园电镜室协助完成 SEM 观察,在此表示诚挚的谢意。

参考文献

- [1] Lo H S (罗献瑞). Flora Reipublicae Popularis, Tomus 71(1). Rubiaceae (1) [M]. Beijing: Science Press, 1999. 86-110. (in Chinese)
- [2] Barthlott W. Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects [J]. Nord J Bot, 1981, 1:345-355.
- [3] Werker E. Seed Anatomy [M]. Berlin: Stuttgart Bórntraeger, 1997.

- 1-65.
- [4] Robbrecht E. Tropical woody Rubiaceae. [J]. Opera Bot Belg, 1988, 1:1-271.
- [5] Hu X Y (胡晓颖), Ma Q X (马其侠), Wang R J (王瑞江), et al. SEM sample preparation for small seeds from herbarium specimens [J]. J Trop Subtrop Bot (热带亚热带植物学报), 2004, 12(6):562-564. (in Chinese)
- [6] Lo H S (罗献瑞). A revision of the genus *Spiradiclis* Bl. (Rubiaceae) [A]. In: Acta Botanica Austro Sinica, Vol. 1 [C]. Beijing: Science Press, 1983. 32-36. (in Chinese)
- [7] Deb D B, Rout R C. Two new species of the genus *Spiradiclis* (Rubiaceae) from India [J]. Candollea, 1989, 44:225-229.

图版说明

图版 I

1. 螺序草, 示种子形态, H: 种脐; L: 侧面; V: 腹面, bar=100 μm ;
2. 尖叶螺序草, 示种脐, bar=10 μm ;
3. 疏花螺序草, 示种脐, bar=10 μm ;
4. 龙州螺序草, 示种脐, bar=10 μm ;
5. 大叶螺序草, 示种脐, bar=10 μm ;
6. 红花螺序草, 示种脐, bar=10 μm ;
7. 宽昭螺序草, 示种脐, bar=100 μm ;
8. 罗氏螺序草, 示种脐, bar=10 μm ;
9. 石生螺序草, 示种脐, bar=10 μm ;
10. 宽昭螺序草, 示种皮横切面观, bar=100 μm ;
11. 螺序草, 示种皮表面纹饰, bar=10 μm ;
12. 螺序草, 示种皮表面纹饰, bar=10 μm ;
13. 柳叶螺序草, 示种皮表面纹饰, bar=10 μm ;
14. 尖叶螺序草, 示种皮表面纹饰, bar=10 μm ;
15. 峨嵋螺序草, 示种皮表面纹饰, bar=10 μm .

图版 II

示种皮表面纹饰, bar=10 μm

16. 龙州螺序草;
17. 大叶螺序草;
18. 两广螺序草;
19. 广东螺序草;
20. 宽昭螺序草;
21. 多枝螺序草;
22. 小叶螺序草;
23. 石生螺序草;
24. 心叶螺序草;

25. 紫花螺序草;
26. 疏花螺序草;
27. 红花螺序草;
28. 海南螺序草;
29. 罗氏螺序草。

Explanation of plates

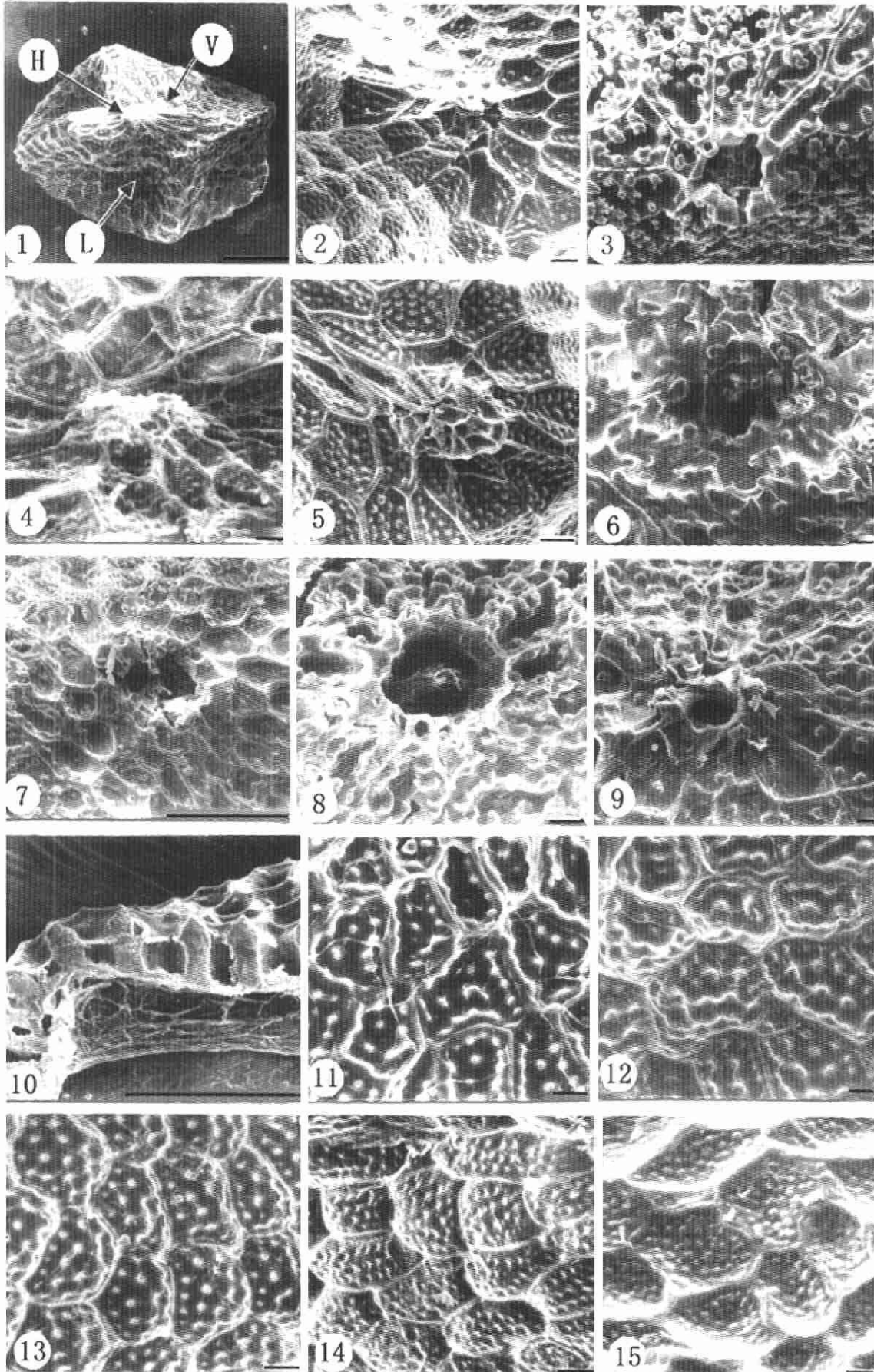
Plate I

1. *S. caespitosa*, showing the shape of a seed, H: Hilum; L: Lateral side; V: Ventral side; bar=100 μm .
2. *S. caespitosa* f. *cylindrica*, showing the hilum, bar=10 μm ;
3. *S. laxiflora*, showing the hilum, bar=10 μm ;
4. *S. longzhouensis*, showing the hilum, bar=10 μm ;
5. *S. bifida*, showing the hilum, bar=10 μm ;
6. *S. coccinea*, showing the hilum, bar=10 μm ;
7. *S. howii*, showing the hilum, bar=100 μm ;
8. *S. loana*, showing the hilum, bar=10 μm ;
9. *S. petrophila*, showing the hilum, bar=10 μm ;
10. *S. howii*, showing transverse section of seed coat, bar=100 μm ;
11. *S. caespitosa*, showing seed surface, bar=10 μm ;
12. *S. caespitosa*, showing seed surface, bar=10 μm ;
13. *S. caespitosa* f. *subimmersa*, showing seed surface, bar=10 μm ;
14. *S. caespitosa* f. *cylindrica*, showing seed surface, bar=10 μm ;
15. *S. emeiensis*, showing seed surface, bar=10 μm .

Plate II

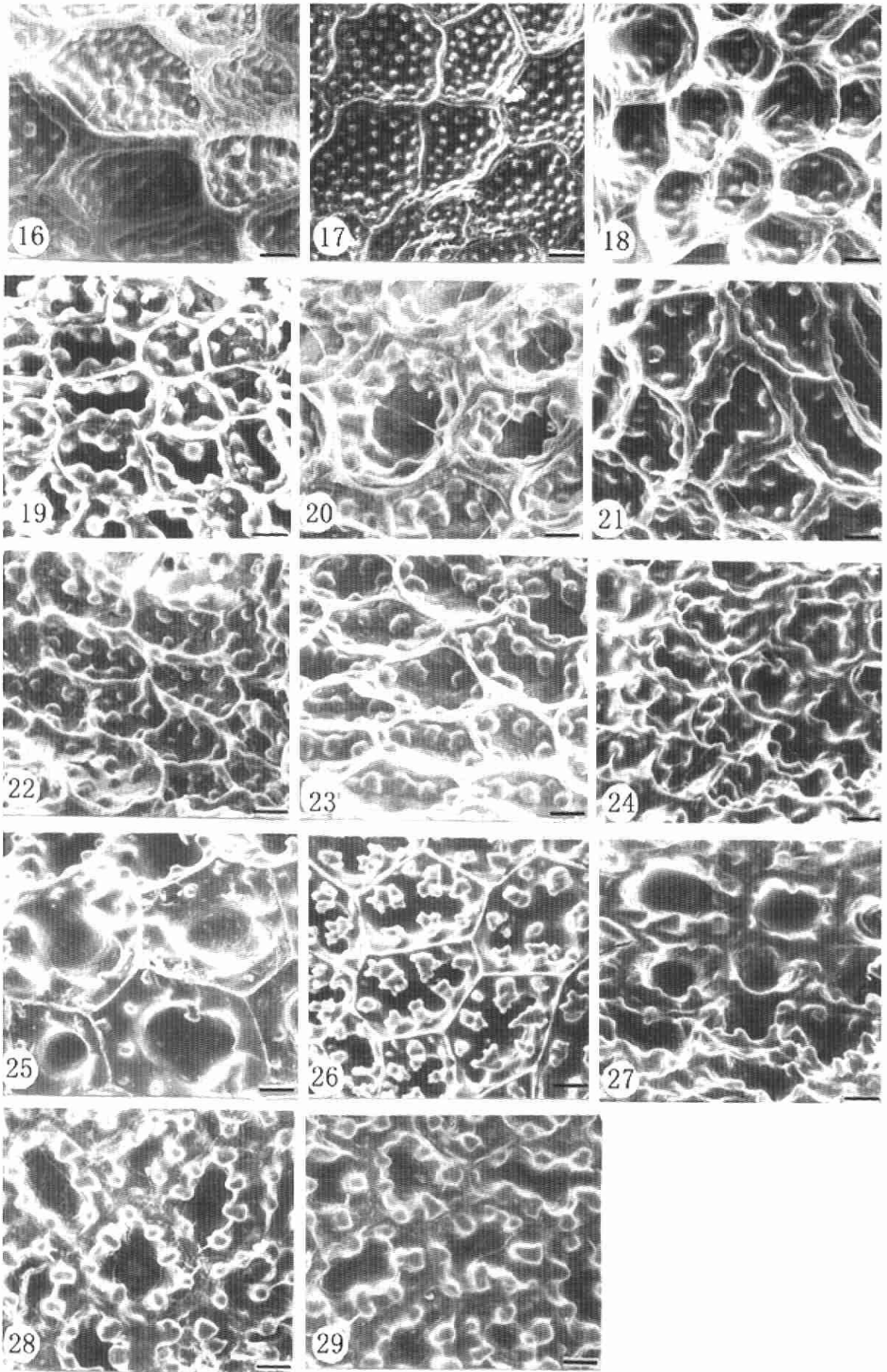
Showing the sculpture of seed surface, bar=10 μm .

16. *S. longzhouensis*;
17. *S. bifida*;
18. *S. fusca*;
19. *S. guangdongensis*;
20. *S. howii*;
21. *S. leptobotrya*;
22. *S. microphylla*;
23. *S. petrophila*;
24. *S. cordata*;
25. *S. purpureocaerulea*;
26. *S. laxiflora*;
27. *S. coccinea*;
28. *S. hainanensis*;
29. *S. loana*.



马其侠等: 图版 I

MA Qi-xia et al.: Plate I



马其侠等:图版 II

MA Qi-xia et al.: Plate II