

安徽羽叶报春和毛茛叶报春的微形态特征

陈明林, 张小平^①, 李晓红

(安徽师范大学生命科学学院 安徽省重要生物资源保护与利用研究重点实验室, 安徽 芜湖 241000)

摘要 在扫描电子显微镜和光学显微镜下, 观察了安徽羽叶报春(*Primula merrilliana* Schltr.)与毛茛叶报春(*Primula cicutariifolia* Pax)的种子、花粉形态及表面纹饰与叶表皮形态结构。结果表明: 2 种类种子都呈不规则七面体或多面体, 多具五边形纹饰; 安徽羽叶报春的种皮雕纹浅, 网眼具许多小的乳头状突起; 毛茛叶报春的种皮雕纹明显, 网眼粗糙, 具许多大的乳头状突起。2 种类花粉均为球形, 具散孔(孔数达 10 个以上), 具网状雕纹。2 种类的叶表皮细胞呈凹凸镶嵌状不规则排列, 而在中脉处呈长方形或略带微波状长方形, 上表皮细胞稍大; 叶两面被腺毛, 且顶端具水孔。气孔的分布属于偏叶下表面生长, 在边缘处尤密, 而在中脉处近无; 相对而言, 安徽羽叶报春的气孔略比毛茛叶报春的气孔小, 且密度也低; 电子显微镜下 2 种类的气孔外拱盖内缘光滑, 保卫细胞外缘隆起明显, 中间凹陷, 其上着生的乳头状突起安徽羽叶报春不如毛茛叶报春明显。

关键词: 安徽羽叶报春; 毛茛叶报春; 微形态特征; 分类意义

中图分类号: Q944.5; Q949.773.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2004)03-0018-07

Study on micromorphological features of *Primula merrilliana* and *P. cicutariifolia* CHEN Ming-lin, ZHANG Xiao-ping^①, LI Xiao-hong (College of Life Science, Anhui Normal University, Key Laboratory of Conservation and Exploitation Research of Vital Biological Resources in Anhui, Wuhu 241000, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2004, 13(3): 18-24

Abstract: The characters of seeds, pollens, leaves and their ornamentation of *Primula merrilliana* Schltr. and *P. cicutariifolia* Pax in Primulaceae were observed by SEM and LM. The results indicate that the seeds of the two species appear irregularly heptahedral or polyhedral, with reticulate pentagonal ornamentation, but the ornamentation of *P. cicutariifolia* is coarser than that of *P. merrilliana* whose lumina have many smaller papillae. The pollens have all spheroidal outline, pancolpate aperture (≥ 10 pores), reticulate ornamentation. The walls of both upper and lower epidermal cells of the leaves are irregularly sinuate, inlaid with each other except for those in the midrib, where they appear rectangle or sinuate rectangle. The leaves of the two species are covered with glandular hairs on two sides and borne with water pore on the top. The stomatal apparatuses belong to anomocytic type, which occur hypoamphistomously with their distribution dense in edge of blade and absent in the midribs. Comparatively, the density of stomatal apparatuses in *P. merrilliana* is lower than that of *P. cicutariifolia*. The inner margin of the bulge of outer stomatal rim of the two species is smooth and the bulge of outer ledge of the guard cell is distinct under SEM. But the papillae on the cuticular membrane of *P. merrilliana* aren't as distinct as those in *P. cicutariifolia*.

Key words: *Primula merrilliana* Schltr.; *Primula cicutariifolia* Pax; micromorphological features; taxonomic significance

报春花属(*Primula* L.)植物种类繁多,全世界共有 500 余种,中国种类最为丰富,达 300 多种,共分 24 组。安徽羽叶报春(*Primula merrilliana* Schltr.)与毛茛叶报春(*P. cicutariifolia* Pax)由于具羽状全裂叶、全株无粉、伞形花序、蒴果瓣裂等特征而组成毛茛叶报春组(Sect. *Ranunculoides*)^[1]。且该组也因只有这 2 种组成而显现出较为重要的系统位置。前者为安徽特产,后者由胡启明先生根据外观形态将堇叶报春(*P. cicutariifolia* Pax)(1915)、牻牛儿苗叶报

春(*P. erodioides* Schltr.)(1924)、毛茛叶报春(*P.*

收稿日期: 2003-10-07

基金资助: 安徽省自然科学基金(98242017);安徽师范大学校青年基金(2002XQN47);安徽省教育厅自然科学基金(2004kj178);安徽省重要生物资源开发与利用研究重点实验室基金;2004 年安徽省高等学校青年教师科研基金(2004jg124)资助项目

作者简介: 陈明林(1972-),男,安徽枞阳人,硕士,讲师,主要从事植物学与教学。

^① 通讯作者 E-mail: pinghengxu@sina.com.cn

ranunculoides Chen) (1948) 和小叶毛茛叶报春 (*P. ranunculoides* Chen var. *minor* Chen) 归并而成, 这 2 个种类的微形态学方面研究尚未见报道^[2-4]。本文首次报道了安徽羽叶报春和毛茛叶报春的种子、花粉与叶片表皮细胞形态及其气孔与水孔等微形态特征, 旨在为报春花属植物组间研究及系统演化提供可靠依据。

1 材料和方法

1.1 实验材料来源

从 1999 年 11 月至 2003 年 5 月, 分别对浙江、安徽等地的安徽羽叶报春和毛茛叶报春生境进行考察, 并采集新鲜标本, 另外, 查阅了部分蜡叶标本, 同时进行了形态观察。大部分实验材料为新鲜材料, 少数种子源于蜡叶标本。凭证标本及实验材料来源见表 1。

1.2 研究方法

1.2.1 扫描电镜观察法 安徽羽叶报春与毛茛叶报春的种子、花粉、叶片经逐级乙醇脱水, 用超声波丙酮液清洗, 真空干燥, 然后用日立真空镀膜机进行旋转喷金处理, 厚度 100 ~ 200 Å。JMS-6300 扫描显微镜观察、摄影, 工作电压为 15 kV。分别测量 30 粒种子、花粉与 30 个气孔, 取最大值与最小值^[5]。

1.2.2 气孔器制片与统计方法 取成熟叶片, 剪去周围齿裂部分, 置于 NaClO 离析液中, 在 40℃ 温箱

中放置 1 h, 取出放在有蒸馏水的培养皿内, 每种撕下 10 个不同的叶表皮, 在载玻片上用 1% 的番红溶液染色 10 ~ 15 min, 永久制片。在 Nikon 光学显微镜下观察摄影, 每个表皮观察 10 个视野, 测定气孔器大小, 统计气孔器密度。气孔指数^[6]按下列公式计算: 气孔指数 = $[S/(E + S)]$, 式中, S 表示单位面积的气孔数目, E 为此面积内表皮细胞的数目。

2 观察结果

2.1 种子特征

扫描电镜观察发现, 安徽羽叶报春与毛茛叶报春种子外形相似, 绝大多数为七面体, 或近似棱台形, 向子房壁的一面大, 呈不规则五边形, 成一平面或近似球面的一部分。靠近胎座的那面小 (图版 I-1), 种子之间呈弯拱桥般镶嵌排列, 构成一个空心球。也有少数种子为不规则多面体, 安徽羽叶报春的种子尤为如此 (图版 I-2)。毛茛叶报春种子大小为安徽羽叶报春的 1.5 倍左右, 两者的干种子都非常轻, 它们的平均百粒重分别为 1.482×10^{-2} 和 1.009×10^{-2} g。扫描电镜下 2 种类种子的纹饰为网状, 每网眼呈不规则五边形, 但毛茛叶报春种子表面纹饰粗而清晰, 且网眼内乳头状突起多而明显, 较粗糙; 而安徽羽叶报春的种子表面纹饰细而清晰, 网眼内乳头状突起小, 粗糙程度明显不及前者 (见表 2 和图版 I-3, 4)。

表 1 凭证标本及实验材料来源

Table 1 Origin of samples and vouchers

编号 No.	采集人 Collector	采集地 Locality	采集时间 Sampling time	来源 Origin
安徽羽叶报春 <i>Primula merrilliana</i> Schltr.				
20005101	陈明林 Chen Minglin	安徽石台 Shitai County, Anhui Province	2000-05-01	安徽师范大学植物标本馆 (ANUB)
200152202	陈明林 Chen Minglin	安徽黄山 Huangshan Mt., Anhui Province	2001-05-22	安徽师范大学植物标本馆 (ANUB)
02544	无 No	黄山桃花峰 Taohuafeng of Huangshan Mt., Anhui Province	1933	浙江大学植物标本馆 (ZAU)
毛茛叶报春 <i>Primula cicutariifolia</i> Pax				
3595	Chang J H	浙江诸暨 Zhuji City, Zhejiang Province	不详 No	南京中山植物园标本馆 (NAS)
24111	贺贤育 He Xianyu	浙江孝丰 Xiaofeng County, Zhejiang Province	1957-05-23	南京中山植物园标本馆 (NAS)
1042	陈诗 Chen S	浙江武义 Wuyi County, Zhejiang Province	1933-04-15	南京中山植物园标本馆 (NAS)
0323264	无 No	浙江昌化 Changhua County, Zhejiang Province	不详 No	南京中山植物园标本馆 (NAS)
5211	方云亿 Fang Yunyi	浙江桐庐 Tonglu County, Zhejiang Province	1957-04-05	浙江大学植物标本馆 (ZAU)
2136	郑朝宗 Zheng Chaozong	浙江杭州 Hangzhou City, Zhejiang Province	不详 No	浙江大学植物标本馆 (ZAU)
200152301	陈明林 Chen Minglin	安徽宁国 Ningguo County, Anhui Province	2001-05-23	安徽师范大学植物标本馆 (ANUB)
200252301	陈明林 Chen Minglin	浙江杭州 Hangzhou City, Zhejiang Province	2002-05-23	安徽师范大学植物标本馆 (ANUB)

表2 安徽羽叶报春和毛茛叶报春种子特征比较

Table 2 Comparison of the seed characteristics of *Primula merrilliana* Schltr. and *P. cicutariifolia* Pax

种类 Species	形态 Morphological characters	平均百粒重/g Average quantity of 100 seeds	长/ μm × 宽/ μm × 高/ μm Length × width × height	纹饰 Ornamentation	网眼 Lumina
安徽羽叶 报春 <i>P.</i> <i>merrilliana</i>	七面体或不规则多 面体 Heptahedron or irregular polyhedron	1.009×10^{-2}	$19.3 \times 16.1 \times 23.6$	细网状,纹路细而清晰,多五边 形 Finely reticulate, muri thin, distinct, more pentagonal	网眼大;具乳头状突起,不 太粗糙 Lumina large; with many small papillae
毛茛叶报 春 <i>P.</i> <i>cicutariifolia</i>	七面体或不规则多 面体 Heptahedron or irregular polyhedron	1.482×10^{-2}	$27.4 \times 16.2 \times 33.3$	粗网状,纹路粗而清晰,多五边 形 Coarsely reticulate, muri coarse, distinct, more pentagonal	网眼大;乳头状突起明显, 较粗糙 Lumina large; with many big papillae

2.2 叶表皮特征

2.2.1 扫描电镜下的气孔特征 扫描电镜下,安徽羽叶报春叶上、下表皮气孔器相似,上表皮气孔器稍大,呈卵圆形、椭圆形或长圆形;气孔外拱盖内缘光滑,为单唇;保卫细胞外缘隆起较宽并具纵条纹,中间部分凹陷,乳头状突起不太明显(图版 I-5,6)。

毛茛叶报春的上、下表皮气孔器相似,上表皮气孔器稍大,呈卵圆形或长圆形;气孔外拱盖内缘光滑或稀带浅波状,单唇;保卫细胞外缘隆起明显,具皱纹,中间部分凹陷,乳头状突起显著(图版 I-7,8)。

2.2.2 光学显微镜下的叶表皮特征 光学显微镜下,安徽羽叶报春和毛茛叶报春叶表皮特征见图版 II-9~18。

2.2.2.1 表皮细胞 安徽羽叶报春和毛茛叶报春的气孔器均由2个肾形细胞围成,多为长圆形、椭圆形,稀为近圆形,属不规则型(anomocytic type)^[7],具叶绿体;气孔器的分布属偏下面生气孔(hypoamphistomatic),即远轴面气孔器的分布多于近轴面气孔器的分布;气孔器绝大多数散生,极少数双生在一起(图版 II-12);在边缘处尤密,而在中脉处近无(图版 II-13,14,15,17)。

安徽羽叶报春上表皮气孔器很少,略大于或等于下表皮气孔器细胞(图版 II-9,11),其长径为27.5~32.5 μm ,短径为22.5~27.5 μm ;下表皮细胞

长径为25.0~32.5 μm ,短径为20.0~27.5 μm 。其上表皮气孔器密度为13个 $\cdot\text{mm}^{-2}$,下表皮气孔器密度为个71个 $\cdot\text{mm}^{-2}$ 。

毛茛叶报春上表皮气孔器也不多,稍大于或等于下表皮气孔器细胞,其长径为32.5~37.5 μm ,短径为30.0~35.0 μm 。其下表皮细胞长径为32.5~35.0 μm ,短径为30.0~35.0 μm ;其上表皮气孔器密度为44个 $\cdot\text{mm}^{-2}$,下表皮气孔器密度为118个 $\cdot\text{mm}^{-2}$ (图版 II-10,12)。2种类型气孔器形态特征比较见表3。

2.2.2.2 水孔 安徽羽叶报春和毛茛叶报春叶片齿裂的顶端有2个半环形的细胞组成的水孔,其周围围有2~3层近等径的四边形细胞或长方形细胞,外部直接与不规则表皮细胞相连(图版 II-16,18)。

2.2.2.3 腺毛 安徽羽叶报春和毛茛叶报春的叶片上、下表均具腺毛,下表皮稍多,在中脉处尤密。腺毛常由2~3个细胞构成,可散发腺体(图版 II-11,12,14,15,17)。与安徽羽叶报春相比,毛茛叶报春叶表皮腺毛更密。

2.3 花粉特征

安徽羽叶报春与毛茛叶报春的花粉均为球形,具散孔(pancolpate),孔数达10个以上,它们的纹饰也很相似,呈不规则五边形或多边形或近圆形的网眼(图版 II-19,20),花粉直径分别为27.5~35.0 μm

表3 安徽羽叶报春和毛茛叶报春叶片气孔形态特征比较

Table 3 Comparison of stomatal apparatus characters of leaf of *Primula merrilliana* Schltr. and *P. cicutariifolia* Pax

种类 Species	形态特征 Morphological characters	部位 Position	长径/ μm Vertical length	短径/ μm Across length	密度/个 $\cdot\text{mm}^{-2}$ Density	气孔指数 Stomatal index
安徽羽叶报春 <i>P. merrilliana</i>	长椭圆形或长圆形 oblong or rotund	上表皮 upper epidermis 下表皮 lower epidermis	27.5~32.5 25.0~32.5	22.5~27.5 20.0~27.5	13 71	3.4 16.1
毛茛叶报春 <i>P. cicutariifolia</i>	长椭圆形或长圆形 oblong or rotund	上表皮 upper epidermis 下表皮 upper epidermis	32.5~37.5 32.5~35.0	30.0~35.0 30.0~35.0	44 118	8.9 21.3

和 25.3~32.5 μm , 这 2 个种类的花粉特征与报春花 (*Primula malacoides* Franch.) 的多沟型花粉有很大差别(图版 II-21)。

3 讨 论

近二三十年来,人们逐渐将植物表皮细胞的特征,包括种皮性状,应用于植物分类学及系统学的研究,并证明对种或科一级水平的分类有意义^[8]。陈封怀先生也认为植物开始发育时,是由细胞中染色体起决定作用,逐渐发育到根、茎、叶等部分,它们的特性一半受到染色体的遗传,一半受到环境的影响。但种子所处的部位与外界接触少,受遗传决定性大,因此性状稳定^[9]。报春花科种子有椭圆形、肾形等。形状不太规则,若腹面朝上多呈角锥状,约三棱三面。横断面近三角形或近扇形。表面一般粗糙,具鳞片、小瘤、网状纹饰或呈蜂窝状。报春花属种子形状多样,如方形、圆饼形、三角形等^[9,10],但对报春花属毛茛叶报春花组的这 2 个种类种子的微形态研究还未见报道。本研究表明,安徽羽叶报春与毛茛叶报春的种子大多呈不规则七面体,少数为不规则多面体,但大小不一,后者大小约为前者的 1.5 倍。另外,2 种类表皮纹饰粗细不等,网眼内乳头状突起区别明显,而且性状稳定,显然可作为一个重要的分类依据。由于毛茛叶报春的种子大,所含养分多,有助于种子萌发和生长,对不良环境的适应性强,这也与安徽羽叶报春的分布区远小于毛茛叶报春的分布区有较大联系。

报春花属植物花粉多为长球形到近球形,常具 3 孔沟或 3 拟孔沟,表面具网状雕纹,此外尚有 3 沟或 6~7 沟的花粉,有些种则形成合沟或副合沟^[11]。但安徽羽叶报春与毛茛叶报春均为多孔型花粉,且孔数都在 10 个以上,这在报春花属中很少见。同属的鹅黄报春 (*P. cockburniana* Hemsl.)、霞红报春 (*P. beesiana* Forr.) 等种类的花粉分别属于 3 孔沟或 3 拟孔沟型^[12]。胡启明等^[13]认为花粉演化趋势为:花粉粒 3 孔沟→3 拟孔沟→3 合沟或多孔,说明安徽羽叶报春与毛茛叶报春在报春花属种类花粉的演化方面有进化意义。至于它们是如何演化的,则期待更多的花粉资料为报春花属组间系统演化提供可靠证据。

安徽羽叶报春与毛茛叶报春的叶上表皮细胞排

列紧密,呈不规则凹凸状突起,而在中脉处细胞近长方形或略带微波状长方形;2 种类的上表皮细胞都略大于下表皮细胞,可能是由于上表面与阳光接触充分,光合效率高而发育更快的缘故。2 种类叶两面都密被腺毛,一方面由于它们都是 2 年生小草本植物,需要度过寒冬,因此起到保温的作用,另一方面它们都需要进行异花授粉,其腺毛顶端的细胞可分泌腺体以吸引蓟马 (*Thrips imaginis*) 等昆虫来进行有效地授粉^[3]。另外,2 种类的叶片顶端有专门的排水结构即水孔 (water pore), 这与它们能长期在滴水的岩石或流水的山涧边生长所形成的习性是一致的。

植物叶片气孔器不但与蒸腾、光合及呼吸等生理活动密切相关,而且还能能为植物系统分类提供重要的解剖学性状资料。Stace 曾经将气孔外缘特征用于红树科内的系统发育研究^[14],发现在 *Conocarpus*、*Laguncularia* 和 *Lumnitzera* 中,气孔外缘是单唇的,而在 *Bruguiera*、*Ceriops*、*Kandelia* 中则是双唇的。Baranova 发现木兰科植物气孔外缘的厚度与形状能用来协助种的鉴定^[15]。扫描电子显微镜观察表明,安徽羽叶报春和毛茛报春的气孔外拱盖内缘光滑,为单唇,但保卫细胞角质膜的乳头状突起程度不同,显示它们具有一定的差异性。气孔器是水分蒸腾的通道,气孔器的多少是吸水性强弱的标志之一,而吸水性强,有利于在较干旱的环境中生活,但气孔的多少又与生境密切相关,所以本实验采用多叶片、多视野的观察与统计,结果显示毛茛叶报春的气孔数目多、密度大,反映了该种适应性更强的特点。Lofteild 发现气孔器与表皮细胞数目之比是比较稳定的^[16]; Salisbury 为了表示气孔频率与周围表皮细胞的大小无关而主张使用气孔指数的概念^[6]; Rowson 也认为气孔指数与叶片大小与植株的生境无关,且能区分近缘种^[17]。因此本文采用气孔指数公式来比较 2 种类的气孔器特征,结果表明毛茛叶报春叶气孔指数要高于安徽羽叶报春的气孔指数。

参考文献:

- [1] 陈封怀,胡启明. 中国植物志第五十九卷 第一,二分册[M]. 北京:科学出版社,1989-1990.
- [2] 郭新弧. 安徽报春花属 *Primula* L. 植物发现和研究所[J]. 阜阳师范学院学报,1992,18(2):28-29.
- [3] 陈明林,张小平. 珍稀濒危植物安徽羽叶报春的生态学特性研究[J]. 安徽师范大学学报(自然科学版), 2002, 25(4): 371-374.
- [4] 张小平,陈明林. 安徽羽叶报春与毛茛叶报春的遗传多样性研

- 究与新能源评估[J]. 植物资源与环境学报, 2003, 12(3): 1-5.
- [5] 张志耘. 国产肉苁蓉属(列当科)花粉及种皮的形态研究[J]. 植物分类学报, 1990, 28(4): 294-298.
- [6] Salisbury E J. On the causes and ecological significance of stomatal frequency, with special reference to the woodland flora [J]. Phil Trans R Soc, 1927, 216B: 1-65.
- [7] Metcalfe C R, Chalk L. Anatomy of the Dicotyledons Vols. I and II [M]. Oxford: Clarendon Press, 1957. 858-859.
- [8] Barthlott W. Epidermal and seed surface characters of plants [J]. Nordie J Bot, 1981, 1: 345-355.
- [9] Chen fenghui. A study of *Primula* seeds with reference to the criteria of sections [J]. Bull Fan Men Inst Boil Bot Ser, 1940, X: 69-81.
- [10] 中国科学院植物研究所. 杂草种子图说[M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [11] Erdtman G. Pollen Morphology and Plant Taxonomy—Angiosperms [M]. Stockholm: Almqvist & Wiksells, 1952.
- [12] 王伏雄, 钱南芬, 张玉龙, 等. 中国植物花粉形态[M]. 北京: 科学出版社, 1995.
- [13] 胡启明. 报春花科植物的地理分布[A]. 路安民. 种子植物科属地理[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [14] Stace. The use of epidermal characters in phylogenetic consideration [J]. New Phytol, 1966, 65: 304-318.
- [15] Baranova M A. Systematic anatomy of the leaf epidermis in the Magnoliaceae and some related families [J]. Taxon, 1977, 21: 447-469.
- [16] Loftfield J V G. The Behavior of Stomata [M]. Publ Carnegie Inst, 1921. 314.
- [17] 陆机. 植物发育解剖学[M]. 山东: 山东大学出版社, 1996.

图版说明 Explanation of plates

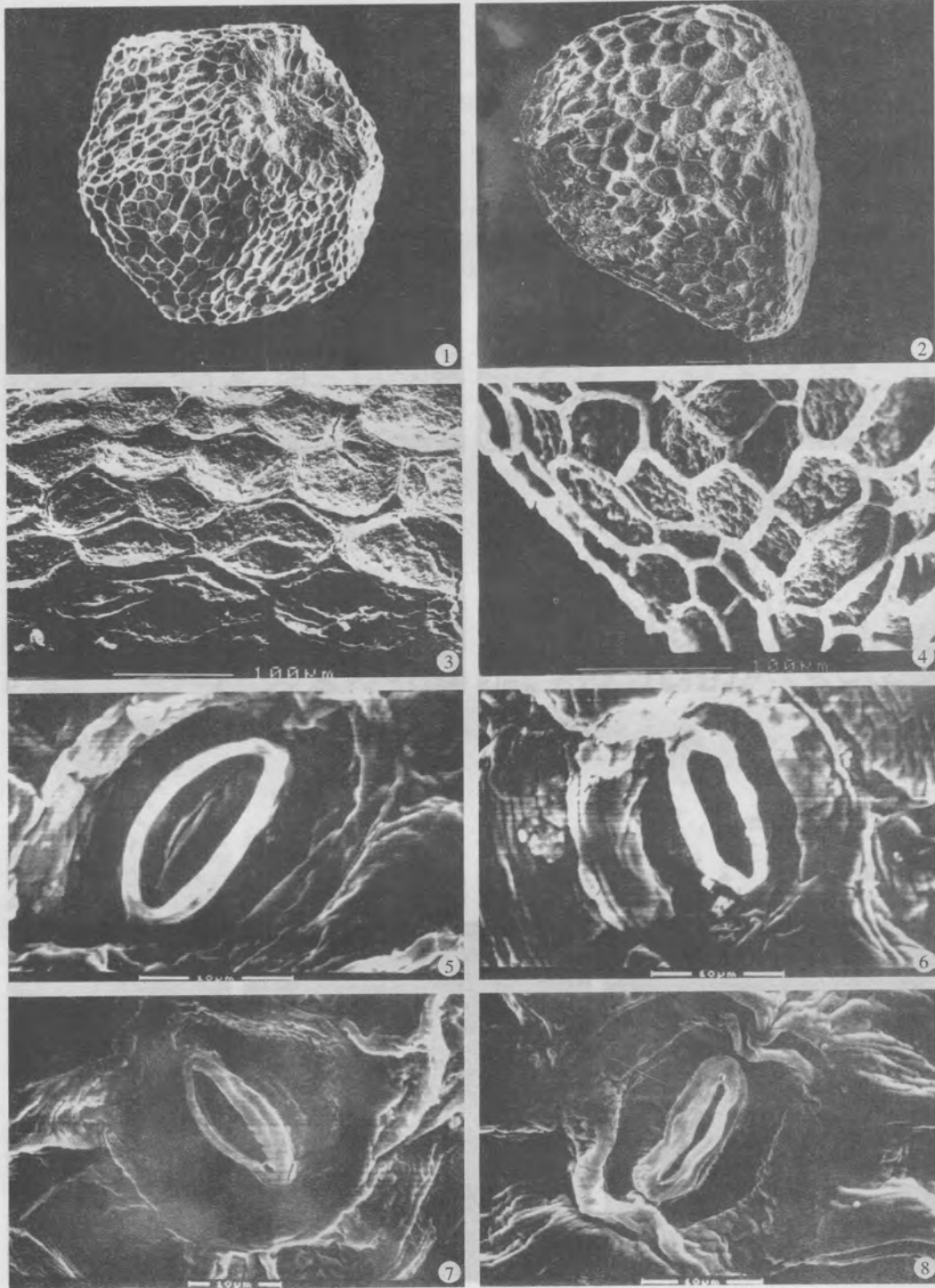
图版 I 1. 毛茛叶报春种子($\times 90$); 2. 安徽羽叶报春种子($\times 90$); 3. 安徽羽叶报春种子表皮纹饰($\times 330$); 4. 毛茛叶报春种子表皮纹饰($\times 370$); 5. 安徽羽叶报春叶上表皮气孔器($\times 3760$); 6. 安徽羽叶报春叶下表皮气孔器($\times 3280$); 7. 毛茛叶报春上表皮气孔器($\times 2440$); 8. 毛茛叶报春叶下表皮气孔器($\times 2440$).

图版 II 9. 安徽羽叶报春叶上表皮($\times 400$); 10. 毛茛叶报春叶上表皮($\times 400$); 11. 安徽羽叶报春叶下表皮($\times 400$); 12. 毛茛叶报春叶下表皮($\times 400$); 13. 安徽羽叶报春叶下表皮, 示边缘气孔器($\times 400$); 14. 毛茛叶报春叶下表皮, 示边缘气孔器($\times 400$); 15. 安徽羽叶报春叶主脉处下表皮($\times 400$); 16. 安徽羽叶报春叶下表皮, 示水孔($\times 400$); 17. 毛茛叶报春叶主脉处下表皮($\times 400$); 18. 毛茛叶报春叶下表皮, 示水孔($\times 400$); 19. 安徽羽叶报春花粉($\times 3300$); 20. 毛茛叶报春花粉($\times 3000$); 21. 报春花花粉($\times 3720$).

Plate I 1. The seed of *Primula cicutariifolia* ($\times 90$); 2. The seed of *P. merrilliana* ($\times 90$); 3. The epidermis ornamentation of seed of *P. merrilliana* ($\times 330$); 4. The epidermis ornamentation of seed of *P. cicutariifolia* ($\times 370$); 5. The stomatal apparatus of upper leaf epidermis of *P. merrilliana* ($\times 3760$); 6. The stomatal apparatus of lower leaf epidermis of *P. merrilliana* ($\times 3280$); 7. The stomatal apparatus of upper leaf epidermis of *P. cicutariifolia* ($\times 2440$); 8. The stomatal apparatus of lower leaf epidermis of *P. cicutariifolia* ($\times 2440$).

Plate II 9. The upper leaf epidermis of *Primula merrilliana* ($\times 400$); 10. The upper leaf epidermis of *P. cicutariifolia* ($\times 400$); 11. The lower leaf epidermis of *P. merrilliana* ($\times 400$); 12. The lower leaf epidermis of *P. cicutariifolia* ($\times 400$); 13. The lower leaf epidermis of *P. merrilliana* (showing stomatal apparatus in the edge) ($\times 400$); 14. The lower leaf epidermis of *P. cicutariifolia* (showing stomatal apparatus in the edge) ($\times 400$); 15. The lower leaf epidermis of *P. merrilliana* in the main vein ($\times 400$); 16. The lower leaf epidermis of *P. merrilliana* (showing water pore) ($\times 400$); 17. The lower leaf epidermis of *P. cicutariifolia* in the main vein ($\times 400$); 18. The lower leaf epidermis of *P. cicutariifolia* (showing water pore) ($\times 400$); 19. The pollen of *P. merrilliana* ($\times 3300$); 20. The pollen of *P. cicutariifolia* ($\times 3000$); 21. The pollen of *P. malacoides* Franch. ($\times 3720$);

陈明林等:安徽羽叶报春和毛茛叶报春的微形态特征 图版 I
CHEN Ming-lin *et al.*: Study on micromorphological features of
Primula merrilliana and *P. cicutariifolia* Plate I



See the explanation of the end of text

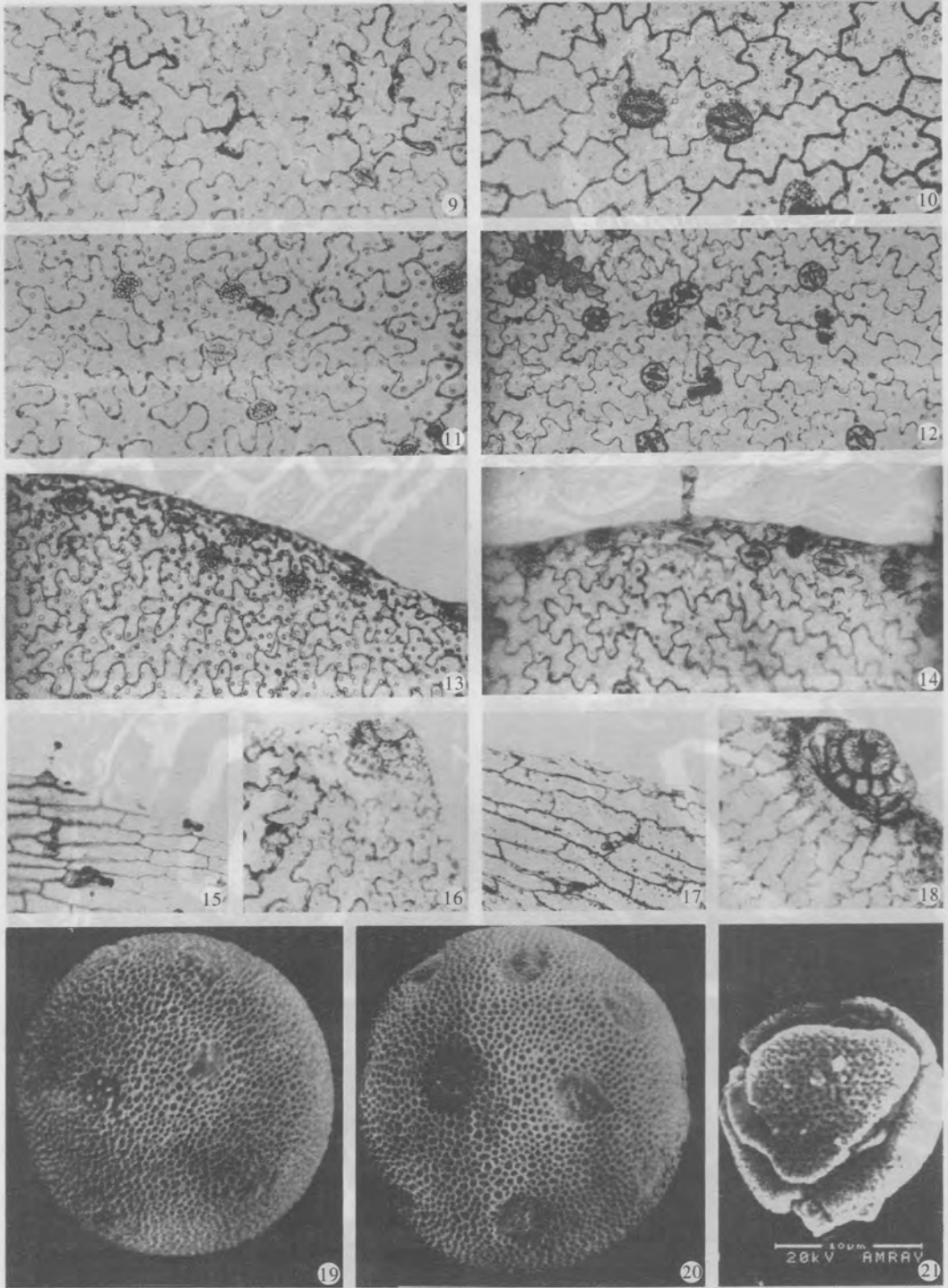
陈明林等:安徽羽叶报春和毛茛叶报春的微形态特征

图版 II

CHEN Ming-lin et al.: Study on Micromorphological Features of

Plate II

Primula merrilliana and *P. cicutarifolia*



See the explanation of the end of text