

安徽产大戟属植物叶表皮微形态

周守标¹, 孟娜¹, 蒋继宏²

(1 安徽师范大学生命科学学院, 安徽 芜湖 241000; 2 江苏省药用植物技术重点实验室, 江苏 徐州 221116)

摘要: 利用光镜和扫描电镜对安徽 7 种大戟属 (*Euphorbia*) 植物叶表皮进行了观察。发现该属 7 种植物叶表皮细胞为不规则形或多边形, 垂周壁一般为平直、浅波状、深波状; 气孔器通常为无规则型, 有的种类叶表皮具单细胞毛或多细胞毛, 表皮毛在电镜下具瘤状突起的纹饰。在扫描电镜下, 角质层纹饰多具鳞片或颗粒等特征, 种间有细微差别。结果表明该 7 种植物叶表皮微形态有明显差别, 这些表皮特征有助于识别一些在外部形态较相近的种类。

关键词: 大戟属; 叶表皮; 微形态

中图分类号: Q 944

文献标识码: A

文章编号: 0253-2700 (2005) 05-0517-08

Studies on Leaf Epidermis Micromorphology of *Euphorbia* from Anhui Province

ZHOU Shou-Biao¹, MENG Na¹, JIANG Ji-Hong²

(1 College of Life Science, Anhui Normal University, Wuhu 241000, China; 2 Key Laboratory of Medicine Plant and Biotechnology, Xuzhou 221116, China)

Abstract: The leaf epidermis structures of seven species in the genus *Euphorbia* from Anhui province in China, have been examined with LM and SEM. The shapes of leaf epidermal cells are usually irregular or polygonal and the anticlinal walls are straight, arched, sinuolate, sinuous or sinuate. The stomata apparatus is anomocytic type and some species have simple or multicellular hairs which have neoplastic process under SEM. And the cuticular membrane of leaf epidermis is scaly or granular under SEM. The result shows significant micromorphological differences of leaf epidermis of the seven species and it is taxonomically helpful for the identification of some species with similar leaf morphology.

Key words: *Euphorbia*; Leaf epidermis; Micromorphology

大戟属 (*Euphorbia*) 为大戟科 (Euphorbiaceae) 中最大的属, 通常有乳状汁液, 有毒性同时有很高的药用价值。全球约 2 000 种, 主要分布于温带和亚热带, 我国约有 60 种, 广布于全国各地, 安徽省有 6 种 (钱啸虎, 1988), 但近年来作者在安徽滁州、繁昌和黄山市等地还发现有通奶草 (*E. india* L.) 的分布。

植物叶表皮特征在植物分类及系统进化方面的意义正逐步受到重视, 不少研究揭示植

基金项目: 安徽省自然科学基金项目 (00042415) 及安徽省重点实验室专项资金资助项目

收稿日期: 2005-01-17, 2005-06-06 接受发表

作者简介: 周守标 (1963-) 男, 博士, 教授, 主要从事植物系统分类学研究。E-mail: zhoushoubiao@vip.163.com

物叶表皮的形态具有一定的分类学价值 (Kocsis 等, 2004; 任辉等, 2003; 敖成齐等, 2002; 郑艳等, 1999; 洪亚平等, 2001; 孙同兴等, 1999)。大戟属的研究报道主要集中在化学及药理方面 (浮光苗等, 2003; 孔令义和闵知大, 1996; 周 等, 2004; 王文祥等, 1999 a, b), 而对大戟属植物叶表皮特点及其在分类学和生药鉴定上的意义尚未见报道。孟娜等 (2005) 在对安徽产大戟属植物叶片解剖结构和 nrDNA 的 ITS 序列分析的基础上, 对其 7 种植物的叶表皮进行了光学显微镜及扫描电镜的观察, 旨在为大戟属植物的分类及生药鉴定等提供可靠的微形态学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

观察的材料多为成熟叶片 (表 1), 凭证标本存于安徽师范大学标本馆, 其中用于光学显微镜的材料为新鲜标本, 用作扫描电镜的材料为蜡叶标本。

表 1 材料来源

Table 1 The origin of materials

种名 Species	采集地 Locality	生态环境 Habitat	凭证标本号 Voucher No.
大戟 <i>E. pekinensis</i> L.	琅琊山 Langyashan, Chuzhou	林下 under forest	孟娜 Meng N. 0301
月腺大戟 <i>E. ebracteolata</i> L.	琅琊山 Langyashan, Chuzhou	林下 under forest	孟娜 Meng N. 0302
乳浆大戟 <i>E. esula</i> L.	芜湖 Wuhu	林下 under forest	王春景 Wang C.J. 0303
泽漆 <i>E. helioscopia</i> L.	芜湖 Wuhu	林下 under forest	王春景 Wang C.J. 0304
地锦草 <i>E. humifusa</i> L.	芜湖 Wuhu	路旁草丛间 tussock beside pathway	周守标 Zhou S.B. 0305
斑地锦 <i>E. supine</i> L.	芜湖 Wuhu	路旁草丛间 tussock beside pathway	周守标 Zhou S.B. 0306
通奶草 <i>E. india</i> L.	繁昌 Fanchang, Wuhu	路旁草丛间 tussock beside pathway	周守标 Zhou S.B. 0307

1.2 表皮细胞的光学显微镜观察

1.2.1 取 1 cm × 1 cm 的小块, 沸水浴 20 min, 放入 20% ~ 30% 的 NaClO 溶液浸泡至叶片发白后取出, 蒸馏水冲洗后剥离上下表皮, 将分离后的上下表皮在载玻片上用 1% 的番红乙醇溶液染色 3 ~ 5 min, 按常规方法制片, 在 OLYMPUS 光学显微镜下观察拍照。

1.2.2 气孔器类型 取具气孔器的上下表皮封片, 置光学显微镜下, 随机检查 50 个气孔器, 记录其气孔器类型。

1.2.3 气孔器密度 取具气孔器的上下表皮封片于光学显微镜下, 观察单位面积内气孔器个数。

1.2.4 气孔器指数 (I)、单位视野气孔数 (S)、单位视野普通表皮细胞数 (P) 均取具气孔器的上下表皮封片中 20 个视野平均值, 其公式如下:

$$I = \frac{S}{S + P} \times 100$$

1.3 表皮外部形态的扫描电镜观察

扫描电镜下观察的材料先用毛笔将叶片轻轻擦拭, 去除灰尘, 剪成 0.5 cm × 0.5 cm 小方块, 用双面胶固定在样品台上, 喷镀后在 Hitachi S-520 型扫描电镜下观察拍照。

2 结果与分析

2.1 叶表皮在光学显微镜下的特征

在光学显微镜下, 观察大戟属 7 种植物叶表皮特征见表 2。

表 2 光镜下大戟属植物叶表皮特征

Table 2 The characters of leaf epidermis in *Euphorbia* under LM

种名 Species	上表皮 Upper epidermis				下表皮 Lower epidermis							
	细胞形状 Shapes of cells	垂周壁式样 Anticlinal wall	气孔器类型 Type of stomatal apparatus	气孔器密度 (个/mm ²) Density of stomata	气孔指数(I) Stomatal index	表皮毛 Trichome	细胞形状 Shapes of cells	垂周壁式样 Anticlinal wall	气孔器类型 Type of stomatal apparatus	气孔器密度 (个/mm ²) Density of stomata	气孔指数(I) Stomatal index	表皮毛 Trichome
大戟 <i>E. pekinensis</i> L.	多边形 Polygonal	平直 Straight	-	-	-	-	不规则形 Irregular	波状 Sinuous	无规则型 Anomocytic	115.1	17.2	-
月腺大戟 <i>E. ebracteolata</i> L.	多边形 Polygonal	平直 Straight	-	-	-	-	不规则形 Irregular	波状 Sinuous	无规则型 Anomocytic	115.4	26.9	-
乳浆大戟 <i>E. esula</i> L.	多边形 Polygonal	平直或弓形 Straight or arched	-	-	-	-	不规则形 Irregular	波状 Sinuous	无规则型 Anomocytic	95.5	13.6	-
泽漆 <i>E. helioscopia</i> L.	不规则形 Irregular	浅波状 Sinuolate	无规则型 Anomocytic	78.3	8.4	+	不规则形 Irregular	浅波状 Sinuolate	无规则型 Anomocytic	129.1	14.6	-
地锦 <i>E. humifusa</i> L.	不规则形 Irregular	波状 Sinuous	无规则型 Anomocytic	99.7	15.2	-	不规则形 Irregular	深波状 Sinuate	无规则型 Anomocytic	79.3	14.9	-
斑地锦 <i>E. supina</i> L.	多边形 Polygonal	平直 Straight	不等型 Anisocytic	249.3	22.8	-	不规则形 Irregular	深波状 Sinuate	无规则型 Anomocytic	62.5	15.6	+
通奶草 <i>E. india</i> L.	不规则形 Irregular	波状 Sinuous	无规则型 Anomocytic	191.4	15.3	-	不规则形 Irregular	深波状 Sinuate	无规则型 Anomocytic	89.5	12.5	-

表 3 扫描电镜下大戟属植物叶下表皮特征

Table 3 The lower epidermis characters of leaf epidermis in *Euphorbia* under SEM

种名 Species	角质层 Cuticular membrane		细胞轮廓 Outline of cells		保卫细胞两极 "T" 加厚 "T" pieces at the polar region of guard cells		表皮毛 Trichome	图版 II Plate II
	气孔外拱盖内缘 Inner margin of outer stomatal rim	具条纹和大量鳞片 with stripes and mass squama	清晰 clear	较不清晰 unclear	明显 conspicuous	不明显 inconspicuous		
大戟 <i>E. pekinensis</i> L.	近平滑 nearly smooth	具条纹和大量鳞片 with stripes and mass squama	清晰 clear	清晰 clear	明显 conspicuous	不明显 inconspicuous	-	15
月腺大戟 <i>E. ebracteolata</i> L.	近平滑 nearly smooth	具条纹和大量鳞片 with stripes and mass squama	清晰 clear	清晰 clear	明显 conspicuous	不明显 inconspicuous	+	17, 19
乳浆大戟 <i>E. esula</i> L.	近平滑 nearly smooth	具条状隆起和大量片状颗粒 with apophysis and granules	较不清晰 unclear	较不清晰 unclear	明显 conspicuous	不明显 inconspicuous	-	16
泽漆 <i>E. helioscopia</i> L.	近平滑 nearly smooth	具少量条状隆起和大量鳞片 with a few apophysis and mass squama	较不清晰 unclear	较不清晰 unclear	明显 conspicuous	不明显 inconspicuous	-	24
地锦 <i>E. humifusa</i> L.	浅波状 undulate	具条状隆起和大量鳞片 with apophysis and mass squama	较不清晰 unclear	较不清晰 unclear	明显 conspicuous	不明显 inconspicuous	-	21
斑地锦 <i>E. supina</i> L.	浅波状 undulate	具条状隆起和大量鳞片 with apophysis and mass squama	较不清晰 unclear	较不清晰 unclear	明显 conspicuous	不明显 inconspicuous	+	22, 23
通奶草 <i>E. india</i> L.	近平滑 nearly smooth	具少量条状隆起和大量鳞片 with apophysis and mass squama	不清晰 unclear	不清晰 unclear	不明显 inconspicuous	不明显 inconspicuous	-	20

注：“-” 未见表皮毛；“+” 具表皮毛

2.1.1 表皮细胞特征 叶表皮细胞分为多边形 (polygonal) 和不规则形 (irregular) 两种类型。多边形垂周壁平直 (straight) 或弓形 (arched) 如大戟 (图版 : 1), 月腺大戟 (图版 : 3), 乳浆大戟 (图版 : 5) 和斑地锦 (图版 : 13), 不规则形细胞根据垂周壁波状起伏的程度划分为浅波状 (sinuolate) (泽漆, 图版 : 7, 8)、波状 (sinuous) (地锦上表皮细胞, 通奶草上表皮细胞, 大戟, 月腺大戟和乳浆大戟, 图版 : 2, 4, 6, 9, 11) 深波状 (sinuate) (地锦下表皮细胞、斑地锦和通奶草下表皮细胞, 图版 : 10, 12, 图版 : 14) 3 种, 细胞间结合紧密无间隙, 根据垂周壁加厚方式, 可分为 2 类: 垂周壁呈点状不均匀加厚, 如大戟 (图版 : 1), 月腺大戟 (图版 : 3), 乳浆大戟 (图版 : 5), 斑地锦 (图版 : 13); 垂周壁尖端处不均匀加厚, 如大戟 (图版 : 2), 月腺大戟 (图版 : 4), 乳浆大戟 (图版 : 6), 泽漆 (图版 : 7, 8), 通奶草 (图版 : 9, 10), 地锦 (图版 : 11, 12), 斑地锦 (图版 : 14)。

2.1.2 气孔器特征 气孔器的分布除大戟、月腺大戟、乳浆大戟 3 种植物仅分布下表皮外, 其它 4 种上下表皮皆有气孔器, 但气孔器分布密度具有差异, 气孔器密度除泽漆上表皮少于下表皮外, 其余皆为上表皮多于下表皮 (表 2)。气孔器的类型为无规则型和不等型; 除斑地锦上表皮气孔器为不等型外 (图版 : 4), 其余皆为无规则型。

2.1.3 表皮毛特征 光学显微镜观察泽漆上表皮和斑地锦下表皮一部分细胞向外突出形成表皮毛, 毛基部皆由 7~8 个形态相似的表皮细胞围绕, 毛基部表皮细胞形状较其它细胞长 (图版 : 7, 图版 : 14)。

2.2 叶表皮在扫描电镜下的特征

在扫描电镜下, 观察大戟属 7 种植物叶表皮特征见表 3。

2.2.1 气孔器外拱盖内缘的特征 根据所观察植物叶表皮的气孔器外拱盖内缘特征, 可分为 2 类: 气孔器外拱盖内缘近平滑, 如大戟 (图版 : 15), 月腺大戟 (图版 : 19), 乳浆大戟 (图版 : 16), 通奶草 (图版 : 20); 气孔器外拱盖内缘浅波状, 如地锦 (图版 : 21), 斑地锦 (图版 : 23)。

2.2.2 保卫细胞特征 保卫细胞两极大多数有“T”型加厚, 仅通奶草的“T”型加厚不明显 (图版 : 20)。

2.2.3 表皮毛特征 扫描电镜下观察月腺大戟和斑地锦下表皮具表皮毛, 月腺大戟下表皮毛为单细胞毛, 毛基部表皮细胞轮廓不清晰, 表皮毛中部较宽, 顶部较窄, 且表皮毛上具瘤状突起 (图版 : 17, 18); 斑地锦下表皮毛为多细胞毛, 表皮毛细胞扁平, 毛上具长瘤状突起 (图版 : 22)。

2.2.4 角质层纹饰特征 根据下表皮角质层特点可划分为: (A) 角质层具条纹和鳞片颗粒, 存在于大戟 (图版 : 15) 和月腺大戟 (图版 : 17~19); (B) 角质层具大量片状隆起和鳞片颗粒, 存在于乳浆大戟 (图版 : 16); (C) 角质层具少量条状隆起和大量鳞片颗粒, 存在于泽漆 (图版 : 24) 和通奶草 (图版 : 20); (D) 角质层具条状隆起和大量密集鳞片, 存在于地锦 (图版 : 21) 和斑地锦 (图版 : 22, 23)。

3 讨论

3.1 植物外部形态特征

安徽大戟属植物多为一年生或多年生草本; 茎直立或匍匐, 如地锦和斑地锦茎匍匐,

其它几种皆直立；通常有乳状汁液，单叶，互生（大戟、月腺大戟、漆泽和乳浆大戟）或对生（地锦、斑地锦和通奶草），全缘（大戟、月腺大戟和乳浆大戟）或有锯齿（漆泽、地锦和斑地锦）。杯状聚伞花序（或称大戟花序）多数排列为顶生（大戟，月腺大戟、乳浆大戟、泽漆和通奶草）或腋生（地锦和斑地锦）的聚伞花序。根据植物外部形态特征，我们对收集鉴定并观察研究的 7 种安徽大戟属植物分种检索表如下：

1. 叶对称

- 2. 种子表面有凸起的图纹；叶边缘具细锯齿 (1) 泽漆 *E. helioscopia* L.
- 2. 种子表面光滑，叶全缘
 - 3. 根肥大
 - 4. 果实有疣状突起，茎有白色柔毛，叶无毛 (2) 大戟 *E. pekinensis* L.
 - 4. 果实光滑，叶背面生白长毛 (3) 月腺大戟 *E. ebracteolata* L.
 - 3. 根不肥大 (4) 乳浆大戟 *E. esula* L.

1. 叶不对称

- 5. 直立草本，杯状聚伞花序顶生 (5) 通奶草 *E. indica* L.
- 5. 纤细茎匍匐草本，杯状聚伞花序腋生
 - 6. 茎纤细，带紫红色，叶顶端钝圆，两面无毛或疏生柔毛 (6) 地锦 *E. humifusa* L.
 - 6. 茎柔软，叶顶端锐尖，叶片中央有一紫斑，叶下面有柔毛 (7) 斑地锦 *E. supine* L.

3.2 叶表皮特征与植物外部形态特征存在一定的相关性。外部形态上比较相近的 3 种植物，大戟、月腺大戟、乳浆大戟上表皮细胞均呈多边形，且垂周壁式样皆为平直或弓形，垂周壁呈点状不均匀加厚；另外 3 种外部形态较相近的植物地锦、斑地锦和通奶草，其叶表皮细胞形状及垂周壁式样亦相近，下表皮细胞垂周壁式样皆为深波状，垂周壁在细胞壁尖端加厚。泽漆上下表皮细胞垂周壁式样皆为浅波状，且垂周壁加厚皆为点状不均匀加厚，认为泽漆的表皮细胞特征可能反映出为大戟属植物由大戟、月腺大戟和乳浆大戟向地锦、斑地锦和通奶草的过渡。此外，地锦、斑地锦和通奶草上表皮明显不同可以作为区别这 3 种植物的鉴别特征。

安徽大戟属 7 种植物除斑地锦表皮气孔器为不等型外，其余皆为无规则型，但气孔器密度和气孔器指数不同，大戟、月腺大戟和乳浆大戟 3 种植物上表皮均无气孔器，地锦、斑地锦和通奶草 3 种植物气孔器密度上表皮多于下表皮且气孔器指数上表皮大于下表皮，而仅泽漆气孔器密度上表皮少于下表皮且气孔器指数上表皮小于下表皮，认为泽漆的气孔器特征也可能反映出大戟属植物由大戟、月腺大戟和乳浆大戟向地锦、斑地锦和通奶草的过渡。此外，无论是用作光学显微镜材料的新鲜标本还是扫描电镜的蜡叶标本，斑地锦下表皮皆有多细胞非腺毛，认为地锦和斑地锦下表皮表皮毛的有无也可以作为区别这两种植物的鉴别特征。

3.3 扫描电镜下观察安徽大戟属 7 种植物叶下表皮，角质层纹饰具有鳞片、颗粒等特征，但种间有细微差别：大戟和月腺大戟角质层加厚不均匀，细胞壁处加厚明显，细胞轮廓清晰；斑地锦表皮细胞角质层加厚明显，中部略厚，形成许多不规则的“脊”，使表皮细胞轮廓不清晰；泽漆和通奶草叶上表皮角质层条纹十分显著，掩盖了表皮细胞的轮廓。

3.4 实验表明，无论是用作光学显微镜材料的新鲜标本，还是用作扫描电镜的蜡叶标本，同种植物的叶表皮细胞、气孔器等特征是一致的，仅月腺大戟下表皮毛的有无不一致，可能是在撕表皮等实验操作中表皮毛脱落所致。由此可见，结合外部形态特点，叶表皮的微

形态特征对研究大戟属植物的分类和生药鉴定具有一定的参考价值；该属更大地域范围、更多种类的叶部微形态特征将有待进一步深入研究。

〔参 考 文 献〕

- 钱嘯虎, 1988. 安徽植物志 (第3卷) [M]. 北京: 中国展望出版社, 256—257
- Ao CQ (敖成齐), Cheng GX (陈功锡), Zhang HD (张宏达), 2002. Leaf epidermis morphology of *Camellia* and its taxonomic significance [J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), 24 (1): 68—74
- Fu GM (浮光苗), Yu BY (余伯阳), Zhu DM (朱丹妮), 2003. Studies on the chemical constituents of *Euphorbia ebracteolata* [J]. *J Chin Pharm Univ* (中国药科大学学报), 34 (4): 377—379
- Hong YP (洪亚平), Pan KY (潘开玉), Cheng ZR (陈之端), *et al*, 2001. Characters of leaf epidermis and their systematic significance in Menispermaceae [J]. *Acta Bot Sin* (植物学报), 43 (6): 615—623
- Kong LY (孔令义), Min ZD (闵知大), 1996. Studies on chemical constituents of roots of *Euphorbia pekinensis* [J]. *Acta Pharm Sin* (药学学报), 31 (7): 524—529
- Kocsis M, Darok J, Borhidi A, 2004. Comparative leaf anatomy and morphology of some neotropical *Rondeletia* (Rubiaceae) species [J]. *Plant Systematics and Evolution*, 248: 205—218
- Meng N (孟娜), Zhou SB (周守标), Jiang JH (蒋继宏), 2005. Sequence analysis based on ITS region of nuclear ribosomal DNA and comparative anatomy of the leaves on five species in *Euphorbia* [J]. *Guihaia* (广西植物)
- Ren H (任辉), Pan KY (潘开玉), Chen ZR (陈之端), *et al*, 2003. Structural characters of leaf epidermis and their systematic significance in Vitaceae [J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 41 (6): 531—544
- Sun TX (孙同兴), Hu YX (胡玉熹), Lang KY (郎楷永), 1999. A study on micromorphological characters of leaf epidermis of *Neottianthe* in China [J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), 21 (1): 51—62
- Wang WX (王文祥), Ding XB (丁杏苞), 1999a. Studies on the chemical constituents of Yuexiandaji (*Euphorbia ebracteolata*) [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 30 (1): 1—3
- Wang WX (王文祥), Ding XB (丁杏苞), 1999b. Acetophenone derivatives from *Euphorbia ebracteolata* Hayata [J]. *Acta Pharm Sin* (药学学报), 34 (7): 514—517
- Zhou Y (周), Liu CY (刘晷艳), Zou LF (邹丽芳), 2004. The inhibiting effect of extracts from some wild plants on plant pathogens [J]. *Chin Wild Plant Res* (中国野生植物资源), 23 (2): 31—33
- Zheng Y (郑艳), Wang Y (王洋), Zhou HB (周海滨), *et al*, 1999. Study on the leaf epidermis of *Polygonatum* from Anhui province [J]. *Guihaia* (广西植物), 19 (3): 263—266

图版说明

图版 , : 1~14. 在光学显微镜下安徽大戟属植物表皮的特征. 1~2: 大戟 × 200; 3~4: 月腺大戟 × 200; 5~6: 乳浆大戟 × 200; 7~8: 泽漆 × 400; 9~10: 通奶草 × 400; 11~12: 地锦 × 200; 13~14: 斑地锦 × 200

图版 : 15~24. 在电子显微镜下安徽大戟属植物表皮的特征. 15: 大戟 × 2000; 16: 乳浆大戟 × 2000; 17: 月腺大戟 × 300; 18: 月腺大戟 × 1000; 19: 月腺大戟 × 2000; 20: 通奶草 × 2000; 21: 地锦 × 3000; 22: 斑地锦 × 1000; 23: 斑地锦 × 3000; 24: 泽漆 × 2000. 其中 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 为上表皮光镜照片; 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 为下表皮光镜照片; T = 表皮毛 = Trichome

Explanation of Plates

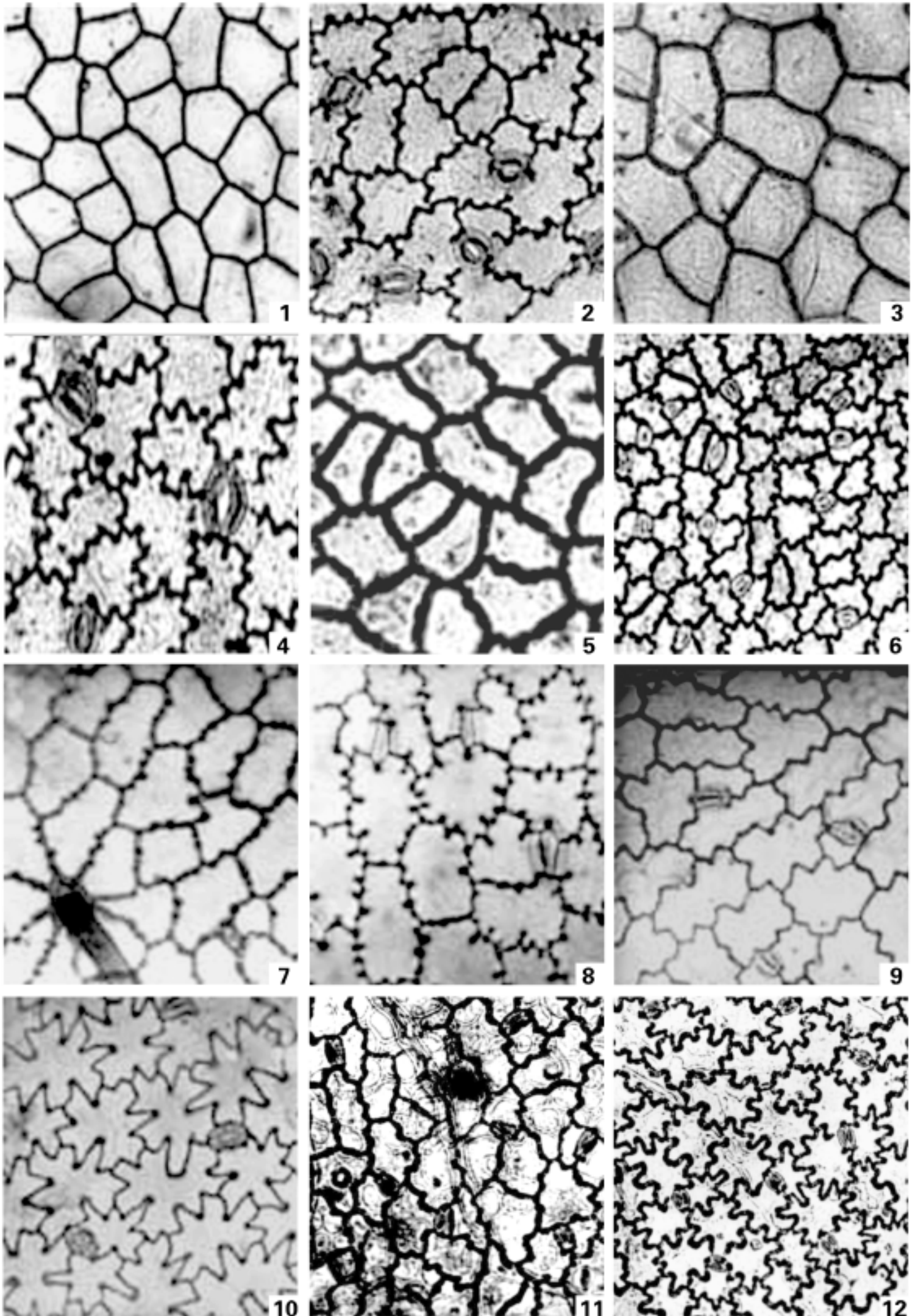
Plate , : 1-14. The epidermis characters of leaves in *Euphorbia* under LM. 1-2. *E. pekinensis* 1 × 200; 3-4. *E. ebracteolata* × 200; 5-6. *E. esula* × 200; 7-8. *E. helioscopia* × 400; 9-10. *E. india* × 400; 11-12. *E. humifusa* × 200; 13-14. *E. supina* × 200

Plate : 15-24. The characters of leaf lower epidermis in *Euphorbia* under SEM. 15. *E. pekinensis* × 2000; 16. *E. esula* × 2000; 17. *E. ebracteolata* × 300; 18. *E. ebracteolata* × 1000; 19. *E. ebracteolata* × 2000; 20. *E. india* × 400; 21. *E. humifusa* × 3000; 22. *E. supina* × 1000; 23. *E. supina* × 3000; 24. *E. helioscopia* × 2000

The characters of upper epidermis in 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 and those of lower epidermis in 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14

周守标等：图版

ZHOU Shou-Biao *et al*: Plate



周守标等：图版

ZHOU Shou-Biao *et al*: Plate

