

文章编号: 1000-4025(2002)01-0037-06

双蝴蝶属和蔓龙胆属(龙胆科)种子表面特征的研究*

陈世龙, 何廷农

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001)

摘 要: 在扫描电镜下观察了龙胆科双蝴蝶属 8 个种和蔓龙胆属 6 个种的种子表面纹饰。观察结果表明, 2 属的种子表面特征均为网状纹饰类型。其中 *Trip terosp em um cordatum*, *T. volubile*, *T. chinense*, *T. discoid eum*, *T. japonicum*, *T. filicaule*, *Crawfurd ia delavayi* 和 *C. pricei* 的种子表面为细网状; *T. hirticalyx*, *T. pingbianense*, *C. puberula*, *C. tibetica*, *C. campanulacea* 和 *C. crawfordioides* 的种子表面为粗网状。在龙胆属 *Gentiana* 的不同组中均存在网状纹饰。因此, 从种子表面特征可看出, 龙胆属、双蝴蝶属和蔓龙胆属 3 属间具较近的亲缘关系。同时, 在双蝴蝶属中, 种之间在种子表面特征上有分化, 在表面纹饰的具体特征上存在较大差别。而在蔓龙胆属中种间差别很小, 仅在一些种子表面有无附属物上存在差异。

关键词: 双蝴蝶属; 蔓龙胆属; 种子表面纹饰

中图分类号: Q 941+. 2 **文献标识码:** A

Surface features of seeds in *Trip terosp em um* and *Crawfurd ia* (*Gentianaceae*)

CHEN Shi-long, HE Ting-nong

(Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China)

Abstract: In this paper, surface features of seeds on 8 species in *Trip terosp em um* and 6 species in *Crawfurd ia* were observed under scanning electron microscope (SEM). Finely reticulate seed surface was existed in *T. cordatum*, *T. volubile*, *T. chinense*, *T. discoid eum*, *T. japonicum*, *T. filicaule*, *C. delavayi* and *C. pricei* and coarsely reticulate seed surface in *T. hirticalyx*, *T. pingbianense*, *C. puberula*, *C. tibetica*, *C. campanulacea* and *C. crawfordioides*. The results show that both of genera have reticulate seed surface. There was also reticulate seed surface in different sections in the genus *Gentiana*. The close

* 收稿日期: 2001-01-18; 修改稿收到日期: 2001-06-11
基金项目: 中国科学院生物分类区系特别支持费资助项目
作者简介: 陈世龙(1967-), 男(汉族), 博士。

affinity among *Trip terospermum*, *Crawfordia* and *Gentiana* was found by the same reticulate seed surface. The seed surface was differentiated among species in *Trip terospermum*, but there was little difference in *Crawfordia* on seed surface.

Key words: *Trip terospermum*; *Crawfordia*; surface features of seeds

Ho (1995)^[1]根据花冠裂片间是否具褶(plicae)将龙胆科分为2大类群,即褶花类群和无褶花类群,其中蔓龙胆属 *Crawfordia* Wall、双蝴蝶属 *Trip terospermum* Blume 和龙胆属 *Gentiana* Linn 组成褶花类群。蔓龙胆属 *Crawfordia* 是 Wallich 于 1826 年根据 *Crawfordia speciosa* 和 *C. fasciculata* 2 个种茎缠绕和具大而悬垂的花不同于龙胆属建立的。因此,Marquand (1937, 1931)^[2,3]将该属归入龙胆属中,作为组处理 *Gentiana* Sect *Dip terospermum*。但该属也得到许多学者的承认,如 Ho & Liu (1990)^[4],何廷农 (1988)^[5],吴庆如(1984)^[6],Smith (1965)^[7],Grossheim (1952)^[8]等。双蝴蝶属 *Trip terospermum* 是 Blume 于 1826 年根据 *Trip terospermum trinerve* 建立的。其后得到 Ho & Liu (1990)^[4],Murata (1989)^[9],何廷农 (1988)^[5],吴庆如 (1984)^[6],Smith (1965)^[7],Toyokuni(1963)^[10]等学者的承认。但也有一些学者,如Clarke (1875)^[11]将双蝴蝶属并入蔓龙胆属中,作为一个组处理 *Crawfordia* Sect *Trip terospermum*。1883 年,Clarke 又把该组提升为一亚属,这一归属得到 Gilg (1895)^[12]和 Kuznetsov (1894, 1895)^[13,14]的支持。Marquand (1937, 1931)^[2,3]把双蝴蝶属归入龙胆属中,作为一组处理为 *Gentiana* Sect *Trip terospermum*。关于龙胆科种子表面特征的研究已有许多报道,而且对于阐明龙胆科属间以及种间的系统演化关系均具有重要意义(Yuan 1993^[15];Ho et Liu, 1990^[4];Miege & Wuest, 1984^[16];Müller, 1982^[17])。但对双蝴蝶属和蔓龙胆属的种子表面特征的研究尚未有报道,本研究试图通过对这 2 属植物的种子表面特征的扫描电镜研究,为双蝴蝶属和蔓龙胆属的分类及系统学研究提供新资料。

1 材料和方法

材料来源见表 1。选取成熟的种子用酒精清洗,超声波震荡以除去种子表面的杂质,镀膜后直接在日立 S-800 扫描电镜下观察并拍照。

2 观察结果

2.1 双蝴蝶属植物的种子表面特征

扫描电镜下观察了双蝴蝶属 8 个种的种子表面特征,分别属于该属的 2 个组:一为宽翅组 Sect *Platyspermum* 的 *T. chinense* 和 *T. discoideum*;另一个为双蝴蝶组 Sect *Trip terospermum* 的 *T. cordatum*, *T. volubile*, *T. hirticalyx*, *T. pingbianense*, *T. japonicum* 和 *T. filicaule*(见表 2)。观察结果表明该属 8 个种的种子表面特征具有极大的相似性,即均为网状纹饰,但在种子表面纹饰的具体特征上区别较大,可作为分种的特征。在组的等级上种子表面特征无太大的区别,但是在种子形状和具翅等特征上可区分 2 组,即宽翅组种子圆形,具盘状双翅;而双蝴蝶组种子三棱形,具狭翅或无。

表 1 材料来源

Table 1 Origin of materials

种名 Species	采集地 Locality	凭证标本 Voucher
<i>T. cordatum</i>	四川美姑县 Meigu County, Sichuan	四川经济队 1726(HNW P) Sichuan Eco. P1 Exp. 1726
<i>T. volubile</i>	西藏聂木拉 Niemula, Xizang	西藏中草药普查队 1279 (PE) Xizang Chinese Trad Med. Exp. 1279
<i>T. hirticalyx</i>	四川南川县 Nanchuan County, Sichuan	四川队 2002 (PE) Sichuan Exp. 2002
<i>T. discoidium</i>	湖北巴东县 Badong County, Hubei	陈树龙等 1952 (PE) S. L. Chen 1952
<i>T. pingbianense</i>	云南屏边 Pingbian County, Yunnan	冯国楣 4808 (PE) K. M. Feng 4808
<i>T. japonicum</i>	Kyushu, Japan	J Murata No. 16024(PE)
<i>T. chinense</i>	安徽黄山 Huangshan, Anhui	张定成 95001 D. C. Zhang 95001
<i>T. filicale</i>	四川天全县 Tianquan County, Sichuan	川西队 2352(PE) Sichuan Exp. 2352
<i>C. puberula</i>	西藏错那 Cuona, Xizang	青藏对补点 751804(PE) Qinghai-Xizang Exp. 751084
<i>C. tibetica</i>	云南大理 Dali, Yunnan	刘健全 240(HNW P) J. Q. Liu 240
<i>C. campanulacea</i>	云南贡山县 Gongshan County, Yunnan	冯国楣 8099(PE) K. M. Feng 8099
<i>C. crawfordioides</i>	西藏波密 Bomi, Xizang	青藏队 73-1452 (HNW P) Qinghai-Xizang Exp. 73- 1452
<i>C. delavayi</i>	云南大理 Dali, Yunnan	刘健全 327 (HNW P) J. Q. Liu 327
<i>C. pricei</i>	四川康定 Kangding, Sichuan	刘振书 1587(PE) Z. S. Liu 1587

表 2 双蝴蝶属与蔓龙胆属植物种子表面纹饰的细微结构

Table 2 Surface features of seeds in *Tripsema* and *Crawfordia* under SEM

种名 Species	种子形状 Shape of seed	种子表面纹饰 Ornamentation of seed surface	特征 Feature	海拔(m) Altitude(m)	图版 Plate
<i>T. cordatum</i>	三棱状, 无翅 Triquetrous and un-winged	细网状 Finely reticulate	纹路粗, 种子表面不规则突起 Muri coarse, With irregular protrudence on surface	700-3 200	I, 1, 2
<i>T. volubile</i>	扁三棱状, 无翅 Compressed, Triquetrous and un-winged	细网状 Finely reticulate	纹路模糊, 较粗, 网眼小 Muri indistinct, coarse, luninas small	2 300-3 100	I, 3, 4
<i>T. hirticalyx</i>	三棱状, 无翅 Triquetrous and un-winged	细网状 Finely reticulate	纹路较清晰, 网眼浅, 种子表面凸凹不平 Muri distinct, luninas shallow, surface uneven	1 400-2 100	I, 5, 6
<i>T. discoidium</i>	圆形, 盘状翅 Rounded and broadly winged	细网状 Finely reticulate	纹路清晰, 网眼小, 表面有不规则的皱褶 Muri distinct, luninas small, with irregular fold on surface	600-1 600	I, 7, 8
<i>T. pingbianense</i>	三棱状, 具狭翅 Triquetrous and narrowly winged	粗网状 Coarsely reticulate	纹路清晰, 网眼大 Muri distinct, luninas large	1 400-2 700	I, 11, 12
<i>T. japonicum</i>	三棱状, 具狭翅 Triquetrous and narrowly winged	细网状 Finely reticulate	纹路清晰, 网眼小而浅 Muri distinct, luninas small and shallow	1 300-2 400	I, 9, 10

续表 2 Continued table 2

<i>T. chinense</i>	圆形, 盘状翅 Rounded and broadly winged	细网状 Finely reticulate	纹路模糊, 表面具不清晰的角质化突起 Muri indistinct, with indistinctly cutinized protrudences on surface	300-1100 II; 13, 14
<i>T. filicaule</i>	三棱状, 无翅 Triquetrous and unwinged	细网状 Finely reticulate	纹路清晰, 网眼小而深 Muri distinct, luninas small and deep	350-3 300 II, 15, 16
<i>C. puberula</i>	圆形, 盘状翅 Rounded and broadly winged	粗网状 Coarsely reticulate	纹路清晰, 网眼大, 网眼中偶有颗粒状突起 Muri distinct, luninas large, occasionally with granulas in luninas	3 000-3 200 II, 17, 18
<i>C. tibetica</i>	卵形, 盘状翅 Ovoidal and broadly winged	粗网状 Coarsely reticulate	纹路清晰, 较细, 网眼大, 网眼中有突起 Muri distinct, thin, luninas large, with protrudences in luninas	3 000-3 600 II, 19, 20
<i>C. campanulacea</i>	圆形, 盘状翅 Rounded and broadly winged	粗网状 Coarsely reticulate	纹路模糊, 网眼浅, 网眼中有突起 Muri indistinct, luninas shallow, with protrudences in luninas	1 800-3 400 II, 21, 22
<i>C. crawfordioides</i>	近圆形, 盘状翅 Nearly rounded and broadly winged	粗网状 Coarsely reticulate	纹路清晰, 网眼大 Muri distinct, luninas large	2 100-3 900 II, 23, 24
<i>C. delavayi</i>	圆形, 盘状翅 Rounded and broadly winged	细网状 Finely reticulate	纹路清晰, 较粗, 网眼小 Muri distinct, coarse, luninas small	3 000-3 600 II, 25, 26
<i>C. pricei</i>	圆形, 盘状翅 Rounded and broadly winged	细网状 Finely reticulate	纹路模糊, 种子表面具颗粒状附属物 Muri indistinct, with gradular appendages on surface	430-2 000 II, 27, 28

2.2 蔓龙胆属的种子表面特征

我们观察了蔓龙胆属 6 个种的种子表面特征, 它们分别是 *C. puberula*, *C. tibetica*, *C. campanulacea*, *C. crawfordioides*, *C. delavayi* 和 *C. pricei* (见表 2)。观察结果表明 6 个种在种子形状和表面特征上均较相似, 即种子为卵形或圆形, 具宽翅, 表面特征也为网状纹饰, 而且种之间的区别也很小, 仅在一些种子表面的附属物上有些差别。

3 讨论

龙胆科是一个世界广布的科, 约有 80 个属, 700 多种。由于该科植物的多样性和其花的美丽, 使得许多植物学家和大众都对龙胆科颇感兴趣, 并已在形态学、孢粉学、细胞学、胚胎学、分子生物学方面开展了多方面的研究。但也有一些学者运用种子表面特征来阐明龙胆科的系统演化。Müller (1982)^[17] 研究了龙胆属 (*Gentiana*) 中的一个组 Sect *Calathinanae* 的种子表面特征。Miege & Wuest (1984)^[16] 研究了分布于欧洲的龙胆属植物和假龙胆属 (*Gentianella*) 植物的种子表面特征。结果表明, 种子表面特征可作为属下分组的依据, 并根据种子表面特征编制了分种检索表。Ho et Liu (1990)^[4] 研究了龙胆属中部分种的种子表面特征, 并提出在属内存在 6 种类型, 从近光滑 种子表面有指状或刺状突起 网状纹饰。不同的纹饰类型存在于同一组中。Yuan (1993)^[15] 研究了龙胆科 7 个属 46 种的种子表面特征, 并将龙胆科中的种子表面特征分为 2 大类, 一类为从网状到复杂的蜂窝状或指状突起型, 包括 *Gentiana*, *Gentianopsis* 和 *Swertia* 中的一些种; 另一类为光滑型, 包括 *Gentianella*, *Camastoma*, *Lamatonium*, *Halenia* 和 *Swertia* 中的一些种。而这 2 大类正

好与从形态上如花冠裂片间是否具褶和腺体着生于子房基部还是花冠上划分的两类相一致。

本研究对双蝴蝶属和蔓龙胆属共 14 个种的种子表面特征研究表明, 两属的种子表面特征均为网状纹饰类型。特别是双蝴蝶属(*Trip tetosp em um*)中的双蝴蝶组(Sect *Trip tetosp em um*)的种子形状和表面特征与龙胆属(*Gentiana*)中的狭蕊组(Sect *S tenogyne*)的条纹龙胆(*G. striata*)极为相似, 种子为三棱形, 种子表面特征为网状纹饰, 而且在秦艽组(Sect *Cruciata*)和小龙胆组(Sect *Chond rophyllae*)中也存在网状纹饰。因此, 从种子表面特征可看出, 龙胆属、双蝴蝶属和蔓龙胆属三属间具较近的亲缘关系。这一结论与我们从形态学、细胞学、孢粉学、胚胎学等方面得到的结果一致(陈世龙等 1999a^[18], 1999b^[19], 2000^[20]; chen et al , 2000^[21])。

在双蝴蝶属中, 种之间在种子表面特征上已发生分化, 在表面纹饰的具体特征上存在较大差别。而在蔓龙胆属中种间差别很小, 仅在一些种子表面有无附属物上存在差异。这也表明在种子表面特征上双蝴蝶属比蔓龙胆属进化。同时说明两属均具有网状纹饰, 也说明它们之间的亲缘关系比起与龙胆属的亲缘关系要更近一些。这同样也与我们从其它方面的证据得到的观点一致。

致谢: 实验中得到中国科学院植物研究所肖荫厚高级工程师的帮助; 在研究过程中得到中国科学院植物研究所标本馆的帮助, 作者一并致以诚挚的谢意。

参考文献

- [1] HO T N. Gentianaceae in *Flora of China*[M]. Beijing: Science Press and St Louis: Missouri Bot Gard, 1995, 16
- [2] MARQUAND C V B. New Asiatic gentianas: II [J]. *Bull Misc Inf Roy Gard Kew* , 1931: 68-88
- [3] MARQUAND C V B. The gentianas of China [J]. *Bull Misc Inf Roy Gard Kew* , 1937: 134-180
- [4] HO T N, L U S W. The infrageneric classification of *Gentiana* (Gentianaceae) [J]. *Bull Br Mus Bot* , 1990, 20: 169-192
- [5] 何廷农, 刘尚武, 吴庆如 中国植物志(第 62 卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1988
- [6] 吴庆如 中国双蝴蝶属和蔓龙胆属新分类群和新组合 [J]. *植物研究*, 1984, 4(3): 129-139
- [7] SMITH H. Notes on Gentianaceae [J]. *Not Bot Gard Edinb* , 1965, 26(2): 253
- [8] GROSSHEM A A. *Fl URSS*, 1952, 18: 537.
- [9] MURATA J. A Synopsis of *Trip tetosp em um* (Gentianaceae) [J]. *J Fac Sci Univ Tokyo III*, 1989, 14: 273-339.
- [10] TOYOKUN IH. *Conspectus Gentianacearum Japonicarum* [J]. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Ser V Vol VII*, 1963, 4: 137-258
- [11] CLARKE C B. Notes on India Gentianaceae [J]. *Journ Linn Soc London, Botany*, 1875, 14: 423-457.
- [12] GLUGE Gentianaceae [A]. In: Engler A, Prantl K eds *Die Natürlichen Pflanzenfamilien* [C]. Leipzig: Engel-

mann, 1895, 4(2): 50-62

- [13] KU ZNETZOV N I Subgenus *Eugentiana* of genus *Gentiana* [J]. *Trudy Imp St -Peterb Obshch Estest*, 1894, 24(2): 501-507.
- [14] KU ZNETZOV N I *Gentiana* Tourn[A]. In: Engler A, Prantl K, eds *Die Natürlichen Pflanzenfamilien* [C]. Leipzig, Engelmann, 1895, 4(2): 80-86
- [15] YUAN Y.M. Seedcoat micromorphology and its systematic implication for Gentianaceae of Western China [J]. *Bot Helv*, 1993, 103: 73-82
- [16] MEYE J, WUEST J. Seedcoat surfaces of *Gentiana* and of *Gentianella* as seen with the scanning electron microscope (SEM) [J]. *Bot Helv*, 1984, 94: 41-59
- [17] MULLER G. Contribution a la cytotaxonomie de la section *Cyclostigma* Griseb. Du genre *Gentiana* L. [J]. *Feddes Repert*, 1982, 93: 625-722
- [18] 陈世龙, 何廷农, 刘建全, 等. 蔓龙胆属及其相关类群的花部解剖学研究(龙胆科) [J]. *高原生物学集刊*, 1999, 14: 35-46
- [19] 陈世龙, 何廷农, 刘建全, 等. 双蝴蝶(龙胆科)的胚胎学研究[J]. *高原生物学集刊*, 1999, 14: 26-34
- [20] 陈世龙, 何廷农, 刘建全, 等. 峨眉双蝴蝶(龙胆科)的胚胎学研究(英) [J]. *云南植物研究*, 2000, 22(1): 53-58
- [21] CHEN Shi-long, HE Ting-nong, LIU Jian-Quan, et al. Embryology of *Crawfordia delavayi* (Gentianaceae) [J]. *The Israel Journal of Plant Science*, 2000, 48: 113-119

图版说明:

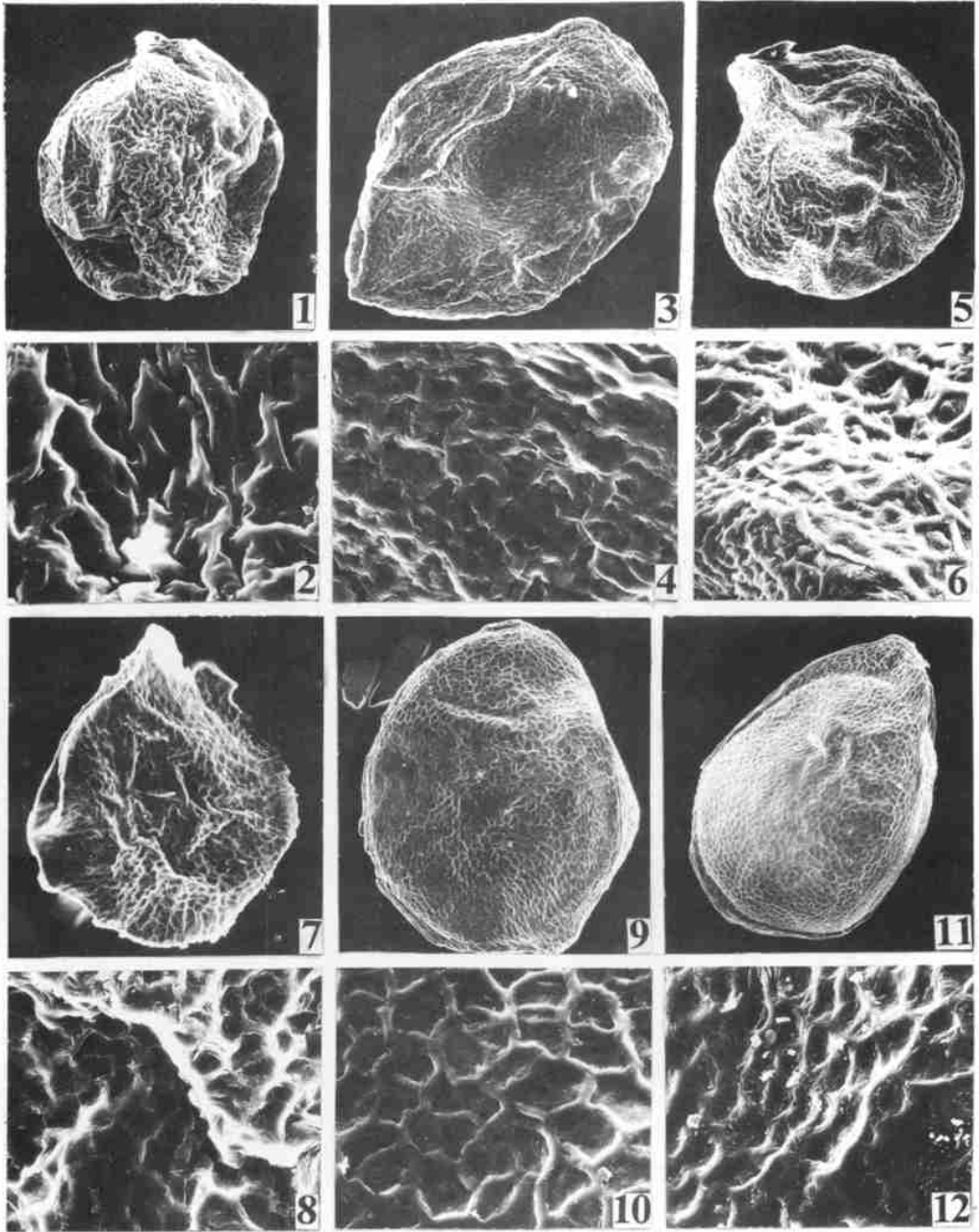
图版 I 双蝴蝶属的种子表面特征。1, 2 *T. cordatum*; 3, 4 *T. volubile*; 5, 6 *T. hirticalyx*; 7, 8 *T. discoideum*; 9, 10 *T. japonicum*; 11, 12 *T. pingbianense* (1, 3, 5, 9 $\times 40$; 7. $\times 80$; 11. $\times 35$; 2, 4, 6, 10, 12 $\times 250$; 8 $\times 300$)

图版 II 双蝴蝶属和蔓龙胆属的种子表面特征。13, 14 *T. chinense*; 15, 16 *T. filicaule*; 17, 18 *C. puberula*; 19, 20 *C. tibetica*; 21, 22 *C. campanulacae*; 23, 24 *Crawfordioides*; 25, 26 *C. delavayi*; 27, 28 *C. pricei* (13 $\times 30$; 15 $\times 40$; 17. $\times 120$; 19. $\times 70$; 21, 25 $\times 60$; 23 $\times 80$; 27. $\times 50$; 14, 16 $\times 250$; 18, 22 $\times 500$; 20, 24, 26, 28 $\times 400$)

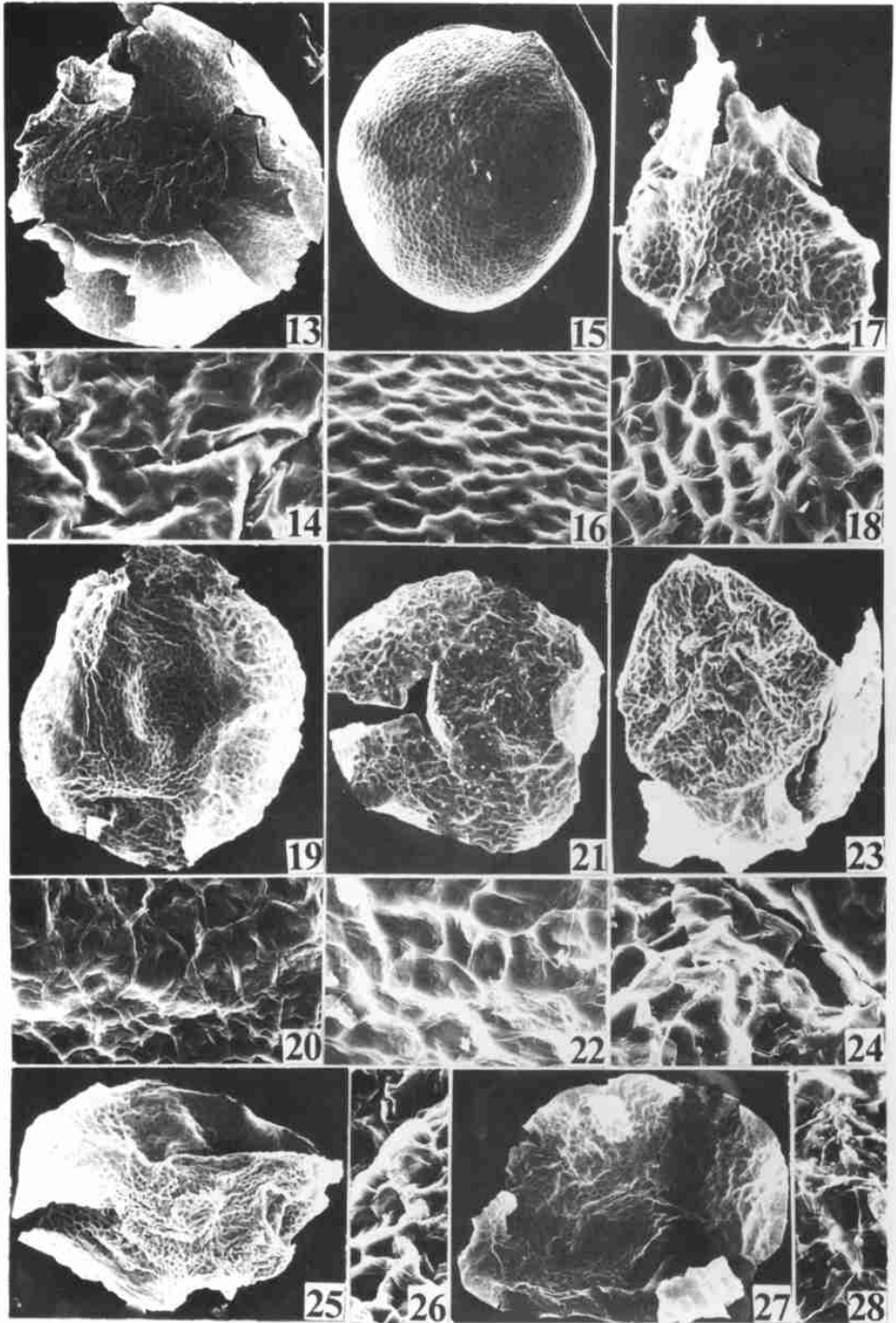
Explanation of Plates:

Plate I The fine sculpture of seed surface in *Trip tetrospermum*. 1, 2 *T. cordatum*; 3, 4 *T. volubile*; 5, 6 *T. hirticalyx*; 7, 8 *T. discoideum*; 9, 10 *Japonicum*; 11, 12 *T. pingbianense* (1, 3, 5, 9 $\times 40$; 7. $\times 80$; 11. $\times 35$; 2, 4, 6, 10, 12 $\times 250$; 8 $\times 300$)

Plate II The fine sculpture of seed surface in *Trip tetrospermum* and *Crawfordia*. 13, 14 *T. chinense*; 15, 16 *T. filicaule*; 17, 18 *C. puberula*; 19, 20 *C. tibetica*; 21, 22 *C. campanulacae*; 23, 24 *Crawfordioides*; 25, 26 *C. delavayi*; 27, 28 *C. pricei* (13 $\times 30$; 15 $\times 40$; 17. $\times 120$; 19. $\times 70$; 21, 25 $\times 60$; 23 $\times 80$; 27. $\times 50$; 14, 16 $\times 250$; 18, 22 $\times 500$; 20, 24, 26, 28 $\times 400$)



See explanation at the end of text



See explanation at the end of text