

## 国产蔷薇科李亚科的花粉形态<sup>\*</sup>

周丽华 韦仲新 吴征镒

(中国科学院昆明植物研究所, 昆明 650204)

**摘要** 本文报道了国产李亚科 (Prunoideae) 10 属 11 种植物花粉形态。花粉近球形至长球形, 极轴  $20.00\sim44.12\ \mu\text{m}$ , 赤道轴  $17.85\sim36.95\ \mu\text{m}$ 。极面观三裂圆形, 赤道面观椭圆形至圆形。具三孔沟, 内孔常为长方形。沟较长, 两端较窄。但在 *Sinoplagiospermum uniflora* 中除了 3 孔沟外, 还有周孔沟。花粉外壁明显分化为覆盖层和柱状层, 在光学显微镜下表面常模糊, 扫描电镜下外壁纹饰均为条纹状。孢粉学结合形态学和细胞学证据说明本亚科为一单系发生的类群。*Prinsepia utilis* 和 *Sinoplagiospermum uniflora* (*Prinsepia uniflora*) 这两个种在花粉特征和外壁纹饰上差异很大, 从而支持将 *Prinsepia* 和 *Sinoplagiospermum* 分别处理为两个属但不支持将广义的 *Prinsepia* (含 *Prinsepia* 和 *Sinoplagiospermum*) 独立为亚科。此外, 由于 *Exochorda* 的外壁纹饰同 Prunoideae 中较原始的类群 (如 *Laurocerasus*) 相近, 结合细胞学和形态学证据, 支持将 *Exochorda* 移置至 Prunoideae 之下。

**关键词** 花粉形态, 蔷薇科, 李亚科, 系统学研究

**分类号** Q 944

## Pollen Morphology of Prunoideae of China (Rosaceae)

ZHOU Li-Hua, WEI Zhong-Xin, WU Zheng-Yi

(Kunming Institute of Botany, The Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204)

**Abstract** This paper deals with a systematic study of the pollen grains of the Prunoideae (Rosaceae) including the genera *Exochorda*, *Prinsepia*, *Sinoplagiospermum*, *Amygdalus*, *Ameniaca*, *Cerasus*, *Padus*, *Laurocerasus*, *Pygeum* and *Maddenia* in China. In above genera most species have tricolporate pollen grains. In *Sinoplagiospermum uniflora*, however, a few pollen grains are pericorporate. The shape of pollen grains varies from subspheroidal to prolate and the size varies within  $(20.00\sim44.12)\ \mu\text{m} \times (17.85\sim36.95)\ \mu\text{m}$ . Amb 3-lobed circular in commom. The colpi are usually long but narrow at two ends. The sculpture are striate in all the genera observed (Prunoideae), which means that all the groups should be monophyletic in Prunoideae. Meanwhile the pollen morphological data show that *Prinsepia utilis* and *Sinoplagiospermum uniflora* have many differences in aperture type and the sculpture of exine. It is reasonable to separate *Sinoplagiospermum* to be an independent genus which is closely related to *Prinsepia*, but the pollen morphorlogy (and together with other characters of morphology and cytology) rejects to seperate *Prinsepia* s. l. (including *Prinsepia* and *Sinoplagiospermum*) from the subfamily. As the pollen sculpture of *Exochorda* is very similar to that of primitive genera in Prunoideae such as *Laurocerasus*, pollen morphology sup-

<sup>\*</sup> 中国科学院生物科学与技术研究特别支持费、中国科学院资环局 KZ951-A1-104-03-03 项目资助课题  
1998-09-02 收稿, 1998-10-26 接受发表

ports to put *Exocorda* in the subfamily Prunoideae.

**Key words** Pollen morphology, Rosaceae, Prunoideae, Systematic study

蔷薇科 (Rosaceae) 李亚科 (Prunoideae) 是具有重大经济价值的植物类群, 其中既有著名的水果, 又有重要的干果和油料, 此外许多种具有观赏价值, 得到广泛栽培。Prunoideae 在 Rosaceae 的系统发育研究中具有重要意义, 且亚科内分族分属存在不同意见, 有待来自实验分类学的证据加以论证。有关 Rosaceae 的孢粉学研究, Erdtman (1952) 报道了世界 Rosaceae 30 属 100 种植物光学显微水平的孢粉资料, 但其中涉及的中国材料极少。王伏雄等 (1991) 观察了国产 Rosaceae 35 属 46 种植物的花粉, 除 3 种作扫描电镜观察外, 其余均为光学显微镜观察。蔡继炯等 (1986) 对国产 Rosaceae 15 属 23 种植物的孢粉学资料进行过报道。迄今为止, 国产 Rosaceae 较为系统全面的孢粉学研究尚不多见。结合博士论题“中国特有牛筋条属和子属的系统演化”, 我们对国产 Rosaceae 43 属 61 种植物进行花粉形态研究。本文首先报道国产 Prunoideae 10 属 11 种植物扫描电镜花粉形态, 以期为 Rosaceae 的系统演化研究提供基础资料。

1 材料和方法

1.1 材料

本研究所使用的材料部分采自中国科学院昆明植物研究所标本馆 (KUN) 馆藏腊叶标本, 部分由作者采自野外。凭证标本现存 KUN。详细资料见表 1。

表 1 孢粉学研究材料及凭证标本一览表

Table 1 List of the matereals and the voucher specimens for palynological study

| Taxon                                                              | Voucher speciemen         | Location           |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------|
| <i>Exochorda racemosa</i>                                          | Hangzhou Bot. Gard. 2003  | Hangzhou, Jiangsu  |
| <i>Prinsepia utilis</i>                                            | Li—Hua Zhou               | Lijiang, Yunnan    |
| <i>Sinoplagiospermum uniflora</i><br>( <i>Prinsepia uniflora</i> ) | Team of Tiaohe 3047       | Huichuan, Gansu    |
| <i>Amygdalus davidiana</i>                                         | Yang Chao—guang 662       | Zhuolu, Hebei      |
| <i>Ameniaca mume</i>                                               | Cheng Jie 1093            | Tengchong, Yunnan  |
| <i>Cerasus cerasoides</i>                                          | Cheng Jie 460             | Luxi, Yunnan       |
| <i>Padus nepaulensis</i>                                           | Lijiang Bot. Gard. 100039 | Lijiang, Yunnan    |
| <i>Laurocerasus undulata</i>                                       | Team of Dulong River 584  | Gongshan, Yunnan   |
| <i>Pygeum lancilimbum</i>                                          | Feng 11889                | Sichou, Yunnan     |
| <i>Maddenia hypoxantha</i>                                         | Sun S.L. 2225             | Ermeishan, Sichuan |

1.2 方法

花粉制备采用 G.Erdtman 醋酸酐分解法。花粉经酸解处理后, 首先制作花粉装片, 在光学显微镜下观察花粉形状, 萌发孔及外壁纹饰, 测量花粉极轴和赤道轴的长度, 取 15 粒花粉平均值, 以最小值至最大值表示变异幅度。花粉形态描述按照王伏雄等 (1991) 的术语进行。扫描电镜样品制备方式为: 经分解的花粉以蒸馏水洗涤两次, 然后用 30% 至 100% 酒精逐级脱水, 最后将酒精花粉混合液滴于样品台上, 喷金后于 KYKY Amray—1000B 型电镜下观察照相, 使用的加速电压为 30 kV。

## 2 观察结果

本亚科花粉呈单粒存在。按照 Erdtman (1952) 的分类标准, 花粉大小为中型。花粉近球形至长球形, 极轴  $20.00\sim44.12\ \mu\text{m}$ , 赤道轴  $17.85\sim36.95\ \mu\text{m}$ 。极面观三裂圆形, 赤道面观椭圆形至圆形。具三孔沟, 但在 *Sinoplagiosperma uniflora* (*Prinsepia uniflora*) 中除了 3 孔沟外, 还有周孔沟 (6 孔沟), 内孔常为长方形。沟较长, 两端较窄。花粉外壁在光学显微镜下表面常模糊, 扫描电镜下外壁纹饰均为条纹状。主要形态特征见表 2 和图版 I 和 II。

## 3 讨论

从外部形态看, 国产 Prunoideae 是 Rosaceae 中较为单一的类群, 因为它们全为木本, 具单叶、上位子房、1 心皮 (每心皮具 2 个胚珠) 等特征。本亚科共有 12 属, 中国产 11 属, 我们研究了其中 10 属的材料。目前蔷薇科花粉的外壁纹饰主要有穴状、皱波一穴状、穴状一条纹状、条纹状、条纹一刺状、刺状等数种类型 (王伏雄等, 1991; Hebda *et al*, 1988; 蔡继炯等, 1986; Erdtman, 1952)。外壁纹饰在蔷薇科花粉形态分类中具有重要地位, Prunoideae 的这一性状同其它亚科相比表现得较为单一, 以往的报道 (王伏雄等, 1991; 蔡继炯等, 1986) 和我们观察的全部材料, 花粉外壁纹饰均为条纹状。国产属中我们没有研究 *Prunus*, 但蔡继炯等 (1986) 曾报道 *Prunus salicina* 的外壁纹饰亦为平行条纹; 本亚科北美产的 *Osmaronia* 属, 具 5 心皮, 且每心皮各形成一个核果排成一环, 据认为是 Prunoideae 中最原始类群, Erdtman (1952) 曾报道它的花粉形态, 外壁纹饰亦为条纹状, 因此, 本亚科的 12 个属, 其外壁纹饰均为条纹状。

*Prinsepia utilis* 和 *Sinoplagiospermum uniflora* 这两个种, 一些作者 (Rehder, 1915; 俞德浚等, 1986; Takhtajan, 1997.) 将其视为 *Prinsepia* 属下的两种, 但由于其果核表面结构不同, 加之存在间断分布, 有些系统学家将其处理为二属 (Oliver, 1886; Hutchinson, 1964; Rauschert, 1982; 吴征镒, 1991; Brummitt, 1992; Takhtajan, 1995.)。从二者的花粉形态来看, 它们之间存在一定差异。*Prinsepia utilis* 为典型的三孔沟结构, 而 *Sinoplagiospermum uniflora* 的花粉除了三孔沟之外, 还存在周孔沟, 部分花粉还形成合沟, 有时两沟或三沟于一极会合而在另一极不会合, 但有时两极均可见形成合沟。另一方面, 二者外壁纹饰尽管都是条纹状, 但 *Prinsepia utilis* 的纹理较长, 且为平行纹, 走向与极轴平行; 而 *Sinoplagiospermum uniflora* 的外壁条纹很短, 且走向无规则。因此花粉形态特征支持将二者作为两个不同属下的种处理。

Stering (1966) 根据心皮和果实的解剖结构将广义的 *Princepia* (含 *Sinoplagiospermum*), 独立为一个亚科 Princepioideae。从整个亚科的花粉形态尤其是外壁纹饰所表现出的一致性、再综合其它形态学和细胞学特征 (俞德浚, 1984; Darlington *et al* Wylie, 1955) 不难看出 Prunoideae 是一个单系发生的类群。故花粉形态不支持将 *Princepia* 与该亚科其他属分开而独立为一个亚科。

表 2 李亚科植物的花粉形态资料  
Table 2 Pollen Morphology data of Prunoideae

| 分类群<br>Taxa                            | 极轴<br>Polar axis<br>(P) (μm) | 赤道轴<br>Equatorial axis<br>(E) (μm) | 极轴/赤道轴<br>P/E | 花粉形状<br>Pollen Shape      | 极面观<br>Amb               | 萌发孔(沟)<br>Aperture                        | 外壁纹饰<br>Exine Sculpture                                         | 图版<br>Plate and Figure<br>Number |
|----------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <i>Exochorda racemosa</i>              | 24.07<br>22.30 ~ 25.25       | 22.33<br>20.4 ~ 23.46              | 1.08          | 近球形<br>subspheroidal<br>1 | 三裂圆形<br>3-lobed circular | 三孔沟<br>3-colporate                        | 条纹状, 条纹交错<br>striate, striates<br>interlocking                  | II: 20                           |
| <i>Prinsepia utilis</i>                | 28.10<br>25.50 ~ 30.25       | 26.75<br>24.99 ~ 29.33             | 1.05          | 近球形<br>subspheroidal<br>1 | 三裂圆形<br>3-lobed circular | 三孔沟<br>3-colporate                        | 条纹状, 条纹弯曲<br>striate, striate<br>parallel                       | I: 1 ~ 3                         |
| <i>Sinoplagiospermum<br/>uniflorum</i> | 25.25<br>22.44 ~ 30.35       | 18.90<br>17.85 ~ 25.50             | 1.34          | 长球形<br>prolate            | 三裂圆形<br>3-lobed circular | 三孔沟, 周孔沟<br>3-colporate,<br>pericorporate | 条纹状, 条纹弯曲<br>striate, striates<br>curved                        | I: 4 ~ 7                         |
| <i>Amygdalus davidiana</i>             | 40.69<br>36.21 ~ 44.12       | 33.20<br>28.05 ~ 36.95             | 1.26          | 长球形<br>prolate            | 三裂圆形<br>3-lobed circular | 三孔沟<br>3-colporate                        | 条纹状, 条纹平行<br>striate, striates<br>parallel each other           | I: 8 ~ 10                        |
| <i>Armeniaca mume</i>                  | 30.60<br>26.01 ~ 36.47       | 22.49<br>22.95 ~ 30.60             | 1.16          | 长球形<br>prolate            | 三裂圆形<br>3-lobed circular | 三孔沟<br>3-colporate                        | 条纹状, 条纹呈纺锤束状<br>striate, striates in<br>bundled of spindle      | II: 11 ~ 12                      |
| <i>Cerasus cerasoides</i>              | 31.03<br>26.01 ~ 36.98       | 30.36<br>28.05 ~ 33.15             | 1.01          | 近球形<br>subspheroidal      | 三裂圆形<br>3-lobed circular | 三孔沟<br>3-colporate                        | 条纹状, 条纹平行<br>striate, striates<br>parallel each other           | II: 13 ~ 14                      |
| <i>Padus nepaulensis</i>               | 23.77<br>20.00 ~ 26.78       | 22.39<br>19.13 ~ 24.74             | 1.06          | 近球形<br>subspheroidal      | 三裂圆形<br>3-lobed circular | 三孔沟<br>3-colporate                        | 条纹状, 条纹平行<br>striate, striates<br>parallel each other           | II: 15 ~ 16                      |
| <i>Laurocerasus undulata</i>           | 24.53<br>22.19 ~ 26.78       | 21.83<br>19.89 ~ 23.46             | 1.12          | 近球形<br>subspheroidal      | 三裂圆形<br>3-lobed circular | 三孔沟<br>3-colporate                        | 条纹状, 条纹交错<br>striate, striates<br>interlocking                  | II: 17 ~ 18                      |
| <i>Pygeum lancilimbum</i>              | 29.70<br>26.78 ~ 31.88       | 27.92<br>26.01 ~ 30.60             | 1.06          | 近球形<br>subspheroidal      | 三裂圆形<br>3-lobed circular | 三孔沟<br>3-colporate                        | 条纹状, 条纹弯曲<br>striate, striates<br>curved                        | II: 19                           |
| <i>Maddenia hypoxantha</i>             | 25.70<br>23.45 ~ 28.56       | 26.65<br>18.36 ~ 30.6              | 0.96          | 近球形<br>subspheroidal      | 三裂圆形<br>3-lobed circular | 三孔沟<br>3-colporate                        | 条纹状, 条纹弯曲<br>striate, striates<br>curved, some as small spindle | II: 21 ~ 22                      |

在 *Prunoideae* 中，亚科下分族分属尤其是广义和狭义 *Prunus* 的划分不同学者出入颇大。我们研究的属数虽多，但由于条件限制，种数较少，故不能针对此问题作深入讨论。但从我们的观察结果可见，广义 *Prunus* 诸属中，*Armeniaca mume* 的外壁纹饰最特殊，条纹成束状，每束又形成纺锤状。其它属种在条纹的长短、粗细、走向方面又各有特点，值得进一步深入探究。蔡继炯等（1986）曾报道 *Armeniaca mume* 的外壁纹饰为脑纹状，与我们的结果有所不同。

*Exochorda* 是系统位置上有争议的一个类群，一种意见将其置 *Spireaoideae* (Focke, 1894; 俞德浚, 1974; Challice, 1981; Kalkman, 1988; 陆玲娣, 1996), 另一种意见将其移置 *Prunoideae* (Stebbins, 1958; Goldblatt, 1976; Zhang, 1992; Takhtajan, 1997)。经观察其花粉的外壁纹饰为条纹状，但条纹排列不平行（图版 II：20），纹饰同 *Prunoideae* 中较原始的类群如 *Laurocerasus* 很相近，结合细胞学证据 (Darlington et Wylie, 1955) 支持将 *Exochorda* 移置至 *Prunoideae* 之下。

**致谢** 本研究承蒙中国科学院昆明植物研究所标本馆支持部分花粉材料，樊熙楷高级工程师协助进行扫描电镜观察和照相。

### 图版说明 (Explanation of Plates)

**Plate I** 1~3. *Princepia utilis*; 4~7. *Sinoplagiospermum uniflora*; 8~10. *Amygdalus davidiana*.

**Plate II** 11~12. *Armeniaca mume*; 13~14. *Cerasus cerasoides*; 15~16. *Padus nepaulensis*; 17~18. *Laurocerasus undulata*; 19. *Pygeum lancilimbium*; 20. *Exochorda racemosa*; 21~22. *Maddenia hypoxantha*.

### 参 考 文 献

- 王伏雄, 钱南芬, 张玉龙等, 1991. 中国植物花粉形态. 北京: 科学出版社
- 中国科学院植物研究所古植物研究室孢粉组译, 1980. 孢粉学译丛, 第一集. 北京: 科学出版社
- 吴征镒, 1991. 中国种子植物属的分布区类型. 云南植物研究, 增刊 IV: 120
- 陆玲娣, 1996. 中国蔷薇科绣线菊亚科的演化、分布——兼论世界绣线菊亚科植物的分布. 植物分类学报, **34** (4): 361~375
- 俞德浚, 陆玲娣, 谷粹芝等, 1974. 中国植物志第三十六卷. 北京: 科学出版社
- 俞德浚, 陆玲娣, 谷粹芝等, 1986. 中国植物志第三十八卷. 北京: 科学出版社
- 俞德浚, 1984. 蔷薇科植物的起源和进化. 植物分类学报, **22** (6): 431~444
- 蔡继炯, 俞中仁主编, 1986. 蜜源植物花粉形态与成分. 杭州: 浙江科学技术出版社
- Brummitt R K, 1992. Vascular Plant Families and Genera. Roy. Bot. Gard. Kew, UK
- Challice J S, 1981. Chemotaxonomic studies in the family Rosaceae and the evolutionary origins of the subfamily Maloideae. Preslia, **53**: 289~304
- Darlington C D, Wylie A P, 1955. Chromosome atlas of flowering plants. George Allen and Unwin London
- Erdtman G, 1952. Pollen morphology and plant taxonomy—Angiosperms. Almqvist & Wiksells, Stockholm
- Focke W Q, 1894. Rosaceae. In: Engler & Prantl eds. Die Natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig: Verlag von Wilhelm Engelmann, III. 3: 1~61
- Goldblatt P, 1976. Cytotaxonomic studies in the tribe Quillajeae (Rosaceae). *Annals of the Missouri Bot Gard*, **63**: 20~206
- Hebda, R J, Chinnappa, C C and Smith, B M, 1988. Pollen morphology of the Rosaceae of western Canada. *Grana*, **27**: 95~113
- Hutchinson J, 1964. The Genera of flowering plants, 1. Oxford: Clarendon Press

### Explanation of Plates

ANT. Antipodal cells; DM. Degenerated megaspores; E. Egg cell; EP. Epidermis; EN. Endothecium; M. Middle layer; PN. Polar nucleus; Sp. Sperm. Sy. Synergid cell; T. Tapetum;

**Plate I** 1. Archesporial cells (arrow). 2. The primary parietal layer dividing to form an outer endothelium and a middle layer, the arrow showing the tapetum originating from the ground tissue near the connective tissue. 3~4 Anther wall, and the arrow indicating the elongating and protruding of the 2~3 nucleate tapetum cells. 5. Anaphase II of meiosis in microsporocytes. 6. A tetrahedral microspore tetrad. 7. A bicellular pollen grain showing the vegetative and generative cells. 8. A 3-celled pollen grain. 9. Showing the degenerating of the tapetum cells at the single-nucleate stage, noting the central tapetum cells (arrow) being from the early differentiation protruding (see 3~4). 10. The persistent epidermis as well as thickened endothelium. (1~3×652; 4×560; 5~8×1630; 9~10×400).

**Plate II** 1. A megaspore mother cell. 2. A single nucleate embryo sac, noting three degenerated megaspores. 3. A 2-nucleate embryo sac. 4. A 4-nucleate embryo sac. 5~6. Successive sections of a 8-nucleate embryo sac. 7~8. Successive sections of a mature embryo sac. 10. Showing the intensive protruding of the fused carpels and four lines of ovule. (1~6×652; 7~8×344; 9×100).

**Plate III** 1. A zygote. 2. The dividing of the zygote. 3. A 2-celled proembryo; 4. A linear 4-celled proembryo. 5. A linear 8-celled proembryo. 6. The vertical dividing of the 8-celled proembryo cells. 7. A early globular embryo when seeds shed. 8. Showing nuclear endosperm. 9. Showing the hypostase and persistent antipodal cells at the mature embryo sac. 10. Showing the unitegmic and orthotropous ovule. (1~5×652; 6~8×200; 9×400; 10×136).

\*\*\*\*\*

(上接 211 页)

Kalkman C, 1988. The phylogeny of the Rosaceae. *Bot Jour Linn Soc*, **98**: 37~59

Oliver, 1886. *Plagiospermum sinense*. *Hooker's Icog Plant*, **16**: t.1526

Rehder, 1915. Subfam. Prunoideae. *Sarg.Pl.Wils.*2: 344~345

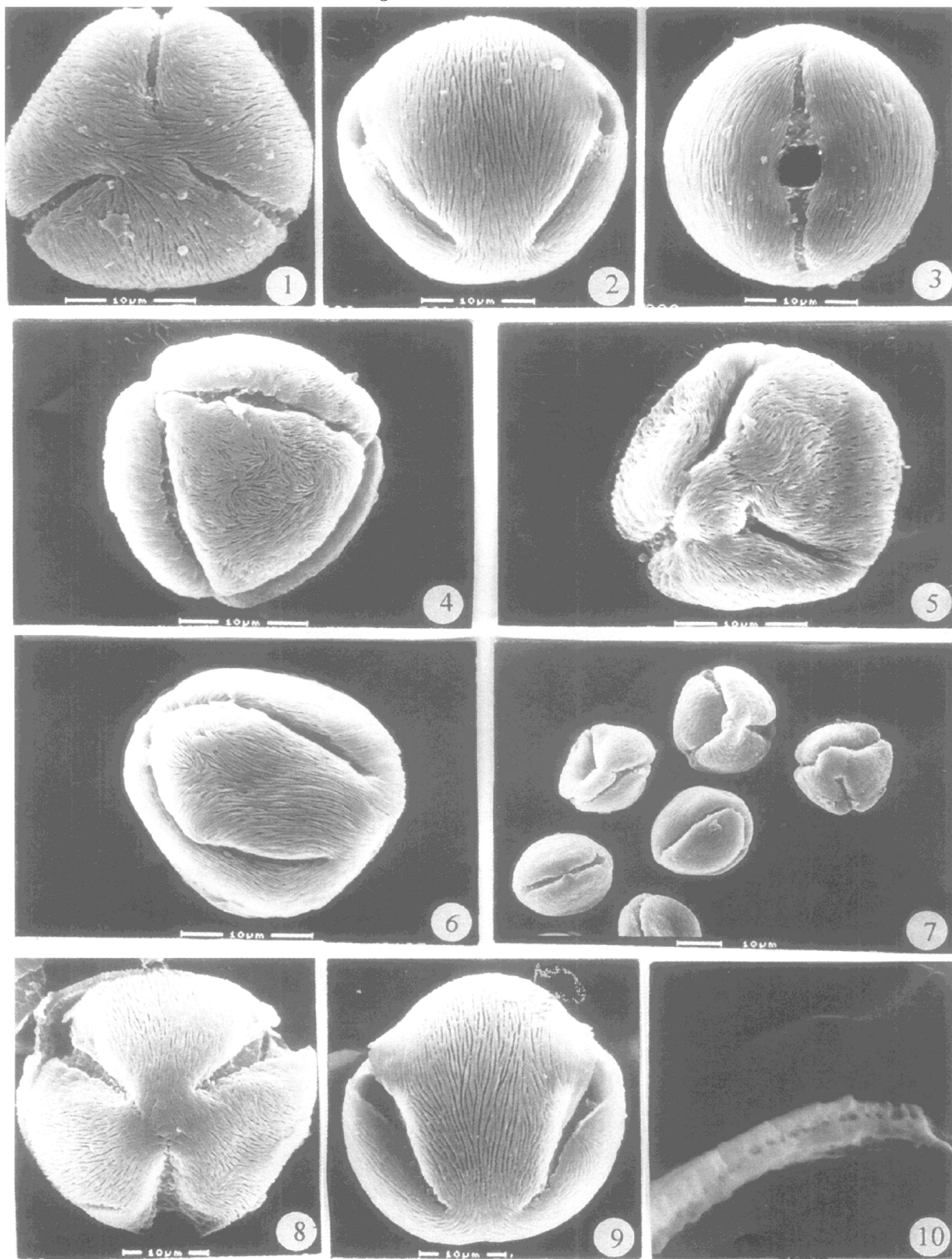
Rauschert, 1982. Nomina nova generica et combinationes novae spermatophytorum et pteridophytorum. *Taxon*, **31** (3): 561

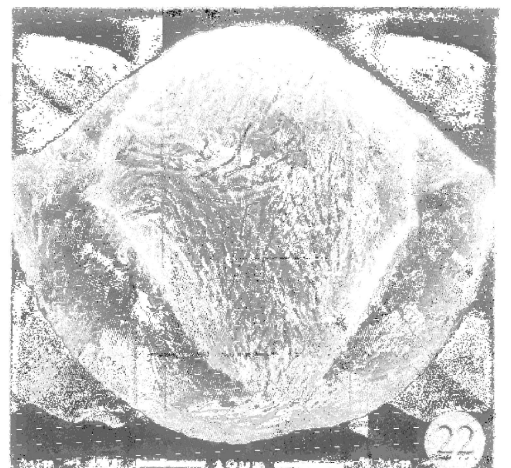
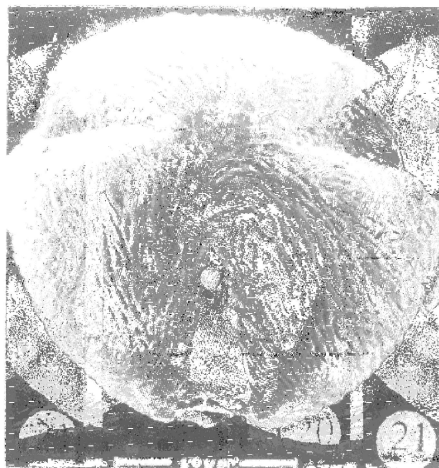
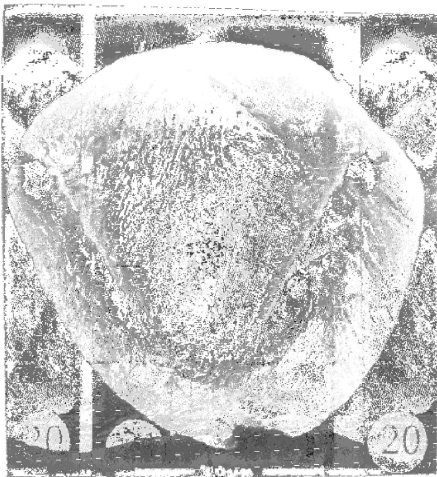
Stebbins G L, 1958. On the hybrid origin of the Angiosperms. *Evolution*, **12**: 267~270

String, C, 1963. The affinities of *Prinsepia* (Rosaceae). *Amer J Bot*, **50**: 693~699

Takhtajan A L, 1995. Dictionary of generic names of seed plants. Columbia Univ. Press Takhtajan, A L, 1997. Diversity and classification of flowering plants. Columbia Univ. Press

Zhang S Y, 1992. Systematic wood anatomy of the Rosaceae. *Blumea*, **37**: 81~158





See explanation at the end of text