

# 中国鸡矢藤属花粉形态

吕金玲<sup>1,2</sup>, 匡延凤<sup>1</sup>, 廖景平<sup>1\*</sup>

(1. 中国科学院华南植物园, 广东省数字化重点实验室, 广州 510650; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

**摘要:** 用扫描电子显微镜对中国鸡矢藤属(*Paederia* L.) 6种1变种植物的花粉进行观察。结果表明:鸡矢藤属植物的花粉均为单粒,辐射对称,小型或中型,极面观3-裂圆形至钝三角形,赤道面观呈长圆球形或近长球形,具3个萌发沟,无内萌发孔。外壁纹饰网状、细网状或穿孔状,孔边缘具小刺状突起或无。臭鸡矢藤(*P. foetida*)和白毛鸡矢藤(*P. pertomentosa*)具有花粉二型现象,其中白毛鸡矢藤(*P. pertomentosa*)是首次报道。花粉二型现象与花柱二型现象可能没有直接的关联性,与前人的观点一致。推测鸡矢藤属外壁纹饰的可能演化趋势为:穿孔、网状、细网状→粗网状;网眼内无棒状突起→网眼内有棒状突起。鸡矢藤属花粉的外壁纹饰变化较大,且无内萌发孔,是茜草科花粉过渡类型的特征。

**关键词:** 鸡矢藤属; 花粉形态; 中国

中图分类号: Q944.42

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2010)05-0491-06

doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2010.05.004

## Pollen Morphology of *Paederia* L. (Rubiaceae) from China

LÜ Jin-ling<sup>1,2</sup>, KUANG Yan-feng<sup>1</sup>, LIAO Jing-ping<sup>1\*</sup>

(1. South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Key Laboratory of Digital Botanical Garden in Guangdong, Guangzhou 510650, China; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** The pollen morphology of six species and one variety of *Paederia* L. were observed under SEM. The results showed that pollen grains of *Paederia* were single, small or medium-sized, radially symmetric and tricolpate, with spheroidal or subprolate in equatorial view and three-lobed circular to obtuse triangular in the polar view, endoaperture absent. The exine ornamentation of pollen grains were perforate, microreticulate or reticulate, spinulose or not. Pollen dimorphism was found in *P. foetida* and *P. pertomentosa*, in which *P. pertomentosa* was reported for the first time. It was consistent with the previous view that pollen dimorphism is not linked with style heterostyly. The evolutionary trend of exine ornamentation may be in order as: perforate, microreticulate or reticulate → coarsely reticulate; rod-like luminal processes absent → rod-like luminal processes present. The pollen morphological characteristics of *Paederia* belong to transition type in Rubiaceae.

**Key words:** *Paederia* L.; Pollen morphology; China

鸡矢藤属(*Paederia* L.)是茜草科(Rubiaceae)鸡矢藤族(Paederieae)的模式<sup>[1]</sup>。该属约有20~30种,多产于亚热带地区,热带地区亦有少量分布。我国有11种1变种,分布于西南、中南至东南,以西南部为多。鸡矢藤属为柔弱缠绕灌木或藤本,揉之发出强烈的臭味;茎圆柱形,蜿蜒状。叶对生,少3枚轮生,腋生或顶生的圆锥花序式的聚伞花序,果球

形或扁球形,坚果。鸡矢藤(*P. scandens* (Lour.) Merr.)是我国传统的中药材,性甘酸,平,归心、肝、脾、肾经,具有祛风利湿,止痛解毒,消食化积,活血消肿之功效;文献报道其具有镇痛、降压、抗炎等多种生理功能<sup>[1-3]</sup>。

对茜草科植物花粉已进行了较多研究,其花粉具有多种类型,且具有重要的分类学价值和系统学

意义<sup>[4-14]</sup>。中国鸡矢藤属植物的研究主要集中在化学成分、药理药性、临床应用等方面<sup>[2-3]</sup>。Robbrecht<sup>[7]</sup>研究了鸡矢藤属 1 种 1 亚种的花粉形态。Igersheim<sup>[15]</sup>对鸡矢藤属 3 亚属 31 个类群(含 1 变种 2 亚种)的花粉形态进行了研究,其中有耳叶鸡矢藤(*P. cavaleriei* Lévl.)、臭鸡矢藤(*P. foetida* L.)、白毛鸡矢藤(*P. pertomentosa* Merr. ex H. L. Li)、奇异鸡矢藤(*P. praetermissa* Puff)、绒毛鸡矢藤(*P. lanuginosa* Wall.)、云桂鸡矢藤(*P. spectatissima* H. Li)、粤鸡矢藤(*P. verticillata* Bl.)和云南鸡矢藤(*P. yunnanensis* (Lévl.) Rehd.)等 8 种中国分布植物。他们认为,鸡矢藤属植物花粉的大小、外壁结构、形状等方面存在较大分化和变异,并且有 5 种 1 变种

具花粉外壁纹饰二型现象。虽然 Igersheim 研究了大部分的鸡矢藤属类群,但对我国分布最广的鸡矢藤及其变种毛鸡矢藤(*P. scandens* var. *tomentosa*)未作报道。我们在开展中国茜草科抱粉形态学研究中,对我国分布较多的鸡矢藤属 6 种 1 变种的花粉进行扫描电镜(SEM)观察,报道其花粉形态特征,为该属的分类学和系统演化研究提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 实验材料

实验所用花粉材料均取自腊叶标本,凭证标本均保存于中国科学院华南植物园标本馆(IBSC)。实验所选材料见表 1。

表 1 花粉材料

Table 1 List of pollen materials

| 植物 Species                                                                    | 采集地 Locality | 凭证标本 Voucher              |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------|
| 鸡矢藤 <i>P. scandens</i> (Lour.) Merr.                                          | 云南 Yunnan    | 刘慎谔(Liou Tchen-ngo) 16329 |
| 耳叶鸡矢藤 <i>P. cavaleriei</i> Lévl.                                              | 广西 Guangxi   | 21611                     |
| 臭鸡矢藤 <i>P. foetida</i> L.                                                     | 海南 Hainan    | 林洪胜(Lin H S) 287          |
|                                                                               | 广东 Guangdong | S. K. Lau 23933           |
|                                                                               | 广东 Guangdong | 黄志(Huang Z) 41476         |
| 白毛鸡矢藤 <i>P. pertomentosa</i> Merr. ex H. L. Li                                | 广东 Guangdong | 高锡朋(Gao X P) 52935        |
|                                                                               | 广西 Guangxi   | 邓先福(Deng X F) 41          |
| 粤鸡矢藤 <i>P. verticillata</i> Bl.                                               | 广西 Guangxi   | 梁向日(Liang X R) 69678      |
| 云南鸡矢藤 <i>P. yunnanensis</i> (Lévl.) Rehd.                                     | 广东 Guangdong | 李学根(Li X G) 200969        |
|                                                                               | 广西 Guangxi   | R. C. Ching 7618          |
| 毛鸡矢藤 <i>P. scandens</i> (Lour.) Merr. var. <i>tomentosa</i> (Bl.) Hand.-Mazz. | 广东 Guangdong | 李耀(Li Y) 10602            |

1.2 实验方法

将取自腊叶标本的花药放入塑料离心管中,用 1% 冰醋酸溶液浸泡 12 h,使其软化,然后捣碎花药以释放花粉,用钢砂网(小孔直径约 50 μm)将花粉过滤到离心管中,于 4450 × g 下离心 5 min,倒掉上清液,加入 70% 酒精,用超声波清洗器震荡洗涤 10 min,然后重复离心和超声波震荡清洗 3 次。吸取花粉滴在粘有双面胶的铜台上,待其自然干燥后用 JFC-1600 离子溅射仪镀金膜 10 nm,利用 JSM-6360LV 扫描电镜观察,照相并进行测量。

花粉形态学描述术语主要参考 Punt 等<sup>[16]</sup>,花粉大小及赤道面观形状等参考 Erdtman<sup>[17]</sup>。

2 结果

对鸡矢藤属 6 种 1 变种的花粉进行了观察和比较,其花粉特征见表 2。鸡矢藤属植物花粉均为

单粒,辐射对称,大小为极轴长(16.08 ~ 33.92 μm) × 赤道轴长(19.13 ~ 30.40 μm),属于小型和中型花粉。其中,云南鸡矢藤(*P. yunnanensis*)的花粉最小,平均赤道轴长 21.74 μm,毛鸡矢藤(*P. scandens* var. *tomentoda*)的花粉最大,平均赤道轴长为 28.54 μm。花粉极面观为 3-裂圆至钝三角形,赤道面观圆球形或近长球形。具 3 沟,无内萌发孔。外壁表面具网状或穿孔状纹饰,孔边缘具小刺状突起。具网状纹饰的花粉网眼为多边形或不规则圆形,大小不一,网脊条状,宽度基本一致。粤鸡矢藤花粉(*P. verticillata*)的外壁网状纹饰的网眼较小,为细网状纹饰。白毛鸡矢藤(*P. pertomentosa*)和臭鸡矢藤(*P. foetida*)均具有网状纹饰和穿孔状纹饰两种类型的花粉,臭鸡矢藤具网状纹饰的花粉具有内壁加厚突出。其余 5 个类群的花粉外壁纹饰均为网状或细网状。

表 2 鸡矢藤属植物的花粉形态  
Table 2 Pollen morphology of *Paederia*

| 植物<br>Species                                          | 大小 Size<br>(P × E) (μm)                          | P/E  | 赤道面<br>Equatorial view | 萌发沟<br>Aperture                                                      | 花粉二型<br>Pollen<br>dimorphism | 外壁纹饰<br>Sexine<br>ornamentaion                             | 图版 I<br>Plate I |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------|------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------|
| 鸡矢藤<br><i>P. scandens</i>                              | (23.0 ~ 29.05) 25.3 ×<br>21.81 (22.1 ~ 29.14)    | 1.16 | 近长球形<br>Subprolate     | 3 萌发沟或拟沟,<br>沟末端尖或钝 3-<br>colpate or colpoid,<br>end acute or obtuse | 无<br>Absent                  | 穿孔状,具小刺<br>Perforate,<br>spinulescent                      | 1               |
| 臭鸡矢藤<br><i>P. foetida</i>                              | (25.74 ~ 30.6) 28.1 ×<br>25.54 (21.90 ~ 29.17)   | 1.10 | 长圆球形<br>Spheroidal     | 3 萌发沟,沟末端<br>尖或钝 3-colpate,<br>end acute or<br>obtuse                | 有<br>Present                 | 穿孔状或网状,<br>具小刺<br>Perforate or reticulate,<br>spinulescent | 2 ~ 5           |
| 耳叶鸡矢藤<br><i>P. cavaleriei</i>                          | (16.08 ~ 26.90) 23.92 ×<br>21.78 (20.5 ~ 25.3)   | 1.10 | 长圆球形<br>Spheroidal     | 3 萌发沟,沟末端<br>稍钝 3-colpate,<br>end obtuse                             | 无<br>Absent                  | 网状<br>Reticulate                                           | 6               |
| 白毛鸡矢藤<br><i>P. pertomentosa</i>                        | (21.38 ~ 31.63) 27.76 ×<br>25.02 (20.8 ~ 30.51)  | 1.11 | 长圆球形<br>Spheroidal     | 3 萌发沟,沟末端<br>尖 3-colpate,<br>end acute                               | 有<br>Present                 | 穿孔状或网状,<br>具小刺 Perforate or<br>reticulate, spinulescent    | 7 ~ 8           |
| 粤鸡矢藤<br><i>P. verticillata</i>                         | (21.22 ~ 28.21) 24.01 ×<br>22.81 (20.6 ~ 27.25)  | 1.08 | 长圆球形<br>Spheroidal     | 3 萌发沟,沟末端<br>稍钝 3-colpate,<br>end obtuse                             | 无<br>Absent                  | 细网状<br>Microreticulate                                     | 9 ~ 10          |
| 云南鸡矢藤<br><i>P. yunnanensis</i>                         | (19.51 ~ 24.61) 22.74 ×<br>21.74 (19.13 ~ 24.07) | 1.05 | 长圆球形<br>Spheroidal     | 3 萌发沟,沟末端<br>尖或钝 3-colpate,<br>end acute or<br>obtuse                | 无<br>Absent                  | 网状<br>Reticulate                                           | 11              |
| 毛鸡矢藤<br><i>P. scandens</i><br>var.<br><i>tomentosa</i> | (26.07 ~ 33.92) 31.67 ×<br>28.54 (25.59 ~ 30.04) | 1.11 | 长圆球形<br>Spheroidal     | 3 萌发沟,沟末端<br>尖 3-colpate, end<br>acute                               | 无<br>Absent                  | 网状<br>Reticulate                                           | 12              |

P: 极轴长 Polar axis length; E: 赤道轴长 Equatorial axis length.

3 讨论

3.1 花粉二型性

臭鸡矢藤(*P. foetida*)(图版 I: 2 ~ 5)和白毛鸡矢藤(*P. pertomentosa*)(图版 I: 7 ~ 8)的花粉有两种类型,花粉的大小、形状差异不大,但外壁纹饰有较大差异。白毛鸡矢藤花粉的这种现象是首次报道。1869 年 Müller 最早报道 *Faramea* 植物花粉的二型现象,短柱花的花粉不仅比长柱花的大,而且表面具微刺<sup>[18]</sup>;Baker 在研究 *Rudgea jasminoides* 花粉时认为茜草科中花粉二型与花柱异长有关<sup>[19]</sup>。Bahadur 在研究茜草科 *Oldenlandia*、耳草属(*Hedyotis*)和五星花属(*Pentas*)二型花粉时也观察到短柱花的花粉较长柱花的大<sup>[20]</sup>。Naiki 等报道 *Damnacanthus* 的短柱花花粉大而且网脊上具颗粒,

而长柱花花粉小且网脊光滑,二者差别明显<sup>[21]</sup>。马其侠等报道了茜草科螺序草属(*Spiradis*)长短两种花柱的花粉有二型现象<sup>[22]</sup>。尽管茜草科中花柱异长与花粉二型有关联,但 Robbrecht<sup>[23]</sup>、马其侠等<sup>[22]</sup>认为并不是所有花柱异长的种类都具有花粉二型现象。

Igersheim<sup>[15]</sup> 也报道了耳叶鸡矢藤 (*P. cavaleriei*)、臭鸡矢藤、*P. linearis* var. *pilosa*、*P. grandidieri*、*P. pilifera* 和 *P. brasiliensis* 等类群具花粉二型现象,而鸡矢藤属植物的花柱等长,因此他认为花粉二型现象与花柱二型现象没有直接关联,而且鸡矢藤属是茜草科首次发现的具花粉二型性而不具花柱异长现象的类群。本研究中云南鸡矢藤的外壁纹饰为网状,而 Igersheim<sup>[15]</sup>报道的云南鸡

矢藤花粉为穿孔状纹饰类型,这可能是因为花粉具有外壁纹饰二型性。由于花粉材料有限本研究并没有观察到耳叶鸡矢藤的花粉二型现象。此外,本研究和 Igersheim<sup>[15]</sup>的研究均表明臭鸡矢藤具有花粉二型的现象。尽管花粉二型性在花柱异长的茜草科类群中非常普遍,但是鉴于一直没有关于鸡矢藤属植物具花柱异长现象的报道,我们支持 Igersheim 的观点,即花粉二型现象与花柱二型现象可能没有直接的关联性。鸡矢藤属这种花粉外壁纹饰二型的现象只出现在同一种植物的不同植株上,在同一朵花、同一植株的不同朵花中的花粉并没有这种现象,臭鸡矢藤的 1 份标本来自海南,另两份标本来自广东;白毛鸡矢藤的 1 份标本来自广东,另 1 份标本来自广西。出现这种现象的原因现在尚不清楚。Hebda 等<sup>[24]</sup>在研究温度和湿度对非洲紫罗兰(*Saintpaulia ionantha*, Gesneriaceae)的花粉形态特征的影响时,观察到不同植株的花粉外壁纹饰有二型现象,认为和花发育过程中的温度有关。

### 3.2 花粉形态的分类学和系统演化的意义

结合已有的花粉资料<sup>[7,15]</sup>,鸡矢藤属是具多类型孢粉(eurypalynous)的属,根据外壁纹饰可以将鸡矢藤属花粉划分为 3 个类型:(1)外壁网状或细网状纹饰,网脊无小刺状突起,网眼内无棒状突起;(2)外壁穿孔状、微刺状或点状纹饰,孔边缘具小刺状突起,孔内无棒状突起;(3)外壁粗网状纹饰,网脊上具圆锥状或球状突起或无,网眼内具棒状突起(本研究中的花粉均为前两种类型)。Puff<sup>[25]</sup>将鸡矢藤属划分为 3 亚属,即鸡矢藤亚属(Subgen. *Paederia*)、Subgen. *Lecontea* 和 Subgen. *Alatopaederia*。鸡矢藤属花粉形态学特征在属下水平有一定的分类学价值,某种程度上支持该属分为 3 亚属的处理。Subgen. *Lecontea* 的花粉均为第 3 种类型,与另外两亚属区别明显。Subgen. *Paederia* 和 Subgen. *Alatopaederia* 均有第一种类型和第二种类型的花粉,且都有一些类群的花粉具外壁纹饰二型现象,但区别不很明显。

鸡矢藤属植物广布于亚洲、马达加斯加地区和非洲,起源中心在亚洲,马达加斯加地区的鸡矢藤属类群是比较进化的类群<sup>[26-28]</sup>。在鸡矢藤属的 3 亚属中 Subgen. *Paederia* 和 Subgen. *Alatopaederia* 植物为亚洲广布种,在马达加斯加地区很少见,而 Subgen. *Lecontea* 植物在马达加斯加地区常见,在

亚洲很少分布。Subgen. *Lecontea* 的花粉外壁纹饰均为粗网状纹饰,表面光滑或具圆锥状或球状突起,网眼内具棒状突起,明显区别于其他两个亚属。Backlund 等<sup>[29]</sup>运用分子系统学方法对鸡矢藤族的系统与进化关系进行了研究,建立了鸡矢藤族分子系统树,在鸡矢藤属分支上,具粗网状纹饰、网眼内具棒状突起的类群处于最进化的位置。由此我们可以推断鸡矢藤属植物花粉外壁纹饰的演化趋势为:穿孔、网状、细网状→粗网状;网眼内无棒状突起→网眼内有棒状突起。

鸡矢藤族在茜草科的分子系统中位于茜草亚科<sup>[30]</sup>,虽然该族是一个并系类群,但鸡矢藤属作为该族最为进化的代表属之一具有 100% 的靴带支持率<sup>[29]</sup>。与鸡矢藤族其他属相比(如 *Leptodermis*、*Serissa*、*Spermadietyon*)<sup>[7]</sup>,鸡矢藤属花粉单粒,辐射对称,花粉极面观 3-裂圆至钝三角形,赤道面观长圆球形或近长球形,具 3 或 4 沟,外壁表面具网状或穿孔状纹饰,与鸡矢藤族大部分类群的花粉形态相类似,因此从孢粉学角度,鸡矢藤属归于鸡矢藤族是合理的。鸡矢藤属作为鸡矢藤族的模式,既具有和茜草科大多数类群相似的花粉特征,即具 3 或 4 萌发孔沟,萌发孔沟位于赤道,又具有无内萌发孔,外壁纹饰变异大且具有外壁纹饰二型现象等花粉特征。根据 Dessein<sup>[14]</sup>等对茜草科花粉的研究,这些特征都是茜草科花粉原始类型和进化类型之间的过渡类型的花粉特征,从这个观点来看鸡矢藤属花粉属于茜草科花粉过渡类型。

**致谢** 承蒙中国科学院华南植物园标本馆(IBSC)提供花粉材料,公共实验室胡晓颖老师协助制片和照相,在此表示诚挚的感谢。

### 参考文献

- [1] Lo H S(罗献瑞). Flora Reipublicae Popularis Sinica Tomus 71 (2) [M]. Beijing: Science Press, 1999: 86-110.(in Chinese)
- [2] Zhang X F(张晓峰), Ji B P(籍保平), Zhang H J(张红娟), et al. Effects of *Paederia scandens* extracts on blood glucose and blood lipid in streptozotocin-induced diabetic ICR mice [J]. Food Sci (食品科学), 2008, 29(1): 292-295.(in Chinese)
- [3] Peng L H(彭丽环), Huang Y L(黄友陆), Lu Y F(卢燕芳), et al. Curative effect of *Paederia scandens* decoction immersion in the treatment of 32 cases of diabeticmellitus feet [J]. Modern Hosp(现代医院), 2008, 8(6): 82.(in Chinese)
- [4] Erdtman G. Pollen Morphology and Plant Taxonomy (Angiosperms) (An introduction to palynology. I ) [M]. Sweden: Amlqvist & Wiksell Stockholm, 1952: 1-541.
- [5] Verdcourt B. Remarks on the classification of the Rubiaceae [J]. Bull

Jard Bot Etat, 1958, 28:209–290.

[6] Melhem T S, Rossi C L, Del B, et al. Pollen morphological studies in Rubiaceae [J]. Hoehnea, 1974, 4: 49–70.

[7] Robbrecht E. Pollen morphology of the tribes *Anthospermeae* and *Paederieae* (Rubiaceae) in relation to taxonomy [J]. Bull Jard Bot Natl Belg, 1982, 52: 349–366.

[8] Lewis W H. Pollen morphology and revolution in *Hedyotis* subgenus *Edrisia* (Rubiaceae) [J]. Amer J Bot, 1965, 52: 257–264.

[9] Huysmans S, Robbrecht E, Delprete P, et al. Pollen morphological support for the Catesbaeace-Chiococceae-Exostema-complex (Rubiaceae) [J]. Grana, 1999, 38: 325–338.

[10] Huysmans S, Robbrecht E, Smets E. Are the genera *Hallea* and *Mitragyna* (Rubiaceae: Optosapelteae) pollen morphologically distinct [J]. Blumea, 1994, 39: 321–340.

[11] Huysmans S, El-Ghazaly G, Nilsson S, et al. Systematic value of tapetal orbicules: A preliminary survey of the *Cinchonoideae* (Rubiaceae) [J]. Can J Bot, 1997, 75: 815–826.

[12] Dessein S, Harwood R, Smets E, et al. Pollen of *Spermacoce* (Rubiaceae) species from the Northern territory of Australia: Morphology and taxonomic significance [J]. Aust Syst Bot, 2005, 18: 367–382.

[13] Dessein S, Huysmans S, Robbrecht E, et al. Pollen of African spermacoce species (Rubiaceae): Morphology and evolution aspects [J]. Grana, 2002, 41: 69–89.

[14] Dessein S, Ochoterena H, De Block P, et al. Palynological characters and their phylogenetic signal in Rubiaceae [J]. Bot Rev, 2005, 71: 354–414.

[15] Igersheim A. Palynological investigations of *Paederia* L. (Rubiaceae-Paderieae) [J]. Opera Bot Belg, 1991, 3: 135–149.

[16] Punt W, Hoen P P, Blackmore S, et al. Glossary of pollen and spore terminology [J]. Rev Palaeobot Palynol, 2007, 143: 1–81.

[17] Erdtman G. Handbook of Palynology [M]. Copenhagen, Denmark: Munksgaard, 1969: 1–429.

[18] Müller F. Ueber eine dimorphe *Favamea* [J]. Bot Zeit, 1869, 27: 606–611.

[19] Baker H G. Pollen dimorphism in the Rubiaceae [J]. Evolution, 1956, 10(1): 23–31.

[20] Bahadur B. Pollen dimorphism in three heterostyled Rubiaceae [J]. Rev Palaeobot Palynol, 1968, 7: 233–239.

[21] Naiki A, Nagamasu H. Distyly and pollen dimorphism in *Damnacanthus* (Rubiaceae) [J]. J Plant Res, 2003, 116: 105–113.

[22] Ma Q X(马其侠), Wang R J(王瑞江), Cheng B H(陈炳辉). Pollen morphology of *Spiradiclis* Bl. (Rubiaceae) [J]. J Trop Subtrop Bot (热带亚热带植物学报), 2005, 13(2): 159–166.(in Chinese)

[23] Robbrecht E. Tropical woody Rubiaceae: Characteristic features and progressions: Contributions to a new subfamilial classification [J]. Opera Bot Belg, 1988, 1: 1–272.

[24] Hebda R, Lott N. Effects of temperatures and humidities during growth on pollen morphology: A SEM study [J]. Pollen Spores,

1973, 15: 563–571.

[25] Puff C. The genus *Paederia* L. (Rubiaceae-Paederieae): Taxonomic history, revised generic description, and subgeneric division [J]. Opera Bot Belg, 1991, 3: 195–204.

[26] Puff C. Revision of the genus *Paederia* L. (Rubiaceae-Paederieae) in Asia [J]. Opera Bot Belg, 1991, 3: 207–289.

[27] Puff C. Revision of the genus *Paederia* L. (Rubiaceae-Paederieae) in Africa and Madagascar [J]. Opera Bot Belg, 1991, 3: 293–322.

[28] Puff C, Robbrecht E, Andersson L. Relationships and evolution in *Paederia* L. (Rubiaceae-Paederieae): A comparison of classical approach, numerical evaluation and cladistic analysis [J]. Opera Bot Belg, 1991, 3: 337–358.

[29] Backlund M, Bremer B, Thulin M. Paraphyly of Paederieae, recognition of Putorieae and expansion of Plocama (Rubiaceae-Rubioideae) [J]. Taxon, 2007, 56(2): 315–328.

[30] Bremer B, Manen J F. Phylogeny and classification of the subfamily Rubioideae (Rubiaceae) [J]. Plant Syst Evol, 2000, 225: 43–72.

图版说明

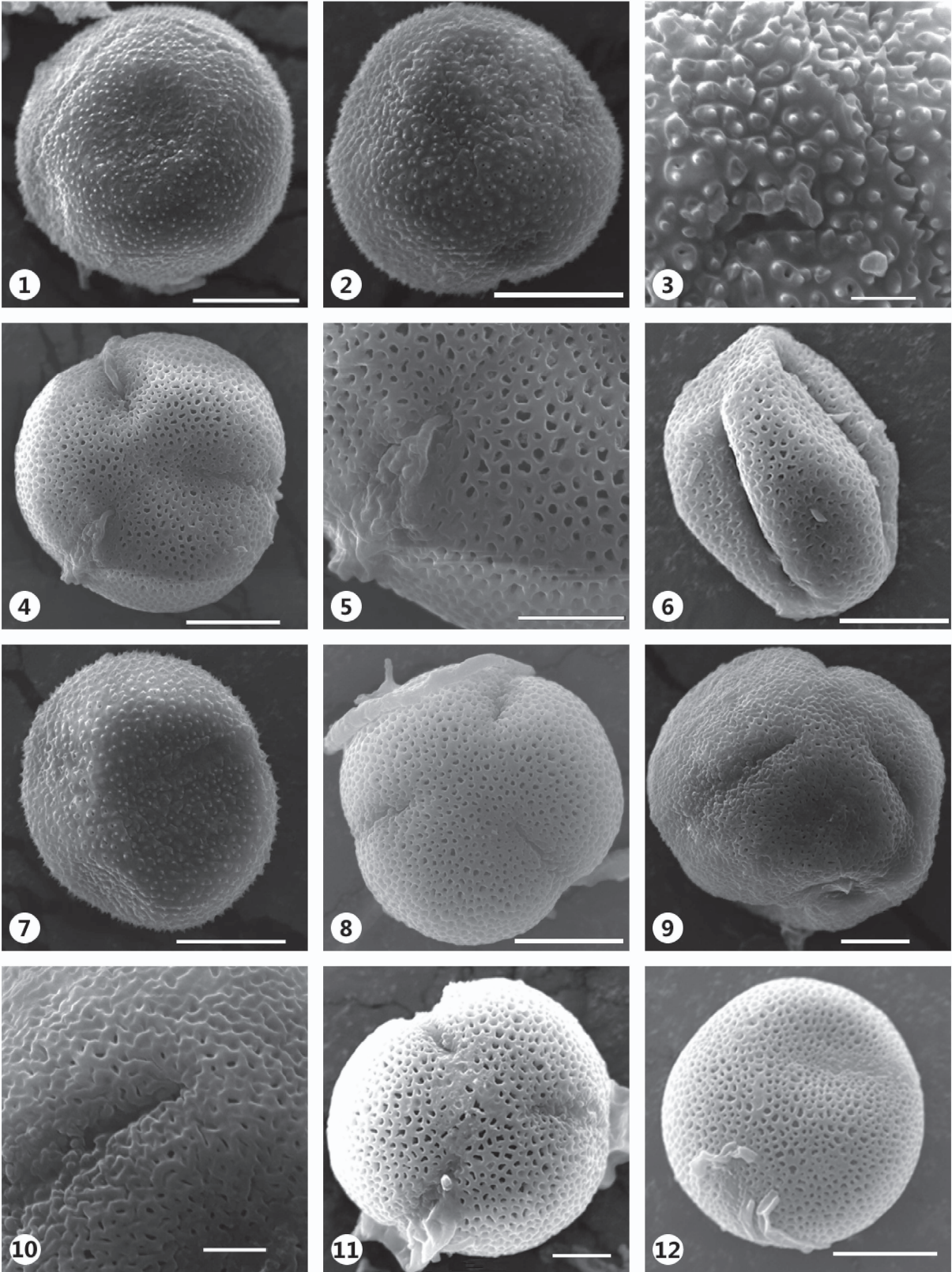
图版 I

- 1. 鸡矢藤花粉赤道面观, 示萌发沟;
  - 2~5. 臭鸡矢藤花粉。2. 极面观, 示 3 萌发沟; 3. 示穿孔状具小刺的表面纹饰; 4. 极面观, 示 3 萌发沟; 5. 示网状的表面纹饰;
  - 6. 耳叶鸡矢藤花粉赤道面观, 示萌发沟;
  - 7~8. 白毛鸡矢藤花粉。7. 极面观, 示 3 萌发沟和穿孔状具小刺的表面纹饰; 8. 极面观, 示 3 萌发沟和网状的表面纹饰;
  - 9~10. 粤鸡矢藤花粉。9. 极面观, 示 3 萌发沟; 10. 示细网状的表面纹饰;
  - 11. 云南鸡矢藤花粉极面观, 示 3 萌发沟;
  - 12. 毛鸡矢藤花粉极面观, 示萌发沟。
- Bars: 1, 2, 4, 6 ~ 8, 11, 12. 10  $\mu\text{m}$ ; 3, 10. 2  $\mu\text{m}$ ; 5, 9. 5  $\mu\text{m}$ .

Explanation of plate

Plate I

- 1. *P. scandens* pollen in equatorial view, showing colpate;
  - 2 ~ 5. *P. foetida* pollen. 2. Polar view, showing 3-colpate; 3. Showing perforate exine ornamentation, spinulescent; 4. Polar view, showing 3-colpate; 5. Showing reticulate exine ornamentation;
  - 6. *P. cavaleriei* pollen in equatorial view, showing colpate;
  - 7 ~ 8. *P. pertomentos* pollen. 7. Polar view, showing 3-colpate and perforate exine ornamentation, spinulescent; 8. Polar view, showing 3-colpate and reticulate exine ornamentation;
  - 9 ~ 10. *P. verticillata* pollen. 9. Polar view, showing 3-colpate; 10. Showing microreticulate exine ornamentation;
  - 11. *P. yunnanensis* pollen in polar view, showing 3-colpate;
  - 12. *P. scandens* var. *tomentosa* pollen in polar view, showing colpate.
- Bars: 1, 2, 4, 6 ~ 8, 11, 12. 10  $\mu\text{m}$ ; 3, 10. 2  $\mu\text{m}$ ; 5, 9. 5  $\mu\text{m}$ .



吕金玲等: 图版 I

LÜ Jin-ling, et al.: Plate I