

# 姜花(*Hedychium coronarium*)花部 维管束系统解剖学研究

林正眉<sup>1,2</sup>, 唐源江<sup>1</sup>, 廖景平<sup>1\*</sup>

(1. 中国科学院华南植物园, 广州 510650; 2. 华南师范大学生命科学学院, 广州 510631)

**摘要:** 姜花(*Hedychium coronarium* Koen.)花梗横切面整体轮廓呈椭圆形,可分为表皮、基本组织和维管束。维管束在基本组织中呈内、外两部分排列。内部维管束联结成网,形成明显外移的三束心皮背束和内方与心皮背束相间的三束隔膜束。至子房室区,心皮背束继续外移,其中主支进入花萼中脉;小分支内移,与内方一轮维管束联结,后来进入唇瓣中央及2枚侧生附属物。在花萼形成的同时,远轴面的两个隔膜中各形成一个上位腺体;同时两束远轴面隔膜束向外、两侧分别形成3束大分支,外方大分支继续外移成为2枚远轴面花瓣中脉,两侧大分支与原外方内移的子房壁维管束合成一相连的环状维管束网,后进入唇瓣两侧;近轴面隔膜束形成3枚分支,外方分支成为近轴面花瓣中脉,两侧分支进入可育雄蕊。探讨了侧生附属物和唇瓣的来源,支持子房延长部形成的腺体为隔膜蜜腺的变异结构的观点。

**关键词:** 姜花;花;维管束系统;退化雄蕊;唇瓣

中图分类号: Q944.58

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2007)01-0023-07

## Floral Vasculature Anatomy of *Hedychium coronarium* (Zingiberaceae)

LIN Zheng-mei<sup>1,2</sup>, TANG Yuan-jiang<sup>1</sup>, LIAO Jing-ping<sup>1\*</sup>

(1. South China Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China;

2. College of Life Science, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

**Abstract:** The transverse section of the pedicel of *Hedychium coronarium* Koen. is oval, including epidermis, the ground tissue and vascular bundles. The periphery vascular bundles surround the inner vascular bundles at the central zone of the pedicel. The inner vascular bundles give rise to 3 carpellary dorsal bundles (CDs) and 3 parietal bundles (PBs) below the locular region. The three CDs are radialized, alternating with the three PBs. In the locular region, the major branches of the three CDs supply 3 sepal midribs, and the small branches extend into the median region of labellum and 2 subulate appendages, accompanied by the portion of the inner bundles. Two abaxial diaphragms form 2 epigynous glands, respectively. The three PBs give rise to 3 strands, respectively. In the abaxial PBs, the outer strands supply abaxial petal midribs and the remaining strands enter into the laterals of labellum. In the baxial PB, the outer strand supplies an abaxial petal midrib, and the lateral strands move into functional stamens. The origins of the subulate appendages and the labellum are discussed. The hypothesis that 2 epigynous glands are special vascularized upward growths from the intramarginal portions of carpels is supported.

**Key words:** *Hedychium coronarium*; Flower; Vascular system anatomy; Staminodium; Labellum

收稿日期: 2006-02-23 接受日期: 2006-11-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(39870087, 30370099, 40332021); 广州市科技攻关项目(06A1406315); 广东省科技计划项目(2003C201033, 2004B20901008); 天河区科技项目(045C013)资助

\* 通讯作者 Corresponding author

姜科 (Zingiberaceae) 植物具有一枚可育雄蕊, 两枚花瓣状或钻状侧生附属物和两枚小的腺体。不同学者对姜科花的结构的认识存在不同的观点。Brown<sup>[1]</sup>认为姜科的两枚腺体与可育雄蕊构成内轮雄蕊, 其唇瓣和两个钻状附属物代表了外轮雄蕊。Raghavan 和 Venkatasubban<sup>[2]</sup>同意 Brown 的看法。Gregory<sup>[3]</sup>却认为姜科的唇瓣代表了 3 枚雄蕊, 即其两侧部与可育雄蕊构成内轮雄蕊, 而其中部与近轴面两侧钻状或花瓣状结构构成外轮雄蕊。Rao<sup>[4]</sup>证实了姜科的两枚腺体仅是子房外表皮长出的产物, 并不代表雄蕊。Rao<sup>[4]</sup>、Schumann<sup>[5]</sup>、Rendle<sup>[6]</sup>和 Willis<sup>[7]</sup>认为姜科的唇瓣来源于远轴面的两枚内轮雄蕊, 和可育雄蕊一起构成内轮雄蕊; 两枚钻状附属物代表了近轴面的两枚外轮雄蕊, 而其远轴面的一枚外轮雄蕊完全被抑制。唐源江等<sup>[8]</sup>曾对小草蔻 (*Alpinia henryi*) 花部维管系统进行研究, 认为姜科的腺体不属于雄蕊成员, 萼片可能有部分雄蕊属性; Liao 等<sup>[9]</sup>认为草豆蔻 (*Alpinia katsumadai*) 的唇瓣可能包含 5 枚退化雄蕊。本文以姜花 (*Hedychium coronarium* Koen.) 为材料, 利用解剖学方法研究姜科花部维管束系统, 探讨姜科植物花部维管束系统的发生和发展情况, 为姜科植物系统发育研究提供资料。

## 1 材料和方法

研究材料姜花 (*Hedychium coronarium* Koen.) 采自中国科学院华南植物园姜园。取刚开放的花朵, 经 FAA 固定, 铁矾 - 苏木精整体染色, 石蜡切片法制片, 切片厚度 18  $\mu\text{m}$ ; 每朵花从花梗顶部至雄蕊群与花柱基部的一段作连续横切片。共观察了 8 朵花。用 Olympus BH-2 显微镜观察, Nikon E4500 数码相机显微拍摄。切片标本保存于中国科学院华南植物园 (SCIB) 结构发育实验室。描述术语参见 Rao<sup>[4]</sup>和 Liao 等<sup>[9-10]</sup>。

## 2 观察结果

### 2.1 花的形态

花萼管长约 4.5 cm, 顶端一侧开裂; 花冠管纤细, 长 8 cm, 裂片 3, 披针形, 长约 5 cm, 后方的一枚呈兜状; 棒状腺体 2, 着生于子房顶端, 花冠管内侧, 黄色, 长约 0.5 cm; 侧生退化雄蕊 2 枚, 着生于花冠

管顶端, 长圆状披针形, 长约 5 cm; 唇瓣 1 枚, 位于花冠管顶端, 倒心形, 长和宽约 6 cm, 白色, 基部稍黄, 顶端 2 裂; 发育雄蕊 1 枚, 花丝长约 3 cm, 花药室长 1.5 cm, 花药纵裂, 花粉粒圆球形; 雌蕊 1, 子房被稀疏绢毛, 长约 0.5 cm, 下位, 3 心皮 3 室, 中轴胎座, 每室胚珠多数, 花柱细弱, 长约 12 cm, 包藏于花丝和花药形成的沟槽中, 柱头 1, 纺锤形, 中间具横隔, 湿润, 密被纤毛。一朵完整的姜花纵切面可划分为花梗、子房室下区、子房室区、子房延长部 (简称延长部) 及花部。3 枚萼片、3 枚花瓣、2 个腺体和花柱着生于延长部顶端; 2 枚侧生退化雄蕊、1 枚唇瓣和 1 枚发育雄蕊着生于花冠管顶部。子房室间没有隔膜蜜腺。

### 2.2 花部维管束系统

从花梗与苞片分离处开始切片观察, 花梗横切面呈椭圆形, 由外向内依次为表皮、基本组织和维管束, 维管束均为外韧维管束。维管束在基本组织中呈内外两部分排列。外部维管束大小不一, 约 25 束, 排列成一轮; 内部维管束分散排列, 约 19 束。花梗的中央部分通常还具 2-3 束细小的维管束。在苞片与花梗分离时, 内部的 3 束维管束从内部明显外移 (图版 I: 1), 成为后来的 3 束心皮背束。

维管束向上延伸至子房室下区时, 外部约 23 束维管束与由内部维管束形成的的心皮背束呈一轮排列 (图版 I: 2)。内方维管束集结后稍向外, 在与心皮背束相间的位置形成 3 个大维管束, 成为后来的隔膜束, 呈三角形排列。中间分布着约 3 束小维管束 (图版 I: 2,3)。此时可观察到, 隔膜束之间有子房室的生分组织产生 (图版 I: 3)。

至子房室区, 3 束心皮背束继续外移, 进入子房壁, 移至子房室的背部中央, 最靠近子房室; 心皮背束有极小的分支内移, 与内方维管束联结。内部的 3 束大维管束成为隔膜束; 中间分布的小维管束集成较明显的 3 束 (图版 I: 3), 向上延伸时, 远轴面的维管束分支 (图版 I: 4), 与近轴面的两支分别进入胎座和 3 个子房室的胚珠; 至子房室中部时, 胎座维管束再一次分支 (图版 I: 5), 两分支分别进入近轴面的两个子房室胚珠中。胎座维管束最终消失于子房室顶部。此时, 心皮背束位于子房室的背部中央, 最靠近子房室; 隔膜束则处于隔膜最外端, 其中近轴面一束明显较其它两束大 (图版 I: 5,6); 外

部的维管束整齐地排列成一轮, 数目增加至 30 束, 约一大一小相间排列。

至子房室顶部, 即子房延长部基部时, 远轴面子房室先缩小, 近轴面两个子房室也随后缩小, 子房室成为倒“Ω”型的小沟, 经延长部进入花柱, 成为花柱沟(图版 I: 7,8)。

随着子房室变小, 心皮背束主支进一步外移, 内方分支内移; 而外方子房壁的维管束分成两部分: 一部分依然分布在外方(约 14 束), 另一部分则内移(约 10 束), 与心皮背束小分支联合(图版 I: 7,8)。最后, 3 束心皮背束主支分别进入最早分化出来的花萼中部, 成为花萼中脉; 而保留在子房壁外方的维管束则成为花萼的侧脉。此时, 花萼联合成花萼管(图版 II: 9)。远轴面心皮背束分支与内方维管束网结后, 再分离并进入唇瓣中央; 而近轴面心皮背束内方分支与内方维管束网结后, 再分离并进入唇瓣中间。

在花萼形成的同时, 远轴面的两隔膜中各形成一团分生组织细胞, 细胞质浓厚, 细胞壁薄, 内移的子房壁维管束有极小的分支进入这两团组织中(图版 II: 10)。成熟后形成 2 个黄色短棒状的结构, 外围全为长柱形分泌细胞。

3 束隔膜束在向上延伸的过程中, 近轴面隔膜

束不断增大, 2 束远轴面隔膜束变化不大。在花萼形成时, 两束远轴面隔膜束向外、两侧形成 3 个大分支, 外方大分支继续外移, 两侧大分支与子房壁内移的维管束集成环状维管束网(图版 I: 8)。而后, 远轴面的 2 束隔膜束外方大分支在花瓣形成时进入花瓣中部, 成为远轴面两枚花瓣的中脉。环状维管束网分离, 又形成一环维管束(图版 II: 10), 其中, 远轴面有 4 束外移, 以后成为花瓣侧脉; 有 3 束进入花柱, 成为花柱维管束。远轴面两束隔膜束的 4 个大分支分别进入唇瓣两侧, 部分小分支也进入唇瓣远端(图版 II: 11,12)。

唇瓣刚形成时, 与远轴面两个花瓣中脉相对的位置细胞层数多, 维管束大(此处维管束主要来源于两束远轴面隔膜束的两侧大分支)(图版 II: 12)。往上延伸, 连接唇瓣和可育雄蕊的组织分离开, 形成 2 枚侧生附属物(图版 II: 13), 在相关文献中称为侧生退化雄蕊<sup>[4,8]</sup>。继续往上, 唇瓣中间的维管束不断增大, 细胞层数也增多(图版 II: 14)。

近轴面的隔膜束分支, 形成 3 支: 中间维管束小, 稍向外移, 以后进入近轴面花瓣的中部, 成为花瓣中脉; 两侧维管束大, 往左右移(图版 II: 11)。左右两侧的维管束在上升过程中再一次分支, 中间两小支合并成中间束。这 3 束和子房壁的 2 束维管束

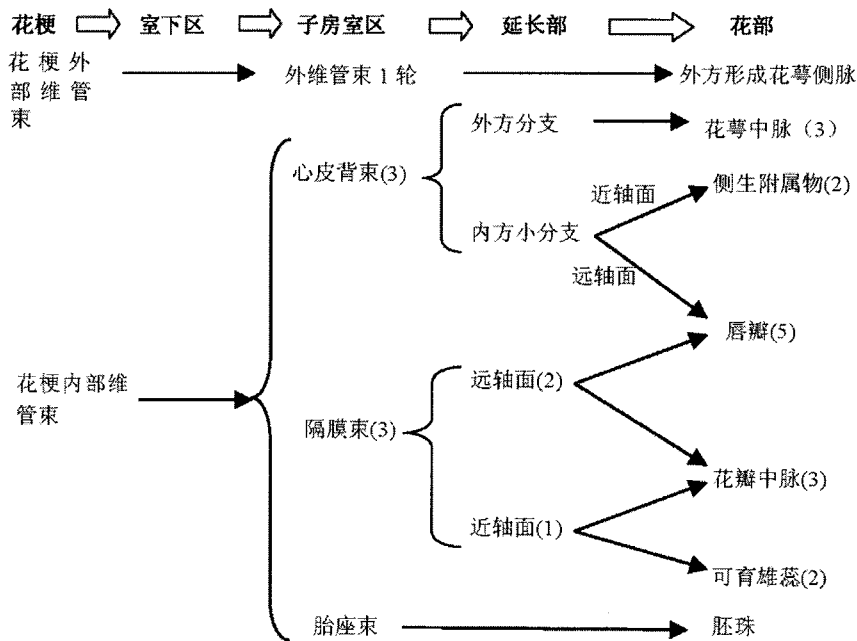


图 1 姜花花部维管束的走向

Fig. 1 The course of floral vascular system in *Hedychium coronarium*

括号中的数字为主要的维管束数目。The number of vascular bundles in floral parts is shown in parenthesis.

一同进入可育雄蕊(图版 II: 15), 并继续延伸(图版 II: 16)。

姜花的花部维管束走向如图 1。

### 3 讨论

#### 3.1 花萼、花冠和胎座、花柱的维管系统来源

姜花花梗维管束可以分为内外两部分, 内部维管束分散分布。在花梗顶部可以明显区分出心皮背束, 3 束心皮背束外方分支大, 进入花萼成为花萼中脉。来自外部的部分维管束成为花萼的侧脉。

内部的维管束在苞片形成时, 集结形成了心皮背束; 其余大部分形成了隔膜束; 排列在中间、较少的维管束集成 3 束, 后又分支, 分别进入胎座和胚珠, 最后胎座的维管束全部进入胚珠。

子房室区远轴面 2 枚隔膜束分支, 向外形成 2 枚较大的维管束, 在花瓣形成时进入花瓣中部, 成为远轴面两枚花瓣的中脉。外部的维管束和这 2 枚隔膜束的细小分支联结成维管组织网, 后再分离形成维管束, 其中有部分形成了花瓣的侧脉。近轴面的隔膜束分支, 外方分支进入近轴面花瓣成为花瓣中脉。

由外部的维管束和远轴面的 2 枚隔膜束网结后形成的维管束中, 有 3 个小分支进入花柱, 成为花柱维管束。

#### 3.2 可育雄蕊的维管系统

可育雄蕊的维管系统来源于子房延长部近轴面的隔膜束。在进入雄蕊之前, 隔膜束先形成 3 个分支, 中间靠外的较小分支进入花瓣, 成为花瓣中脉。两侧的大分支进入雄蕊, 成为雄蕊的维管束系统。从隔膜束的维管系统发生与发展看, 可育雄蕊代表了 1 枚内轮雄蕊。

#### 3.3 上位腺体、唇瓣和侧生附属物的维管系统

在延长部形成的 2 个黄色棒状腺体起源于子房隔膜处的细胞, 其维管束来源于子房壁维管束极小的分支, 外围为长柱形分泌细胞。这与 Brown<sup>[1]</sup>、Raghavan 和 Venkatasubban<sup>[2]</sup>认为姜科的两枚腺体与可育雄蕊构成内轮雄蕊不符, 而与 Rao<sup>[4]</sup>和唐源江等<sup>[8]</sup>在姜科其它种类中的研究结果相近。因此, 支持这两枚腺体为隔膜蜜腺变异的论点。

唇瓣的维管束系统中, 两侧的 4 个大维管束来源于远轴面 2 枚隔膜束的大分支, 而中央维管束则

来源于心皮背束细小分支与子房壁维管束联结成的维管束网再分离的维管束。说明唇瓣的维管系统中间部分来源于心皮背束, 两侧部来源于两枚隔膜束, 因此推测唇瓣中央代表了 1 枚外轮雄蕊, 两侧则代表了 2 枚内轮雄蕊。

侧生附属物的维管组织来源于心皮背束细小分支与子房壁维管束联结成的维管束网分离后的维管束。说明侧生附属物含有心皮背束的成分。

从姜花花部维管束系统看, 近轴面可育雄蕊两侧的 2 枚长圆状披针形的附属物, 其维管束来源于心皮背束细小分支与子房壁维管束联结成的维管束网再分离后的维管束, 因而支持 2 枚侧生附属物为 2 个外轮退化雄蕊的观点。

#### 3.4 姜花 5 枚退化雄蕊的可能去向

在姜目有关类群的维管束系统研究中, 大部分学者认为外轮雄蕊维管束几乎只与心皮背束或其伴束有关, 而内轮雄蕊维管束则几乎只与隔膜束有关<sup>[8,10-12]</sup>。综合姜花花部维管束系统的结构, 发现 3 束心皮背束的主支进入了花萼中脉, 而远轴面的 1 束心皮背束的细小分支则与周围子房壁维管束一起进入了唇瓣的中央, 而两侧的心皮背束细小分支则进入了 2 枚侧生附属物。3 束隔膜束中, 近轴面 3 个大分支的左右 2 个分支进入了可育雄蕊, 而外方的分支则进入了近轴面的花瓣中脉; 远轴面的 2 个隔膜束也有 3 个大分支, 靠外方的外移进入了另 2 个花瓣中脉, 而两侧的 4 个分支则分别进入了唇瓣的左右两侧。因此, 我们认为 2 枚侧生附属物为退化的 2 枚外轮雄蕊; 而唇瓣中央代表了另 1 枚外轮雄蕊, 两侧则代表了 2 枚内轮雄蕊, 即唇瓣代表了 3 枚退化雄蕊。这与 Gregory<sup>[3]</sup>的观点一致。

#### 参考文献

- [1] Brown R. Remarks on *Apostasia* in Wallich [J]. *Planta Aasiat Rar*, 1830, 1:76.
- [2] Raghavan T S, Venkatasubban K R. A contribution to the morphology and cytology of *Alpinia calcarata* Rosc. with special reference to the theory on Zingiberous flowering [J]. *Proc Ind Acad Sci*, 1941, B13:325.
- [3] Gregory P J. The floral morphology and cytology of *Eleotaria cardamomum* Maton. [J]. *J Linn Soc Bot*, 1936, 50:363-391.
- [4] Rao V S, Pai R M. The epigynous glands of Zingiberaceae [J]. *New Phytol*, 1963, 62:342-349.
- [5] Schumann K. *Musa* [A]. In: Engler A. *Das Pflanzenreich*, IV [M]. Berlin: Wilhelm-Engelmann, 1904. 45, 13.

- [6] Rendle A B. Classification of Flowering Plants Vol. II [M]. London: Cambridge University Press, 1953. 332-337.
- [7] Willis J C. A Dictionary of the Flowering Plants and Ferns [M]. 8th ed. London: Cambridge University Press, 1973. 1240.
- [8] Tang Y J(唐源江), Xie Z Y(谢中誉), Liao J P(廖景平). Studies on vascular system anatomy of the flower of *Alpinia henryi* [J]. J Trop Subtrop Bot(热带亚热带植物学报), 2002, 10(1):27-32. (in Chinese)
- [9] Liao J P(廖景平), Tang Y J(唐源江), Song J J(宋娟娟), et al. Floral vasculature in *Alpinia hainanensis* in relation to the nature of the labellum in gingers [J]. Nord J Bot, 2005, 23(1):1-9.
- [10] Liao J P(廖景平), Wen Y Q(温颖群), Wu Q G(吴七根). Studies on vascular system anatomy of the flower of *Orchidantha chinensis* T. L. Wu [J]. J Trop Subtrop Bot(热带亚热带植物学报), 1998, 6(4):275-282. (in Chinese)
- [11] Liao J P(廖景平), Tang Y J(唐源江), Wen Y Q(温颖群), et al. Studies on vascular system anatomy of the flower of *Musa coccinea* Andr. [J]. Guihaia(广西植物), 2001, 21(4):321-325. (in Chinese)
- [12] Tang Y J(唐源江), Liao J P(廖景平), Wen Y Q(温颖群), et al. Vascular system anatomy of *Strelitzia nicolai* flower [J]. Acta Bot Yunnan(云南植物研究), 2000, 22(3):291-297. (in Chinese)
- [13] Wu T L(吴德邻), Larsen K. Flora of China, Vol. 24 [M]. Beijing, St. Louis: Science Press, Missouri Botanical Garden Press, 2000. 322-377.

## 图版说明

Bar = 0.3 mm; ↑: 心皮背束 Carpellary dorsal bundle; ▲: 隔膜束 Parietal bundle; S: 花萼 Sepal; P: 花瓣 Petal; G: 蜜腺 Gland; L: 唇瓣 Labella; St: 侧生附属物 Staminode; FS: 可育雄蕊 Fertile stamen.

### 图版 I

- 1-2. 花梗横切面, 示心皮背束形成;  
3-4. 子房室下区, 示隔膜束形成;  
5-6. 子房室, 示子房室特征及隔膜束大小;  
7-8. 子房室顶部, 示子房室及心皮背束变化;

### 图版 II

- 9-10. 子房室延长部, 示花萼、花瓣维管束和蜜腺的形成;  
11-16. 花部, 示唇瓣、侧生附属物和可育雄蕊维管束形成。

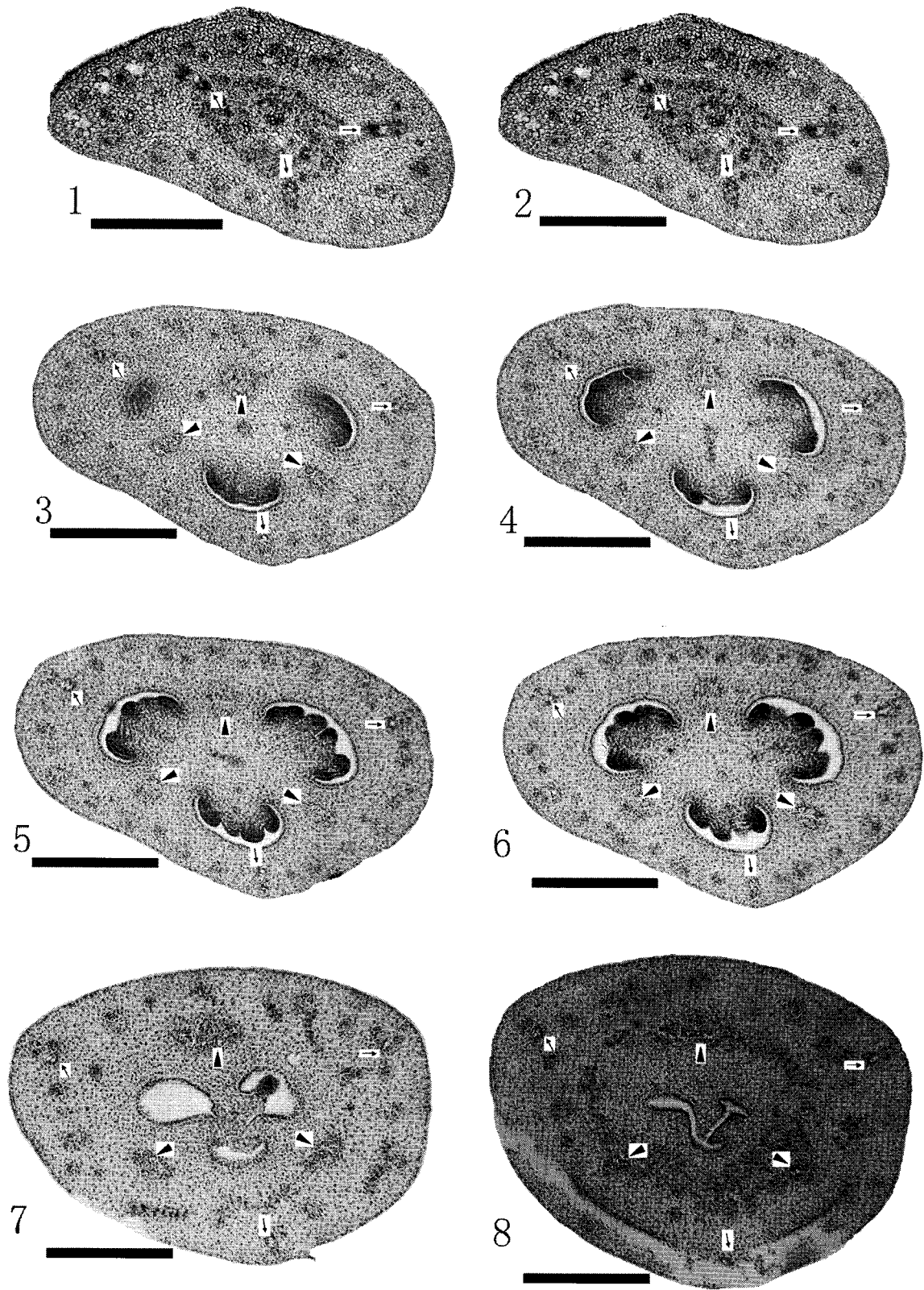
## Explanation of plates

### Plate I

- 1-2. Transverse section of the pedicel, showing carpellary dorsal bundles;  
3-4. Sublocular region, showing parietal bundles;  
5-6. Locular region, showing parietal bundles and a locular;  
7-8. Locular apex, showing carpellary dorsal bundles and locules;

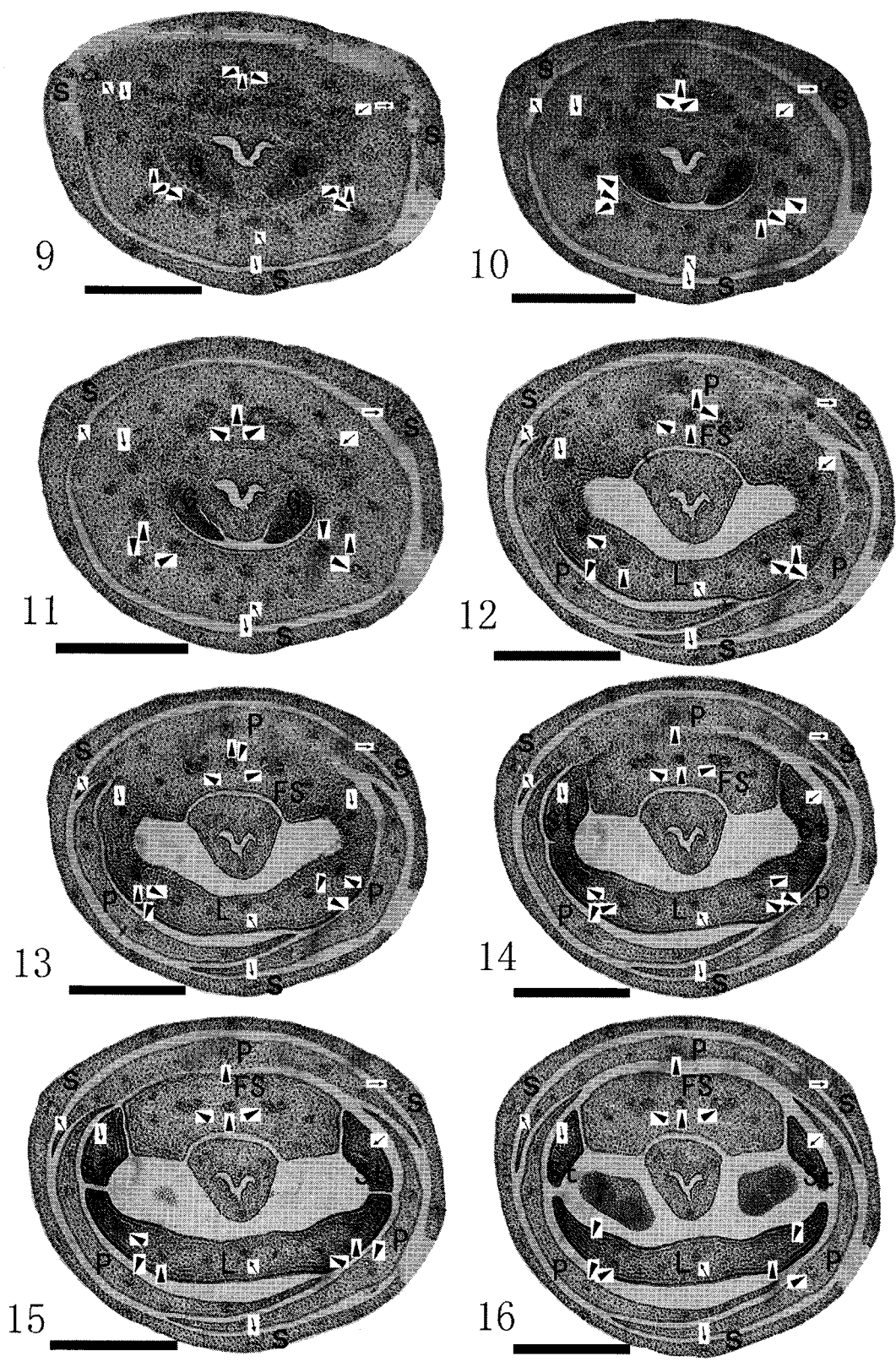
### Plate II

- 9-10. The prolongation of locular, showing the bundles supplying sepal, petal and gland;  
11-16. Floral base, showing the bundles supplying labellum, staminodes and fertile stamens.



林正眉等：图版 I

LIN Zheng-mei et al.: Plate I



林正眉等：图版 II

LIN Zheng-mei et al.: Plate II