

小草蔻花部维管束系统的解剖学研究

唐源江 谢中誉 廖景平*

(中国科学院华南植物研究所, 广东 广州 510650)

摘要: 小草蔻花梗的维管束可分成外环和中心区两部分。进入室下区后, 外环维管束向外偏移, 其数目由约 13 束增加至约 40 束; 中心区由不规则分布的 18 束变为三角形排列的 12 束。延伸至子房室区时, 外环基本不变, 而原来中心区的维管束则成为 3 束心皮背束, 3 束隔膜束及 5-7 束小的胎座维管束。3 束心皮背束外方的主支经延长部最后进入花萼, 胎座维管束于延长部基部消失。及至延长部基部, 3 束隔膜束的内侧横向分支, 并最后与部分外环的维管束及心皮背束内方的细小分支在此形成一个维管束网结, 而外侧的主支直接向上延伸; 近轴面的隔膜束主支分裂成 4 支最后进入仅有的 1 枚功能雄蕊, 远轴面的 2 束隔膜束主支则各分成 2-3 束最后进入唇瓣。延长部的维管束网结部分延伸入花瓣、唇瓣和腺体基部, 少量进入花柱。首次提出姜科植物的花萼既代表了 3 枚花萼片, 又包含了 3 枚缺失的外轮雄蕊; 支持姜科的唇瓣代表了两枚缺失的内轮雄蕊及两枚腺体是隔膜腺变异结构的观点。

关键词: 小草蔻; 花; 维管束系统; 解剖学

中图分类号: Q944.58

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2002)01-0027-06

Studies on Vascular System Anatomy of the Flower of *Alpinia henryi*

TANG Yuan-jiang XIE Zhong-yu LIAO Jing-ping*

(South China Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China)

Abstract: Outer ring (OR) and central region (CR) of vascular bundles in pedicel of *Alpinia henryi* can be recognized. When OR and CR extend into sublocular region, the bundles of OR moves toward outside and increases in number from 13 to 40, scattered CR bundles are arranged into triangle and their number varies from 18 into 12. At the locular region, the CR bundles are arranged as 3 carpellary dorsal bundles, 3 parietal bundles, and 5-7 small placental bundles which fade away at the base of prolongation. Outer large branches of the three carpellary dorsal bundles finally enter the calyx. At the base of the prolongation, three parietal bundles produce some transverse branches which become vascular plexus with branches of partial bundles and a few small branches originated from three carpellary bundles, but their bundles extend directly upwards. Finally, the adaxial parietal bundle splits up into 4 branches which runs up into a functional stamen, while the two abaxial parietal bundles split up respectively into 2-3 branches going to the labellum. The bundles of the vascular plexus finally enter petals, labellum and style. It suggested that the calyx contains not only bundles in three sepals but also in three absent stamens. The authors support the views that the labellum represents two absent stamens of inner whorl of androecium and the two glands are of modified gynoplural nectary.

Key words: *Alpinia henryi*; Flower; Vascular system; Anatomy

收稿日期: 2001-07-11 接受日期: 2001-11-27

基金项目 国家自然科学基金项目(39870087)资助

* 通讯联系人 Corresponding author

姜科植物只有一枚功能雄蕊,而理论上姜科植物的雄蕊应是3基数6枚。关于理论上还应有的5枚雄蕊的去向一直是分类学和解剖学所关注的问题^[1]。对此问题争议向来颇多,至今尚无一致的意见。为了进一步确认其缺失雄蕊的去向,本文以小草蔻(*Alpinia henryi* K. Schman)为材料,用解剖学方法对花部维管束系统进行了研究。

1 材料和方法

材料采自中国科学院华南植物研究所华南植物园姜园。取小草蔻刚开放的花朵,用FAA固定,铁矾-苏木精整体染色,石蜡切片法制片,切片厚度18 μm ;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,进行系统观察,共观察了5朵花。Leitz Ortholux-II显微镜观察,绘图仪绘图。

2 观察结果

2.1 花的纵切面结构

一朵完整的小草蔻花可划分为花梗、室下区(sublocular region)、子房室区(locular region)、子房延长部(prolongation)(简称延长部)及花部五部分。3枚萼片、3枚花瓣、1枚功能雄蕊和花柱均着生于延长部顶端(图1:1)。

2.2 花部维管束系统

花梗的横切面轮廓椭圆形,最外方为表皮层,其下为皮层,皮层以内为维管束区。花梗基部的维管束可明显分为外环和中心区两部分,均为外韧维管束(图1:2)。外环的维管束相对较大,约13束。中心区的维管束相对较小,呈无规则分散分布,约18束。维管束向上延伸,外环的维管束向外方移动,并产生分枝,数目增多,至花梗中部时,外环共有约32束;而中心区维管束则向其中心聚拢,数量减少,至花梗中部时,成一环形,此时共约12束(图1:3)。及至花梗顶部,即室下区基部时,组成外环的维管束进一步向外方移动,数目也进一步增多至约40束,而中心区的维管束则由中部的环形变成近等边的三角形,数目基本不变(图1:4)。

进入室下区后,外环的维管束几乎没有什么变化,中心区的维管束则发生明显变化,首先是三个角部位置的维管束明显向外偏移,接着是三个边部位置的维管束各自逐渐聚集,与此同时向内还产生一些(约10束)小的分枝。延伸至室下区中部时,三个角部位置的维管束独立成3束,在子房室区,它们进入子房壁成为3束心皮背束;而三边部位置的维管束则分成两部分,一部分聚集成向外移的3束,此3束进入子房室区后成为3束隔膜束,另一部分为聚集过程中向内产生的那些小分枝,进入子房室区的中轴,最后成为胎座维管束(图1:5)。

小草蔻子房三室,由三心皮愈合而成,中轴胎座(图1:6)。两室之间的隔膜中间没有隔膜腺(gynoplural nectary)。进入子房室区后,子房壁的维管束较易区分出的有心皮背束(carpellary dorsalsbundle)及隔膜束(parietal bundle)(图1:6)。心皮背束3束,分别出现在三个子房室的背面较中央的位置。隔膜束3束,分别出现在与两室之间的隔膜相对的位置,近轴面的隔膜束相对较大。此时胎座维管束数目减少至5-7束,并分出细小分支与胚珠相连。到达子房室区中上部时可见它们排列成三组(图1:6)。随后胎座维管束逐渐变小,及至延长部基部时消失(图1:7)。

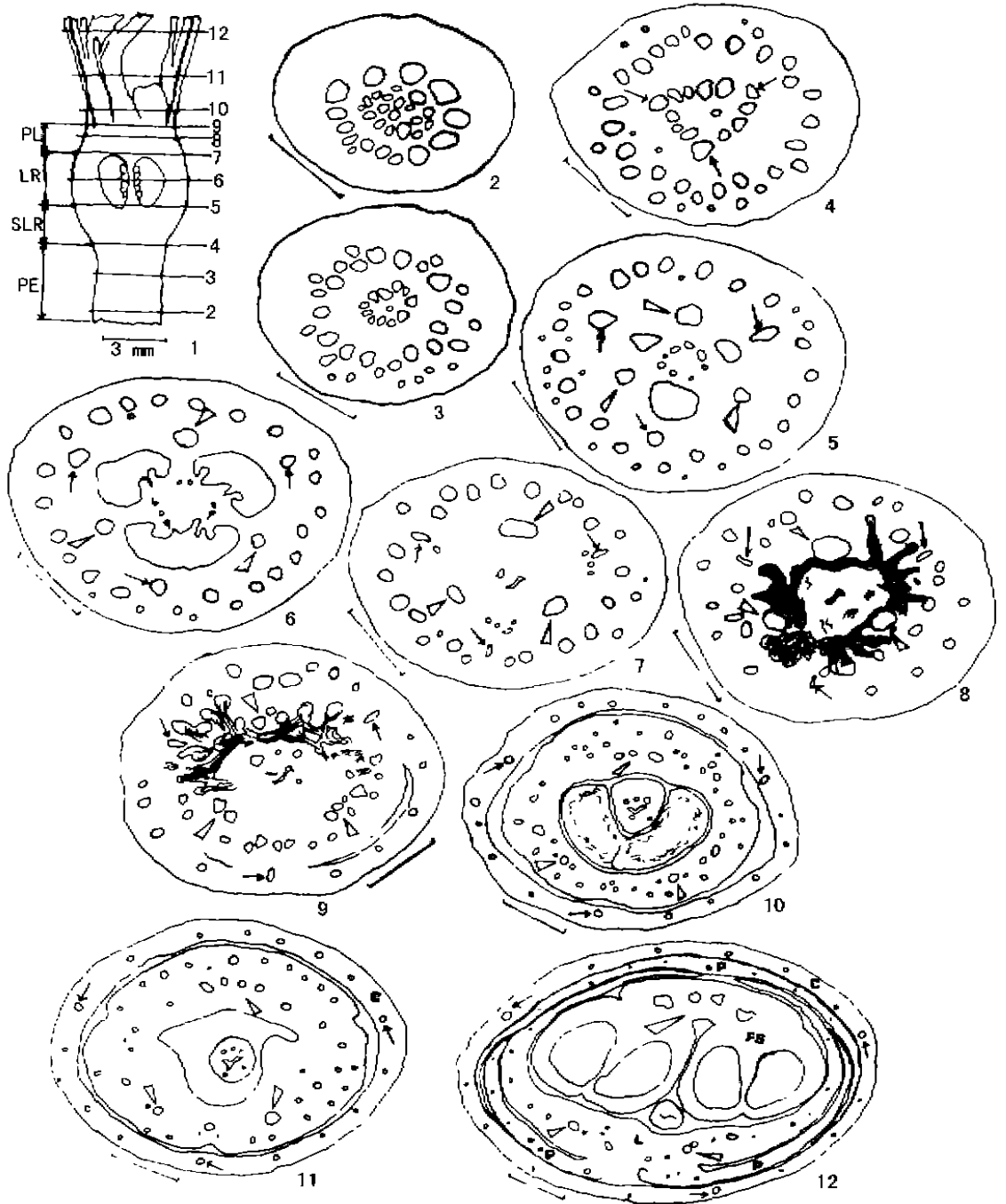


图 1 小草蔻花的维管束系统解剖结构图

Fig 1 Structure of vascular system of flower in *Apinia henryi*

1: 花的纵切面 Longitudinal section of a flower; 2-12: 为 1 中花不同水平的横切面 Transverse sections at different levels of the flower. 2-12 均以上方为花的近轴面, 下方为花的远轴面. The upper side in 2-12 is adaxial, the lower side is abaxial. 1 的比例尺为 3 mm, 2-12 的比例尺均为 1 mm. Bar=3 mm in 1, while 1 mm in 2-12. PE: 花梗 Pedicel; SLR: 室下区 Sublocular region; LR: 子房室区 Locular region; PL: 延长部 Prolongation; ↑: 心皮背束 Carpellary dorsal bundle; △: 隔膜束 Parietal bundle; C: 花萼 Calyx; P: 花瓣 Petal; FS: 功能雄蕊 Functional stamen; L: 唇瓣 Labellum.

在延长部基部,子房室变小而成为 S 形的小沟(图 1:7),经延长部后进入花柱,于花柱基部形成花柱沟(图 1:10-12)。

随着子房室变小,3 束心皮背束进一步向外偏移并产生少许细小分枝,外方的分支即主支由原来的近圆形慢慢变成近椭圆形,至延长部中上部时并逐渐成为线形、变小(图 1:10,11),最后与子房壁最外围的部分不加入维管束网结的维管束一同进入最先分离出来的圆筒形的花萼管,组成为花萼维管束系统(图 1:10-12)。

3 束隔膜束向上延伸过程中,远轴面的两束形态变化不大,近轴面的隔膜束增粗变大(图 1:8,9),3 束隔膜束都同时产生一些横向延伸的维管束分支,至延长部中部时,这些分支加入一个由来自各部分维管束及其分支形成的纵横交错的维管束网结(vascular plexus)(图 1:8)。但 3 束隔膜束的主支仍可分辨(图 1:8),接着往上延伸时,可见 3 束隔膜束主支分支变小,各产生 2-4 束小的维管束(图 1:9),随后它们都进入近圆筒形的花冠管(图 1:10,11),最后近轴面的隔膜束分出 4 束维管束一起进入仅有的一枚功能雄蕊,成为雄蕊的维管束系统,而远轴面的 2 束隔膜束的主支则进入唇瓣,与来源于维管束网结的部分维管束一起组成唇瓣的维管束系统。

形成延长部维管束网结的维管束来源于子房壁中的大部分维管束成分,包括 3 束心皮背束的分支、3 束隔膜束的分支及部分外环的维管束。该网结存在于延长部近中部至其顶部的一段范围内,最后该网结的维管束去向有三:(1)是产生 5-6 束小的分支,这些分支进入继花萼管分离之后分离出来的花柱,成为花柱维管束;(2)产生一个似马蹄形的细小维管束丛只进入腺体的基部;(3)进入花冠管基部,最终部分进入唇瓣,部分进入花瓣。

小草蔻花部维管束的走向如图 2 所示。

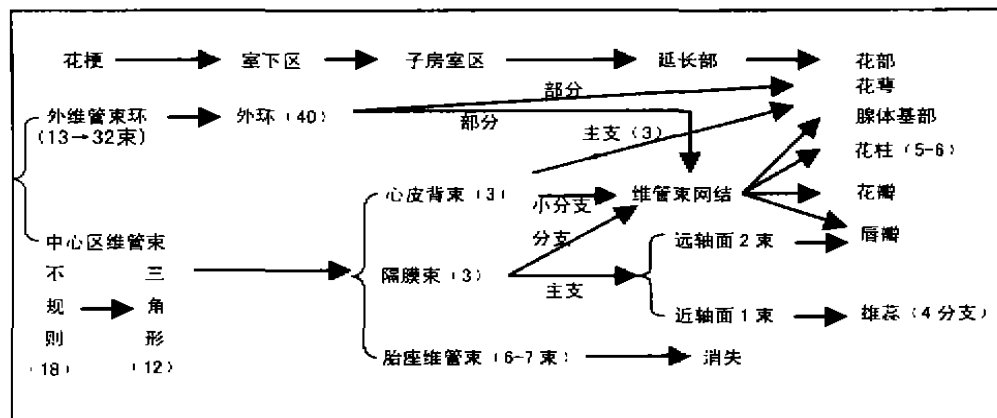


图 2 小草蔻花部维管束的走向

Fig. 2 The course of floral vascular system in *Alpinia henryi*

3 讨论

3.1 关于 5 枚缺失的雄蕊

姜科植物只有 1 枚功能雄蕊,直至目前为止,关于其它 5 枚(理论上应是 6 枚)缺失雄蕊的去向存在诸多争议。Brown^[3]认为两个腺体和近轴面功能雄蕊组成 3 枚内轮雄蕊,唇瓣和两枚侧生退

化雄蕊构成3枚外轮。Rao等^[3,4]分析了Payer, Tieghem, Eichler, Baillon, Schumann, Rendle和Willis等的观点,认为大致有二种意见:一是认为功能雄蕊和唇瓣构成内轮雄蕊,而2枚退化的侧生雄蕊和一枚缺失了的远轴面成员组成3枚外轮雄蕊,唇瓣代表两枚远轴面的内轮雄蕊;二是认为唇瓣代表三重结构,其两侧为三个内轮雄蕊中的两个成员,与功能雄蕊组成3枚内轮雄蕊,而其中央部分为三个外轮雄蕊的成员之一,与近轴面的两侧退化雄蕊组成3枚外轮雄蕊。后来他们在此基础上,通过对*Curcuma inodora*, *Alpinia vittata*和*Hedychium coronarium*,及对*Curcuma pseudomontana*, *Kaempferia scaposa*, *Hitchenia caudina*, *Zingiber macrostachyum*和*Zingiber cernuum*花部维管束系统的研究,认为花部的两枚腺体不属于雄蕊的成员,而是心皮结构的成份。由于在维管束系统的结构上,雄蕊群所有成员的维管束均具有相同的来源,即源于单一的维管束网结,因此他们认为已无法准确定位理论上应有的两轮雄蕊。Pai^[5]进一步研究了*Elettaria cardamomum*的花部结构后,支持姜科植物的唇瓣应是代表两枚退化的内轮雄蕊。值得注意的是,这些观点有一个明显的不足,即这些学者都只是从姜科植物本身去寻找缺失雄蕊的去向,而没有从系统学的角度结合相关类群的相对结构上去寻找。

迄今为止,姜目具有8科的观点已为大多数植物分类学家及系统学家所接受^[1]。在这8科植物中,总共有20多属30多种的花部维管束系统被研究过^[6]。从这30多种植物来分析,除姜科和闭鞘姜科外,其它各科雄蕊维管束多与心皮背束或其伴束(心皮背束伴束是指心皮背束外侧与其紧靠的大维管束)及隔膜束有关。如旅人蕉科^[6]和兰花蕉科^[7]的外轮雄蕊维管束直接由心皮背束伴束延伸而来;芭蕉科和蝎尾蕉科^[8]以及竹芋科^[9-12]的外轮雄蕊维管束由心皮背束分出;美人蕉科^[13]的外轮雄蕊维管束由心皮背束分支或同时由心皮背束和隔膜束分支而来。旅人蕉科、兰花蕉科、芭蕉科、蝎尾蕉科的内轮雄蕊维管束均直接由隔膜束延伸而来。竹芋科的内轮雄蕊维管束由隔膜束分支产生,美人蕉科的内轮雄蕊维管束来自隔膜束分支或同时还接受心皮背束分支。而在姜科^[3-5,14-16]心皮背束进入萼片成为花萼维管束,在闭鞘姜科^[17,18]心皮背束则进入花柱成为花柱维管束。我们对姜科植物小草蔻花部维管束系统的解剖学观察表明,其心皮背束外方的主支延伸入花萼成为花萼维管束系统的一部分,这与Rao等^[3,4]的观察结果是一致的,但在隔膜束的去向上则不同,小草蔻的三束隔膜束在进入延长部的维管束网结时,仍然可辨,隔膜束只是产生横向分支加入该网结,其主支则直接进入功能雄蕊(近轴面隔膜束)和唇瓣(远轴面2束隔膜束),而维管束网结最后部分进入唇瓣,与远轴面的2束隔膜束主支构成唇瓣维管束系统,部分进入花瓣成为花瓣维管束,部分小分支进入腺体基部,还有少量进入花柱成为花柱维管束。根据姜目有关类群的维管束系统特点,即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直接有关,我们分析了小草蔻花部维管束系统结构,发现其3束心皮背束外方主支直接延伸入了花萼,3束隔膜束中近轴面隔膜束直接进入了功能雄蕊,远轴面2束隔膜束则进入了唇瓣。据此,从花部维管束系统的比较解剖学角度分析,我们认为姜科植物缺失雄蕊的可能去向是:3枚外轮雄蕊并入了花萼,花萼既代表了花萼成员,又代表了3枚缺失的外轮雄蕊;而两枚缺失的内轮雄蕊则并入了唇瓣。

3.2 关于腺体

姜科植物花的基部在与功能雄蕊相对的位置上常有两枚腺体,由于其位置正好位于远轴面,与缺失的两枚内轮雄蕊位置相当,因此有人^[21]认为两枚腺体就是姜科植物缺失的两枚内轮雄蕊。

Gregory 认为该腺体是表皮附属体^[3]。但后来 Rao^[20]通过大量姜科植物花的解剖学研究否定了这两种观点,他认为尽管两枚腺体在位置上与缺失的两枚远轴面内轮雄蕊相当,但在结构上属心皮结构的延伸,这两枚腺体乃是隔膜腺的变异结构,并不是雄蕊群成员。我们对小草蔻花部维管束系统的解剖学研究结果显示,小草蔻花部的两枚腺体虽然有维管束分布,但这些维管束只是一些小的横向分布的分支,没有主次之分,且仅分布在腺体基部,往上很快消失。这种结构与芭蕉科^[6]位于延长部的蜜腺结构及其维管束特点相似,因此,基于维管束系统特点我们支持两枚腺体是隔膜腺的变异结构的观点。

致谢: 本文的切片工作由温颖群高级工程师完成,在此表示谢忱!

参考文献:

- [1] Kress W J. The phylogeny and classification of the Zingiberales [J]. *Ann Miss Bot Gard*, 1990, 77:698-721.
- [2] Brown R. Remarks on *Apostasia* [A]. In: Wallich N. *Plantae Asiaticae Rariores Vol. I* [M], 1830, 76.
- [3] Rao V S, Kamik H, Gupte K. The floral anatomy of some Scitamineae — part I [J]. *J Ind Bot Soc*, 1954, 33:118-147.
- [4] Rao V S, Pai R M. The floral anatomy of some Scitamineae — part II [J]. *J Univ Bombay*, 1959, 28:82-114.
- [5] Pai R M. The floral anatomy of *Eleocharis cardanotum* Maton, a re-investigation [J]. *New Phytol*, 1965, 65:187-194.
- [6] 唐源江, 廖景平, 温颖群, 等. 大鹤望兰花部维管束系统解剖学研究 [J]. *云南植物研究*, 2000, 22(3):291-297.
- [7] 廖景平, 温颖群, 吴七根. 兰花蕉花部维管束系统解剖学研究 [J]. *热带亚热带植物学报*, 1998, 6(4):275-282.
- [8] Kirchoff B K. Ovary structure and anatomy in the Heliconiaceae and Musaceae (Zingiberales) [J]. *Can J Bot*, 1992, 70:2490-2508.
- [9] Tilak V D, Pai R M. Studies in the floral morphology of the Marantaceae [J]. *Can J Bot*, 1966, 44:1365-1371.
- [10] Tilak V D, Pai R M. Studies in the floral morphology of the Marantaceae — II. Vascular anatomy of the flower in two species of the genus *Phrynium* Willd [J]. *Proc Ind Acad Sci Sect. B*, 1968, 68:240-249.
- [11] Tilak V D, Pai R M. Studies in the floral morphology of the Marantaceae — III. Vascular anatomy of the flower in some species of the genus *Calathea* [J]. *Marathwada Univ J Sci*, 1970, 2:31-41.
- [12] Tilak V D, Pai R M. The floral anatomy of *Ensete superbum* (Roxb) Cheesm [J]. *Proc Ind Acad Sci, Sect. 3*, 1974, 80:253-261.
- [13] Keng H. Notes on the flowers of *Orchidantha longiflora* (Lowiaceae) [J]. *Gard Bull Singapore*, 1969, 24:347-349.
- [14] Rao V S, Pai R M. The floral anatomy of some Scitamineae — part III [J]. *J Univ Bombay*, 1960, 28(5):1-19.
- [15] Rao V S, Gupte K. The floral anatomy of some Scitamineae — part IV [J]. *J Univ Bombay*, 1961, 29:134-150.
- [16] Pai R M. The floral anatomy of *Kaempferia rosea* Schweinf. ex Benth. with special reference to the glands in Zingiberaceae [J]. *Proc Ind Acad Sci*, 1966, 64:83-90.
- [17] Pai R M. The floral anatomy of *Canna indica* L. [J]. *Bull Bot Soc, Coll Sci*, 1963, 4:45-53.
- [18] Rao V S, Donde N. The floral anatomy of *Canna flaccida* [J]. *J Univ Bombay*, 1955, 24:1-10.
- [19] Raghavan T S, Venkatasubban K B. A contribution to the morphology and cytology of *Alpinia rotundata* Rosc. with special reference to the theory of zingiberous flowering [J]. *Proc Indian Acad Sci, Sect. B*, 1941, 13:325.
- [20] Rao V S. The epigynous glands of Zingiberaceae [J]. *New Phytol*, 1963, 62:342-347.