

## 墨兰的解剖学研究

李爱民<sup>1,2</sup> 叶秀麟<sup>3\*</sup> 陈功锡<sup>4</sup> 陈泽廉<sup>3</sup>

(1. 怀化学院生物系, 湖南 怀化 418008; 2. 华南农业大学生命科学学院, 广东 广州 510642;  
3. 中国科学院华南植物研究所, 广东 广州 510650; 4. 吉首大学生态研究所, 湖南 吉首 416000)

**摘要:** 运用石蜡切片法和扫描电镜技术, 对墨兰营养器官和生殖器官进行了研究。结果表明墨兰叶片表面具较厚的角质层。气孔多为四轮列型, 分布在下表皮。叶肉没有海绵组织和栅栏组织的分化, 但叶尖部和叶中部中脉附近的叶肉细胞常伸长, 类似栅栏组织细胞。平行脉, 外韧型维管束。在假鳞茎中, 维管束散生在基本组织中。根具根被、皮层和维管柱三部分。花被各部分基本结构均相似。唇瓣和合蕊柱的表皮为腺表皮, 具花柱道。三心皮雌蕊, 一室, 侧膜胎座。四合花粉, 表面无纹饰。蒴果。

**关键词:** 墨兰; 营养器官; 生殖器官; 解剖学

**中图分类号:** Q944.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3395 (2002) 04-0295-06

## Anatomy of *Cymbidium sinense* (Andr.) Willd.

LI Ai-min<sup>1,2</sup> YE Xiu-lin<sup>3\*</sup> CHEN Gong-xi<sup>4</sup> CHEN Ze-lian<sup>3</sup>

(1. Dept. of Biology, Huaihua University, Huaihua 418008, China; 2. College of Life Sciences, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 3. South China Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China; 4. Institute of Ecology, Jishou University, Jishou 416000, China)

**Abstract:** The vegetative and propagative organs of *Cymbidium sinense* were studied by paraffin method and observed under scanning electron microscope. The results show that leaf surfaces of *Cymbidium sinense* are covered with cuticle. The stomata with tetracyclic type are found to distribute in the abaxial epidermis. The mesophyll is not differentiated into spongy and palisade tissues, but mesophyll near midrib in tip and middle parts of leaf is often lengthened to appear as palisade-liked tissue. Vascular bundles of leaf with parallel venation are collateral bundles. Vascular bundles in pseudobulb are scattered in ground tissue. In cross section view, from outer to inner part, root includes velamen, cortex, and vascular cylinder. Basic structure of each part of perianth is similar to each other and is composed of epidermis, ground tissue and vasculature bundle. Epidermis of lip and column are glandular epidermis, with a stylar canal in column. Tricarpous pistil has one-locular ovary with parietal placentation. Tetrads have no ornamentation in appearance. A capsule fruit.

收稿日期: 2001-12-26 接受日期: 2002-03-26

基金项目: 中国科学院院长基金(767); 广东省科技计划项目(C20304)

\* 通讯作者 Corresponding author

**Key words:** *Cymbidium sinense*; Vegetative organs; Propagative organs; Anatomy

墨兰是国兰的优良种类之一,在我国栽培历史悠久,尤以广东栽培最为普遍。其叶形优美,花香袭人,深受人们喜爱。对墨兰的组织培养及快速繁殖,已有不少报道<sup>[1-4]</sup>。潘瑞炽等<sup>[5-9]</sup>对生长发育过程中营养物质的缺乏对墨兰生长发育的影响有过系列研究。另外,有关墨兰光合作用<sup>[10-12]</sup>和胚胎学<sup>[13-17]</sup>的研究也有报道,这为墨兰的合理开发和利用提供了一定的理论基础。然而,有关墨兰解剖学的研究却不多见,仅有零星报道<sup>[10,11]</sup>。本文通过对墨兰植株营养器官和生殖器官的形态解剖观察,为墨兰的深入研究提供新资料。

## 1 材料和方法

选取健康开花的墨兰 [*Cymbidium sinense* (Andr.) Willd.] 植株的根、茎、叶、花,分别用 FAA 固定液固定,爱氏 (Ehrlichs) 苏木精整体染色,常规石蜡切片法制片,切片厚 10  $\mu\text{m}$ 。叶表皮用 Jeffrey 氏解离液解离,甲基绿染色,OLYMPUS 光学显微镜观察并照相。扫描电镜样品用戊二醛和锇酸双固定,脱水后醋酸异戊酯置换,离子溅射镀金膜, JSM-T300 型扫描电镜观察并照相。

## 2 结果

### 2.1 叶的形态结构

叶片 2-4 枚簇生,带状,顶端尖,叶脉于背面隆起。表面观:上表皮细胞多呈长方形,细胞排列紧密,大小约为 56-60  $\mu\text{m} \times 18-20 \mu\text{m}$ ,无气孔分布。下表皮细胞多呈长方形,比上表皮细胞略小。气孔多成行排列,多为四轮列型 (tetracyclic) <sup>[18]</sup>,气孔密度为 56-70 个  $\text{mm}^{-2}$ 。气孔表面被厚的角质层覆盖 (图版 I:1,2),上下表皮细胞表面均具瘤状突起 (图版 I:2)。

横切面观:上表皮细胞多呈正方形,一层,排列紧密,角质层厚。下表皮细胞略呈长方形,一层,外切向壁同表皮的一样略凸起,细胞排列紧密,角质层厚,气孔外脊发达。紧贴上下表皮有大量纤维束散布。叶肉细胞近圆形至椭圆形,胞间隙小,没有海绵组织和栅栏组织的分化 (图版 I:3-5)。靠近表皮的叶肉细胞小,位于中间的叶肉细胞大。叶肉细胞所含叶绿体常靠近细胞壁分布。外韧型维管束,维管束鞘明显。

同一叶片的基本结构相似,但不同部位结构略有变化。叶尖部中脉凸出,维管束圆形。中脉附近叶肉细胞伸长似栅栏组织 (图版 I:5)。叶中部中脉凸出,维管束略呈圆形,中脉附近叶肉细胞伸长似栅栏组织 (图版 I:4)。叶基部中脉略凸出,维管束大,呈楔形,中脉附近叶肉细胞不伸长 (图版 I:3)。

### 2.2 假鳞茎的结构

假鳞茎卵圆形。横切面观表皮细胞一层,细胞切向延长,排列紧密,角质层不明显。基本组织细胞近圆形至椭圆形,胞间隙小,具贮水细胞。维管束散生在基本组织中 (图版 I:6)。维管束外韧型,大小各异。大维管束数量较少,其木质部和韧皮部的纤维较多,特别是韧皮部纤维发达。基本组织中可见到零散分布的纤维束。

### 2.3 根的形态结构

根簇生,粗壮。横切面观:明显可分为根被、表皮和维管柱三部分。最外方为根被,约5-7层细胞。细胞为纺锤形,排列紧密。细胞壁木质化,常网状增厚(图版II:1)。外皮层一层,细胞多少延长状。外切向壁常向外凸起,细胞壁四面增厚,其中外切向壁最厚,而内切向壁最薄。在外皮层中还分布着一些近扁平的通道细胞,正对此细胞的皮层常见菌丝分布(图版II:1)。皮层细胞近圆形至椭圆形,胞间隙小。靠外围的皮层细胞常含晶体。内皮层一层,凯氏带不明显。通道细胞略扁平,正对木质部。中柱鞘一层,木质化。木质部和韧皮部相间排列。木质部、韧皮部和厚壁组织共同围绕着髓(图版II:2)。髓细胞圆形,含丰富淀粉粒(图版II:3)。无根毛。

### 2.4 花茎的结构

花茎由假鳞茎基部生出,具节和节间。花茎基部具鞘。节间横切面观:分为表皮、皮层和维管柱三部分。表皮细胞一层略呈方形,细胞外切向壁略向外凸起,具角质层。皮层厚6-10层细胞。细胞近圆形,较小,有的含叶绿体。皮层内还有较大的圆形贮藏细胞。皮层内部有由2-5层厚壁细胞构成的周维管厚壁组织(perivascular sclerenchyma)<sup>[19]</sup>。周维管厚壁组织围绕维管柱一圈(图版I:7)。中柱鞘不明显。维管束成同心圆排列,约3-4圈。靠外侧的维管束小而数量多,靠内侧的维管柱大而数量少。维管束为外韧型,维管柱鞘明显。同一维管束中韧皮部较木质部发达。木质部导管口径大。

### 2.5 花的结构

花被片六枚,幼时覆瓦状排列(图版I:8)。外轮三枚萼片相似,内轮两枚侧瓣相似,中间一枚特化为唇瓣,唇瓣上具褶片。萼片横切面观:上、下表皮细胞均为一层,细胞常切向延长,外切向壁略向外凸起。上、下表皮细胞均无角质层覆盖。基本组织细胞近椭圆形。近表皮处细胞较小,中部细胞大,胞间隙小。有时可见异细胞。维管束平行排列,较小,外韧型。维管束鞘明显。侧瓣横切面与萼片结构相似。唇瓣横切面观:上表皮细胞一层,细胞常切向延长,中部细胞要比边缘细胞短,细胞外切向壁向外突起成乳头状,为腺表皮(图版I:10)。中部下表皮下1-3层细胞较小,上表皮下2-4层细胞也较小,排列紧密,细胞切向延长。薄壁细胞近圆形至椭圆形,维管束平行排列,外韧型维管束,具维管束鞘。同一维管束中韧皮部较木质部发达。下表皮细胞一层,靠近边缘为长方形,近中部则为方形。具乳头状突起,但突起比上表皮的少。合蕊柱横切面观:表皮细胞一层,细胞近圆形,排列紧密,具乳头状突起。基本组织细胞近圆形,较大,胞间隙小。外韧型维管束。蕊柱中间为扁平的花柱道(图版II:4)。子房横切面观:三心皮,合生,一室。侧膜胎座(图版I:9)。胎座上着生许多指状突起,为胚珠原基(图版I:11)。子房表皮细胞一层,细胞扁平或呈方形,排列紧密。基本组织细胞近圆形,胞间隙小,外韧型维管束。

花药顶生,盖状,花粉块2,每一花粉块近椭圆形,花粉块大小为200-900 $\mu\text{m}$ ×950-1200 $\mu\text{m}$ (图版II:5)。四合花粉。单粒花粉形状近圆形,表面纹饰不明显(图版II:6)。

### 2.6 果实的结构

果实为蒴果,长卵圆形,表面具6棱,其中3条棱较粗壮,3条棱较细小,二者相间排列

(图版 II:7)。果实内充满细小的种子。

### 3 讨论

墨兰一般生长在山林或林缘,属阴生植物,故其叶片中叶肉无栅栏组织和海绵组织的分化。但是墨兰在生长发育过程中也需要充足的阳光,才有利于生长,光对叶片结构的形成有一定的影响。姚敦义<sup>[20]</sup>认为生长在阳光下的叶片,栅栏组织细胞长而大,并且互相靠紧;在严重遮阴下它们则转为短、小而松散。然而墨兰叶片中的叶肉组织却排列较紧密,胞间隙小,说明其在生长发育过程中仍需适当光照。叶庆生等<sup>[19]</sup>观察到墨兰叶片叶肉无组织分化,其光合效率低,是一种典型的阴生植物。另外,叶片上较厚的角质层、发达的气孔外脊以及稍内陷的气孔<sup>[10]</sup>等特征,也表现出一定的旱生性。这些都与墨兰的生长环境相适应。墨兰的根被和假鳞茎均具贮水和保水的功能,因而在栽培管理中不需过多浇水。据报道,墨兰不同叶龄的叶片<sup>[10]</sup>以及同一叶片的不同部位<sup>[11]</sup>,其光合作用都有差异,说明叶片结构上的差异会导致功能上的不同。

假鳞茎是根状茎的子芽发育成植株后,其茎的上部不同程度膨大而成<sup>[21]</sup>,其内部结构与其他单子叶植物茎基本相似,维管束散生在基本组织中,无中柱鞘。但是祝建等<sup>[22]</sup>对墨兰组织培养株的原球茎解剖发现其结构具典型双子叶植物根的结构。在兰属组织培养中,以茎尖或腋芽为外植体,经诱导后可形成原球茎。原球茎在兰花的组织培养中是必经的发育阶段,也是继代培养时最常利用的形态。虽然根状茎在组织培养中被称为原球茎<sup>[21]</sup>,但二者还是有区别。一般说来原球茎是指直接从外植体上分化出来的白色的球状突起<sup>[22,23]</sup>,其上布满了发育程度不同的分生区<sup>[23]</sup>,原球茎伸长、分支形成丛生型原球茎,具明显的节<sup>[22]</sup>,此时外形与根状茎相同。根状茎具明显的节与节间,是典型的茎的形态。作者也曾对墨兰组织培养苗的根状茎进行过解剖观察,其基本结构与假鳞茎的相似。杨柏云等<sup>[24]</sup>对大花惠兰(*Cymbidium hybridum*)试管苗营养器官的解剖观察也表明大花惠兰的根状茎具典型的茎结构。这些结果都与祝建的观察完全不同。在组培条件下,原球茎内部结构是否会发生一些变化,值得进一步研究。

花茎又称花葶,是从假鳞茎基部伸出,其上着生小花。花茎实为花序轴。从外形上看,花序轴与茎类似。从内部结构上看,具周维管厚壁组织,这层厚壁组织将皮层和维管区分开。Esau<sup>[19]</sup>认为周维管厚壁组织是由两头钝的纤维状细胞组成,与淀粉的贮藏有关。

墨兰根具明显的根被,其内常有菌丝存在<sup>[25]</sup>。一般认为根被具贮水、保水的功能,与墨兰共生的真菌能提供其生长发育所需的营养,其营养物质多以淀粉粒形式贮藏在根部髓细胞中,而根没有根毛。大花惠兰根中无真菌共生,根毛丰富<sup>[24]</sup>。墨兰根在发育过程中,外面的根被和皮层会逐渐腐烂,仅留下所谓的“根筋”<sup>[26]</sup>,即是由木质部、韧皮部及厚壁细胞组成的环围绕着髓而构成。

墨兰花部中唇瓣、合蕊柱表皮细胞具乳头状突起,为腺表皮,内部结构中尚未见到明显的异细胞,兰花香气的来源是否与唇瓣、合蕊柱有关,有待进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 张志胜, 欧秀娟. 墨兰的组织培养 [J]. 园艺学报, 1995, 22 (3): 303-304.

- [2] 陈汝民, 叶庆生, 王小菁, 等. 墨兰种子胚的发育和培养的初步研究 [J]. 热带亚热带植物学报, 1995, 3 (4): 72-75.
- [3] 曾宋君, 程式君, 张京丽, 等. 墨兰及其杂种的组织培养和快速繁殖 [J]. 广西植物, 1998, 18 (2): 153-156.
- [4] Zee S Y, Ye X L. *In vitro* propagation and studies on the changes of the immature seed of *Cymbidium sinense* [A]. In: Loh C S, et al. Proceedings of the International Conference on Agrotechnology in the Commonwealth: Focus for the 21<sup>st</sup> Century [C]. Singapore: Singapore Institute of Biology, 1994. 103-107.
- [5] 潘瑞焜, 梁旭野. 不同水平磷对磷饥饿墨兰生长发育及某些生理特性的影响 [J]. 热带亚热带植物学报, 1993, 1 (1): 71-77.
- [6] 潘瑞焜, 陈俊贤. 硝态氮和铵态氮对墨兰生长发育的影响 [J]. 云南植物研究, 1994, 16 (3): 285-290.
- [7] 梁旭野, 潘瑞焜. 不同水平磷对磷饥饿墨兰某些生化特性的影响 [J]. 热带亚热带植物学报, 1994, 2 (2): 65-70.
- [8] 梁旭野, 潘瑞焜. 磷饥饿墨兰对磷的吸收及其在体内的分布 [J]. 热带亚热带植物学报, 1994, 2 (2): 108-110.
- [9] 陈健源, 潘瑞焜, 温兆清. 不同钾水平对钾饥饿墨兰碳水化合物和蛋白质含量的影响 [J]. 热带亚热带植物学报, 1994, 2 (3): 70-76.
- [10] 叶庆生, 潘瑞焜, 丘才新. 墨兰叶片结构及光合作用的研究 [J]. 植物学报, 1992, 34 (10): 771-776.
- [11] 李爱民, 陈泽源, 叶秀麟. 墨兰幼叶和成熟叶不同部位叶绿体超微结构和光合作用 [J]. 热带亚热带植物学报, 2000, 8 (3): 225-228.
- [12] 叶庆生, 潘瑞焜, 丘才新. 墨兰光合途径的研究 [J]. 植物学报, 1993, 35 (6): 441-446.
- [13] Yeung E C, Zee S Y, Ye X L. Embryology of *Cymbidium sinense*: ovule development [J]. Phytomorphology, 1994, 44: 55-63.
- [14] 叶秀麟, 郭俊彦. 墨兰雌配子体和胚胎发生 [J]. 热带亚热带植物学报, 1995, 3 (1): 54-58.
- [15] Yeung E C, Zee S Y, Ye X L. Embryology of *Cymbidium sinense*: embryo development [J]. Ann Bot, 1996, 78: 105-110.
- [16] Huang B Q, Ye X L, Yeung E C, et al. Embryology of *Cymbidium sinense*: the microtubule organization of early embryos [J]. Ann Bot, 1998, 81: 741-750.
- [17] Tung S H, Ye X L, Yeung E C, et al. Ultrastructural aspects of megasporogenesis in *Cymbidium sinense* (Orchidaceae) [J]. Lindleyana, 1999, 14 (4): 178-192.
- [18] Stern W L, Cheadle V I, Thorsch J. Apostasiads, systematic anatomy, and the origins of Orchidaceae [J]. Bot J Linn Soc, 1993, 111: 411-455.
- [19] Esau K. Plant Anatomy [M]. Second edition. New York: John Wiley & Sons, 1965. 408-409.
- [20] 姚敦义. 植物形态发生学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1994. 153.
- [21] 王国兴. 兰属 (*Cymbidium*) 植物茎的初探 [J]. 园艺学报, 1989, 16 (4): 314-315.
- [22] 祝建, 张军, 石红军, 等. 墨兰组织培养中原球茎的形态解剖研究 [J]. 华南农业大学学报, 2000, 21 (4): 47-50.
- [23] 王熊. 地生兰 (*Cymbidium*) 个体发生途径研究 [J]. 植物生理学报, 1990, 16 (3): 264-270.
- [24] 杨柏云, 杨宁生, 钟青萍. 大花惠兰营养器官及原球茎的解剖学研究 [J]. 西北植物学报, 1995, 15 (6): 68-71.
- [25] 范黎, 郭顺星, 肖培根. 墨兰菌根的结构及酸性磷酸酶定位研究 [J]. 云南植物研究, 1999, 21 (2): 197-201.
- [26] 吴应祥. 中国兰花 [M]. 第二版. 北京: 中国林业出版社, 1993. 14.

## 图版说明

EN: 内皮层; EX: 外皮层; PE: 中柱鞘; PH: 韧皮部; PI: 髓; PS: 周维管厚壁组织; SC: 花柱道; V: 根被; WS: 贮水细胞; X: 木质部

### 图版 I

1. 叶下表皮表面观,  $\times 200$ ; 2. 叶下表皮表面观,  $\times 500$ ; 3. 叶基部过中脉横切面,  $\times 40$ ; 4. 叶中部过中脉横切面,  $\times 97$ ; 5. 叶尖部过中脉横切面,  $\times 97$ ; 6. 假鳞茎横切面观, 示贮水细胞,  $\times 50$ ; 7. 花茎横切面, 示周维管厚壁组织,  $\times 120$ ; 8. 花中部横切面,  $\times 30$ ; 9. 子房横切面,  $\times 40$ ; 10. 唇瓣横切面,  $\times 100$ ; 11. 子房横切面, 示胚珠原基 (箭头),  $\times 100$ .

### 图版 II

1. 根横切面, 示根被及菌丝 (箭头),  $\times 120$ ; 2. 根横切面, 示内皮层和中柱鞘,  $\times 120$ ; 3. 根横切面, 示髓中淀粉粒 (箭

头),  $\times 120$ ; 4. 蕊柱横切面, 示花柱道,  $\times 50$ ; 5. 花粉块,  $\times 4$ ; 6. 四合花粉,  $\times 100$ ; 7. 果实,  $\times 0.7$ .

### Explanation of plates

EN; Endodermis; EX; Exodermis; PE; Pericycle; PH; Phloem; PI; Pith; PS; Perivascular sclerenchyma; SC; Styler cannal; V; Velamen; WS; Water-storage cells; X; Xylem

#### Plate I

1. Top view of abaxial epidermis,  $\times 200$ ; 2. Top view of abaxial epidermis,  $\times 500$ ; 3. Portion of cross section of leaf base,  $\times 40$ ; 4. Portion of cross section of middle part of leaf,  $\times 97$ ; 5. Portion of cross section of leaf tip,  $\times 97$ ; 6. Portion of cross section of pseudobulb, showing water-storage cells,  $\times 50$ ; 7. Portion of cross section of rachis, showing perivascular sclerenchyma,  $\times 120$ ; 8. Cross section of middle part of a flower,  $\times 30$ ; 9. Portion of cross section of ovary,  $\times 40$ ; 10. Portion of cross section of lip,  $\times 100$ ; 11. Portion of cross section of ovary, showing ovule primordium (arrow),  $\times 100$ .

#### Plate II

1. Cross section of root, showing velamen and hyphae (arrow),  $\times 120$ ; 2. Portion of cross section of root, showing endodermis and pericycle,  $\times 120$ ; 3. Cross section of root, showing starch grain (arrow),  $\times 120$ ; 4. Portion of cross section of column, showing styler cannal,  $\times 50$ ; 5. Pollinium,  $\times 4$ ; 6. Tetrads,  $\times 100$ ; 7. Capsule,  $\times 0.7$ .