

中国蜘蛛抱蛋属植物营养器官的解剖学研究

李凤英¹, 唐绍清¹, 王任翔¹, 李光照²

(1. 广西师范大学生命科学学院, 广西桂林 541004; 2. 广西壮族自治区广西植物研究所, 广西桂林 541006)
中国科学院

摘要: 首次对中国蜘蛛抱蛋属 9 种植物的营养器官进行了解剖学研究。结果表明: 该属 9 种植物的解剖结构基本相同。根和根状茎都由表皮、皮层和维管柱组成。根表皮下有单层薄壁细胞; 内、外皮层均为一层五面加厚的厚壁细胞, 内皮层外切向壁薄, 呈马蹄形, 外皮层内切向壁薄而外切向壁特别加厚, 并栓质化, 在横切面上形成一明显的厚壁组织环带; 根为多原形。根状茎有明显的内皮层, 周木维管束散生于维管柱的基本组织中; 具有次生结构, 次生保护组织为周皮。叶为等面叶, 具有 C₄ 植物结构特征; 气孔在上、下表皮均有分布, 保卫细胞肾形, 属四轮列型。该属植物的解剖结构与其生态环境相适应, 体现了结构与功能的统一。

关键词: 蜘蛛抱蛋属; 营养器官; 解剖结构

中图分类号: Q949.71+8.23 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2004)03-0239-04

The anatomy study on nutritive organs of *Aspidistra* plants in China

LI Feng-ying¹, TANG Shao-qing¹, WANG Ren-xiang¹, LI Guang-zhao²

(1. College of Life Science, Guangxi Normal University, Guilin 541004, China; 2. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuangzu Autonomous Region and Academia Sinica, Guilin 541006, China)

Abstract: In the paper, the anatomy study on nutritive organs of 9 species of *Aspidistra* were carried out. The results showed that their anatomy structure were mainly the same. The root and rhizome were composed of the epidermis, cortex and vascular cylinder. There was single layer parenchymal cells under the root epidermis, each of exodermis and endodermis had a layer of sclerenchymal cells thickened in five faces, the exotangential cell wall of endodermis was thin and it like a hoof of horse, while the endotangential cell wall of exodermis was thickened particularly and filled with corks. There was an obvious sclerenchymal ring band on the cross section, and the root was polyarch. The rhizome had obvious endodermis and the amphivasal bundle was scattered inside the basic tissue of vascular cylinder. It had secondary structure and the secondary protective tissue was periderm. The leaves were isobilateral and showed the structure character of C₄ plants. The stoma was distributed in the epidermis, the guard cells belonged to the reniform and the quadrilateral ones. The anatomy structure of *Aspidistra* adapted to the ecological environment, so it embodied the dialectical relation between structure and function.

Key words: *Aspidistra*; nutritive organ; anatomy structure

蜘蛛抱蛋属 (*Aspidistra* Ker-Gawl.) 隶属于广
义的百合科, 分布于亚洲北热带和亚热带地区, 有着

较高的园林观赏价值和一定的药用价值, 同时是研
究植物系统进化的好材料 (韦毅刚等, 2000)。全属

收稿日期: 2003-07-02 修订日期: 2003-10-20

基金项目: 国家自然科学基金 (39660006); 广西自然科学基金匹配资助项目。

作者简介: 李凤英 (1960-), 女, 广西桂平人, 高级实验师, 主要从事植物学实验技术工作。

已知 61 种,其中属国产的有 57 种。自二十世纪 80 年代以来,备受我国植物学工作者的重视,并对该属植物进行了形态分类学(李光照等,2000)、细胞学(黄锦玲等,1997)、孢粉学(王任翔等,2001)、植物地理学(郎楷永等,1999)和群落学(韦毅刚等,2000)等一系列卓有成就的研究。蜘蛛抱蛋属植物的根、根状茎、叶的解剖学结构,是蜘蛛抱蛋属植物的重要特征之一,但有关这方面的研究工作尚未见有公开报道,本文首次对中国蜘蛛抱蛋属植物的根、根状茎和叶的解剖学结构作了初步的探讨,以期为该属植物的系统进化、分类学位置和开发利用研究提供科学依据。

1 材料与方法

研究所用材料均取自移栽于广西桂林植物园的活植株。凭证标本存于广西植物研究所标本馆。本研究对海南蜘蛛抱蛋(*A. hainanensis*)、长药蜘蛛抱蛋(*A. dolichanthera*)、洞生蜘蛛抱蛋(*A. cavicda*)、线叶蜘蛛抱蛋(*A. linearifolia*)、广东蜘蛛抱蛋(*A. lurida*)、罗甸蜘蛛抱蛋(*A. luodianensis*)、石山蜘蛛抱蛋(*A. saxicola*)、隆安蜘蛛抱蛋(*A. longanensis*)和长梗蜘蛛抱蛋(*A. longipedunculata*)等 9 种植物的根、根状茎和叶进行横切解剖及叶表皮特征观察。

用于横切的材料,采用徒手切片或石蜡切片法切片,番红—固绿双重染色,乙醇逐级脱水,二甲苯透明,加拿大树胶封片。用于叶表皮特征观察的材料,先切成小块,用水煮沸 15~20 min,然后用 50% 的次氯酸钠离析,置于 40 °C 恒温箱中 2~3 h,待材料变乳白色时,用水洗净,刮去叶肉,番红染色或不染色,制成临时装片。制片均用 Olympus 研究显微镜观察和摄影。

2 观察结果

2.1 根的解剖结构

蜘蛛抱蛋属植物根为不定根,其横切解剖结构由表皮、皮层和维管柱 3 部分组成(图版 I :1)。

2.1.1 表皮 表皮位于根的最外围,由一层近方形的薄壁细胞组成,排列整齐、紧密,部分表皮细胞外壁突出,形成根毛(图版 I :1,2)。

2.1.2 皮层 表皮内方先是单层(偶见双层)薄壁细

胞(李扬汉,1979),这些细胞排列整齐紧密,与表皮细胞相似或稍长。紧接着为皮层,皮层细胞占据根横切面的大部分。其从外至内明显地分化为外皮层、皮层薄壁细胞和内皮层三个部分(图版 I :1)。外皮层为一层径向壁、横向壁和外切向壁五面加厚的厚壁细胞,尤其是外切向壁特别加厚,并栓质化,在横切面上形成一明显的厚壁组织圆环。当根毛枯死,表皮细胞及其下一层细胞破坏后,外皮层代替表皮起保护作用,同时其内部细胞的壁继续增厚,外壁栓质化。皮层薄壁细胞位于外皮层内侧,紧接外皮层的一层薄壁细胞较小,向内均为近圆形至多边形的大型薄壁细胞,排列疏松,富含胞间隙(图版 I :1,2)。内皮层位于皮层最内方,由一层细胞组成,排列整齐紧密,细胞较小,无胞间隙;细胞内切向壁薄,其余五面加厚,呈马蹄形;其中少数对着木质部束的内皮层细胞,壁不增厚,为通道细胞(图版 I :1,3)。

2.1.3 维管柱 维管柱为内皮层以内的部分,由中柱鞘、初生维管组织和髓组成(图版 I :3)。中柱鞘是维管柱的外层组织,向外紧贴着内皮层,由一层薄壁或厚壁细胞组成,细胞比内皮层小,排列紧密。维管组织包括初生木质部和初生韧皮部,两者相间排列;初生木质部辐射排列,外始式,多原型。髓位于根的中央,由大型多面体形的薄壁或厚壁细胞组成(图版 I :3)。

2.2 根状茎的解剖结构

2.2.1 根状茎的初生结构 根状茎匍匐,圆柱形,具初生生长和次生生长。从横切面看,根状茎的初生结构由外至内可以清楚地分为表皮、皮层和维管柱 3 部分(图版 I :4,5)。

(1)表皮:表皮分布在整个茎的最外层,由一层近方形的活细胞组成,细胞排列整齐紧密,外壁具明显的角质层加厚(图版 I :4,5)。

(2)皮层:皮层位于表皮内方,是表皮和维管柱之间部分,由多层近圆形或多边形的大型薄壁细胞组成,细胞排列疏松,富含胞间隙,许多细胞中含有草酸钙结晶形成的柱状晶体。皮层最内一层细胞明显的分化为内皮层,细胞较小,排列整齐紧密,细胞径向壁、横向壁和内切向壁五面增厚,呈马蹄形(图版 I :4,5)。

(3)维管柱:维管柱是内皮层以内部分,包括基本组织和维管束二部分,在横切面上呈明显的柱状结构,中柱鞘不明显。维管柱外周(即基本组织紧接内皮层部分)有 1~4 层硬化细胞(李正理等,1983),

细胞较小,内部为近圆形至等径多面体形的大型薄壁细胞(图版 I:4,5)。维管束由木质部和韧皮部组成,韧皮部位于维管束中央,木质部包围在韧皮部外方,为周木维管束(图版 I:6)。维管束散生于基本组织中,中央维管束排列较稀疏,周围维管束排列较稠密(图版 I:4,5)。

2.2.2 根状茎的次生结构 次生结构由周皮、基本组织细胞和次生维管束组成(图版 I:7,8)。周皮:周皮包括木栓、木栓形成层和栓内层 3 部分(图版 II:9),与双子叶植物相同(胡正海等,1993)。

周皮由表皮细胞恢复分生能力,分裂、分化形成木栓形成层,再由木栓形成层向外分裂、分化形成木栓,向内分裂、分化形成栓内层(图版 II:10,11),三者组成次生保护组织代替表皮的保护作用(李正理等,1983;陆时万等,1998)。

次生维管束由初生维管束外方的薄壁细胞脱分化,再分裂形成薄壁细胞,其中一部分较小的细胞分化形成次生维管束(图版 I:7,8;箭头下指)。

2.3 叶的解剖结构

2.3.1 叶的横切面构造 蜘蛛抱蛋属植物叶有卵形、椭圆形至带形多种,从叶横切面看,叶片由表皮、叶肉和叶脉 3 部分组成(图版 II:12,13)。

(1)表皮:上、下表皮均由一层排列紧密的近方形或扁长方形细胞组成,其外壁角质层较薄,气孔的保卫细胞与表皮细胞处于同一平面上(图版 II:12,13)。

(2)叶肉:叶肉由近圆形或不规则形大型薄壁细胞组成,没有栅栏组织和海绵组织的分化,为等面叶(图版 II:12,13)。细胞排列疏松,具有细胞间隙,细胞内富含叶绿体,在气孔的内方有孔下室(图版 II:13,箭头下指)。

(3)叶脉:叶脉为平行脉,主脉较发达,侧脉结构因大小不同而逐渐简化(图版 II:12)。中脉维管束主要由木质部和韧皮部组成,木质部位于近轴面,韧皮部位于远轴面,为外韧维管束(图版 II:12,13)。较大的维管束与上、下表皮间存在着丰富的厚壁组织,主脉维管束上、下方的机械组织还可延伸至上、下表皮(图版 II:13)。维管束周围有由一层近圆形的薄壁细胞组成的维管束鞘,这层维管束鞘细胞含有数量多,颗粒大的叶绿体,具有 C₄ 植物的结构特征(图版 II:13)。

2.3.2 叶的表皮特征 从叶表皮表面观察,蜘蛛抱蛋属植物叶的表皮细胞排列紧密,细胞形状为长方

形或长椭圆形,细胞的垂周壁平直或稍弯曲(图版 II:14~17)。气孔在上、下表皮均有分布,但上表皮分布密度较小(图版 II:17),下表皮分布密度较大(图版 II:14~16),气孔分布沿叶脉两侧成纵行排列。气孔保卫细胞均为肾形,长轴与叶的长轴平行,保卫细胞的周围有 4 个由气孔周围的细胞所衍生的副卫细胞,属四轮列型气孔器(E. G. 卡特,1986;黎明等,2001)(图版 II:14~17)。

3 结论与讨论

(1)蜘蛛抱蛋属植物根表皮下(皮层外)有单层(偶见双层)薄壁细胞;内、外皮层均为一层厚壁细胞;内皮层外切向壁薄,呈马蹄形;外皮层在根的横切面上形成一明显的厚壁组织圆环,根为多原形等结构特征,与禾本科植物水稻相似(李扬汉,1979)。然而,其外皮层细胞壁五面加厚(内切向壁薄),形成与内皮层方向相反的马蹄形;外皮层外切向壁特别加厚,外面覆盖着厚厚的纤维素壁的木栓化层(李正理等,1983),被番红染成明显的红色等结构,又与水稻根不同。蜘蛛抱蛋属是一类阴生草本常绿植物,生长于林下阴湿的生态环境中(韦毅刚等,2000;郎楷水等,1999),与水稻的湿生环境相似,因而有着相同的结构维持正常的生理功能。另一方面,我们分析蜘蛛抱蛋生长于林下富含水分和有机、无机物质的土壤中,一要增强根的机械支持作用和适应表皮脱落后执行其保护功能,二要增强根对水分和水溶性矿物质摄入的选择和控制,以维持正常的生理代谢,上述不同于水稻根的结构特点,更有利于其根增强固着支持作用,以及对水分和溶质的吸收与选择控制,适应自身的生态环境,反映了其结构与功能的统一。

至于根表皮下(皮层外)的单层(偶见双层)薄壁细胞,为表皮层细胞或是外皮层细胞,尚需进一步探讨。从形态和大小来看,其与表皮细胞十分相似,而且排列紧密。表皮细胞多层,在百合科、石蒜科和兰科等一些植物中曾有过报道(黎明等,2001),但这一单层薄壁细胞与根被(死细胞)不同(陆时万等,1998);外皮细胞多层,在鸢尾等植物中也有过报道(黎明等,2001),但这层薄壁细胞的内方为一层厚壁细胞。因此,能否归其为外皮层细胞(即外皮细胞多层),还待商榷。

(2)根状茎的初生结构中,内皮层分化明显,其

细胞壁与根内皮层细胞壁一样五面加厚,皮层与维管柱分界明显,中央柱外周有1~4层硬化细胞。根状茎具有内皮层在许多研究中均有报导(陆时万等,1998;FAHN,1990)。蜘蛛抱蛋根状茎的这些结构,与“内皮层在水生植物茎或一些植物的地下茎中普遍存在”等研究结果一致(李正理等,1983),与其匍匐生长于湿润的土壤环境相适应,这也反映了其结构与生理功能的统一。

蜘蛛抱蛋根状茎和许多单子叶植物一样,具有散生的维管束。周木维管束存在于单子叶植物的百合科中曾有研究报导(李正理等,1983),蜘蛛抱蛋为百合科植物,实验结果与之相同。在根状茎的次生结构中,次生保护组织为由木栓、木栓形成层和栓内层组成的周皮,这种单子叶植物具有双子叶植物一样的次生保护组织,在许多研究中也有论述(李正理等,1983;陆时万等,1998;A. FAHN,1990)。另外;据专家研究“单子叶植物的次生结构,都是由许多次生维管束分散在薄壁组织中构成,次生维管束多为周木型”(胡正海等,1993),蜘蛛抱蛋根状茎在初生与次生结构中,维管束同为周木维管束,均散生于维管柱内的基本组织中,实验结果与该研究相符。根状茎初生体与次生体之间完全联合,也与FAHN(1990)的研究观点一致。

(3)蜘蛛抱蛋植物叶上、下表皮均为一层近方形的细胞,角质层较薄,气孔在上、下表皮都有分布,保卫细胞肾形,气孔器与许多单子叶植物一样,属四轮列型。叶脉维管束鞘为一层近圆形的薄壁细胞,其细胞内含有数量多,颗粒大的叶绿体,具有C₄植物的结构特征,是一类高光效植物。该属植物叶的这些结构特点,也具有湿生植物的特征,反映了其结构与环境的统一。

曾有报导蜘蛛抱蛋属植物叶表皮气孔器为无规则型(马黎明等,1990),本实验观察结果表明,该属植物大部分的保卫细胞周围有明显的副卫细胞,而且排列规则,因而本研究认为列为“四轮列型”更加确切。

综上所述,通过对蜘蛛抱蛋属9种植物根、根状茎和叶的解剖学研究发现,该属植物的解剖结构既有单子叶植物的共同特征,也有双子叶植物的一些特点,其解剖学结构特征反映和体现了结构与功能相统一的辩证关系。

本研究在实验和论文修改中得到薛妙男教授的热情指导,在此表示衷心的感谢!

参考文献:

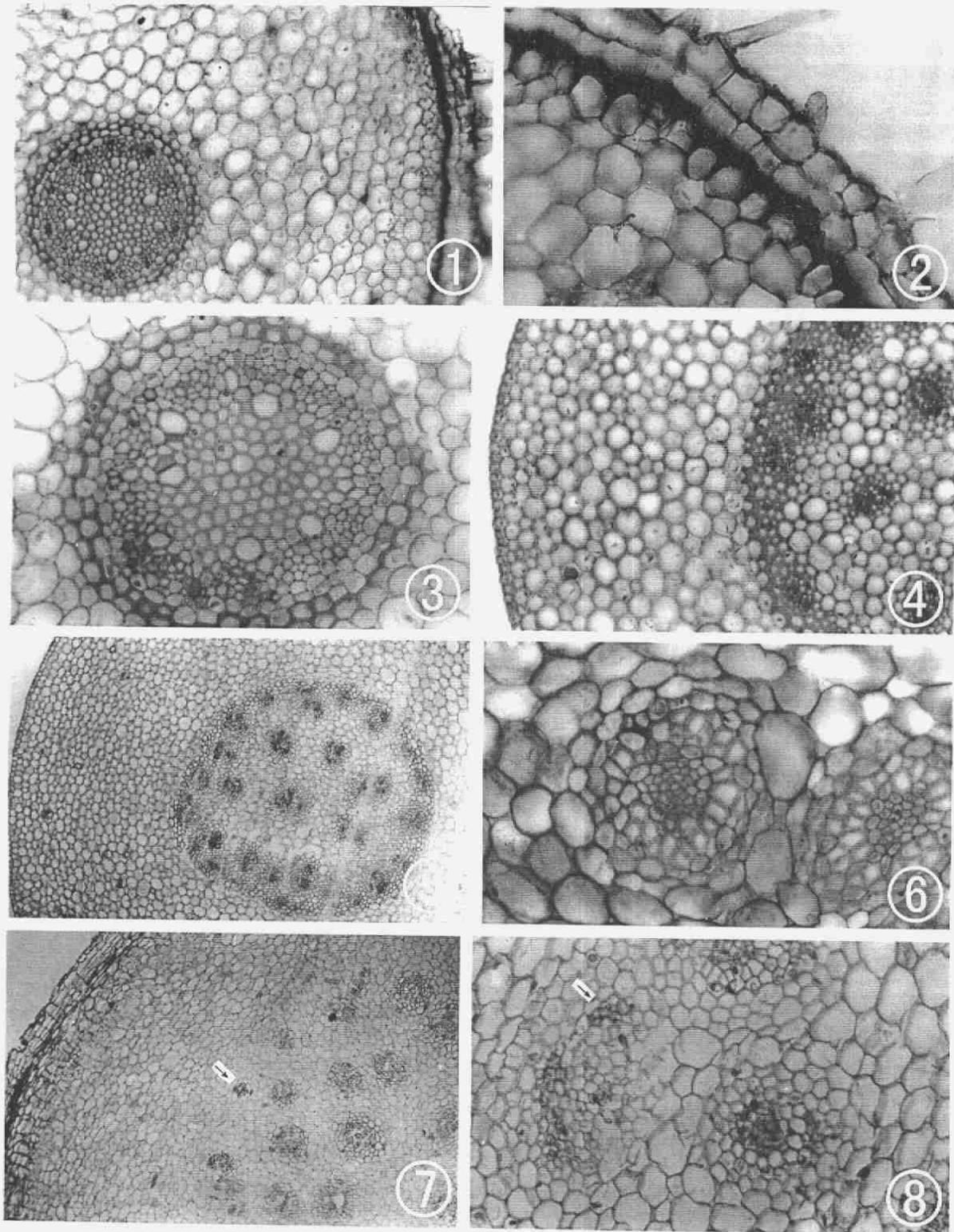
- FAHN A(著). 吴树明, 刘德仪(译). 1990. 植物解剖学[M]. 天津: 南开大学出版社, 176—370.
- E. G. 卡特(著). 李正理, 张新英, 李荣放, 等(译). 1986. 植物解剖学(上册), 细胞与组织(第二版)[M]. 北京: 科学出版社, 20—240.
- 李扬汉. 1979. 禾本科作物的形态与解剖[M]. 上海: 科学技术出版社, 69—162.
- 李正理, 张新英. 1983. 植物解剖学[M]. 北京: 高等教育出版社, 99—279.
- 陆时万, 徐祥生, 沈敏健. 1998. 植物学(第二版)上册[M]. 北京: 高等教育出版社, 91—172.
- 胡正海, 张泓. 1993. 植物异常结构解剖学[M]. 北京: 高等教育出版社, 27—123.
- Huang JL(黄锦玲), Ma LM(马黎明), Hong DY(洪德元). 1997. Cytotaxonomic studies on the genus *Aspidistra* II (蜘蛛抱蛋属的细胞分类学研究)[J]. *Acta Phytotaxonomica* (植物分类学报), 35(1): 14—23.
- Lang KY(郎楷永), Li GZ(李光照), Liu Y(刘演), et al. 1999. Taxonomic and phytogeographic studies on the genus *Aspidistra* Ker-Gwal. (Liliaceae)(中国蜘蛛抱蛋属植物的分类和植物地理的研究)[J]. *Acta Phytotaxonomica* (植物分类学报), 37(5): 468—508.
- Li GZ(李光照), Lang KY(郎楷永), Wang RX(王任翔), et al. 2000. On the trends of morphological differentiation and a new system of classification in Chinese *Aspidistra* Ker-Gwal. (Liliaceae)(中国蜘蛛抱蛋属植物形态演化趋势及其新分类系统)[J]. *Guihaia*(广西植物), 20(3): 201—217.
- Li M(黎明), Su JL(苏金乐), Wu RH(武荣花), et al. 2001. Anatomical study on the nutritive organs of *Dendrobium candidum*(铁皮石斛营养器官的解剖学研究)[J]. *Journal of Henan Agricultural University*(河南农业大学学报), 35(2): 125—129.
- Ma LM(马黎明), Hong DY(洪德元). 1990. Pollen Morphology and Epidermal Characters of Leaves in Convallariaceae(S L)(铃兰族(广义)花粉形态与叶表皮特征的研究)[J]. *Acta Phytotaxonomica* (植物分类学报), 28(3): 228—236.
- Wang RX(王任翔), Li GZ(李光照), Lang KY(郎楷永), et al. 2001. Pollen morphology of genus *Aspidistra* studied by scanning electron microscope(蜘蛛抱蛋属花粉扫描电镜研究)[J]. *Guangxi Sciences*(广西科学), 8(2): 138—142.
- Wei YG(韦毅刚), Li GZ(李光照), Lang KY(郎楷永), et al. 2000. A study on the distribution and habitats of Chinese *Aspidistra* Ker-Gawl(中国蜘蛛抱蛋属植物分布及生境特点的研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 20(3): 218—228.

李凤英, 等: 中国蜘蛛抱蛋属植物营养器官的解剖学研究

LI Feng-ying, et al.: The anatomy study on nutritive organs of *Aspidistra* plants in China

图版 I

Plate I



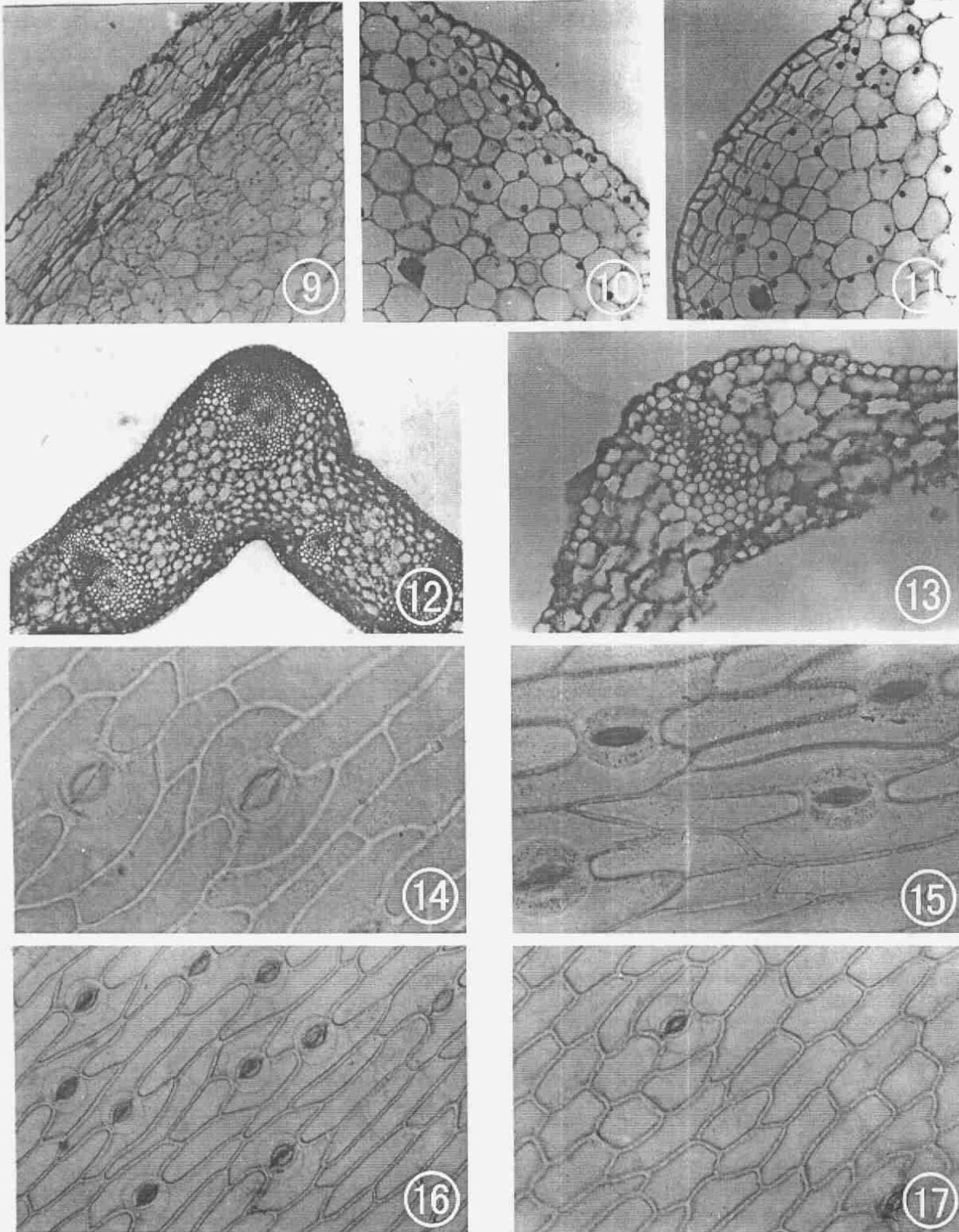
1. 长药蜘蛛抱蛋 $\times 99$; 2. 广东蜘蛛抱蛋 $\times 198$; 3. 长药蜘蛛抱蛋 $\times 198$; 4. 长药蜘蛛抱蛋 $\times 99$; 5. 罗甸蜘蛛抱蛋 $\times 40$; 6. 广东蜘蛛抱蛋 $\times 198$; 7. 罗甸蜘蛛抱蛋 $\times 40$; 8. 罗甸蜘蛛抱蛋 $\times 198$ 。

1. *A. dolichanthera* $\times 99$; 2. *A. lurida* $\times 198$; 3. *A. dolichanthera* $\times 198$; 4. *A. dolichanthera* $\times 99$;
5. *A. luodianensis* $\times 40$; 6. *A. lurida* $\times 198$; 7. *A. luodianensis* $\times 40$; 8. *A. luodianensis* $\times 198$ 。

2001

李凤英, 等:
LI Feng-ying, *et al.* :

图版 II
Plate II



9. 罗甸蜘蛛抱蛋×99; 10. 长药蜘蛛抱蛋×198; 11. 长药蜘蛛抱蛋×198; 12. 线叶蜘蛛抱蛋×86; 13. 石山蜘蛛抱蛋×150; 14. 洞生蜘蛛抱蛋×300; 15. 长梗蜘蛛抱蛋×300; 16. 海南蜘蛛抱蛋×150; 17. 海南蜘蛛抱蛋×150.
9 *A. luodianensis*×99; 10. *A. dolichanthera*×198; 11. *A. dolichanthera*×198; 12. *A. linearifolia*×86; 13. *A. saxicola*×150; 14. *A. cavida*×300; 15. *A. longipedunculata*×300; 16. *A. hainanensis*×150; 17. *A. hainanensis*×150.