

文章编号: 1674-7054(2012)04-0339-06

叉蕨科 6 种植物叶表皮特征的观察

戴锡玲, 张屹荣, 曹建国, 王全喜

(上海师范大学 生命与环境科学学院, 上海 200234)

摘要: 利用光学显微镜对叉蕨科(Aspidiaceae) 4 属 6 种植物的叶表皮特征进行观察。结果表明: 它们的表皮细胞为不规则型, 表皮细胞垂周壁呈浅波状或深波状; 具 6 种气孔器类型, 即极细胞型、聚合极细胞型、腋下细胞型、聚腋下细胞型、不等细胞型和无规则四细胞型, 在气孔器组成上具多型现象, 气孔为下生型; 气孔指数相近; 上、下表皮细胞中含有针晶或单晶; 但 6 种叉蕨科植物在表皮细胞大小、表皮毛的有无、气孔大小和气孔密度、晶体的类型上存在一定的差异。

关键词: 叉蕨科; 叶表皮; 气孔器

中图分类号: Q 949.36

文献标志码: A

叉蕨科(Aspidiaceae) 为泛热带科, 约有 20 属 400 种。我国有 8 属 90 种, 分布于西南和华南的热带和亚热带地区, 向北达四川峨眉山下部^[1]。叶表皮的特征已被证明在鉴定被子植物的化石遗迹中起着重要作用, 还可用于研究现存植物各类群之间的关系^[2]。近年来, 在蕨类植物叶表皮形态方面也有一些研究, 如徐皓等^[3]对假冷蕨属 12 种植物叶表皮特征进行了观察; 张滋第等^[4]对云南产莲座蕨科 12 种植物叶表皮形态特征进行了研究; 戴锡玲等^[5]利用光学显微镜和扫描电子显微镜对凤丫蕨属 6 种植物的叶表皮形态进行了观察; 王任翔等^[6-7]对中国西南地区铁角蕨科和水龙骨亚科的部分植物叶表皮微形态进行了研究; 卢金梅等^[8]利用扫描电镜对贯众属及其近缘类群共 34 种植物的叶表皮进行了观察。而有关叉蕨科植物叶表皮特征的研究不多见。笔者利用光学显微镜对叉蕨科 4 属 6 种植物叶表皮微形态特征(如叶表皮细胞形状和大小、气孔器的大小和类型以及气孔密度、气孔指数等) 进行详细的观察, 旨在为进一步探讨叉蕨科植物的分类和系统演化提供基础资料。

1 材料与方 法

1.1 材料 实验材料取自 6 种叉蕨科植物腊叶标本的成熟叶片, 植物标本保存在上海师范大学生物系蕨类植物标本室, 材料来源见表 1。

表 1 材料来源

种 名	采集地点	凭证标本
虹鳞肋毛蕨 <i>Ctenitis rhodolepis</i>	福建建瓯 Jian'ou, Fujian	曹建国 (J. G. Cao) 0609202 (SHNU)
靠脉肋毛蕨 <i>Ctenitis costulisora</i>	福建建瓯 Jian'ou, Fujian	曹建国 (J. G. Cao) 0609018 (SHNU)
厚叶轴脉蕨 <i>Ctenitopsis sinii</i>	福建建瓯 Jian'ou, Fujian	曹建国 (J. G. Cao) 0609027 (SHNU)
三叉蕨 <i>Tectaria subtriphylla</i>	广东肇庆 Zhaoqing, Guangdong	曹建国 (J. G. Cao) D016 (SHNU)
下延叉蕨 <i>Tectaria decurrens</i>	广东肇庆 Zhaoqing, Guangdong	曹建国 (J. G. Cao) D014 (SHNU)
沙皮蕨 <i>Hemigramma decurrens</i>	广东肇庆 Zhaoqing, Guangdong	曹建国 (J. G. Cao) D020 (SHNU)

1.2 方法 取植物叶中部羽片的中部小羽片, 刮去其上孢子囊群后, 浸泡在 $\varphi = 30\%$ 的过氧化氢-醋酸

收稿日期: 2012-01-03

基金项目: 上海市教育委员会重点学科建设项目 (J50401), 上海师范大学理科科研基金资助 (SK201231)

作者简介: 戴锡玲 (1973-), 女, 辽宁沈阳人, 上海师范大学生命与环境科学学院副教授, 博士。

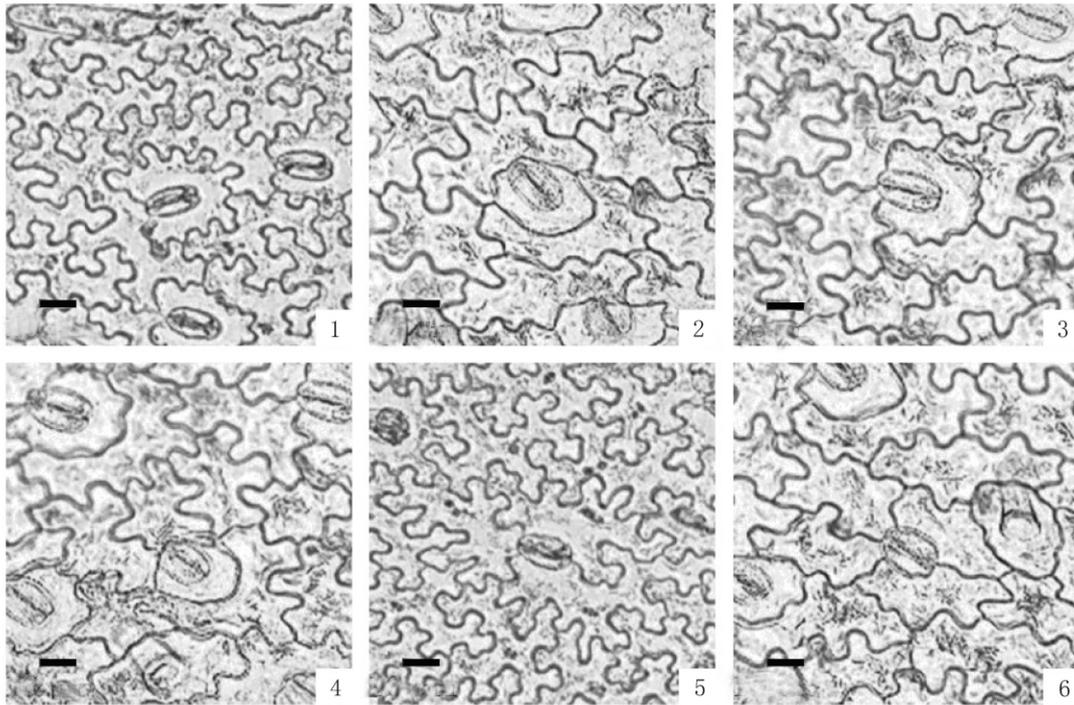
溶液中,在 60 °C 烘箱内放置 12 ~ 24 h。待叶肉组织和表皮细胞分离后,把离析材料取出,用毛笔轻轻扫除叶肉细胞,漂洗干净。然后切取约 1 cm × 1 cm 的表皮(靠近中脉附近)制水封片,用 Motic BA310 型光学显微镜观察、测量、计数和照相。将每种植物的上、下表皮分别制备 5 个样品,每个样品随机观察 4 个视野。文中的表皮细胞大小、气孔大小、气孔器类型、气孔密度及气孔指数等数据均为随机测量 20 个视野材料的数据或平均值。其中,气孔指数 = 气孔数 / (气孔数 + 表皮细胞数) × 100%,气孔密度 = 气孔个数 / mm²。气孔器类型的命名采用文献 [9] 提出的名称。

2 结 果

通过对叉蕨科 6 种植物叶表皮的特征进行观察,发现每种植物具有 4 ~ 5 种不同类型的气孔器,气孔器均分布在叶片的下表皮,即下生气孔;保卫细胞和表皮细胞均分布在同一水平面上,气孔一般散生,分布较均匀。表皮细胞形状为不规则型,上表皮细胞垂周壁除厚叶轴脉蕨呈浅波状外,其他均为深波状,下表皮细胞垂周壁均呈深波状。上、下表皮细胞中含有针晶或单晶,但下表皮细胞通常比上表皮细胞含的晶体少。部分植物下表皮具有表皮毛。

笔者观察到的气孔器依据副卫细胞的数目及其与保卫细胞排列方式的不同分为 6 种类型:

- 1) 极细胞型: 1 个副卫细胞几乎把 2 个保卫细胞包围,只有一极被单个表皮细胞包围(图版 I - 1)。
- 2) 聚合极细胞型: 除了保卫细胞的一极被单个表皮细胞包围外,保卫细胞的其他部分由 1 个副卫细胞包围,这个副卫细胞又被另一个新月形的细胞部分包围(图版 I - 2)。
- 3) 腋下细胞型: 1 个副卫细胞几乎包围 2 个保卫细胞,只有一游离极被 2 个表皮细胞包围,这 2 个表皮细胞的公共垂周壁从极往外伸,与保卫细胞的长轴平行(图版 I - 3)。



标尺 = 20 μm

图版 I 光学显微镜下 6 种叉蕨科植物气孔器类型

1. 极细胞型; 2. 聚合极细胞型; 3. 腋下细胞型; 4. 聚腋下细胞型; 5. 不等细胞型; 6. 不规则四细胞型

4) 聚腋下细胞型: 1 个副卫细胞几乎将 2 个保卫细胞包围,这个副卫细胞又被另一个新月形细胞包围,1 个游离极被 2 个表皮细胞包围,它们的公共垂周壁从极往外伸,与保卫细胞的长轴平行(图版 I - 4)。

5) 不等细胞型: 3 个副卫细胞组成单环包围保卫细胞,其中 1 个副卫细胞明显比另外 2 个要小(图版 I - 5)。

6) 无规则四细胞型: 4个副卫细胞不规则地以各种方式包围保卫细胞(图版I-6)。

6种叉蕨科植物的叶表皮特征和气孔器类型详见表2~4。

表2 6种叉蕨科植物的上表皮特征

种名	细胞大小/ μm		细胞形状	垂周壁	晶体	图版
虹鳞肋毛蕨 <i>C. rhodolepis</i>	L = 97.3(92~108)	W = 51.3(44~56)	不规则	深波状	单晶	II-1
靠脉肋毛蕨 <i>C. costulisora</i>	L = 90.2(60~124)	W = 48.9(40~60)	不规则	深波状	单晶	II-3
厚叶轴脉蕨 <i>C. sinii</i>	L = 40.8(36~52)	W = 25.7(24~28)	不规则	浅波状	单晶	II-2
三叉蕨 <i>T. subtriphylla</i>	L = 70.0(40~92)	W = 47.2(36~68)	不规则	深波状	针晶	II-4
下延叉蕨 <i>T. decurrens</i>	L = 81.5(44~100)	W = 60.5(40~120)	不规则	深波状	单晶	II-5
沙皮蕨 <i>H. decurrens</i>	L = 79.5(48~136)	W = 44.5(36~60)	不规则	深波状	单晶	II-6

表3 6种叉蕨科植物的下表皮特征

种名	细胞大小/ μm	细胞形状	垂周壁	表皮毛	晶体	气孔大小/ μm	气孔指数/%	气孔密度/(个 $\cdot\text{mm}^{-2}$)	图版
虹鳞肋毛蕨 <i>C. rhodolepis</i>	L = 117.5(88~156) W = 52.0(40~72)	不规则	深波状	有	单晶	L = 37.8(32~44) W = 18.7(16~24)	18.6	44	II-7
靠脉肋毛蕨 <i>C. costulisora</i>	L = 112.4(88~136) W = 52.0(40~64)	不规则	深波状	无	单晶	L = 38.4(36~44) W = 22.4(20~24)	17.3	52	II-9
厚叶轴脉蕨 <i>C. sinii</i>	L = 82.5(68~96) W = 35(32~44)	不规则	深波状	无	单晶	L = 36.4(32~40) W = 24.4(20~28)	16.4	76	II-8
三叉蕨 <i>T. subtriphylla</i>	L = 94.7(56~128) W = 45.8(36~56)	不规则	深波状	有	针晶	L = 38.4(28~44) W = 28.8(24~36)	16.7	76	II-10
下延叉蕨 <i>T. decurrens</i>	L = 118.7(100~168) W = 61.3(52~80)	不规则	深波状	有	单晶	L = 45.2(40~52) W = 30.0(28~32)	17.6	48	II-11
沙皮蕨 <i>H. decurrens</i>	L = 96.4(76~120) W = 52.4(36~76)	不规则	深波状	无	单晶	L = 36.8(32~40) W = 23.2(20~24)	19.4	56	II-12

表4 6种叉蕨科植物的气孔器类型

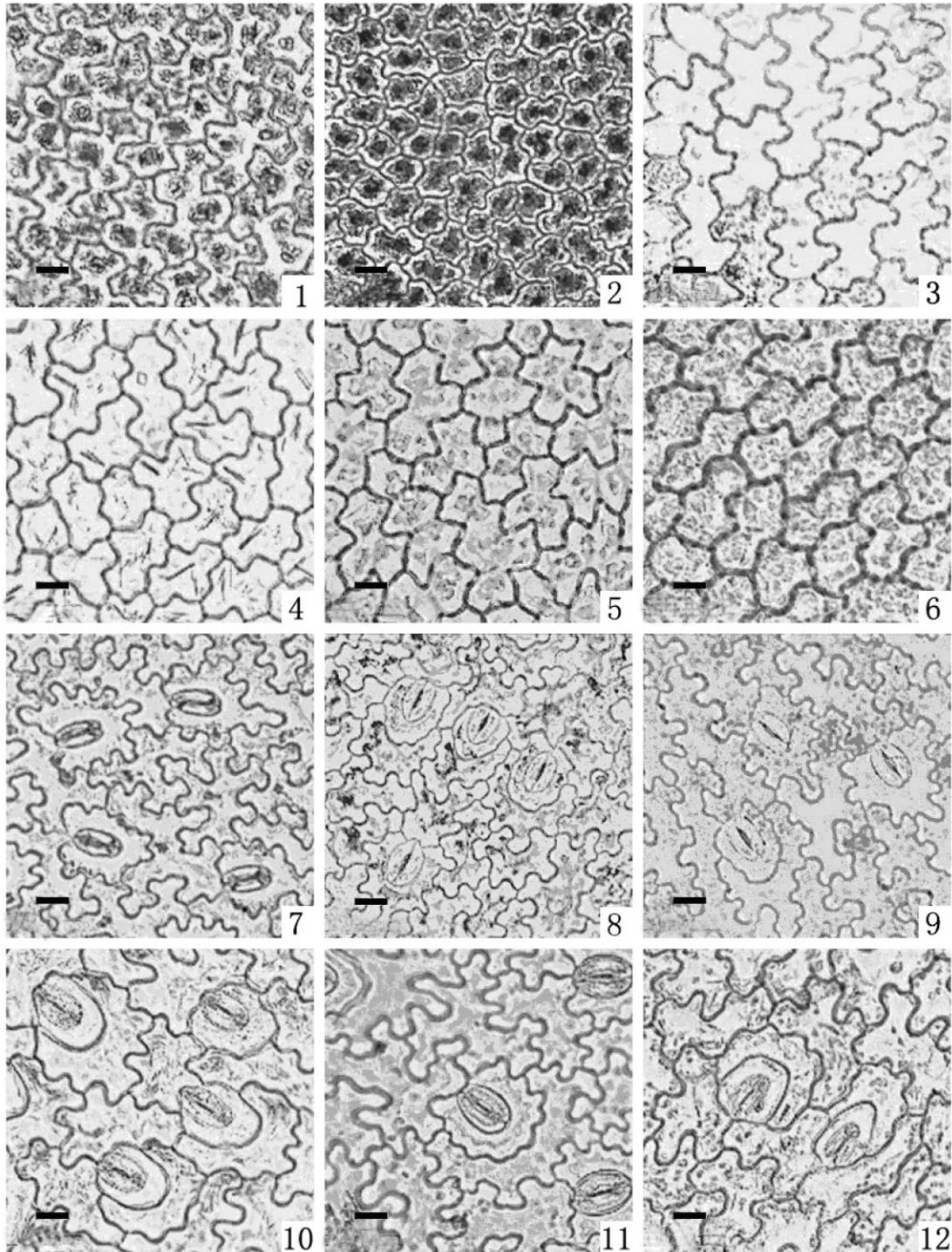
种名	极细胞型	聚合极细胞型	腋下细胞型	聚腋下细胞型	不等细胞型	无规则四细胞型	图版
虹鳞肋毛蕨 <i>C. rhodolepis</i>	++	+++	+	+++	+		II-7
靠脉肋毛蕨 <i>C. costulisora</i>	++	+++	+++	+++			II-9
厚叶轴脉蕨 <i>C. sinii</i>	++	+++	+++	+++		+	II-8
三叉蕨 <i>T. subtriphylla</i>	++	+++	++	+++		+	II-10
下延叉蕨 <i>T. decurrens</i>	++	+++	+++	+++			II-11
沙皮蕨 <i>H. decurrens</i>	+	+++	+	+++	+		II-12

注: +++ 表示较多; ++ 表示较少; + 表示个别出现

3 讨论

3.1 叉蕨科植物的叶表皮特征及其在分类和演化中的意义 通过光学显微镜观察发现,叉蕨科4属6

种植物的叶表皮特征较一致,都具有多种气孔器类型,气孔为下生型,散生,分布较均匀,不下陷,表皮细胞的形状和垂周壁式样具有一定的稳定性,气孔指数相近,上、下表皮细胞都具有晶体等共同特点,属间差异不明显,显示了叉蕨科是一个非常自然的类群。但它们又在表皮细胞和气孔大小、表皮毛的有无及晶体的种类上存在差异,在气孔密度和气孔器类型上明显不同,因此,叶表皮综合特征在属内种间表现出明显的差异,可为叉蕨科植物的分类和鉴定提供重要依据。笔者根据叶表皮特征为这6种植物编制1个检索表。



标尺 = 20 μm

图版 II 光学显微镜下6种叉蕨科植物叶表皮形态

1~6 为上表皮;7~12 为下表皮。1. 虹鳞肋毛蕨;2. 厚叶轴脉蕨;3. 靠脉肋毛蕨;4. 三叉蕨;5. 下延叉蕨;6. 沙皮蕨;7. 虹鳞肋毛蕨;8. 厚叶轴脉蕨;9. 靠脉肋毛蕨;10. 三叉蕨;11. 下延叉蕨;12. 沙皮蕨

分种检索表

1. 叶表皮细胞内含有针晶 ····· 1. 三叉蕨 *T. subtriphyllo*
1. 叶表皮细胞内含有单晶
 2. 上表皮细胞呈浅波状 ····· 2. 厚叶轴脉蕨 *C. sinii*
 2. 上表皮细胞呈深波状
 3. 具有极细胞型、聚合极细胞型、腋下细胞型、聚腋下细胞型 4 种气孔器类型
 4. 叶下表皮细胞具表皮毛 ····· 3. 下延叉蕨 *T. decurrens*
 4. 叶下表皮细胞不具表皮毛 ····· 4. 靠脉肋毛蕨 *C. costulisora*
 3. 具有极细胞型、聚合极细胞型、腋下细胞型、聚腋下细胞型、不等细胞型 5 种气孔器类型
 5. 叶下表皮细胞具表皮毛 ····· 5. 虹鳞肋毛蕨 *C. rhodolepis*
 5. 叶下表皮细胞不具表皮毛 ····· 6. 沙皮蕨 *H. decurrens*

在分类学上有许多关于气孔的重要特征中,以气孔周围表皮细胞(如果这些表皮细胞与正常的表皮细胞不同的,可称为副卫细胞)的排列情况最有价值^[9]。在6种叉蕨科植物叶片中,共观察到6种气孔器类型,即极细胞型、聚合极细胞型、腋下细胞型、聚腋下细胞型、不等细胞型和无规则四细胞型。由此可见,叉蕨科植物气孔器类型具有多样性^[10]。在这6种植物中,主要的气孔器类型有聚合极细胞型和聚腋下细胞型,初步认为这2种气孔器类型为叉蕨科植物的基本气孔器类型^[10]。6种叉蕨科植物分别隶属于4个属,它们的叶表皮中都同时具有多种气孔器类型,即气孔器组成具有多型现象。因此,从气孔器组成上看叉蕨科植物为较进化的类群^[10]。

3.2 晶体是叉蕨科植物叶表皮细胞的1个主要特征 植物叶片的表皮细胞存在着大量结晶,经研究多为草酸钙结晶,形态不一,包括簇晶、针晶、方晶等,是植物生长发育过程中的次生代谢产物。叶表皮细胞含的结晶类型、形状及大小是比较稳定的,但在不同科、属的组织中其形态、大小和分布等存在一定的差异(见表2、3及图版II)^[11]。叶表皮细胞含有草酸钙结晶是6种叉蕨科植物的共同特征,主要以针晶和单晶的形式存在,晶体的类型、大小和数量因种类而异,因此,晶体可以作为叉蕨科分析叶表皮特征的1个考察指标。叉蕨科叶表皮细胞中含有草酸钙结晶与它们生长在特殊的富钙岩溶区密切相关^[12],这使得这些植物能够更好地适应生存环境。

参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第6卷第1分册[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [2] CHENG Qiao. Morphological characters of leaf epidermis in Schisandraceae and their systematic significance[J]. Journal of Plant Biology 2006, 49(1): 80-87.
- [3] 徐皓, 赵桦, 王玛丽. 假冷蕨属叶表皮特征的比较形态学研究[J]. 河南师范大学学报: 自然科学版 2008, 36(2): 99-102.
- [4] 张滋第, 和兆荣. 云南莲座蕨科植物叶表皮形态特征研究[J]. 云南大学学报: 自然科学版 2009, 31(3): 302-303.
- [5] 戴锡玲, 王全喜, 李新国, 等. 凤丫蕨属6种植物叶表皮特征的研究[J]. 植物研究 2009, 29(1): 33-38.
- [6] 王任翔, 陆树刚. 中国西南地区铁角蕨科植物叶表皮微形态及其系统学意义[J]. 广西植物 2010, 30(6): 748-752.
- [7] 王任翔, 陆树刚. 水龙骨科植物叶表皮微形态及其系统学意义[J]. 武汉植物学研究 2010, 28(4): 410-416.
- [8] 卢金梅, 成晓, 李德铎. 贯众属的叶表皮特征[J]. 云南植物研究 2010, 32(5): 381-392.
- [9] 斯特斯 C A. 植物分类学与生物系统学[M]. 北京: 科学出版社, 1986.
- [10] 张耀甲, 于海峰, 卢云霞, 等. 国产水龙骨科植物的气孔器类型及其系统学意义[J]. 兰州大学学报: 自然科学版 1999, 35(2): 130-139.
- [11] 孙锐, 孟振农, 房用, 等. 植物体内所含晶体的研究进展及其应用的思路[J]. 山东林业科技 2004(2): 35-36.
- [12] LI Qiang, YU Longjiang, DENG Yan et al. Leaf epidermal characters of *Lonicera japonica* and *Lonicera confuse* and their ecology adaptation [J]. Journal of Forestry Research 2007, 18(2): 103-108.

Leaf Epidermis Characteristics of Six Species of Aspidiaceae

DAI Xi-ling, ZHANG Yi-rong, CAO Jian-guo, WANG Quan-xi

(College of Life and Environment Sciences, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China)

Abstract: The epidermal structures of six species of Aspidiaceae were observed under light microscope. The results showed that their epidermal cells are irregular with their anticlinal walls undulate or sinuate. There are six types of stomatal apparatus, i. e. Polocytictype, Copolocytictype, Axillocytictype, Coaxillocytictype, Aisocytictype and Anomotetracytictype. The components of stomatal apparatus are polymorphic, and all the stomatal apparatuses only occur in the lower epidermis, and the stomatal indexes are similar. Raphides and monocystals are visible in the upper and lower epidermal cells. But the six species of Aspidiaceae are different in the size of epidermal cells, trichome production, the size of stomata and stomata density and crystal types.

Key words: Aspidiaceae; leaf epidermis; stomatal apparatus

(上接第 338 页)

Observation of Growth and Development and Ornamental Characteristics of 11 Ferns

ZHONG Qian-yun, LI Qiao-juan, JIN Men-yi, JI Hua, FU Qi, CHEN Long-qing

(Key Laboratory of Horticultural Plant Biology, Ministry of Education/ College of Horticulture and Forestry Sciences, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: Ornamental ferns, with their diverse ecosystem types and shade-tolerance, account much in ornamental plants. Eleven ferns, i. e. *Adiantum reniforme* var. *sinense*, *A. capillus-veneris*, *A. flabellulatum*, *Nephrolepis cordifolia*, *Dryopteris fuscipes*, *Platycerium wallichii*, *Athyrium yokoscense*, *Lygodium japonicum*, *Folium Pyrrosiae*, *Pteris semipinnata* and *Aleuritopteris argentea* were introduced and cultured in the shelter. Most of them are evergreen and can overwinter and oversummer safely in Wuhan. *Adiantum reniforme* var. *sinense*, *A. capillus-veneris* and *A. flabellulatum* can germinate throughout the year. *Nephrolepis cordifolia*, *Dryopteris fuscipes*, *Platycerium wallichii*, *Athyrium yokoscense*, *Lygodium japonicum*, *Pteris semipinnata*, *Aleuritopteris argentea* can germinate in spring and autumn. No sori are found on *Lygodium japonicum* and *Platycerium wallichii*.

Key words: ornamental fern; growth and developmental phase; ornamental characteristics