

# 芋属5种植物叶表皮特征的扫描电镜观察\*

蔡秀珍<sup>1,2</sup>, 刘克明<sup>1</sup>, 龙春林<sup>2</sup>

(1. 湖南师范大学生命科学学院植物学系, 中国长沙 410081; 2. 中国科学院昆明植物研究所, 中国昆明 650204)

**摘要:** 通过扫描电子显微镜观察了国产芋属 (*Colocasia* Schott) (天南星科 Araceae) 5种植物的叶表皮特征, 其中花叶芋 *C. bicolor*、异色芋 *C. heterochroma*、李氏香芋 *C. lihengiae* 和大野芋 *C. gigantea* 4个种为首次报道. 研究表明: 芋属植物叶的上、下表皮细胞特征不一致, 细胞为多边形, 垂周壁平直或弓形, 气孔器多分布于下表皮, 平列型, 排列无定向. 气孔器类型、细胞形状及垂周壁式样等特征在种间的差异小, 但与气孔外盖、气孔保卫细胞极区、表皮细胞附属物等特征结合起来分析, 其结果对该属植物的分类有一定意义.

**关键词:** 叶表皮; 气孔器; 系统分类; 芋属; 天南星科

中图分类号: Q949.71<sup>+</sup>7.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-2537(2004)04-0066-07

## Observation of Leaf Epidermis of Five Species in *Colocasia* by SEM

CAI Xiuzhen<sup>1,2</sup>, LIU Keming<sup>1</sup>, LONG Chur lin<sup>2</sup>

(1. Botanical Department, College of Life Science, Hunan Normal University, Changsha 410081, China;

2. Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204, China)

**Abstract:** Leaf epidermis of five species in the genus *Colocasia* Schott (Araceae), were examined by scanning electron microscopes (SEM), of which *C. bicolor*, *C. heterochroma*, *C. lihengiae* and *C. gigantea* were reported for the first time. In this genus, the upper and lower epidermis cells are polygonal; the patterns of anticlinal walls are straight or arched; the stomata apparatus which mainly distribute on the lower epidermis are paracytic, and regularly arranged. Although the characters in *Colocasia*, such as the shape of epidermis cells are less important between species and can be used as secondary ones, the combined characters of outer stomatal ledge (or rim), the two poles of guard cell and the attachments of epidermal cell may be useful for species identification.

**Key words:** leaf epidermis; stomatal apparatus; Taxonomy; *Colocasia*; Araceae

芋属 (*Colocasia* Schott) 由奥地利植物学家和园艺学家 Schott 于 1832 年建立<sup>[1]</sup>, 在 Engler (1905 ~ 1920) 系统中属天南星科 (Araceae) 芋族 (Colocasieae) 芋亚族 (Colocasiinae) 中进化地位较高的一个属, 在系统学上占有重要位置. 目前全世界约 11 种, 中国有 9 种, 其中 6 种为我国特有. 本属为多年生常绿草本, 分布于亚洲热带、亚热带及许多温暖地区<sup>[2-4]</sup>. 该属植物具有较高的经济价值和观赏价值. 芋 *Colocasia esculenta* 的块茎可食用, 全世界大约有 6 000 万人口以其为主食, 约占世界人口的 1%; 芋 *C. esculenta* 在世界最大的消费蔬菜中排名第 14 位<sup>[5,6]</sup>. 关于芋属的系统学研究, 国内外一些学者先后报导了部分芋属植物的染色体数目、同工酶、

\* 收稿日期: 2004-05-21

基金项目: 国家自然科学基金 (30170102)、云南省自然科学基金 (2001C0058M)、国家科技部基础性研究专项 (2001DEA10009)、中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KSCX2-SW-117) 和美国国家科学基金 (DEB-0103795).

作者简介: 蔡秀珍 (1979-), 女, 湖南郴州人, 在读硕士研究生, 主要研究植物系统学. 通讯作者: 龙春林.

花粉、分子标记、种质资源和遗传多样性等方面的研究成果<sup>[7-15]</sup>。

由于芋属植物外部形态比较相似,有些种类分布狭窄,在纬度较高的地区又很难开花,这无疑给种的划分带来一些困难。近半个世纪以来,叶表皮作为分类指标日益受到国内外学者的重视。Johnson认为,作为植物的最外部位,叶片的表皮特征必将最快地反映外界环境的变化<sup>[16]</sup>,一些特征已明显处于基因控制之下<sup>[17]</sup>;又由于叶片生存于植物的主要生活时期,其特征是非生殖器官最广泛应用的特征,在分类学方面有优于花的一面,因而成为应用极为普遍也很有效的分类学依据。尤其是近年来,随着SEM的应用,这些特征已更成功更广泛地应用于不同分类群,如Fagaceae<sup>[18]</sup>,Menispermaceae<sup>[19]</sup>等。

对于天南星科植物叶表皮微形态特征,国外有些学者如Solereeder和Meyer<sup>[20]</sup>,Webber<sup>[21]</sup>,Pant和Kidwai<sup>[22]</sup>,Gear<sup>[23]</sup>,Grau<sup>[24]</sup>等曾做过研究,Webber认为气孔类型对天南星科分类意义不大,而Pant和Kidwai,Gear,Grau等认为天南星科中气孔类型具分类意义。在国内,除李丽<sup>[25]</sup>对部分国产半夏属植物、孙红祥等<sup>[26]</sup>对浙江省天南星科3属18种药用植物、王伟等<sup>[27]</sup>对天南星科18属27种植物的叶表皮显微特征做过观察外,芋属迄今未见这方面的研究报导。我们应用扫描电镜技术研究了芋属5种植物的叶表皮微形态特征,期望为本属的分类及探讨种间系统关系、演化趋势等提供有价值的依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

研究材料分别采自云南西双版纳和德宏,材料名称及来源详见表1。凭证标本存于中国科学院昆明植物研究所标本馆(KUN)。

表1 材料名称及来源

种名	凭证标本	采集地	采集时间
芋 <i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	李恒,龙春林 01025	勐腊南公山	2003-07-20
花叶芋 <i>C. bicolor</i> C. L. Long et L. M. Cao	龙春林,曹利民 01024	勐腊南公山	2003-07-20
异色芋 <i>C. heterochroma</i> H. Li et Z. X. Wei	曹利民 02109	德宏盈江	2003-06-02
大野芋 <i>C. gigantea</i> (Blume) Hook f.	李恒,龙春林 01012	景洪勐养农场	2003-07-27
李氏香芋 <i>C. lihengiae</i> C. L. Long et K. M. Liu	龙春林 01035	勐腊南公山	2003-07-20

### 1.2 方法

采取成熟叶片,用FAA固定液固定,在近中脉处相同部位各剪取2~3小块(约2 mm ×2 mm)的材料样品,将剪取的材料依次经65%、75%、85%、95%和100%的乙醇逐级脱水,再经乙酸异戊酯梯度处理,然后在Hitachi HCP-2 CO<sub>2</sub>临界点干燥仪中干燥,并用双面胶粘贴在样品台上,经RMC-Eiko IL-3离子溅射仪两次喷金镀膜后,在JEOL JSM-5600LV扫描电子显微镜下进行观察并照相。

本文所用术语主要依据Wilkinson<sup>[28]</sup>的报道。

## 2 观察结果

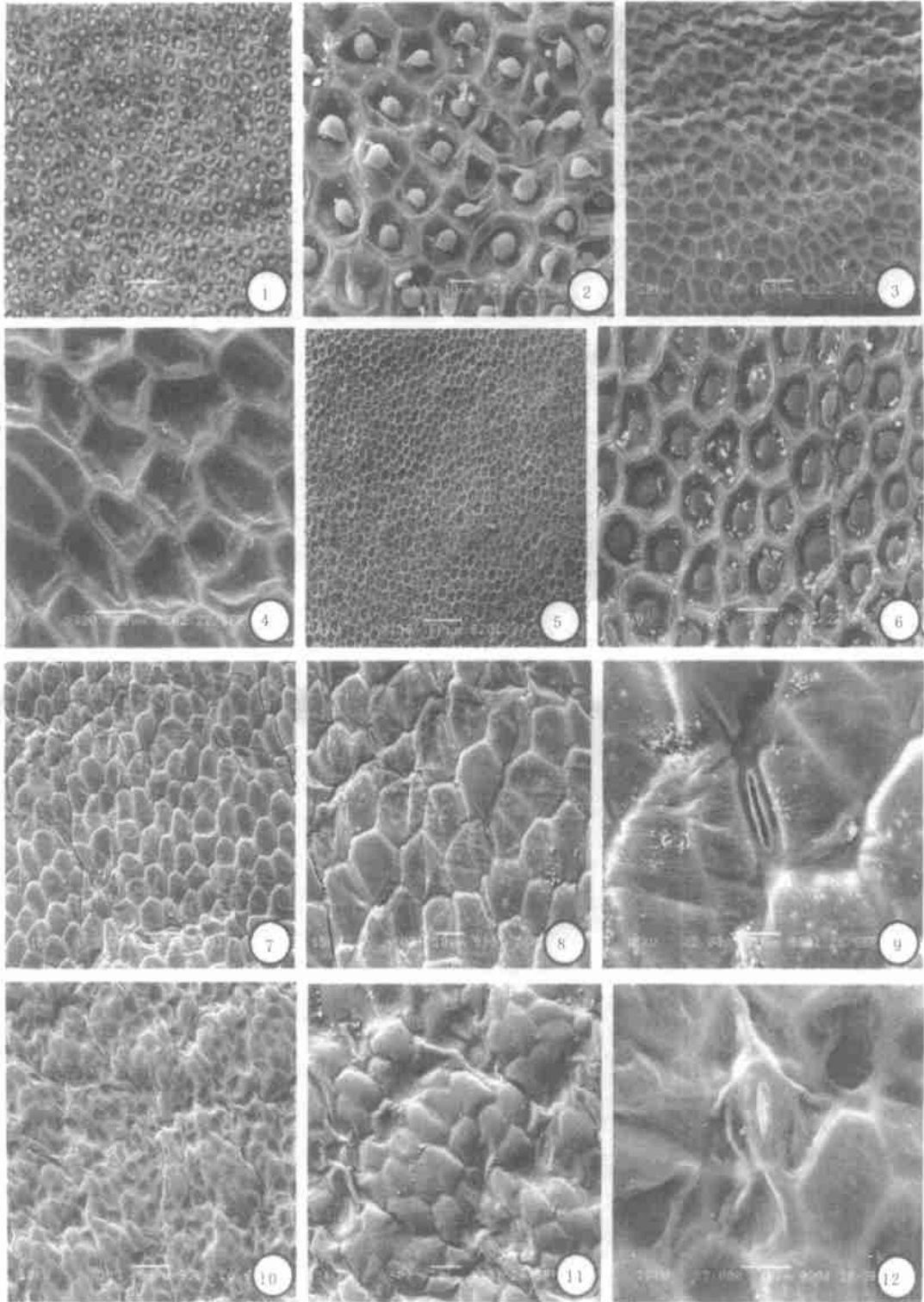
### 2.1 叶表皮特征

表皮细胞长宽近相等或稍不等,多为规则多边形。垂周壁平直或弓形。许多种类可见针晶体。叶上表皮气孔分布较少或无,叶下表皮气孔分布较多,呈不规则排列,随机分布,气孔外拱盖表面和拱盖内缘均平滑或近平滑。它们的主要特征详见表2及图版和图版。

2.1.1 芋(*C. esculenta*) 气孔器为平列型,随机分布于上、下叶表皮,气孔外拱盖表面平滑,拱盖内缘近平滑,浅波状,保卫细胞两极具“T”型加厚;表皮细胞垂周壁平直,叶上表皮细胞内具团粒,其顶点与垂周壁几乎位于一个平面,针晶体较少(图版 :1—2;图版 :1—2)。

2.1.2 花叶芋(*C. bicolor*) 气孔器为平列型,主要分布于叶下表皮,气孔外拱盖表面平滑,拱盖内缘平滑,保卫细胞两极具“T”型加厚;叶上表皮细胞垂周壁平直,无针晶体;叶下表皮细胞垂周壁弓形,具团粒,且明显高于垂周壁平面,针晶体较少(图版 :3—4;图版 :3—5)。

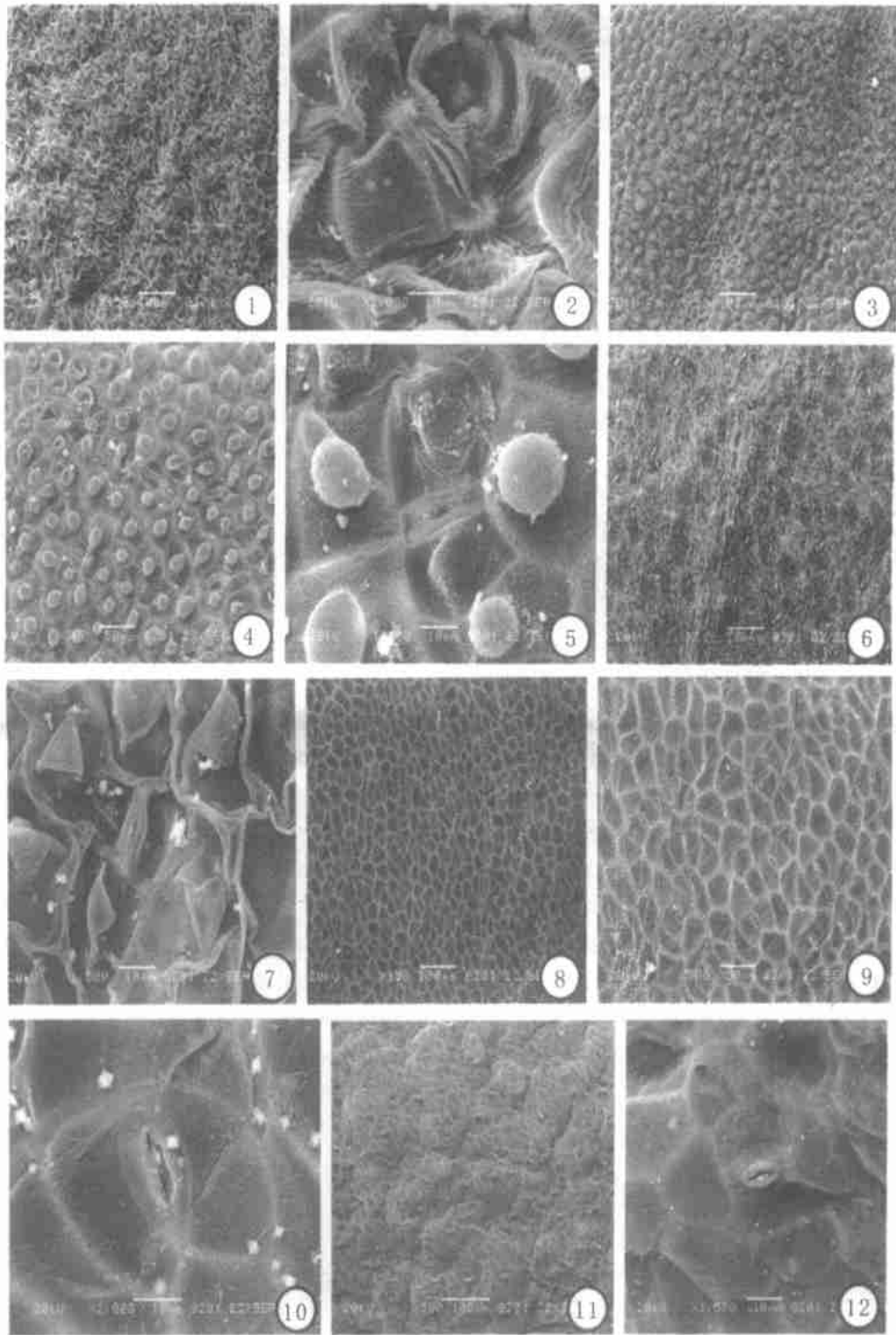
2.1.3 异色芋 (*C. heterochroma*) 气孔器为平列型,主要分布于叶下表皮,气孔外拱盖表面平滑,拱盖内缘近平滑,浅波状,保卫细胞两极具“T”型加厚;表皮细胞呈蜂窝状,垂周壁弓形,叶上表皮细胞内具团粒,其顶点低于垂周壁平面,针晶体较多(图版 :5—6;图版 :6—7).



1,2. 芋;3,4. 花叶芋;5,6. 异色芋;7—9. 大野芋;10—12. 李氏香芋.

(1,7,10.  $\times 300$ ;2.  $\times 1\,000$ ;3.  $\times 120$ ;4.  $\times 400$ ;5.  $\times 150$ ;6.  $\times 800$ ;8,11.  $\times 600$ ;9,12.  $\times 2\,000$ )

图版 扫描电镜下的叶片上表皮微形态特征



1,2. 芋;3,4,5. 花叶芋;6,7. 异色芋;8—10. 大野芋;11—12. 李氏香芋.  
 (1,3,6,8.  $\times 150$ ;2,10.  $\times 2000$ ;4,9.  $\times 300$ ;5,7,12.  $\times 1500$ ;11.  $\times 200$ )

图版 扫描电镜下的叶片下表皮微形态特征

2.1.4 大野芋 (*C. gigantea*) 气孔器为平列型,随机分布于上、下叶表皮,气孔外拱盖表面近平滑,拱盖内缘近平滑,浅波状,保卫细胞两极无“T”型加厚;表皮细胞为鳞片状多边形,垂周壁平直或弓形,表皮细胞内

无团粒,针晶体较多(图版 :7—9;图版 :8—10).

2.1.5 李氏香芋 (*C. lihengiae*) 气孔器为平列型,随机分布于上、下叶表皮,气孔外拱盖表面平滑,拱盖内缘平滑,保卫细胞两极无“T”型加厚;表皮细胞为不规则多边形,垂周壁弓形,表皮细胞内无团粒,针晶体较少(图版 :10—12;图版 :11—12).

表 2 芋属 5 种植物叶片扫描特征

种名	气孔器 类型	气孔外 拱盖	气孔器 分布	保卫细胞“T” 型加厚情况	表皮细 胞垂周 壁式样	表皮细胞 附属物	针晶体
芋	平列型	平滑	上下表皮;随 机分布	有“T”型加厚	平直	上表皮细胞具 团粒	两面均少
花叶芋	平列型	平滑	主要下表皮; 随机分布	有“T”型加厚	上表皮:平直 下表皮:弓形	下表皮细胞具 团粒	上表皮:无 下表皮:有
异色芋	平列型	平滑	主要下表皮; 随机分布	有“T”型加厚	弓形	上表皮细胞具 团粒	两面均多
大野芋	平列型	近平滑	上下表皮; 随机分布	无“T”型加厚	平直或弓形	无	两面均多
李氏香芋	平列型	平滑	上下表皮; 随机分布	无“T”型加厚	弓形	无	两面均少

## 2.2 叶表皮特征在 5 种芋属植物分类中的应用

从表 2 及图版 和图版 中可以看出,在扫描电镜下,根据叶表皮细胞特征,可将 5 种芋属植物划分为以下 3 类:(1)叶上表皮细胞具团粒,有芋 *C. esculenta* 和异色芋 *C. heterochroma*;(2)叶下表皮细胞具团粒,有花叶芋 *C. bicolor*;(3)叶表皮细胞不具团粒,有李氏香芋 *C. lihengiae* 和大野芋 *C. gigantea* 根据植物叶表皮保卫细胞两极“T”型加厚特征,可将 5 种芋属植物划分为 2 类:(1)具显著的“T”型加厚,有芋 *C. esculenta*、花叶芋 *C. bicolor* 和异色芋 *C. heterochroma*;(2)无“T”型加厚,有李氏香芋 *C. lihengiae* 和大野芋 *C. gigantea*. 根据叶表皮特征,能较容易的将供研究的 5 种芋属植物编一分组及分种检索表.

5 种芋属植物的叶表皮电镜扫描特征分组及分种检索表:

1. 叶表皮保卫细胞两极具“T”型加厚 ..... 组 1. 块茎组 Sect. *Colocasia*
  2. 叶上表皮具团粒
    3. 叶表皮细胞垂周壁平直,针晶少 ..... 1. 芋 *C. esculenta*
    3. 叶表皮细胞垂周壁弓形,针晶多 ..... 2. 异色芋 *C. heterochroma*
  2. 叶下表皮具团粒 ..... 3. 花叶芋 *C. bicolor*
1. 叶表皮保卫细胞两极无“T”型加厚 ..... 组 2. 根茎组 Sect. *Caulescentes*
  4. 叶表皮细胞垂周壁平直,气孔外拱盖近平滑,针晶多 ..... 4. 大野芋 *C. gigantea*
  4. 叶表皮细胞垂周壁弓形,气孔外拱盖平滑,针晶少 ..... 5. 李氏香芋 *C. lihengiae*

## 3 讨论

1) 无论是表皮细胞垂周壁式样,还是表皮细胞附属物特征和气孔器特征,所观察的 5 种芋属植物叶表皮电镜扫描特征均具一致性,其共同特征是主要的,反映了芋属是一个亲缘关系极为亲近的自然类群.

2) 植物叶表面在扫描电子显微镜下所表现的微形态特征,有一定的分类学价值,但值得注意的是,叶表面的某些性状易受环境条件的影响,如纹饰的疏密、气孔的开度以及在叶表面的分布等,所以在选择鉴别性状时不仅要注意它的稳定性,而且还要参考其他性状进行综合研究. Wilkinson<sup>[28]</sup> 也曾提出:在科及科以上的水平上,气孔器的气孔与系统发育没有直接的相关性,但在一个限定的分类群(如一个科或一个属)中,如果

结合其他演化性状,不同的气孔器类型及结构之间可能存在着有意义的联系.孙红祥等<sup>[26]</sup>通过对浙江省天南星族药用植物叶表皮微形态的观察,认为气孔类型与叶表皮形态其他特征相结合对属种的分类鉴定有重要意义.王伟等<sup>[27]</sup>也认为虽然气孔类型对天南星科分类上的意义不大,但与表皮细胞垂周壁形状及副卫细胞角质层纹饰等特征相结合时,则对种间分类有一定意义.他们的观点与我们得出的结论基本一致.即芋属植物气孔器类型、细胞形状及垂周壁式样等各项特征在种间一致或差异微小,分类意义不大,建议将其作为区别芋属各种的次级特征对待.但是,表皮细胞是否具团粒、气孔器是否“T”型加厚,在分类上可以作为分组的依据.

在《云南植物志》<sup>[2]</sup>和《中国植物志》<sup>[3]</sup>中,李恒根据 Engler 分组法,将国产芋属分为 2 组,即块茎组 Sect. *Colocasia* 和根茎组 Sect. *Caulescentes*,其中 *C. esculenta* 为块茎组,*C. gigantea* 为根茎组.*C. bicolor* 和 *C. heterochroma* 在发表时描述为块茎,*C. lihengiae* 为根茎<sup>[29-31]</sup>.我们观察到 *C. esculenta*, *C. bicolor* 和 *C. heterochroma* 的气孔器具“T”型加厚,*C. bicolor* 的下表皮细胞(图版 :3,4),*C. heterochroma*(图版 :5,6)及 *C. esculenta* 上表皮细胞(图版 :1,2)具团粒,3 者上表皮细胞都呈非常规则的多边形;*C. lihengiae* 和 *C. gigantea* 的气孔器不具“T”型加厚,表皮细胞不具团粒.表明供研究的 5 种芋属植物的叶表皮特征与该属的分组相吻合.*C. esculenta* 和 *C. heterochroma* 这两个种的上、下叶表皮细胞特征相似,特别是叶上表皮细胞内都具团粒,表明两者可能有较近的亲缘关系.

Grayum<sup>[32]</sup>对天南星科的气孔分布及气孔类型作出总结:芋属为平列型气孔.王伟等<sup>[27]</sup>观察到 *C. esculenta* 虽然平列型气孔占主导地位,但也可见到胞环型的气孔类型.本次研究观察的 5 种芋属植物的气孔类型均为平列型气孔,支持 Grayum 的结论.虽然芋属植物的气孔器类型都为平列型,但存在两种着生方式:一种为普遍型,即气孔与表皮细胞分布于同一平面上,如 *C. esculenta*, *C. bicolor*, *C. gigantea* 和 *C. heterochroma*; 另一种气孔则明显突出叶表皮平面之外,属于该种方式的仅有 *C. lihengiae* 一种,可见 *C. lihengiae* 比较特殊.

**致谢** 电镜观察在湖南师范大学和长沙矿冶研究院电镜室完成,刘志伶女士、胡光万先生协助扫描电镜观察和照相,谨此致谢!

#### 参考文献:

- [1] SCHOTT HW, ENDLICHER SL. Family-Araceae-Arum Family[M]. Meletemata Botanica:Mechitharisticae press,18, 1832.
- [2] 李恒.云南植物志(第 2 卷)[M]. 北京:科学出版社,1979.
- [3] 李恒.中国植物志(第 13 卷,第 2 分册)[M]. 北京:科学出版社,1979.
- [4] MAYO SJ, BOGNER J, BEYCE PC. The genera of Araceae[M]. Kew: Royal Botanical Gardens. Belgium: Continental Printing, 1997.
- [5] WANG J K. Taro, a review of *Colocasia esculenta* and its potentials[M]. Honolulu, Hawaii:University of Hawaii Press, 1983.
- [6] NGUYEN VX, YOSHINO H, TAHARA M. Phylogenetic analyses of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) and related species based on esterase isozymes[J]. Scientific Reports of the Faculty of Agriculture Okayama University, 1998, 87: 133-139.
- [7] 张谷曼,杨振华.中国芋的染色体数目研究[J].园艺学报,1984,11(3):187-190.
- [8] TANIMOTO T, MATSUMOTO T. Variation of morphological characters and isozyme patterns in japanese cultivars of *Colocasia esculenta* (L.) Schott and *C. gigantea* Hook[J]. Japanese Journal of Breed, 1986, 36: 100-111.
- [9] LEBOT V, ARADHYA KM. Isozyme Variation in Taro (*Colocasia esculenta*) from Asia and Oceania[J]. Euphytica, 1991, 56: 55-66.
- [10] MATTEWS P, MATSUSHITA Y, SATO T, HIRAI M. Robosomal and mitochondrial DNA variation in japanese taro[J]. Japanese Journal of Breed, 1992, 42: 825-833.
- [11] PANDY G, SHARMA BD, HORE DK. Genetic diversity of arum (*Colocasia esculenta*) germplasm in north-india[J]. Indian Journal of Agricultural Sciences, 1993, 63 (10): 665-667.
- [12] 龙雯虹,许明辉,张应华.云南芋头种质资源 RAPD 分子标记的初步研究[J].云南农业大学学报,2001,16(4):274-276.
- [13] 陈文炳,张谷曼.中国芋酯酶同工酶类型及品种分类[J].福建农业大学学报,1997,26(4):421-426.

- [14] 沈镛, 朱德蔚, 李锡香等. 云南芋头种质资源遗传多样性的 RAPD 分析[J]. 植物遗传资源学报, 2003, 4(1): 27-31.
- [15] 杨雪, 王红, 龙春林. 国产芋属花粉形态[J]. 云南植物研究, 2003, 25(5): 603-608.
- [16] JOHNSON HB. Plant pubescence, An ecological perspective[J]. Botany Review, 1975, 41: 233-258.
- [17] STUESSY TF. Plant taxonomy[M]. New York: Columbia University Press, 1990.
- [18] JONES JH. Evolution of the Fagaceae: the implications of foliar features[J]. Ann Missouri Bot Gard, 1986, 73: 228-275.
- [19] 洪亚平, 潘开玉, 陈之端. 防己科植物的叶表皮特征及其系统学意义[J]. 植物学报, 2001, 43(6): 615-623.
- [20] SOLEREDER H, MEYER H. Systematische anatomieder monokotyledonen[M]. Berlin: Gebruder Borntraeger, Heft 3, 1928.
- [21] WEBBER EE. Observationson the epidermal structure and stomatal apparatus of some members of the Araceae[J] Rhodora, 1960, 62: 251-258.
- [22] PANT DD, KIDWAI PF. Structure of leaves and stomatal ontogeny in some Pandanales and Spathiflorae[J]. Senckenb Biol, 1966, 47: 309-333.
- [23] GREAR JJ. Observationson on the stomatal apparatus of *Orontium aquaticum* (Araceae) [J]. Bot Gaz, 1973, 134: 151-153.
- [24] GRAU A. Las epidermis foliares de las Araceae cultivadas en la ciudad de Tucumany sus alrededores[J]. Lilloa, 1983, 36(1): 15-41.
- [25] 李丽. 部分国产半夏属植物的微形态特征和同工酶分析及其分类学意义[J]. 云南植物研究, 1999, 21(4): 442-448.
- [26] 孙红祥, 张琦, 叶益萍. 浙江天南星族药用植物叶的显微特征[J]. 中草药, 2000, 31(12): 933-938.
- [27] 王伟, 赵南先. 天南星科叶表皮研究[J]. 武汉植物研究, 2002, 20(5): 343-349.
- [28] WILKINSON HP. The Plant Surface (mainly leaf). [M]. Oxford: Clarendon Press, 1979.
- [29] CAO L-FMIN, LONG CHUN-LIN. *Colocasia bicolor* (Araceae), a new species from Yunnan, China[J]. Annales Botanici Fennici, 2003, 40: 283-286.
- [30] 李恒, 魏兆祥. 芋属新种 - 异色芋[J]. 云南植物研究, 1993, 15(1): 16-17.
- [31] LONG CL, LIU KM. *Colocasia lihengiiae* (Araceae: Colocasieae), a new species from Yunnan, China[J]. Bot Bull Acad Sin, 2001, 42: 313-317.
- [32] GRAYUM MH. A summary of evidence and arguments supporting the removal of *Acorus* from the Araceae[J]. Taxon, 1987, 36(4): 723-729.