

球子草属植物的叶表皮特征研究

王广艳^{1,2}

(1 安庆师范学院 生命科学学院, 皖西南生物多样性研究与生态保护安徽省重点实验室, 安徽 安庆 246133;
2 中国科学院昆明植物研究所 东亚植物多样性与生物地理学重点实验室, 云南 昆明 650201)

摘要: 利用光学显微镜对球子草属 4 种 7 居群的叶表皮形态进行观察发现, 4 种球子草属植物的叶表皮细胞均为长方形, 垂周壁为平直弓形, 气孔器类型均为无规则型, 气孔带不明显。球子草属植物的叶表皮特征具有重要生态学和分类学意义, 也为系统学研究提供新的资料。

关键词: 球子草属; 天门冬科; 叶表皮

DOI: 10.13757/j.cnki.cn34-1150/n.2016.01.025

中图分类号: Q 944

文献标识码: A

文章编号: 1007-4260(2016)01-0098-04

球子草属 (*Peliosanthes* Andr.) 隶属于天门冬科 (*Asparagaceae*) 沿阶草族 (*Ophiopogoneae*), 为多年生草本, 全世界约有 8 种, 我国有 6 种, 其中 3 种为我国特有种^[1]。该属植物具有一定的观赏性, 且大盖球子草可作药用, 具有祛痰止咳、疏肝止痛之功效, 主要用来治疗咳嗽痰稠、胸痛、肋痛、跌打损伤、小儿疳积等^[2]。

叶表皮特别是气孔器类型一向为植物学家所重视, 并被认为是分类学或系统学上具有潜在的价值^[3]。近年来, 国内外不少学者, 如 Jones^[4]、Conove^[5]、陈之端和张志耕^[6]、魏岩和周桂玲^[7]、孙同兴等^[8]、吕海亮等^[9]、洪亚平等^[10]、任辉等^[11]、陆佳惠等^[12]、李爱花等^[13]、Yang 等^[14], 分别对不同植物类群进行了叶表皮形态观察, 取得了理想的分类效果。

对于球子草属植物叶表皮微形态特征, 戴伦凯和梁松筠^[15]利用光学显微镜和扫描电镜对该属 4 种植物进行了观察, 研究结果重点表明叶表皮特征可以作为该属与其近缘属沿阶草属 (*Ophiopogon* Ker-Gawl.) 和山麦冬属 (*Liriope* Lour.) 的分类依据。然而, 球子草属的属下划分一直存有争议。Jessop^[16]曾把球子草属归并为簇花球子草 (*Peliosanthes teta* Andr.) 一种, 但

是他并没有观察分布于喜马拉雅南部和中国南部的种类, 而忽略了茎的分枝方式。所以, 基于茎的分枝方式这一性状, 将球子草属归并为一个种的分类是不合理的。张大明^[17]将该属以分枝方式分为两个群, 即以匍匐球子草 (*P. sinica* Wang et Tang) 为代表的单轴分枝群, 和以簇花球子草 (*P. teta*) 为代表的合轴分枝群。Wang 等^[18]基于核基因 (ITS) 和叶绿体基因 (*psbA-trnH*, *matK*, *rbcL* 和 *trnL-F*) 对沿阶草族进行了分子系统学研究, 认为球子草属是一个自然的单系类群。至今, 尚未有人对该属作进一步分组或系的处理。

本文对球子草属 4 种 7 居群 70 个个体的叶表皮微形态进行光学显微镜观察比较研究, 旨在为球子草属植物分类学处理和属下分类群的划分提供依据, 也为该属植物的系统学研究提供新的资料。

1 材料和方法

实验材料的采集地点见表 1。凭证标本藏于中国科学院昆明植物研究所标本馆 (KUN)。研究材料均为硅胶干燥的叶片, 用刀片切成约 1 cm × 1 cm 的小块, 用沸水煮至叶片完全变软下沉, 将其浸泡于 50% 的 NaClO 溶液中直至叶片完全变白。

* 收稿日期: 2015-03-25

基金项目: 安徽省教育厅自然科学研究一般项目 (AQKJ2015B018)。

作者简介: 王广艳, 女, 山东临沂人, 博士, 安庆师范学院生命科学学院讲师, 研究方向为植物系统与生物地理学。

E-mail: wangguangyan0202@163.com

光镜观察时,取干净的载玻片,于中央滴一滴清水,用尖头镊子撕下上下表皮,将其置于水滴中,吸走多余水分,表皮则自动展平。用吸管吸1%番红溶液,滴1~2滴于上述材料上,染色5 min左右即可。

随后用滴管吸取蒸馏水,反复冲洗染色后表皮,并小心吸掉多余水分,盖上盖玻片,然后在显微镜下观察,拍照。

表1 材料来源及凭证标本

分类群	采集地点	凭证标本及存放标本馆
<i>P. sinica</i> Wang et Tang	云南,德宏(Yunnan, Dehong)	B-305;KUN
	云南,普洱(Yunnan, Pu'er)	HGW-Z-587;KUN
<i>P. yunnanensis</i> Wang et Tang	云南,普洱(Yunnan, Pu'er)	HGW-Z-382;KUN
<i>P. ophiopogonoides</i> Wang et Tang	云南,屏边(Yunnan, Pingbian)	HGW-Z-536;KUN
<i>P. teta</i> Andr.	云南,陇川(Yunnan, Longchuan)	HGW-Z-341;KUN
	海南,尖峰岭(Hainan, Jianfengling)	HGW-Z-647;KUN
	海南,保亭(Hainan, Baoting)	HGW-Z-656;KUN

气孔指数计算公式为 $I = [S / (S + E)] \times 100\%$ (S 代表一定面积内的气孔数目, E 代表相同面积内表皮细胞的数目),取10组数据的平均值。

无气孔器分布,细胞的形态特征基本相似,均为长方形,大小不等,细胞壁加厚,垂周壁式样均为平直弓形,如图1A₁~G₁所示。

2 结果与分析

2.2 下表皮

2.1 上表皮

下表皮由表皮细胞和气孔器组成。下表皮细胞形状、垂周壁式样以及气孔形状无差异。气孔大小和指数在种间存在差异,如表2所示。

球子草属植物叶片上表皮的结构比较单一,

表2 光学显微镜下球子草属植物的叶表皮特征

分类群	上表皮		下表皮				
	细胞形态	垂周壁式样	细胞形态	垂周壁式样	气孔大小	气孔指数/%	气孔器类型
<i>P. sinica</i>	长方形	平直弓形	长方形	平直弓形	5.28 × 5.74	16.39	无规则型
<i>P. sinica</i>	长方形	平直弓形	长方形	平直弓形	5.00 × 4.56	15.57	无规则型
<i>P. yunnanensis</i>	长方形	平直弓形	长方形	平直弓形	4.72 × 4.83	22.91	无规则型
<i>P. ophiopogonoides</i>	长方形	平直弓形	长方形	平直弓形	4.13 × 4.52	18.24	无规则型
<i>P. teta</i>	长方形	平直弓形	长方形	平直弓形	5.74 × 5.19	18.24	无规则型
<i>P. teta</i>	长方形	平直弓形	长方形	平直弓形	3.65 × 3.25	17.39	无规则型
<i>P. teta</i>	长方形	平直弓形	长方形	平直弓形	4.13 × 4.21	18.31	无规则型

2.2.1 表皮细胞

下表皮细胞均比上表皮细胞小,细胞形状为长方形,细胞壁加厚,垂周壁式样为平直弓形,如图1A₂~G₂所示。

均气孔指数最小,为15.57%。

2.2.2 气孔器

3 讨论

球子草属植物叶片的气孔器仅分布于下表皮,均为无规则型,与戴伦凯和梁松筠^[15]报道的研究结果一致,气孔器主要为散生,气孔的形状为圆形或椭圆形。

3.1 球子草属植物叶片表皮形态结构的分类学意义

气孔大小在 $3.65 \times 3.25 \mu\text{m}^2 \sim 5.28 \times 5.74 \mu\text{m}^2$ 之间,匍匐球子草最大,簇花球子草最小。气孔指数在15.57%~22.91%之间,云南球子草的平均气孔指数最大,为22.91%,匍匐球子草的平

前人陆续开展了球子草属部分种的形态学、微形态学、细胞学以及分子系统学的研究。在形态学上,最初,球子草属被归并为簇花球子草(*Peliosantheteta*)这一个种,但是分布于喜马拉雅南部和中国南部的种类却被忽略。因此,将球子草属归并为1个种的分类是不合理的^[16]。张大明^[17]将该属以分枝方式分为两个群,即以匍匐球

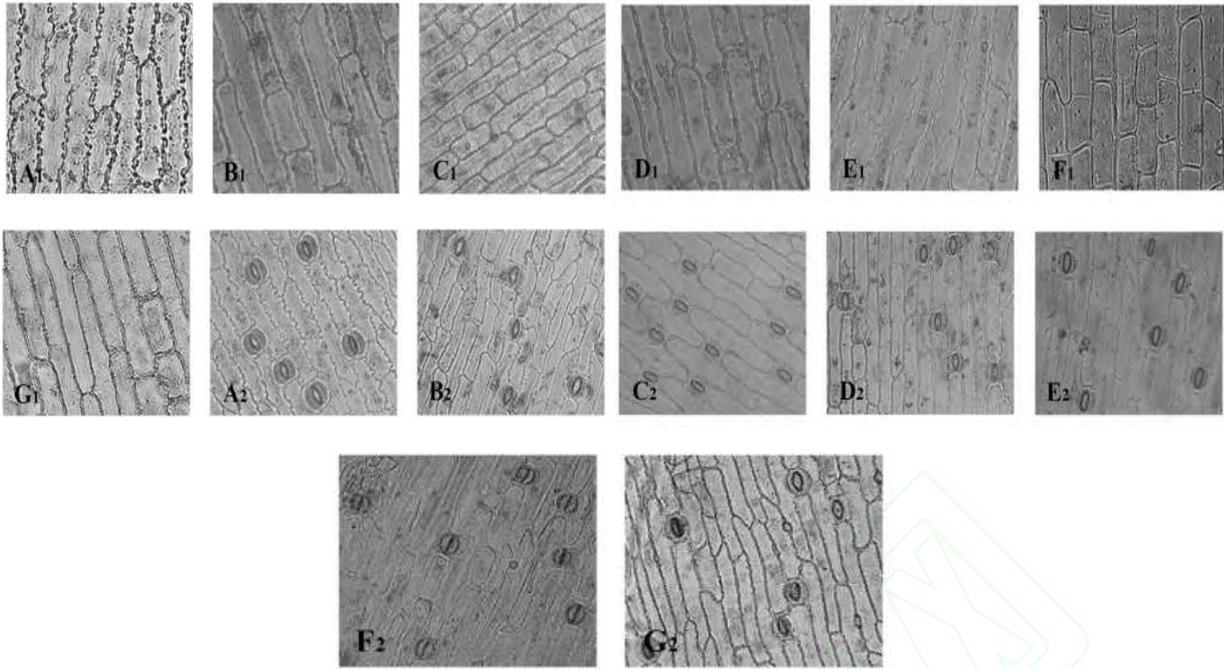


图1 光学显微镜下球子草属植物的叶表皮微形态

A, B. 匍匐球子草; C. 云南球子草; D. 长苞球子草; E~G. 簇花球子草; 1. 上表皮; 2. 下表皮。标尺: 10 μm

子草(*P. sinica*)为代表的单轴分枝群和以簇花球子草(*P. teta*)为代表的合轴分枝群。在微形态学上,戴伦凯和梁松筠^[15]以及梁松筠和戴伦凯^[22]在光学显微镜和扫描电镜下分别观察了该属的叶表皮和花粉形态特征,均认为球子草属是相对进化的类群。在细胞学上,杨永平等^[23]仅报道了1种球子草属植物的核型特征,认为球子草属较为进化。Wang等^[24]对该属5种植物的核型进行了报道,支持了球子草属相对进化的观点。在分子系统学上,Rudall等^[25]通过分子与形态相结合的方法对广义的假叶树科进行了综合研究,认为球子草属是一个自然的单系类群。Tamura等^[26]通过对 *matK* 和 *rbcl* 序列的测定研究了单子叶植物的分子系统发育,结果表明球子草属为一自然的单系类群。Kim等^[27]通过对 18S DNA、*matK* 和 *rbcl* 序列的测定研究了广义的假叶树科和天门冬目中相关科的分子系统发育,结果表明球子草属为自然的单系类群。Wang等^[18]基于核基因(ITS)和叶绿体基因(*psbA-trnH*, *matK*, *rbcl* 和 *trnL-F*)构建了系统发育树,认为球子草属是一个自然的单系类群。但是,尚未有人对该属作进一步分组或系的处理。

本研究中,球子草属4种7居群的上表皮均无气孔器,叶表皮细胞均为长方形,垂周壁式样均为平直弓形;下表皮细胞均为长方形,垂周壁式样均为平直弓形,气孔器均为无规则型。因此,从叶表

皮微形态特征看,也支持球子草属是一个自然的分类群。本研究认为,球子草属的上表皮和下表皮特征较为一致,不必作进一步分组或系的处理。

3.2 球子草属植物叶表皮形态结构的生态学意义

球子草属植物叶片上表皮均无气孔器分布,细胞形态相似(图 1A₁ ~ G₁)。从解剖学角度,上表皮无气孔器,细胞壁加厚,这是明显的抗旱性结构特征;球子草属为多年生植物,且叶片质地较硬,支持了上述观点。该结构有利于增强叶片上表皮的硬度和致密性,加强表皮的机械支持和保护作用,有效减少蒸腾失水,防止萎蔫^[19]。球子草属植物多分布在亚洲热带和亚热带地区,生长于海拔 850 ~ 1 800 m 的林下,叶片上表皮的形态结构比较一致,是该植物长期适应分布区气候的结果,是结构与环境相适应的共同表现。

本研究中气孔器均为无规则型,且只分布于下表皮,其气孔指数却因种而异。如分布在云南普洱的 *Peliosanthes yunnanensis* Wang et Tang 气孔指数最高,达到了 22.91%,分布在云南普洱的 *P. sinica* Wang et Tang 气孔指数最低,为 15.57%。由此可见,球子草属植物分布在同一地区不同种的气孔指数相差并不大。一般认为,气孔指数等特征易受生态因素的影响,但也有实验结果表明,

叶表皮特征受遗传因子强烈控制^[20-21]。本研究的实验材料采自云南及海南地区,两个地区在气候特征及环境上具有较大差异。然而,两地区球子草属植物的叶表皮特征及气孔指数差异并不大,这表明球子草属植物叶的形态结构是在环境综合因子的长期影响下演化形成的,不会因为个体生长环境的变化而改变,而这种长期演化形成的性状是相对稳定的,并在一定程度上受遗传因子所控制。

参考文献:

- [1] 杨永平. 云南沿阶草属植物的分类地理分布和系统发育 [D]. 云南: 中国科学院昆明植物研究所, 1989.
- [2] 张惠源, 张志英, 岳俊三. 中国中药资源志要 [M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [3] 李朝鑫. 蔷薇科原始属植物叶表皮解剖及其系统学意义 [J]. 植物分类学报, 1989, 27(3): 178-183.
- [4] J. H. Jones. Evolution of the fagaceae: the implications of foliar features [J]. Ann. Mo. Bot. Gard., 1986, 73: 228-275.
- [5] M. Conover. Epidermal patterns of the reticulate veined liliiflorae and their parallel veined allies [J]. Bot. J. Linn. Soc., 1991, 107: 295-312.
- [6] 陈之端, 张志耘. 中国花椒属叶表皮特征初步研究 [J]. 植物分类学报, 1991, 29: 156-163.
- [7] 魏岩, 周桂玲. 十字花科四属植物叶片的表皮特征 [J]. 云南植物研究, 1998, 20(4): 407-412.
- [8] 孙同兴, 胡玉熹, 郎楷永. 中国兜被兰属植物叶表皮微形态特征的研究 [J]. 云南植物研究, 1999, 21(1): 57-62.
- [9] 吕海亮, 吕世安, 杨继, 等. 叶表皮及种皮特征在黄精族系统学研究中的应用 [J]. 植物分类学报, 2000, 38(1): 30-42.
- [10] 洪亚平, 潘开玉, 陈之端, 等. 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.
- [11] 任辉, 潘开玉, 陈之端, 等. 葡萄科植物叶表皮特征及其系统学意义 [J]. 植物分类学报, 2003, 41(6): 531-544.
- [12] 陆嘉惠, 李学禹, 周玲玲, 等. 甘草属植物叶表皮特征及其系统学意义 [J]. 云南植物研究, 2005, 27(5): 525-533.
- [13] 李爱花, 管开云, 王仲朗. 斑龙芋属(天南星科)及近缘属植物的叶表皮形态 [J]. 云南植物研究, 2005, 27(6): 629-638.
- [14] H. Q. Yang, H. Wang, D. Z. Li. Micromorphological study on leaf epidermis of schizostachyum and its allies (poaceae: bambusoideae) [J]. Acta Bot Yunnanica, 2006, 28(3): 261-267.
- [15] 戴伦凯, 梁松筠. 沿阶草亚科植物的叶表皮特征及其在分类学上的意义 [J]. 植物分类学报, 1991, 29: 335-346.
- [16] J. P. Jessop. Revision of peliosanthes (liliaceae) [J]. Blumea, 1976, 23: 141-159.
- [17] 张大明. 沿阶草族的染色体研究及系统学问题的探讨 [D]. 北京: 中国科学院植物研究所, 1991.
- [18] G. Y. Wang, Y. Meng, J. L. Huang, et al. Molecular phylogeny of ophiopogon (asparagaceae) inferred from nuclear and plastid DNA sequences [J]. Syst. Bot., 2014, 39(3): 776-784.
- [19] 李凤英, 唐绍清, 梁士楚. 山茶属金花茶组金花茶系植物叶表皮形态学研究 [J]. 广西植物, 2013, 33(3): 376-382.
- [20] D. F. Culter. Leaf surface studies in aloe and haworthia species (liliaceae): taxonomic implications [J]. Trop Subtrop Pflanzenwelt, 1979, 28: 449-471.
- [21] D. F. Culter, P. E. Brandham. Experimental evidence for the genetic control of leaf surface characters in hybrid aloneae (liliaceae) [J]. Kew Bulletin, 1977, 32(1): 23-42.
- [22] 梁松筠, 戴伦凯. 沿阶草亚科(百合科)的花粉形态及其属间亲缘关系的探讨 [J]. 植物分类学报, 1992, 30: 427-437.
- [23] 杨永平, 李恒, 刘宪章, 等. 云南沿阶草属植物的核型研究 [J]. 云南植物研究, 1990: 94-102.
- [24] G. Y. Wang, Y. Meng, Y. P. Yang. Karyological analyses of 33 species of the tribe ophiopogoneae (liliaceae) from southwest China [J]. J. Plant Res., 2013, 126: 597-604.
- [25] P. J. Rudall, J. G. Conran, M. W. Chase. Systematics of ruscaceae/convallariaceae: a combined morphological and molecular investigation [J]. Bot. J. Linn. Soc., 2000, 134(1-2): 73-92.
- [26] M. N. Tamura, J. Yamashita, S. Fuse, et al. Molecular phylogeny of monocotyledons inferred from combined analysis of plastid matK and rbcL gene sequences [J]. J. Plant Res., 2004, 117(2): 109-120.
- [27] J. H. Kim, D. K. Kim, F. Forest, et al. Molecular phylogenetics of ruscaceae sensu lato and related families (asparagales) based on plastid and nuclear DNA sequences [J]. Ann. Bot., 2010, 106(5): 775-790.

Research on Structural Characters of Leaf Epidermis in Peliosanthes

WANG Guang-Yan^{1,2}

(1. School of Life Sciences, the Province Key Laboratory of the Biodiversity Study and Ecology Conservation in Southwest Anhui, Anqing Teachers College, Anqing, Anhui 246133, China;

2. Key Laboratory for Plant Diversity and Biogeography of East Asia, Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming, Yunnan 650201, China)

Abstract: The leaf epidermis of 7 populations representing 4 species of Peliosanthes are investigated under light microscopy. The results show that the form of epidermal cells of 4 Peliosanthes species is rectangle, the anticlinal walls is straightly arched, the stomatal apparatus is anomocytic, the stomatal bands is not obvious. The characters of leaf epidermis in Peliosanthes play an important role in ecology and taxonomy, and would contribute to systematics of Peliosanthes.

Key words: *Peliosanthes*, asparagaceae, leaf epidermis