

我国两种特有苏铁的生态环境及叶片结构

韦丽君^{1,2}, 陈金湘¹, 黄玉源^{3,4,*}, 黄良美⁵

¹湖南农业大学农学院, 长沙410128; ²广西壮族自治区亚热带作物研究所, 南宁530001; ³仲恺农业工程学院生命科学院, 广州510225; ⁴广西大学农学院, 南宁530005; ⁵广西壮族自治区环境监测中心站, 南宁530028

摘要: 考查广西百色西林县叉孢苏铁和广西百色田东县锈毛苏铁的生态环境, 结合观测其叶片的内部结构来探讨其与生境的适应性。结果表明叉孢苏铁群落乔木和灌木均9种, 藤本8种, 草本18种, 蕨类2种, 空间格局明显; 锈毛苏铁群落乔木和灌木均5种, 草本6种, 蕨类4种, 空间格局不明显。两种苏铁的羽片均由表皮、栅栏组织、海绵组织和副转输组织构成; 叶轴均由表皮、厚壁组织、薄壁组织和维管组织构成。不同之处在于, 锈毛苏铁的羽片、角质层、栅栏组织和叶轴的厚壁组织均较叉孢苏铁的厚, 分别是叉孢苏铁的1.82倍、2.32倍、1.79倍和2.45倍左右; 锈毛苏铁叶片的表皮之下有下皮层、各组织中有丰富的异细胞, 而叉孢苏铁的无或较少; 锈毛苏铁的羽片中有黏液道, 而叉孢苏铁的无。叉孢苏铁的叶片表现为弱旱生异面叶, 锈毛苏铁的则表现为强旱生异面叶。

关键词: 叉孢苏铁; 锈毛苏铁; 生境; 叶片结构; 适应性; 养护管理

Ecological Environment and Leaf Structure of Two Species of *Cycas* Only in China

WEI Li-Jun^{1,2}, CHEN Jin-Xiang¹, HUANG Yu-Yuan^{3,4,*}, HUANG Liang-Mei⁵

¹College of Agriculture, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; ²Guangxi Zhuang Autonomous Region Institute of Subtropical Crop, Nanning 530001, China; ³College of Life Sciences, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China; ⁴Agricultural College, Guangxi University, Nanning 530005, China; ⁵Guangxi Zhuang Autonomous Region Environmental Monitoring Center, Nanning 530028, China

Abstract: The present study investigated ecological environment and leaf structure of *Cycas segmentifida* in Xilin county of Guangxi and *Cycas ferruginea* in Tiandong county of Guangxi, their adaptability was also discussed. The main results showed that *C. segmentifida* community included 9 arbors, 9 shrubs, 8 vines and 18 herbs and 2 ferns, and spatial structure was obvious. *C. ferruginea* community included 5 arbors, 5 shrubs, 6 herbs and 4 ferns, while spatial structure was not obvious. The leaf of two *Cycas* composed of epidermis, palisade tissue, sponge tissue and accessory transfusion tissue. The rachis composed of epidermis, sclerenchyma, parenchym tissue and vascular tissue. The differences was that the pinna, cuticle, palisade tissues, and the sclerenchyma in rachis of *C. ferruginea* was very thicker than that of *C. segmentifida* and the thickness in *C. ferruginea* was about 1.82-, 2.32-, 1.79-, and 2.45-time thicker than in *C. segmentifida*, respectively. There was hypodermis under the epidermis and abundant idioblasts in every tissue of *C. ferruginea*, but few or a few in *C. segmentifida*. Three mucilage canals distributed in the pinna of *C. ferruginea*, but no mucilage canal distributed in pinna of *C. segmentifida*. The leaf of *C. segmentifida* appeared weakly xerophytic bifacial leaf, but the leaf of *C. ferruginea* appeared bifacial leaf with strong drought tolerance.

Key words: *Cycas segmentifida*; *Cycas ferruginea*; habitat; leaf structure; adaptability; conservation management

现代苏铁类植物是现存地球上最古老的孑遗植物, 所有野生种均是世界保护联盟(IUCN)《世界野生植物濒危物种红皮书》的重点保护对象(陈家瑞2003)和中华人民共和国《国家重点保护野生植物名录(第一批)》的I级重点保护植物(于永福1999); 在《全国野生动植物保护及自然保护区建设规划》(2001~2030)中, 已把苏铁科植物列为15

大重点保护野生动植物之一(和太平等2007)。随着苏铁类这一濒危植物日趋受到重视, 苏铁根(黄玉源和张宏达2001; 徐峰等2004; 艾素云等2006)、

收稿 2012-08-10 修定 2012-09-19

资助 国家自然科学基金(30260007)。

* 通讯作者(E-mail: lqxhyy@yahoo.com.cn; Tel: 13322817462)。

茎(文祥凤等2005; 韦丽君等2009, 2011)、叶轴(伍映辉等2007)和羽片(唐源江和廖景平2001; 谢中誉等2002; 苏俊霞等2004)等解剖学的研究陆续有了报道, 但大都只是为了界定苏铁植物的种属类别及其在系统演化上的关系。将苏铁的生态环境和苏铁叶片的形态结构结合起来, 在此基础上探讨苏铁对环境的适应性并提出保护移栽的日常养护方面的资料比较缺乏。

叉孢苏铁和锈毛苏铁均为我国特有种: 叉孢苏铁株型似灯盏, 叶子似蕨类, 地方名叫灯盏蕨(钟业聪2001); 锈毛苏铁茎基部膨大, 叶轴具刺或中部以上具刺, 叶羽状全裂, 密被绒毛(韦发南等1997)。本文以我国特有的这2种苏铁为研究对象, 参照植物的野外调查方法, 调查这2种苏铁的生态环境; 并观测这2种苏铁叶片形态结构的差异和探讨它们对环境的适应性, 以期丰富苏铁科植物野外生态环境和叶片解剖结构资料的同时, 为自然保护区的建立及其保育管理工作提供一定的参考价值, 对野生苏铁物种和种群的保护具有重要意义。

材料与方法

1 调查地点与方法

调查地点: 叉孢苏铁(*Cycas segmentifida* D. Y. Wang et C. Y. Deng), 广西百色西林县足别乡板桥村板桥屯; 锈毛苏铁(*Cycas ferruginea* F. N. Wei, sp. nov), 广西百色田东县作登乡大板村弄接屯。采用样方调查法: 每个群落设置3个样方, 每个样方面积250 m², 调查样方内的植物种类和观测地形地貌等。

2 叶片结构的观测方法

在调查地内选择生长健壮及具代表性的苏铁植株, 取下植株中部的叶片, 将叶片中部的小羽片和叶轴取下, 平均分成3部分, 取中间部分切成0.5 cm长左右, 用FAA固定, 带回室内用冰冻制片法制片, 切片厚度15~25 μm, 番红-固绿染色, 中性树胶封片。在Leica-DMLB型万能显微镜下观察并拍照。

实验结果

1 植被生态环境

1.1 叉孢苏铁

西林县日夜温差大, 年平均气温19.1 °C, 年降雨量约1 100 mm, 雨热同期。足别乡板桥屯叉孢

苏铁群落所在林地为天然次生林, 为西北坡下坡, 坡下有1条水沟, 大地形中山, 小地形缓坡, 母岩为砂页岩, 土壤为黄红壤, 腐殖层厚度2 cm, 乔木层高度4 m, 覆盖度为乔木88%、灌木80%、草类50%, 冠幅重叠度为40%, 优势树种为八角枫和粗糠柴。苏铁的分布稀疏, 主要分布在乔木层下方的林窗空地上, 密度每100 m²约为1株, 散生。主要植物种类乔木和灌木各9种、藤本8种、草本18种、蕨类2种, 植被比较好, 空间分布格局明显, 有明显的乔木层、灌木层和草本层。叉孢苏铁群落的主要物种见表1。

1.2 锈毛苏铁

田东县年均气温21.9 °C, 年均降雨量约1 167 mm, 光照充足, 热量丰富, 雨热同季。作登乡弄接屯锈毛苏铁群落主要分布在石山窝地或岩石缝隙残存的稀薄土壤中, 母岩为石灰岩, 土壤为棕色石灰土, 优势树种为麻楝, 基本上是以灌木和草本为主, 灌木的树冠投影盖度约为25%, 锈毛苏铁已处于植被的上层位置, 密度较小, 每100 m²为1株。锈毛苏铁群落主要植物种类乔木和灌木均为5种、草本6种, 蕨类4种, 空间分布格局不明显, 以灌木层为主, 苏铁种群已处于最上层。锈毛苏铁群落的主要物种见表2。

从2种苏铁的生态环境看, 叉孢苏铁群落的植被和环境条件比较好, 群落的层次丰富, 盖度大, 林内的湿度和温度等更加的适宜, 不至于严酷。锈毛苏铁群落的植被和环境条件比较差, 植物的种类少, 层次和密度、盖度等较小, 苏铁已为植被的上层植物, 接受全日照更多。因此, 林内的环境相对的会夏天更炎热、干旱, 冬季更寒冷等。2种苏铁的密度均很小, 处于非常稀有的状态, 急需加强保护。

2 叶片结构

2.1 羽片结构特征

两种苏铁的羽片均由角质层、上下表皮、栅栏组织、海绵组织和副转输组织组成(图1-A为叉孢苏铁, 图1-B为锈毛苏铁)。羽片的上下表皮均由1层长方形的细胞构成; 栅栏组织位于上表皮之下, 由1层柱状细胞构成, 过中脉, 中脉和叶缘处的栅栏组织细胞稍短; 海绵组织多层, 一部分位于栅栏组织之下, 过中脉, 一部分位于下表皮之上, 在中脉处间断; 副转输组织横卧排列, 间隔在上下两部

表1 叉孢苏铁群落的主要物种

空间冠层	物种	拉丁名	
乔木	八角枫	<i>Alangium chinensis</i> Harms.	
	槐树	<i>Sophora japonica</i> Linn.	
	粗糠柴	<i>Mallotus philippinensis</i> Lam.	
	糙叶树	<i>Aphananthe aspera</i> Planch.	
	千层纸	<i>Oroxylon indicum</i>	
	朴树	<i>Celtis sinensis</i> Pers.	
	白头树	<i>Garuga forrestii</i>	
	盐肤木	<i>Rhus chinensis</i> Mill.	
	多体蕊黄檀	<i>Dalbergia polyadelpha</i> Prain	
	灌木	灰毛浆果楝	<i>Cipadessa cinerascens</i> Hand.-Mazz.
		毛桐	<i>Mallotus barbatus</i> (Wall.) Muell.-Arg.
		土烟叶	<i>Solanum verbascifolium</i> L.
		粗叶悬钩子	<i>Rubus alceaefolius</i> Poir
杜茎山		<i>Maesa japonica</i> (Thb.) Moritzi	
瓜馥木		<i>Fissistigma oldhamii</i>	
厚果鸡血藤		<i>Millettia pachycarpa</i> Benth.	
地桃花		<i>Urena lobata</i> L.	
野苧麻		<i>Boehmeria siamensis</i> Craib	
藤本		卵叶拔葵	<i>Smilax ovalifolia</i> Roxb
		大叶酸藤子	<i>Embelia subcoriacea</i> (Clarke) Mez
		一匹桐	<i>Argyrea acuta</i> Lour
		古钩藤	<i>Cryptolepis buchananii</i> Roem. et Schult.
	藤黄檀	<i>Dalbergia hancei</i> Benth.	
	蛇葡萄	<i>Ampelopsis sinica</i> (Miq.) W.T.Wang	
	微花藤	<i>Iodes cirrhosa</i> Turcz	
	老鼠拉冬瓜	<i>Melothria indica</i> Lour.	
	草本	蔓生秀竹	<i>Microrostegium vagans</i>
		紫茎泽兰	<i>Eupatorium adenophorum</i>
		白英	<i>Solanum lyratum</i> Thunb.
		小飞蓬	<i>Conyza canadensis</i>
		魔芋	<i>Amorphophallus rivieri</i> Durien
棕叶芦		<i>Thysanolaena maxima</i> (Roxb.) Kuntze	
大风艾		<i>Blumea balsamifera</i> DC.	
百部		<i>Stemona sessilifolia</i> Miq.	
弓果黍		<i>Cyrtococcum patens</i> (L.) A. Camus	
淡竹叶		<i>Lophatherum gracile</i>	
芦竹		<i>Arundo donax</i> L.	
竹叶草		<i>Oplismenus compositus</i> Linn.	
白粉藤		<i>Cissus modecoides</i> Planch.	
野芝麻	<i>Lamium barbatum</i> Sieb. et Zucc.		
闭鞘姜	<i>Costus speciosus</i>		
黄葵	<i>Abelmoschus moschatus</i>		
木贼	<i>Equisetum hiemale</i> L.		
莎草	<i>Cyperus rotundus</i> L.		
蕨类	半边旗	<i>Pteris semipinnata</i> L.	
	新月蕨	<i>Pronephrium gymnopteridifrons</i>	

表2 锈毛苏铁群落的主要物种

空间冠层	物种	拉丁名	
乔木	麻楝	<i>Chukrasia tabularis</i> A. Juss	
	粗糠柴	<i>Mallotus philippinensis</i> Lam.	
	茶条木	<i>Delavaya yunnanensis</i> Franch	
	大果榕	<i>Ficus auriculata</i> Lour	
	山槐	<i>Albizia kalkora</i>	
灌木	灰毛浆果楝	<i>Cipadessa cinerascens</i> Hand.Mazz	
	谷木	<i>Memecylon ligustrifolium</i> Champ. ex Benth.	
	红背山麻杆	<i>Alehornea trewioides</i> (Benth.) Muell.Arg.	
	小叶山柿	<i>Diospyros dumetorum</i> Smith	
	番石榴	<i>Psidium guajava</i> L.	
草本	蔓生秀竹	<i>Microrostegium vagans</i>	
	紫茎泽兰	<i>Eupatorium adenophorum</i>	
	五节芒	<i>Miscanthus floridulus</i> (Labill.) Warb.	
	竹节草	<i>Chrysopogon aciculatus</i> (Retz.) Trin.	
	荩草	<i>Arthraxon hispidus</i> (Thunb.) Makino	
	石山棕	<i>Guihaia argyrata</i>	
	蕨类	肾蕨	<i>Nephrolepis auriculata</i> (L.) Trimen
		蜈蚣蕨	<i>Pteris vittata</i>
		铁线蕨	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.
		菜蕨	<i>Callipteris esculenta</i> (Retz.) J. Sm

叉孢苏铁, 图1-D为锈毛苏铁)。中脉区(图1-E为叉孢苏铁, 图1-F为锈毛苏铁)均向两面隆起, 但远轴面隆起幅度较平缓; 中脉薄壁组织中均分布有厚壁细胞(图1-E和图1-F, sc), 薄壁细胞近等径多边形或圆形; 维管束的木质部均位于近轴面, 管状分子均有原生和后生之分, 原生的数量少、孔径小, 后生的数量多、孔径大; 韧皮部位于远轴面, 分子多边形或近四边形。但详细结构特点不同, 差异如下。

锈毛苏铁羽片中脉两侧的表皮之下有1层下皮层(图1-B, hy), 表皮细胞和多数下皮层细胞中有单宁(图1-B, ta), 表皮细胞壁、角质层、栅栏组织、副转输组织的厚度均比叉孢苏铁的厚; 叉孢苏铁的海绵组织为2层, 副转输组织(图1-A, ctt)上下各1层, 锈毛苏铁的海绵组织为4层, 副转输组织(图1-B, ctt)上下各2层, 锈毛苏铁的柱状栅栏组织细胞和部分海绵组织细胞中有晶体(图1-B, cr)。在叶缘结构中, 叉孢苏铁的鸟喙状较钝(图1-C), 锈毛苏铁的较尖(图1-D); 均有下皮层, 但叉孢苏铁的为1层(图1-C, hy), 锈毛苏铁的为2层(图1-D, hy); 锈毛苏铁表皮细胞和部分下皮层细胞中有单宁(图1-D, ta), 部分海绵组织细胞中含有晶体(图1-D, cr)。锈

分海绵组织之间。叶缘形态均呈鸟喙状(图1-C为

毛苏铁的中脉区隆起幅度较叉孢苏铁的明显; 表皮之下的下皮层, 叉孢苏铁的为2层(图1-E, hy), 锈毛苏铁的为3层(图1-F, hy), 但是2种苏铁近轴面和远轴面最里面1层下皮层均不完整; 锈毛苏铁下皮层细胞的直径比叉孢苏铁的大, 细胞壁也比叉孢苏铁的厚; 锈毛苏铁表皮细胞和部分下皮层和薄壁细胞中有单宁, 部分薄壁细胞中还有晶体, 有3个黏液道分布在中脉区的薄壁组织中(图1-F, mc), 而叉孢苏铁的均无; 叉孢苏铁的维管束近椭圆形, 锈毛苏铁的近卵圆形, 大小前者大于后者; 叉孢苏铁的大部分管状分子孔径大于锈毛苏铁的, 锈毛苏铁部分韧皮部细胞中有单宁, 而叉孢苏铁的无。两种苏铁羽片的主要数量特征见表3。

表3 两种苏铁羽片的主要数量特征

Table 3 Main quantity characteristics of pinna of 2 cycas

	叉孢苏铁	锈毛苏铁
羽片厚/ μm	262.02 \pm 20.98	478.10 \pm 50.75
角质层厚/ μm	3.38 \pm 0.47	7.86 \pm 0.58
栅栏组织厚/ μm	82.85 \pm 11.06	148.07 \pm 16.48
副转输组织厚/ μm	106.85 \pm 21.37	129.81 \pm 25.80
表皮细胞/ μm	长	39.39 \pm 9.88
	宽	20.66 \pm 6.13
	壁厚	7.46 \pm 1.10
下皮层细胞 / μm	直径	17.76 \pm 10.21
	壁厚	4.50 \pm 1.43
维管束/ μm	长	494.93 \pm 32.90
	宽	404.92 \pm 27.46
管状分子孔径 / μm	原生木质部	15.28 \pm 3.05
	后生木质部	24.26 \pm 4.85
	韧皮部	13.92 \pm 2.75

2.2 叶轴结构特征

两种苏铁叶轴的直径均为0.80 cm。横切面结构自外向内由角质层、表皮、厚壁组织、基本组织和维管组织组成(图1-G为叉孢苏铁, 图1-H为锈毛苏铁)。表皮均由1层长方形或近矩形的细胞组成, 细胞排列整齐、紧密。表皮上均覆盖有角质层, 表皮细胞外壁厚于内壁; 厚壁组织存在于表皮内侧, 由2种细胞构成, 一种为纤维(图1-G、H, fb)、另一种为厚壁细胞(图1-G、H, sc), 细胞多边形或近圆形、排列紧密。叶轴的基本薄壁组织存在于厚壁组织内侧的广大区域, 纤维、黏液道(均为30个)和维管束不规则分布于其中: 薄壁细胞多呈圆形

或近圆形, 排列较疏松, 细胞较大。维管束鞘细胞内切向壁增厚, 木质部分子多边形, 韧皮部分子多边形和近长方形。但详细结构特点不同, 差异如下。

叉孢苏铁的周缘较平整, 锈毛苏铁的呈波状起伏。叉孢苏铁无下皮层, 锈毛苏铁有1层下皮层(图1-H, hy)且下皮层细胞中有单宁, 锈毛苏铁的角质层、表皮细胞壁、厚壁组织、木质部管状分子壁和韧皮部的厚度均比叉孢苏铁的厚, 表皮细胞的长和宽、黏液道的直径、木质部管状分子的孔径也均比叉孢苏铁的大; 叉孢苏铁的维管束数18个、大小比较均匀、相互之间有一定间隔(图1-I), 锈毛苏铁的为22个、大小不一、有相连接的现象, 维管束的排列情况也不一样(图1-J)。叉孢苏铁维管束鞘细胞3层(图1-K, vbs), 锈毛苏铁的约为2层(图1-L, vbs), 最外层都不完整; 叉孢苏铁韧皮部约8层细胞、个别有单宁(图1-K, ph), 而锈毛苏铁的韧皮部约10层细胞、含单宁的细胞比较多(图1-L, ph)。两种苏铁叶轴的主要结构特征见表4。

表4 两种苏铁叶轴的主要数量特征

Table 4 Main quantity characteristics of rachi of 2 cycas

	叉孢苏铁	锈毛苏铁
角质层厚/ μm	8.31 \pm 1.66	10.84 \pm 2.17
厚壁组织厚/ μm	375.63 \pm 62.60	922.62 \pm 115.43
黏液道直径/ μm	147.51 \pm 29.50	184.92 \pm 37.00
筛分子孔径/ μm	17.94 \pm 3.59	15.48 \pm 3.10
维管束直径/ μm	550.28 \pm 61.14	749.43 \pm 124.90
表皮细胞/ μm	长	24.54 \pm 4.90
	宽	16.01 \pm 2.5
	壁厚	5.90 \pm 1.18
原生木质部分子 / μm	孔径	12.91 \pm 2.58
	壁厚	2.47 \pm 0.50
后生木质部分子 / μm	孔径	32.93 \pm 6.58
	壁厚	5.24 \pm 1.04

生长于不同生态环境中的植物, 常表现出不同的形态结构, 这通常被认为是植物对特殊生境的演化适应(李正理1982)。两种苏铁的地理位置均位于我国西南的百色地区, 属亚热带季风气候, 雨热同季, 夏天时间长、温度高、蒸发量大, 炎热干旱是这一地区的主要气候特点, 因此, 在其叶片结构上较多地表现出抗旱特征。如2种苏铁的叶片均为异面叶, 叶上覆盖有角质层, 羽片厚、有栅栏组织和海绵组织的分化, 叶轴的表皮

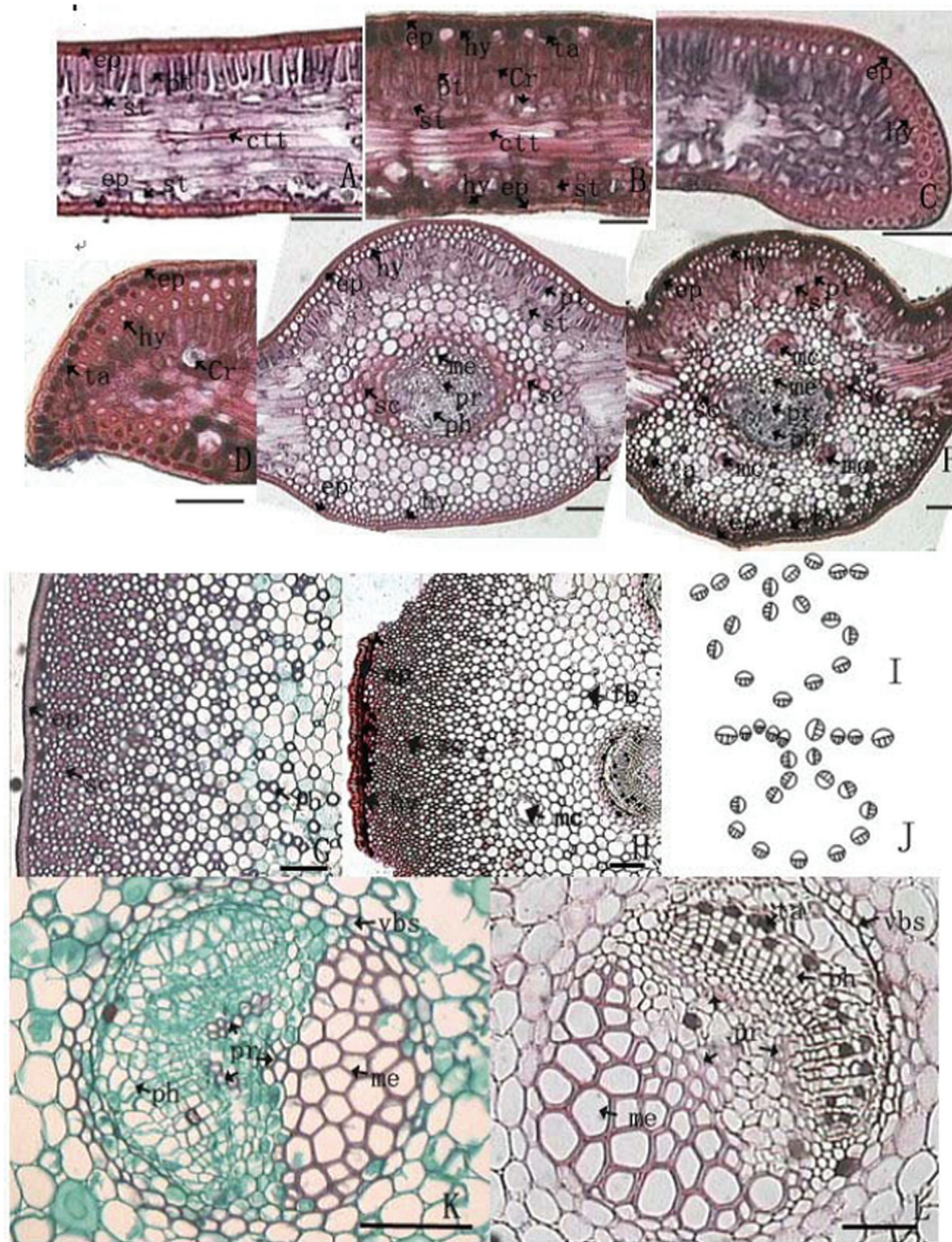


图1 叉孢苏铁和锈毛苏铁叶片横切面

Fig.1 Cross-section of leaf in *C. segmentifida* and *C. ferruginea*

A: 叉孢苏铁羽片(比例尺为99.5 μm); B: 锈毛苏铁羽片(比例尺为61.5 μm); C: 叉孢苏铁叶缘(比例尺为99.5 μm); D: 锈毛苏铁叶缘(比例尺为92.5 μm); E: 叉孢苏铁中脉(比例尺为36.5 μm); F: 锈毛苏铁中脉(比例尺为30.5 μm); G: 叉孢苏铁叶轴外侧(比例尺为42.5 μm); H: 锈毛苏铁叶轴外侧(比例尺为22.5 μm); I: 叉孢苏铁叶轴维管束的排列形状; J: 锈毛苏铁叶轴维管束的排列形状; K: 叉孢苏铁叶轴维管束(比例尺为112.5 μm); L: 锈毛苏铁叶轴维管束(比例尺为73.5 μm)。图中标注含义如下, ep: 表皮; pt: 栅栏组织; st: 海绵组织; ctt: 副转输组织; hy: 下皮层; cr: 晶体; ta: 单宁; sc: 厚壁细胞; pr: 原生木质部; me: 后生木质部; ph: 韧皮部; vbs: 维管束鞘; mc: 黏液道; fb: 纤维。

之下均存在厚壁组织, 叶轴薄壁组织中的黏液道丰富等。但是由于长期所处具体生态环境的不

同: 叉孢苏铁主要分布在天然次生林的林窗空地上, 有一定程度的荫蔽性; 锈毛苏铁主要分布在石

山窝地或岩石缝隙中, 已处于植被的上层, 两者在形态结构上又有较大的差异。锈毛苏铁的羽片、角质层、栅栏组织非常厚, 分别是叉孢苏铁的1.82倍、2.32倍和1.79倍; 叉孢苏铁羽片中脉两侧不具下皮层, 叶脉和叶缘处的下皮层层数也较锈毛苏铁的少; 锈毛苏铁中脉薄壁组织中有黏液道, 叉孢苏铁的无。锈毛苏铁叶轴中的厚壁组织非常厚, 约是叉孢苏铁的2.45倍; 锈毛苏铁的叶轴中有下皮层, 薄壁组织中的维管束数量也较叉孢苏铁的多。此外, 无论是羽片还是叶轴, 锈毛苏铁的各组织中都含有较丰富的异细胞(含单宁或晶体), 而叉孢苏铁除了个别的组织中含个别的异细胞外, 其余各组织中基本上无异细胞。锈毛苏铁比叉孢苏铁更具有旱生植物的结构特点。

讨 论

1 结构对环境的适应性

伍映辉等(2007)对苏铁叶轴的研究结果认为苏铁都有一定的旱生结构特征, 本文通过对叉孢苏铁和锈毛苏铁叶片解剖结构的比较观察, 这2种苏铁也表现出不同程度的旱生结构特点。叶片表皮都被有角质层, 一方面可以防止高温干旱环境下叶片内水分的过度散失, 以维持叶的正常生理需要; 另一方面, 可以防止强烈的光照对叶内部细胞的灼伤, 以保证光合作用的正常进行(杜华栋等2010)。一般认为, 多数旱生植物的叶有下皮层(K. 伊稍1982), 2种苏铁羽片的中脉和叶缘处均有下皮层; 伍映辉等(2007)报道, 苏铁科叶轴的机械组织(厚壁组织)发达, 在近内侧的薄壁组织中也分布大量的纤维, 本研究也发现叉孢苏铁和锈毛苏铁的叶轴中有类似的结构; 下皮层、厚壁组织、纤维等机械组织的存在, 被认为可以降低叶萎蔫时的损伤, 同时也能阻挡光线的直接照射, 而达到降低蒸腾的作用(梅秀英等1994)。据报道, 波温苏铁(*Bowenia spectabilis*) (肖德兴2005a)和四川苏铁(*Cycas szechuanensis*) (肖德兴2005b)叶肉没有明显的栅栏组织和海绵组织分化而有小叶脉的分化, 本文所研究的叉孢苏铁、锈毛苏铁叶肉有栅栏组织和海绵组织的分化而没有小叶脉的分化, 栅栏组织均较发达, 这与唐源江和廖景平(2001)对6种苏铁属植物的羽片比较解剖学研究结果一致。叉

孢苏铁、锈毛苏铁的栅栏组织分别约占羽片厚度的31.62%和30.97%, 锈毛苏铁栅栏组织厚度是叉孢苏铁的1.79倍, 栅栏组织的厚度与植物抗旱性有最密切的正相关关系(张振师等2004)。本文所研究2种苏铁叶轴的基本组织和维管束都比较发达, 有利于水分和淀粉等营养物质的贮藏和运输。

植物对环境的适应表现出一定的遗传稳定性, 而环境因素在一定程度上可以使得这些遗传因素得到加强和减弱(杜华栋等2010)。所研究的2种苏铁除了有苏铁科植物的共性外, 在不同的选择压力下也形成各自的适应类型。西林县足别乡板桥村板桥屯叉孢铁群落地理位置为西北坡下坡, 植被类型多样, 包括乔、灌、藤、草各种空间冠层结构, 覆盖度约88%, 苏铁处于植被的中下层, 加上坡底有1条水沟, 即使是在干旱的季节, 林中也有一定的湿度; 而田东县作登乡大板村弄接屯的锈毛苏铁种群主要分布在石山窝地或岩石缝隙残存的稀薄土壤中, 植物种群以灌木和草本为主, 灌木的树冠投影盖度最高只达25%, 苏铁已处于植被的上层位置, 夏季大气温度可达40℃, 岩石表面温度常高达70℃, 苏铁叶片不仅要承受上方的强太阳光辐射、紫外线胁迫, 还要忍耐来自下方岩石的高温反射以及干旱缺水的生存环境, 其叶片的旱生结构比叉孢苏铁的明显, 如羽片、角质层、下皮层、栅栏组织、表皮细胞和木质部管状分子壁均比叉孢苏铁的厚。细胞中的黏液、晶体和单宁可以改变细胞的渗透势, 提高吸水 and 保水能力, 也是植物减少有害物质浓度的积极适应方式(Metcalfe和Chalk 1979), 锈毛苏铁的表皮、部分下皮层及韧皮部细胞中有单宁, 不仅和叉孢苏铁一样, 叶轴中有黏液道, 而且羽片中脉区也有黏液道; 柱状栅栏细胞、部分海绵细胞中有晶体, 也反映出其有较强的自我修复和抵御不良环境的能力。

2 人工保护移栽的建议

苏铁植物生长于热带、亚热带地区, 要求暖热气候。对母岩要求不严格, 在砂页岩及石灰岩地区均常见生长, 但在广西则更多见于石灰岩地区, 喜光不耐荫蔽。所研究的叉孢苏铁对光线的要求不是很严, 有一定的耐阴性, 但还是要求暖热, 野生种常生长在林窗或林中空地, 密林则受郁闭而不易生长。叉孢苏铁宜栽种在有遮阳网设施的

地方,春、秋、冬3季可不遮阴,但在夏季,要以遮阴为主,在天气温和时可适当地掀开遮阳网,也可长期放在半阴处,方能生长良好。锈毛苏铁表现出强耐旱型,喜干燥,怕积水,但栽种时保持土壤湿润,旱季要适时浇灌以补充水分则能生长良好。雨季应注意开沟排水,防止土壤积水,以防止烂根。锈毛苏铁应种在空旷,光线较强的地方,特别是在新叶生长期不宜放在荫蔽处,否则叶子瘦长,降低观赏价值。但夏季阳光过强,温度过高时,叶片易被灼伤,出现黄斑,所以不能长期暴晒,盛夏时可适当遮阴,或在高温时经常向叶面喷水,降低温度以防灼伤。

3 展望

通过研究植物器官的形态结构特征,也能在一定程度上说明其对环境的适应(朱栗琼和招礼军2012)。本文在调查叉孢苏铁、锈毛苏铁的生态环境的基础上探讨其叶片形态结构对环境的适应,并为保护移栽提出了养护建议,比单纯地从形态结构来分析植物对环境的适应更具有实际的意义。众所周知,植物对环境的适应性不仅与植物的种类、形态结构有关,而且还与植物的发育时期及代谢生理生化活动等有关。由于苏铁类植物生长缓慢,生命周期长,多数研究都集中在成熟器官的形态结构上,对苏铁发育生物学、各发育阶段或同一种苏铁在不同生态环境下的形态结构甚至亚细胞结构方面的研究比较缺乏,有待进一步的深入研究。

参考文献

艾素云, 黄玉源, 伍映辉(2006). 贵州苏铁根的解剖学研究. 云南植物研究, 28 (2): 149~156
 陈家瑞(2003). 中国苏铁资源及其保护对策(上). 植物杂志, (1): 3~5
 杜华栋, 徐翠红, 刘萍, 焦菊英, 苗芳(2010). 陕北黄土高原优势植物叶片解剖结构的生态适应性. 西北植物学报, 30 (2): 293~300

和太平, 彭定人, 邓荣艳, 黎德丘, 孙革, 赵泽洪, 黄志辉(2007). 广西雅长自然保护区兰科植物区系分析. 广西农业生物科学, 26 (3): 215~220
 黄玉源, 张宏达(2001). 部分苏铁植物根的解剖结构研究. 第三届全国苏铁学术会议暨第三届中国植物学会苏铁分会会员代表大会论文摘要集, 23~24
 梅秀英, 樊军锋, 周永学, 杜纪山(1994). 泡桐杂种无性系叶抗旱性的初步研究. 西北林学院学报, 9 (2): 55~58
 苏俊霞, 李楠, 林鉴钊(2004). 合意苏铁羽片表皮及气孔器的发育. 第四届全国苏铁学术会议论文摘要汇编, 54~55
 唐源江, 廖景平(2001). 六种苏铁属植物的羽片比较解剖学研究. 植物学通报, 18 (5): 615~622, 604
 韦发南, 梁健英, 何顺清(1997). 广西野生苏铁资源及其分类研究(二). 广西植物, 17 (3): 206~212
 韦丽君, 黄玉源, 陈金湘, 伍映辉, 黄爱花(2011). 暹罗苏铁茎的解剖学研究. 西北植物学报, 31 (11): 2210~2215
 韦丽君, 黄玉源, 徐峰, 伍映辉, 黄爱花(2009). 叉孢苏铁茎的解剖学研究. 广西植物, 29 (1): 20~27
 文祥凤, 和太平, 徐峰(2005). 德保苏铁茎的解剖学研究. 广西植物, 25 (4): 335~337
 伍映辉, 黄玉源, 艾素云, 韦丽君(2007). 八种苏铁植物叶轴的比较解剖研究. 云南植物研究, 29 (2): 176~188
 肖德兴(2005a). 波温苏铁(*Bowenia spectabilis*)营养器官的解剖结构研究. 热带亚热带植物学报, 13 (6): 507~510
 肖德兴(2005b). 四川苏铁(*Cycas szechuanensis*)营养器官解剖结构研究. 仲恺农业技术学院学报, 18 (3): 1~5
 谢中誉, 唐源江, 刘念, 吴七根, 廖景平(2002). 托叶铁科(苏科目)羽片脉序和羽片解剖学研究. 热带亚热带植物学报, 10 (4): 301~305
 徐峰, 黄玉源, 陆媛峰, 牟继平, 钟业聪, 陆照甫(2004). 尖尾苏铁根系类型与解剖结构研究. 广西农业生物科学, 23 (3): 210~213
 于永福(1999). 中国野生植物保护工作的里程碑——《国家重点保护野生植物名录(第一批)》出台. 植物杂志, (5): 3~11
 张振师, 薛智德, 崔宏安, 向慧昌(2004). 延安地区3种灌木叶旱性结构的解剖研究. 西北林学院学报, 19 (1): 32~35
 钟业聪(2001). 苏铁属植物地方名的含义. 广西林业, (1): 34
 朱栗琼, 招礼军(2012). 擎天树茎叶解剖结构及其环境适应性. 中国农学通报, 28 (1): 98~102
 K. 伊稍. 李正理译(1982). 种子植物解剖学. 第2版. 上海: 上海科学技术出版社, 245~249
 Metcalfe CR, Chalk L (1979). Anatomy of the Dicotyledons (Vol.II) (2nd ed). London: Clarendon Press, 64~65