

文章编号: 1001-411X(2001)04-0066-05

中国囊瓣木属和野独活属植物叶形态结构的比较及分类意义

赵 晟, 孙同兴, 吴 鸿, 李秉滔

(华南农业大学植物研究室, 广东 广州 510642)

摘要: 对囊瓣木属 1 种和野独活属 4 种植物叶形态结构的比较研究表明: 囊瓣木和野独活属 4 种植物的叶表皮形态、表皮细胞形状、表皮细胞内的晶体类型、叶肉组织结构、叶肉中油细胞的分布和密度、主脉维管组织结构等具有很大的相似形。结果同意将囊瓣木属归并于野独活属的观点, 并将囊瓣木(*Saccopetalum prolificum*)组合为囊瓣野独活(*Milusa prolifica*)。

关键词: 囊瓣木属; 野独活属; 叶形态结构

中图分类号: Q949.747.3

文献标识码: A

囊瓣木属(*Saccopetalum*)和野独活属(*Milusa*)属番荔枝科野独活族(Miliuseae), 两属的分类关系问题一直是野独活族内的分类难点之一^[1~3]。以 Hutchinson 为代表的许多学者一直主张把两属分开, 但 Ast 于 1938 年提出将两属合并的观点也被许多学者所接受。在国内, 中国植物志沿用了两属分开^[4]。但李秉滔也曾主张将囊瓣木属归并于野独活属中^[3]。鉴于上述原因, 笔者拟对中国所分布的囊瓣木属 1 种、野独活属 4 种植物叶的形态结构进行细致的研究, 为合理处理它们的分类关系提供有力的证据。

1 材料与方法

研究用材料来源及凭证标本见表 1。新鲜材料取成熟叶片 5 枚, 腊叶标本取 1~2 枚。

1.1 叶表皮制片

采用 H₂O₂ 和醋酸溶液离析法, 剥离叶表皮, φ=1%甘油封片。在 Motic 显微镜下观察绘图。表皮毛细

胞数和密度为两面表皮 15 个数值的平均值。

1.2 扫描电镜制片

取成熟叶片中部 5 mm×5 mm 小块, 系列乙醇溶液脱水, 用双面胶带粘贴在样品台上, 镀膜喷金后在 Philip XL-30-ESEM 扫描电镜下观察并照相。

1.3 透明材料

叶片采用 NaOH 透明法制片。在 Motic 显微镜下观察油细胞的分布情况, 并以 5 枚叶片各 5 个 10×视野油细胞的数目计数, 取平均值除以视野面积作为该种植物叶中油细胞的分布密度。

1.4 石蜡制片

将叶片中部至边缘的一部分叶片切成 3 mm×3 mm 小块, FAA 固定, 系列乙醇溶液脱水, 石蜡包埋, 切片厚度 8~10 μm, 番红-固绿染色。叶片栅栏组织厚度、海绵组织厚度、油细胞直径及单位毫米叶宽油细胞的数目各为 15 个数值的平均值。

所有光镜照片均为在 LEICA DMLB 显微镜下照相。

表 1 研究材料及凭证标本

Tab. 1 The specimens studied and vouchers

种名 species	采集地 locality	凭证标本 voucher
野独活 <i>Milusa chunii</i> W. T. Wang	云南 Yunnan	不详 Anonymity 30410 (CANT)
中华野独活 <i>M. sinensis</i> Finet et Gagnep.	云南西双版纳 Xishuangbanna Yunnan	孙同兴 T. X. Sun 200045 (CANT)
云南野独活 <i>M. tenuistipitata</i> W. T. Wang	云南西双版纳 Xishuangbanna Yunnan	孙同兴 T. X. Sun 200048 (CANT)
越南野独活 <i>M. balansae</i> Finet et Gagnep.	广西十万大山 Shiwandashan Guangxi	梁向日 X. R. Liang 121491 (IBSC)
囊瓣木 <i>Saccopetalum prolificum</i> Tsiang	海南 Hainan	孙同兴 T. X. Sun 200011 (CANT)

收稿日期: 2001-05-23

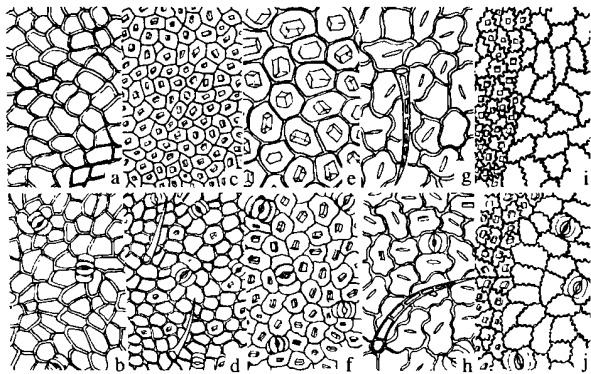
作者简介: 赵 晟(1963-), 女, 实验师。 通信作者: 吴 鸿(1963-), 男, 教授, 博士。

2 观察结果

研究表明, 5种植物的油细胞分布、表皮细胞的形态和叶片的内部结构具有许多相似特征, 但又有种间差异, 现分述如下:

2.1 光镜下叶片表皮特征

5种植物叶片近轴面、远轴面表皮细胞为多边形或不规则形排列, 野独活和越南野独活表皮细胞垂周壁直或浅波状(图1:a, b, c, d), 云南野独活波状(图1:e, f), 囊瓣木和中华野独活表皮细胞垂周壁深波状(图1:g, h, i, j). 中华野独活仅叶脉处两面表皮细胞内具一棱晶(图1:i, j), 越南野独活、云南野独活和囊瓣木的每一表皮细胞内均含一棱晶(图1:c, d, e, f, g, h), 而野独活叶的两面表皮细胞内则不含晶体(图1:a, b). 气孔器仅分布于远轴面, 气孔器类型为平列型, 具2~4个副卫细胞. 5种植物叶片表皮均具表皮毛, 通常远轴面表皮毛比近轴面表皮毛多, 表皮毛都为单列多细胞丝状毛, 基细胞短而木质化, 顶细胞细长而尖(图1:d, g, h), 其中野独活、中华野独活、云南野独活和越南野独活4种植物的表皮毛只具2~4个细胞, 而囊瓣木的表皮毛由4~10个细胞构成(图1:g, h). 囊瓣木的表皮毛密度为55~80条/mm², 而其他4种植物叶的表皮毛密度在10~35条/mm²之间.



a, c, e, g, i 近轴面(×50); b, d, f, h, j 远轴面(×50); a, b 野独活, c, d 越南野独活; e, f 云南野独活; g, h 囊瓣木; i, j 中华野独活

a, c, e, g, i adaxial epidermis(×50); b, d, f, h, j abaxial epidermis(×50); a, b *Miliusa chunii*; c, d *M. balansae*; e, f *M. tenuistipitata*; g, h *Saccopetalum prolificum*; i, j *Miliusa sinensis*

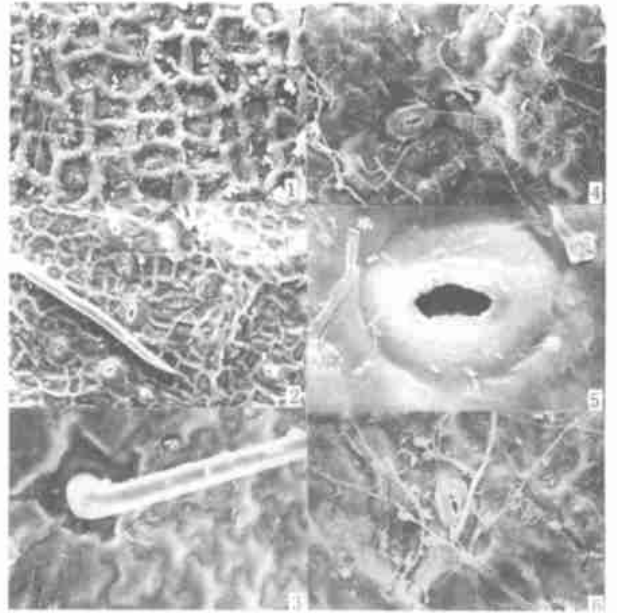
图1 光镜下5种植物叶表皮结构

Fig. 1 Drawings of leaf epidermis of 5 species plants under LM

2.2 扫描电镜下叶片表面特征

在扫描电镜下观察, 野独活和越南野独活叶近轴面和远轴面表皮细胞垂周壁直或浅波状, 凸起(图2: 1, 2), 野独活尤其明显, 平周壁平或中间略突起. 中华野独活、云南野独活和囊瓣木表皮细胞垂周壁

波状或深波状, 平周壁突起而在垂周壁处形成浅槽(图2: 3, 4). 5种植物叶两面表皮细胞角质层上面均覆盖颗粒状蜡质和蜡质细丝. 气孔器椭圆形或长椭圆形, 仅分布于远轴面, 略突于表皮细胞, 开口长椭圆形或长条形, 保卫细胞外壁具角质层加厚(图2: 5), 外拱盖表面平滑, 有时具不同形状的蜡质颗粒和蜡质细丝, 蜡质细丝有时交织成网状(图2: 4, 6).



1. 野独活叶近轴面, 示表皮细胞垂周壁凸起(×400); 2. 野独活叶远轴面, 示表皮细胞垂周壁凸起、气孔器和表皮毛(×200); 3. 囊瓣木叶近轴面, 示表皮细胞和表皮毛(×400); 4. 囊瓣木叶远轴面, 示气孔器和蜡质(×400); 5. 中华野独活叶远轴面, 示气孔器(×1600); 6. 越南野独活叶远轴面, 示气孔器和蜡质(×400)

1. *Miliusa chunii*, showing the protrusion of anticlinal walls of cells of adaxial surface(×400); 2. *Miliusa chunii*, showing the protrusion of anticlinal walls of cells and trichome of abaxial surface(×200); 3. *Saccopetalum prolificum*, showing cell structures and trichome of adaxial surface(×400); 4. *Saccopetalum prolificum*, showing stomatal apparatus and wax of abaxial surface(×400); 5. *Miliusa sinensis*, showing stomatal apparatus of abaxial surface(×1600); 6. *M. balansae*, showing stomatal apparatus and wax of abaxial surface(×400)

图2 扫描电镜下叶表面特征

Fig. 2 The characters of epidermal surface under SEM

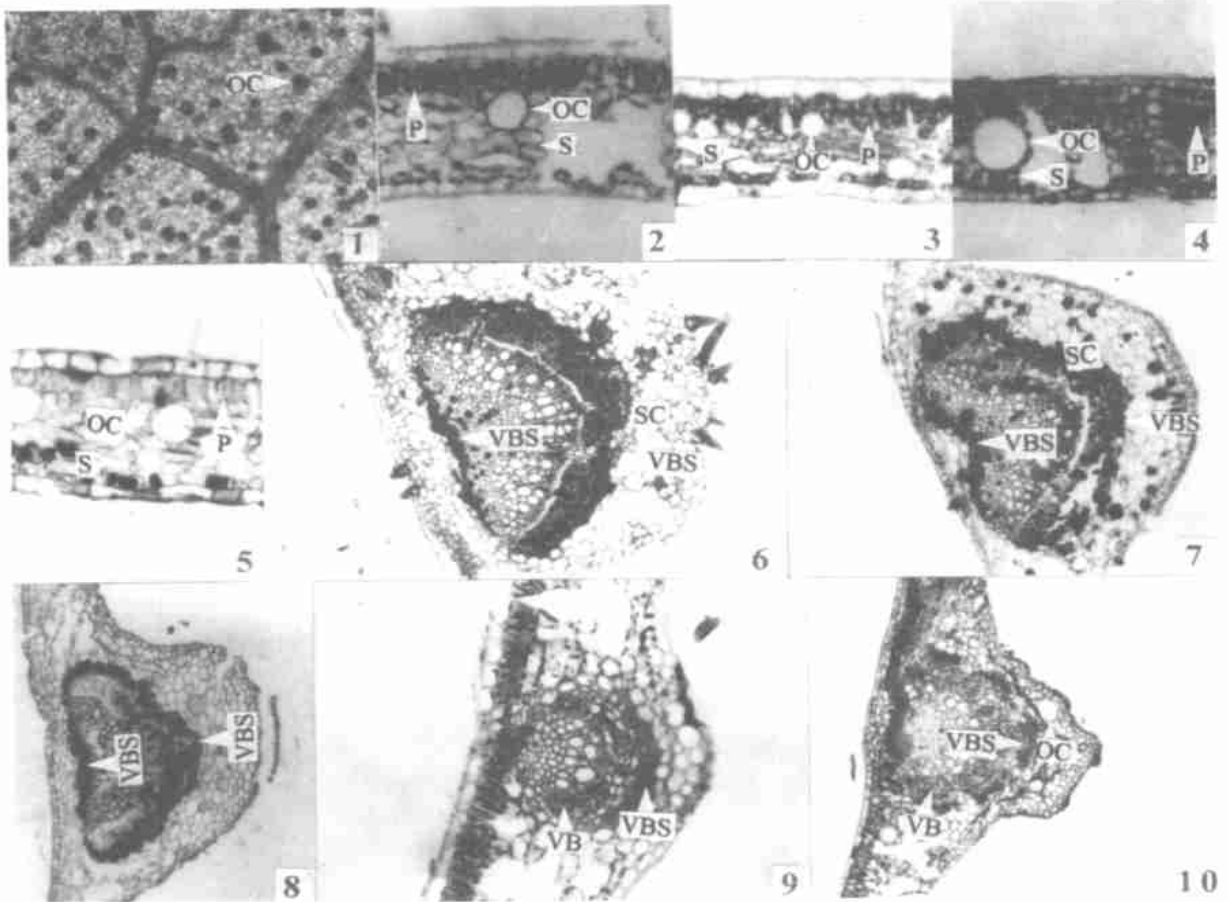
2.3 油细胞的分布密度

从透明叶片观察, 5种植物叶片中的油细胞普遍较多, 主要分布在脉间区, 部分油细胞分布在叶脉上或与小脉末端相连接, 其中越南野独活叶片中油细胞的分布密度最大(图3: 1), 为258个/mm², 其次为囊瓣木204个/mm², 再次为云南野独活156个/mm², 野独活和中华野独活的分布密度较小, 分别为120和113个/mm².

2.4 叶解剖结构

5种植物的叶片厚度分别是,野独活 $98.4\mu\text{m}$,中华野独活 $145.6\mu\text{m}$,云南野独活 $153.5\mu\text{m}$,越南野独活 $165.8\mu\text{m}$,囊瓣木 $124.3\mu\text{m}$ 。叶肉组织中,野独活、中华野独活(图3:2)和越南野独活(图3:5)仅有1层栅栏组织细胞,细胞圆柱形或长圆柱形,栅栏组织与海绵组织比分别为0.82、0.38和0.29,囊瓣木有2层栅栏组织细胞(图3:3),栅栏组织与海绵组织比为0.72,而云南野独活栅栏组织细胞2~3层(图3:4),栅栏组织与海绵组织的厚度比相对较大,为1.14,可见野独活属植物叶肉栅栏组织与海绵组织比幅度较

大,在0.29~1.14之间,无规律可循。在囊瓣木和云南野独活中,通常靠近近轴面的1层栅栏组织细胞圆柱形,远离近轴面的栅栏组织细胞短圆柱形或短哑铃形。此外,5种植物的叶肉组织中均有油细胞分布,油细胞呈圆形或椭圆形空腔,比周围细胞大,易于识别(图3:2~5)。油细胞的大小因种而异(表2),直径在 $28.7\sim 51.8\mu\text{m}$ 之间,其中野独活叶的油细胞直径最小,为 $28.7\mu\text{m}$,而云南野独活叶中油细胞直径最大,为 $51.8\mu\text{m}$,但5种植物油细胞的直径与叶厚的比值在0.26~0.33之间。在具1层栅栏组织细胞的野独活、中华野独活和越南野独活的叶中,油细胞



OC: 油细胞; P: 栅栏组织; S: 海绵组织; SC: 石细胞; VB: 维管束; VBS: 维管束鞘

OC oil cell; P palisade tissue; S spongy tissue; SC sclereid; VB vascular bundle; VBS vascular bundle sheath

1. 越南野独活叶透明装片, 示油细胞分布($\times 100$); 2~5. 叶片横切面, 示叶肉组织和油细胞; 2. 中华野独活($\times 200$); 3. 囊瓣木($\times 100$); 4. 云南野独活($\times 100$); 5. 越南野独活($\times 200$); 6~10. 叶主脉横切面, 示维管组织、维管束鞘和石细胞及油细胞($\times 100$); 6. 囊瓣木; 7. 越南野独活; 8. 野独活; 9. 中华野独活; 10. 云南野独活

1. clearing leaf of *Milusa balansae*, showing the distribution of oil cells($\times 100$); 2-5. transverse sections of lamina, showing mesophyllous tissue and oil cells; 2. *Milusa sinensis*($\times 200$); 3. *Sacopetalum prolificum*($\times 100$); 4. *Milusa tenuistipitata*($\times 100$); 5. *Milusa balansae*($\times 200$); 6-10. transverse sections through midrib of leaves, showing vascular tissue, vascular bundle sheath and sclereid or oil cells($\times 100$); 6. *Sacopetalum profifiam*; 7. *Milusa balansae*; 8. *M. chunii*; 9. *M. sinensis*; 10. *M. tenuistipitata*

图3 5种植物叶的结构特征

Fig. 3 The characters of leaf structure of 5 species plants

表 2 5 种植物叶片及主脉的主要结构特征¹⁾

Tab. 2 The major characters of leaf structure in 5 species

种名 species	栅栏组织 palisade tissue		海绵组织 厚度 thickness of spongy tissue /μm		P/S	油细胞 oil cell			主脉 midrib	
	层数 layers	厚度 thick- ness /μm	厚度 thickness /μm	直径 diameter /μm		部位 position	频率 frequency /(No·mm ⁻¹)	维管束	维管束	
								数目 No. of bundles	鞘 bundle sheath	
野独活 <i>Milium chinii</i>	1	35.2	42.8	0.82	28.7(0.29)	S	4	6	连续	
中华野独活 <i>M. sinensis</i>	1	33.8	88.2	0.38	40.2(0.28)	S	4	6	间断	
云南野独活 <i>M. tenuistipitata</i>	2~3	68.6	60.0	1.14	51.8(0.33)	P&S	6	7	间断	
越南野独活 <i>M. bakansae</i>	1	32.5	109.5	0.29	42.5(0.26)	S	10	4	连续	
囊瓣木 <i>Saccopetalum prolificum</i>	2	45.2	59.8	0.72	35.0(0.27)	P&S	7	8	连续	

1) P/S 为栅栏组织厚度与海绵组织厚度之比; 括号中数值为: 油细胞直径和叶厚比值

分布于海绵组织中, 但紧贴栅栏组织细胞 (图 3: 2, 5)。云南野独活叶中油细胞主要分布于第 2 层的栅栏组织, 只有少量分布于海绵组织中 (图 3: 4), 囊瓣木叶油细胞则均匀分布于第 2 层栅栏组织和海绵组织中 (图 3: 3)。横切面上, 5 种植物叶片中, 每毫米叶宽含油细胞的数目也不同, 其中越南野独活最高, 为 10 个/mm, 野独活和中华野独活最低, 均为 4 个/mm, 云南野独活和囊瓣木分别为 6 和 7 个/mm。另外, 横切面上, 5 种植物的主脉薄壁组织中具油细胞和石细胞, 石细胞单个和成簇分布 (图 3: 6)。维管组织呈环状结构, 5 种植物的维管组织内的维管束数目见表 2 和图 3。野独活、越南野独活和囊瓣木的环状维管组织的每个维管束间有 1~2 列细胞壁已木质化的细胞, 而包围其外的纤维组成的维管束鞘也连续成环状 (图 3: 6, 7, 8), 中华野独活和云南野独活维管组织的每个维管束间被 1~4 列细胞壁未木质化的薄壁细胞分离成束状, 且包围其外的维管束鞘也明显被分离成新月状 (图 3: 9, 10)。

3 讨论

中国植物志^[4]将囊瓣木属和野独活属分开的主要依据是两属的胚珠数不同, 囊瓣木属通常 8 个, 而野独活属 1~2 个。后来, 李秉滔查阅比较了哈佛大学、史密松研究所和密苏里植物园收藏的标本后, 发现囊瓣木属每心皮胚珠 2~8 个, 种子 1~2 颗, 而野独活属每心皮胚珠 1~10 个, 种子 1~2 颗, 可见二者没有差别, 于是将囊瓣木属归并于野独活属中^[3]。

对囊瓣木和野独活属植物叶形态结构的研究表明, 囊瓣木和野独活属 4 种植物叶的结构具许多相似之处。如油细胞的分布密度较大, 5 种植物的油细胞分布密度在 100~260 个/mm² 之间, 囊瓣木的表皮

细胞形状不规则, 垂周壁深波状, 在扫描电镜下平周壁突起而垂周壁处形成凹槽, 以及表面具蜡质颗粒和蜡质细丝, 都同中华野独活和云南野独活相似, 另外, 囊瓣木和 3 种野独活表皮细胞内都含一棱晶, 而曾被放于囊瓣木属的 *Saccopetalum tomentosum* 后被移于野独活属的 *Milium tomentosum* 叶中的棱晶与中华野独活相同也是仅分布于叶脉处的表皮细胞^[3]。囊瓣木的气孔器椭圆形, 在外观上突起, 外拱盖较平滑, 气孔器为平列型, 具 2~4 个副卫细胞, 表皮毛为单列丝状毛, 也与野独活属的特征相似。叶肉中栅栏组织细胞 2 层, 油细胞和云南野独活相似均分布于第 2 层的栅栏组织和海绵组织中, 主脉的维管组织和维管束鞘分布特点又同野独活和越南野独活相似。从木材解剖特征看, 囊瓣木属和野独活属的髓都具有多条横向石细胞形成的带状分隔^[6], 木质部中都具有较宽的带状离管薄壁组织。可见囊瓣木和野独活属植物的叶结构和木材结构都具有很大相似性。另外, 同一属内的植物可有不同的表皮毛类型, 甚至同一叶片表面具多种类型的表皮毛^[7], 因而囊瓣木具单列 4 至多个细胞丝状毛及表皮毛密度较大等特征应视为种间差异。此外, 笔者对野独活族澄广花属 (*Orophea*) 和蚁花属 (*Mezzetiopsis*) 的叶进行过研究 (另文发表), 发现澄广花属和蚁花 (*Mezzetiopsis creaghii*) 的叶肉中栅栏组织细胞 1 层。广西澄广花 (*Orophea ancps*) 油细胞分布频率低, 每毫米叶宽仅为 1~2 个, 分布于整个叶肉组织中。澄广花属的广西澄广花、毛澄广花 (*Orophea hirsuta*) 和爪哇产的 *O. hexandra* Br. 及蚁花的栅栏组织细胞在主脉的近轴面处连续, 广西澄广花主脉维管组织中维管束排列成完整一圈, 皮层和维管组织的薄壁细胞中均分布分枝状石细胞, 蚁花主脉的维管组织极为发达, 维管束

鞘不发达,呈间断分布或星散分布,而维管组织中的薄壁细胞也极为发达,韧皮部和维管束鞘之间具5~8层薄壁细胞,或维管束鞘内也具薄壁组织,且韧皮射线宽达5~7层薄壁细胞,维管组织的近轴面的维管束鞘也呈间断分布.囊瓣木的木质部中导管频率低,为10~20个/mm²,射线1~6个细胞宽,高不足50 μm^[6],而澄广花属的木质部导管频率较高,为20~40个/mm²,木质部射线宽1~14个细胞,高大于170 μm^[7],且在4种澄广花属植物的叶中发现近轴面表皮细胞具一晶簇,而在远轴面则含一棱晶.由此可见囊瓣木和野独活属植物的结构较为一致,而和同族的澄广花属和蚁花属存在较大差异.因此,笔者赞成将囊瓣木属归并于野独活属的观点,并将囊瓣木称为囊瓣野独活(*Milium prolifica* (Chun et How) P. T. Li)^[3].

致谢:感谢中国科学院华南植物研究所标本馆提供部分腊叶标本!

参考文献:

- [1] 李秉滔,李镇魁.中国番荔枝科野独活属和囊瓣木属叶表皮和脉序特征与分类学关系研究[J].华南农业大学学报,1997,18(1):41-44.
- [2] 陈健辉,李秉滔.中国番荔枝科囊瓣木族植物叶片脉序比较观察[J].广西植物,1993,13(1):26-31.
- [3] 李秉滔.亚洲番荔枝科植物新资料[J].广西植物,1993,13(4):311-315.
- [4] 蒋英,李秉滔.中国植物志:第30卷,第2分册[M].北京:科学出版社,1979.39-45.
- [5] PATEL R J. Epidermal structure and development of stomata in some Annonaceae[J]. Ann Bot, 1971, 35: 1205-1212.
- [6] RAYMOND W V W, CANRIGHT J E. The anatomy and relationships of the Annonaceae[J]. Tropical Woods, 1956, 104: 1-24.
- [7] METCALFE, C R. Anatomy of the dicyledons; Vol III [M]. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, 1987. 34-48.

Leaf Form and Structure of *Saccopetalum* and *Milium* from China and Their Taxonomic Significance

ZHAO Sheng, SUN Tong-xing, WU Hong, LI Bing-tao

(Institute of Botany, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642 China)

Abstract: A more detailed comparative study was carried on the leaf form and structure of *Saccopetalum prolificum*, *Milium chunii*, *M. sinensis*, *M. tenuistipitata* and *M. balansae*. The results showed that in *Saccopetalum prolificum*, the leaf form, the shapes of epidermal cells, the types of crystal in epidermis, the structure of mesophyllous tissue, the distribution and density of oil cells, and the pattern of vascular tissue in the midrib and so on were very similar to those in 4 species of *Milium*. Therefore, this supported the viewpoint that the *Saccopetalum* was reduced to the *Milium* and *Saccopetalum prolificum* was changed into *Milium prolifica*.

Key words: *Saccopetalum*; *Milium*; leaf form and structure

【责任编辑 柴 焰】