

文章编号: 1007-7847(2000) 01-0041-07

中国五味子属植物叶表皮研究

文香英¹, 林 祁¹, 曾庆文¹, 周小春²

(1. 中国科学院 华南植物研究所, 中国广东 广州 510650; 2. 华南农业大学, 中国广东 广州 510642)

摘要:用浓硫酸-铬酸离析法, 在光学显微镜下观察了中国五味子属植物14种, 1亚种, 2变种, 共24个样品成熟叶的叶表皮细胞及气孔器特征. 结果表明: 五味子属植物叶片的上、下表皮细胞呈多边形或不规则形, 垂周壁式样为平直, 弓形或浅波浪; 少数种类上表皮有气孔器或分泌细胞, 所有的种类下表皮具气孔器和分泌细胞; 气孔器类型以平列型为主, 并伴有侧列型, 极少数出现不规则型; 气孔极区呈稍角质加厚或棒形角质加厚, 稀T形角质加厚. 叶表皮特征能较好地解决分种问题, 并为确定本属中各分类单位之间的演化趋势, 亲缘关系等提供有参考价值的依据.

关键词: 五味子属; 叶表皮; 气孔器; 中国

中图分类号: Q942 文献标识码: A

Study on the Leaf Epidermis of the Genus *Schisandra* in China

WEN Xiang-ying¹, LIN Qi¹, ZENG Qing-wen¹, ZHOU Xiao-chun²

(1. South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou 510650, Guangdong, China;

2. South China Agriculture University, Guangzhou 510642, Guangdong, China)

Abstract: The characters of leaf epidermis cells and stomatal apparatus of 14 species, subspecies and 2 varieties (24 samples) in the genus *Schisandra* under the light microscope are observed using the method of $H_2SO_4-H_3CrO_6$. Both upper and lower epidermis cells are polygonal or irregular in shape in all species studied. The patterns of anticlinal walls are straight, arched or sinuate. Stomatal apparatus and secretory cells are found on the upper epidermis of several species, and on the lower epidermis of all species. The stomatal apparatus are mainly found paracytic and laterocytic, and anomocytic in a few cases. Laterocytic and anomocytic stomatal apparatus usually occur along with the paracytic ones. Three types of cuticular thickening at the polar region of the guard cells are observed: slight cuticular thickening; rod-shaped cuticular thickening, and rarely T-

收稿日期: 1999-03-03; 修订日期: 1999-11-22

基金项目: 中国科学院生物分类区系学科发展特别支持项目

作者简介: 文香英(1972-), 女, 湖南人, 硕士研究生, 从事植物分类研究; 林祁(1957-), 男, 湖南人, 中科院植物研究所研究员, 博士, 从事植物分类研究; 曾庆文, 周小春(略).

shaped cuticular thickening. The characters of leaf epidermis can be used in diagnosing species and elucidating the evolutionary trend and relationship among the species in the genus.

Key words: *Schisandra*; leaf epidermis; stomatal apparatus; China

五味子属 (*Schisandra Michx.*) 在全世界有近20种(分类学部分另文发表), 主产亚洲东部至东南部, 北美东南部仅1种. 我国产10余种, 南北各地均有分布.

半个世纪以来, 叶表皮特征作为分类指标日益受到国内外学者的重视, 但在五味子属中, 迄今仅 Bailey & Nast^[1], Baranova^[2, 3], Jalan^[4, 5] 等人对5种植物的叶表皮作过零星报道, 这些研究的系统性和完整性不够. 为了补充这方面的不足, 本文对国产五味子属14种, 1亚种, 2变种的叶表皮特征作了比较研究, 拟为探讨本属内各分类单位之间的演化趋势, 亲缘关系等提供有参考价值的依据.

1 材料与方法

1.1 实验材料(见表1)

表1 实验材料及凭证标本

Table 1 Source of experimental materials and the vouchers

种名 Species	采集地 Locality	采集人和采集号 Collector & No
二色五味子 <i>S. bicolor</i>	湖南 Hunan	黄茂先 M. X. Huang 112217
五味子 <i>S. chinensis</i>	黑龙江 Heilongjiang	刘慎谔 T. N. Liu 7019
金山五味子 <i>S. glauscens</i>	四川 Sichuan	李国凤 K. F. Li 62105
大花五味子 <i>S. grandiflora</i>	西藏 Xizang	青藏队 Qinghai-Xizang exp. 6662
翼梗五味子 <i>S. henryi</i>	河南 Henan	标本组 Species exp. 10089
滇五味子 <i>S. henryi</i> var. <i>yunnanensis</i>	云南 Yunnan	中苏队 Sino-Russia exp. 212
狭叶五味子 <i>S. lancifolia</i>	四川 Sichuan	四川农学院 SCAI 7351
小花五味子 <i>S. micrantha</i>	云南 Yunnan	王汉臣 H C Wang 4778
滇藏五味子 <i>S. neglecta</i>	云南 Yunnan	渝德浚 T T Yu 23142
重瓣五味子 <i>S. plena</i>	云南 Yunnan	华南植物所标本室 IBSC 502273
铁箍散 <i>S. propinqua</i> subsp. <i>Sinensis</i>	甘肃 Gansu	杨金祥 J X Yang 3643
	贵州 Guizhou	张志松等 Z S Zhang et al. 6749
	湖北 Hubei	刘启宏 Q H Liu 626
	湖南 Hunan	湖南队 Hunan exp. 447
	陕西 Shaanxi	张志松等 Z S Zhang et al. 17810
	四川 Sichuan	刘鸣岗等 M G Liu et al. 122
	云南 Yunnan	刘慎谔 T N Liu 13599
	西藏 Xizang	青藏队 Qinghai-Xizang exp. 4609
毛叶五味子 <i>S. pubescens</i>	四川 Sichuan	张青龙 Q L Zhang 121624
毛脉五味子 <i>S. pubescens</i> var. <i>pubinervis</i>	云南 Yunnan	中苏队 Sino-Russia exp. 2009
红花五味子 <i>S. rubriflora</i>	四川 Sichuan	刘志安等 Z A Liu et al. 22289
球蕊五味子 <i>S. sphaerandra</i>	云南 Yunnan	王汉臣 H C Wang 4059
华中五味子 <i>S. sphenantha</i>	贵州 Guizhou	李永康 Y K Li 8653
绿叶五味子 <i>S. viridis</i>	浙江 Zhejiang	邓懋彬 M B Deng 4554

注: 凭证标本存中国科学院华南植物研究所标本馆(IBSC).

1.2 实验方法

材料取自成熟叶片中部, 制作方法见潘开玉^[6], 所用术语参考 Baranova^[2]和 Wilkin-son^[7]. 在光学显微镜下观察, 随机测量20个视野中的分泌细胞数、气孔大小和气孔指数, 分别计算平均值和极值, 气孔指数按 Wilkinson^[7]所用的公式计算.

2 观察结果(见表2)

2.1 上表皮

根据气孔器和分泌细胞的有无, 可分为3种类型:

类型 : 上表皮无气孔器和分泌细胞; 表皮细胞多边形, 垂周壁式样为平直或弓形, 细胞壁均匀加厚或带状加厚. 如: 二色五味子, 金山五味子, 大花五味子, 滇五味子, 滇藏五味子, 铁箍散(图1. 1), 毛叶五味子, 毛脉五味子, 红花五味子, 球蕊五味子和绿叶五味子(图1. 2).

类型 : 上表皮无气孔器, 但有极少量分泌细胞; 表皮细胞多边形, 垂周壁式样平直. 如: 狭叶五味子, 小花五味子, 重瓣五味子和铁箍散(湖南).

类型 : 上表皮有少量气孔器和少量分泌细胞; 表皮细胞多边形或不规则形, 垂周壁式样为平直或浅波浪. 如: 五味子, 翼梗五味子(图1. 3)和华中五味子.

2.2 下表皮

表2 光镜下五味子属叶表皮特征与气孔器类型

Table 2 The characters of the leaf epidermis and the types of stomatal apparatus in *Schisandra* under the LM

种名 Species	上表皮 Upper epidermis					下表皮 Lower epidermis					角质条纹 Cuticular striate	
	细胞形状 Shape of cells	垂周壁式样 Pattern of anticalinal walls	分泌细胞 Secretory cells	气孔器 Stomatal apparatus	细胞形状 Shape of cells	垂周壁式样 Pattern of anticalinal walls	分泌细胞数 Number of secretory cells(No./mm ²)	气孔器类型 Type of stomatal apparatus	保卫细胞 极区类型 Polar region type of guard cells	气孔大小 Size of stomata (μm)		气孔指数 Stomatal index(%)
二色五味子	poly.	str.	lack	lack	poly.	str.auc.	2.27	pet-let	rst, lit	103 × 61	1.9	-
五味子	irr. poly.	sin. arc. str.	exist	exist	irr.	sin.	0.11	let, pet	rst, lit	66 × 38	7.7	-
金山五味子	poly.	str.	lack	lack	irr.	sin.	4.55	let, pet	rst, lit	55 × 30	12.9	-
大花五味子	poly.	str.	lack	lack	poly.	str.auc.	1.36	let-pet	rst	65 × 51	12.9	-
翼梗五味子	irr.	sin.	exist	exist	poly. irr.	arc. str. sin.	0.45	let, pet	rst	53 × 41	13.2	-
滇五味子	poly.	str.	lack	lack	poly.	str.auc.	0.45	let, pet	rst	58 × 42	13.8	-
狭叶五味子	poly.	str.	exist	lack	poly.	str.	0.07	pet	rst	73 × 44	14.2	-
小花五味子	poly.	str.	exist	lack	poly.	str.auc.	4.55	pet	rst, lit	58 × 42	14.5	-
滇藏五味子	poly.	str.	lack	lack	irr.	sin	1.36	pet	rst	68 × 43	11.2	-
重瓣五味子	poly.	str.	exist	lack	poly.	str.auc.	0.45	pet	rst	60 × 45	14.9	+++
铁箍散(GS)	poly.	str.	lack	lack	poly.	str.	3.64	pet	tst	58 × 41	15.4	++
铁箍散(GZ)	poly.	str.	lack	lack	poly.	str.	2.73	pet	tst	55 × 43	24.1	++
铁箍散(HB)	poly.	str.	lack	lack	poly.	str.	2.27	pet	rst	61 × 43	10.8	++
铁箍散(SC)	poly.	str.	lack	lack	poly.	str.	3.64	pet	rst, tst	51 × 39	19.5	++
铁箍散(SX)	poly.	str.	lack	lack	poly.	str.	1.36	pet	tst	62 × 43	14.7	++
铁箍散(YN)	poly.	str.	lack	lack	poly.	str.	0.98	pet	tst	62 × 46	21.4	++
铁箍散(XZ)	poly.	str.	lack	lack	poly.	str.auc.	3.18	pet	rst, tst	59 × 43	21.4	+++
毛叶五味子	poly.	str.	lack	lack	poly.	str.auc.	0.15	pet	rst, lit	74 × 48	15.1	-
毛脉五味子	poly.	str.	lack	lack	poly.	str.	0.25	let	rst, lit	58 × 27	16.2	-
红花五味子	poly.	str.	lack	lack	poly.	str.auc.	1.81	let-pet	rst	64 × 40	14.8	-
球蕊五味子	poly.	str.	lack	lack	poly.	arc.	6.82	pet	rst, lit	65 × 45	15.5	+
华中五味子	irr.	sin.	exist	exist	poly. irr.	str. auc. sin.	2.73	let, pet	lit, rst	48 × 25	11.5	-
绿叶五味子	poly.	str.	lack	lack	poly.	str.auc.	0.75	pet, let	rst, lit	46 × 37	10.8	-

注: poly= polygonal 多边形, irr= irregular 不规则形, str= straight 平直, sin= sinuate 浅波浪, lit= little-shaped thickening 稍角质加厚, let= laterocytic type 侧列型, pct= paracytic type 平列型, act= anomocytic type 无规则型, tst= t-shaped thickening 'T'型角质加厚, rst= rod-shaped thickening 棒形角质加厚, '- '= 不明显, '+' = 少量, '++' = 较多, '+++ ' = 很发达, YN = 云南, SC = 四川, HB = 湖北, HN = 湖南, XZ = 西藏, GS = 甘肃, SX = 陕西, GZ = 贵州.

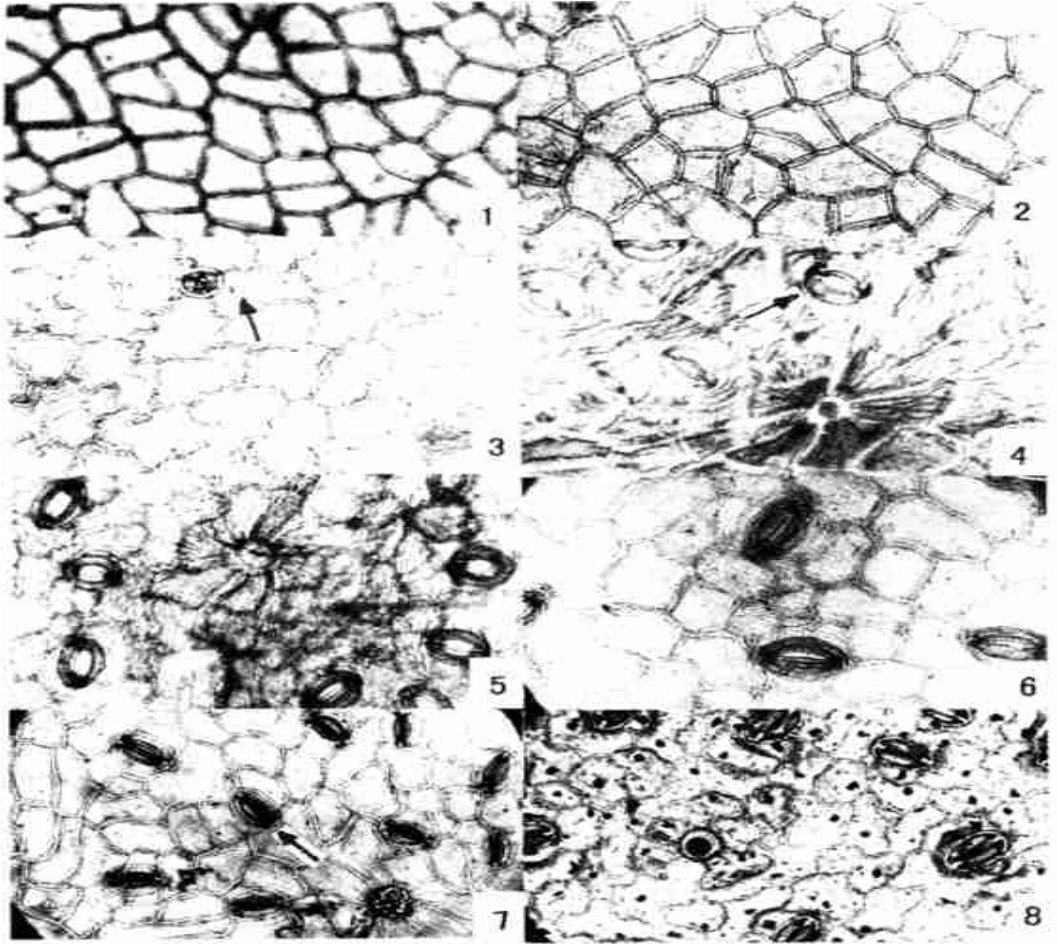


图1 光学显微镜下的叶表皮形态

Fig. 1 LM Photomicrographs of foliar surfaces

1. 铁箍散. 上表皮(示细胞多边形, 细胞壁均匀加厚); 2. 绿叶五味子. 上表皮(示细胞多边形, 细胞壁呈带状加厚); 3. 翼梗五味子. 上表皮(示细胞不规则形, 垂周壁式样呈浅波浪状和分泌细胞); 4. 铁箍散. 下表皮(示保卫细胞壁两极呈T形角质加厚); 5. 重瓣五味子. 下表皮(示发达的角质条纹和分泌细胞); 6. 二色五味子. 下表皮(示气孔周围有辐射状角质条纹); 7. 绿叶五味子. 下表皮(示平列型气孔器); 8. 华叶五味子. 下表皮(示侧列型气孔器和分泌细胞).

1. *Schisandra propinqua subsp. sinensis*. Upper epidermis, showing polygonal cells, evenly thickening wall; 2. *Schisandra viridis*. Upper epidermis, showing polygonal cells, banded thickening walls; 3. *Schisandra henryi*. Upper epidermis, showing irregular cells, sinuate pattern of anticlinal walls, and a secretory cell; 4. *Schisandra propinqua subsp. sinensis*. Lower epidermis, showing T-shaped thickening at the polar region of guard cells; 5. *Schisandra plena*. Lower epidermis, showing cuticular striate and a secretory cell; 6. *Schisandra bicolor*. Lower epidermis, showing cuticular striate radially surrounding the stomatal apparatus; 7. *Schisandra viridis*. Lower epidermis, showing paracytic stomatal apparatus; 8. *Schisandra sp. henanthera*. Lower epidermis, showing laterocytic stomatal apparatus and a secretory cell.

气孔器分布不规则, 气孔椭圆形或近圆形, 保卫细胞外壁有不同形状或不同程度的加厚, 气孔极区稍角质加厚或棒形角质加厚, 稀 T 形角质加厚 [重瓣五味子和铁箍散 (图1. 4)], 极少数种类具发达的脊状角质条纹 [重瓣五味子 (图1. 5) 和铁箍散], 有的在气孔器和分泌细胞周围具辐射状排列的角质条纹 [二色五味子 (图1. 6) , 五味子, 金山五味子和小花五味子] .

根据副卫细胞的形状、数目和排列, 气孔器可分为3种类型:

类型 I: 平列型 (Paracytic type): 两个副卫细胞完全包围保卫细胞, 狭窄或翅状延长, 大小不等, 与保卫细胞的长轴平行. 如: 滇五味子, 狭叶五味子, 小花五味子, 重瓣五味子, 铁箍散, 毛叶五味子, 毛脉五味子, 球蕊五味子和绿叶五味子 (图1. 7) 等.

类型 II: 侧列型 (Laterocytic type): 3~4个副卫细胞完全包围保卫细胞, 副卫细胞的排列方式有 1+ 2或 2+ 2型, 侧列型气孔器常伴随平列型气孔器出现. 如: 二色五味子, 大花五味子, 红花五味子, 华中五味子 (图1. 8) 和绿叶五味子等.

类型 III: 不规则形 (Anomocytic type): 由普通表皮细胞围绕着保卫细胞. 这一类型在本属中极罕见, 并常与平列型或侧列型伴随. 如: 二色五味子.

3 分析与讨论

8个省区产地的铁箍散实验结果表明: 表皮细胞多边形, 上表皮无气孔器, 无分泌细胞, 或鲜见分泌细胞 (仅指湖南材料); 气孔器为平列型; 保卫细胞壁两极除湖南和湖北产的仅为棒形角质加厚外, 其余各省的还均具 T 形角质加厚. 该植物的形态特征变化有如下情形: 在分布区西部 (西藏, 云南) 的植株叶片较宽, 叶缘齿不明显, 雄花花被片较多而宽, 雄蕊数目较多, 性状较原始; 在分布区东部 (湖南, 湖北) 的植株叶片一般较狭, 叶缘齿较粗, 雄花花被片较少而狭, 雄蕊数目较少, 性状较进化. 由上述可知, 同种植物不同产地的植株、叶表皮形态基本一致, 但与外部形态性状之间有一定的相关性变化.

重瓣五味子和铁箍散的叶表皮特征基本一致, 气孔器为平列型, 保卫细胞壁两极为棒形角质加厚和 T 形角质加厚, 下表皮具发达的脊状角质条纹, 这些特征与其它种类明显不同. 另外, 二者均为常绿性, 雄花的花托呈球形, 与本属其它种类相异. 从叶表皮特征和其它性状方面均说明二者的亲缘关系最近.

大花五味子与红花五味子的叶表皮特征难以区分, 上表皮细胞均为多边形, 垂周壁式样平直, 未见分泌细胞和气孔器; 下表皮细胞均为多边形, 垂周壁式样平直或弓形; 气孔器均为平列型和侧列型, 保卫细胞壁两极均为棒形角质加厚. 差别仅在于下表皮平均分泌细胞数, 气孔器平均大小和平均气孔指数, 大花五味子每平方毫米分泌细胞数为 1. 36个, 气孔器平均大小为 $65 \times 51 \mu\text{m}$, 气孔指数为 12. 9%, 红花五味子每平方毫米分泌细胞数为 1. 81个, 气孔器平均大小为 $64 \times 40 \mu\text{m}$, 气孔指数为 14. 8%. 在叶表皮特征方面, 二者没有质的不同, 仅有量的差异, 它们的关系还不足以达到分种的程度.

胡先^[8]创立八角目 (Illiciales), 该目含八角科 (Illiciaceae) 和五味子科 (Schisan-draceae). 此观点被 Heywood^[9], Cronquist^[10], Dahlgren^[11], 张宏达^[12], Takhtajan^[13] 等学者采用; Hayashi^[14] 根据胚胎学研究, 认为八角属, 南五味子属和五味子属三个属应归于同一科.

将八角属(林祁)^[15]、五味子属和南五味子属(另文发表)叶表皮特征比较(表3)可知,三属均具分泌细胞,平列型和侧列型气孔器,脊状角质条纹,叶表皮形态的主要特征一致。南五味子属和五味子属上表皮具气孔器和分泌细胞,下表皮细胞为多边形和不规则形,保卫细胞壁两极出现棒形角质加厚类型等,而八角属无这些特征,从而说明南五味子属与五味子属的亲缘关系较近,与八角属亲缘关系较远。因此,在叶表皮特征方面,本文支持将南五味子属和五味子属置于五味子科中,八角属置于八角科中,这二科同置于八角目中的观点。

表3 八角属、南五味子属与五味子属叶表皮特征的比较

Table 3 The comparison of the leaf epidermis among *Illicium*, *Kadsura* and *Schisandra*

	八角属 <i>Illicium</i>	南五味子属 <i>Kadsura</i>	五味子属 <i>Schisandra</i>
上表皮			
气孔器	无	多数种有	少数种有
分泌细胞	无	多数种有	少数种有
细胞形状	多不规则形 稀多边形	多为多边形 稀不规则形	多为多边形 稀不规则形
下表皮			
气孔器	多	较少	较多
分泌细胞	较多	多	较少
细胞形状	均为不规则形	多为不规则形 少数为多边形	多为多边形 少数不规则形
气孔器类型	平列型, 侧列型	平列型, 侧列型, 稀不规则型	平列型, 侧列型 稀不规则型
保卫细胞壁两极	均为 T 形角质加厚	棒型, 尖头状角质加厚 稀 T 形角质加厚	棒形, 稍角质加厚 稀 T 形角质加厚
角质条纹	均具发达加厚的角质条纹	多数种具发达加厚的角质条纹	少数种具发达的角质条纹

在八角目中,林祁^[15]认为八角科比五味子科原始。将八角科作为外来群,根据外来群比较原则和性状相关性原则,我们认为在八角目中:

- 1) 表皮细胞不规则形为初生性状,多边形为次生性状;
- 2) 保卫细胞壁两极 T 形角质加厚为初生性状,棒形或稍角质加厚为次生性状;
- 3) 上表皮无气孔器为初生性状,有气孔器为次生性状;
- 4) 上表皮无分泌细胞为初生性状,有分泌细胞为次生性状;
- 5) 角质条纹粗而疏为初生性状,细而密为次生性状。

另外,从表3中还可以看出,南五味子属叶表皮特征总体上较五味子属更接近于八角属,即上表皮大多数种具有气孔器和分泌细胞,下表皮大多数种细胞为不规则形,具发达加厚的角质条纹等。因此在叶表皮特征方面,南五味子属的系统位置应该处于五味子属之前,这与 A. C. Smith^[16]将五味子属排列在南五味子属之前的观点不同。

参考文献:

- [1] BAILEY I W, NAST C G. Morphology and relationship of *Illicium*, *Schisandra* and *Kadsura*. 1. Stem and leaf [J]. Jour Arn Arb, 1948, 29: 77-89.
- [2] BARANOVA M A. Systematic anatomy of the leaf epidermis in the Magnoliaceae and some related families [J]. Taxon, 1972, 21(4): 447-469.

- [3] BARANOVA M A . Study on the lat erocytic stomatotype in angiosperms [J]. Brittonia, 1983, 35 (1): 93-102.
- [4] JALAN S. The ontogeny of the stomata in *Schisandra grandiflora* Hook f & Thoms [J]. Phytomorphology. 1962, 12: 239-242.
- [5] JALAN S. Morphology and ontogeny of oil cells in *Schisandra* Michaux [J]. Curr Sci, 1965, 34: 527-528.
- [6] 潘开玉, 路安民, 温洁, 等. 金缕梅科(广义)的叶表皮特征 [J]. 植物分类学报, 1990, 28(1): 10-26.
- [7] WILKINSON H P. The plant surface (mainly leaf) [C]. Oxford: Clarendon Press, 1979.
- [8] 胡先 . 被子植物的一个多元的新分类系统 [J]. 中国科学, 1950, 1(1): 243-253.
- [9] HEYWOOD V H. Flowering plants of the world [M]. Oxford: Oxford Univ Press, 1971.
- [10] CRONQUIST A. An intergrted system of classification of flowering plants [M]. New York: Columbia Univ Press, 1981.
- [11] DAHLGREN R. The families of the monocotyledons [M]. Berlin, 1985.
- [12] 张宏达. 种子植物系统分类提纲 [J]. 中山大学学报, 1986, (1): 1-13.
- [13] TAKHTAJAN A. Systema Magnoliophytorum [M]. Nanka, Leningrad, 1987.
- [14] HAYASHI Y. The embryology of the family Magnoliaceae sens. Lat. II Megasporogenesis, female gametophyte and embryoheny of *Schisandra repanda* Radlkofer and *Kadsura japonica* Dunall [J]. Sci Rep Tohoku Univ Ser IV (Biol), 1963, 29: 403-411.
- [15] 林祚. 八角科植物系统分类与演化研究 [D]. 广州: 华南农业大学, 1997.
- [16] SMITH A C. The families Illiciaceae and Schisandraceae [M]. Sargentia, 1947, 7: 1-156.

(上接第20页)

- [30] MORETZOHN, MARCIO de CARVALHO, FERRIRA M A, *et al.* A partial map of oil palm (*elaeis guineensis*) and genetic analysis of oil palm and calaue (*elaeis oleifera*) germplasm collection based on molecular markers [C]. San Diego, CA: Plant and Animal Genome. 1997.
- [31] ABBOTT A, RAJAPAKSE S, BALLARD R, *et al.* Chromosome Mapping in Peach [C]. San Diego, CA: Plant Genome III. 1995.
- [32] MARQUES, CRISTINA M P, VICTOR J, *et al.* Mapping in eucalyptus with AFLP markers [C]. San Diego, CA: Plant and Animal Genome V. 1997.
- [33] MARQUES C M, ARAUJOO J A, FERREIRA J G, *et al.* AFLP genetic maps of *Eucalyptus globulus* and *E. Tereticornis* [J]. Theor Appl Genet, 1998, 96: 727-737.
- [34] CLAMAU D, RISTERUCCI A M. A genetic linkage map of theoroma cocoa based on isozymes , RFLPs, RAPDs Marker [C]. San Diego, CA: Plant Genome III. 1995.