广义锦葵科火绳树属 4 个种的枝条 木材解剖及其分类学意义

唐 亚,王 静,张立芸,高 辉

(四川大学 建筑与环境学院 环境系,成都 610065)

摘 要:研究了广义锦葵科火绳树属4个种枝条的木材解剖。火绳树属枝条为散孔至半环孔材,管孔主要为 单管孔和2~3个管孔组成的径列复管孔;导管间纹孔式和射线导管间纹孔式互列、小;侵填体和螺纹加厚缺 如。射线主要为单列射线,2~3列射线较多;射线细胞多为方形,射线组织主要为异型,边缘直立细胞常1行; 射线组织稀为同型;鞘细胞和瓦形细胞缺如。轴向薄壁组织傍管和离管型,主要为带状。晶体丰富,主要在射 线、纤维和薄壁组织中。研究的4个种可以通过枝条木材解剖特征加以区分。

关键词:枝条木材解剖;火绳树属;锦葵目;分类

中图分类号:Q944.5 _ 文献标识码:A 文章编号:1000-3142(2010)06-0742-06

Study of branch wood anatomy of four species of *Eriolaena* (Malvaceae sensu lato) and its taxonomical implications

TANG Ya, WANG Jing, ZHANG Li-Yun, GAO Hui

(Department of Environment, College of Architecture and Environment, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: Species of *Eriolaena* are difficult to distinguish from each other in gross morphology without flowering materials. Branch wood anatomy of four species of *Eriolaena* is studied in order to explore the possibility of separating species from each other in branch wood anatomy. *Eriolaena* has diffuse- to semi-ring-porous branch wood with mainly solitary vessels and short radial multiples of 2-3 cells. Intervessel and ray-vessel pits are small, alternate. Tyloses and helical thickenings are absent. Both uniseriate rays and 2- to 3-cell-wide multiseriate rays are common and most ray cells are square. Rays are heterocellular, body ray cells procumbent with usually one or rarely two row of upright marginal cells, or sometimes homocellular. Tile cells are absent. Sheath cells are poorly to moderately differentiated in the multiseriate ray cells. Axial parenchyma is abundant, both paratracheal and apotracheal, predominantly banded. Prismatic crystals are abundant in rays, fiber and parenchyma. The four species can be distinguished on the basis of anatomical features of branch wood.

Key words: branch wood; anatomy; Eriolaena; Malvales; taxonomy

长期以来都是梧桐科成员的火绳树属(Eriolaena)因其具有与锦葵科(Malvaceae)相似的雄蕊 柱和花的小苞片使其在梧桐科中较为特殊,一直作 为一个单型族处理(Edlin, 1935; Hutchinson, 1967),而其具刺、散孔的花粉则与梧桐科非洲梧桐族(Dombeyeae)和锦葵科相似。最近的分子生物学研究表明(Alverson等,1999;Bayer等,1999),锦葵目的椴树科(Tiliaceae)、梧桐科(Sterculiaceae)、木

收稿日期: 2009-11-02 修回日期: 2010-04-02

基金项目: 国家自然科学基金(30570119)[Supported by the National Science Foundation of China(30570119)]

作者简介: 唐亚(1963-),男,贵州盘县人,博士,教授,博士生导师,从事植物学与环境生态学研究,(E-mail)tangya@scu.edu.cn。

棉科(Bombacaceae)、锦葵科作为一个整体是一个 单系类群,但除锦葵科以外,其他3个科本身都不是 单系类群,因此,将4个科合并成广义的锦葵科 (Malvaceae sensu lato),许多属或族的系统位置有 较大变化,形成一个包括9个亚科的系统(Bayer & Kubitzki,2003)。在这一新的广义锦葵科系统中, 火绳树属与原属于梧桐科山芝麻族(Helictereae)或 翅子树族(Pterospermeae)的翅子树属(Pterospermum)、非洲梧桐族(Dombeyeae)和田麻属(Corchoropsis)和原属于椴树科的蚬木属(Excentrodendron)、柄翅果属(Burretiodendron)、Schoutenia、 Sirea 等一起构成非洲梧桐亚科(Dombeyoideae), 但在亚科内没有族的划分。我们的研究发现,该亚 科的系统演化还有许多值得研究(唐亚等,2005a;高 辉等,2006;Tang,1998;Tang 等,2006,2009),特别 是一些关键类群需要研究。

火绳树属仅包括约10种,但属内可用于划分种 类的特征不多,种类的鉴定主要依靠花的小苞片特 征和毛被特征,除无毛的1~2种外,在叶被毛的其 他种类中,若花的小苞片脱落,则种类的鉴定较为困 难。此外,该属一些种类是紫胶虫的优良寄主(徐祥 浩,1984;陈玉德等,1994),种类的正确鉴定在生产 上也十分需要。我们在研究火绳树属的木材解剖 时,采集了成熟树干和成熟树干枝条的样品,研究发 现,树木枝条样品的木材解剖特征在划分种类上有 价值,本文作简要报道。

1 材料与方法

本文研究了国产火绳树属4种,即南火绳树 (E. candollei)、光叶火绳树(E. glabrescens)、桂火 绳树(E. kwangsiensis)、火绳树(E. spectabilis)。研 究材料采自云南南部和四川西南部,采集每种成熟 树干的枝条,直径3~6 cm。凭证标本存四川大学。

样品经软化后用滑走切片机切片,切片厚度 15 ~20 μm,番红染色; Jeffrey 方法离析,番红染色。 所有制片用 Zeiss Axioskop 40 显微镜观察和照相。

术语、观察和测量遵循国际木材解剖学家委员 会推荐的显微特征(IAWA,1989)。导管和纤维的 长度测量依据离析材料测量,弦切面每毫米的射线 数和横切面每平方毫米的导管数基于 10.个测量,其 它基于 30 个以上测量。

2 研究结果

2.1 属的枝条木材解剖显微特征(图版 I,表 1)

生长轮明显,半环孔材至散孔材,单管空为主 $(48\% \sim 59\%)$,由2个 $(28\% \sim 36\%)$ 或3个 $(9\% \sim$ 12%)管孔组成的径列复管孔较普遍,稀4~5个管孔 组成径列复管孔,极稀 6~10 个组成径向复管孔,或 3 ~5个管孔组成管孔团;管孔数 11~44个/mm²(平均 27个/mm²);管孔圆形、稀微多角形,弦向直径 41~ 136 μm,平均 85 μm,导管壁厚 4.7~5.4 μm;导管分 子长 74~513 µm,平均 267 µm。导管具单穿孔板,端 壁平截,稀斜或具短尾。螺旋加厚缺如;侵填体缺如。 管间纹孔式互列,纹孔小,直径 4~7 μm;导管射线间 纹孔式的形状和大小与导管薄壁组织间纹孔相似;无 附物纹孔。纤维为非分隔纤维,常叠生,纹孔小,纤维 壁在早材部分很薄或薄,在晚材部分薄至厚;纤维分 子长 534~1 623 μm,平均 1 052 μm。射线数 13~42 条/mm,平均18~31条/mm,射线组织异型,具1~2 行直立或方形的边缘细胞,方形细胞普遍,横卧细胞 通常仅比方形细胞稍窄,而直立细胞仅比方形细胞稍 高,一些射线由方形和直立细胞组成;一些射线组织 同型;少数射线的多列部分(几乎均为2列)与单列部 分等宽;射线长 90~1 000 μm,平均 341 μm,其中多 列射线 172~2 234 µm,平均 808 µm。在多列射线中 鞘细胞有不同程度的发育;瓦形细胞缺如。轴向薄 壁组织丰富,主要为傍管型和带状,较少为离管带状 和环管束状。在射线细胞、轴向薄壁组织、纤维细胞 和分隔细胞中晶体丰富,多方形、菱形。

2.2 种的枝条木材解剖显微特征

2.2.1 南火绳树 Eriolaena candollei (图版 I:1,5, 9; 表 1) 生长轮明显,半环孔材至散孔材,主要为 单管孔(59%)和2个管孔组成的径列复管孔 (29%),稀为3(9%)、4(3%)、或5个(1%)管孔组 成的径列复管孔;管孔数27~43个/mm²,平均35 个/mm²;管孔圆形或卵形;管孔弦向直径44~117 μ m,平均76 μ m,导管壁厚3.5~9.2 μ m,平均5.4 μ m;导管分子长173~326 μ m,平均251 μ m;导管 具单穿孔板,端壁多平截,稀具短尾;螺旋加厚和侵 填体缺如。管间纹孔式互列,圆形,直径4~5 μ m; 导管射线间纹孔式与管间纹孔式相似;无附物纹孔。 纤维短粗,常叠生,具单纹孔或不明显的具缘纹孔, 分隔纤维缺如;纤维长534~911 μ m,平均707 μ m;

6 期



图版 [1. 南火绳树; 2.火绳树; 3. 桂火绳树; 4. 光叶火绳树; 5. 南火绳树; 6. 火绳树; 7. 桂火绳树; 8. 光叶火绳树; 9. 南火绳树; 10.火绳树; 11. 桂火绳树; 12. 光叶火绳树。标尺: 200 µm。

Plate I 1. Eriolaena candollei; 2. E. spectabilis; 3. E. kwangsiensis; 4. E. glabrescens; 5. E. candollei; 6. E. spectabilis; 7. E. kwangsiensis; 8. E. glabrescens; 9. E. candollei; 10. E. spectabilis; 11. E. kwangsiensis; 12. E. glabrescens. Scale bars; 200 µm.

纤维壁薄。射线异型,边缘直立细胞 1~2 行;少数 射线同型;射线 13~21 条/mm,平均 19 条/mm;主 要为单列射线(61%),2 列(35%)和 3 列(3%)射线 较多,4 列和 5 列射线稀少;单列射线高 113~1 000 μ m,平均高 320 μ m;多列射线 235~1 147 μ m,平均 高 578 μ m;细胞直立或横卧,方形细胞普遍,有些射 线细胞的直立细胞为方形;射线细胞中无内含物;鞘 细胞在一些多列射线中分化。轴向薄壁组织主要为 傍管带状,较少为离管带状和包围很多导管或导管 团的稀至中等环管束状。晶体多,菱形或方形,通常 存在于纤维细胞,稀存在于射线细胞,主要在晚材, 稀在早材。

2.2.2 火绳树 Eriolaena spectablis (图版 I:2,6,10; 表 1) 生长轮明显,半环孔材,单管孔(53%)为主, 或 2(28%)或 3(12%)个管孔组成径列复管孔,稀 4 ~7 管孔组成径列复管孔或管孔团,管孔数 21~44 个/mm²,平均 30 个/mm²,管孔口多为圆形或卵形, 稀微多角形;弦向直径 41~102 μm,平均 74 μm,导 管壁厚 2.9~10.9 μ m,平均 5.2 μ m;导管分子长 156~322 μ m,平均 237 μ m;具单穿孔版,端近平截; 螺旋加厚和侵填体缺如。管间纹孔式互列,圆形,直 径 4~6 μ m,导管射线间纹孔式与管间纹孔式相似, 无附物纹孔。分隔纤维缺如,纤维常叠生,纹孔小, 纤维分子长 679~1 623 μ m,平均 1 216 μ m。射线

组织异型,边缘直立细胞常1行;少数射线组织同

Table 1

型;射线 22~42 条/mm,平均 31 条/mm,主要为单 列射线(62%),2 列(28%)和 3 列(9%)射线普遍; 单列射线高 176~578 μ m,平均高 287 μ m;多列射 线 235~1436 μ m,平均高 690 μ m;单列射线主要由 直立细胞组成;内含物丰富,染色深,主要在横卧细 胞中;射线细胞多为方形;鞘细胞在一些多列射线中 出现。轴向薄壁组织主要为傍管带状、离管带状。

.

表 1 火绳树枝条木材解剖特征

Table 1	Quantitative and	some quantative	leatures of	Eriolaena oranch	wood
<u> </u>					

项目 Item	南火绳树 E. candollei	火绳树 E. spectabilis	桂火绳树 E. kwangsiensis	光叶火绳树 E. glabrescens
Porosity	Semi-ring-porous	Semi-ring-porous	Diffuse-porous	Diffuse-porous
单管孔比例 Solitary vessels (%)	59	53	54	48
2 复管孔比例 Multiples of 2 (%)	29	28	28	36
3 复管孔比例 Multiples of 3 (%)	9	12 ·	11	12
3 以上复管孔比例 Multiples of over 3	Up to 7	Up to 9	Up to 7	Up to 6
管孔数 Vessel/mm ²	27~43	$21 \sim 44$	$14 \sim 21$	21~41
平均值 Mean	35	30	17	27
导管长度 Vessel length (µm)	$173 \sim 326$	$156 \sim 322$	171~513	74~342
平均值 Mean±STD	$251\!\pm\!45$	237 ± 44	300 ± 81	239 ± 58
导管内经 Vessel lumina size (µm)	$44 \sim 117$	41~102	71~136	59~101
平均值 Mean±STD (μm)	76 ± 22.5	74 ± 14	104 ± 16	84 ± 12
导管壁厚 Vessel wall thickness (µm)	3.4~9.2	2.9~10.9	3.6~9.0	2,9~6.8
平均值 Mean±STD (μm)	5.4±1.4	5.2 \pm 1.7	5.4 ± 1.2	4.7±0.9
纹孔大小 Pit size (μm)	4~5	4~6	$4 \sim 7$	$4 \sim 6$
纤维长度 Fiber length (μm)	534~911	$679 \sim 1\ 623$	803~1 417	$596 \sim 1~465$
平均值 Mean±STD (μm)	707 ± 98	1216 ± 274	1154 ± 145	$1\ 132\pm214$
射线条数 Rays/mm	$13 \sim 21$	22~42	$16 \sim 27$	15~20
平均值 Mean	19	31	22	18
单列射线比例 Proportion of Uniseriate rays (%)	61	62	61	58
2 列射线比例 Proportion of two-seriate rays (%)	35	28 •	26	17
3 列射线比例 Proportion of three-seriate rays (%)	3	9	11	15
4 列射线比例 Proportion of four-seriate rays (%)	0	1	2	6
单列射线高度 Uniseriate ray height (µm)	113~1 000	$176 \sim 578$	$90 \sim 516$	274~980
平均值 Mean±STD(µm)	$320\!\pm\!226$	287 ± 97	225 ± 75	533 ± 272
多列射线高度 Multiseriate ray height (µm)	$235 \sim 1147$	$235 \sim 1436$	$172 \sim 2234$	527~1855
平均值 Mean±STD (μm)	578 ± 230	$690\!\pm\!236$	837 ± 458	1127 ± 333
轴向薄壁组织 Parenchyma	Predominantly pa- ratracheal ban- ded, apotracheal banded, vascentric sheathing vessels or vessel groups	Predominantly apotracheal ban- ded, less common- ly paratracheal va- scentric and ban- ded	Paratracheal and apotracheal banded, and va- scentric	Predominantly paratracheal banded, less commonly apo- tracheal banded and vasicentric

晶体丰富。

2.2.3 桂火绳树 Eriolaena kwangsiensis (图版 I:3, 7,11; 表 1) 生长轮明显,散孔材,单管孔较多 (54%),较少为由 2(28%)或 3(11%)个管孔组成的 径列复管孔,稀为4或4个以上管孔组成的径列复 管孔;管孔数 14~21个/mm²,平均 17个/mm²;管 孔多为圆形或卵形;弦向直径 71~136 μm,平均 104 μm,导管壁厚 3.6~9.0 μm,平均 5.4 μm;导管 分子长 171~513 μ m,平均 300 μ m;具单穿孔板,端 壁近平截,或稀在一段或两端具短尾;螺旋加厚和侵 填体缺如。导管间纹孔式互列,圆形,直径 4~7 μ m,导管射线间纹孔式与管间纹孔式相似,无附物 纹孔。分隔纤维缺如,纤维常叠生,纹孔小,纤维长 803~1 417 μ m,平均长 1 154 μ m。射线组织异型, 边缘直立细胞常 1 行;少数射线组织同型;射线 16 ~27 条/mm,平均 22 条/mm;主要为单列射线 (61%)和 2 列射线(26%),3 列和 4 列射线仅分别 占 11%和 2%;少数射线具有与单列射线同宽的 2 列部分;单列射线高 90~516 μm,平均高 225 μm; 多列射线 172~2 234 μm,平均高 837 μm;横卧细胞 多为近方形,有些射线仅由方形细胞组成;一些细胞 中内含物很丰富,染色深,有些射线细胞中则完全没 有内含物;鞘细胞在一些多列射线中有分化。轴向 薄壁组织丰富,主要为傍管和离管带状,也有环管束 状,多少至中等。晶体丰富,方形或菱形,存在于纤 维、射线边的薄壁组织和一些直立射线细胞中。

2.2.4 光叶火绳树 Eriolaena glabrescens (图版 I: 4,8,12;表1) 生长轮明显,散孔材;主要为单管孔 (48%)和2个管孔(36%)组成的径列复管孔,稀3 (12%)和4(3%)组成径列复管孔,5~6管孔组成的 复管孔极稀: 管孔数 21~41 个/mm², 平均 27 个/ mm²;弦向直径 59~101 μm,平均 84 μm;导管分子 长 74~342 µm,平均 239 µm;具单穿孔板,端平截; 螺旋加厚和侵填体缺如。管间纹孔式互列,圆形,直 径 4~6 μm,导管射线间纹孔式与管间纹孔式相似, 无附物纹孔。分隔纤维缺如,纤维常叠生,纤维纹孔 小;纤维分子长 596~1 465 µm,平均 1 132 µm。射 线组织异型,边缘直立细胞常1行;或射线组织同 型,仅由横卧细胞组成:射线 15~20 条/mm,平均 18条/mm,主要为单列射线(58%),2列(17%)、3 列(15%)、4列(6%)射线普遍,7列或8列射线极 稀;单列射线高 274~980 µm,平均高 533 µm;多列 射线 527~1 855 μm,平均高 1 127 μm;内含物在多 列射线细胞中丰富,染色深,但在有些射线的细胞中 缺如:鞘细胞在一些多列射线中较多。轴向薄壁组 织丰富,多为傍管和离管带状。晶体丰富,有时在单 列射线的细胞中存在。

3 讨论

研究的火绳树属 4 个种枝条次生木质部的解剖 特征较为一致,射线组织主要为异型,也有同型射线 组织,瓦形细胞缺如。Metcalfe & Chalk(1950)报 道在火绳树导管中观察到的侵填体在火绳树枝条的 次生木质部中没有观察到,在其它 3 种中也没有观 察到,这可能与材料的成熟度有关。

鞘细胞在广义锦葵科一些类群中非常发育。在 火绳树属中,以前的研究未观察到(Chattaway,1932; Metcalfe & Chalk,1950)。本研究发现其在研究的 4 个种中有不同程度的分化。与瓦形细胞一样,对鞘细 胞在锦葵科中的系统意义需要进一步研究。

瓦形细胞是木材解剖中一类特殊细胞,至今仅 在锦葵目中发现(唐亚等,2005a;Carlquist 1988;Chattaway 1933: Manchester & Miller 1978: Terada & Suzuki 1998),在广义锦葵科的 9 个亚科中,7 个有瓦形 细胞,没有发现瓦形细胞的是梧桐亚科(Sterculioideae)和 Brownlowoideae 亚科等 2 个亚科(唐亚等, 2005a)。在非洲梧桐亚科中,目前发现瓦形细胞的有 翅子树属、柄翅果属和蚬木属,但非洲梧桐族、火绳树 属和田麻属则没有瓦形细胞(唐亚等,2005a,b;Metcalfe & Chalk, 1950; Tang, 1992)。有趣的是, 在上述 非洲梧桐亚科具有瓦形细胞的3个属中,翅子树属与 柄翅果属和蚬木属在花的形态学和胚胎学特征上有 明显差异,但它们之间在木材解剖和胚胎学特征上的 关系,要比他们与非洲梧桐亚科其它成员的关系要近 (唐亚等,2005b;高辉等,2006;Tang,1998;Tang 等, 2006,2009)。这些差异的系统学意义还需对该亚科 进一步研究才能确定。

本文研究的火绳树属 4 个种在枝条木材解剖上 有差异,如南火绳树的纤维比其他 3 种的纤维要短 和粗,而且不同种类管孔的排列类型也不同。这些 种类间的差异可以用于区分种类,所研究的 4 种可 以根据枝条次生木质部的特征区分开来。

枝条木材特征分种检索表

1. 射线细胞中无染色深的内含物;纤维短粗 ………

·······························1. 南火绳树 E. candollei

- 1. 射线细胞中染色深的内含物丰富;纤维细长。
- 射线平均 18 条/mm,2 列射线较少,3~4 列射 线较多;单列和多列射线较高,平均高度分别 为 533 μm 和 1 127 μm ······

…………… 4. 光叶火绳树 E. glabrescens

- 射线平均 22~31 条/mm,2 列射线较多,3~4
 列射线较少;单列和多列射线平均高分别低于 300 μm 和 850 μm。
 - 管孔平均 17 个/mm²;射线平均 22 条/mm;
 多列射线平均高 837 μm,单列射线平均高
 225 μm ······· 3. 桂火绳树 E. kwangsiensis
 - 管孔平均 30 个/mm²;射线平均 31 条/mm;
 多列射线平均高 602 μm,单列射线平均高

致谢 感谢美国加利福尼亚 S. Carlquist 博士在 轴向薄壁组织类型确定上和西南林学院木乔英老师

在木材切片上的帮助。

参考文献:

- Alverson WS, Whitlock BA, Nyffeler R, et al. 1999. Phylogeny of the core Malvales: evidence from ndhF sequence data[J]. Am J Bot, 86:1474-1486
- Bayer C, Fay MF, de Bruijn AY, *et al.* 1999. Support for an expanded family concept of Malvaceae within a recircumscribed order Malvales; a combined analysis of plastid atpB and rbcL DNA sequences[J]. *Bot J Linn Soc*, **129**:267-30
- Bayer C,Kubitzki K. 2003. Malvaceae[M]//Kubitzki K,Bayer C (eds). The Families and Genera of Vascular Plants, Vol. 5. Berlin:Springer-Verlag,225-311
- Carlquist S. 1988. Comparative wood anatomy; systematic, ecological, and evolutionary aspects of dicotyledon wood[M]. Berlin: Springer-Verlag
- Chattaway MM. 1933. Tile-cells in the rays of the Malvales[J]. New Phytol, **32**:261-273
- Chen YD(陈玉德), Hou KW(侯开卫). 1994. Current researches of host plants of lac insects in China(我国紫胶虫寄主植物研究 概况与进展)[J]. Sci Silv Sin(林业科学), **30**(1):69-73
- Edlin HL. 1935. A critical revision of certain taxonomic groups of the Malvales[J]. New Phytol, **34**:1-20,122-143
- Gao H(高辉), Tang Y(唐亚), Zhang LY(张立芸). 2006. Megasporogenesis and embryo sac development in *Excentrodendrom hsienmu*(Malvaceae) with reference to the systematic affinities of *Excentrodendron*(蚬木的大孢子发生与胚囊发育兼论蚬木属的 系统亲缘)[J]. Acta Phytotax Sin(植物分类学报), 44:438-550
- Hsue HH(徐祥浩). 1984. China sterculiaceous plants and their economic significance(中国梧桐科植物的种类及其经济意义) [J]. Guihaia(广西植物),4(2):149-155
- Hutchinson J. 1967. The genera of flowering plants Vol. II[M]. Oxford:Clarendon Press, 336-344

- IAWA . 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification[J]. IAWA Bulletin n. s. , 10:219-332
- Manchester SR, Miller RB. 1978. Tile cells and their occurrence in malvalean fossil woods[J]. IAWA Bull, 2-3:23-28
- Metcalfe CR, Chalk L. 1950. Anatomy of the Dicotyledons [M]. Oxford: Clarendon Press, 223-266
- Tang Y(唐亚),Xie JS(谢嘉穗),Gao H(高辉),et al. 2005a. Tile cells:their occurrence and systematic implications in Malvaceae s.l.(瓦形细胞在广义锦葵科中的分布及其系统学意义)[J]. Guihaia(广西植物),25(5):441-446
- Tang Y(唐亚),Xie JS(谢嘉穗),Gao H(高辉). 2005b. A study of wood anatomy of *Burretiodendron* and *Excentrodendron* and its systematic implications(锦葵目蚬木属和柄翅果属的木材解 剖学研究及其系统学意义)[J]. Acta Bot Yunnan(云南植物研 究),27(3):235-246
- Tang Y. 1992. The systematic position of Corchoropsis Sieb. & Zucc. [J]. Cathaya,4,131-150
- Tang Y. 1998. Floral morphology and embryo sac development in *Burretiodendron kydii folium* Y. C. Hsu et R. Zhuge (Tiliaceae) and their systematic significance[J]. *Bot J Linn Soc*, **128**, 149-158
- Tang Y, Gao H, Wang CM, et al. 2006. Microsporogenesis and microgametogenesis of Excentrodendron hsienmu (Malvaceae s. l.) and their systematic implications[J]. Bot J Linn Soc, 150: 447-457
- Tang Y,Gao H,Xie JS. 2009. An embryological study of *Eriolae-na candollei* Wallich (Malvaceae) and its systematic implications [J]. *Flora*,204:569-580
- Terada K, Suzuki M. 1998. Revision of the so-called 'Reveesia' fossil woods from the Tertiary in Japan a proposal of the new genus *Wataria*(Sterculiaceae)[J]. *Rev Palaeobot Palyno*, **103**: 235-251

- (上接第735页 Continue from page 735)
- 许霖庆. 2008b. 论植物园开发工作与动态经济植物学[J]. 中 国植物园. 北京:中国林业出版社,(11):63-67
- Hill AF. 1937. Economic Botany[M]. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Simpson BB, Conner-Ogorzały M. 1986, 1972, 1995, 2001. Economic Botany[A]. Plants in Our World, 1, 2 and 3rded. [M]. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Wickens GE. 2001. Economic Botany Principles and Practice[M]. London: Kluwer Academic Publishers
- Hui LH(许霖庆). 2004. Studies on Dynamic Economic Botany(论动态经济植物学)[J]. Guihaia(广西植物),24(6);

481 - 487

- Hui LH (许霖庆). 1998a. Study on crops market in Hong Kong (香港农作物产品市场概况)[J]. Crops(作物杂志),4:17-19
- Hui LH (许霖庆). 2002. Studies on economic crops market in Hong Kong and the exploitation and development of botanical garden(论香港经济植物市场与植物园的开发与发展)[J]. *China Bot Garden*(中国植物园),**7**:158-165
- Hui LH (许霖庆). 2003b. Studies on Hong Kong lunar new year eva festival- flower market analysis(春节过后话年花——香港 年宵花卉市场分析)[J]. *China Flowers Hort*(中国花卉园 艺),**5**:12-14