

云南野生珍稀油料树种琴叶风吹楠资源调查

吴裕¹, 段安安², 田耀华¹, 许玉兰², 曾建生¹, 郭贤明³, 胡永华¹

(1. 云南省热带作物科学研究所, 云南景洪 666100; 2. 西南林业大学, 昆明 650224;
3. 西双版纳国家级自然保护区管理局, 云南景洪 666100)

摘要: 采用走访和实地调查相结合的方法对云南野生琴叶风吹楠进行资源调查。结果表明: 琴叶风吹楠在云南分布于热带雨林内水热条件较好地段, 由于生境破坏, 种群数量锐减, 仅在分布区边缘的沟谷和低洼地呈斑块状分布, 种群数量小; 琴叶风吹楠现存植株开花结实和种子萌发正常, 而且苗木生长良好。生境破坏是导致种群数量锐减的主要原因之一。建议加强原境保护力度和人工辅助繁殖扩大种群数量, 同时收集各地种源集中保存以促进基因交流, 并开展资源发展利用以实现资源保护。

关键词: 珍稀油料树种; 琴叶风吹楠; 野生资源

中图分类号: Q949.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2011)02-0217-05

Investigation of wild resource of a rare oil tree *Horsfieldia pandurifolia* in Yunnan

WU Yu¹, DUAN An-An², TIAN Yao-Hua¹, XU Yu-Lan²,
ZENG Jian-Sheng¹, GUO Xian-Ming³, HU Yong-Hua¹

(1. Yunnan Institute of Tropical Crops, Jinghong 666100, China; 2. Southwest Forestry University, Kunming 650224, China; 3. Xishuangbanna National Nature Reserve Management Bureau, Jinghong 666100, China)

Abstract: Survey on wild resource of *Horsfieldia pandurifolia* in Yunnan was conducted via field investigation and interview investigation. The results showed that *H. pandurifolia* was an important species in tropical rain-forest. Due to ecology destroy, the resource of *H. pandurifolia* has been reducing, a small quantity of individuals survived only at isolated valleys. *H. pandurifolia* has well biology characteristics including blossom, fructification, seed germination and growing characteristics at the stage of seedling. Ecology destroy was one of the main causations which result in population depression of *H. pandurifolia*. It is suggested that active methods including in situ conservation, ex situ conservation combined with provenance collection and resource development combined with utilization should be adopted for protecting resource of *H. pandurifolia*.

Key words: rare oil tree; *Horsfieldia pandurifolia*; wild resource

琴叶风吹楠是肉豆蔻科(Myristicaceae)高大乔木。我国植物学家胡先骕(1963)同时发表 *Horsfieldia pandurifolia* 和 *H. longipedunculata*, 《云南植物志》将两种合并, 名为琴叶风吹楠 *H. pandurifolia* (云南省植物研究所, 1977)。J. Sincl. 于1975年将 *H. pandurifolia* 归并入 *H. macrocoma*,

但是因为两种的花序、果实及种子特征明显不同而在《中国植物志》中分开处理(中国植物志编辑委员会, 1979), 后来国内的诸多著作都沿用 *H. pandurifolia* 这个学名, 并记为云南特有种(傅立国等, 1991; 汪松等, 2004); 后来, 叶脉(2004)再将其归并入 *H. macrocoma*; 而今在《Flora of China》中又被归

收稿日期: 2010-10-22 修回日期: 2011-01-18

基金项目: 国家自然科学基金(30872046)[Supported by the National Natural Science Foundation of China(30872046)]

作者简介: 吴裕(1972-), 男, 云南镇雄人, 硕士, 从事植物资源和遗传育种研究, (E-mail) hhyw20030105@126.com.

并入 *H. prainii*, 名之云南风吹楠(李秉滔等, 2008)。根据《Flora of China》的记录, *H. prainii* 分布于菲律宾、巴布亚新几内亚、印度尼西亚、印度、泰国和中国云南, 没有提及与云南接壤的缅甸、老挝和越南, 然而《中国植物志》和《云南植物志》记录 *H. pandurifolia* 分布于澜沧江流域, 以及与缅甸、老挝、越南接壤的国境线一带。本文只针对分布于云南的琴叶风吹楠 *H. pandurifolia* 开展研究工作。

云南野生琴叶风吹楠种子含油率高, 其中肉豆蔻酸相对含量 50% 以上(中国植物志编辑委员会, 1979; 王惠英, 1979; 李延辉等, 1980; 傅立国等, 2000; 吴裕等, 2006; 杨晓玲等, 2009)。肉豆蔻酸是合成防凝剂、肉豆蔻酸酯和肉豆蔻酸异丙酯的重要原料(王成和等, 1995; 吴志平等, 2000), 中国一直依赖进口。琴叶风吹楠是不可多得的特种油料资源植物, 在我国分布狭窄, 已作为濒危二级保护物种列入《中国物种红色名录》(汪松等, 2004)。开展野生资源调查研究对资源保护和开发利用具有重要意义。

1 调查方法

首先查阅《中国植物志》、《云南植物志》、《中国植物红皮书》、《中国高等植物》等权威专著, 以及云南各地科学考察报告等, 掌握琴叶风吹楠在云南的分布范围及森林群落类型。第二步参照《野生植物资源学》(戴宝合, 2003) 的方法, 采取“先粗查后详查”的原则开展调查。琴叶风吹楠的花极小, 不容易引起人们注意, 但是果实较大, 一般 3~5 月份成熟, 果皮自然开裂, 红色假种皮包被种子一同脱落于地面, 容易识别, 因而在果实成熟季节携带实物标本(果序、枝条)和照片(植株、果实、叶片)走访分布区范围内的各县林业局、自然保护区管理局和当地有经验的农民, 了解当地气候和植被现状, 大概确定可能的分布位置, 然后在他们的协助下进行实地调查。调查中发现琴叶风吹楠分布区破碎, 种群数量极小, 所以进行每株调查, 记录株数、胸径、树形、结实情况, 以及主要伴生树种, 用手持 GPS 定位记录地理位置、海拔、坡位、坡向等环境条件。

2 分布区自然概况

肉豆蔻科是纯热带分布科, 云南热带雨林区属于该科的分布北界。从滇西的盈江和瑞丽沿国境线

往南到镇康、耿马、沧源、孟连、景洪、勐腊, 再往东到江城、绿春、金平、河口、屏边、马关一带, 以及沿澜沧江向北的勐海、澜沧、翠云(思茅)、双江都有热带雨林分布(中国植被编辑委员会, 1980; 云南植被编写组, 1987)。琴叶风吹楠在勐腊、景洪、勐海、澜沧、双江、孟连、耿马、镇康、瑞丽、盈江、江城、河口的河谷地段有分布(云南植物研究所, 1977; 中国植物志编辑委员会, 1979)。云南的热带雨林由于纬度偏北, 海拔偏高, 水分和热量呈季节变化, 典型的热带科、属、种数量远不及东南亚的热带雨林, 可以认为云南的热带雨林在水平地理分布上已是北部的极限。热带雨林在西双版纳有较大面积的连续分布, 在其它地区只局限于低海拔的河谷和低洼地, 呈片断状分布。

位于哀牢山以东的河口县一带, 海拔 400 m 以下为北热带湿润气候, 年降雨量 1 600~1 800 mm, 湿润雨林和季节雨林在局部地区上升到海拔 800 m 地段。哀牢山以西的西双版纳热带雨林一般分布在海拔 800 m 以下, 其中勐腊县分布面积较大(最南端 21°08' N), 海拔可上升到 1 150 m; 热带雨林沿澜沧江河谷向北延伸到北回归线附近, 此区年降雨量 1 100~1 700 mm; 由于澜沧江河谷逆温现象和空气湿度随海拔升高而增加的双重影响, 使得热带山地雨林分布到海拔 1 800 m 地段, 表现为植被分布的倒置现象(云南省林业厅等, 2004; 西双版纳国家级自然保护区管理局, 2006)。分布于瑞丽和盈江一带的热带雨林向北延伸到 25° N, 海拔 700 m 以下地段, 此区年降雨量 1 400~2 000 mm(中国植被编辑委员会, 1980; 云南植被编写组, 1987; 杨宇明等, 2006)。

3 资源调查结果

3.1 群落类型

将有琴叶风吹楠分布的森林群落类型、最上层优势种和第二层优势种统计于表 1。从表 1 可看出琴叶风吹楠是绒毛番龙眼—千果榄仁群系的主要组成树种之一, 但一般不是最上层树种, 主要位居第二层, 也不是优势种, 只在西双版纳纳板河流域国家级自然保护区的白颜树—琴叶风吹楠群落林里属于最上层优势种之一, 在西双版纳国家级自然保护区勐仑片区的绒毛番龙眼—新乌檀—琴叶风吹楠群落林里属第二层优势种之一。琴叶风吹楠在水热条件相对较差的季节雨林或山地雨林呈单株散生状态, 例

表 1 琴叶风吹楠的群落类型
Table 1 Communities of *Horsfieldia pandurifolia*

群落 Community	最上层优势种 Topside dominant species	第二层优势种 Sub-topside dominant species
绒毛番龙眼—千果榄仁—勐仑翅子树群落	绒毛番龙眼 <i>Pometia tomentosa</i> 、千果榄仁 <i>Terminalia myriocarpa</i>	金钩花 <i>Pseuduvaria indochinensis</i> 、勐仑翅子树 <i>Pterospermum menglunense</i> 、缅甸桐 <i>Sumbaviopsis albicans</i> 、梭果玉蕊 <i>Barringtonia macrostachya</i> 、白颜树 <i>Gironniera subaequalis</i>
千果榄仁—云南厚壳桂—锥花三宝木群落	千果榄仁	云南厚壳桂 <i>Cryptocarya yunnanensis</i> 、长柄油丹 <i>Alseodaphne petiolaris</i> 、粗壮琼楠 <i>Beilschmiedia robusta</i> 、琴叶风吹楠
绒毛番龙眼—长柄油丹—红椿群落	绒毛番龙眼、红椿 <i>Tonna ciliata</i> 、老挝天料木 <i>Homalium laoticum</i>	长柄油丹、云南厚壳桂、琴叶风吹楠
绒毛番龙眼—大蒜果树—云南山竹子群落	绒毛番龙眼、大蒜果树 <i>Dysoxylum mollissimum</i>	曲枝木楝 <i>Amoora stellato-squamosa</i> 、印度栲 <i>Castanopsis indica</i> 、网脉肉托果 <i>Semecarpus reticulata</i> 、厚叶琼楠 <i>Beilschmiedia percoriacea</i> 、云南山竹子 <i>Garcinia cowa</i>
绒毛番龙眼—新乌檀—琴叶风吹楠群落	绒毛番龙眼、新乌檀 <i>Neonauclea griffithii</i> 、毗黎勒 <i>Terminalia bellirica</i> 、龙果 <i>Pouteria grandifolia</i>	微毛布荆 <i>Vitex quinata</i> var. <i>puberula</i> 、琴叶风吹楠、思茅木姜子 <i>Litsea pierrei</i> var. <i>szemaois</i> 、樟叶朴 <i>Celtis cinnamomea</i>
绒毛番龙眼—常绿苦树—银钩花群落	绒毛番龙眼、常绿苦树 <i>Picrasma javanica</i> 、毗黎勒	银钩花 <i>Mitrephora thorelii</i> 、滇南风吹楠 <i>Horsfieldia tatratalpa</i> 、曲枝木楝
望天树—常绿榆—绒毛番龙眼群落	望天树 <i>Shorea chinensis</i> 、绒毛番龙眼、龙果	常绿榆 <i>Ulmus lanceaeifolia</i> 、多花白头树 <i>Garuga floribunda</i> var. <i>gamblai</i> 、印度栲、勐仑翅子树、云南山竹子
白颜树—琴叶风吹楠群落	白颜树 <i>Gironniera subaequalis</i> 、琴叶风吹楠、八蕊单室茱萸 <i>Mastixia euonymoides</i>	泰国黄叶树 <i>Xanthophyllum siamensis</i> 、圆果杜英 <i>Elaeocarpus sphaericus</i> 、滇糙叶 <i>Aphananthe cuspidata</i> 、歪叶榕 <i>Ficus cyrtophylla</i>
盆架树—浆果乌桕—山韶子群落	盆架树 <i>Winchia calophylla</i> 、浆果乌桕 <i>Sapium baccatum</i> 、山韶子 <i>Nephelium chryseum</i>	红光树 <i>Knema furfuracea</i> 、水团花 <i>Adina pilulifera</i> 、红梗润楠 <i>Machilus rufipes</i> 、泰国黄叶树 <i>Xanthophyllum siamensis</i> 、少花琼楠 <i>Beilschmiedia pauciflora</i>

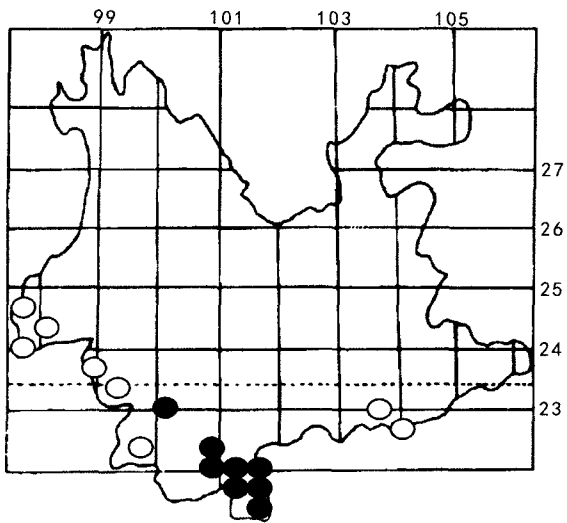


图 1 琴叶风吹楠在云南的分布示意图

Fig. 1 The geographical distribution of *Horsfieldia pandurifolia* in Yunnan of China

○文献记录有分布,本次调查未发现;
●本次调查有分布,文献也有记录。

如在望天树—常绿榆—绒毛番龙眼群落、盆架树—浆果乌桕—山韶子群落林里偶尔能见到单株散生。

在琴叶风吹楠分布的群落里常见树种有绒毛番

龙眼、千果榄仁、滇南溪桫、山木患 (*Harpullia cupanioides*)、金钩花、云南山竹子、木奶果 (*Baccaurea ramiflora*)、曲枝木楝、假多瓣蒲桃 (*Syzygium polypetaloides*)、毗黎勒、歪叶榕等。在琴叶风吹楠分布的各个生境中,植物物种组成差异较大,例如,伴生树种在罗梭江(上游称补远江)流域,以棒柄花 (*Cleidion brevipetioatum*)、缅甸桐占多数,在尚勇则以锥花三宝木 (*Trigonostemon thyrsoides*)、大叶木兰 (*Magnolia henryi*)、云南厚壳桂、单序波缘大参 (*Macropanax undulatus* var. *simplex*)、长柄油丹等为多。

本次调查发现局部地区,虽然森林群落已受到破坏,但是从现存植株的分布情况看,可能琴叶风吹楠是该群落的优势种,只可惜已不能判断其群落类型。

3.2 资源分布

根据调查结果和文献记载,绘制资源分布示意图(图 1)。云南的河流基本上是自北向南流出国境,热带雨林顺河谷自南向北向高纬度延伸,在支流地段形成“树枝状”分布。从图 1 看出,琴叶风吹楠分布区沿澜沧江流域向北延伸到北回归线附近,分布面积较大;然而,在大盈江、瑞丽江、南定河、南滚

河、南卡江、红河流域只在国界边上有分布,面积小。调查表明分布区内低海拔水湿条件较好的河谷和洼地大多数已被开垦为农田,琴叶风吹楠成片的分布区已被彻底破坏,只发现澜沧江流域尚存少量野生资源,在大盈江流域、南滚河流域、红河流域还保存有一定面积的绒毛番龙眼林,但已很难找到琴叶风吹楠植株。

从水平分布看,琴叶风吹楠的现存野生资源主要分布在西双版纳境内,双江县和澜沧县交界的小黑江流域有少量分布。西双版纳地处云南的最南端,位于 $99^{\circ}55' \sim 101^{\circ}50' E$, $21^{\circ}08' \sim 22^{\circ}40' N$ 之间,澜沧江自北向南贯穿全境,其主要支流南腊河流域(勐腊境内)和罗梭江(上游称补远江)流域(勐腊和景洪境内)是琴叶风吹楠野生资源较丰富的地域;沿澜沧江往北,两边的箐沟和低湿洼地有少量分布;双江县与澜沧县交界的小黑江流域(北回归线附近)也有少量分布(图1),是现存资源的分布北界。另外,在云南省热带作物科学研究所、中科院西双版纳热带植物园、云南省林科院热带林业研究所少量人工保存。

从垂直分布看,琴叶风吹楠主要分布于海拔900 m以下季节雨林内,但在局部地区由于河谷逆温现象和空气湿度随海拔升高而增加的双重影响导致分布区抬升而超过海拔1 000 m。调查表明,在勐腊县勐仑镇海拔1 010 m的季节雨林中有小面积集中分布,小黑江流域北侧(属双江县)海拔1 040 m处有1株大树。琴叶风吹楠原始的“大居群”已被破坏,只在分布区海拔上限地段残存着相互隔离的“小居群”,每个“小居群”内海拔差异仅几米至几十米,林分面积积极小。

从种群数量看,云南野生琴叶风吹楠植株已经相当少了,而且正在减少。本次调查在勐腊、景洪、勐海、双江、澜沧的20个“小居群”中共发现的野生植株97株,其中勐仑镇的1个“小居群”有19株,补蚌1个“小居群”有18株,其余分布点都在10株以下。调查表明,有的“小居群”只有1株大树,有的“小居群”只有零散几株大树残存于田边角,而且株间相距较远。据本次调查,有5个“小居群”的植株沿沟谷分布,两边是农田,只在不能耕种的沟边残存着零星几株,沿沟谷往上在农田的上沿还有3~5株集中分布,推测在森林未受到破坏以前,琴叶风吹楠可能是这些沟谷的主要树种之一,且种群数量较大。在勐腊补蚌、回燕龙等部分“小居群”处于极湿

润的洼地,其间有流水,虽然种群数量极小(不足20株),但从胸径5、10、20、30 cm到40 cm的植株都有存在,这是目前已知保存比较好的林分,如果能在保护原生环境的同时,辅助以人工抚育,有望扩大种群数量。另一方面,大部分“小居群”的下游已被开垦为农田,再也没有扩大种群的地域空间,而且有些“小居群”正在被农田蚕食,如果不及时保护,这些“小居群”会很快灭绝。

3.3 自然更新能力

琴叶风吹楠是高大乔木,树干通直,调查发现,最大植株高30 m,胸径80 cm,但是绒毛番龙眼—千果榄仁群系一般树冠高30~40 m,望天树群系高40~55 m,或多或少受到其它大树的荫蔽。以前报道,植株生长到5 a开始结实(李延辉,1983),但调查中发现,在森林深处的植株结实较少,在开天窗或林缘的植株结实较多。勐腊补蚌、回燕龙等地“小居群”,结实植株最小胸径15 cm,最大67 cm,结实数量最少的是2个,结实最多的约100个。西双版纳板纳河国家级自然保护区板纳村沟谷有3株大树位于农田旁的水沟边,沟水终年不断,植株胸径分别为30、70、80 cm,2009年结实数分别为12、400~500、大于2 000个;在小黑江两侧发现3株大树,胸径分别为33、80、90 cm,生长良好,2010年结实较多;通过连续8 a观察发现,达到结实年龄的植株,在向阳环境下每年都结实,但有大小年现象;琴叶风吹楠植株寿命尚不清楚,但1996年报道已有120 a的1株大树(云南省林业厅,1996),至今依然生长良好,2009年和2010年结实较多,而且2010年开花正常,估计2011年也会有较多果实。由此说明,一株树在正常情况下能产大量的种子。2009年采集35株树的种子进行分析,果实发育良好,每果实1粒种子,发育饱满,干种子平均百粒重334 g(235~550 g),最大值是最小值的2.34倍,株间变异特别大。用15株树的新鲜种子在水分充足的条件下用土壤播种,平均萌发率为76.44%(58.67%~90.48%),而且苗木生长良好;如果用沙床催芽萌发率可达96%。

琴叶风吹楠种子属于顽拗型种子,不能久藏。据报道,贮藏10 d和20 d,萌发率分别为32.5%和2.5%(云南省热带植物研究所,1973),但本试验在室温通风条件下贮藏10 d,萌发率为0。琴叶风吹楠果实3~5月份成熟,正值高温干旱季节,只有水分充足,遮荫好的环境才能满足种子萌发生长的条

件。种子萌发特性决定了琴叶风吹楠自然分布于低湿洼地和有水的沟谷,但不是导致种群数量锐减的主要原因。

4 资源保护的建 议

在生物演化的历史长河中,新的物种不断形成,旧的物种逐渐灭亡。导致物种灭亡的因素很多,可分为自身生物学因素和外界环境因素两个方面,其中生物学特性是决定其种群生存和发展的内在基础(李莲芳等,2005)。本次调查 5 个县 20 个分布点共发现 97 株树,虽然调查工作不能穷尽每一个角落,但是可以肯定琴叶风吹楠的种群数量已经很小了,而且生境破坏还在继续。琴叶风吹楠开花结实正常,种子饱满且萌发率高,保苗率高,移栽容易成活,但是种子萌发过程对水分条件要求较高,表明自身生物学特性限制了分布范围,但不是导致濒危的主要原因。调查结果表明,琴叶风吹楠分布区破碎,呈斑块状,其赖以生存的自然环境遭到严重破坏,现存的少量植株也是处于分布区的边缘,再也没有扩大种群的自然空间。琴叶风吹楠自然繁衍对生境的需求和人为导致濒危生境(endangering habitat)是造成种群数量锐减的主要原因。

(1)加大原生环境保护力度。原境保存可以保存物种原有基因频率和基因型频率,被称为静态保存,是种质资源保存的最理想的方法。在原境保存下,植物通过长期进化形成的繁衍方式实现种族延续。自然保护区保存是原境保存的主要方式之一。琴叶风吹楠的现存植株大部分位于自然保护区内,具备原境保存的自然条件,但是大部分“小居群”的下游已经是开垦多年的耕地,至今仍然继续耕种。应加大对原生环境的保护力度,杜绝林地受到蚕食和植株受到砍伐。如果条件可能,应通过退耕还林手段,扩大琴叶风吹楠的生存和繁衍空间。

(2)人工辅助繁殖扩大种群数量。琴叶风吹楠种子是大种子,不能通过风力传播,可通过溪水向下游传播,这也可能是沿沟谷分布的原因之一;调查中也发现在距离集中分布林分较远且较干旱的地段也偶尔会有植株,可能是动物传播的结果。试验表明,在土壤覆盖下,即使较干,也能萌发,苗木一旦扎根成活,可忍耐较干旱的条件。在果实成熟季节,通过人工拾取成熟脱落的种子,选择土壤湿润,林冠遮荫好而林下较空旷的环境播种,或通过采种集中育苗,

然后在原生环境下人工造林,以扩大种群数量。

(3)种源收集实行迁地保护。琴叶风吹楠分布区破碎,而且分布边缘化,各“小居群”间的变异较大,“小居群”间没有基因交流的可能。对 8 个分布点 39 株树的果序、果实和种子性状分析表明,琴叶风吹楠“小居群”间和“小居群”内单株间都存在不同程度的变异。为了避免由于“小居群”内个体数量少而导致的遗传漂移(genetic drift)和近交衰退造成遗传多样性减少,有必要选择适宜的立地环境,收集各地种源和单株的种子集中播种育苗,人工营造大群体,创造基因交流和重组的条件,以保存丰富的遗传多样性,扩大物种的环境适应多态性。

(4)通过开发利用实现资源保护。开展资源利用研究,营造人工林,扩大种群数量,这是资源保护最有效的方法之一。琴叶风吹楠种子含油率高,而且具有较高的利用价值,可以作为油料树种开发利用,营造经济林或与其它树种营造混交林。应加大琴叶风吹楠资源培育、油脂开发利用和人工林营造技术的研究,实现利用促进保护,促进发展的良好环境。

参 考 文 献:

- 云南省林业厅. 1996. 云南主要林木种质资源[M]. 昆明:云南科技出版社:106
- 云南省林业厅,中荷合作云南省 FCCDP 办公室,云南省林业调查规划院. 2004. 糯扎渡自然保护区[M]. 昆明:云南科技出版社:146-221
- 云南省热带植物研究所(油料组). 1973. 贺得木种子繁殖试验初报[J]. 热带植物研究,(3):25-27
- 云南省植物研究所. 1977. 云南植物志(第 1 卷)[M]. 北京:科学出版社:8-13
- 云南植被编写组. 1987. 云南植被[M]. 北京:科学出版社:81-192
- 中国植被编辑委员会. 1980. 中国植被[M]. 北京:科学出版社:143-410
- 中国植物志编辑委员会. 1979. 中国植物志(第 30 卷)[M]. 北京:科学出版社:194-205
- 王惠英. 1979. 云南热带油脂植物分析研究初报[J]. 热带植物研究,(12):32-36
- 胡先骕. 1963. 中国森林树木小志(一)[J]. 植物分类学报,8(3):197-198
- Li BT, Thomas K, Wilson. 2008. Myristicaceae[M]//Wu ZY, Raven PH, Hong DY. Flora of China (Vol. 7). Beijing: Science Press:96-101
- 李延辉. 1983. 中国树木志(第 1 卷)[M]. 北京:中国林业出版社:912
- 李延辉,王惠英,李德厚,等. 1980. 肉豆蔻科植物种子油的化学成分研究[J]. 热带植物研究,(15):21-23
- 西双版纳国家级自然保护区管理局,云南省林业调查规划院. 2006. 西双版纳国家级自然保护区[M]. 昆明:云南教育出版社

(下转第 216 页 Continue on page 216)

- serve of Anhui Province(安徽皇藏峪自然保护区南京椴种群结构分析)[J]. *J Plant Resour Env*(植物资源与环境学报), **16**(3):58-63
- Tanouchi H, Yamamoto S. 1995. Structure and regeneration of canopy species in an old-growth broad-leaved forest in Aya district, southwestern Japan[J]. *Vegetatio*, **117**:51-60
- Tian YQ(田玉强), Li X(李新), Hu LL(胡理乐), et al. 2002. The characteristics of tree layer structure of the rare plant community in Houhe Nature Reserve(后河自然保护区珍稀濒危植物群落乔木层结构特征)[J]. *J Wuhan Bot Res*(武汉植物学研究), **20**(6):443-448
- Wang WX(王万贤), Fu YS(傅运生), Yang Y(杨毅), et al. 1997. Floral characteristics of the Houhe Nature Reserve in the southwest Hubei(鄂西南后河自然保护区植物区系研究)[J]. *J Wuhan Bot Res*(武汉植物学研究), **15**(4):353-362
- Wang XH, Kent M, Fang XF. 2007. Evergreen broad-leaved forest in Eastern China: its ecology and conservation and the importance of resprouting in forest restoration[J]. *For Ecol Manage*, **245**:76-78
- Wei XZ(魏新增), Huang HD(黄汉东), Jiang MX(江明喜), et al. 2008. Quantitative characteristics and spatial distribution patterns of *Euptelea pleiospermum* populations in riparian zones of the Shennongjia area, Central China(神农架地区河岸带中领春木种群数量特征与空间分布格局)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), **32**(4):825-837
- Wu G, Han SH, Wang HC, et al. 2004. Living characteristics of rare and endangered species—*Davidia involucreata* [J]. *J For Res*, **15**(1):39-44
- Xia AM(夏爱梅), Da LJ(达良俊), Zhu HX(朱虹霞), et al. 2004. Community structure and regeneration pattern of *Cryptomeria fortunei* in Mount Tianmu of Zhejiang, China(天目山柳杉群落结构及其更新类型)[J]. *J Zhejiang For Coll*(浙江林学院学报), **21**(1):44-50
- Yang YC(杨永川), Da LJ(达良俊), Chen Bo(陈波). 2006. Population structure and spatial patterns for the main tree species in *Castanopsis carlesii*—*Schima superba* community in Tiantong, Zhejiang Province, China(天童米槠—木荷群落主要树种的结构及空间格局)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **26**(9):2 927-2 938
- Zhang CQ(张长庆), Zhang WH(张文辉). 2009. A study on a sexual reproduction and regeneration of *Robinia pseudoacacia* plantations in different habitats in Hilly Area of the Loess Plateau(黄土高原不同立地条件下刺槐人工林种群的无性繁殖与更新)[J]. *J Northwest Sci-Tech Univ Agri Fore: Nat Sci Edi*(西北农林科技大学学报·自然科学版), **37**(1):135-144
- Zhang J(张健), Li BH(李步杭), Bai XJ(白雪娇), et al. 2009. Composition and interannual dynamics of tree seedlings in broad-leaved Korean Pine (*Pinus koraiensis*) mixed forest in Changbai Mountain(长白山阔叶红松林乔木树种幼苗组成及其年际动态)[J]. *Biodiversity Sci*(生物多样性), **17**(4):385-396
- Zhang ZX(张志祥), Liu P(刘鹏), Liu CS(刘春生), et al. 2008. The structure characteristics and dominant population regeneration types of *Tsuga tchekiangensis* communities in the Jiulongshan National Natural Reserve of Zhejiang Province(浙江九龙山南方铁杉群落结构及优势种群更新类型)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), **28**(9):4 547-4 558

(上接第 221 页 Continue from page 221)

- 社:241-365
- 汪松,解焱. 2004. 中国物种红色名录[M]. 北京:高等教育出版社:330
- 杨宇明,杜凡. 2006. 云南铜壁关自然保护区科学考察研究[M]. 昆明:云南科技出版社:12-20
- 戴宝合. 2003. 野生植物资源学[M]. 北京:中国农业出版社:34-58
- 傅立国,陈潭清,郎楷永,等. 2000. 中国高等植物(第3卷)[M]. 青岛:青岛出版社:197-203
- 傅立国,金鉴明. 1991. 中国植物红皮书(第1册)[M]. 北京:科学出版社:468-469
- Li LF(李莲芳), Zhou Y(周云), Wang DM(王达明). 2005. Analysis of the endangered causes of *Taxus yunnanensis* (云南红豆杉的濒危成因剖析)[J]. *J West China Fore Sci*(西部林业科学), **34**(3):30-34
- Wang CH(王成和), Wang SJ(王少君), Liu YJ(刘彦军), et al. 1995. Synthesis of the 2-octyl dodecyl myristate(肉豆蔻酸酯的合成)[J]. *J Dalian Inst Light Ind*(大连轻工业学院学报), **14**(1):15-19
- Wu Y(吴裕), Yang XL(杨晓玲), Duan AA(段安安). 2006. Observation on biological of *Horsfieldia pandurifolia* (琴叶风吹楠生物学特征观察)[J]. *Trop Agric Sci Tech*(热带农业科技), **29**(3):18-19,34
- Wu ZP(吴志平), Zhang ZL(张治柳), Huang KY(黄克瀛). 2000. Study of the synthetic technology of isopropyl myristate (肉豆蔻酸异丙酯的合成工艺研究)[J]. *J Central South Fore Univ*(中南林学院学报), **20**(4):72-75
- Yang XL(杨晓玲), Xu YL(许玉兰), Duan AA(段安安), et al. 2009. Observation on seed germination of *Horsfieldia pandurifolia* (油料植物琴叶风吹楠种子萌发观察)[J]. *Trop Agric Sci Tech*(热带农业科技), **32**(4):31-32
- Ye M(叶脉). 2004. Systematics of Myristicaceae from China(中国肉豆蔻科植物分类研究)[D]. South China Agricultural University(华南农业大学):49-50