

文章编号: 1008-3464 (2005) 04-0325-06

热带优质速生用材树种——小瘤龙脑香的引种栽培研究

杨清¹, 韩蕾^{2,3}, 肖春芬¹, 苏光荣⁴, 易国南⁴

(1 中国科学院 西双版纳热带植物园, 云南 勐腊 666303; 2 中国林业科学研究院 林业研究所, 北京 100091;
3 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091; 4 景洪市林业局, 云南 景洪 666102)

摘要: 引种泰国的小瘤龙脑香经 22 年的栽培观测表明, 该树种在引种地中国的西双版纳生长迅速, 超过原产地部分地区; 开花结果正常, 用种子已繁殖出一批新植株; 对其落叶量和林下土壤养分的测定表明, 该树种具有保持水土、改良土壤的作用。本文还就小瘤龙脑香的造林的环境条件要求以及国外种植情况及其经济效益等方面, 分析了该树种在我国热带地区大面积发展的可行性。

关键词: 小瘤龙脑香; 龙脑香科; 引种栽培

中图分类号: S792.99.05 **文献标识码:** A

Introduction and cultivation of *Dipterocarpus tuberculatus* R. in Xishuangbanna, China

YANG Qing¹, HAN Lei^{2,3}, XIAO Chun-fen¹, SU Guang-rong⁴, YI Guo-nan⁴

(1 Xishuangbanna Tropical Botanic Garden, The Chinese Academy of Sciences, Mengla 666303, China;
2 Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;
3 Key Laboratory of Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China;
4 Jinghong Forestry Department, Jinghong 666102, China)

Abstract: *Dipterocarpus tuberculatus* R. was introduced from Thailand into Xishuangbanna, Yunnan Province in 1980. 22 years cultivation showed that the plants grew faster than in some areas of their native area. The flowering and fruiting of the plants were normal and its seeds had grown a group of seedling. The determination of fallen leaf amount and soil nutrient under the plants showed that the plant might serve as a species for conservation of soil and water as well as amelioration of soil. The feasibility of large-scale development of *D. tuberculatus* R. in tropical area of China is also evaluated in regard to the utilization value of the species, environmental requirements of afforestation and the conditions of cultivating abroad and economic benefit as well.

Key words: *Dipterocarpus tuberculatus* R.; Dipterocarpaceae; introduction and cultivation

小瘤龙脑香 (*Dipterocarpus tuberculatus* R.) 是龙脑香科 (Dipterocarpaceae) 的一种落叶大乔木, 树体高大挺拔, 干形良好, 材质优良、用途广泛, 经济价值高, 是东南亚热带地区耐旱瘠的速生用材树种, 也是培育大径材的珍贵树种^[1,2]。树干富含树脂, 所产树脂在东南亚久有利用, 在树干上打孔让

收稿日期: 2005-03-24 修回日期: 2005-06-01

基金项目: 中国科学院、云南省共同资助的“十五”重大科技创新项目 (2000yk-7)

作者简介: 杨清 (1969-), 男, 重庆人, 中国科学院西双版纳热带植物园副研究员; E-mail: yq@xtbg.org.cn

通讯作者: 韩蕾, 副研究员; E-mail: hdd@caf.ac.cn

油流出或用木材蒸馏得油, 供油漆及多种工业用, 具有较高的经济价值; 花具香气, 可提制供芳香油和放蜂^①。同时, 该树的叶子大树冠浓厚, 落叶量多, 枯枝落叶层厚, 具有防治水土流失、改良土壤的作用。本文报道 1981~2003 年我园引种栽培小瘤龙脑香的结果, 并对该树种在中国热区的发展前景进行了探讨。

1 小瘤龙脑香的植物学与生态学特性

1.1 小瘤龙脑香的植物学特性

落叶大乔木, 高达 40 m, 树冠浓厚, 圆锥形, 树干通直圆满, 树皮灰色至浅灰色, 纵裂深, 并具轻微横裂, 小枝粗壮, 有托叶痕和皮孔, 具黄色星状毛, 单叶互生, 纸质或薄革质, 卵形, 先端钝尖, 边缘具圆齿, 基部心形, 长 14~36 cm, 宽 12~30 cm, 叶柄长 4~9 cm; 幼叶具紫红色星状毛, 老叶无毛, 叶两面黄绿色, 托叶无毛或具星状疏柔毛; 羽状脉 12~50 对, 基部一对明显分叉, 总状花序, 腋生于当年幼枝, 每序 3~5 朵花, 花瓣为 5 个, 长 4~5 cm, 宽 1~2 cm, 上面中部紫红色, 下面被白色短柔毛, 萼钟状, 宿存的花萼成筒卵形或倒卵形, 紧包坚果, 口部收缩或微收缩; 萼裂共 5 片, 2 片增大呈长翅状, 宽披针形, 革质, 长 10~15 cm, 宽 1~2 cm, 具凸起的纵裂 3 条, 脉上疏生鳞片状毛及短柔毛; 较小的 3 个萼裂片呈圆形, 长 1~1.5 cm, 坚果, 横径 1.4~2.6 cm, 竖径 2~3 cm, 上部伸出萼筒之外, 密被黄色柔毛, 果熟时褐色或红褐色; 果序长 4~8 cm, 去翅干粒重 4 500~5 500 g。

1.2 小瘤龙脑香的生态学特性

小瘤龙脑香分布于东南亚的缅甸、老挝、柬埔寨、菲律宾和马来西亚等地, 原产地为泰国的东部、东北部和北部海拔 200~1 300 m 的山坡、山脊干旱地区, 是一个典型的旱生树种(落叶树种)。在原产地, 其常与其他旱生树种缠结龙脑香(*Dipterocarpus intreatus*), 钝叶龙脑香(*D. obtusifolius*), 钝叶娑罗双(*Shorea obtusa*), 暹罗娑罗双(*S. siamensis*) 等种类混生形成独特的气候林型——干旱落叶龙脑香林。此类林型在泰国多分布在东部、东北部和北部海拔 200~1 300 m 的山坡、山脊的旱地地区; 此外, 在北部清迈的素色山和因达暖山的低山松一龙脑香群落中也常见^[3]。喜集生于疏松、渗透性好的沙质、沙砾红壤的平坝或起伏地, 由花岗岩形成的贫瘠的沙质红壤土上也有分布。

2 原产地与引种地的自然条件比较

从表 1 可以看出, 引种地中国的西双版纳热带植物园位于 21°01' N, 101°25' E, 海拔高度 579 m, 年均温 21.8 ℃, 绝对最低温 2.2 ℃, 绝对最高温 40.5 ℃, 年降雨量 1 557 mm, 属热带季风气候, 土壤为砖红性土。种源地泰国曼谷位于 13°27' N, 100°18' E, 海拔 8 m, 年均温 28.1 ℃, 绝对最低温 11.1 ℃, 绝对最高温 41.1 ℃, 年降雨量 1 492 mm, 属热带季风气候, 土壤为沙质、沙砾红壤^[4]。两地的生态条件比较, 引种地比种源地纬度高 7.34°, 海拔高 571 m, 年均温、绝对最低温和绝对最高温分别低 6.5 ℃、8.9 ℃和 0.6 ℃。可见, 小瘤龙脑香引种到我国实际上是由低纬度低海拔向高纬度高海拔、高温区向低温区移植, 存在着热量不足、冬季温度太低的问题。但从小瘤龙脑香的分布地来看, 泰国北部、缅甸北部以及老挝北部的纬度与引种地西双版纳的纬度相差不大(引种地的纬度略高 1~2°), 其年均温、降雨量、最冷月以及绝对最低温都比引种地略高。并且引种地具有冬季长期有雾且量大和无台风侵袭等优越条件。

3 研究方法

中国科学院西双版纳热带植物园于 1980 年开始龙脑香科植物的收集并建立了龙脑香园。目前, 该龙脑香园已收集栽培国内外龙脑香科植物 31 种, 其中国内的 12 种龙脑香科植物都已收集栽培, 且长势都很好^[5~9]。小瘤龙脑香从泰国北部海拔 200~1 300 m 的山坡、山脊干旱地区的干旱落叶龙脑香林内采集种子并引入中国, 采用常规播种育苗方法进行育苗, 1 年生平均苗高 14.5 cm, 地径 0.46 cm。

① SMITHINAND S, et al. The manual of Dipterocarpaceae of mainland South-East Asia; Royal Forest Department, Bangkok. The Secretariat of the Cabinet Printing Office, Bangkok, Thailand. 1980. 41~43. <http://www.cnki.net>

1年后种植于该园的龙脑香园内, 株行距3 m × 4 m。种植初期适当给予遮荫, 经常松土锄草, 干季勤浇水、施肥。

观测方法: 自1981年开始观测年生长量, 测定方法为随机选择15株植株, 固定每年观测树高、胸径、季节生长量。当观察到首花时, 翌年即开始进行物候观察, 连续观察5年。一般每周观察1次, 如遇特殊气候如低温寒害、冰雹、干旱、水涝等, 增加观察的次数, 每周可观察2~3次。物候主要观察内容有停长期、生长抽梢期、生长缓慢期、落叶期、现蕾期、开花期、幼果期和果熟期等。

发芽率测试: 采用本园成熟的种子, 常温下盆播, 以粗沙为基质, 供试种子去翅, 每盆20粒, 重复5次, 以胚轴出现为发芽标志。

表1 小瘤龙脑香原产地与引种地的自然条件

Table 1 Natural conditions of each locality of *Dipterocarpus tuberculatus* R.

项目 Items	地点 Locality	
	种源地(泰国曼谷) Bangkok, Thailand	引种地(中国科学院西双版纳热带植物园) Xishuangbanna Tropical Botanic Garden, Chinese Academy of Sciences
纬度 Latitude/N	13 27	21 01
经度 Longitude/E	100 18	101 25
海拔 Altitude/m	8	579
年均温 Annual mean temperature/ °C	28.1	21.6
最冷月均温 The coldest month mean temperature/ °C	18.4	15.6
绝对最低温 Absolute minimal temperature/ °C	11.1	2.2
绝对最高温 Absolute maximal temperature/ °C	41.1	40.5
年雨量 Annual mean rainfall/mm	1492	1557
10 °C 积温 10 °C accumulated temperature/ °C	8420	7560
相对湿度 Relative humidity/%	86	84
土壤类型 Soil type	沙质、沙砾红壤 Arenaceous red soil	砖红壤性红壤 Lateritic red soil
pH	5.5~6.5	5.5~6.5

落叶量测定: 1993年12月1日至1994年4月30日分别在小瘤龙脑香林、具翼龙脑香林、缠结龙脑香三种龙脑香林下随机设置两个样方(面积4 m × 4 m), 测定当年落叶量、常年落叶量、当年落叶厚度和常年落叶厚度。

土壤养份测定: 1997年5月, 在小瘤龙脑香林下与同一地段的林外荒地采取土样, 由我国土壤试验室测定其有机质、全氮、速效磷、速效钾等土壤养分指标。

4 结果与分析

4.1 生长特性

小瘤龙脑香幼苗能耐荫, 幼树期则需较多光照, 树龄越大, 需光越多, 是典型的阳性树种。该树种有一个较长的“蹲苗期”。在林中初期生长极为缓慢, 头3年树高生长量仅0.3 m, 以后逐渐加快到15~20年后, 树高年生长量可达0.7 m。但在人工栽培条件下, 从幼苗期生长就较快, 没有“蹲苗期”, 3年生苗可达3.2 m。10~15年后树高年平均生长量超过1.0 m, 胸径年平均生长量超过1.5 cm。其中, 生长最快的植株树高年均生长量超过2.0 m, 胸径年均生长量超过2.5 cm(14年生最高植株达28.4 m, 最粗34.0 cm)。20年生的小瘤龙脑香平均树高、胸径分别为21.83 m和28.26 cm, 年均生长量分别为1.10 m和1.41 cm(见表2), 其生长速度超过泰国北部Huai chomphu树木园种植的小瘤龙脑香林(15年生树年均胸径生长量为0.91 cm)。与同一立地条件下栽培同树龄的其他国产龙脑香科树种相比(表3), 树高生长速度超过任何一种树种, 胸径生长速度与东京龙脑香和坡垒极相近。与原产地栽培的同树龄小瘤龙脑香相比, 胸径生长速度是原产地的1.8倍。另据报道, 在原产地小瘤龙脑香80年生树的直径达2 m, 树高达55 m, 其长势仍旧不衰退。从而说明小瘤龙脑香不但是一个幼龄期生长较快的速生树种, 而且也是一个后期生长量大的长寿树种, 适宜培养大径级材。

表2 小瘤龙脑香栽培试验生长量

Table 2 The growth quantity of cultivation of *Dipterocarpus tuberculatus* R. in the Xishuangbanna Tropical Botanic Garden, Chinese Academy of Sciences

树龄 Tree age	树高 Height/m		胸径 Diameter of breast/cm	
	总量 Gross	年平均 Annual mean	总量 Gross	年平均 Annual mean
1	0.54 ± 0.028	0.54	0.83* ± 0.025	0.83*
2	1.61 ± 0.084	0.80	2.58* ± 0.098	1.29*
3	3.18 ± 0.152	1.06	3.64 ± 0.145	1.21
5	5.70 ± 0.268	1.14	6.73 ± 0.283	1.34
8	8.75 ± 0.411	1.12	10.82 ± 0.487	1.35
10	12.15 ± 0.547	1.21	15.26 ± 0.687	1.53
13	17.55 ± 0.895	1.35	22.17 ± 1.064	1.70
14	18.03 ± 0.937	1.29	22.84 ± 1.119	1.63
20	21.83 ± 1.070	1.10	28.26 ± 1.441	1.41

注: * 表示地径。

Notes: * Diameter of based part.

表3 中国科学院西双版纳热带植物园栽培的几种龙脑香科树种的生长量比较

Table 3 The comparison of growth quantity of cultivation of Dipterocarpaceae trees in the Xishuangbanna Tropical Botanic Garden, Chinese Academy of Sciences

树种 Species	树龄 Tree age	树高年平均生长量 Annual mean height/m	胸径年平均生长量 Annual mean diameter of breast/cm
小瘤龙脑香 <i>Dipterocarpus tuberculatus</i>	14	1.29 ± 0.064	1.63 ± 0.083
竭布罗香 <i>D. turbinatus</i>	14	0.89 ± 0.044	1.49 ± 0.067
盈江龙脑香 <i>D. gracilis</i>	4	1.16 ± 0.060	1.49 ± 0.073
东京龙脑香 <i>D. retusus</i>	7	0.99 ± 0.050	1.59 ± 0.081
云南娑罗双 <i>Shorea assamica</i>	14	0.34 ± 0.016	0.44 ± 0.020
望天树 <i>S. chinensis</i>	14	0.59 ± 0.030	0.83 ± 0.042
青梅 <i>Vatica mangachapoi</i>	15	0.55 ± 0.025	0.76 ± 0.037
版纳青梅 <i>V. xishuangbannaensis</i>	13	0.79 ± 0.041	0.88 ± 0.045
坡垒 <i>Hopoea hainanensis</i>	6	1.13 ± 0.058	1.52 ± 0.077
河内坡垒 <i>H. hongayensis</i>	14	0.42 ± 0.020	0.35 ± 0.017

注: 各种龙脑香科植物生长量的数据都是 15 株样株观测的结果。

Notes: The data is the average of 15-sample plants of each Dipterocarpaceae species.

引种的小瘤龙脑香在一年中各季节生长差异较大。从表4可知,小瘤龙脑香的树高和径粗生长主要集中在雨季(6~10月),分别占全年生长量的60.58%和71.6%,树高月均生长量是干热季的1.2倍,是干凉季的2.06倍;径粗月均生长量是干热季的8.89倍,是干凉季的1.49倍。生长量在雨季出现峰值与该季节的高温高湿密切相关。比较干热季和干凉季的树高、径粗月均生长量发现,树高生长量是干热季大于干凉季,径粗增长则是干热季小于干凉季,这与该树种本身的生长习性和引种地水热条件有关;此树种每年11月开始几乎停长,到翌年3月末才开始萌芽抽梢,此时期正值干凉季,而在干热季(3~5月)却有一半时间处于生长状态,这种生长习性也就决定了其树种生长在干热季大于干凉季的特点。另从径粗生长与树高生长的相关性来看,径粗开始至停止生长的时间往往要比树高生长的晚^[10]。在干凉季树高生长显然几近停止,但径粗生长仍在进行,在干热季的4月份,树高生长已经开始,但径粗生长还未加速,加上树干在干热季由于缺水易出现径粗生长的“倒缩”现象,因此就导致干热季径粗生长与树高生长的不同步。引种地的气候条件是:干热季气温高,干旱时间长,树干失水严重,而干凉季的气温低,雾大且持续时间长,补充了一部分水分,树干失水就不明显得突出,因此径粗生长在干凉季就大于干热季。我们所观测的样株中有部分出现“径倒缩”现象,说明该树种的径生长受水热条件影响较大,特别是热带高温地区更为显著。

表4 小瘤龙脑香季节生长量

Table 4 The comparison of season growth quantity of *Dipterocarpus tuberculatus* R.

项目 Items	干热季(3~5月) Dry-hot season (March ~ May)	雨季(6~10月) Rain season (June ~ October)	干凉季(11月~翌年2月) Dry-cool season (November ~ February of next year)
月均树高生长量 Month mean height/m	0.113	0.138	0.067
月均胸径生长量 Month mean diameter of breast/cm	0.016	0.131	0.088

注: 数据为 1990~1994 年 5 年的平均值。

Notes: The data is the average of five years from 1990a to 1994a.

4.2 物候期

小瘤龙脑香在我园生长发育都很正常, 10 年生树开始开花结果, 每年都开花结果。从 3 月末开始萌芽抽梢, 至 11 月下旬停止生长。落叶主要在 3 月中旬。花期为 4 月上旬至 5 月中旬, 历时期 40 d, 结果期为 4~7 月份。从小瘤龙脑香在引种地与原产地的物候比较可发现, 小瘤龙脑香在引种地生长期明显少于原产地, 略少 1 个月; 花期和果期都比原产地略有推迟, 且花期和果期都明显比原产地要短(见表 5)。经分析认为, 小瘤龙脑香在引种地表现为生长期、花期和果期都缩短并推迟, 这与引种地热量不足有关。

表5 小瘤龙脑香各产地的物候期比较

Table 5 The Comparison of phenological phases of *Dipterocarpus tuberculatus* R. in different locality

地点 Locality	生长期 Growing stage	花期 Flowering stage	果期 Fruit stage
中国云南勐腊 Mengla, Yunnan, China	3 月下旬~11 月下旬	4 月上旬~5 月中旬	4 月中旬~7 月下旬
泰国清迈 Chiangmai, Thailand	2 月上旬~12 月中旬	3 月下旬~5 月上旬	3 月下旬~7 月上旬

4.3 种子发芽试验

小瘤龙脑香果实长卵形, 果熟时褐色或红褐色, 长翅 2, 长达 12 cm, 宽 2~3 cm, 短翅 3, 长 1~2 cm, 宽 1~1.5 cm, 去翅千粒重 4 480 g。果壳不易脱落, 采种后不必拿去长翅, 并可带壳播种, 果实适宜倒置或平卧, 盖土适宜薄, 以盖住果实的一半至大半为适宜, 即 1~1.5 cm 厚。种子无休眠期, 果熟后立即发芽, 其发芽率不高, 5 次即采即播的种子发芽率试验结果, 其种子发芽率平均为 44.7% ± 3.58%。小瘤龙脑香种子寿命短, 不耐贮藏, 随着存放时间的延长, 种子含水量降低, 发芽率随之下降。即采即播的在自然条件下存放 1 个月内都能保证有一定的发芽率。因此, 进行种子育苗时, 要随采随播, 利用种子引种时, 若需长途运输, 最好取保水透气等措施, 需妥善处理保管, 假植于沙箱、苔藓等湿润的环境中, 以免伸出的胚根干燥死亡, 以提高种子的发芽率。总的来说, 引种植株种子的发芽率仍偏低, 不超过 50%, 其原因有待进一步探讨。

4.4 小瘤龙脑香的落叶量及其改土效应

4.4.1 落叶量 小瘤龙脑香是一种落叶乔木, 落叶期主要集中在 3 月中旬, 4 月初结束。据测定, 小瘤龙脑香当年落叶量比较大, 是具翼龙脑香林的 1.5 倍, 但比缠结龙脑香林的落叶量要小, 仅占 68%。小瘤龙脑香当年落叶厚度比其他两种龙脑香要厚(见表 6), 常年累积落叶量和落叶厚度也都超过其他两种龙脑香。这与小瘤龙脑香的叶片较大, 且叶片粗糙不易腐烂有关。

表6 几种龙脑香林的落叶量与落叶厚度

Table 6 The fallen leaf amount and blade thickness of *Dipterocarpus* species

树种 Type of forest	当年落叶量 Fallen leaf amount of one year/kg · m ⁻²	当年落叶厚度 Blade thickness of many years/cm	常年累积落叶量 Fallen leaf amount of one year/kg · m ⁻²	常年累积厚度 Fallen leaf amount of many years/cm
小瘤龙脑香林 Forest of <i>D. tuberculatus</i>	0.80	14.25	1.53	8.4
缠结龙脑香林 ^[8] Forest of <i>D. intricatus</i>	1.18	11.00	0.70	4.7
具翼龙脑香林 Forest of <i>D. alatus</i>	0.53	5.50	0.30	2.6

4.4.2 保持水土, 改良土壤 小瘤龙脑香叶大, 幼叶有毛, 具较好的截留雨水的作用, 可大大削弱雨水对地面的溅蚀。同时, 林下丰厚的落叶层, 可防止雨水直接冲刷地表土壤, 减少地表径流, 对保持水土、涵蓄水源有显著效果。对小瘤龙脑香林下土壤养分进行测定(以林外荒地土壤为对照), 结果表明(见表7), 小瘤龙脑香林下土壤的有机质、全氮、速效钾、速效磷的含量均明显高于林外荒地。其各项养分指标在林外土壤剖面中垂直分布变化较大, 自上而下呈递减态势, 而林外荒地的变化则较小, 其中有机质、全氮的变化是自上而下递增, 速效钾、速效磷的变化为自上而下递减, 说明小瘤龙脑香具有培肥土壤, 增加土壤有机质和养分含量的作用。

表7 小瘤龙脑香林地与荒地的土壤养分比较

Table 7 The comparison of soil profile between *Dipterocarpus tuberculatus* R. woodland and badlands

类型 Types	土壤层次/cm Soil depth	有机质 Organic matter /g · kg ⁻¹	全氮 Total nitrogen /g · kg ⁻¹	速效磷 Available phosphorus /mg · kg ⁻¹	速效钾 Available potassium /mg · kg ⁻¹
小瘤龙脑香林地 Soil of <i>D. tuberculatus</i> woodland	0~20 20~40	1.95 1.50	0.090 0.072	92.0 65.0	360.0 228.0
荒地 Soil of badlands	0~20 20~40	1.18 1.30	0.078 0.083	15.5 14.6	76.0 52.0

5 推广前景

小瘤龙脑香在我国经过20多年的引种栽培, 今获成功, 其生长速度超过原产地区, 1994~1996年先后利用其种子已繁殖出一批新植株。从原产地以及引种地西双版纳的生态条件分析, 其造林条件要求的自然条件为: 年平均温度20℃以上, 最低月平均温12℃以上, 绝对最低温0℃以上, 10℃的活动积温7300℃; 年降雨量1400~1700mm, 年平均相对湿度80%以上, 终年无霜, 干湿季区分明显, 海拔1300m以下, 土壤偏酸性的地区。且能耐短时间3~7℃的低温。该树种是泰国皇家林业总局指定的人工造林规划中的现行树种之一^[11], 亦是菲律宾营造龙脑香林的主要树种之一。菲律宾每年生产600多万m³原木, 有90%是来自龙脑香林, 其原木及其制品产值居全国出口量第二位^[12]。因此, 该树种在我国的云南、海南、广东等部分热带地区海拔1000m以下的荒山地均可大量种植, 可作为退耕还林工程中重要的造林树种, 在造林中可与其他树种如松树类、栎类营造混交林, 不仅可有效恢复和保护热带、亚热带地区的生态平衡, 而且可以创造可观的经济效益。

致谢 中国科学院西双版纳热带植物园肖来云副研究员、普正和、张玲副研究员等同志参加了课题部分工作, 谨此致谢。

参考文献:

- [1] 刘鹏, 杨家驹, 卢鸿浚. 东南亚热带木材[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993. 59~61.
- [2] 罗良才. 云南进口材宏观识别(续二)[J]. 中国木材, 1999, 5: 25~29.
- [3] Tem Smitinand; 庄尔奇译. 泰国龙脑香科树种的营林生态学[J]. 热带林业科技, 1984, (1): 54~55.
- [4] 刘伉, 毛汉英. 世界自然地理手册[M]. 北京: 知识出版社, 1984. 221~213.
- [5] 杨清. 速生用材树种——小瘤龙脑香[J]. 西南林学院学报, 1997, 17(4): 66~69.
- [6] 杨清, 肖来云, 普正和, 等. 渐危树种青梅的迁地保护研究[J]. 广西植物, 1996, 16(1): 64~68.
- [7] 肖来云, 普正和, 张玲, 等. 稀有濒危植物坡垒的迁地保护[J]. 植物资源与环境, 1994, 3(4): 49~54.
- [8] 肖来云, 普正和, 张玲, 等. 缠结龙脑香的引种栽培[J]. 植物资源与环境, 1996, 5(1): 63~64.
- [9] 张玲, 肖春芬, 肖来云, 等. 濒危植物狭叶坡垒的迁地保护[J]. 广西植物, 2001, 21(3): 277~280.
- [10] 北京林业学院. 植物生理学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1985. 221~222.
- [11] 泰国皇家林业总局; 林道梓译. 泰国林业概况[J]. 海南林业科技, 1986, (2): 27.
- [12] 李万年. 龙脑香林——菲律宾的“绿色金子”[J]. 海南林业科技, 1980, (3): 3~4.

(责任编辑 梁健)