

中国龙脑香科植物受胁状况及迁地群落保护探讨

孟令曾, 许再富

(中国科学院西双版纳热带植物园, 云南勐腊 666303)

摘要: 广义的龙脑香科植物是泛热带分布, 中国有 5 属 13 种, 其中 1 种为引种栽培, 仅分布于云南、广西、海南和西藏。许多龙脑香科植物具有很高的经济价值。由于近年来各地森林遭受强度破坏, 加之其自身特殊的生物生态学特征和种子生物学特性, 大多数种类的生存受到严重威胁。该文主要介绍中国龙脑香科植物目前的受威胁状况、具体保护研究工作及其不足, 并提出了进行迁地群落建设的保护策略。

关键词: 龙脑香科; 受胁状况; 群落保护

中图分类号: Q948.118 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2005)01-0008-06

The threatened status and *ex situ* community conservation approach on Dipterocarpaceae in China

MENG Ling-zeng, XU Zai-fu

(Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Mengla 666303, China)

Abstract: Dipterocarpaceae plants are generally pantropical. There are 5 genera and 13 species in China and 1 species belongs to the introduced and cultivated, only distributing in Yunnan, Guangxi, Hainan, and Tibet. Many Dipterocarpaceae plants are of high economic values. In recent years, most species are seriously threatened, due to intense destruction of forests and their own special ecological and seed biological characteristics. The article mainly introduces the present threatened situation, conservation research and its deficiency of Chinese Dipterocarpaceae plants. Based on the collection of references on Dipterocarpaceae plants and generalization of former *ex situ* conservation research, many *ex situ* community conservation suggestions are put forward, which is aimed to provide basic information and viable conservation strategies for Dipterocarpaceae plants.

Key words: Dipterocarpaceae; threatened status; community conservation

龙脑香科(Dipterocarpaceae)是东南亚热带植物区系中的一个优势科,属于古热带成分,分布于亚洲及非洲热带(Airy, 1973)。我国有 5 属 13 种(1 栽培种),仅分布于云南、广西、海南以及西藏。国产龙脑香科植物均为大型乔木,通体干直、材质优良,尤其是柳安属(*Parashorea*)的望天树(*P. chinensis*)

最高可达 70 m,是我国最高的树种(张景良等, 1989)。由于近年来经济快速发展、人口数量剧增,导致龙脑香科植物生存环境破坏严重,加之自身的繁殖或发育机制缺陷,大部分种类的生存受到威胁。本文在收集龙脑香科植物资料和总结以往迁地保护研究工作的基础上,提出了迁地群落保护的建议,旨

收稿日期: 2004-01-30 修订日期: 2004-04-20

基金项目: 中科院/云南省(2000WK-07)项目

作者简介: 孟令曾(1979-),男,安徽安庆人,在读硕士生,主要从事引种和生物多样性的研究和保护。

在为该科植物的有效保护提供基础资料和可行的保护措施。

1 中国龙脑香科植物受威胁的状况和保护措施

全世界龙脑香科植物共计 16 属 530 余种,在我国热区自然分布的龙脑香科种类可认为是这个科在东南亚分布的北缘成分(朱华,2000)。根据 IUCN 制定的红色名录以及中国植物红皮书(傅立国,1992),确定中国龙脑香科植物受保护的种类有 10 种,占中国分布总数(13)的 76.9%。其中一级保护种类 1 种,二级保护种类 6 种,三级保护种类 3 种。

1.1 种类及分布

一级保护种指望天树,是 1975 年首先在滇南勐腊补蚌地区发现,后来又在桂西南、滇东南发现。望天树是柳安属在东南亚分布中纬度最高(勐腊 21°31' N,河口 22°30' N,那坡 23°18' N,巴马 24°16' N)的物种(许再富等,1992),这在植物分类、植物生态、植物区系地理的研究上很有意义。二级保护种共计 6 种,包括坡垒属(*Hopea*)的狭叶坡垒(*H. chinensis*)、坡垒(*H. hainanensis*)以及多毛坡垒(*H. mollissima*),娑罗双属(*Shorea*)的云南娑罗双(*S. assamica*),青梅属(*Vatica*)的广西青梅(*V. guangxiensis*)和版纳青梅(*V. xishuangbunnaensis*)。版纳青梅仅产于滇南勐腊补蚌,在南沙河和南杭河河谷两岸有分开的两片,面积均不大。广西青梅为广西那坡特有。现代分子生物学证据表明版纳青梅和广西青梅并无本质差异,可合并为一种,仍称广西青梅(李巧明等,2001)。三级保护种共计 3 种,包括龙脑香属(*Dipterocarpus*)的盈江龙脑香(*D. retusus*),坡垒属的无翼坡垒(*Hopea exulata*)和青梅属的青梅(*Vatica mangachapoi*)。盈江龙脑香分布范围较广,滇东南的河口、金平等地,滇西盈江那帮坝,藏东南墨脱均有分布。无翼坡垒是 1978 年发表的龙脑香科新种,仅分布于海南甘什岭一带(杨小波等,1995)。青梅广泛分布于海南的白沙、昌感、琼中等地,是海南天然林中分布最普遍而具有热带性质的代表树种。

1.2 致濒因素

经过多年的研究和观察发现望天树种子在雨林静风条件下传播能力弱,而且在其成熟后立即发芽。由于大批种子不适应过湿、荫蔽的环境,加之虫害严

重,种子成苗率低,幼苗有一个明显的蹲苗期,生长受到抑制,导致种群扩张缓慢;其次,由于分布地的特殊地理位置及季风气候影响,望天树各群落处在散乱、混杂或镶嵌状态,群落环境受着强烈的人为干扰,处在不稳定的状态之中;再次,对望天树的过度利用导致其分布区面积很快缩小,种群数量锐减。现有的分布区也多为残存群落,有的仅为孤立木分布。狭叶坡垒和多毛坡垒为我国特有种(许再富等,1982)。狭叶坡垒属于第三纪的残留种,分布在局部地形所形成的“避难所”中。由于其分布地大青山和十万大山对其种子传播的阻隔作用,导致其分布区狭窄,仅有一个分布点,种群数量很少(张玲等,2001)。多毛坡垒是云南的特有种,其濒危也是由强度采伐和分布面积太小(65.80 hm²)所致。坡垒是海南山地山谷热带雨林树种,本是适应性强、生长快、易栽培繁殖的种类,但由于其在自然条件下的恶劣生存环境和强烈的种内竞争,再加之没有节制的利用,是导致其濒危的主要因素。广西青梅是 1976 年在广西那坡县调查时发现并于 1980 年发表的新种,仅剩余三株成年大树,种群数量过少不具备自我更新能力是其主要致濒因素。版纳青梅是滇南勐腊地区热带季雨林混交群落的标志树种,由于其处于群落边缘的分布格局,再加上间歇型的种群结构导致版纳青梅扩张困难,是一个不稳定的种群。盈江龙脑香的致濒原因还知之甚少,有待进一步探讨。对无翼坡垒的研究表明,它的种群年龄结构本为典型的“金字塔”型,是一个增长旺盛的发展种群,但发现其种子传播能力弱,个体发育机制有缺陷,植株到一定年龄后就会枯心断顶,生长停滞,是限制其种群发展的主要原因。青梅又称青皮,在海南分布范围广,深根性树种,适应性较强,种群天然更新良好。但在其原产地青梅幼苗多处于群落下层,光照不足,有一个很长的蹲苗期;其次,青梅在海南是一种优质用材,强度利用导致野外种群数量锐减,也是其致濒的原因。具体种类分布及濒危原因见表 1。

2 中国龙脑香科植物保护及研究现状

中国龙脑香科植物主要分布在南部热带与亚热带交错地区,开展龙脑香科植物引种迁地保护的单位也大多处于这一带。它们有中国科学院广西植物所所属的桂林植物园中国科学院所属的华南植物园、昆明植物园以及西双版纳热带植物园等科研单

位,其中研究和保育工作做得比较全面的是西双版纳热带植物园。该园自 1959 年建园开始,便引种了部分龙脑香科植物,并建立了一个面积约为 1.67 hm² 的龙脑香科植物专类园,所栽培的龙脑香科植物已达 22 种之多。其中国内各地引进 11 种,包括桂、琼、藏及当地种类;国外引进 11 种,主要来源于

斯里兰卡、泰国、越南、缅甸等。

目前国内对龙脑香科植物的保护研究主要集中于以下几个方面:(1)野外天然种群的群落生态学以及种群生态学研究:包括朱华、赵学农、刘伦辉等人对滇南补蚌地区的望天树林、版纳青梅林和滇西盈江娑罗双林的群落生态学、种群生态学研究(朱华,

表 1 中国龙脑香科植物受胁状况及保护措施

Table 1 Threatened categories and protected measures of Dipterocarpaceae species in China

种名 Species	地理分布 Geographical distribution	海拔 Altitude (m)	植被类型 Vegetation	生境类型 Habitat type	受威胁级别 Threatened grade	受威胁原因 Reason for the threat	保护级别 Protection grade	具体保护措施 Protection measures
柳安属 <i>Parashorea</i>								
望天树 <i>P. chinensis</i>	滇南(补蚌)、桂西南(那坡等)、滇东南(河口)	300~1100	热带季节雨林、石灰岩季雨林	沟谷、坡地	稀有	幼苗高死亡率、生境破坏、强度利用	I	保护区管理、迁地保护、人工林栽培
龙脑香属 <i>Dipterocarpus</i>								
盈江龙脑香 <i>D. retusus</i>	滇西(盈江)、滇东南、藏东南(墨脱)	50~1000	湿润雨林	河谷、溪边	稀有	不详	III	迁地保护、保护区管理
娑罗双属 <i>Shorea</i>								
云南娑罗双 <i>S. assamica</i>	滇西、藏东南(墨脱)	600~1000	热带季雨林、季节雨林	河谷	稀有	不详	II	迁地保护、保护区管理
坡垒属 <i>Hopea</i>								
狭叶坡垒 <i>H. chinensis</i>	桂(十万大山、大青山)	600左右	湿润雨林	低山、沟谷	濒危	分布点单一、地理阻隔、种群数量过少	II	迁地保护、人工林栽培、保护区管理
坡垒 <i>H. hainanensis</i>	琼(崖县、琼中、东方等)	400~800	热带山地雨林	山谷缓坡带	濒危	强度利用、生境破坏	II	迁地保护、人工林栽培
无翼坡垒 <i>H. exalata</i>	琼(甘什岭)	400左右	半常绿季雨林	丘陵、坡地	渐危	分布点单一、发育机制缺陷	III	保护区管理、迁地保护
多毛坡垒 <i>H. mollissima</i>	滇东南(屏边、绿春等)	600~900	湿润雨林	沟谷	濒危	强度利用、生境破坏	II	保护区管理、迁地保护
青梅属 <i>Vatica</i>								
版纳青梅 <i>V. xishuangbannaensis</i>	滇南(补蚌、南沙河)	800左右	热带季雨林	河岸坡地	稀有	分布点单一、生境破坏	II	保护区管理、迁地保护
广西青梅 <i>V. guangxiensis</i>	桂(那坡)	500~600	常绿阔叶林	坡地	濒危	种群数量过少、生境破坏	II	保护区管理、迁地保护
青梅(青皮) <i>V. mangachapoi</i>	琼(白沙、东方、琼中等)	700以下	湿润雨林、半常绿季雨林	丘陵、坡地	渐危	强度利用、生境破坏	III	保护区管理、迁地保护

1993;赵学农等,1993、1996),以及杨小波等(1995)人对分布于海南东南部山区甘什岭一带无翼坡垒的种群结构和分布格局的研究。(2)迁地保护的种子生理、生物学特性研究:包括版纳植物园长期以来对坡垒、狭叶坡垒、青梅、版纳青梅、望天树等种类的物候观测、生长量观测、自然和栽培幼苗生长比较研究、不同光照条件对幼苗生长的影响研究、种子萌发试验以及广西植物所对广西青梅的迁地保护研究等(肖来云等,1994;黄仕训等,2001)。(3)分子生物学研究:这方面的工作主要集中在李巧明等(2001)对

望天树、版纳青梅和广西青梅的遗传多样性对比研究以及居群遗传分化研究等。(4)龙脑香科植物菌根的研究:中国林业科学研究院石兆勇等(2003)刚刚开始这方面的研究工作。

版纳植物园长期以来对龙脑香科植物的迁地保护研究表明,大部分龙脑香科植物在该园能够适应。具体的研究工作包括三个部分内容:生长量观测、物候期观测以及种子含水量对萌芽的影响试验等,多年的研究结果见表 2。

表 2 说明龙脑香科植物在版纳植物园中迁地保

护的生长发育状况较野外自然状态下要好,其平均生长量有较大幅度提高,这与迁入地良好的自然环

境条件和合理的人为保育措施是分不开的;多年的研究也表明,龙脑香科植物种子均为短寿型种子,成

表 2 龙脑香科植物迁地保护研究内容
Table 2 The study in *ex situ* conservation of Dipterocarpaceae species

种名 Species	物候期观测(已开花植物) Phenological phrases (flora plants)			野生和栽培生长量比较 Comparison of growth quantity						种子萌发适宜指标及萌发率 Proper conditions of seed germination and percentage of germination				
	抽梢期 Growing stage	开花期 Flowering stage	果熟期 Fruit stage	地点 Location- lity	年龄 Age	树高 Height(m)		胸径 DBH(cm)		贮藏期 Sto- rage period (d)	温度 Tem- pera- ture (℃)	含水率 Moi- sture con- tent (%)	萌发率 Germi- nation percen- tage (%)	成苗率 Grown- up (%)
						总量 Total	年平均 Ave- rage	总量 Total	年平均 Ave- rage					
柳安属 <i>Parashorea</i>														
望天树 <i>P. chinensis</i>	3 月上~ 4 月中	5 月上~ 6 月上	7 月下~ 8 月下	迁地 野外	12 12	5.56 0.72	0.46 0.06	9.86 0.86	0.82 0.07	0	26.8	48.20	95	85
龙脑香属 <i>Dipterocarpus</i>														
盈江龙脑香 <i>D. retusus</i>				迁地 野外	4 5	4.01 3.60	1.00 0.72	5.05 3.20	1.26 0.64	0	24.0	45.80	90	90
娑罗双属 <i>Shorea</i>														
云南娑罗双 <i>S. assamica</i>				迁地 野外	5 10	2.44 4.10	0.49 0.41	3.08 6.30	0.62 0.63	—	—	—	—	—
坡垒属 <i>Hopea</i>														
狭叶坡垒 <i>H. chinensis</i>	3 月下~ 4 月下	5 月下~ 7 月上	9 月中~ 10 月下	迁地 野外	9 —	7.56 —	0.84 —	10.20 —	1.13 —	0	26.8	45.60	100	100
坡垒 <i>H. hainanensis</i>	1 月上~ 9 月上	8 月上~ 9 月中	次年 3 月 上~5 月下	迁地 野外	25 83	23.00 22.60	0.92 0.27	37.09 20.20	1.48 0.24	0	28.9	36.20	96.70	96.70
无翼坡垒 <i>H. exulata</i>				迁地 野外	5 5	3.30 3.28	0.66 0.66	4.35 1.80	0.87 0.36	—	—	—	—	—
多毛坡垒 <i>H. mollissima</i>	5 月上~ 6 月上	8 月中~ 9 月中	次年 3 月 中~4 月中	迁地 野外	28 70	15.70 22.60	0.56 0.32	16.12 32.00	0.58 0.46	0	23.5	36.60	55	55
青梅属 <i>Vatica</i>														
版纳青梅 <i>V. xishuangbannaensis</i>	3 月上~ 4 月中	5 月上~ 5 月下	7 月上~ 7 月下	迁地 野外	12 12	6.38 0.54	0.53 0.05	7.42 0.53	0.62 0.04	0	27.2	40.80	100	90
广西青梅 <i>V. guangxiensis</i>	3 月下~ 4 月中	4 月下~ 5 月中	6 月下~ 7 月下	迁地 野外	10 —	0.75 —	0.07 —	1.10 —	0.08 —	0	25~30	—	97	97
青梅(青皮) <i>V. mangachapoi</i>	3 月上~ 4 月下	5 月中~ 6 月下	9 月中~ 10 月上	迁地 野外	14 20	7.90 12.00	0.56 0.60	11.03 21.00	0.79 1.05	0	28.3	40.70	96.70	96.70

表 2 所列数据除广西青梅由黄仕训所测外,其余均由中国科学院西双版纳热带植物园引种档案室提供。望天树、版纳青梅和广西青梅的胸径均按基径计算。望天树、版纳青梅和广西青梅的胸径均按基径计算。

The data in table was provided by species introduced department of Xishuangbanna tropical botanical garden, Chinese academy of sciences except that of *V. guangxiensis* provided by Huang SX. The DBH of *P. chinensis*, *V. xishuangbannaensis* and *V. guangxiensis* was calculated by basal diameter.

熟后立即作发芽试验其萌发率最高。

3 目前存在的问题

3.1 自然状态下的保护问题

虽然目前大多数中国龙脑香科植物分布地均被划为自然保护区或水源涵养林,在一定程度上减轻

了生存压力,但由于其分布范围狭窄、零星,分布地受人为活动干扰严重,要对其实施全面合理的保护还存在许多困难。如分布于滇南的望天树和版纳青梅种群的发展不再由大气候所决定,而取决于局部环境和气候条件,加上人类活动对小环境的剧烈影响,导致这些群落中外来入侵种增多,种群结构极不稳定。版纳青梅的间歇型种群结构就是例证。

3.2 迁地保护的种群偏小及引种来源单一

迁地保护的最终目的是要保护多样性的物种遗传基因。虽然对植物园迁地保护适宜种群大小的研究很早就开始了,但目前还没有定论。受资金和技术力量的限制,许多种类仅为几株甚至单株;其次,引种来源单一,未注意到种群间的差异和地理变异等问题。事实上,有些龙脑香科植物野外的采种和引苗非常困难,比如广西青梅在原产地仅剩三株成年大树(黄仕训等,2001);版纳青梅的野外种子收集几乎是不可能的。因此,目前的迁地保护引种还存在许多理论和技术上的困难,许多种类的引入数都偏少。

3.3 迁地保护种群的单一栽培

大部分植物园由于资金、技术的限制,对迁地引入种的栽培保育方式非常简单粗放,仅仅是换了一个地方种植而已,未注意到野外天然种群的群落学特性和各种生态需求。多年的实践也证明,单一栽培导致种群病虫害严重。例如,版纳植物园栽植的望天树幼苗就屡受白蚁危害,植株受害率达 29%,盈江龙脑香受害率高达 92%(肖来云等,1996);其次,单一栽培导致系统稳定性差,许多学者已经认识到单一栽培群落中下层小乔木、灌木的缺乏,单一种类的年龄和树高都相近,林中生物多样性的水平极低,营养循环过程被阻断,生态过程不完整,导致其维护管理耗资巨大。

4 迁地群落保护的探讨

多年的迁地保护实践证明,仅仅在个体或种群水平上的迁地保护并不是真正意义上的保护,而被一些学者称为“物种保存”。事实上,大多数专家已经意识到现有迁地保护措施的不足。例如前面提到的版纳植物园对龙脑香科植物望天树的纯林营造。针对这些情况,有关专家提出“群落生态是植物迁地保护的安全所在”的说法(许再富,1998),然而植物园开展稀有濒危植物迁地保护群落建设还没有先例可循,原因是多方面的,这主要是以下几个方面的问题还难以在短期内得到解决。

4.1 群落建设地址的选择和具体面积大小的确定

在群落建设初期,要根据实际情况和理论要求来确定一个适宜的位置和面积,使群落对外界环境干扰有较强的缓冲能力。确定合适的面积是一个非常困难的问题,涉及到“种数—面积”理论,通过许多

研究证实,面积越大,种数越多,并用简单的方程描述: $S=cAz$ (S =种数; A =面积; z 和 c 为常数),但是部分人认为以反映当地典型群落基本特征的样方面积就可以了。因此,受当地资源、技术等多方面的因素限制,一个合适的面积对群落建设成功与否至关重要。

4.2 迁地群落建设的物种选择和单种株数的确定

应该明确的一点是:具体的种类与保护目标紧密结合。受当地气候和环境条件限制,不可能作到面面俱全。考虑到迁地保护的整体目标以及区域植物区系的特点,适当引入一定数量的非稀有濒危植物以及当地乡土植物;确定迁地保护有效的种群大小是目前的一个研究热点,在植物园维护单一物种的大种群受资源和技术的限制,几乎是不可能的。种群数多少合适,目前还没有定论,但有一些经验的规律和理论。也有人认为植物种开花结果的生物学特征应是重要依据,在此不作详细讨论。

4.3 迁地保护乔、灌、草(藤本)植被群落的空间配置与结构化技术

群落始终处在动态变化之中,顶极(稳定)群落只是一个相对概念。在建设初期,应充分预计到未来群落的种类组成和空间结构变化。在此,恢复生态学提供了一个将群落中不同部分以不同方式重新组合的机会,由此可以观测到群落中各物种的功能如何(Richard等,2000)。稳定群落结构是群落中相互作用的种群在演化中形成的,其中生态适应和自然选择起了重要作用。因此,必须在充分了解各植物种生态学—生物学特性、特征的基础上,实现各个物种的合理配置,从而充分利用空间、阳光、水分等资源,促进植物的生长发育和群落的建成。

5 结语

(1)大部分龙脑香科植物都是适应性较强的种类,只是由于种子萌发和幼苗阶段的恶劣环境以及过强的种间竞争导致幼苗高死亡率,因此在野外自然状态下保护的种群有必要采取人为措施来扩大其分布范围。

(2)在植物园中进行迁地保护的最终目的就是要保护多样性的遗传基因,因此应防止过强的人工选择导致其被驯化。中国龙脑香科植物种类不多,在有条件的植物园中构建一个龙脑香科植物迁地保护群落是一个可行的研究方向,因为在群落中形成的物

种间多样化的关系,是其生存和发展的必要条件。

(3)中国龙脑香科植物均为大型乔木,材质优良,经济利用价值高,有必要将 13 种龙脑香科植物全部纳入保护范围。以后可选择在适宜地区开展人工育苗、混交造林工作,因为只有扩大其利用范围才能促进对它的保护工作。

参考文献:

- 中国科学院中国植物志编辑委员会. 1990. 中国植物志 50(2) [M]. 北京: 科学出版社, 113—131.
- 王荷生. 1992. 植物区系地理[M]. 北京: 科学出版社, 160—161.
- 主要珍稀濒危树种繁殖技术编辑委员会. 1992. 主要珍稀濒危树种繁殖技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 42—59.
- 朱 华. 2000. 西双版纳龙脑香热带雨林生态学与生物地理学研究[M]. 昆明: 云南科技出版社, 60—69.
- 许再富. 1998. 稀有濒危植物迁地保护的原理和方法[M]. 昆明: 云南科技出版社, 46—63.
- 许再富, 禹平华. 1982. 引种的龙脑香科植物对低温适应性的探讨[J]. 云南植物研究, 3(4): 289—300.
- 张景良. 1989. 西双版纳主要木材(一)[M]. 北京: 中国林业出版社, 22—30.
- 傅立国. 1992. 中国植物红皮书(第一册)[M]. 北京: 科学出版社.
- Richard Primack, 季维智. 2000. 保护生物学基础[M]. 北京: 中国林业出版社, 190—191.
- Airy Shaw HK. 1973. A dictionary of the flowering plants and ferns[M]. Cambridge, 375—376.
- Heywood VH. 1993. Flowering plants of the world[M]. Oxford, 84—85.
- Gong X(龚 洵), Zhang QT(张启泰), Pan YZ(潘跃芝). 2003. The relationship between floristic character and conservation *ex situ* of endangered plants(濒危植物的区系性质与迁地保护)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 5(3): 354—360.
- Huang SX(黄仕训), Wang CM(王才明), Wang Y(王 燕). 2001. A preliminary study on conservation of endangered species *Vatica guangxiensis*(濒危树种广西青梅保护初步研究)[J]. *Bull Bot Res*(植物研究), 21(2): 317—320.
- Li QM(李巧明), Xu ZF(许再富). 2001. Genetic diversity and population differentiation of *Vatica guangxiensis*(版纳青梅居群的遗传多样性和群体分化)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 23(2): 201—208.
- Li QM(李巧明), Xu ZF(许再富). 2001. Population genetic structure and differentiation of *Parashorea chinensis* (Dipterocarpaceae)(龙脑香科植物望天树的居群遗传结构及分化)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 23(3): 313—320.
- Li YY(李玉媛), Sima YK(司马永康), Fang B(方 波), *et al.* 2003. Current situation and evaluation of Natural Resources of the priority protection wild plants in Yunnan Province of China(云南省国家重点保护植物资源的现状与评价)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 25(2): 181—191.
- Shi ZY(石兆勇), Chen YL(陈应龙), Liu RJ(刘润进). 2003. Research advances on Dipterocarpaceae mycorrhizas(龙脑香科植物菌根研究进展)[J]. *Forest Research*(林业科学研究), 16(1): 104—109.
- SSC/IUCN. 1994. IUCN Red List Categories[M]. Switzerland: IUCN, Gland.
- Wang CM(王才明), Wang Y(王 燕), Huang SX(黄仕训). 1994. Study on *ex situ* conservation of threatened plants of the first National List in Guangxi(广西国家级保护植物迁地保护研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 14(1): 39—53.
- Xiao LY(肖来云), Pu ZH(普正和), Zhang L(张 玲). 1994. *Ex situ* conservation of rare and endangered species—*Hopea hainanensis*(稀有濒危植物坡垒的迁地保护)[J]. *J Plant Res and Env*(植物资源与环境), 3(4): 49—54.
- Yang Q(杨 清), Xiao LY(肖来云), Pu ZH(普正和), *et al.* 1996. Study on *ex situ* conservation of threatened species *Vatica mangachapoi*(濒危树种青梅的迁地保护研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 16(1): 64—68.
- Yang XB(杨小波), Lin Y(林 英), Liang SQ(梁淑群), *et al.* 1995. Study on the population structure and distribution pattern of *Hopea exalata* in Hainan island(海南岛无翼坡垒种群结构与分布格局研究)[J]. *Nat Sci J Hainan Univ*(海南大学学报自然科学版), 13(4): 299—303.
- Zhang L(张 玲), Xiao CF(肖春芬), Wang J(王 坚). 2001. *Ex situ* conservation of *Hopea chinensis*(濒危植物狭叶坡垒的迁地保护)[J]. *Guihaia*(广西植物), 21(3): 277—280.
- Zhu H(朱 华). 1993. A Phytocoenological study on *Vatica forest* in Xishuangbanna(西双版纳青梅林的群落学研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 13(1): 48—60.
- Zhao XN(赵学农), Liu LH(刘伦辉), Gao SY(高圣义), *et al.* 1993. A study on the structural dynamics and spacial pattern of *Vatica xishuangbannaensis* population(版纳青梅种群结构动态与分布格局)[J]. *Acta Bot Sin*(植物学报), 35(7): 552—560.
- Zhao XN(赵学农), Liu LH(刘伦辉), Gao SY(高圣义), *et al.* 1996. Studies on the population structure and dynamics of *Parashorea chinensis* in Xishuangbanna, Yunnan, China(西双版纳望天树种群结构与动态研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 16(3): 225—232.