

西双版纳热带能源植物资源的研究

文彬 (中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 勐腊 666303)

摘要: 能源植物是关系国家能源安全, 应对目前和今后可能出现的能源危机的重要战略资源; 西双版纳热带能源植物估计总数在 1000 种以上; 通过对 158 种含油量 $\geq 30\%$ 的能源植物进行分析, 得出该地区具有能源植物种类繁多, 资源丰富, 热带区系特征明显, 古老成分和特有种多等特点; 一些能源植物如小桐子、油棕等, 兼具速生丰产、含油量高、燃烧性能好等优点并极具开发潜力; 这些植物主要以种子油为能源利用部位, 发展能源植物可以同时获得木材、香料、水果、药材、橡胶等多种资源; 必须指出, 能源植物的保护问题不容忽视, 部分能源植物同时也是稀有濒危物种, 有许多能源植物生产顽拗性种子。

关键词: 西双版纳; 能源植物; 生物能源; 稀有濒危植物; 顽拗性种子

Study on tropical fuel plant resources in Xishuangbanna

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

Abstract: Fuel plants are vital strategic resource to secure the state energy supply and to respond possible energy crisis at present and in the future. Xishuangbanna is rich in tropical fuel plants, having an estimate of more than 1000 species. Based on the analysis of 158 fuel plant species (with $\geq 30\%$ oil content in the main oil contain part) in this region, this paper revealed that these plants have some evident characteristic features: richness in species diversity, majority in tropical components, multitude of ancient plants and highly endemic. Some fuel plants such as *Jatropha curcas* and *Elaeis guineensis* are characterized by fast growth, high yield, high oil content, good burning quality, and potential exploitable worth. Besides to biodiesel, the development of fuel plants can bring various resources such as wood, fragrance materials, fruits, medicine materials and rubber, for seeds are the main oil containers in these plants. In the same time, it was reminded that the conservation of fuel plants should not be ignored, for some fuel plants are rare and endangered, and some produce recalcitrant seeds.

Key words: Xishuangbanna, Fuel Plants, Biodiesel, Rare and Endangered Plants, Recalcitrant Seeds

近半个世纪以来, 特别是近 30 多年来, 能源需求的日益增长与化石能源的日渐枯竭已越来越成为制约人类社会与经济持续发展的瓶颈, 寻找和开发替代能源已经刻不容缓。生物能源因为其可再生性, 并具有燃烧性能好、环境污染小、综合利用效益高等特点, 成为前景广阔的能源新宠。世界各国政府都非常重视生物能源的研究与开发。2006 年, 我国颁布实施了生物能源法, 发展生物柴油成为既定国策, 也是保障国家能源安全, 促进社会、经济与环境和谐发展的必然选择。而战略性能源植物资源的收集、保存和综合评估自然就成了时下的当务之急。

西双版纳的国土面积仅占全国的

0.2%, 却生长着约 5000 种高等植物, 占全国的近 1/6, 利用和保护好这些植物资源, 特别是其中的能源植物资源, 对于应对目前和今后可能出现的能源危机非常重要。

现将该地区能源植物(主要是富含烃类的植物和富含油脂的植物, 不包含富含碳水化合物的植物)的特点加以归纳, 并将西双版纳最重要的能源植物列于表 1, 共计 48 科 111 属 158 种(主要含有部位含油率 $\geq 30\%$)。

1 种类繁多, 资源丰富

西双版纳地形复杂, 气候多样, 生态系统和植被类型繁多, 是我国物种最为丰富的地段。估计该地区有野生种子植物

4000 种以上, 目前记录 3336 种^[1], 由于研究不够, 该地区能源植物的确切数据还无从知晓, 但根据 1980 年代对西双版纳自然保护区的调查, 估计在整个西双版纳自然生长的能源植物不少于 500 种, 若再加上人工引种的植物, 则潜在的生物能源植物在 1000 种以上。

2 热带区系特征明显, 古老成分和特有种类多

西双版纳是我国为数不多的热带地区之一, 表 1 所列出的 158 种能源植物, 无论是在种的水平、属的水平还是在科的水平, 热带成分都占到 80% 以上, 且以热带亚洲成分最多, 大多数种只在热带有分布, 有些种仅在西双版纳及邻近地区有分

要是 DNA 杂交的生物化学技术、基因蛋白质电泳、鸟类鸣唱声谱分析仪、地图在鸟类学研究中的应用、用电波测定鸟类飞行速度及记录鸟类行为的高速拍照技术和电视录像等。上述的新技术和方法辽宁省有些早已施用, 如 DNA 的杂交生物化学技术、蛋白质电泳。有些正在积极与国外合作。

5 其他方面的研究

其他方面的论文涉及饲养(7 篇)、驯养(2 篇)、疾病(4 篇)、招引(9 篇)、实验(1 篇)。有些方面在该省研究还属空白。如生态系统、种群生态、鸟类鸣唱、声谱分析等, 有些还需要大量深入的做工作。如群落生态 1 篇, 地区鸟类区系进化模式, 鸟类核

型研究。

本文概述的均属公开发表的文献, 截至 2006 年 6 月, 包括中外鸟类学工作者, 涉及辽宁境内有关鸟类的研究及记录, 限于材料和水平及时间的问题, 恐有疏漏之处, 敬希同行的指正。

感谢: 范忠民教授提供了部分材料, 在此谨表衷心的感谢和怀念。

参考文献:

- [1] 李庆伟. 羽毛角蛋白凝胶电泳在鸮科属间关系探讨的应用[J]. 辽宁动物学会刊, 1989, 7(1): 1-5.
 - [2] 田荣久. 大白鹭的生态[J]. 野生动物, 1985, (6): 33-36.
- 作者简介: 王娇(1963-), 女, 高级工程师。

(2006-06-08 收稿 X 编辑)

表 1 西双版纳重要的热带能源资源植物

罗汉松科	▲铁力木 <i>Mesua ferrea</i>	香椿 <i>Toona sinensis</i>
竹柏 <i>Nageia nagi</i>	猪油果 <i>Pentadesma butyracea</i>	老虎楝 <i>Trichilia connaroides</i>
▲长叶竹柏 <i>Podocarpus fleuryi</i>	杜英科	无患子科
木兰科	水石榕 <i>Elaeocarpus hainanensis</i>	异木患 <i>Allophylus viridis</i>
毛桃木莲 <i>Manglietia moto</i>	梧桐科	细子龙 <i>Amesiodendron chinensis</i>
▲香籽含笑 <i>Michelia hedyosperma</i>	翅苹婆 <i>Pterygota alata</i>	栲树 <i>Koelreuteria apiculata</i>
▲合果木 <i>Paramichelia baillonii</i>	▲勐仑翅子树 <i>Pterosperm menglunense</i>	复叶栲树 <i>K. bipinnata</i>
▲观光木 <i>Tsoongiodendron dromedorum</i>	两广梭罗 <i>Reevesia thyrsoidea</i>	▲绒毛番龙眼 <i>Pometia tomentosa</i>
番荔枝科	大戟科	杻树 <i>Schleichera trijuga</i>
番荔枝 <i>Annona squamosa</i>	石栗 <i>Aleurites moluccana</i>	漆树科
刺果番荔枝 <i>A. muricata</i>	重阳木 <i>Bischofia javanica</i>	腰果 <i>Anacardium occidentale</i>
瓜馥木 <i>Fissistigma oldhamii</i>	短棒柄花 <i>Cleidion brevipetiolatum</i>	人面子 <i>Dracontomelon duperreanum</i>
凹叶瓜馥木 <i>F. retusum</i>	▲蝴蝶果 <i>Cleidocarpum cavaleriei</i>	大果人面子 <i>D. macrocarpum</i>
樟科	三叶橡胶 <i>Hevea brasiliensis</i>	黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>
倒卵叶黄肉楠 <i>Actinodaphne obovata</i>	麻风树 <i>Jatropha curcas</i>	牛栓藤科
阴香 <i>Cinnamomum burmannii</i>	轮叶戟 <i>Lasiococca comberi</i> var. <i>pseudoverticillata</i>	红叶藤 <i>Santaloides roxburghii</i>
云南樟 <i>C. glanduliferum</i>	尼泊尔桐 <i>Mallotus japonicus</i> var. <i>floccosus</i>	胡桃科
黄樟 <i>C. pathenoxylum</i>	大穗野桐 <i>M. macrostachys</i>	胡桃 <i>Juglans regia</i>
香面叶 <i>Lindera caudata</i>	粗糠柴 <i>M. philippinensis</i>	云南麻胡桃 <i>J. sigillata</i>
香叶树 <i>L. communis</i>	叶轮木 <i>Ostodes paniculata</i>	山茱萸科
团香果 <i>L. latifolia</i>	蓖麻 <i>Ricinus communis</i>	光皮树 <i>Cornus wilsoniana</i>
山鸡椒 <i>Litsea cubeba</i>	浆果乌桕 <i>Sapium baccatum</i>	八角枫科
▲五桠果叶木姜子 <i>L. dilleniifolia</i>	山乌桕 <i>S. discolor</i>	八角枫 <i>Alangium barbatum</i>
黄丹木姜子 <i>L. elongata</i>	巴巴叶 <i>Sumbaviopsis albicans</i>	五加科
清香木姜子 <i>L. euosma</i>	滑桃树 <i>Trewia nudiflora</i>	白筋 <i>Acanthopanax trifoliatum</i>
潺槁木姜子 <i>L. glutinosa</i>	油桐 <i>Vernicia fordii</i>	山榄科
香花木姜子 <i>L. panamonia</i>	榆科	梭子果 <i>Eberhardtia tonkinensis</i>
▲思茅木姜子 <i>L. pierrei</i> var. <i>szemacis</i>	▲油朴 <i>Celtis wightii</i>	锈毛梭子果 <i>E. aurata</i>
滇新樟 <i>Neocinnamomum caudatum</i>	桑科	▲滇木花生 <i>Madhuca pasquieri</i>
鳄梨 <i>Persea americana</i>	桑 <i>Morus alba</i>	安息香科
肉豆蔻科	荨麻科	白花树 <i>Styrax tonkinensis</i>
风吹楠 <i>Horsfieldia glabra</i>	苎麻 <i>Boehmeria nives</i>	山矾科
▲琴叶风吹楠 <i>H. pandurifolia</i>	大麻科	白檀 <i>Symplocos paniculata</i>
▲滇南风吹楠 <i>H. tatrappala</i>	大麻 <i>Cannabis sativa</i>	木犀科
木通科	卫矛科	油橄榄 <i>Olea europaea</i>
野木瓜 <i>Stauntonia chinensis</i>	清江藤 <i>Celastrus hindsii</i>	夹竹桃科
白花菜科	苦皮藤 <i>C. angulatus</i>	海芒果 <i>Cerbera manghas</i>
鱼木 <i>Crataeva unilocularis</i>	红果藤 <i>C. paniculatus</i>	黄花夹竹桃 <i>Thevetia peruviana</i>
六萼藤 <i>Stixis suaviolens</i>	云南美登木 <i>Maytenus hookeri</i>	菊科
山龙眼科	滇南美登木 <i>M. austro-yunnanensis</i>	红花 <i>Carthamus tinctorius</i>
澳洲坚果 <i>Macadamia ternifolia</i>	翅子藤科	向日葵 <i>Helianthus annuus</i>
大风子科	云南翅子藤 <i>Loeseneriella yunnanensis</i>	莴苣 <i>Lactuca sativa</i>
▲麻波罗 <i>Hydnocarpus annamensis</i>	茶茱萸科	笋菜 <i>L. sativa</i> var. <i>romama</i>
印度大风子 <i>H. alpina</i>	小花微果藤 <i>Iodes vitiginea</i>	腺梗豨薟 <i>Siegesbeckia pubescens</i>
葫芦科	檀香科	苍耳 <i>Xanthium sibiricum</i>
金瓜 <i>Gomphogyne cissiformis</i>	油葫芦 <i>Pyrularia edulis</i>	紫草科
油瓜 <i>Hodgsonia macrocarpa</i>	湄公硬核 <i>Scleropylum wallichianum</i> var. <i>mekongense</i>	破布木 <i>Cordia dichotoma</i>
冬瓜 <i>Benincasa cerifera</i>	芸香科	茄科
笋瓜 <i>Cucumis maxima</i>	柚 <i>Citrus maxima</i>	烟草 <i>Nicotiana tabacum</i>
香瓜 <i>C. melo</i>	桔 <i>C. reticulata</i>	龙葵 <i>Solanum nigrum</i>
菜瓜 <i>C. melo</i> var. <i>utilissimus</i>	吴茱萸 <i>Euodia rutaecarpa</i>	胡麻科
南瓜 <i>C. moschata</i>	竹叶花椒 <i>Zanthoxylum aramatum</i>	胡麻 <i>Sesamum indicum</i>
西葫芦 <i>C. pepo</i>	勒欓花椒 <i>Z. avicennae</i>	唇形科
黄瓜 <i>C. sativus</i>	苦木科	藿香 <i>Agastache rugosa</i>
丝瓜 <i>Luffa cylindrica</i>	常绿苦树 <i>Ailanthus fordii</i>	四方蒿 <i>Elscholtzia blanda</i>
苦瓜 <i>Momordica charantia</i>	鸭胆子 <i>Brucea javanica</i>	香薷 <i>E. cilata</i>
木鳖子 <i>M. cochinchinensis</i>	橄榄科	野苏子 <i>E. flava</i>
全缘栝楼 <i>Trichisanthes ovigera</i>	橄榄 <i>Canarium album</i>	滇香薷 <i>Origanum vulgare</i>
趾叶栝楼 <i>T. pedata</i>	方榄 <i>C. bengalensis</i>	白苏 <i>Perilla frutescens</i>
五角叶栝楼 <i>T. quinquangulata</i>	乌榄 <i>C. pimela</i>	回回苏 <i>P. frutescens</i> var. <i>crispa</i>
黑毛栝楼 <i>T. villosa</i>	楝科	鸭跖草科
山茶科	山楝 <i>Aphanamixis polystachya</i>	鸭跖草 <i>Commelina communis</i>
油茶 <i>Camellia oleifera</i>	大叶山楝 <i>A. grangifolia</i>	百合科
▲大叶茶 <i>C. sinensis</i> var. <i>assamica</i>	滇南溪沙枹 <i>Chisocheton siamensis</i>	山菅兰 <i>Dianella ensifolia</i>
使君子科	毛麻楝 <i>Chukrasia tabularia</i>	棕榈科
毗黎勒 <i>Terminalia bellirica</i>	红果榿木 <i>Dysoxylum binectiferum</i>	椰子 <i>Cocos nucifera</i>
	苦楝 <i>Melia azedarach</i>	油棕 <i>Elaeis guineensis</i>
	川楝 <i>M. toosendan</i>	

注 据西双版纳高等植物名录、西双版纳自然保护区综合考察报告集、中国油脂植物；带▲者列入国家重点保护植物名录。

布,如思茅木姜子、勐仑翅子树、云南翅子树、滇南风吹楠、琴叶风吹楠等。一些包含种类较多的科属都是主产热带的类群,而番荔枝科、肉豆蔻科、大风子科、藤黄科、橄榄科、茶茱萸科、山榄科、山矾科、山龙眼科、山茱萸科等则是热带特征鲜明的科,只有葫芦科的一些种分布很广,但表中所列7属16种中也有2属5种仅分布在热带。同时,罗汉松科、木兰科、樟科、番荔枝科、肉豆蔻科、榆科、使君子科、楝科、无患子科都是古老的类群,具有起源古老或原始的特点。由于茜草科、桑科、萝藦科、爵床科、马鞭草科、姜科等热带大科可供利用的资料很少,仅有的资料主要是集中在芳香油方面,因此还有希望在这些科发现重要的能源植物。

3 拥有一批兼具速生丰产、含油量高、燃烧性能好、品质优良并极具开发潜力的能源植物

表1列出的158种西双版纳热带能源植物,主要贮油部位的含油率都在30%以上,有些高达50%甚至70%。以小桐子为例,其作为能源植物的优点已经引起广泛的关注,这种灌木或小乔木状的植物很容易繁殖,种子发芽快,发芽率高,扦插也非常容易成活,而且抗逆性强,生长快,在西双版纳地区扦插苗当年就可以开花结果,成年后平均亩产种子6875kg,种子平均含油率39.8%,种仁含油率高达59.7%。小桐子油易于跟柴油混合而长时间不分离,可适用于各种柴油发动机,而且燃烧性能好,在闪点、凝固点、硫含量、一氧化碳排放值、颗粒值等关键技术均优于国内零号柴油,是一种具有战略意义的能源植物^[2]。值得注意的是,由于长期以来对西双版纳热带植物研究不够,我们对这里能源植物的了解仍很不充分,尚有大量极具开发潜力的能源植物等待我们去发现,如《西双版纳高等植物名录》记载有裸子植物27属66种,单子叶植物431属1108种^[3],由于资料匮乏,只有2种裸子植物和4种单子叶植物列在表1中。胡桐和勐仑翅子树是重要的能源植物,而同样

是重要能源植物且与其近缘的滇南胡桐和云南翅子树却因为缺少含油量方面的资料而未能列入表中。

4 以种子油为能源利用的主要部位,发展能源植物可以获得木材

香料、水果、药材、橡胶等多种资源。表1收录的158种西双版纳热带能源植物出自各种生境条件,既有生长于热带雨林、季雨林的顶级树种,也有生长于次生林、灌丛及荒山秃岭的先锋植物,既有生长在低海拔地区的和耐低温的,也有生长在低坝河谷的以及耐干热耐贫瘠的种类。既有适应能力强的本土植物,也有性状优良的引种植物。有些植物作为油料植物已经有很久的引种历史,有的则相对较短,如铁力木是古时候随着佛教传入我国西南地区,由僧人从东南亚引种的,其种子油供寺庙点佛灯,而猪油果则是20世纪六七十年代西双版纳植物园从非洲引种驯化成功的。此外,油瓜、油茶、油桐、油朴、油葫芦、油橄榄、油棕、腰果等都是传统的油料植物。这158种植物以乔木为主,兼有灌木和草本类型,发展能源植物可以获得多种效益,如三叶橡胶是重要的产胶植物,在西双版纳人工栽培有数百万亩,橡胶已经发展成为当地的支柱产业,同时橡胶籽可以用来生产生物柴油,木材可以加工成人造板。另外,铁力木是优质硬材,细毛樟是提取香精的原料,柚是著名的热带水果,都在当地有较大的种植规模。而小桐子具有容易繁殖、抗逆性强、生长快的优点,利用荒山种植小桐子,在建设生物能源基地的同时,也可以绿化荒山、保持水土,取得巨大的生态效益。

5 能源植物的保护问题不容忽视

部分能源植物同时也是稀有濒危物种,保护与开发都很重要。40多年来,西双版纳的雨林面积已经减少了近一半,森林覆盖率已从1950年代初的55%下降到现在的不足30%,受威胁的植物种类占整个区系的15%以上^[4];在表1的158种能源植物中属这类的有长叶竹柏、香籽含笑、合果木、观光木、五桠果叶木姜子、思

茅木姜子、琴叶风吹楠、滇南风吹楠、铁力木、麻波罗、野茶树、勐仑翅子树、云南翅子树、蝴蝶果、油朴、绒毛番龙眼、滇木花生、滇南胡桐共计18种^[5-7]。在西双版纳这样具有湿热气候的热带地区,生产顽拗性种子的植物很多,估计占整个区系的1/3,而且很多能源植物生产顽拗性种子,在表1收录的158种西双版纳热带能源植物中已知生产顽拗性种子的有五桠果叶木姜子、思茅木姜子、鳄梨、风吹楠、琴叶风吹楠、滇南风吹楠、野茶树、胡桐、滇南胡桐、多花藤黄、猪油果、三叶橡胶、绒毛番龙眼、滇木花生、椰子共15种,生产中间型种子的有桔和油棕2种,另外有澳洲坚果、苦瓜、油茶、铁力木及木兰科、樟科、芸香科、楝科等30余种植物很可能也生产顽拗性或中间型种子。这些生产顽拗性和中间型种子的植物是保护的重点和难点所在。采用传统的种子库技术无法长期保存这些植物的种子,目前唯一有希望长期保存顽拗性种子的方法是超低温保存,因此,开展能源植物种子的超低温保存研究势在必行且事不宜迟。

参考文献:

- [1]朱华,李延辉,许再富,等.西双版纳植物区系的特点与亲缘[J].广西植物,2001,21(2):127-136.
- [2]邓志军,程红焱,宋松泉.麻疯树种子的研究进展[J].云南植物研究,27(6):605-612.
- [3]中国科学院昆明植物研究所西双版纳热带植物园,民族植物学研究室.西双版纳高等植物名录[Z].昆明:云南民族出版社,1996.1-625.
- [4]许再富.热带植物资源持续发展的理论与实践[M].北京:科学出版社,1996.1-138.
- [5]文彬,宋松泉.西双版纳珍稀濒危植物初探[J].中南林业学院学报,2005,25(2):50-54.
- [6]国家环境保护局,中国科学院植物研究所.中国珍稀濒危植物[M].上海:上海教育出版社,1989.1-365.
- [7]国家环境保护局,中国科学院植物研究所.中国珍稀濒危保护植物名录(第一册)[M].北京:科学出版社,1987.1-78.

作者简介:文彬,男,1967年出生,硕士,助理研究员,主要从事种子生物学和稀有濒危植物保护研究。

(2006-09-12收稿 S编辑)