

珍稀濒危半红树植物莲叶桐的研究进展

方赞山, 钟才荣, 吕晓波, 程成

(海南省林业科学研究院, 海南省红树林研究院, 海南 海口 571100)

摘要: 珍稀濒危植物的生存潜力、维持机制及致濒因素是保护生物研究的热点之一。莲叶桐 *Hernandia nymphaeifolia* 是国家二级保护植物, 目前仅在我国台湾、海南有极少分布, 是优良的园林绿化树种, 具有极高的观赏价值、生态价值和药用价值。在全球应对气候变化和红树林湿地保护与修复的背景下, 开展莲叶桐的资源现状、保护与利用研究, 可为该植物资源的保护与开发利用提供参考。在查阅文献的基础上, 对莲叶桐的地理分布特征、形态学、生态适应性、化学成分、繁殖技术、保护及应用研究等方面进行综述, 并提出了开展莲叶桐资源分布现状调查、种群结构与动态预测研究、繁殖生态学研究、保护与野外回归研究、潜在的药用价值和观赏价值研究的发展建议。

关键词: 濒危半红树植物; 地理分布; 莲叶桐; 资源现状; 保护与利用; 海南岛

中图分类号: S794 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3776(2022)06-0114-06

Research Advances of *Hernandia nymphaeifolia*

FANG Zan-shan, ZHONG Cai-rong, LV Xiao-bo, CHENG Cheng

(Hainan Academy of Forestry / Hainan Academy of Mangrove, Haikou 571100, China)

Abstract: Presentations were made on researches on *Hernandia nymphaeifolia* in terms of geographical distribution, morphology, ecological adaptations, chemical composition, propagation techniques, conservation, and application. Propositions were put forwarded such as investigation on resources distribution, population structure and dynamic prediction, propagation ecology, conservation and back to nature, potential medicinal and ornamental value.

Key words: endangered semi-mangrove; geographical distribution; *Hernandia nymphaeifolia*; resource status; conservation and utilization; Hainan Island

随着滨海湿地不断地开发利用, 环境条件变化和人为活动的过度干扰, 导致一些物种种群数量急剧减少, 直至走向衰亡。对珍稀濒危植物的生存潜力、维持机制及受威胁的因素分析, 已成为保护生物研究的热点之一^[1]。当今生物多样性保护研究领域重点关注濒危物种资源现状、生存环境、致濒机制及种群重建手段, 探讨物种灭绝的可预防性^[2]。在全球气候变化和人类活动双重影响的背景下, 世界上已知的 30 多万种高等植物中, 已有 2 万种处于不同程度的濒危状态^[3], 其中, 我国天然分布的红树植物中有近一半的种类处于不同程度的濒

收稿日期: 2022-05-01; 修回日期: 2022-08-22

基金项目: 基金项目: 海南省林业科学研究院(海南省红树林研究院)基础性科研工作(SQKY2022-0003); 海南省省属科研院所技术创新专项(KYYS-2021-22)

作者简介: 方赞山, 助理研究员, 从事湿地植物资源与应用研究; E-mail: shan67886251@qq.com。通信作者: 钟才荣, 林业高级工程师, 从事红树林保育与生态修复研究; E-mail: crzhong169@163.com。

危状态,红树林生态系统正面临着严峻的生物多样性丧失问题^[4-5]。

莲叶桐 *Hernandia nymphaeifolia* 为莲叶桐科 *Hernandiaceae* 莲叶桐属 *Hernandia* 常绿乔木,属半红树植物,具有喜光、耐盐碱、耐干旱、生长快等特点,分布于热带砂质海岸疏林中,我国台湾省南部、海南省文昌至三亚一带有少量分布^[6]。由于种群基数小、人为干扰等多重因素的影响,该种在我国的野生植株不超过 300 株,目前已濒临灭绝^[7-9],现已被列为国家二级保护植物^[10]。莲叶桐的果实、叶片和整株植株均具有较高的观赏价值,是海岸生态修复和园林绿化的优良树种之一;此外,莲叶桐还具有极高的药用价值,含有木脂素和生物碱类等多种药化成分^[11],对癌症、肿瘤、心血管疾病等有非常好的疗效^[12],具有极大开发应用潜力。

本文在文献查阅的基础上,结合近年来的调查数据,对莲叶桐的地理分布资料进行梳理,从地理分布特征、形态学、生态适应性、化学成分、繁殖技术、保护及应用研究等方面的研究进展进行综述,剖析该物种的研究现状及其应用价值,旨在为莲叶桐的保护和相关研究提供理论参考。

1 莲叶桐的地理分布特征

莲叶桐分布于亚洲东南部、美洲中部、非洲西部^[13]。在我国,从水平分布的纬度来看,莲叶桐分布于北回归线以南,属热带性植物^[14-16]。野生种群主要分布于台湾岛南部高雄、台东绿岛(火烧岛)、恒春半岛及兰屿(红头屿)^[17];海南岛东部琼海潭门草塘村、博鳌下灶坡村^[7];文昌东郊椰林、南兴村、宝峙村以及南部三亚田独(今吉阳区)、亚龙湾公路尾端(军用码头内)、蜈支洲岛等地^[18-22]。此外,在南沙太平岛也有少量分布^[23-24]。近年来,研究者们分别在海南东寨港国家级红树林保护区^[7]、海南清澜港省级自然保护区、海口市桂林洋经济开发区^[25]、海南省林业科学研究院枫木实验林场等地开展了引种工作,但成活率都不高,长势较弱。莲叶桐常与椰子 *Cocos nucifera*、榄仁树 *Terminalia catappa*、红厚壳 *Calophyllum inophyllum*、黄槿 *Hibiscus tiliaceus*、木麻黄 *Casuarina equisetifolia*、银毛树 *Tournefortia argentea* 等共同构成沿海阔叶混交防护林带,林下灌草种类较少,以海芋 *Alocasia odora* 等阴生草本为主。

2 莲叶桐研究进展

2.1 形态学研究

莲叶桐单叶互生,盾状,叶柄几乎与叶片等长。花单性同株,聚伞花序,腋生,两侧为雄花,中央为雌花,基部具杯状总苞^[26];其花粉近球形,无萌发孔,外壁分层不明显,纹饰为刺圆锥形^[27]。根部木栓细胞常具较薄的细胞壁,偶见由多层栓内层构成的次生皮层;茎的皮层和根类似,具有致密的薄壁组织,胞间隙极少,不具纵向通气道,分泌细胞的细胞壁具有显著网纹增厚^[28];通过观察叶片解剖横切面发现^[29],上表皮细胞外具较厚角质层和较大的细胞空隙,栅栏组织细胞呈山峰状排列,较稀疏,海绵组织排列规则且疏松,气孔位于下表皮,下陷,有较大孔下室,这些都有利于红树植物适应滩涂中缺氧的环境,提高植物体的通气能力^[30]。此外,莲叶桐果实特化出中空的结构,膨大的肉质总苞包被黑色坚硬种子 1 粒,具肋状凸起,直径 3 ~ 4 cm,有利于其种子贮藏,并随海水远距离漂流传播^[31]。

2.2 生态适应性研究

莲叶桐分布区气候温暖潮湿,土壤类型多为沙土,土层较厚,其野生种群分布于距离海岸线 300 m 以内、郁闭度 0.6 ~ 0.9 的海岸林中。作为滨海地区阳性树种,莲叶桐在 5 月份的净光合速率、蒸腾速率最高^[32],说明该种在夏季生长旺盛。莲叶桐对季节性干旱、高温、高盐碱、土地贫瘠和间歇性水淹等恶劣环境有着良好的生理生态适应性^[12,33],这得益于植株体内具有较高的抗氧化酶(SOD、APX、CAT、POD 和 GR)活性,通过上调抗氧化酶活性,以降低逆境胁迫对植株的膜脂过氧化,减少电解质外渗,达到提高抗逆性的效果^[34]。此外,莲叶桐还在幼枝、多年生枝和成熟叶片中积累了较高的盐分,用来进行渗透调节,从而使自身的水势比外界土壤更低^[35]。莲叶桐对重金属元素有较好的适应能力和转移能力,尤其是 Zn 和 Cu 在莲叶桐根、茎、叶中的含量

均较高,分析认为这两种元素为该物种生长所需元素^[36],而土壤中 N、P、K 含量对莲叶桐的生长无显著影响^[11]。可见,莲叶桐幼苗的成活率和苗期生长受环境变化的影响较大,但土壤肥力对幼苗生长影响较小。

2.3 植物化学成分研究

2.3.1 化学成分提取 生物碱属于碱性有机化合物,大多存在于植物体内,是中草药中重要的有效成分之一^[13]。目前,从植物中寻找高效、低毒的抗肿瘤活性成分,已成为国内外天然药物化学研究领域的热点^[37]。莲叶桐的树枝、树皮、叶片、种子和果实等多个部位富含生物碱等医药效用的化学成分。近年来,多位研究人员在莲叶桐中提取了木脂素、阿朴菲、甾体类和苄基异喹啉生物碱等多种药用化学成分。Chen 等^[38]和 Ng 等^[39]选取莲叶桐的干燥树皮进行打粉处理,采用冷甲醇提取法分离出异喹啉生物碱和木聚糖;吴银生^[40]采用相似的方法,从莲叶桐的种子中分离得到两种木脂素类成分,分别为新发现的莲叶桐木脂素和 1,2,3,4-去氢脱氧鬼臼脂素。刘梨萍^[13]对莲叶桐乙醇提取物的石油醚和乙酸乙酯萃取部分进行了研究,从中分离得到了 6 β -羟基-胆甾-4-烯-3-酮等 6 个单体化合物,均为首次从莲叶桐树枝中分离得到。Aimaiti^[41]从莲叶桐的果实中提取到了 7 种新的丁醇和 2 种木脂素,这些化合物在此前的研究中还未曾分离到。此外,还有 13 种化合物,其中多种化合物对肿瘤细胞表现出显著的活性。

2.3.2 药理活性研究 莲叶桐植株体内富含多种生物碱类、木脂素类等化合物,具有抗病毒、抗肿瘤、镇痛、抗炎、抑菌、抗血栓、抗凝等活性,在临床上拥有广阔的应用前景^[42]。研究证实,S-莲叶桐碱和 S-N-甲基莲叶桐碱对非白血性白血病细胞株 P388、人口腔表皮癌细胞株 KB16、肺癌细胞株 A549 以及结肠癌细胞株 HT-29 具有显著的细胞毒作用^[43]。Gu^[44]从莲叶桐的提取物中分离得到的木脂素对小鼠表皮样 JB6 细胞转化显示出较强的抑制活性,印证了木脂素的化学防癌作用。刘梨萍^[13]分离出的 6 个单体化合物中,有 3 种对人体乳腺肿瘤具有很强的抗肿瘤活性。可见,莲叶桐具有极高的药用价值,然而目前相关的研究报道和应用还比较少,应结合更多的研究手段和临床试验,加强对其化学成分的提取、鉴定和应用。

2.4 繁殖技术研究

2.4.1 种子育苗研究 解除种子休眠是提高种子发芽率的关键。目前,打破种子休眠的方法可分为两类,即天然破眠和人工破眠。天然破眠有多种方法,但在实际生产生活中一般使用人工破眠的方法,包括物理法、化学法等^[45]。莲叶桐种皮坚硬,种子育苗多采用化学法。研究发现,将种子用高锰酸钾溶液消毒后,采用 100 mg·L⁻¹ NAA (萘乙酸)或 GA₃ (赤霉素)进行浸泡 2 h 处理,可以显著提高莲叶桐种子的发芽率(分别提高 58.3%和 64.3%)和缩短发芽时间(分别提早 36 d 和 21 d)^[25];而用盐度为 4‰~6‰的海水浸泡后置于含有广谱杀菌剂的浸泡液中,在遮光、通风条件下浸泡 10 d 后,取出种子,去除种皮并用清水清洗,可使发芽率提高至 67%~68%^[46]。此方法不仅简单且发芽率高,可见,浸泡时间延长对莲叶桐的发芽率提高具有较大的促进作用。栽培基质选用海泥:细沙体积比为 1:1 的配比用于播种和育苗效果最佳,其苗木成活率比单独选用海泥或细沙高约 2 倍^[47]。

2.4.2 扦插育苗研究 扦插育苗作为植物无性繁殖的主要方式,具有简单易行、管理方便、出苗整齐、育苗速度快等特点,被广泛应用于种苗生产中。对于自然更新困难、种群数量较少的珍稀濒危植物而言,扦插育苗无疑是最高效、快捷的方法之一^[48]。相关研究主要集中在生根机理和促进生根技术方面^[48-52]。冯剑选取生长旺盛、无病虫害的莲叶桐枝条作为插穗,开展植物生长调节剂种类、浓度以及栽培基质的正交试验,结果表明,采用 NAA 和 IBA 进行处理,扦插苗的生根率明显优于 ABT1 处理,浓度均以 200 ml·L⁻¹ 最佳。莲叶桐天然种群多生长于沙土或沙壤土中,因此,基质配置应综合考虑土壤的通气性和持水性。以红壤土:河沙(体积)比例为 1:1 作为扦插育苗基质,成活率可达到 85%以上^[24]。

2.5 保护与应用研究

莲叶桐在我国已濒临灭绝,但一直以来人们对莲叶桐的关注度、保护力度和研究投入都远远不够,直至 2021 年才被列入《国家重点保护野生植物名录》^[10]。目前,国内外关于莲叶桐的保护研究仍处于起步阶段。李佳文^[6]等通过测序莲叶桐的叶绿体全基因组,研究其系统进化和遗传多样性。在应用方面,研究主要集中在

滨海防护林带和园林绿化方面的应用。为了提高海防林的抗风性能、林分生物量、蓄积量和生长量,改善土壤环境,增强沿海防护林带的生态效益,选取莲叶桐、木麻黄、黄槿、榄仁树和红厚壳等海南乡土树种构建海岸阔叶混交林^[53]。就经验而言,莲叶桐冠幅较宽,叶面积指数较大,抗风性能可能会因此受到影响,但莲叶桐为中密度木材,应力传播速度低^[54],反而表现出了较强的抗风性。琼海赤土村和排园村、文昌南兴村等滨海地区莲叶桐种群的生长状况也可佐证这一点。

3 研究展望

莲叶桐作为海南岛滨海乡土树种,开发应用潜力极大,而作为国家二级保护植物,保护力度亟待加强。目前,关于莲叶桐的群落生态学、传粉生物学、保护生态学以及解剖学方面的报道还比较少,结合莲叶桐的研究现状,对于莲叶桐的保护与利用,未来可以在以下几个方面开展研究工作:

(1) 资源分布现状调查

目前,对于莲叶桐野生种群和人工种群分布的具体位置、个体数量、年龄结构、生境条件、群落物种组成等信息掌握不够完整,且为十多年前的统计数据。近年来,随着滨海地区的土地开发利用,莲叶桐种群再次遭到破坏。在今后的科研工作中,可进一步开展莲叶桐资源调查,详细掌握其种群的分布现状、种群结构、群落特征等信息,建立基于 GIS 的物种信息数据库,为今后莲叶桐的保育与研究提供数据支撑。

(2) 种群结构与动态预测研究

种群结构是植物种群的重要属性,反应种群个体在空间上的组成方式,包括径级结构、年龄结构和高度结构等^[55-58]。种群结构受生物因素(如种内、种间竞争、病虫害和人为干扰等)与非生物因素(如土壤理化性质、气候、海拔和光照等)的综合影响,通过分析莲叶桐的种群结构有助于了解其种群的生存现状、生态特性和更新策略,进而预测莲叶桐野生种群的动态发展过程及其潜在的生态学机制^[59]。为揭示莲叶桐的致濒因素和制定科学合理的保护措施提供参考。

(3) 繁殖生态学研究

物种存在繁殖障碍是其导致其濒危的主要因素之一,关于莲叶桐的开花物候、繁殖系统和传粉生态学等方面仍缺乏关注。海南岛莲叶桐野生种群仅琼海排园村和文昌南兴村等少数几个种群能正常开花结果外,其他种群均表现为不开花或只开花不结果^[7,12]。造成莲叶桐出现这一现象的原因有可能与环境条件的复杂变化致使花粉败育有关,抑或是植物的“大小年”对结果的影响等,今后的研究可结合形态解剖学等方面进行研究,以期提高莲叶桐的开花率和座果率。

(4) 保护与野外回归研究

加强种苗繁育研究,全面掌握莲叶桐的生物学特性和繁殖特性,加快人工培育步伐,得到种苗后,在适宜生境开展回归种植,扩大种群数量,增强种群的稳定性和可持续发展能力。此外,对莲叶桐野外种群及其生境加强保护,对受威胁林分制定抚育措施,如疏伐林内其他过密的树种,降低郁闭度,提高幼龄树的生存空间,减小竞争压力,加强巡护和监测,降低人为干扰等非生物因素造成的影响。

(5) 开发利用研究

在莲叶桐植株体内提取到多种药用价值极高的化合物,部分化合物的结构和抗肿瘤活性机制尚未明确,有待进一步研究。莲叶桐自然分布于沿海防护林中,对海岸带防灾减灾,防风固沙,提高生态安全等方面具有积极作用,并且莲叶桐也是极具热带本土特色的园林绿化树种,但受限于种苗数量,在生态修复和园林绿化中也极少应用。因此,在今后的工作中应深入挖掘莲叶桐潜在的生态价值、药用价值和观赏价值,加大种苗培育力度,合理推广应用,以期实现莲叶桐种群的可持续发展。

参考文献:

- [1] 蔡琳颖,张星元,张璐,等.珍稀濒危植物紫荆木生态学研究进展[J].广西植物,2018,38(7):866-875.

- [2] 陈利洪. 红树濒危植物红榄李的保护生物学研究[D]. 南宁: 广西大学, 2007.
- [3] Secretariat of Convention on Biological Diversity. The global strategy for plant conservation[Z]. Richmond: Botanic Gardens Conservation International, 2005.
- [4] 范航清, 王文卿. 中国红树林保育的若干重要问题[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2017, 56(3): 323–330.
- [5] LOVELOCK C E, CAHOON D R, FRIESS D A, et al. The vulnerability of indo-pacific mangrove forests to sea-level rise[J]. Nature, 2015, 526: 559–563.
- [6] 李佳文, 刘强, 张静文, 等. 濒危红树植物莲叶桐叶绿体基因组及其系统进化[J]. 西北林学院学报, 2020, 35(5): 54–61.
- [7] 钟才荣, 李诗川, 管伟, 等. 中国 3 种濒危红树植物的分布现状[J]. 生态科学, 2011, 30(4): 431–435.
- [8] 王刚, 张秋平, 管东生. 红树林植物生物量沿纬度分布特征[J]. 湿地科学, 2016, 14(2): 259–270.
- [9] 廖宝文, 张乔民. 中国红树林的分布、面积和树种组成[J]. 湿地科学, 2014, 12(4): 435–440.
- [10] 国家林业和草原局, 农业农村部. 国家林业和草原局, 农业农村部公告(2021 年第 15 号)(国家重点保护野生植物名录)[EB/OL]. (2021–9–08) [2021–09–08]. <http://www.forestry.gov.cn/main/5461/20210908/162515850572900.html>.
- [11] 姚宝琪. 木麻黄海防林中混交种植肖槿、红厚壳、莲叶桐的初步研究[D]. 海口: 海南师范大学, 2011.
- [12] 张晓楠, 钟才荣, 罗忻武, 等. 濒危红树植物莲叶桐驯化植株中 7 种矿质元素含量[J]. 湿地科学, 2016, 14(5): 687–692.
- [13] 刘梨萍. 海南鼠李和莲叶桐化学成分的研究[D]. 青岛: 青岛科技大学, 2013.
- [14] 单家林, 郑学勤. 海南岛红树林植物区系组成与特征[J]. 广东林业科技, 2005, 21(2): 41–45.
- [15] 陈桂葵, 陈桂珠. 中国红树林植物区系分析[J]. 生态科学, 1998, 17(2): 19–23.
- [16] 丘华兴, 符国瑗. 莲叶桐属——广东新记录属[J]. 热带林业科技, 1987(04): 71–72.
- [17] 黄威廉. 台湾植物区系特征[J]. 台湾研究集刊, 1984(01): 103–112.
- [18] 张颖, 陈光程, 钟才荣. 中国濒危红树植物研究与恢复现状[J]. 应用海洋学报, 2021, 40(1): 142–153.
- [19] 路安民. 中国台湾海峡两岸原始被子植物的起源、分化和关系[J]. 云南植物研究, 2001, 23(3): 269–277.
- [20] 任海, 简曙光, 张倩媚, 等. 中国南海诸岛的植物和植被现状[J]. 生态环境学报, 2017, 26(10): 1639–1648.
- [21] 廖宝文, 张乔民. 中国红树林的分布、面积和树种组成[J]. 湿地科学, 2014, 12(4): 435–439.
- [22] 王文卿, 陈琼. 南方滨海耐盐植物资源(一)[M]. 厦门: 厦门大学出版社, 2013: 150–151.
- [23] 邢福武, 邓双文. 中国南海诸岛植物志[M]. 北京: 中国林业出版社, 2019: 28–29.
- [24] 邢福武, 周劲松, 王发国, 等. 海南植物物种多样性编目[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2012: 73.
- [25] 冯剑. 海南岛海岸乡土树种榄仁树、莲叶桐的育苗和在木麻黄海防林下种植试验研究[D]. 海口: 海南师范大学, 2015.
- [26] 俞德浚, 吴征镒, 李锡文, 等. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1982, 31: 463–465.
- [27] 刘兰芳, 唐绍清. 中国红树植物花粉形态[J]. 广西植物, 1989, 9(3): 221–232.
- [28] 黄庆昌, 黄桂玲, 杨曼玲. 半红树植物的营养器官结构与生态适应[J]. 广西植物, 1993, 13(1): 70–73.
- [29] 李妮亚, 韩淑梅, 刘强, 等. 不同生境中半红树植物盐离子积累与光合特性的研究[J]. 海南师范大学学报(自然科学版), 2011, 24(4): 429–437.
- [30] SHARMA G K, DUNN D B. Environmental modifications of cell differentiations of leaf surface traits in *Datura stramonium*[J]. Can J Bot, 1969, 47: 1211–1216.
- [31] 方赞山, 孟千万, 宋希强. 海南岛海漂植物资源及园林应用综合评价[J]. 中国园林, 2016, 32(6): 83–88.
- [32] 姚宝琪, 刘强, 蔡梓, 等. 海南滨海木麻黄林下三种乡土树种的的光合特性[J]. 中南林业科技大学学报, 2011, 31(12): 92–101.
- [33] 周婉敏, 刘楠, 蔡洪月, 等. 莲叶桐对热带珊瑚岛环境的生理生态适应性[J]. 广西植物, 2021, 41(06): 897–904.
- [34] 李妮亚, 韩淑梅, 陈坚, 等. 不同生境中半红树植物抗氧化防御研究[J]. 西北林学院学报, 2011, 26(5): 29–34.
- [35] 蒋巧兰. 真红树和半红树体内元素分布及耐盐差异的比较研究[D]. 厦门: 厦门大学, 2007.
- [36] 王鹏. 海南岛北部红树林湿地重金属富集及生态效应研究[D]. 海口: 海南师范大学, 2012.
- [37] 田旭, 卢丹, 李平亚. 植物生物碱的抗肿瘤研究[J]. 中国医药指南, 2010, 8(20): 217–220.
- [38] CHEN K S, WU Y C, TENG C M, et al. Bioactive alkaloids from *Illigeria luzonensis*[J]. J Nat Prod, 1997, 60, 645–647.
- [39] NG K M, LIANG Z, LU W, et al. In vivo analysis and spatial profiling of phytochemicals in herbal tissue by matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry[J]. Anal Chem, 2007, 79: 2745–2755.
- [40] 吴银生. 莲叶桐种子成分的研究国外医学[J]. 药学分册, 1983(05): 313.
- [41] AIMAITI S, SAITO Y, FUKUYOSHI S, et al. Isolation, structure elucidation, and anti-proliferative activity of butanolides and lignin glycosides from the fruit of *Hernandia nymphaeifolia*[J]. Molecules, 2019, 24(21), 4005.
- [42] 刘梨萍, 于瑞同, 袁瑾, 等. 莲叶桐树枝的化学成分[J]. 青岛科技大学学报(自然科学版), 2014, 35(2): 162–166.

