

◆濒危植物与生物多样性保护◆

广西木兰科植物研究进展^{*}魏识广¹, 李 茜^{1,2}, 唐健民², 丰 硕^{1,2}, 何国华^{2,3}, 卢 励^{1,2}, 邹 蓉², 韦 霄^{1,2,3**}

(1. 广西师范大学, 珍稀濒危动植物生态与环境保护教育部重点实验室, 广西桂林 541006; 2. 广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西桂林 541006; 3. 桂林理工大学旅游与风景园林学院, 广西桂林 541006)

摘要:木兰科(Magnoliaceae)植物作为被子植物中现存较为原始的类群,在被子植物起源、发育和进化研究中具有重要的科学价值。广西木兰科植物资源十分丰富,包含 8 属 43 种,且拥有多种珍稀特有植物。本文系统综述了广西木兰科植物的物种分布、生境特征、系统分类、光合生理、遗传多样性及繁育技术等方面的研究进展,认为其分布受地形和气候的显著影响,且不同物种在遗传结构与环境适应性上存在差异。目前,广西木兰科植物面临着栖息地破碎化与人为干扰加剧的双重威胁,部分特有、濒危物种的研究与繁育利用尚不充分。基于此,本文提出了加强广西木兰科植物资源监测、深化环境适应性与抗逆机制研究、推动属种间的系统比较分析、构建多维综合研究框架等建议,旨在为广西木兰科植物的资源保护和可持续利用提供科学依据。

关键词:广西木兰科;保育生物学;遗传多样性;濒危机制

中图分类号:Q949.747.1,Q948.5 文献标识码:A 文章编号:1005-9164(2025)02-0205-13

DOI:10.13656/j.cnki.gxkx.20250624.001

木兰科(Magnoliaceae)植物在多个分类系统中被列为原始古老的类群,是研究被子植物起源与早期演化的关键类群之一^[1]。木兰科植物有 24 种被列入《国家重点保护野生植物名录》^[2],包括国家一级保护植物华盖木(*Pachylarnax sinica*)、峨眉拟单性木兰(*Parakmeria omeiensis*)和焕镛木(*Woonyoungia*

septrionalis),以及大叶木莲(*Manglietia dandyi*)、大果木莲(*M. grandis*)和云南拟单性木兰(*Parakmeria yunnanensis*)等 21 种国家二级保护植物。该科植物以花大色艳、树姿优美、香气馥郁等特征著称,在我国有悠久的栽培历史^[3]。此外,木兰科中的部分植物,如厚朴(*Houpoëa officinalis*)、玉兰

收稿日期:2024-12-19

修回日期:2025-04-15

^{*} 国家重点研发计划项目(2022YFF1300703),广西自然科学基金项目(2024GXNSFAA010452),中国科学院“西部之光”计划项目([2022]“喀斯特天坑特殊生境对香木莲繁育系统的影响研究”),广西林业科技推广示范项目(2024GLKX10,2023LYKJ03,[2022]GT23),广西植物功能物质与资源持续利用重点实验室自主项目(ZRJJ2024-3,ZRJJ2024-11),河池科技基础与人才项目(河科 AC231113)资助。

【第一作者简介】

魏识广(1980—),男,教授,主要从事数量生态学、生物多样性、森林生态学研究,E-mail:argentrivier@163.com。

【**通信作者简介】

韦 霄(1967—),男,研究员,主要从事经济植物引种驯化和珍稀濒危植物保护生物学研究,E-mail:weixiao@gxib.cn。

【引用本文】

魏识广,李茜,唐健民,等.广西木兰科植物研究进展[J].广西科学,2025,32(2):205-217.

WEI S G,LI X,TANG J M,et al. Research Progress of Magnoliaceae Plants in Guangxi [J]. Guangxi Sciences,2025,32(2):205-217.

(*Yulania denudata*) 和紫玉兰(*Y. liliiflora*) 等,还被作为传统中药材使用,具有显著的药用价值^[4]。因其独特的形态特征、广泛的用途,以及在植物系统发育与进化研究中的重要地位,近年来木兰科植物受到广泛关注。

我国有木兰科植物的众多特有类群、最原始的类群以及反映系统发育不同阶段的代表,可能是木兰科植物的现代分布中心、分化中心、保存中心及起源中心^[1]。最早、最可靠的木兰科植物大化石发现于我国吉林,刘玉壶等^[5]认为该化石比较接近于现代的拟单性木兰属(*Parakmeria*)。我国木兰科植物水平分布中心位于 20°—30°N、95°—115°E 区间,垂直分布集中于海拔 500—2 000 m 地带^[6]。据《中国植物志第三十卷 第一分册》记载,我国木兰科植物的物种丰富度中心在云南、贵州、广西、湖南、广东等地,由西南、东南地区向东北、西北地区逐渐减少^[7]。滇、桂、黔、湘、川、粤、赣、闽等南方地区凭借复杂的地形及气候条件,为木兰科植物的繁衍生息提供了适宜的环境,孕育了丰富的物种多样性^[6]。

广西是我国木兰科植物的重要分布区,其资源丰富程度仅次于云南,位居全国第二。近年来,广西木兰科植物的研究主要集中在种质资源调查、生理生态适应机制、保护遗传学和繁育技术等领域,这些研究为广西木兰科植物的资源保护和可持续利用提供了理论支撑。然而,喀斯特地区生态脆弱性的加剧与人类活动干扰的叠加,致使广西木兰科植物面临生境破碎化、种群衰退等严峻挑战。在资源保护形势日趋严峻的背景下,当前广西木兰科植物仍面临诸如分类体系不统一、地理分布数据分散、濒危机制认知不足、栖息地保护措施不完善等一系列突出问题,严重制约了其科学保护与高效利用工作的推进。基于此,本文在刘玉壶系统^[8]的基础上,参考 Flora of China 分类体系,结合广西地区木兰科植物的最新研究成果,对该表 1 广西木兰科保护及分布情况统计

类群的物种组成、分布格局、生境适应性、遗传多样性、繁育技术及保护现状等方面的研究进展进行系统整理与综合评述,并对未来广西木兰科植物在资源动态监测、分类整合、生态适应机制解析以及多途径开发利用等方向上的研究进行展望。

1 广西木兰科植物资源概况、地理分布及生境特征

1.1 资源概况及地理分布

根据《广西植物物种编目及红色名录》(2023 版)^[9]和《广西植物名录》^[10]记载,结合笔者最新野外考察数据确认,广西分布有木兰科植物 8 属 43 种(表 1),包括长喙木兰属(*Lirianthe*)、鹅掌楸属(*Liriodendron*)、木莲属(*Manglietia*)、北美木兰属(*Magnolia*)、含笑属(*Michelia*)、天女花属(*Oyama*)、拟单性木兰属和焕镛木属(*Woonyoungia*),其中有诸多的广西特有种及稀有种。据统计,桂南及桂西南地区有野生木兰科植物 5 属 22 种,其中 18 种在广西十万大山国家级自然保护区有分布;桂西及桂西北地区有野生木兰科植物 5 属 20 种,主要分布点为靖西、那坡、德保三地;桂中地区有野生木兰科植物 6 属 22 种,其中广西大瑶山国家级自然保护区和广西大明山国家级自然保护区分布的野生木兰科植物分别有 6 属 20 种和 5 属 14 种;桂北地区有野生木兰科植物 7 属 28 种,是广西野生木兰科植物分布种数最多的地区,主要分布点为广西九万山国家级自然保护区、广西元宝山国家级自然保护区及广西木论国家级自然保护区;桂东北地区有野生木兰科植物 6 属 25 种,该地区的野生木兰科植物分布种数仅次于桂北地区,主要分布点为广西花坪国家级自然保护区、广西猫儿山国家级自然保护区及广西千家洞国家级自然保护区;桂东及桂东南地区有野生木兰科植物 4 属 15 种,主要分布点为姑婆山国家森林公园^[11-12]。

Table 1 Statistics on the protection and distribution of Magnoliaceae in Guangxi

属名 Genus	种名 Species	保护状况 Conservation status	广西区内分布地 Distribution in Guangxi
<i>Lirianthe</i>	<i>Lirianthe mu- lunica</i>	Endangered (EN)	Huanjiang Maonan Autonomous County
	<i>Lirianthe championii</i>	EN	Wuming District, Long'an County, Mashan County, Fangchenggang City, Guiping City, Beiliu City, Chongzuo City, Fusui County, Daxin County, Tiandeng County, Ningming County, Longzhou County, Nandan County, Luocheng Mulam Autonomous County, Huanjiang Maonan Autonomous County

续表

Continued table

属名 Genus	种名 Species	保护状况 Conservation status	广西区内分布地 Distribution in Guangxi
	<i>Lirianthe fistulosa</i>	Vulnerable (VU)	Wuming District, Fangchenggang City, Chongzuo City, Daxin County, Ningming County, Longzhou County, Jingxi City, Napo County, Huanjiang Maonan Autonomous County
	<i>Lirianthe odoratissima</i>	National Grade II Protected Species, Critically endangered (CR)	Napo County
<i>Liriodendron</i>	<i>Liriodendron chinense</i>	National Grade II Protected Species, Least concern (LC)	Lingui District, Xing'an County, Guanyang County, Ziyuan County, Longsheng Autonomous County, Xilin County
<i>Manglietia</i>	<i>Manglietia aromatica</i>	National Grade II Protected Species, VU	Longzhou County, Baise City, Luocheng Mulam Autonomous County, Huanjiang Maonan Autonomous County
	<i>Manglietia conifera</i>	LC	Rongshui Miao Autonomous County, Lingui District, Lingchuan County, Quanzhou County, Lipu City, Ziyuan County, Longsheng Autonomous County, Fangchenggang City, Rong County, Jinxiu Yao Autonomous County, Hezhou City, Debao County
	<i>Manglietia crassipes</i>	CR	Jinxiu Yao Autonomous County
	<i>Manglietia dandyi</i>	National Grade II Protected Species, EN	Jingxi City, Napo County
	<i>Manglietia dulcoulxii</i>	VU	Longsheng Autonomous County
	<i>Manglietia fordiana</i>	LC	Wuming District, Rongshui Miao Autonomous County, Lingui District, Quanzhou County, Guanyang County, Longsheng Autonomous County, Cangwu County, Mengshan County, Shangsi County, Pingnan County, Yulin City, Debao County, Tianlin County, Xilin County, Hezhou City, Huanjiang Maonan Autonomous County, Jinxiu Yao Autonomous County, Longzhou County, Lingyun County
	<i>Manglietia forestii</i>	VU	Napo County
	<i>Manglietia grandis</i>	National Grade II Protected Species, VU	Jingxi City, Napo County
	<i>Manglietia insignis</i>	VU	Rongshui Miao Autonomous County, Lingui District, Quanzhou County, Ziyuan County, Longsheng Autonomous County, Ningming County, Luocheng Mulam Autonomous County
	<i>Manglietia kwangtungensis</i>	VU	Rongshui Miao Autonomous County, Fangchenggang City, Longzhou County, Jinxiu Yao Autonomous County, Hezhou City, Cangwu County, Zhaoping County, Zhongshan County
	<i>Manglietia oblonga</i>	Data deficient	Lingui District, Xing'an County
	<i>Manglietia ovoidea</i>	EN	Northwest Guangxi
<i>Magnolia</i>	<i>Magnolia brumescens</i>	Data deficient	Baise City, Tian'e County, Nandan County
<i>Michelia</i>	<i>Michelia angustoblonda</i>	CR	Nandan County, Huanjiang Maonan Autonomous County
	<i>Michelia balansae</i>	LC	Fangchenggang City, Long'an County, Jingxi City, Napo County
	<i>Michelia cavaleriei</i>	Data deficient	Rongshui Miao Autonomous County, Xing'an County, Longsheng Autonomous County
	<i>Michelia cavaleriei</i> var. <i>platypetala</i>	LC	Rongshui Miao Autonomous County, Lingui District, Longsheng Autonomous County

续表

Continued table

属名 Genus	种名 Species	保护状况 Conservation status	广西区内分布地 Distribution in Guangxi
	<i>Michelia chapensis</i>	Near threatened (NT)	Lingui District, Lingchuan County, Gongcheng Yao Autonomous County, Hezhou City, Debao County
	<i>Michelia crasipes</i>	EN	Sanjiang Dong Autonomous County, Quanzhou County, Xing'an County, Longsheng Autonomous County, Huanjiang Maonan Autonomous County
	<i>Michelia floribunda</i>	LC	Longsheng Autonomous County, Jinxiu Yao Autonomous County, Tianlin County
	<i>Michelia foveolata</i>	LC	Shanglin County, Lingui District, Quanzhou County, Xing'an County, Guanyang County, Longsheng Autonomous County, Fangchenggang City, Mengshan County, Rong County, Jinxiu Yao Autonomous County, Debao County, Jingxi City, Hezhou City, Napo County
	<i>Michelia fulva</i>	EN	Longzhou County
	<i>Michelia gioii</i>	National Grade II Protected Species, EN	Fangchenggang City, Rong County, Pingxiang City, Longzhou County, Jingxi City, Napo County
	<i>Michelia guangxiensis</i>	EN	Longsheng Autonomous County
	<i>Michelia leveilleana</i>	LC	Rongshui Miao Autonomous County, Lingchuan County, Shangsi County
	<i>Michelia macclurei</i>	LC	Nanning City, Rong'an County, Rongshui Miao Autonomous County, Hepu County, Lingshan County, Yulin City, Longzhou County, Luo Cheng Mulam Autonomous County, Cangwu County, Fangchenggang City
	<i>Michelia martinii</i>	VU	Lingui District
	<i>Michelia maudiae</i>	LC	Wuming District, Shanglin County, Rongshui Miao Autonomous County, Yangshuo County, Lingui District, Lingchuan County, Quanzhou County, Xing'an County, Yongfu County, Guanyang County, Longsheng Autonomous County, Ziyuan County, Gongcheng Yao Autonomous County, Qinzhou City, Pingnan County, Rong County, Hezhou City, Jinxiu Yao Autonomous County, Xiangzhou County
	<i>Michelia mediocris</i>	LC	Nanning City, Cenxi City, Cangwu County, Teng County, Hepu County, Fangchenggang City, Yulin City, Chongzuo City, Hezhou City
	<i>Michelia odora</i>	VU	Rongshui Miao Autonomous County, Sanjiang Dong Autonomous County, Yangshuo County, Lingui District, Lingchuan County, Xing'an County, Yongfu County, Longsheng Autonomous County, Cangwu County, Guigang City, Bobai County, Debao County, Jingxi City, Xilin County, Hezhou City, Longzhou County, Daxin County
	<i>Michelia shiluensis</i>	National Grade II Protected Species, EN	Jinxiu Yao Autonomous County
	<i>Michelia skinneriana</i>	LC	Rongshui Miao Autonomous County, Lingui District, Lingchuan County, Quanzhou County, Xing'an County, Longsheng Autonomous County, Jinxiu Yao Autonomous County, Hezhou City
<i>Oyama</i>	<i>Oyama sieboldii</i>	NT	Quanzhou County, Xing'an County, Ziyuan County
<i>Parakmeria</i>	<i>Parakmeria longensis</i>	VU	Rongshui Miao Autonomous County, Lingui District, Ningming County, Longsheng Autonomous County, Xiangzhou County, Jinxiu Yao Autonomous County
	<i>Parakmeria nitida</i>	VU	Wuming District, Mashan County, Shanglin County, Rongshui Miao Autonomous County, Lingui District, Lingchuan County, Guanyang County, Longsheng Autonomous County
	<i>Parakmeria omeiensis</i>	National Grade I Protected Species, CR	Wuming District, Mashan County, Shanglin County, Rongshui Miao Autonomous County, Lingui District, Lingchuan County, Longsheng Autonomous County, Xiangzhou County

续表

Continued table

属名 Genus	种名 Species	保护状况 Conservation status	广西区内分布地 Distribution in Guangxi
	<i>Parakmeria yunnanensis</i>	National Grade II Protected Species, VU	Rongshui Miao Autonomous County, Lingui District, Guanyang County, Longsheng Autonomous County, Shangsi County, Jinxiu Yao Autonomous County
<i>Woonyoungia</i>	<i>Woonyoungia septentrionalis</i>	National Grade I Protected Species, VU	Napo County, Luo Cheng Mulam Autonomous County, Huanjiang Maonan Autonomous County

1.2 生境特征

多数木兰科植物为阳性植物或半阴性树种,喜湿喜温,一般分布于热带雨林、季雨林和亚热带季风常绿阔叶林中,常见于山地沟谷、山坡下部等温暖湿润、多雾且雨水充沛的地区,其适宜生境的相对湿度通常在80%以上,年平均气温为15—26℃。木兰科植物在幼苗期需遮阴,随着树龄的增长喜光性趋强,不耐干旱瘠薄,生长土壤要求为土质疏松的酸性土壤,如红壤、赤红壤和黄壤等^[13-14]。

广西气候条件多样,且普遍温暖湿润,为木兰科植物提供了适宜的生长环境,使野生木兰科植物的种质资源得以最大限度的保存^[11]。例如,桂西北喀斯特地貌是大果木莲、大叶木莲和焕镛木等木兰科植物的主要生境,这些核心适生区具有岩石裸露率高、土壤湿度低等特征^[15]。

2 广西木兰科植物的利用价值

2.1 观赏价值

木兰科植物以其花香浓郁、色彩艳丽和树姿优美而闻名,在我国有着超过两千年的栽培历史,并在古典园林中占有一席之地^[16]。近年来,木兰科植物在园林绿化中的应用日益增多,以含笑属中的多个品种如深山含笑、阔瓣含笑和紫花含笑,以及木莲属中的红花木莲和大叶木莲等尤为突出,因其独特的芳香和观赏价值,它们成为不可或缺的景观元素^[17-18]。

广西木兰科植物种类丰富,包括高大的乔木和多样的灌木,花型多样,花色丰富,果实奇特,有叶形既似鹅掌又如马褂的鹅掌楸,嫩叶呈紫红色或黄褐色的乐东拟单性木兰,嫩叶背面及叶芽密被黄褐色绒毛的金叶含笑,花蕾狭椭圆体且被金黄色平伏柔毛的多花含笑,外轮红色、内轮白色的云南拟单性木兰,绿花的桂南木莲,白花的馨香木兰、滇桂木莲、香木莲和广东木莲等,红花的红花木莲、大果木莲、黄心夜合和乐昌含笑等^[11]。

2.2 药用价值

高甜惠等^[19]通过噻唑蓝比色法检测发现,云南拟单性木兰挥发油对金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)具有抑菌活性(抑菌圈直径9.12 mm),并在100 μg/mL浓度下对肺癌细胞有抑制作用(抑制率为63.2%),表明其具有明显的抑菌作用和抗肿瘤活性。宋晓凯^[20]对观光木的根皮、树皮、树枝和木部等部位的总化学成分进行体外多种肿瘤细胞株的抗肿瘤活性筛选,结果表明观光木上述部位提取物对多种肿瘤细胞株有不同程度的抑制作用,表明观光木具有一定的抗癌作用。据《中华本草》记载,红花木莲树皮具燥湿健脾功效,主治呕吐、泄泻及痢疾^[21];木莲果实、树皮与根皮可止咳通便,香子含笑种子则具健脾、消肿、止痛等药理作用^[22]。

2.3 经济价值

广西木兰科植物中大多数种类的花具有芳香气味,其叶、茎、树皮富含多种精油成分,如α-蒎烯、β-蒎烯、芳樟醇、香桉烯、茨烯、β-石竹烯、柠檬烯、α-侧柏烯等,因此其具有抗炎、抗菌、镇咳、祛痰、平喘、镇痛、杀虫、驱虫等功效^[23-25]。天女木兰芳香精油的主要成分为榄香烯^[26];香子含笑芳香精油的主要成分为石竹烯、去氢白菖烯、3-萜烯、香木兰烯和氧化石竹烯等^[27];云南拟单性木兰芳香精油的主要成分为α-蒎烯、β-蒎烯、月桂烯、芳樟醇、β-石竹烯等^[28];乐东拟单性木兰芳香精油的主要成分为β-蒎烯、D-柠檬烯、石竹烯、十氢-4a-甲基-1-亚甲基-7-(1-甲基乙烯基)-萜^[29]。木兰科植物所含的芳香精油成分具有较高的开发利用潜力,可为其经济价值的提升提供科学依据。

综上所述,广西木兰科植物不仅树形优美、花香馥郁,具有极高的观赏价值,而且其自身所含的药用成分及芳香精油更是赋予其显著的医药价值和经济价值。

3 广西木兰科植物基础生物学研究

3.1 系统分类

在木兰科植物的分类问题上, 各国学者所持意见并不统一。木兰科有广义木兰科和狭义木兰科两种, 广义木兰科也称 Englar 系统^[7], 是指木兰亚科 (Magnolioideae)、八角亚科 (Illicioideae)、五味子亚科 (Schisandroideae)、水青树亚科 (Tsoongioideae) 等; 而狭义木兰科是指木兰亚科和鹅掌楸亚科 (Liriodendroideae), 是由 Hutchinson^[30] 于 1921 年提出。现今在木兰科植物分类上有重要影响的主要有三大系统^[31], 分别是 Dandy 系统^[32]、刘玉壶系统^[8]、Nooteboom 系统^[33]。在 Hutchinson 的基础上, Dandy 系统将木兰科划分为木兰族 (Magnolieae) 和鹅掌楸族 (Liriodendreae), 木兰族下分为 11 个属, 鹅掌楸族则仅包含鹅掌楸属。中国学者刘玉壶在 Dandy 系统的基础上增加了一些新属, 之后又不断修改, 形成了 2 亚科 2 族 5 亚族 16 属的分类体系。Figlar 和 Nooteboom 将木兰亚科下所有的属都归并至木兰属中, 并且将木兰科分为木兰属和鹅掌楸属两个属, 是为 Nooteboom 系统。中国学者在木兰科植物的分类上广泛采用刘玉壶系统。

综上所述, 木兰科植物系统分类上的主要分歧在于属间和属内的划分界定。尽管解剖学、形态学、细胞学、分子生物化学和遗传学等为木兰科植物的分类提供了许多技术手段, 但是各国学者在木兰科植物的分类上仍意见不一。笔者认为属与属间的界定不应局限于单一的分类技术, 应结合多种学科来综合考虑。因此, 制定一个国际统一的木兰科分类系统对木兰科植物尤为重要。

3.2 遗传多样性

目前, DNA 分子标记技术已成为研究木兰科植物遗传多样性的重要工具, 被广泛用于木兰科植物亲缘关系解析、种间分类以及濒危物种保护等方面。李龙梅等^[34] 利用简单序列重复区间 (Inter-Simple Sequence Repeats, ISSR) 分子标记技术对广西境内的 6 个鹅掌楸野生群体进行分析探讨, 结果表明广西境内的鹅掌楸野生群体具有较丰富的遗传多样性, 并推测在种群规模较小且生境片段化的情况下, 鹅掌楸仍能保持较丰富的遗传多样性, 可能与其高度异交的繁殖策略有关。曾丽艳^[35] 利用扩增片段长度多态性 (Amplified Fragment Length Polymerphism, AFLP) 分子标记研究了焕镛木 13 个居群的遗传多

样性, 发现同其他濒危木本植物相比, 焕镛木在物种水平和居群水平上的遗传多样性较低, 这与林燕芳^[36] 利用简单重复序列 (Simple Sequence Repeat, SSR) 检测得出焕镛木具有较高遗传多样性水平、种群间遗传分化较低的研究结果有差异, 这可能是由于所用的分子标记不同所引起的。

当前, 广西木兰科植物的遗传多样性研究主要采用 ISSR、SSR 和单核苷酸多态性 (Single Nucleotide Polymorphisms, SNP) 等 DNA 分子标记技术。虽然这些技术能有效检测广西木兰科植物的遗传多样性, 但是不同标记技术对遗传变异的解析层次各异, 且尚未与生态学研究、表型多样性分析及功能基因探讨相结合, 缺乏对生态适应性相关功能基因及其分子调控机制的系统研究。此外, 当前研究多集中于单物种或局部种群之间的比较, 尚未系统阐明木兰科植物不同属、种间的系统发育关系, 探明物种形成与濒危机制的分子基础。因此, 未来应进一步整合多分子标记技术, 并结合高通量测序、基因组学及生物信息学工具, 深入解析广西木兰科植物的遗传多样性与遗传结构, 为阐释适应性进化规律及制定精准保护策略提供支撑。

3.3 种群结构特征

通过分析植物种群结构, 可评估其种群的稳定性与更新能力, 进一步揭示影响种群动态的环境因子及其交互作用机制, 并量化龄级配置对种群更新的贡献^[37-38]。当前广西木兰科植物的种群结构研究较匮乏, 仅集中于个别物种。汪国海等^[39] 研究表明焕镛木种群中有大量低龄级幼苗个体储备, 但幼苗数量随着龄级的增加而逐渐降低, 表现出典型的倒“J”型龄级结构。柴勇等^[40] 对馨香木兰的种群结构特征进行研究, 认为馨香木兰为增长型种群, 但大部分植株处于幼苗、幼树阶段, 自我更新困难。

3.4 生理生态与胁迫响应

3.4.1 光合特性

在光合特性的研究上, 刘金炽等^[41] 认为观光木幼苗在 72.3% 的透光率下呈现最佳的生长态势, 其光饱和点和光补偿点随遮阴的增强而递减, 因此人工育苗时需适度遮阴, 以免全光照或过弱光照限制幼苗株高及地径的增长。韦鹏飞等^[42] 研究表明, 云南拟单性木兰幼苗具有喜光习性, 遮阴处理显著抑制幼苗生长, 其地径与苗高在全光照条件下增长速率最大。潘李泼等^[43] 测定香木莲幼苗和成年植株叶片的光照与 CO₂ 浓度响应曲线, 结果表明香木莲成年植株的

光响应参数、 CO_2 响应参数、叶片参数和光合色素参数均显著高于幼苗,且成年植株对强光的利用能力优于幼苗,而幼苗对弱光的利用能力较强。

木兰科植物在不同生长阶段对光照的需求存在差异,但目前对广西木兰科植物光合特性的研究多集中于幼苗阶段,对成年植株的研究相对不足,因此广西木兰科植物光合特性的研究仍需进一步加强。

3.4.2 胁迫研究

气候变化加剧导致的非生物胁迫会抑制植物生长发育,甚至引发死亡^[44],而植物在面对逆境胁迫时会在形态结构、细胞功能和生理代谢等多个层面作出响应调整^[45-46]。

3.4.2.1 盐分胁迫

作为全球性生态胁迫因素之一,土壤盐渍化可抑制种子萌发并干扰作物生长发育,导致其生产力显著下降^[47]。谢安德^[48]对观光木的抗盐性进行研究,结果表明其生长量随盐浓度的增加而下降,当盐浓度为 0.8% 时,苗木生长量比对照组下降 32.17%。岑百花等^[49]从盐胁迫对乐东拟单性木兰生长和生理特性的影响研究中也得出类似的规律,认为随着盐浓度的提高,叶绿素的含量随之降低,而脯氨酸和可溶性糖的含量则表现出先升后降的变化趋势,其中可溶性糖在盐浓度为 0.4% 时达到最大值(2.634 $\mu\text{g}/\text{mL}$)。

3.4.2.2 重金属胁迫

城市化和工业化进程加剧土壤重金属污染^[50],引起植物体内重金属富集,抑制植物的生长发育,并经食物链危害人类的健康^[51]。谢安德^[48]认为一定浓度的镉对观光木苗木的生长起促进作用,在 10 mg/mL 时促进作用最明显,但高浓度的镉却会抑制其生长。孙小艳等^[52]研究表明,不同种源鹅掌楸在镉胁迫下均表现出生长受抑、叶绿素含量下降、丙二醛积累及抗氧化酶活性升高等现象,但各指标的变化幅度和趋势因种源而异。宋庆安等^[53]研究发现,白玉兰在轻度污染土壤中光合能力最强,其次为无污染土壤,在重度污染土壤中最弱,表明重金属污染会抑制光合作用,且随污染的加重而增强。黄筱涵等^[54]研究发现,厚朴对铅、锌胁迫具有较强的耐受性,具备修复铅、锌污染土壤的应用潜力。

3.4.2.3 干旱胁迫

干旱是阻碍植物生长的重要因子之一,主要影响植物的表型特征、生理代谢和基因表达^[55-56]。周传明等^[57]研究表明,随着干旱程度的加深,香木莲叶片的蒸腾速率、含水率、叶绿素含量、气孔导度都随之下

降,而对这些指标进行调节可以防止香木莲体内的水分流失,从而使其能够适应干旱环境。卢志锋等^[58]对不同干旱条件下焕镛木的生长特性及光合特性进行研究,结果显示随着干旱程度的加剧,焕镛木的叶绿素含量、叶片含水率和气孔导度等都出现不同程度的下降,但仍可维持基本的光合功能,而其在干旱胁迫解除后呼吸代谢恢复较快,表明其抗旱性较弱但具有较强的恢复潜力。

3.5 繁育系统

生态破坏与过度利用致使广西木兰科植物许多种类趋于濒危,且其亮色种子易被野生动物取食,使其自然繁殖受到限制,这进一步加剧了该种群的濒危程度。

3.5.1 种子繁殖

种子繁殖具有贮藏、运输、播种方便,可培育新品种等优点,木兰科植物一般以种子繁殖为主^[59]。李宗艳等^[60]以大果木莲种子为材料进行萌发研究,结果表明冷藏 1 个月的种子在较佳萌发温度 25 $^{\circ}\text{C}$ /15 $^{\circ}\text{C}$ (昼/夜)下,种子萌发率仅为 21.33%;800 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 赤霉素处理可使种子萌发率超过 53%,且不同温度条件下萌发率差异不显著;赤霉素处理能有效提高非萌发适温下种子的发芽指数,而对萌发适温条件下的发芽指数提升作用不显著,表明其主要通过加快萌发速度、提高萌发整齐度来发挥作用。周佑勋等^[61]研究发现阔瓣含笑种子具有休眠期,可分别通过室温层积 80 d、低温(5 $^{\circ}\text{C}$)层积 120 d 或 300 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 赤霉素浸泡 48 h 3 种方式来解除休眠,且阔瓣含笑种子的最适发芽条件为恒温 30 $^{\circ}\text{C}$ 的黑暗环境。

3.5.2 扦插繁殖

扦插繁殖技术较其他无性繁殖技术具有操作简单、不受树种限制、繁殖速度快等优点^[62]。由于木兰科植物的种子易腐烂且休眠期长^[63],扦插繁殖技术对其快速繁殖有积极作用。王诗萌^[64]对醉香含笑嫩枝的扦插繁殖技术进行研究发现,泥炭土基质是醉香含笑嫩枝扦插生根的最佳基质,且不同粗度插穗生根情况差异显著,直径 0.15—0.25 cm 的插穗生根率最高。孙银祥等^[65]对乐昌含笑进行不同树龄母株、不同比例生根粉、不同扦插季节的扦插试验研究,结果表明,2—3 年生母株插穗的生根率比 7—10 年生母株插穗高 18.5%;在不同比例生根粉处理中,300 $\times 10^{-6}$ 浓度浸泡 2 h 的处理效果最佳,插穗生根率达 91.6%,比对照组高 16.6%;在不同季节扦插中,秋

稍春插的生根效果较优。

3.5.3 嫁接繁殖

嫁接具有成本低、速度快、繁殖系数高和苗木整齐等优点。由于木兰科树种源稀少、采种困难、种子发芽率低且扦插繁殖不易生根,嫁接成为一种可行的无性繁殖手段^[66]。周成敏等^[67]以两年生厚朴实生苗为砧木、不同种源厚朴优树枝条为接穗进行嫁接试验,结果发现广西融水的嫁接苗叶片生长较好。杨力颖等^[68]通过大量的试验表明,以望春玉兰为砧木采取劈接的方式,在 2—3 月进行嫁接时,红花木莲、大叶木莲和光叶拟单性木兰的嫁接成活率较高,显示出良好的嫁接亲和性与季节适应性。

3.5.4 组织培养繁殖

组织培养是解决植物自然繁殖能力弱的有效方法之一。杨梅等^[69]以焕镛木的种子和带有腋芽的茎段为外植体,探讨消毒剂种类、消毒时长以及培养基配方对焕镛木不定芽诱导及愈伤组织形成的影响,结果表明种子外植体以 37% NaClO 10 min + 0.1% HgCl₂ 10 min 的消毒效果最佳,带有腋芽的茎段作为外植体时以 75% 乙醇 50 s + 0.1% HgCl₂ 18 min 的消毒效果最好;培养基 Murashige and Skoog medium (MS) + 2.0 mg/L 6-苄氨基嘌呤 + 2.0 mg/L 激动素 + 0.5 mg/L 2,4-二氯苯氧乙酸可以有效诱导腋芽和愈伤组织的生长。陈丽华等^[70]利用不同植物生长调节剂对鹅掌楸的组织培养进行研究,结果表明赤霉素对鹅掌楸继代芽苗的增殖有不利影响;在细胞分裂素浓度相同的条件下,萘乙酸比吲哚乙酸更有利于鹅掌楸的继代增殖。

综上所述,广西木兰科植物的繁殖技术研究虽然已取得初步进展,但是涉及物种较少,研究覆盖面仍显不足。当前,该科植物在有性繁殖中普遍存在发芽率低、种源短缺等问题,而常规无性繁殖方式又存在扦插繁殖生根困难、嫁接繁殖难以满足工厂化育苗需求等局限^[71-72]。相比之下,组织培养对自然环境条件和空间依赖较小,是一种可高效利用有限资源、大规模繁育苗木的有效手段^[73],是推进广西木兰科植物种质资源保存及开发利用的有效途径,因此需继续深入对广西木兰科植物濒危种类的组培快繁研究。

4 濒危机制

植物濒危机制分为内部因素和外部因素,其中,内部因素包括遗传、繁殖和生态学等多个方面,直接影响物种的繁衍状况和生存能力;外部因素则包括自

然因素和人为因素,影响物种的生物体健康和生存空间^[74]。因此,本文在梳理相关文献资料的基础上,从种群规模与生境、遗传多样性水平、有性繁殖特征及天然更新能力 4 个方面,对广西木兰科濒危植物的濒危机制进行系统分析。

4.1 种群规模小、生境敏感

广西木兰科植物部分濒危物种呈零散分布状态,常见于山谷常绿阔叶林、路边或农田村落旁,多以带状或斑块状的形式存在,居群之间存在明显的地理隔离,生境敏感度高,抗干扰能力弱^[75]。一些广西木兰科植物如大果木莲、粗梗木莲因树干通直、冠形饱满,花香沁人心脾,常遭非法盗伐;另外,大叶木莲、大果木莲、云南拟单性木兰、观光木及鹅掌楸等物种作为优质用材树种长期被过度采伐,以及人类的频繁活动使其赖以生存的环境遭到严重破坏,导致其野生种数量减少^[6]。另外,广西木兰科濒危植物中多为我国特有种,例如广西特有植物粗梗木莲、广西含笑和喀斯特专性植物木论木兰、大果木莲、狭叶含笑、棕毛含笑、焕镛木等^[76],这些物种分布范围狭窄、种群规模小,一旦遭遇生境破坏、资源掠夺或极端气候事件,则可能面临区域性甚至整体灭绝的风险,保护形势严峻。

4.2 遗传多样性水平复杂

传统观点认为,濒危物种往往具有较低的遗传多样性,如杨晓娟等^[77]利用 trnL-trnF 序列对广西香木莲不同种源叶绿体基因组进行分析,结果显示其具有较低的遗传多样性。然而,近年有研究发现一些广西木兰科植物濒危物种实际上仍保持着较高的遗传多样性,如鹅掌楸^[34]、观光木^[78]、大果木莲^[79]等,因此这些物种濒危的原因仍有待进一步考证。

4.3 有性繁殖困难

广西木兰科植物一般以有性繁殖为主,但部分物种有性繁殖困难,这是造成其濒危的重要原因之一。例如,鹅掌楸开花时其雄蕊先成熟,而且植株分散使得异花授粉困难,导致大多数种子为瘪粒;拟单性木兰属因其雄蕊先成熟,且两性花植株少,因此结实率低^[6];部分广西木兰科植物种子如厚朴、玉兰的红色假种皮富含油脂,当去除红色假种皮后,其内种皮表面常常会覆盖一层油脂,阻止了种子吸水,影响其发芽^[80]。

4.4 天然更新能力低

广西木兰科濒危植物中大多数物种天然更新能力较差,更新困难,比如鹅掌楸、香木莲、香子含笑和

云南拟单性木兰等^[6]。其中,鹅掌楸天然种群中幼龄与老龄个体严重缺乏,导致整个种群的更新与发展困难^[81];观光木种群在群落中结实率不高,小苗和幼树数量较少,在更新演替过程中容易出现断层现象,未来种群存在衰退的风险^[82]。

5 广西木兰科植物保护

5.1 保护理念

近年来,随着极小种群野生植物概念的提出,极小种群野生植物的生物多样性研究逐渐成为热点问题,对我国生态文明建设和生物多样性保护具有重要意义^[83]。极小种群野生植物保护的概念主张以种群为基本保护单元,动态管理、调整种群数量和结构,以实现种群稳定发展的目标,这为木兰科植物濒危物种保护提供了科学指导^[84]。

5.2 保护策略

5.2.1 全面加强木兰科植物相关学科研究

目前广西木兰科植物只有个别物种的研究较为丰富,仍有如卵果木莲、棕毛含笑、长柄含笑和滇桂木莲等物种的研究处于空白,这给物种的保护增加了难度。另外,当前关于广西木兰科植物濒危种群的系统性研究较为薄弱,尤其是种群动态、濒危机制及保护策略等方面。因此,必须加大濒危木兰科植物生态学和保育生物学方面的研究,包括种群结构分析、遗传多样性评估、适应性管理措施以及濒危机制探讨等重点领域,这样不仅有助于了解濒危物种的生存现状与种群动态,而且可为科学保护措施的制定提供基础数据支持。在此基础上,改进繁育技术并推广,从而提高濒危植物的繁殖成功率,扩大其野外种群规模。同时,深入开展生物多样性研究,深刻了解广西木兰科植物在生态系统中的功能角色及其面临的主要威胁,从而为系统性保护提供理论依据与实践指导。

5.2.2 加强就地保护和迁地保护

保护濒危植物需采取就地保护与迁地保护协同策略。就地保护旨在维持物种原生栖息地的生态完整性,保障其在自然状态下的正常更新与种群延续。针对广西木兰科植物分布零散、栖息地破碎的特点,应设立自然保护区及极小种群野生植物保护小区,构建连通的保护区网络,以减缓栖息地破碎化的影响,同时还应辅以科学监测管理以防人为破坏和自然灾害。对在栖息地严重退化的物种,通过迁地保护可在植物园模拟其原生环境以保障其生存,并同步开展繁殖研究为其未来回归奠定基础。就地保护与迁地

保护二者结合可有效维持种群活力,促进物种长期存续。

5.2.3 完善法律法规并加强宣传教育

保护濒危野生植物需全社会协同参与。政府及机构应依托地区文化及自然特色,开展主题展览、公益讲座等科普活动,强化公众对濒危野生植物生态价值的认同;同时完善法律法规并严格执法,严打非法采挖行为,强化监管机制,推动保护理念深入人心,凝聚全民守护共识。

6 展望

尽管木兰科植物具有重要的科研价值与观赏价值,但是目前相关研究仍不够系统和深入,尤其是分类学方面,尚存在多个并行使用的分类体系,缺乏统一标准,影响了木兰科植物研究的规范性与可比性。此外,我国栽培木兰科植物已有约 2 500 年的历史,但是许多本土种类仍以外国学者命名,反映出我国在分类与系统研究上起步相对较晚。因此,未来应推动建立统一的国际分类体系,提升木兰科植物研究的科学性与权威性。同时,还应加强与国际研究机构的交流合作,提升我国在木兰科植物分类、保护与利用等领域的话语权和影响力。

针对广西木兰科植物在遗传多样性、群落特征、光合生理、胁迫响应及繁育技术等方面的研究不足,建议未来的研究从以下 4 个方面入手。

(1)开展资源系统调查与动态监测研究,夯实保护利用基础。通过系统调查,全面掌握广西木兰科植物的物种多样性、分布格局及资源现状,为后续保护与合理利用提供科学的数据支撑;整合先进技术手段,如结合量子传感技术和高分辨率遥感技术,实现对木兰科植物“地上-地下”生长状况的协同监测,特别是在喀斯特山区,可有效观察根系变化情况及群落动态,为木兰科植物的物种保护、生态恢复及土地管理提供精准的信息支持。

(2)拓展环境适应与抗逆机制研究,强化保护理论基础。目前,广西木兰科植物研究在物种资源评价、形态特征分析及生理生态与遗传多样性方面已取得一定的成果,但在深入探讨其环境适应机制、抗逆相关基因的表达调控及信号转导等分子水平方面的研究仍显不足。未来可利用多种分子生物学方法,深入探究濒危木兰科植物在逆境胁迫下的生理响应与遗传调控机制,为广西木兰科植物的科学保护与种群恢复提供更坚实的理论支撑。

(3)推动系统比较研究,强化种属间综合认知。目前广西木兰科植物种属之间的研究较为独立,缺乏系统性的比较研究。在今后的研究中,应更加注重种属之间的共性和差异性研究,通过跨学科交叉研究手段,增加广西木兰科植物研究的广度和深度。

(4)构建“三维基因组-环境互作-表观调控”多维综合研究框架,完善广西木兰科植物的分类体系。尽管当前基于分子系统学的研究已初步建立了较为清晰的木兰科植物系统发育关系,但是独特的喀斯特地貌会导致同一物种在不同分布地出现生理形态不同的情况,或者不同物种因为环境相似进化出类似特征的问题,因此木兰科植物分类仍然比较混乱,需要构建“三维基因组-环境互作-表观调控”多维综合研究框架,以揭示喀斯特逆境下趋同进化对传统分类的干扰,并结合环境基因组学重新界定形态相似但生态型差异显著的隐存种。

参考文献

- [1] 姜景民,盛能荣. 试论我国木兰科植物濒危现状及其保护利用[J]. 浙江林业科技, 1997, 17(5): 54-58, 63.
- [2] 国家林业和草原局, 农业农村部. 国家重点保护野生植物名录[EB/OL]. (2021-09-08)[2024-11-19]. <https://www.forestry.gov.cn/search/11057>.
- [3] 方晓晨,王盼,张雪莹,等. 浙江木兰科野生观赏植物资源及评价[J]. 热带作物学报, 2018, 39(8): 1513-1518.
- [4] 广西科学院广西植物研究所. 广西植物志: 第一卷 种子植物[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 1991: 74-76.
- [5] 刘玉壶,夏念和,杨惠秋. 木兰科(Magnoliaceae)的起源、进化和地理分布[J]. 热带亚热带植物学报, 1995, 3(4): 1-12.
- [6] 闫双喜,李永华,位凤宇. 中国木兰科植物的地理分布[J]. 武汉植物学研究, 2008, 26(4): 379-384.
- [7] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第三十卷 第一分册[M]. 北京: 科学出版社, 1996: 85-106.
- [8] 刘玉壶,曾庆文,周仁章,等. 中国木兰[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 2004.
- [9] 韦毅刚. 广西植物物种编目及红色名录(2023版)[M]. 北京: 中国林业出版社, 2023: 95-98.
- [10] 覃海宁,刘演. 广西植物名录[M]. 北京: 科学出版社, 2010: 52-55.
- [11] 梁桂友,温放,韦毅刚. 广西野生木兰科植物种质资源及其园林应用[J]. 北方园艺, 2012, 36(10): 117-122.
- [12] 黄仁征,李秀娟,李光照. 广西野生花卉资源的研究[J]. 广西植物, 2003, 23(5): 414-419.
- [13] 余朝霞,俞文仙,方志尚,等. 木兰科植物引种调查和分析[J]. 浙江林业科技, 2003, 23(3): 23-27.
- [14] 郑珂媛. 亮叶木莲等珍稀木兰科植物组织培养技术研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2017.
- [15] 汪国海. 喀斯特生境中单性木兰种群更新特征及动物对其种子的传播作用[D]. 南京: 南京林业大学, 2020.
- [16] 孙起梦,刘兴剑,汤诗杰. 南京木兰科观赏植物引种调查及适应性评价[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(23): 9967-9969.
- [17] 姜卫兵,曹晶,李刚,等. 我国木兰科观赏新树种的开发及在园林绿化中的应用[J]. 上海农业学报, 2005, 21(2): 68-73.
- [18] 李江伟,刘雪英,肖志飏,等. 木兰科植物引种适应研究及其园林景观评价[J]. 林业资源管理, 2020(4): 161-168.
- [19] 高甜惠,李晓储,何冬宁,等. 云南拟单性木兰挥发物质及其抗肿瘤和抑菌活性初步研究[J]. 中国野生植物资源, 2006, 25(4): 44-46.
- [20] 宋晓凯. 观光木化学成分及抗癌活性的研究[D]. 沈阳: 沈阳药科大学, 2001.
- [21] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2005.
- [22] 木楠,朱开甫,董君,等. 木兰科植物在世界民族医药中的应用[J]. 安徽农业科学, 2023, 51(23): 17-24, 47.
- [23] 木楠,朱开甫,董君,等. 木兰科植物精油的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2022, 50(3): 1-7.
- [24] 张东峰. 植物精油的研究开发新进展[J]. 河北化工, 2008, 31(2): 10-12, 40.
- [25] 国家医药管理局中草药情报中心站. 植物药有效成分手册[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1986.
- [26] 吴生海,孙广仁,王玉莹,等. 天女木兰叶精油化学成分分析及抗氧化活性[J/OL]. 分子植物育种, 2023[2024-11-13]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20230403.1313.010.html>.
- [27] 闫浩,徐雪峰,杜金凤. 香子含笑叶挥发油 GC-MS 分析及抗菌性研究[J]. 农学学报, 2019, 9(3): 56-60.
- [28] 郝小燕,余珍,田成国. 云南拟单性木兰精油化学成分的研究[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2000, 18(2): 17-18.
- [29] 陈炳华,王明兹,刘剑秋. 乐东拟单性木兰花部挥发油的化学成分及其抑菌活性[J]. 武汉植物学研究, 2002, 20(3): 229-232.
- [30] HUTCHINSON J. The family Winteraceae [J]. Bulletin of Miscellaneous Information (Royal Gardens, Kew), 1921, 1921(5): 185-191.
- [31] 李捷. 木兰科植物的分支分析[J]. 云南植物研究, 1997, 19(4): 342-356.
- [32] DANDY J E. The genera of Magnolieae [J]. Bulletin of Miscellaneous Information (Royal Gardens, Kew),

- 1927, 1927(7):257.
- [33] NOOTEBOOM H P. Notes on Magnoliaceae with a revision of *Pachylarnax* and *Elmerrillia* and the Malesian species of *Manglietia* and *Michelia* [J]. Blumea: Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants, 1985, 31(1):65-121.
- [34] 李龙梅, 石晓蒙, 蒋维昕, 等. 广西境内马褂木天然群体遗传多样性的 ISSR 分析[J]. 广西植物, 2017, 37(1): 22-28.
- [35] 曾丽艳. 单性木兰的遗传多样性研究[D]. 桂林: 广西师范大学, 2007.
- [36] 林燕芳. 利用微卫星分子标记检测单性木兰的种群遗传结构与基因流[D]. 桂林: 广西师范大学, 2012.
- [37] PAUL A, KHAN M L, DAS A K. Population structure and regeneration status of rhododendrons in temperate mixed broad-leaved forests of western Arunachal Pradesh, India [J]. Geology, Ecology, and Landscapes, 2019, 3(3):168-186.
- [38] 余金辉, 罗家旺, 杨云, 等. 文山国家级自然保护区老君山片区长蕊兰种群结构与动态分析[J]. 林业建设, 2024, 42(1):1-7.
- [39] 汪国海, 潘扬, 覃国乐, 等. 喀斯特生境中濒危植物单性木兰种群结构及空间分布格局研究[J]. 林业科学研究, 2021, 34(3):81-87.
- [40] 柴勇, 孟广涛, 武力, 等. 馨香木兰所处植物群落的物种多样性及其种群结构特征研究[J]. 西部林业科学, 2008, 37(3):46-50.
- [41] 刘金炽, 招礼军, 朱栗琼. 遮阴对三种木兰科幼苗生长和光合特性的影响[J]. 广西植物, 2020, 40(8):1159-1168.
- [42] 韦鹏飞, 严理, 秦武明, 等. 不同透光度下云南拟单性木兰生长及生理特性[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(17): 147-151.
- [43] 潘李泼, 唐健民, 江海都, 等. 濒危植物香木莲幼苗与成年植株叶片光合作用及结构比较[J/OL]. 分子植物育种, 2023 [2024-11-19]. <https://link.cnki.net/urlid/46.1068.S.20231024.1320.004>.
- [44] 沈徐悦, 金荷仙, 陈蓉蓉, 等. NaCl 胁迫对 3 种木兰科植物幼苗叶片部分生理指标的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2020, 29(4):75-77.
- [45] RODZIEWICZ P, SWARCEWICZ B, CHMIELEWSKA K, et al. Influence of abiotic stresses on plant proteome and metabolome changes [J]. Acta Physiologiae Plantarum, 2014, 36(1):1-19.
- [46] BARI R, JONES J D G. Role of plant hormones in plant defence responses [J]. Plant Molecular Biology, 2009, 69(4):473-488.
- [47] PARK H J, KIM W Y, YUN D J. A role for GIGANTEA: keeping the balance between flowering and salinity stress tolerance [J]. Plant Signaling & Behavior, 2013, 8(7):e24820.
- [48] 谢安德. 观光木和山白兰苗木的耐盐性与耐镉性研究[D]. 南宁: 广西大学, 2012.
- [49] 岑百花, 李远发, 刘卫伟, 等. 盐胁迫对乐东拟单性木兰幼苗生长和生理特性的影响[J]. 广西农业科学, 2009, 40(5):486-489.
- [50] PECINA V, BRTNICKÝ M, BALTAZÁR T, et al. Human health and ecological risk assessment of trace elements in urban soils of 101 cities in China: a meta-analysis [J]. Chemosphere, 2021, 267:129215.
- [51] 戴彬, 吕建树, 战金成, 等. 山东省典型工业城市土壤重金属来源、空间分布及潜在生态风险评价[J]. 环境科学, 2015, 36(2):507-515.
- [52] 孙小艳, 吴照祥, 郭雄昌, 等. 不同种源中国马褂木镉响应差异及其耐镉能力评估[J]. 植物科学学报, 2021, 39(6):663-671.
- [53] 宋庆安, 李志辉, 童方平, 等. 白玉兰光合生理特性对镉矿区土壤复合重金属胁迫的响应[J]. 中国农学通报, 2008, 24(10):286-290.
- [54] 黄筱涵, 宋思情, 龙丽君, 等. 铅锌胁迫对凹叶厚朴幼苗生长及铅锌积累的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2023, 49(6):667-674.
- [55] KAUSHAL M, WANI S P. Rhizobacterial-plant interactions: strategies ensuring plant growth promotion under drought and salinity stress [J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2016, 231:68-78.
- [56] 许彩丽, 周易灿森, 谢乔颖, 等. 干旱胁迫对箭叶淫羊藿生长特性及相关生理生化指标的影响[J]. 特产研究, 2020, 42(4):44-49.
- [57] 周传明, 覃德文, 秦武明, 等. 不同干旱条件下香木莲的光合特性[J]. 东北林业大学学报, 2015, 43(7):47-50.
- [58] 卢志锋, 聂珍臻, 蓝学, 等. 不同干旱条件下焕镛木的生长及光合特性[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(10):236-239.
- [59] 白红娟. 大果木莲繁殖技术研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2016.
- [60] 李宗艳, 肖娟. 大果木莲种子萌发及其生理特性[J]. 东北林业大学学报, 2016, 44(3):37-41.
- [61] 周佑勋, 胡春姿. 阔瓣含笑种子休眠生理的初步研究[J]. 林业科技通讯, 1990(8):7-11.
- [62] 贾志远, 葛晓敏, 唐罗忠. 木本植物扦插繁殖及其影响因素[J]. 世界林业研究, 2015, 28(2):36-41.
- [63] KONÔPKOVÁ J, KOŠŮTOVÁ D, FERUS P. Genotype-specific requirements for *in vitro* culture initiation

- and multiplication of *Magnolia taxa*[J]. *Folia Oecologica*, 2020, 47(1): 34-44.
- [64] 王诗萌. 醉香含笑嫩枝扦插繁殖技术的研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2016.
- [65] 孙银祥, 张建忠, 王逢奎, 等. 乐昌含笑扦插繁殖技术[J]. *浙江林业科技*, 2004, 24(5): 24-26.
- [66] 王亚玲, 张寿洲, 巫锡良, 等. 木兰科植物的无性繁殖[J]. *中国野生植物资源*, 2004, 23(3): 56-58.
- [67] 周成敏, 谭美, 刘均跃, 等. 厚朴种源嫁接保存试验研究[J]. *吉林林业科技*, 2019, 48(1): 7-11.
- [68] 杨力颖, 夏俊华. 木兰科植物的嫁接繁殖及其在园林中的应用[J]. *北京农业*, 2013(15): 65-66.
- [69] 杨梅, 刘畅, 向梦迪, 等. 濒危植物单性木兰外植体启动培养[J]. *现代园艺*, 2017, 13(7): 3-4.
- [70] 陈丽华, 杨娟, 徐艳霞, 等. 不同植物生长调节剂组合对马褂木继代增殖的影响[J]. *南方农业*, 2014, 8(15): 107-108.
- [71] 张果, 朱忠荣, 韩堂松, 等. 乐东拟单性木兰(*Parakmeria lotungensis*)古树种质资源保存技术研究[J]. *种子*, 2016, 35(2): 55-58.
- [72] 王欢, 杜悦, 王子明, 等. 天女木兰嫩枝扦插繁殖技术[J]. *林业科技*, 2013, 38(4): 45-47.
- [73] 孟倩羽, 伍虹雨, 沈鹏, 等. 竹类植物组织培养及遗传转化研究进展[J/OL]. *分子植物育种*, 2023[2024-11-19]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail//46.1068.S.20230118.1408.001.html>.
- [74] 谭玉明. 基于转录组学的松属白皮松亚组的濒危机制研究[D]. 南昌: 江西农业大学, 2024.
- [75] YAO W H, FAN Y, WANG Z H, et al. Diversity and geographic distribution patterns of wild Magnoliaceae species in China [J]. *Sustainability*, 2024, 16 (21): 9448.
- [76] 韦毅刚. 广西本土植物及其濒危状况[M]. 北京: 中国林业出版社, 2019: 76-80.
- [77] 杨晓娟, 苗艺明, 韦秋思, 等. 基于 trnL-trnF 序列的广西香木莲遗传多样性分析[J/OL]. *分子植物育种*, 2023[2024-11-19]. <https://kns.cnki.net/kcms2/detail/46.1068.s.20230727.1407.002.html>.
- [78] 黄芳芳. 观光木 SSR 遗传多样性分析[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2015.
- [79] 陈少瑜, 韩燕, 吴涛, 等. 木兰科濒危植物大果木莲遗传多样性的 ISSR 分析[J]. *福建林学院学报*, 2010, 30(1): 56-60.
- [80] 马小英, 焦根林. 木兰科植物种子繁殖研究概况[J]. *种子*, 2009, 28(10): 54-57, 63.
- [81] 罗西, 郭秋菊, 姚兰, 等. 濒危植物鹅掌楸的天然种群结构特征[J]. *中南林业科技大学学报*, 2021, 41(7): 115-123.
- [82] 何方中, 韦凤威, 刘莉, 等. 广西西大明山自然保护区观光木群落特征研究[J]. *农业科学研究*, 2023, 44(1): 46-51.
- [83] 许玥, 臧润国. 中国极小种群野生植物保护理论与实践研究进展[J]. *生物多样性*, 2022, 30(10): 84-105.
- [84] 杨文忠, 向振勇, 张珊珊, 等. 极小种群野生植物的概念及其对我国野生植物保护的影响[J]. *生物多样性*, 2015, 23(3): 419-425.

Research Progress of Magnoliaceae Plants in Guangxi

WEI Shiguang¹, LI Xi^{1,2}, TANG Jianmin², FENG Shuo^{1,2}, HE Guohua^{2,3}, LU Li^{1,2},
ZOU Rong², WEI Xiao^{1,2,3,*}

(1. Key Laboratory of Ecology of Rare and Endangered Species and Environmental Protection (Guangxi Normal University), Ministry of Education, Guangxi Normal University, Guilin, Guangxi, 541006, China; 2. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi, 541006, China; 3. College of Tourism and Landscape Architecture, Guilin University of Technology, Guilin, Guangxi, 541006, China)

Abstract: Magnoliaceae, as a primitive family among extant angiosperms, holds significant scientific value for studies on the origin, development, and evolution of angiosperms. Guangxi is particularly rich in Magnoliaceae resources, harboring 43 species belonging to 8 genera, which include many rare and endemic taxa. This review provides a comprehensive overview of the research progress in the species distribution, habitat characteris-

tics, taxonomic systems, photosynthetic physiology, genetic diversity, and reproductive techniques of Magnoliaceae in Guangxi. It highlights that species distribution is significantly influenced by topography and climate, and different species exhibit distinct adaptive traits and genetic structures. However, plants of this family in Guangxi currently face considerable threats such as habitat fragmentation and intense human disturbances, with insufficient studies on the propagation and utilization of some endemic and endangered species. On the basis of the current research, suggestions including strengthening resource monitoring, expanding research on environmental adaptation and stress resistance mechanisms, promoting systematic comparative analyses across genera and species, and establishing a multidimensional integrated research framework are proposed, aiming to provide a scientific basis for the conservation and sustainable use of Magnoliaceae resources in Guangxi.

Key words: Magnoliaceae in Guangxi; conservation biology; genetic diversity; endangered mechanism

责任编辑:米慧芝



微信公众号投稿更便捷

联系电话:0771-2503923

邮箱:gxkx@gxas.cn

投稿系统网址:<http://gxkx.ijournal.cn/gxkx/ch>