热带亚热带植物学报
JOURNAL OF TROPICAL AND SUBTROPICAL BOTANY

珍稀濒危植物长梗木莲萃取物的抗肿瘤、抗炎及抗氧化活性研究

覃俏梅, 林秀灵, 钟奇锋, 赵彤, 赖佳漾, 谭海波, 余中华

引用本文:
覃俏梅, 林秀灵, 钟奇锋, 等. 珍稀濒危植物长梗木莲萃取物的抗肿瘤、抗炎及抗氧化活性研究[J]. 热带亚热带植物学报, 2025, 33(6): 693–698.

在线阅读 View online: https://doi.org/10.11926/jtsb.4962

热带亚热带植物学报 2025, 33(6): 693 ~ 698
Journal of Tropical and Subtropical Botany

珍稀濒危植物长梗木莲萃取物的抗肿瘤、抗炎及抗氧化活性研究

覃俏梅[1], 林秀灵[1], 钟奇锋[2], 赵彤[1], 赖佳濛[3], 谭海波[3*], 余中华[1*]

(1. 广东生态工程职业学院，广州 510520；2. 广东龙门南昆山省级自然保护区管理处，广东 惠州 516876；3. 中国科学院华南植物园，广州 510650)

摘要：长梗木莲(*Manglietia longipedunculata*)为木兰科(Magnoliaceae)木莲属的常绿阔叶植物，目前仅在广东龙门南昆山省级自然保护区发现 1 个种群，评价等级为极危(CR)。该研究通过溶剂萃取法得到了长梗木莲茎和叶的石油醚部位、乙酸乙酯部位、正丁醇部位和水部位，采用多种生物活性测试模型，对其不同萃取溶剂的部位进行了抗肿瘤、抗氧化及抗炎活性的评价。结果表明，长梗木莲抗肿瘤活性最优的是茎和叶的石油醚萃取部位，其次是乙酸乙酯部位，而正丁醇和水部位基本没有抗肿瘤活性；抗炎活性最优的是茎和叶的石油醚部位，IC_{50} 值分别为(7.20±0.22)、(14.96±0.61) μg/mL；抗氧化活性最优的是茎和叶的乙酸乙酯部位，IC_{50} 值分别为(5.12±0.13)、(0.46±0.09) μg/mL。该研究为首次对其茎和叶提取物的功能进行评价，可为其后期的开发利用提供物质基础和理论支持。

关键词：长梗木莲；抗肿瘤；抗炎；抗氧化

doi: 10.11926/jtsb.4962 CSTR:32235.14.jtsb.4962

Study on the Anti-tumor, Anti-inflammatory and Antioxidant Activities of Extracts from the Rare and Endangered Plant *Manglietia longipedunculata*

QIN Qiaomei[1], LIN Xiuling[1], ZHONG Qifeng[2], ZHAO Tong[1], LAI Jiaying[3], TAN Haibo[3*], YU Zhonghua[1*]

(1. *Guangdong Eco-engineering Polytechnic*, Guangzhou 510520, China; 2. *Nankunshan Provincial Nature Reserve Management of Longmen*, Huizhou 516876, Guangdong, China; 3. *South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences*, Guangzhou 510650, China)

Abstract: *Manglietia longipedunculata*, an evergreen broad-leaved plant belonging to the genus Manglietia of the Magnoliaceae family, has only been found in one population in the Nankunshan Provincial Nature Reserve in Longmen City, Guangdong Province. It was currently classified as critically endangered (CR). In this study, the petroleum ether fraction, ethyl acetate fraction, *n*-butanol fraction and water fraction from stems and leaves were obtained by solvent extraction. The anti-tumor, antioxidant and anti-inflammatory activities of different fractions were evaluated using multiple biological activity test models. The results showed that the petroleum ether fraction of the stems and leaves had the best anti-tumor activity, followed by the ethyl acetate fraction, while the *n*-butanol and water fractions had almost no anti-tumor activity. The petroleum ether fraction of the stems and leaves had the best anti-inflammatory activity, with IC_{50} values of (7.20±0.22) and (14.96±0.61) μg/mL, respectively. The ethyl acetate fraction of the stems and leaves had the best antioxidant activity, with IC_{50} values of (5.12±0.13) and (0.46±0.09) μg/mL, respectively. The functions of its stem and leaf extracts were evaluated at the first time, which could provide a material basis and theoretical support for its later development and utilization.

收稿日期: 2024-07-24 **接受日期:** 2025-04-22

基金项目: 广东省自然资源事务专项资金；广东省区域联合基金青年基金项目(2023A1515110885)资助

This work was supported by the Special Funds for Natural Resources Affairs of Guangdong Province, and the Project for Youth of Guangdong Provincial Regional Joint Fund (Grant No. 2023A1515110885).

作者简介: 覃俏梅(1991 年生)，女，讲师，研究方向为植物资源保护与利用。E-mail: qmqin@foxmail.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: tanhaibo@scbg.ac.cn; 1924888519@qq.com

Key words: *Manglietia longipedunculata*; Anti-tumor; Antioxidant; Anti-inflammatory activities

长梗木莲(*Manglietia longipedunculata*)为木兰科(Magnoliaceae)木莲属的常绿高大乔木，一般生于海拔 700~800 m 的常绿阔叶林中。该种花大芳香，树形优美，树干通直，材质优良，是一种极佳的园林观赏及用材树种，具有较高的经济价值。长梗木莲最早由中国科学院华南植物园科研团队于 2003 年在南昆山进行野外考察时首次发现[1]，自然繁殖非常困难，无人工干预状态下开花后极少结实。目前仅在广东龙门南昆山省级自然保护区发现 1 个种群，共 11 株，评价等级为极危(CR)[2–3]。

木莲属植物是木兰科种最原始的类群，木莲属植物约 30 种，我国约 20 种，主要分布于长江流域以南的南部和西南部地区[4]。目前对于该属植物的研究主要包括其遗传多样性[5–6]、生殖生物学[7–8]、生态学[9–11]，以及苗木培育和生长特性[10,12]等领域。而有关该属的化学成分研究较少，主要集中在木莲种子油中的氨基酸种类[13]、生物碱含量测定[14]、以及厚朴酚的含量测定[15]等初步研究。木莲属植物多数具有工业用途，可作为速生用材树种，是航空、航海、工业用胶合板、贴面板之优等工业用材可作高级家具及乐器；该属植物的叶、花、果不仅具有观赏价值，而且部分可入药。珍稀濒危植物长梗木莲作为木莲属植物新资源，具有潜在的开发利用前景。

目前，关于长梗木莲的研究主要集中在人工繁育和引种栽培等方面，关于长梗木莲的功效利用的研究还未见报道。因此，本研究首次开展了长梗木莲的活性功能研究，采用石油醚、乙酸乙酯、正丁醇和水作为溶剂，对长梗木莲的茎和叶进行分步萃取，再对各萃取部位进行抗肿瘤、抗炎和抗氧化活性的评价，以期发现长梗木莲的有效部位和药理活性，不仅为不同萃取剂对天然植物有效成分的提取提供参考，也为长梗木莲的资源开发与可持续保护提供重要指导。

1 材料和方法

1.1 材料

植物材料 植物材料采自广东南昆山省级自然保护区管理处的人工繁育植株，由中国科学院华南植物园夏念和研究员鉴定为木兰科木莲属植物长梗木莲(*Manglietia longipedunculata*)，凭证标本(No. CGML230626)保存于中国科学院华南植物园植物化学资源生物学实验室。

细胞株 人宫颈癌细胞 Hela、人乳腺癌细胞 MCF-7、人非小细胞肺癌细胞 A549、小鼠单核巨噬细胞 RAW264.7 均购自中国科学院昆明细胞库。

其他材料和试剂 噻唑蓝(MTT)购自北京德润诚生物科技有限公司，吲哚美辛、盐酸阿霉素购自上海阿拉丁生化科技股份有限公司，姜黄素购自日本东京化成工业株式会社，叔丁基过氧化氢(tBHP)、2′,7′-二氯荧光黄二乙酸盐(DCFH-DA)、脂多糖(LPS，产自大肠杆菌)购自美国 Sigma 公司，一氧化氮检测试剂盒购自上海碧云天生物技术有限公司，DMEM 高糖培养基、PRIM 1640 培养基、PBS 缓冲液购自美国 Gibco 公司，细胞级二甲基亚砜(DMSO)购自北京索莱宝科技有限公司，胎牛血清(FBS)购自苏州双洳生物有限公司，96 孔板、T25 细胞培养瓶购自美国康宁公司。

仪器设备 超净工作台(苏州三兴净化科技有限公司，中国)、紫外分光光度计(上海元析有限公司)、分析天平(Precisa，上海天美天平仪器有限公司，中国)、二氧化碳培养箱(SHEL-LAB)、多功能酶标仪 Tecan GENios (瑞士帝肯集团公司)。

1.2 方法

鲜叶粗提物的制备 将 100 g 新鲜绿叶用 300 mL 无水乙醇浸泡 24 h 后进行浸提液的浓缩。重复按照同样的方式浸泡 3 次后，合并 3 次乙醇提取液，并进行真空减压浓缩(温度不超过 60 ℃)。浓缩后的浸膏用水进行分散，首先用石油醚萃取 3 次，得到石油醚萃取部位；再用乙酸乙酯萃取 3 次，得到乙酸乙酯萃取部位；再用正丁醇萃取 3 次，得到正丁醇萃取部位；剩下的部位为水部位。各部位经减压真空浓缩(温度不超过 60 ℃)。

鲜茎粗提物的制备 首先将 100 g 新鲜茎枝用 300 mL 无水乙醇浸泡 24 h 后进行浸提液的浓缩。重复按照同样的方式浸泡 3 次后，合并 3 次乙醇提取液，并进行真空减压浓缩(温度不超过 60 ℃)。浓缩后的浸膏用水进行分散，首先用石油醚萃取 3 次，得到石油醚萃取部位；再用乙酸乙酯萃取 3 次，得到乙酸乙酯萃取部位；再用正丁醇萃取，得到正丁醇萃取部位；剩下的部位为水部位。各部位经减压真空浓缩(温度不超过 60 ℃)。

抗肿瘤活性测试　采用 MTT 法，对长梗木莲各个萃取部位进行了抗肿瘤活性的测试[16]。肿瘤细胞 Hela、MCF-7、A549 分别以 2×10^4/孔的密度接种于 96 孔板中，贴壁后加入待测样品，在 37 ℃培养箱中孵育 24 h。每孔加入 10 μL 的 MTT 溶液(5 mg/mL)，在 37 ℃培养箱中孵育 4 h。弃去细胞培养液，每孔加入 100 μL DMSO 溶液，在波长 490 nm 处测定 OD 值并计算肿瘤细胞抑制率。

抗炎活性测试　通过 LPS 诱导的巨噬细胞炎症模型，对长梗木莲各个萃取部位进行了抗炎活性的测试[17]。采用 Griess 法测定上清中 NO 产生的量，以检测样品抑制 RAW264.7 释放 NO 的能力。RAW264.7 细胞以 5×10^5/孔的密度接种于 96 孔板中，贴壁 24 h 后加入样品，处理 2 h 后加入 10 μL/孔 LPS (100 μg/mL 工作液)，在 37 ℃孵育 24 h，吸出 90 μL/孔细胞上清液到另一 96 孔板，每孔加入 Griess I 试剂 45 μL 和 Griess II 45 μL 后，在波长 540 nm 处测定 OD 值并计算抑制率。

抗氧化活性测试　采用 tBHP 构建氧化损伤模型，结合 DCFH-DA 荧光探针检测活性氧含量，对长梗木莲各个萃取部位进行了抗氧化活性的测试[18]。RAW264.7 细胞以 4×10^4/孔的密度接种于 96 孔板中(黑板)，贴壁 24 h 后加入样品处理 24 h，加入终浓度为 20 μmol/L 的 DCFH-DA (200 μmol/L 的工作液，10 μL/孔)在 37 ℃培养箱中孵育 1 h，再加入终浓度为 50 μmol/L 的 tBHP (500 μmol/L 的工作液，10 μL/孔)在 37 ℃培养箱中孵育 1 h，以 485 nm 为激发光、530 nm 为发射光测定荧光值并计算抑制率。

2 结果和分析

2.1 萃取物抗肿瘤活性

从表 1 可见，长梗木莲不同溶剂萃取物对 3 种肿瘤细胞株的抗肿瘤活性不同，其中茎的 4 种萃取物中，抗肿瘤活性最优的是石油醚萃取物，作用浓度为 100 μg/mL 时的抗肿瘤活性较好，其次为乙酸乙酯部位，而正丁醇和水部位则具有弱的甚至没有抗肿瘤活性，这表明长梗木莲茎萃取物具有抗肿瘤活性成分，主要集中在小极性部位。在叶的 4 种萃取物中，抗肿瘤活性最优也是石油醚部位，其他 3 个萃取部位均没有表现出抗肿瘤活性，表明长梗木莲叶中的抗肿瘤活性成分也主要集中在小极性部位，但是与茎的活性成分不同，主要表现在乙酸乙酯部位。

采用 Hela 和 A549 细胞对长梗木莲不同溶剂萃取物中抗肿瘤抑制率超过 50%的组分进行 IC_{50} 值测定(表 2)，不同溶剂萃取物的抗肿瘤活性稍有不同，但是与阳性药物阿霉素(IC_{50} 为 2.57~4.47 μmol/L)相比，所有的萃取部位抗肿瘤活性都较弱，IC_{50} 值为 29.80~50.77 μg/mL。

表 1　长梗木莲茎和叶不同溶剂萃取物的抗肿瘤活性(抑制率%)

Table 1 Anti-tumor activity (inhibition rate %) of different solvent extracts from stems and leaves of *Manglietia longipedunculata*

部位 Extract	浓度 Concentration	Hela	MCF-7	A549
茎石油醚部位 Petroleum ether extracts of stems	100 μg/mL	73.13±1.19	60.72±1.42	84.06±1.11
茎乙酸乙酯部位 Ethyl acetate extracts of stems	100 μg/mL	69.78±0.31	55.18±1.94	82.59±0.61
茎正丁醇部位 *n*-Butanol extracts of stems	100 μg/mL	6.61±1.31	15.68±1.80	19.61±5.30
茎水部位 Water extracts of stems	100 μg/mL	11.85±1.16	10.39±0.81	14.42±1.79
叶石油醚部位 Petroleum ether extracts of leaves	100 μg/mL	63.83±1.34	61.89±0.42	78.30±2.34
叶乙酸乙酯部位 Ethyl acetate extracts of leaves	100 μg/mL	12.76±0.73	18.29±1.56	30.89±3.90
叶正丁醇部位 *n*-Butanol extracts of leaves	100 μg/mL	1.00±0.80	6.09±1.77	7.88±4.70
叶水部位 Water extracts of leaves	100 μg/mL	14.00±1.89	4.84±0.73	6.88±5.66
阿霉素 Adriamycin	50 μmol/L	88.35±1.43	70.81±1.46	86.68±1.35

表 2　长梗木莲 3 个萃取部位的抗肿瘤活性(IC_{50}, μg/mL)

Table 2 Antitumor activity (IC_{50}, μg/mL) of 3 extracts from *Manglietia longipedunculata* stems and leaves

部位 Extract	Hela	A549
茎石油醚部位 Petroleum ether extracts of stems	36.07±0.54	29.80±1.51
茎乙酸乙酯部位 Petroleum ether extracts of stems	45.50±1.69	50.77±1.05
叶石油醚部位 Petroleum ether extracts of leaves	45.98±1.06	33.80±1.12
阿霉素 Adriamycin	2.57±0.03	4.47±0.05

2.2 长梗木莲萃取物的抗炎活性

从表 3 可见，茎和叶的 8 种萃取物均表现出不同程度的抗炎活性，茎的 4 种萃取物中，抗炎活性最优的是乙酸乙酯萃取物，其次为石油醚部位和正丁醇部位，水部位显示弱的抗炎活性。叶的 4 种萃取物中，抗炎活性最优的是乙酸乙酯萃取物，其次为石油醚部位和正丁醇部位，水部位显示弱的抗炎活性。结果表明长梗木莲茎和叶的石油醚部位、乙酸乙酯部位和正丁醇部位都具有较好的抗炎活性，甚至优于阳性对照吲哚美辛。

进一步对长梗木莲的抗炎活性的 IC_{50} 值进行了测定(表 3)。茎的石油醚部位和乙酸乙酯部位显示出强的抗炎活性，优于阳性对照吲哚美辛；茎的正丁醇部位表现出较弱的抗炎活性，而水部位则没有抗炎活性。叶的 4 种萃取物中，石油醚部位和乙酸乙酯部位显示出较好的抗炎活性，而正丁醇和水部位则显示弱的甚至不显示出抗炎活性，进一步说明长梗木莲的抗炎活性物质主要集中在茎和叶的小极性部位。

2.3 长梗木莲萃取物抗氧化活性

从表 4 可见，茎的 4 种萃取物中，抗氧化活性最优的是乙酸乙酯和正丁醇部位，而石油醚和水部位则显示出弱的抗氧化活性。叶的 4 种萃取物中，抗氧化活性最优的是乙酸乙酯部位，其次是正丁醇部位，石油醚和水部位抗氧化活性较弱。结果表明长梗木莲的萃取物具有强的抗氧化活性，主要集中在茎的乙酸乙酯部位和正丁醇部位以及叶的乙酸乙酯部位。

表 3 长梗木莲茎和叶不同溶剂萃取物的抗炎活性

Table 3 Anti-inflammatory activity of different extracts from stems and leaves of *Manglietia longipedunculata*

部位 Extract	浓度 Concentration	RAW264.7 抑制率 /% RAW264.7 inhibition rate	IC_{50} (μg/mL)
茎石油醚部位 Petroleum ether extracts of stems	100 μg/mL	87.15±0.54	7.20±0.22
茎乙酸乙酯部位 Ethyl acetate extracts of stems	100 μg/mL	92.99±1.50	9.01±0.33
茎正丁醇部位 *n*-Butanol extracts of stems	100 μg/mL	84.50±1.16	48.80±2.70
茎水部位 Water extracts of stems	100 μg/mL	53.30±2.56	–
叶石油醚部位 Petroleum ether extracts of leaves	100 μg/mL	71.93±2.47	14.96±0.61
叶乙酸乙酯部位 Ethyl acetate extracts of leaves	100 μg/mL	93.81±2.05	15.34±1.78
叶正丁醇部位 *n*-Butanol extracts of leaves	100 μg/mL	61.12±1.54	79.91±6.97
叶水部位 Water extracts of leaves	100 μg/mL	39.80±0.56	–
吲哚美辛 Indomethacin	50 μmol/L	60.42±1.65	10.73±1.64

表 4 长梗木莲茎和叶不同溶剂萃取物的抗氧化活性

Table 4 Antioxidant activity of different solvent extracts from the stems and leaves of *Manglietia longipedunculata*

部位 Extract	浓度 Concentration	RAW264.7 抑制率 /% RAW264.7 inhibition rate	IC_{50} (μg/mL)
茎石油醚部位 Petroleum ether extracts of stems	100 μg/mL	59.15±3.00	9.59±0.70
茎乙酸乙酯部位 Ethyl acetate extracts of stems	100 μg/mL	73.52±17.80	5.12±0.13
茎正丁醇部位 *n*-Butanol extracts of stems	100 μg/mL	84.32±2.00	2.18±0.44
茎水部位 Water extracts of stems	100 μg/mL	53.47±1.16	14.17±0.04
叶石油醚部位 Petroleum ether extracts of leaves	100 μg/mL	61.70±0.76	1.52±0.48
叶乙酸乙酯部位 Ethyl acetate extracts of leaves	100 μg/mL	89.19±0.39	0.46±0.09
叶正丁醇部位 *n*-Butanol extracts of leaves	100 μg/mL	71.24±1.07	0.73±0.18
叶水部位 Water extracts of leaves	100 μg/mL	48.54±4.23	–
姜黄素 Curcumin	50 μmol/L	64.39±6.46	
维生素 C Vitamin C			2.68±0.06

采用细胞模型测定了长梗木莲不同溶剂萃取物的抗氧化活性 IC_{50} 值(表 4)。茎的 4 种萃取物中，抗氧化活性为正丁醇部位>乙酸乙酯部位>石油醚部位>水部位；叶的 4 种萃取物中，抗氧化活性为乙酸乙酯部位>正丁醇部位>石油醚部位>水部位。

3 讨论和结论

长梗木莲于 2003 年首次在惠州龙门南昆山发现，在全世界范围内仅有 11 株野生植株，因而其在植物分类学研究上具有独特的价值，并且是非常难得的

园林观赏树种。目前研究者对长梗木莲的研究主要聚焦于在种群扩繁，对于其在药理学上的功效评价未见报道。本研究首次报道其叶和茎的提取物以及不同溶剂萃取部位具有较好的抗炎、抗氧化、抗肿瘤活性。有研究表明，木莲属植物的活性成分主要是木脂素类[19–21]、萜类[21–22]和生物碱类[23–24]。木莲属的代表性活性化合物有厚朴酚、和厚朴酚以及木兰箭毒碱。厚朴酚以及和厚朴酚被报道具有显著的抗肿瘤[19,25]和抗炎活性[26–27]。长梗木莲隶属于木莲属，其显著的抗肿瘤和抗炎活性可能与其含有厚朴酚类化合物有关。

长梗木莲因其独特的生长环境和漫长的进化历程，蕴含着丰富的生物活性成分，在抗炎、抗氧化、抗肿瘤等方面表现出强大的药用潜力。长梗木莲茎和叶的乙酸乙酯部位具有很强的抗炎活性，可作为研究抗炎药物先导化合物的植物资源。长梗木莲茎、叶的萃取物具有强的抗氧化活性，提示后期可以着重对这 2 个部位进行研究，有望发现用于开发新型功能食品和抗氧化药物的先导化合物，其中，茎的正丁醇部位和叶的乙酸乙酯萃取部位具有较好的开发应用前景。

参考文献

[1] ZENG Q W, LAW Y W. *Manglietia longipedunculata* (Magnoliaceae), a new species from Guangdong, China [J]. Ann Bot Fenn, 2004, 41(2): 151–154.

[2] Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China. Higher Plants volume of China Biodiversity Red List [M]. 2020. [中华人民共和国生态环境部. 中国生物多样性红色名录——高等植物卷 [M]. 2020.]

[3] QIN H N, YANG Y, DONG S Y, et al. Threatened species list of China higher plants [J]. Biodiv Sci, 2017, 25(7): 696–744. doi: 10.17520/biods.2017144.

[4] YAN S X, LI Y H, WEI F Y. Geographical distribution of Magnoliaceae plants in China [J]. J Wuhan Bot Res, 2008, 26(4): 379–384. [闫双喜, 李永华, 位凤宇. 中国木兰科植物的地理分布 [J]. 武汉植物研究, 2008, 26(4): 379–384. doi: 10.3969/j.issn.2095-0837.2008.04.011.]

[5] GAN X J, BIN Y, CHEN H J, et al. Draft genome of *Manglietia pachyphylla* [J]. Guangxi Sci, 2023, 30(6): 1079–1090. [甘新军, 宾粤, 陈焕锦, 等. 厚叶木莲(*Manglietia pachyphylla*)基因组草图 [J]. 广西科学, 2023, 30(6): 1079–1090. doi: 10.13656/j.cnki.gxkx.20240125.006.]

[6] YANG L, TAN P, JIANG Y Y, et al. Analysis on codon bias in chloroplast genome of three endangered medicinal plants of *Manglietia* [J]. Chin J Inform Trad Chin Med, 2022, 29(8): 93–99. [杨林, 谭萍, 姜月影, 等. 3 种木莲属濒危药用植物叶绿体基因组密码子偏好性分析 [J]. 中国中医药信息杂志, 2022, 29(8): 93–99. doi: 10.19879/j.cnki.1005-5304.202202015.]

[7] PAN L Q, HAO J, XU J M, et al. Anther structure and pollen development characteristic of *Manglietia conifera* [J]. For Res, 2021, 34(6): 107–113. [潘丽琴, 郝建, 徐建民, 等, 灰木莲花药结构和花粉发育特征 [J]. 林业科学研究, 2021, 34(6): 107–113. doi: 10.13275/j.cnki.lykxyj.2021.06.013]

[8] CHEN X L, YANG K M, LIU H, et al. A new *Manglietia* cultivar 'Yanhong' [J]. Acta Hort Sin, 2023, 50(S1): 153–154. [陈新兰, 杨科明, 刘慧, 等. 木莲新品种'嫣红' [J]. 园艺学报, 2023, 50(S1): 153–154. doi: 10.16420/j.issn.0513-353x.2022-1163.]

[9] ZOU W, WANG L, LAI T, et al. Distribution, influencing factors and gaps analysis of *Manglietia fordiana*: Implications of conservation to mountain broad-leaved forests [J]. Acta Ecol Sin, 2022, 42(5): 1889–1900. [邹武, 王渌, 赖童, 等. 木莲(*Manglietia fordiana*)的适生分布、影响因子与保护空缺研究 [J]. 生态学报, 2022, 42(5): 1889–1900. doi: 10.5846/stxb202103010556.]

[10] LI M, LI H, SHEN J M, et al. Study on seed and cone trait and seedling growth characteristics of *Manglietia glaucifolia* endemic plants in Guizhou [J]. Seed, 2022, 41(3): 92–98. [李茂, 李鹤, 申敬民, 等. 贵州特有苍背木莲种实性状与苗木生长特征 [J]. 种子, 2022, 41(3): 92–98. doi: 10.16590/j.cnki.1001-4705.2022.03.092.]

[11] ZHANG L Y, YANG Y Q, LIANG Y X. Responses of growth and physiology to nitrogen application in *Manglietia glauca* seedlings under drought stress [J]. Prot For Sci Technol, 2023(6): 22–26. [张立洋, 杨异清, 梁育兴. 干旱胁迫下灰木莲幼苗对施氮的生长生理响应 [J]. 防护林科技, 2023(6): 22–26. doi: 10.13601/j.issn.1005-5215.2023.06.006.]

[12] JIA P, LUO S K, WANG F. Distribution characteristics of leaf SPAD value and its relationship with chlorophyll content in lesves of three Magnoliaceae species [J]. Guangdong Landsc Architec, 2022, 44(2): 85–89. [贾朋, 罗树凯, 王方. 3 种木兰科植物叶片 SPAD 值的分布特征及其与叶绿素含量的关系 [J]. 广东园林, 2022, 44(2): 85–89. doi: 10.12233/j.gdyl.2022.02.018.]

[13] QIU Y X, ZHU Q B. Analyses on the amino acid and trace elements from the seed oills of *Manglietia fordiana* [J]. J Nanjing For Univ, 1994, 18(1): 86–87. [邱以祥, 朱奇彪. 木莲种子油中氨基酸和微量元素成份分析 [J]. 南京林业大学学报, 1994, 18(1): 86–87. doi: 10.3969/j.jssn.1000-2006.1994.01.017.]

[14] BI H P, LI X L, LIU W, et al. Determination of total alkaloids in

Manglietia hainanensis dandy with acid dye colorimetry [J]. J Hainan Norm Univ (Nat Sci), 2009, 22(2): 160–163. [毕和平, 李行璐, 刘炜, 等. 酸性染料比色法测定海南木莲中的总生物碱 [J]. 海南师范大学学报(自然科学版), 2009, 22(2): 160–163. doi: 10.3969/j.issn.1674-4942.2009.02.013.]

[15] TAI H C, LIN Y F, PENG X, et al. Determination of magnolol in bark of Mulian by RP-HPLC [J]. J Med Pharm Chin Minorit, 2010, 16(9): 66–67. [台海川, 林艳芳, 彭霞, 等. RP-HPLC 法测定傣药木莲树皮中厚朴酚的含量 [J]. 中国民族医药杂志, 2010, 16(9): 66–70. doi: 10.3969/j.issn.1006-6810.2010.09.040.]

[16] FERRAZ A C, GOMES P W P, DA SILVA MENEGATTO M B, et al. Exploring the antiviral potential of justicidin B and four glycosylated lignans from *Phyllanthus brasiliensis* against Zika virus: A promising pharmacological approach [J]. Phytomedicine, 2024, 123: 155197. doi: 10.1016/j.phymed.2023.155197.

[17] LEE H S, KWON Y J, SEO E B, et al. Anti-inflammatory effects of *Allium cepa* L. peel extracts via inhibition of JAK-STAT pathway in LPS-stimulated RAW264.7 cells [J]. J Ethnopharmacol, 2023, 317: 116851. doi: 10.1016/j.jep.2023.116851.

[18] GUI S Y, WANG X C, HUANG Z H, et al. Nanoscale coordination polymer Fe-DMY downregulating Poldip2-Nox4-H_2O_2 pathway and alleviating diabetic retinopathy [J]. J Pharm Anal, 2023, 13(11): 1326–1345. doi: 10.1016/j.jpha.2023.05.002.

[19] NAGASE H, IKEDA K, SAKA I Y. Inhibitory effect of magnolol and honokiol from *Magnolia obovata* on human fibrosarcoma HT-1080 invasiveness *in vitro* [J]. Planta Med, 2001, 67(8): 705–708. doi: 10.1055/s-2001-18345.

[20] SHANG S Z, YAN J M, ZHANG H B, et al. Two new neolignans from *Manglietia insignis* [J]. Nat Prod Bioprospect, 2012, 2: 227–230. doi: 10.1007/s13659-012-0063-7.

[21] SHANG S Z, KONG L M, YANG L P, et al. Bioactive phenolics and terpenoids from *Manglietia insignis* [J]. Fitoterapia, 2013, 84: 58–63. doi: 10.1016/j.fitote.2012.10.010.

[22] QI M G, ZHANG F, WANG W S, et al. Udesmane sesquiterpenes from twigs of *Manglietia hookeri* [J]. China J Chin Mat Med, 2015, 40(16): 3229–3232. [其木格, 张丰, 王文蜀等. 中缅木莲嫩枝中的桉叶烷型倍半萜 [J]. 中国中药杂志 2015, 40(16): 3229–3232.]

[23] CHEN J M, SONG W Z, ZHOU X J. Research on medicinal plants in the Magnoliaceae family: VIII. Research on the main effective components of *Magnolia signis* [J]. Trad Chin Med J, 1985, 10(8): 34–35. [陈建民, 宋万志, 周先进. 木兰科药用植物的研究 VIII 红花木莲的主要有效成分的研究 [J]. 中药通报, 1985, 10(8): 34–35.]

[24] TIAN G C, LI D W, LÜ H C. Research on alkaloids of *Magnolia duclouxii* [J]. Chin Trad Herb Drugs, 1987, 18(4): 7–8. [田成国, 李大文, 吕华冲. 川滇木莲种生物碱的研究 [J].中草药, 1987, 18(4): 7–8.]

[25] ZONG W B, WANG C Y, HO K J, et al. Magnolol induces apoptosis in human leukemia cells via cytochrome release and caspase activation [J]. Anti-Cancer Drugs, 2003, 14(3): 211–217. doi:10.1097/01.cad.00000 60624.61556.48.

[26] MATSUDA H, KAGEURA T, ODA M, et al. Effects of constituents from the bark of *Magnolia obovata* on nitric oxide production in lipopolysaccharide-activated macrophages [J]. Chem Pham Bull, 2001, 49(6): 716–720. doi: 10.1248/cpb.49.716.

[27] HSU M F, LU M C, TSAO L T, et al. Mechanisms of the influence of magnolol on eicosanoid metabolism in neutrophils [J]. Biochem Pharmacol, 2004, 67(5): 83l–840. doi: 10.1016/j.bcp.2003.09.040.