

引用格式: 蒋波, 李依林, 余知润, 等. 南麂列岛野生药用植物资源评价[J]. 浙江农林大学学报, 2025, 42(4): 736–744. JIANG Bo, LI Yilin, YU Zhirun, *et al.* Evaluation of wild medicinal plant resources on Nanji Islands[J]. *Journal of Zhejiang A&F University*, 2025, 42(4): 736–744.

南麂列岛野生药用植物资源评价

蒋波^{1,2}, 李依林^{1,2}, 余知润^{1,2}, 汪知蓓^{1,2}, 刘欣^{1,2}, 李蒙^{1,2}, 谢春平³, 陈林^{1,2}

(1. 南京林业大学 南方现代林业协同创新中心, 江苏 南京 210037; 2. 南京林业大学 生命科学学院, 江苏 南京 210037; 3. 琼台师范学院 热带生物多样性与生物资源利用实验室, 海南海口 571127)

摘要: 【目的】基于南麂列岛中药资源普查工作, 了解南麂列岛野生药用植物资源整体概况, 为野生药用植物资源开发利用提供科学依据。【方法】采用样线调查法对南麂列岛野生药用植物资源开展调查, 根据调查结果采用德尔菲法确定层次分析法的指标层与方案层, 构建药用植物价值评价模型, 进行模糊综合评价。最后根据评价结果对南麂列岛野生药用植物开发潜力进行综合排序。【结果】南麂列岛野生药用植物综合评价模型从资源价值、资源开发利用潜力和生态学特性 3 个方面, 对药用功效 (C_1)、药用部位 (C_2)、药用类别 (C_3)、利用程度 (C_4)、群落地位 (C_5)、频度 (C_6)、生活型 (C_7)、水分生态型 (C_8) 以及生态习性 (C_9) 等 9 个指标进行了分析评估, 将 89 科 275 属 382 种野生药用植物划分为 3 个等级, 其中一级野生药用植物 [综合药用价值估量值 (h_A) > 4.04] 有 137 种; 二级野生药用植物 ($3.08 < h_A \leq 4.04$) 有 171 种; 三级野生药用植物 ($h_A \leq 3.08$) 有 74 种。【结论】南麂列岛野生药用植物资源丰富。可优先选择陀螺紫菀 *Aster turbinatus*、野菊 *Chrysanthemum indicum*、小苦蕒 *Ixeridium dentatum* 等药用植物进行开发利用, 而对马兜铃 *Aristolochia debilis*、叉唇角盘兰 *Herminium lanceum*、化香树 *Platycarya strobilacea* 等药用植物的种质资源进行保护。图 1 表 3 参 32

关键词: 南麂列岛; 野生药用植物; 层次分析法; 综合评价

中图分类号: Q949.95; S567 文献标志码: A 文章编号: 2095-0756(2025)04-0736-09

Evaluation of wild medicinal plant resources on Nanji Islands

JIANG Bo^{1,2}, LI Yilin^{1,2}, YU Zhirun^{1,2}, WANG Zhibei^{1,2}, LIU Xin^{1,2}, LI Meng^{1,2}, XIE Chunping³, CHEN Lin^{1,2}

(1. Co-innovation Center for Sustainable Forestry in Southern China, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China; 2. College of Life Sciences, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China; 3. Tropical Biodiversity and Bioresource Utilization Laboratory, Qiongtai Normal University, Haikou 571127, Hainan, China)

Abstract: [Objective] Based on a survey of traditional Chinese medicinal resources on Nanji Islands, this study aims to understand the overall situation of wild medicinal plant resources in this area and provide scientific basis for the development and utilization of wild medicinal plant resources. [Method] A transect survey approach was employed to investigate medicinal plant resources on Nanji Islands. Based on the survey results, the Delphi method was applied to determine the indicator layer and scheme layer of the analytic hierarchy process (AHP). A medicinal value evaluation model was constructed for fuzzy comprehensive evaluation. Finally, a comprehensive ranking of the development potential of wild medicinal plants on Nanji Islands was conducted based on the evaluation results. [Result] The comprehensive evaluation model of wild medicinal plants analyzed and evaluated 9 indicators including medicinal efficacy (C_1), medicinal parts (C_2), medicinal categories (C_3), utilization degree (C_4), community status (C_5), frequency (C_6), life type (C_7), water

收稿日期: 2024-11-01; 修回日期: 2025-03-31

基金项目: 江苏高校优势学科建设工程资助项目 (PAPD); 江苏高校品牌专业建设工程资助项目 (TAPP)

作者简介: 蒋波 (ORCID: 0009-0009-1941-897X), 从事植物资源保护与评估研究。E-mail: 540430299@qq.com。通

信作者: 陈林 (ORCID: 0000-0001-7813-0567), 副教授, 博士, 从事野生植物资源保护与利用研究。

E-mail: clinechen@njfu.edu.cn

ecological type (C_8), and ecological habits (C_9) from 3 dimensions: resource value, resource development and utilization potential, and ecological characteristics. 382 wild medicinal plant species belonging to 275 genera in 89 families were classified into 3 levels, among which 137 species were classified as 1st level wild medicinal plants with a comprehensive medicinal value assessment metric (h_A) greater than 4.04. There were 171 species of 2nd level wild medicinal plants ($3.08 < h_A \leq 4.04$). There were 74 species of 3rd level medicinal plants ($h_A \leq 3.08$). [Conclusion] Medicinal plant resources on Nanji Islands are abundant. Priority can be given to the development and utilization of medicinal herbs such as *Aster turbinatus*, *Chrysanthemum indicum*, and *Ixeridium dentatum*, while the germplasm resources of *Aristolochia debilis*, *Herminium lanceum*, and *Platycarya strobilacea* should be protected. [Ch, 1 fig. 3 tab. 32 ref.]

Key words: Nanji Islands; medicinal plants; analytic hierarchy process; comprehensive evaluation

中药资源是中医药事业赖以生存发展的重要物质基础和可持续发展的重要保障,是国家重要的战略性资源,其分布具有明显的地域性和关联性^[1]。中药资源不仅在传统中医药领域发挥着不可替代的作用,还在现代医疗体系中为疾病的预防、治疗和康复提供了重要的天然药物来源,尤其是在抗炎、抗肿瘤和免疫调节等领域表现出显著的疗效^[2]。随着全球对天然药物需求的不断增长,中药资源在国际健康领域中的地位日益提升,不仅对全球医疗体系产生了深远影响,还为许多国家和地区的经济 development 提供了重要支持^[3]。虽然进行了第 4 次全国资源普查^[4],但中国国土广袤、地势众多、气候复杂,即使是生长在同一山脉的植物,因其生长位置的不同,也会产生很大的差异,因此对于特定区域的资源状况需要具体情况具体分析。在海岛特殊的地貌以及气候条件下,野生药用植物具有明显的特殊性,具有相当的可开发潜力^[5]。随着经济的发展,野生药用植物受人类活动的影响越来越大,生长空间被压缩,大多数野生珍稀药用植物已处在濒危的边缘。因此,制定野生药用植物受威胁程度的评价方法以及优先保护策略迫在眉睫。

层次分析法 (analytic hierarchy process, AHP)^[6] 可将因素按不同层次聚集组合,通过两两比较标度值的方法将定性问题进行量化,最终构成一个多层次的 analysis 结构模型,是对定性问题进行定量分析的一种简便、灵活而又实用的多准则决策方法。根据已有的研究,该方法可以帮助评估野生药用植物的价值潜力,均得到了满意的结果^[7-10]。

南麂列岛位于浙江省平阳县以东海域,地处海洋与大陆的过渡地带^[11],生态系统独立且多样,形成了与内陆截然不同的生态环境。这里不仅分布有许多珍稀濒危植物,还可能存在尚未被发现或被充分研究的野生药用植物物种^[12]。岛上高盐、高温环境,可能使当地野生药用植物富含抗炎、抗氧化或抗肿瘤活性的次生代谢产物^[13]。南麂列岛共有野生药用植物 89 科 275 属 382 种,以被子植物最多,是该区主要的野生药用植物来源;其次为蕨类植物;裸子植物最少,仅黑松 *Pinus thunbergii* 1 种^[14]。目前,关于南麂列岛的研究多关注于其海洋生物和旅游资源的开发,虽然也有少量岛屿植被和植物多样性的研究,但关于南麂列岛野生药用植物开发潜力的研究缺失。本研究采用层次分析法对南麂列岛野生药用植物资源可持续开发潜力进行全面、客观的评价,进一步了解南麂列岛野生药用植物资源的现状,为南麂列岛资源可持续开发利用提供客观依据和评价方法。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区域

南麂列岛位于浙江东部海域, $27^{\circ}25' \sim 27^{\circ}30'N$, $120^{\circ}03' \sim 121^{\circ}10'E$ ^[15],由 52 个岛屿组成,陆地总面积积约 11.3 km^2 ,是中国东南沿海的重要岛屿之一,最高海拔为 299.1 m,海岸线总长为 24.8 km。南麂列岛属于中亚热带海洋性季风气候,年平均降水量约为 $1\,200.0 \text{ mm}$,年平均气温为 16.5°C ^[16]。土壤类型以黄壤和海岸砂土为主,贫瘠,具有较高的盐碱性,部分区域因海鸟活动和植被覆盖,土壤有机质较高^[17]。南麂列岛特殊的地理条件孕育了丰富的野生药用植物资源^[14]。

前期调查发现:南麂列岛的 89 科 275 属 382 种野生药用植物中,以全株药用类 (63.35%)、苦味类

(59.95%)、解毒杀虫止痒类 (21.32%) 和消毒类 (22.12%) 植物为主, 其他药用部位、药味和药用功能类型的种类较少^[14]。

1.2 研究方法

1.2.1 外业调查及数据统计 基于 2017—2018 年南麂列岛森林植被本底调查和 2021—2022 年南麂列岛野生药用植物资源调查结果, 结合相关资料确定南麂列岛野生药用植物名录。参考文献 [18—24], 分析统计南麂列岛野生药用植物的生活型、药用部位、药用类别、药用功效和群落地位等数据, 用于建立综合评价指标体系。

1.2.2 综合评价模型建立 根据野生药用植物资源开发利用的特点, 参考前人的经验^[25] 建立指标体系, 应用德尔菲法^[26] 确定层次分析法的指标层与方案层。根据层次分析法的分析步骤, 向专家发放调查问卷, 对野生药用植物特征进行客观打分。进行综合评价首先需确定权重^[27]。权重大小直接影响评估结果, 体现了单项指标在评价指标体系中的重要性, 反映了评价者对不同指标价值的态度^[28]。确定相关指标的平均值, 根据与之相关联的比例结果构建相应的判断矩阵, 进行一致性比例 (consistency ratio, CR) 检验。当 $CR < 0.1$ 时, 表示判断矩阵具有较高的一致性, 各指标权重值分配适当; 当 $CR \geq 0.1$ 时, 不具一致性, 其结果不能接受, 需要重新分配权重^[6]。通过一致性检验后对单个南麂列岛野生药用植物按评分标准进行打分, 并汇总, 使用 YAAHP 软件^[29] 进行模糊综合评价, 运用等距划分法将各个约束层的权重以及综合评价结果划分为 3 个等级, 确定各权重以及综合评价结果的估量值分界, 以便对结果进行分析和讨论。等距划分法的公式为:

$$h_r = \frac{R}{k} \quad (1)$$

式 (1) 中: h_r 表示各约束层权重估量值的区间; R 为约束层权重或综合评价得分最大值与最小值的差; k 为区间数量, 本研究中为 3。用 h_1 表示资源价值估量值; h_2 表示资源开发利用潜力估量值; h_3 表示生态学特性估量值; h_A 表示综合药用价值估量值。

最后根据评价结果对南麂列岛野生药用植物开发潜力进行综合排序。

2 结果与分析

2.1 南麂列岛野生药用植物综合评价模型

2.1.1 综合评价指标体系建立 利用层次分析法建立综合评价模型 (表 1)。模型分为目标层、约束层、标准层、最底层。

表 1 野生药用植物资源综合评价模型

Table 1 Appraisal model of medicinal plant resources in Nanji Islands

目标层(A)	约束层(B)	标准层(C)	最底层(D)
野生药用植物资源开发利用价值综合评价	资源价值(B_1)	药用功效(C_1)	待评价的野生药用植物(D_1, D_2, D_3, \dots)
		药用部位(C_2)	
		药用类别(C_3)	
		利用程度(C_4)	
	资源开发利用潜力(B_2)	群落地位(C_5)	
		频度(C_6)	
	生态学特性(B_3)	生活型(C_7)	
		水分生态型(C_8)	
		生态习性(C_9)	

目标层 (A) 在保证南麂列岛生态环境不被破坏且得到逐渐改善的前提下, 遵循自然规律, 科学有效地开发利用野生药用植物资源。

约束层 (B) 包括制约和限制南麂列岛野生药用植物资源开发利用的各种因素。本研究仅列出对目标层制约作用较强的 3 个因素作为约束层: 资源价值 (B_1), 作为该项资源所具有的特定价值, 其质量直接

影响吸引公众的程度；资源开发利用潜力 (B_2)，南麂列岛的野生药用植物资源的开发利用必须在保护的前提下，视实际情况进行，资源开发利用潜力决定野生药用植物利用的规模和前景；生态学特性 (B_3)，主要反映资源自身的特征和空间分布规律，影响开发利用的难易程度。

标准层 (C) 体现了约束层 (B) 的具体选择标准。资源价值包括药用功效 (C_1)、药用部位 (C_2) 以及药用类别 (C_3)。开发与利用潜力包括了利用程度 (C_4)、群落地位 (C_5) 和频度 (C_6)；生态学特性包括了生活型 (C_7)、水分生态型 (C_8) 以及生态习性 (C_9)。选择上述 9 个因素，运用定性与定量相结合的方法来确定分值作为评价指标 (表 2)。

表 2 南麂列岛野生药用植物标准层因素评分标准

Table 2 Appraisal standard for target hierarchy of wild medicinal plant resources in Nanji Islands

分值	药用功效(C_1)	药用部位(C_2)	药用类别(C_3)	利用程度(C_4)	群落地位(C_5)
5	5类及以上	全草入药或根、茎、叶、花、果分别入药	中药、农药共用	大量药用	建群种
4	4类功效	地上部分入药或5个类别中4项分别入药	中药和农药2项中仅1项	较多药用	优势种
3	3类功效	5个类别中3项入药	—	已药用	常见种
2	2类功效	2项入药	—	较少药用	偶见种
1	1类功效	1项入药	—	尚未药用	稀有种
分值	频度(C_6)	生活型(C_7)	水分生态型(C_8)	生态习性(C_9)	
5	随遇种	多年生草本	中生植物	适应性很强、无生境要求	
4	较常见	1、2年生草本	旱生植物	适应性较强、对生境要求不严	
3	散生或常出现于定点区域	木本植物	湿生植物	适应性强、要求一定的生境	
2	疏生或偶尔出现在定点区域	—	水生植物	适应性不强、对生境要求严格	
1	定点区域稀有植物	—	—	适应性弱、对生境要求特别严格	

说明：—表示无此项。

最底层 (D) 为待评价的野生药用植物种类。

2.1.2 权重确定 各指标的权重及判断矩阵一致性比例见表 3。约束层、标准层、综合评价指标权重 (分别为 W_{B_i} 、 W_{C_j} 、 W_{ij}) 之间的关系为：

$$W_{ij} = W_{B_i} W_{C_j} \quad (2)$$

式 (2) 中： W_{B_i} 表示约束层权重； W_{C_j} 表示标准层权重； W_{ij} 则表示综合评价指标权重。综合评价指标的判断矩阵一致性比例 (CR) 检验结果中， $CR=0.030<0.100$ ，同时资源价值、资源开发利用潜力、生态学特性的 CR 分别为 0.009、0.047 和 0.016，均小于 0.100，表明通过了判断矩阵的一致性检验。

表 3 南麂列岛野生药用植物资源评价指标权重及判断矩阵一致性比例

Table 3 Valuation index weights and consistency of judgment matrices for medicinal plant resources in Nanji Islands

约束层(B_i)	约束层权重	标准层(C_j)	标准层权重	判断矩阵一致性比例(CR)	综合评价指标权重
资源价值(B_1)	0.320	药用功效(C_1)	0.540	0.009<0.100	0.173
		药用部位(C_2)	0.297		0.095
		药用类别(C_3)	0.163		0.052
		利用程度(C_4)	0.157		0.088
资源开发利用潜力(B_2)	0.559	群落地位(C_5)	0.594	0.047<0.100	0.332
		频度(C_6)	0.249		0.139
		生活型(C_7)	0.625		0.076
生态学特性(B_3)	0.122	水分生态型(C_8)	0.230	0.016<0.100	0.028
		生态习性(C_9)	0.137		0.017

2.1.3 综合评价得分计算 综合评价得分需要专家按各个指标打分标准对野生药用植物进行逐一打分,每个标准层的得分(C)由权重和向量与评分向量的点积而得。用公式表示为:

$$C = \sum_{j=1}^n (W_{C_j} P_{C_j}) \quad (3)$$

式(3)中: W_{C_j} 为标准层中第 j 项指标的权重值; P_{C_j} 为对应的评分; n 为标准层数量。最后的综合评价得分 A 用公式表示为:

$$A = \sum_{i=1}^m (W_{B_i} C) \quad (4)$$

式(4)中: W_{B_i} 为约束层第 i 项的权重值; m 为约束层总数。

2.2 南麂列岛野生药用植物资源评价结果

2.2.1 资源价值 南麂列岛 382 种野生药用植物资源价值划分为 3 个等级(图 1): 第 1 级, 资源价值估量值(h_1)>3.80 的野生药用植物占总量的 18%, 包含海金沙 *Lygodium japonicum*、阔叶乌蕨 *Odontosoria biflora*、扇叶铁线蕨 *Adiantum flabellulatum*、井栏边草 *Pteris multifida* 以及伏石蕨 *Lemmaphyllum microphyllum* 等 67 种; 第 2 级, $2.60 < h_1 \leq 3.80$ 的野生药用植物占总量的 50%, 包含芒萁 *Dicranopteris pedata*、野雉尾金粉蕨 *Onychium japonicum*、蜈蚣凤尾蕨 *Pteris vittata*、渐尖毛蕨 *Cyclosorus acuminatus* 以及干旱毛蕨 *Cyclosorus aridus* 等 193 种; 第 3 级, $h_1 \leq 2.60$ 的野生药用植物占总量的 32%, 包含傅氏凤尾蕨 *Pteris fauriei*、珠芽狗脊 *Woodwardia prolifera*、中华复叶耳蕨 *Arachniodes chinensis*、全缘贯众 *Cyrtomium falcatum* 以及太平鳞毛蕨 *Dryopteris pacifica* 等 122 种。

2.2.2 资源开发利用潜力 根据南麂列岛野生药用植物资源特点, 选取利用程度、群落地位以及频度作为指标对南麂列岛野生药用植物的资源开发利用潜力进行评价, 依其分值大小将野生药用植物资源开发利用潜力划分为 3 个等级(图 1): 第 1 级, 资源开发利用潜力估量值(h_2)>3.72 的野生药用植物占全部野生药用植物的 49%, 包含半边旗 *Pteris semipinnata*、青绿藁草 *Carex breviculmis*、扁穗莎草 *Cyperus compressus*、砖子苗 *Cyperus cyperoides* 以及异型莎草 *Cyperus difformis* 等 186 种; 第 2 级, $2.44 < h_2 \leq 3.72$, 占全部野生药用植物的 41%, 包含天南星 *Arisaema heterophyllum*、风藤 *Piper kadsura*、红楠 *Machilus thunbergii*、艳山姜 *Alpinia zerumbet* 以及天门冬 *Asparagus cochinchinensis* 等 157 种; 第 3 级, $h_2 \leq 2.44$, 占全部野生药用植物的 10%, 包含杯盖阴石蕨 *Davallia griffithiana*、江南星蕨 *Microsorium fortunei*、马兜铃 *Aristolochia debilis*、叉唇角盘兰 *Herminium lanceum* 以及萱草 *Hemerocallis fulva* 等 39 种。

2.2.3 生态学特性 南麂列岛野生药用植物生态学特性划分为 3 个等级(图 1): 第 1 级, 生态学特性估量值(h_3)>4.28 的野生药用植物占南麂列岛野生药用植物总量的 49%, 有换锦花 *Lycoris sprengeri*、水仙 *Narcissus tazetta* var. *chinensis*、天门冬、阔叶山麦冬 *Liriope muscari* 以及山麦冬 *Liriope spicata* 等 188 种, 表明这类植物未受威胁, 可开发利用; 第 2 级, $3.56 < h_3 \leq 4.28$, 占南麂列岛野生药用植物总量的 43%, 有半夏 *Pinellia ternata*、石蒜 *Lycoris radiata*、饭包草 *Commelina benghalensis*、裸花水竹叶 *Murdannia nudiflora* 以及野燕麦 *Avena fatua* 等 165 种, 为渐稀种类, 应注意保护与合理开发利用; 第 3 级, $h_3 \leq 3.56$, 占南麂列岛野生药用植物总量的 8%, 有菝葜 *Smilax china*、小果菝葜 *Smilax davidiana*、凤尾丝兰 *Yucca gloriosa*、看麦娘 *Alopecurus aequalis* 以及囊颖草 *Sacciolepis indica* 等 29 种, 为珍稀濒危种类或渐危种类, 亟待加以保护。

2.2.4 综合药用价值 利用资源价值、资源开发利用潜力以及生态学特性 3 个子系统的评分对南麂列岛野生药用植物综合药用价值进行综合评价。依其最终分值的大小将南麂列岛野生药用植物综合药用价值划分为 3 个等级(图 1): 第 1 级, 综合药用价值估量值(h_A)>4.04 的野生药用植物占南麂列岛野生药用植物总量的 36%, 有芦竹 *Arundo donax*、雀麦 *Bromus japonicus*、虎尾草 *Chloris virgata*、狗牙根 *Cynodon dactylon* 以及龙爪茅 *Dactyloctenium aegyptium* 等 137 种, 其综合药用价值高, 可大规模开发利用; 第 2 级, $3.08 < h_A \leq 4.04$, 占南麂列岛野生药用植物总量的 45%, 有鸭跖草 *Commelina communis*、

野黍 *Eriochloa villosa*、显子草 *Phaenosperma globosa*、筒轴茅 *Rottboellia cochinchinensis* 以及木防己 *Cocculus orbiculatus* 等 171 种，有综合药用价值，可适度开发或小规模开发利用；第 3 级， $h_A \leq 3.08$ ，占南麂列岛野生药用植物总量的 19%，有黑松 *Pinus thunbergii*、欒木 *Loropetalum chinense*、山木通 *Clematis finetiana*、小二仙草 *Gonocarpus micranthus* 以及朴树 *Celtis sinensis* 等 74 种，其综合药用价值低，应严加保护，保存种质资源。

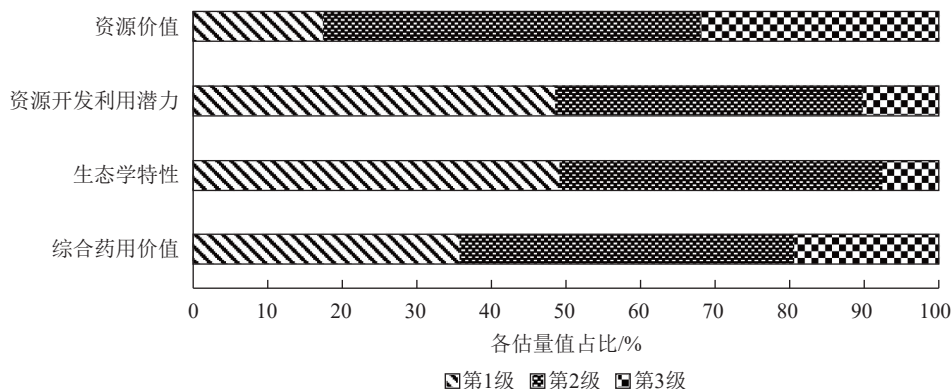


图 1 南麂列岛野生药用植物估量值占比

Figure 1 Proportion of estimated values of wild medicinal plants in the Nanji Islands

综合南麂列岛 382 种野生药用资源的排序结果见附表 (http://pdfedit.xml-journal.cn/pdfview/zjnlxxb_2024-0594-tab.pdf?t=48462)，可优先选择陀螺旋紫菀 *Aster turbinatus*、野菊 *Chrysanthemum indicum*、小苦蕒 *Ixeridium dentatum* 等综合药用价值较大的植物进行开发利用，而对马兜铃、叉唇角盘兰、化香树 *Platycarya strobilacea* 等综合药用价值低的种质资源进行保护，以待后续利用。

3 结论与讨论

3.1 野生药用植物评价体系的权重分配

在评价系统中，评价指标权重的分配至关重要。为使评价体系中的指标权重符合实际情况，本研究采用层次分析法对南麂列岛野生药用植物综合药用价值进行评价。该方法具有定性、定量相结合的特性，可以处理以往无法解决的实际问题。

资源开发利用潜力权重最大，资源价值权重次之，生态学特性权重最小。表明野生药用植物资源的可持续开发利用，与该植物的资源开发利用潜力关系最为密切，说明群落地位、药用功效以及频度等指标是影响药用植物综合评价的重要指标，也是主导药用植物综合排名的最主要因素之一。这与前人研究结果基本一致^[8-10, 30]。

相对于目标层，标准层指标权重从大到小依次为群落地位、药用功效、频度、药用部位、利用程度、生活型、药用类别、水分生态型、生态习性。表明在野生药用植物的可持续开发利用过程中，应该把群落地位、生活型、频度以及水分生态型等作为首要考虑因素，同时也要兼顾野生药用植物的利用程度以及药用功效等因素。这符合野生药用植物资源可持续开发利用的特点。

3.2 野生药用植物的综合药用价值

层次分析法的评价结果表明：南麂列岛野生药用植物的资源开发利用潜力在整体评价中起到了主导作用。通过对综合评价指标权重分析，发现群落地位、生活型、频度以及水分生态型等因素是关键影响因素。因而，虽然海金沙和马兜铃等珍稀野生药用植物的资源价值得分较高，但因其资源开发利用潜力得分较低，导致综合得分较低，在本研究中排在靠后的位置。相对而言，单叶蔓荆 *Vitex rotundifolia* 等常见种类的资源价值较低，但资源开发利用潜力以及生态学特性得分相对较高，所以其综合得分比某些珍稀野生药用植物高。因此，在综合评价中，一些珍稀植物因其显著的市场价值和发展潜力被归入第 1 级，但因资源量较少，分布范围狭窄而被划分至第 3 级。这也符合南麂列岛的地方特点，体现了地域生态环境对药用植物分布及价值评估的影响。综合药用价值的评估结果还显示：常见且适应性强的野生药用植物，如茵陈蒿 *Artemisia capillaris*，在本研究中获得了较高的排名。这一结果与对辽宁抚顺的药用

植物研究结论相吻合。另如牛膝 *Achyranthes bidentata*、枸杞 *Lycium chinense*、山葛 *Pueraria montana* 等药用植物在秦岭^[10]和唐家河^[30]药用植物研究中排名前列,而在本研究中仅位于中上部分。主要是使用的标准层因素不同而产生的差异,其较为单一的药用功效和较为单一的药用部位,导致排名较低。由于药用植物的人工种植问题,以及中国国土广袤、立地条件多样造成的区域性影响,本研究的部分结论与现有文献中的研究结果略有不同。

3.3 野生药用植物的保护与利用

目前,野生药用植物资源的评价方法较多,如基于BP人工神经网络的评价法、逐步法(STEM)、主成分分析法等。不同的评价方法优缺点不一,因此在评价过程中,常将多种评价方法综合使用,以增加结果的可靠性^[31]。层次分析法作为一种多准则评价的方法,被广泛应用于决策分析,具有结构清晰、操作简单等优点,但也存在主观性较强等局限性^[32]。本研究邀请多位不同领域的专家,进行线上调查问卷,引入德尔菲法以及模糊综合评价法,降低个人偏见的影响,对分级结果进行模糊综合评价,提高了研究结果的准确性和客观性。

南麂列岛地区,叉唇角盘兰、野菰 *Aeginetia indica* 以及阴行草 *Siphonostegia chinensis* 等面临重度威胁的野生药用植物亟需加强保护。这些野生药用植物在当地生态系统中起着关键作用,对它们进行保护有利于维持生态平衡和生物多样性;这些野生药用植物又具有独特的药用价值,其资源的持续利用对于中医药的传承和现代医药的发展至关重要。具体的保护措施包括建立保护区和种质资源库,开展生态监测和评估,实施严格的法律保护。通过科学的保护措施和可持续发展的策略可以实现这些珍稀植物资源的长期利用,为中医药的发展和现代医药创新提供坚实的基础。同时在开发利用方面可以加强科学研究与技术创新,提高繁育效率和植物的药用成分含量;还可以大力推进叉唇角盘兰、野菰和阴行草的人工种植与生态农业建设,开发先进的栽培技术,优化种植条件,增加产量,提高品质。除此之外,还可以探索这些野生药用植物在保健品、功能性食品和化妆品开发中的应用,增加其市场价值,进行多元化开发利用。最后可以建立社区参与和合作机制,鼓励当地社区参与濒危野生药用植物的保护与种植,建立利益共享机制提高社区保护意识和积极性。与科研机构、高校和企业合作,建立产学研结合的模式,共同推动濒危野生药用植物的保护和开发,实现生态保护与经济发展的双赢,推动当地生态文明建设和经济社会可持续发展。

4 参考文献

- [1] 侯小琪,江维克,宋培浪,等. 贵州33个中药资源普查试点县(区)药用资源多样性分析[J]. 中国中药杂志, 2019, 44(2): 265–269.
HOU Xiaoqi, JIANG Weike, SONG Peilang, et al. Analysis of medicinal resource diversity in 33 pilot (districts) in Guizhou Province [J]. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 2019, 44(2): 265–269.
- [2] 薛晓娟,刘彩,王益民,等. 新时代中医药发展现状与思考[J]. 中国工程科学, 2023, 25(5): 11–20.
XUE Xiaojuan, LIU Cai, WANG Yimin, et al. Status quo and development strategy of traditional Chinese medicine in the new era [J]. *Strategic Study of CAE*, 2023, 25(5): 11–20.
- [3] 段金彪,郭盛,宿树兰,等. 中药资源化学学科引领中药资源全产业链循环利用与绿色发展的创新与实践[J]. 南京中医药大学学报, 2024, 40(10): 1114–1122.
DUAN Jin'ao, GUO Sheng, SU Shulan, et al. Innovation and practice of resource chemistry of Chinese medicinal materials leading the recycling and green development of the whole industry chain of chinese medicinal resources [J]. *Journal of Nanjing University of Chinese Medicine*, 2024, 40(10): 1114–1122.
- [4] 余小芳,明小钰,胡佳妮,等. 广元市旺苍县药用植物资源调查及多样性研究[J]. 中药材, 2023, 46(6): 1366–1370.
YU Xiaofang, MING Xiaoyu, HU Jiani, et al. Investigation and diversity of medicinal plant resources in Wangcang County, Guangyuan City [J]. *Journal of Chinese Medicinal Materials*, 2023, 46(6): 1366–1370.
- [5] 潘红丽,李迈和,蔡小虎,等. 海拔梯度上的植物生长与生理生态特性[J]. 生态环境学报, 2009, 18(2): 722–730.
PAN Hongli, LI Maihe, CAI Xiaohu, et al. Plant growth and physio-ecological characteristics along altitude gradients [J]. *Journal of Ecology and Environment*, 2009, 18(2): 722–730.
- [6] LI Gang, LI Yong. Optimization spatial pattern method for vegetation landscape in bay based on AHP[J/OL].

- Microprocessors and Microsystems*, 2021, **83**: 104041 [2024-10-01]. DOI: [10.1016/j.micpro.2021.104041](https://doi.org/10.1016/j.micpro.2021.104041).
- [7] 李萌. 基于 AHP 法的河北省安国市药用植物园植物景观评价研究[D]. 杨陵: 西北农林科技大学, 2018.
LI Meng. *Plant Landscape Evaluation of Medicinal Botanical Garden in Anguo City, Hebei Province Based on AHP Method*[D]. Yangling: Northwest A&F University, 2018.
- [8] 王丹, 侯建明, 潘博雅, 等. 基于 AHP 法的辽宁省抚顺市望花区药用植物资源评估[J]. *沈阳农业大学学报*, 2023, **54**(2): 207–213.
WANG Dan, HOU Jianming, PAN Boya, *et al.* Evaluation of medicinal plant resources in Wanghua District, Fushun City, Liaoning Province Based on AHP method [J]. *Journal of Shenyang Agricultural University*, 2023, **54**(2): 207–213.
- [9] 吴莹, 张建逵, 王建华, 等. 辽宁省本溪市溪湖区药用植物资源调查与 AHP 评价[J]. *中药材*, 2021, **44**(5): 1075–1080.
WU Ying, ZHANG Jiankui, WANG Jianhua, *et al.* Investigation of medicinal plant resources and AHP evaluation in Xihu District of Benxi City, Liaoning Province [J]. *Journal of Chinese Medicinal Materials*, 2021, **44**(5): 1075–1080.
- [10] 周亚福, 李思锋, 黎斌, 等. 基于层次分析法的秦岭重要药用植物资源评价研究[J]. *中草药*, 2013, **44**(15): 2172–2182.
ZHOU Yafu, LI Sifeng, LI Bin, *et al.* Evaluation of important medicinal plant resources in Qinling Mountains based on analytic hierarchy process method [J]. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 2013, **44**(15): 2172–2182.
- [11] 朱弘, 库伟鹏, 戎建涛, 等. 浙江南麂岛陆生维管束植物多样性及区系特征[J]. *植物分类与资源学报*, 2015, **37**(6): 713–720.
ZHU Hong, KU Weipeng, RONG Jiantao, *et al.* Species diversity and floristic characteristics of vascular plants in Nanji Island, Zhejiang Province [J]. *Plant Diversity and Resources*, 2015, **37**(6): 713–720.
- [12] 孔景, 季芯悦, 王鹏程, 等. 南麂岛木麻黄生存群落空间分布及其环境解释[J]. *生态与农村环境学报*, 2022, **38**(7): 882–889.
KONG Jing, JI Xinyue, WANG Pengcheng, *et al.* Spatial distribution and environmental interpretation of *Casuarina equisetifolia* communities on Nanji Island [J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2022, **38**(7): 882–889.
- [13] 包楠欧, 史定刚, 关万春, 等. CO₂ 及光强对南麂列岛铜藻生长的影响[J]. *浙江农业学报*, 2014, **26**(3): 649–655.
BAO Naoou, SHI Dinggang, GUAN Wanchun, *et al.* Effect of CO₂ concentration and irradiance on the growth of *Sargassum horneri* (Phaeophyceae) in Nanji Archipelago [J]. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 2014, **26**(3): 649–655.
- [14] 李依林, 蒋波, 汪知蓓, 等. 南麂列岛野生药用植物区系与资源多样性[J]. *中国野生植物资源*, 2024, **43**(5): 114–122.
LI Yilin, JIANG Bo, WANG Zhibei, *et al.* Diversity and floral characteristics of wild medicinal plant resources in Nanji Islands [J]. *Chinese Wild Plant Resources*, 2024, **43**(5): 114–122.
- [15] 戎建涛, 朱弘, 库伟鹏, 等. 浙江南麂岛主要森林植被群落学特征研究[J]. *西北林学院学报*, 2017, **32**(2): 294–300.
RONG Jiantao, ZHU Hong, KU Weipeng, *et al.* Characteristics of vegetation communities of the main forest types in Nanji Island, Zhejiang Province [J]. *Journal of Northwest Forestry University*, 2017, **32**(2): 294–300.
- [16] 朱弘, 蔡厚才, 尤禄祥, 等. 浙江南麂列岛大嵛山屿水仙自然居群的物种多样性、环境解释及空间分布格局分析[J]. *植物资源与环境学报*, 2017, **26**(3): 100–108.
ZHU Hong, CAI Houcai, YOU Luxiang, *et al.* Analyses on species diversity, environmental interpretation and spatial distribution pattern of natural population of *Narcissus tazetta* var. *chinensis* on Daleishan Island of Nanji Islands in Zhejiang Province [J]. *Journal of Plant Resources and Environment*, 2017, **26**(3): 100–108.
- [17] 李红. 温州市海岛简志[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2015: 35–38.
LI Hong. *Concise Records of Islands in Wenzhou City*[M]. Hangzhou: Zhejiang University Press, 2015: 35–38.
- [18] 吴征镒. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 1980: 15–28.
WU Zhengyi. *Vegetation of China*[M]. Beijing: Science Press, 1980: 15–28.
- [19] 吴贻谷. 中华本草[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1998: 115–208.
WU Yigu. *Chinese Herbal Medicine*[M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers, 1998: 115–208.
- [20] 肖培根. 新编中药志: 第 1 卷[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 89–108.
XIAO Peigen. *New Compilation of Traditional Chinese Medicine: Vol 1* [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2002: 89–108.
- [21] 中国科学院生物多样性委员会. 中国植物物种名录 2024 版[EB/OL]. 2024-01-01 [2024-10-28]. <https://escience.org.cn/news/activity-detail?id=850b551ba538ec76f1c2b2dae876eafa&code=work>.

- Committee on Biodiversity of Chinese Academy of Sciences. *Catalogue of Life China 2024 Annual Checklist*[EB/OL]. 2024-01-01 [2024-10-28]. <https://escience.org.cn/news/activity-detail?id=850b551ba538ec76f1c2b2dae876eafa&code=work>.
- [22] 徐国钧. 中国药材学(下)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 1996: 40–65.
XU Guojun. *Chinese Medicinal Materials Science (Part 2)*[M]. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 1996: 40–65.
- [23] 陈仁寿. 国家药典中药实用手册[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 2007: 139–158.
CHEN Renshou. *Practical Handbook of Traditional Chinese Medicine in the National Pharmacopoeia*[M]. Nanjing: Jiangsu Scientific & Technical Publishers, 2007: 139–158.
- [24] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020: 1088.
Pharmacopoeia Commission of the People's Republic of China. *Pharmacopoeia of the People's Republic of China*[M]. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 2020: 1088.
- [25] FATTAHI M M, MAHDAVI R, REZAEI M, *et al.* Determination of optimal cultivation pattern of medicinal plants using AHP-TOPSIS hybrid model (case study: Qom Province) [J]. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 2021, **36**(6): 885–897.
- [26] BRADY R S. Utilizing and adapting the delphi method for use in qualitative research [J]. *International Journal of Qualitative Methods*, 2015, **14**(5): 597–228.
- [27] PIRI I, MOOSAVI M, TAHERI A Z, *et al.* The spatial assessment of suitable areas for medicinal species of *Astragalus (Astragalus hypsogeton Bunge)* using the analytic hierarchy process (AHP) and geographic information system (GIS) [J]. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 2019, **22**(2): 193–201.
- [28] REBUCAS M, RADAM L J, MOLERO N, *et al.* An integrated fuzzy evaluation of photovoltaic systems adoption barriers in rural island communities of developing economies [J/OL]. *Energy for Sustainable Development*, 2024, **80**: 101424 [2024-10-01]. DOI: [10.1016/j.esd.2024.101424](https://doi.org/10.1016/j.esd.2024.101424).
- [29] JAYAWICKRAMA H, KULATUNGA A K, MATHAVAN S. Fuzzy AHP based plant sustainability evaluation method [J]. *Procedia Manufacturing*, 2017, **8**: 571–578.
- [30] 魏俊, 郑维超, 杨陈, 等. 唐家河国家级自然保护区药用植物资源及多样性特征分析[J]. *西北植物学报*, 2019, **39**(7): 1307–1315.
WEI Jun, ZHENG Weichao, YANG Chen, *et al.* Analysis of medicinal plant resources and diversity characteristics in Tangjiahe National Nature Reserve [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2019, **39**(7): 1307–1315.
- [31] 刘瑜, 徐程扬. 古树健康评价研究进展[J]. *世界林业研究*, 2013, **26**(1): 37–42.
LIU Yu, XU Chengyang. Research progress in ancient trees health assessment [J]. *World Forestry Research*, 2013, **26**(1): 37–42.
- [32] 陈峻崎. 北京市古树健康评价研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2014.
CHEN Junqi. *Health Assessment of Ancient Trees in Beijing*[D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2014.