

AMI (职院刊) 核心期刊

RCCSE中国核心学术期刊 (A)

中国学术期刊影响因子年报统计源期刊

《中国核心期刊(遴选)数据库》收录期刊

美国《化学文摘》数据库收录

ISSN 2095-7300

CN 43-1522/Q

湖南生态科学学报

Journal of Hunan Ecological Science

2024 第11卷 第1期
VOL.11 NO.1



《湖南生态科学学报》第二届编辑委员会

主任委员：苏 立

副主任委员：庾庐山

主 编：梁忠厚 颜晓元

副主编：蒋一锄

编 委（按姓氏拼音为序）：

| | | | |
|-----|------------------|-----|-----------------|
| 白军红 | 北京师范大学 | 陈功锡 | 吉首大学 |
| 陈光才 | 中国林业科学院亚热带林业研究所 | 陈旭辉 | 沈阳农业大学 |
| 陈永忠 | 湖南省林业科学院 | 邓明华 | 云南农业大学 |
| 丁 凡 | 沈阳农业大学 | 杜辉辉 | 湖南农业大学 |
| 范 适 | 湖南环境生物职业技术学院 | 方 迪 | 南京农业大学 |
| 付美云 | 湖南环境生物职业技术学院 | 何铁光 | 广西壮族自治区农业科学院 |
| 胡永灵 | 湖南环境生物职业技术学院 | 姜小文 | 湖南环境生物职业技术学院 |
| 李芳柏 | 广东省科学院生态环境与土壤研究所 | 刘爱民 | 安徽师范大学 |
| 刘惠芬 | 天津农学院 | 刘菊华 | 海南大学 |
| 刘鸣达 | 沈阳农业大学 | 刘卫东 | 中南林业科技大学 |
| 柳开楼 | 江西省红壤及种质资源研究所 | 彭佩钦 | 中南林业科技大学 |
| 圣倩倩 | 南京林业大学 | 谭志远 | 华南农业大学 |
| 汪思龙 | 中国科学院沈阳应用生态研究所 | 汪 洋 | 湖北生态工程职业技术学院 |
| 王金龙 | 天津农学院 | 王克林 | 中国科学院亚热带农业生态研究所 |
| 王晓明 | 湖南省林业科学院 | 王旭军 | 湖南省林业科学院 |
| 魏甲彬 | 湖南环境生物职业技术学院 | 温小荣 | 南京林业大学 |
| 文锦芬 | 昆明理工大 | 吴艳宏 | 中国科学院成都山地所 |
| 武攀峰 | 江苏省南通环境监测中心 | 杨 华 | 湖南农业大学 |
| 杨 宁 | 湖南环境生物职业技术学院 | 易 诚 | 衡阳师范学院 |
| 易镇邪 | 湖南农业大学 | 于飞海 | 台州学院 |
| 曾长立 | 江汉大学 | 湛方栋 | 云南农业大学 |
| 张少良 | 东北农业大学 | 郑冠宇 | 南京农业大学 |
| 钟金凤 | 湖南环境生物职业技术学院 | 周国英 | 中南林业科技大学 |
| 周立祥 | 南京农业大学 | 周顺桂 | 福建农林大学 |
| 周尧治 | 西藏农牧学院 | 朱校奇 | 湖南省农业科学院 |

声 明

本刊已许可《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司、北京万方数据股份有限公司、重庆维普资讯有限公司、北京世纪超星信息技术发展有限责任公司等单位在其网络及系列数据库产品，以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。以上单位的著作权使用费与本刊稿酬，已从论文发表应收取的审稿费和版面费中扣除，不再另付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意上述声明。

目次

研究论文

湖南德夯地质公园菊科植物多样性特征 赵蕊, 陈君, 王志成, 向晓媚, 陈功锡 (1)

施氮对农用地膜表面微生物群落特征的影响 吉德昌, 吴传发, 李诗彤, 汪景宽, 丁凡 (11)

生物菌肥配施对樟子松母树林生长和生理特性的影响 李晓光, 郭静, 邵壮, 陈铁石, 周宏 (19)

丝瓜新品种衡亮1号丝瓜的选育报告 旷碧峰, 余席茂, 胡国平, 刘阳华, 谭建军, 李健生, 蒋可 (25)

铁磷共沉淀去除水中无机磷的效果及机制 柳开颜, 卢磊, 彭唐鑫彦,
熊羽彤, 刘孝利, 彭芸, 刘闯, 刘颖华, 胡海波, 彭梅楷, 郭晓辉, 杜辉辉, 雷鸣 (31)

烟-稻轮作典型烟田团聚体分布特征及其与土壤养分、作物产量的关系
..... 郝汉驰, 肖子曼, 肖艳松, 李小慧, 刘勇军, 侯红波, 龙坚, 彭佩钦 (39)

外源褪黑素对辣椒果实采后生理品质的影响 刘微, 唐帅, 李佳薇, 王娜, 曹丽敏, 易诚, 刘宇华 (49)

中药残渣在废水处理及土壤修复领域再利用 阮晓玲, 李翔, 邹青, 王紫嫣 (58)

河南省夏玉米不同生长阶段干旱风险分析
..... 张朔豪, 邱美娟, 杜武兵, 李学涛, 许小梅, 敖登健, 徐紫阳 (66)

饲料类芽孢杆菌对杉木促生机制的比较转录组学分析 王湘莹, 杨琦, 潘子曦, 王小明 (78)

研究综述

富硫化矿业废弃地污染生物控制策略研究 程睿 (88)

黑老虎种质资源与分子生物学研究进展 邓叶, 李翔, 李平, 梁忠厚 (96)

土壤中无机氮检测方法研究进展 彭晓, 杨萌, 王晓雯, 刘进阳, 周艺蓉 (105)

海洋环境中有机磷酸酯的来源、含量及分布研究进展 李长虹, 于丰阁, 陈鑫, 娄英斌, 杨萌 (115)

CONTENTS

Research paper

- Diversity characteristics of Asteraceae plants in Dehang Geopark, Hunan Province
 ZHAO Rui, CHEN Jun, WANG Zhicheng, XIANG Xiaomei¹, CHEN Gongxi (1)
- Responses of Microbial Community on Plastic Mulch Surface to Nitrogen Fertilization
 JI Dechang, WU Chuanfa, LI Shitong, WANG Jingkuan, DING Fan (11)
- Effects of Bio-bacterial Fertilizer on the Growth and Physiological Characteristics of the Mother Forest of *Pinus sylvestris*
 LI Xiaoguang, GUO Jing, SHAO Zhuang, CHEN Tieshi, ZHOU Hong (19)
- Breeding of a New Towel Gourd named ‘Hengliang No. 1’
 KUANG Bifeng, YU Ximao, HU Guoping, LIU Yang Hua, TAN Jian Jun, LI Jiansheng, JIANG Ke (25)
- Effect and Mechanism of Phosphate Removal by Iron-Phosphorus Coprecipitation
 LIU Kaiyan, LU Lei, PENG-TANG Xinyan,
 XIONG Yutong, LIU Xiaoli, PENG Yun, LIU Chuang, LIU Yinghua, HU Haibo, PENG Meikai, GUO Xiaohui, DU Huihui, LEI Ming (31)
- A Study of Soil Aggregates Distribution Characteristics in Representative Tobacco Fields under Tobacco-Rice Rotation Cropping Systems and Their Relationships with Soil Nutrients and Crop Yields
 HAO Hanchi, XIAO Ziman, XIAO Yansong, LI Xiaohui, LIU Yongjun, HOU Hongbo, LONG Jian, PENG Peiqin (39)
- Effects of Exogenous Melatonin on Postharvest Physiological Characteristics and Storage Quality of Pepper Fruit
 LIU Wei, TANG Shuai, LI Jiawei, WANG Na, CAO Limin, YI Cheng, LIU Yuhua (49)
- The Application of Traditional Chinese Medicine Residues in Wastewater Treatment and Soil Remediation
 RUAN Xiaoling, LI Xiang, ZOU Qing, WANG Ziyang (58)
- Drought Risk Assessment of Summer Maize at Different growth Stages in Henan Province
 ZHANG Shuohao, QIU Meijuan, DU Wubing, LI Xuetao, XU Xiaomei, AO Dengjian, XU Ziyang (66)
- Comparative Transcriptomic Analysis of Growth Promoting Mechanism of *Paenibacillus pabuli* on *Cunninghamia lanceolata*
 WANG Xiangyin, YANG Qi, PAN Zixi, WANG Xiaoming (78)

Research review

- Research on Pollution Biological Control Strategy of Rich Sulfide Mining Wasteland
 CHENG Rui (88)
- Research Progress on Germplasm Resources and Molecular Biology of *Kadsura coccinea*
 DENG Ye, LI Xiang, LI Ping, LIANG Zhonghou (96)
- An Overview of Research on Inorganic Nitrogen Detection Methods in Soil
 PENG Xiao, YANG Meng, WANG Xiaowen, LIU Jinyang, ZHOU Yirong (105)
- An Overview of Concentration, Distribution and Sources of Organophosphate Esters in the Marine Environment
 LI Changhong, YU Fengge, CHEN Xin, LOU Yingbin, YANG Meng (115)

湖南德夯地质公园菊科植物多样性特征

赵蕊¹, 陈君¹, 王志成¹, 向晓媚¹, 陈功锡^{1,2*}

(1. 吉首大学 植物资源保护与利用湖南省高校重点实验室, 湖南 吉首 416000;

2. 吉首大学 药学院, 湖南 吉首 416000)

摘要:【目的】研究湖南德夯地质公园菊科植物资源现状, 为该区植物资源保护和利用提供科学依据。【方法】通过野外调查、标本采集鉴定和文献查阅等方法, 对德夯地质公园菊科(Asteraceae)植物物种多样性、地理区系、生活习性、功能性状等方面进行统计分析。【结果】(1) 德夯地质公园现有菊科植物 59 属 118 种, 划分为 14 个族, 其中以菊苣族(Cichorieae)、紫菀族(Astereae)、千里光族(Senecioneae)和春黄菊族(Anthemideae)为主; 该区菊科植物以单种属最多(41 属), 寡种属次之(16 属), 多种属最少(2 属); 含 3 个德夯特有种, 分别为吉首蒲儿根(*Sinosenecio jishouensis*)、吉首紫菀(*Aster jishouensis*)和紫背紫菀(*Aster atropurpurea*)。(2) 区系地理成分较为复杂, 属的分布区类型有 12 种, 以温带分布区类型居多; 种的分布区类型有 14 种, 以中国特有分布和东亚分布及变型为主。(3) 生活习性以多年生草本为主, 共 73 种, 占总种数的 61.86%, 其次为 1~2 年生草本, 含 42 种, 占总种数的 35.59%。(4) 菊科植物的营养性状以中小型叶、单叶、互生、纸质、不裂、锯齿、双面无毛为主; 繁殖性状以雌雄同株、顶生的伞房花序、瘦果、风力传播为主; 花期主要集中在 6—10 月, 果期集中在 7—10 月。【结论】湖南德夯地质公园菊科植物种类丰富, 区系地理成分复杂, 特有现象明显, 功能性状多样, 应予以关注和保护。

关键词: 菊科植物; 地理成分; 植物资源; 功能性状多样性; 德夯; 湘西世界地质公园

中图分类号: Q948

文献标识码: A

文章编号: 2095-7300(2024)01-0001-10

Diversity Characteristics of Asteraceae Plants in Dehang Geopark, Hunan Province

ZHAO Rui¹, CHEN Jun¹, WANG Zhicheng¹, XIANG Xiaomei¹,
CHEN Gongxi^{1,2*}

(1. Key Laboratory of Plant Resources Conservation and Utilization (College of Hunan Province), Jishou University, Jishou 416000, China;

2. School of Pharmaceutical Sciences, Jishou University, Jishou 416000, China)

收稿日期: 2024-01-27

基金项目: 国家自然科学基金(30770157); 吉首市德夯风景名胜区管理处项目(19DHK03)

作者简介: *为通信作者, 陈功锡, 教授, 研究方向: 植物生态学研究, E-mail: chengongxi2011@163.com; 赵蕊, 硕士研究生, 研究方向: 植物生态学研究, E-mail: 1460958820@qq.com。

引文格式: 赵蕊, 陈君, 王志成, 等. 湖南德夯地质公园菊科植物多样性特征研究[J]. 湖南生态科学学报, 2024, 11(1): 1-10. ZHAO R, CHEN J, WANG Z C, et al. Diversity characteristics of Asteraceae plants in Dehang Geopark, Hunan Province[J]. Journal of Hunan Ecological Science, 2024, 11(1): 1-10.

Abstract: 【 Objective 】 It is to study the current situation of Asteraceae plant resources in Hunan Dehang Geopark, so as to provide a scientific basis for the protection and utilization of plant resources in this area. 【 Method 】 The species diversity, geographical flora, life habits and functional traits of Asteraceae in Dehang Geopark were statistically analyzed by means of field investigation, specimen collection and identification, and literature review. 【 Result 】 (1) There are 59 genera and 118 species of Asteraceae plants in Dehang Geopark, which are divided into 14 tribus, among which Cichorieae, Astereae, Senecioneae and Anthemideae are the main ones. The plants of the Asteraceae family in this area is the most abundant in monospecific genera (41 genera), followed by oligospecific genera (16 genera), and the least multispecific genera (2 genera). There are 3 endemic species of Dehang region, namely *Sinosenecio jishouensis*, *Aster jishouensis* and *Aster atropurpurea*. (2) The geographical composition of the flora is relatively complex, and there are 12 areal-types of genera, most of which are temperate areal-types. There are 14 areal-types of species, which are endemic to China and East Asia, including variations. (3) The life habits are mainly perennial herbs, comprising 73 species, accounting for 61.86% of the total species, followed by annual or biennial herbs, including 42 species, accounting for 35.59% of the total species. (4) The trophic traits of Asteraceae plants are mainly characterized by small to medium-sized leaves, simple leaves, alternate phyllotaxy, papery texture, entire margins, serrate, and glabrous on both surfaces. The reproductive traits are mainly characterized by monoecy, apical umbel inflorescences, achenes, and wind dispersal. The flowering period is mainly concentrates from June to October, and the fruiting period is concentrated from July to October. 【 Conclusion 】 In Hunan Dehang Geopark the Asteraceae plant species are abundant, the geographical composition of the flora is complex, the endemic phenomena are obvious, and the functional traits are diverse, which should be paid attention to and protected.

Keywords: Asteraceae; geographical components; plant resources; diversity of functional traits; Dehang; Xiangxi World Geopark

菊科 (Asteraceae) 是一个较年轻的大科, 约有 1 000 属, 25 000~30 000 种, 主要分布于温带和亚热带区域, 我国约 240 属 2 300 种, 全国各地均有分布^[1]。它在繁殖结构和适应性方面具有很多优越性, 比如绝大多数为草本、生命周期短; 不少种类具发达的地下茎, 有利于进行营养繁殖; 花序和花的构造对传粉高度适应, 果实具有利于传播的各种专门结构等, 促使种类发展分化, 从而使之成为当今被子植物中属种数量最多的大科。并且, 菊科由于经济植物众多, 也成为植物多样性研究重点关注的类群之一^[2]。近年来, 针对具体区域菊科植物多样性的研究越来越多, 较为典型的有杜珍珠等^[3]对石河子绿洲-荒漠区菊科植物物种多样性进行了初步研究, 孔冬梅^[4]对山西庞泉沟自然保护区菊科药用植物资源及多样性进行了研究, 谢志勇等^[5]从物种组成、地理区系、生活型等方面对云南铜壁关省级自然保护区菊科植物物种多样性进行了分析, 可见对区域地理的菊科植物多样性研究仍为重点。

德夯地质公园 (以下简称德夯) 是 2020 年新批准的湘西世界地质公园的重要组成部分, 在地势上位于我国第二阶梯至第三阶梯过渡地带, 是地质公园、森林公园、湿地公园“三园”结合部。其独特地理位置和优越自然环境条件, 孕育了丰富的菊科植物资源, 其中包含吉首蒲儿根 (*Sinosenecio jishouensis* D. G. Zhang)^[6]、吉首紫菀 (*Aster jishouensis* W. P. Li & S. X. Liu)^[7]和紫背紫菀 (*Aster atropurpurea* W. P. Li & G. X. Chen)^[8]等本地特有种, 在该区植物区系中具有较为重要的作用, 但至今关于菊科植物的调查研究仍比较薄弱。本文基于野外调查, 结合现有资料, 对德夯菊科植物物种多样性、地理区系及植物生活型进行分析, 以为该区菊科植物基础研究及植物多样性保护利用提供参考资料。

1 研究区域与研究方法

1.1 研究区概况

德夯 (28°15'N—28°43'N, 109°30'E—109°45'E)

地处湘西土家族苗族自治州首府吉首市境内, 为云贵高原—江南丘陵的过渡地带, 总面积 108.47 km²。境内多陡坡峭壁, 多条溪流交叉穿梭, 呈半封闭式的“V”形峡谷, 形成特殊的河谷生境, 深达数百米, 山原破碎, 地形复杂, 为典型的喀斯特岩溶峡谷景观。该区域气候属于典型的中亚热带性湿润气候, 全年云雾多, 日照时间 1 400 h 左右。四季分明, 气候温和, 年均气温 16~18 °C, 无霜期 215~286 d。雨量充沛, 年降雨量 1 200~1 600 mm, 春夏湿润多雨, 秋冬干燥少雨。土壤多为由石灰岩发育而成的山地黄壤, pH 为 6~9 之间, 属于普通非盐环境土壤。植被类型复杂多样, 主要为中亚热带常绿阔叶林, 暖温性针叶林、竹林及部分灌丛、草丛和水生植被^[9-10]。

其独特的地理位置、复杂的生境类型和适宜的自然条件, 使得境内植物资源丰富, 特有现象明显。据调查统计, 德夯共有维管束植物 186 科 776 属 1 715 种, 被子植物 147 科 700 属 1 615 种^[11], 含德夯特有物种 8 种, 如德夯栎(*Quercus dehangensis* G. X. Chen, D. G. Zhang & B. Z. Wang)、吉首黄芩(*Scutellaria jishouensis* G. X. Chen, L. Tan & X. M. Xiang)、吉首鳞毛蕨(*Dryopteris jishouensis* G. X. Chen & D. G. Zhang)、湘西过路黄(*Lysimachia xiangxiensis* D. G. Zhang, C. Mou & Y. Wu) 等。

1.2 研究方法

1.2.1 基础数据来源

根据德夯独特的地形和生境类型设计了 9 条调查样线, 通过野外实地调查、标本采集和鉴定, 并参考相关文献, 统计德夯菊科植物属、种的数量, 整理出德夯菊科植物名录。参照 *Flora of China*《中国植物志》和《中国高等植物图鉴》对德夯菊科植物物种的属、种名进行核对和校正。采用目前比较流行的基于分子系统学的 APG IV 分类系统, 将菊科分为 13 个亚科 45 个族。

1.2.2 菊科植物多样性参数的确定

参考吴征镒等^[12]关于中国种子植物区系地理成分划分的基本方案, 对该区菊科植物属、种的地理分布区类型进行划分。参照杨允菲等^[13]对德夯菊科植物的生活型进行分类。根据已有植物功能性状分类体系^[14], 选取 6 个营养性状(叶型、叶序、叶

级、叶质地、叶缘、叶毛被)和 6 个繁殖性状(性系统、花序类型、花序位置、果实类型、种子传播方式、花果期)作为统计参数, 同一物种的性状有多种类型的则进行重复统计。最后根据分析结果得出研究结论。

2 结果与分析

2.1 种类组成的多样性

通过对德夯菊科植物的整理和鉴定, 结果表明该区菊科植物共有 14 族 59 属 118 种(表 1), 分别占该区种子植物总属数的 8.31%、总种数的 7.26%。

2.1.1 族的组成特点

德夯菊科植物可划分为 14 个族, 从属级层面看, 菊苣族、紫菀族、千里光族、春黄菊族 4 个族的属数均在 6 种及 6 种以上。其中, 菊苣族属数最多, 主要包括假还阳参属(*Crepidiastrum* Nakai)、苦蕒菜属 [*Ixeris* (Cass.) Cass.]、莴苣属(*Lactuca* L.)、黄鹌菜属(*Youngia* Cass.) 等 11 属, 占该区菊科植物总属数的 18.64%。紫菀族次之, 主要有紫菀属(*Aster* L.)、飞蓬属(*Erigeron* L.)、白酒草属(*Eschenbachia* Moench)、虾须草属(*Sheareria* S. Moore) 等 9 属, 占总属数的 15.25%。千里光族和春黄菊族位居第三, 千里光族有野苘蒿属(*Crassocephalum* Moench)、菊三七属(*Gynura* Cass.)、蜂斗菜属(*Petasites* Mill.)、千里光属(*Senecio* L.)、蒲儿根属(*Sinosenecio* B. Nord.)、合耳菊属 [*Synotis* (C. B. Clarke) C. Jeffrey & Y. L. Chen] 6 属; 春黄菊族包含著属(*Achillea* L.)、蒿属(*Artemisia* L.)、菊属(*Chrysanthemum* L.)、苘蒿属(*Glebionis* Cass.)、裸柱菊属(*Soliva* Ruiz & Pav.)、石胡荽属(*Centipeda* Lour.) 6 属, 分别占总属数的 10.17%。从种级层面看, 紫菀族种数最多, 共 22 种, 占该区菊科植物总种数的 18.64%。菊苣族次之, 共 19 种, 占总种数的 16.10%。春黄菊族第三, 共 18 种, 占总种数的 15.25%。千里光族第四, 共 10 种, 占总种数的 8.47%。总体来看, 这 4 个族的属、种数最多, 共含有 32 属 69 种, 占该区菊科属、种数的比例分别为 54.24%、58.47%, 这些族是德夯菊科植物的主要组成部分。其他族含属、种数量虽少, 但在丰富德夯菊科植物多样性方面具有重要作用。

表1 德夯菊科族、属、种统计表

Table 1 Statistics of Asteraceae tribes, genera and species in Dehang

| 序号 | 族别 | 属数 | 占总属数比/% | 种数 | 占总种数比/% |
|----|---------------------|----|---------|-----|---------|
| 1 | 菊苣族(Cichorieae) | 11 | 18.64 | 19 | 16.10 |
| 2 | 紫菀族(Astereae) | 9 | 15.25 | 22 | 18.64 |
| 3 | 千里光族(Senecioneae) | 6 | 10.17 | 10 | 8.47 |
| 4 | 春黄菊族(Anthemideae) | 6 | 10.17 | 18 | 15.25 |
| 5 | 菜蓟族(Cynareae) | 5 | 8.47 | 8 | 6.78 |
| 6 | 鼠曲草族(Gnaphalieae) | 4 | 6.78 | 6 | 5.08 |
| 7 | 旋覆花族(Inuleae) | 4 | 6.78 | 8 | 6.78 |
| 8 | 向日葵族(Heliantheae) | 4 | 6.78 | 4 | 3.39 |
| 9 | 泽兰族(Eupatorieae) | 3 | 5.08 | 7 | 5.93 |
| 10 | 米勒菊族(Milleriadeae) | 2 | 3.39 | 4 | 3.39 |
| 11 | 帚菊木族(Mutisieae) | 2 | 3.39 | 2 | 1.69 |
| 12 | 金鸡菊族(Coreopsidaeae) | 1 | 1.69 | 5 | 4.24 |
| 13 | 帚菊族(Pertyeae) | 1 | 1.69 | 4 | 3.39 |
| 14 | 斑鸠菊族(Vernoniaeae) | 1 | 1.69 | 1 | 0.85 |
| | 总计 | 59 | 100 | 118 | 100 |

2.1.2 属的组成特点

依据林有润^[15]对菊科植物的分级标准,将德夯菊科植物 59 属划分为 3 个等级(表 2): 多种属(6 种以上)、寡种属(2~5 种)和单种属(1 种)。其中多种属仅有紫菀属和蒿属 2 属且为该区的优势属, 占该区菊科植物总属数的 3.39%。紫菀属主要包含吉首紫菀、紫背紫菀、琴叶紫菀(*Aster panduratus* Nees ex Walper)、马兰(*Aster indicus* L.)等 12 种, 蒿属主要有五月艾(*Artemisia indica* Willd.)、白苞

蒿(*Artemisia lactiflora* Weber ex Stechm.)、白莲蒿(*Artemisia stechmanniana* Wall. ex DC.)、艾(*Artemisia argyi* H. Lévl. & Vaniot.)等 13 种, 多种属共占该区菊科植物总种数的 21.19%。寡种属有 16 属 52 种, 占总属数的 27.12%, 总种数的 44.07%; 单种属有 41 属 41 种, 占总属数的 69.49%, 总种数的 34.75%。单种属与寡种属合计 57 属 93 种, 占总属数的 96.61%、总种数 78.81%, 在该区菊科植物中占比较高, 为该区主要组成部分。

表2 德夯地质公园菊科属的结构

Table 2 Structure of the genus of Asteraceae in Dehang Geopark

| 类别 | 属数 | 占总属数比/% | 种数 | 占总种数比/% |
|-------------|----|---------|----|---------|
| 多种属(6 种及以上) | 2 | 3.39 | 25 | 21.19 |
| 寡种属(2~5 种) | 16 | 27.12 | 52 | 44.07 |
| 单种属(1 种) | 41 | 69.49 | 41 | 34.75 |

2.2 区系地理成分的多样性

2.2.1 属的地理成分多样性

属的地理成分可以表现出该属植物的演化扩展过程和区域差异, 因此研究属的分布类型具有重要意义^[16]。根据吴征镒等^[12]对中国种子植物属的分布区类型的划分, 将德夯菊科植物 59 属划分为 12 个分布区类型及 2 个变型(表 3), 具体分析如下:

热带分布有 17 属, 占该区菊科植物总属数(世界分布属除外, 下同)的 33.33%。其中, 泛热带分布主要有白酒草属、下田菊属(*Adenostemma* J. R.

Forst. & G. Forst.)、斑鸠菊属 [*Strobocalyx* (Blume ex DC.) Spach]、豨薟属(*Sigesbeckia* L.)等 8 属; 旧世界热带分布有鱼眼草属(*Dichrocephala* L'Hér. ex DC.)、艾纳香属(*Blumea* DC.)、合冠鼠曲属(*Gamochaeta* Wedd.)和菊三七属 4 属; 热带亚洲和热带美洲间断分布有百日菊属(*Zinnia* L.)、裸柱菊属 2 属; 热带亚洲分布有苦蕒菜属和须弥菊属(*Himalaiella* Raab-Straube) 2 属; 热带亚洲至热带非洲分布仅野苘蒿属 1 属。温带分布有 32 属, 占总属数的 62.75%。其中, 旧世界温带分布有天名精属(*Carpesium* L.)、莴苣属、苘蒿属、风毛菊属(*Saussurea* DC.)等 11 属; 北温带分布有紫菀属、

泽兰属 (*Eupatorium* L.)、香青属 (*Anaphalis* DC.)、
 菊属 (*Cirsium* Mill.) 等 9 属; 温带亚洲分布有女菀
 属 (*Turczaninovia* DC.) 和黄鹌菜属 2 属; 东亚和
 北美洲间断分布有大丁草属 (*Leibnitzia* Cass.) 和和
 尚菜属 (*Adenocaulon* Hook.) 2 属; 东亚分布有黏
 冠草属 (*Myriactis* Less.)、兔儿风属 (*Ainsliaea* DC.)、
 羊耳菊属 (*Duhaldea* DC.) 和泥胡菜属 [*Hemisteptia*

(Bunge) Fisch. & C. A. Mey.] 4 属; 中国—日本分
 布有蒲儿根属和假还阳参属 2 属; 中国—喜马拉雅
 分布有李花菊属 (*Wollastonia* DC. ex Decne.)、合耳
 菊属 2 属。中国特有分布包括虾须草属和紫菊属
 (*Notoseris* C. Shih) 2 属。总体可见, 德夯菊科植物
 以温带分布属最多, 共有 32 属, 占该区总属数的
 62.75%。

表 3 德夯地质公园菊科植物属、种的分布区类型
 Table 3 The areal-types of of Asteraceae plant genera and species in Dehang Geopark

| 分布区类型及变型 | 属数 | 占总属数/% | 种数 | 占总种数/% |
|-----------------|----|--------|-----|--------|
| 1.世界分布 | 8 | — | 2 | — |
| 2.泛热带分布 | 8 | 15.69 | 8 | 6.90 |
| 3.热带亚洲和热带美洲间断分布 | 2 | 3.92 | 3 | 2.59 |
| 4.旧世界热带分布 | 4 | 7.84 | 2 | 1.72 |
| 5.热带亚洲和热带大洋洲分布 | — | — | 2 | 1.72 |
| 6.热带亚洲至热带非洲分布 | 1 | 1.96 | 1 | 0.86 |
| 7.热带亚洲分布 | 2 | 3.92 | 4 | 3.45 |
| 8.北温带分布 | 9 | 17.65 | 5 | 4.31 |
| 9.东亚和北美洲间断分布 | 2 | 3.92 | 5 | 4.31 |
| 10.旧世界温带分布 | 11 | 21.57 | 3 | 2.59 |
| 11.温带亚洲分布 | 2 | 3.92 | 18 | 15.52 |
| 12.地中海、西亚至中亚分布 | — | — | 4 | 3.45 |
| 13.中亚分布 | — | — | — | — |
| 14.东亚分布 | 4 | 7.84 | 17 | 14.66 |
| 14SJ.中国—日本分布 | 2 | 3.92 | 11 | 9.48 |
| 14SH.中国—喜马拉雅分布 | 2 | 3.92 | 10 | 8.62 |
| 15.中国特有分布 | 2 | 3.92 | 23 | 19.83 |
| 总计 | 59 | 100 | 118 | 100 |

2.2.2 种的地理成分多样性

种的分布区类型更能反映小尺度地域性的区系特征, 有助于确定具体植物区系的地带性质和起源。由表 3 可知, 德夯菊科植物种级水平区系地理成分多元化, 118 种可划分为 14 个分布区类型 2 个变型。与属的分布区类型特点不同, 该区菊科植物的分布区类型以中国特有分布和东亚分布及变型为主, 共有 61 种, 占该区菊科植物总种数 (世界分布种除外, 下同) 的 52.59%。其中, 中国特有分布种主要集中在秦岭—山东以南的亚热带地区, 足以证明该区菊科植物现代植物区系受亚热带影响深刻, 与其地理特征、气候条件相吻合。

该区中国特有分布有 23 种, 占该区菊科植物总种数的 19.83%, 其中垂茎三脉紫菀 (*Aster ageratoides* var. *pendulus* W P. Li & G. X. Chen)、紫背紫菀、吉首紫菀、吉首蒲儿根、武陵黄鹌菜 (*Youngia wulingshanensis* G. X. Chen et D. G. Zhang)

是武陵山区特有物种, 紫背紫菀、吉首紫菀、吉首蒲儿根特产于德夯。东亚分布代表植物有东风草 [*Blumea megacephala* (Randeria) C. C. Chang & Y. Q. Tseng in Y. Ling]、菊三七 [*Gynura japonica* (Thunb.) Juel.]、一枝黄花 (*Solidago decurrens* Lour.) 等 17 种, 占总种数的 14.66%。温带亚洲分布有 18 种, 占总种数的 15.52%, 代表植物有琴叶紫菀、翅果菊 (*Lactuca indica* L.)、林泽兰 (*Eupatorium lindleyanum* DC.)、旋覆花 (*Inula japonica* Thunb.)、茵陈蒿 (*Artemisia capillaris* Thunb.) 等。中国—日本分布代表植物有宽叶下田菊 [*Adenostemma lavenia* var. *latifolium* (D. Don) Hand.-Mazz.]、黄瓜假还阳参 [*Crepidiastrum denticulatum* (Houttuyn) Pak & Kawano]、毛梗豨莶 (*Sigesbeckia glabrescens* Makino) 等 11 种, 占总种数 9.48%。中国—喜马拉雅分布主要有天名精 (*Carpesium abrotanoides* L.)、羊耳菊 [*Duhaldea cappa* (Buchanan-Hamilton ex D. Don) Pruski & Anderberg]、三角叶须弥菊

[*Himalaiella deltoidea* (Candolle) Raab-Straube] 等 10 种, 占总种数 8.62%。热带分布共有 20 种, 占总种数的 17.24%。其中泛热带分布主要有豨薟 (*Sigesbeckia orientalis* L.)、野茼蒿 [*Crassocephalum crepidioides* (Benth.) S. Moore]、香丝草 (*Erigeron bonariensis* L.) 等 8 种; 热带亚洲分布主要有宽叶兔儿风 [*Ainsliaea latifolia* (D. Don) Sch.-Bip.]、白苞蒿、秋分草 [*Aster verticillatus* (Reinwardt) Brouillet] 和秋鼠曲草 [*Pseudognaphalium hypoleucum* (Candolle) Hilliard & B. L. Burt] 4 种; 热带亚洲和热带美洲间断分布主要有牛膝菊 (*Galinsoga parviflora* Cav.)、百日菊 (*Zinnia elegans* Jacq.) 和裸柱菊 [*Soliva anthemifolia* (Juss.) R. Br.] 3 种; 旧世界热带分布和热带亚洲和热带大洋洲分布各有 2 种; 热带亚洲至热带非洲分布仅有藿香蓟 (*Ageratum conyzoides* L.) 1 种。

综上所述, 德夯地质公园菊科植物地理成分复杂, 属级层面上可划分 12 个分布区类型和 2 个变型, 温带成分共计 32 属, 占总属数的 62.75%, 以旧世界温带分布 (11 属) 和北温带分布 (9 属) 占

优。种级层面上可划分 14 个分布区类型和 2 个变型, 中国特有分布 (23 种) 和东亚分布及变型 (38 种) 共计 61 种, 占总种数的 52.59%, 构成了本区菊科植物的主体, 表明该区植物具有明显的亚热带性质。而从起源上看, 这里的温带成分实际上是由亚热带起源的, 除部分产自高纬度大陆并向南延伸至德夯外, 大多起源于中国亚热带山区, 已不具典型的温带性质。表明该地区植物区系为热带和温带植物区系的过渡类型, 属于亚热带植物区系^[16]。

2.3 生活习性与功能性状多样性

2.3.1 生活习性的多样性

植物的生活习性反映了植物长期适应特定生态环境而在外部形态、生理结构方面发生的变化, 是植物适应进化的结果, 而同一地区亲缘关系相近的植物对环境的适应能力会逐渐趋同或相似^[17]。根据德夯菊科植物的生活习性特征, 可将其分为 1~2 年生草本、多年生草本、灌木、藤本 4 种类型 (表 4)。

表 4 德夯地质公园菊科植物生活习性组成
Table 4 Living habits composition of Asteraceae plants in Dehang Geopark

| 生活型 | 属数 | 占总属数比/% | 种数 | 占总种数比/% |
|----------|----|---------|-----|---------|
| 1~2 年生草本 | 29 | 49.15 | 42 | 35.59 |
| 多年生草本 | 35 | 59.32 | 73 | 61.86 |
| 灌木 | 2 | 3.39 | 2 | 1.69 |
| 藤本 | 1 | 1.69 | 1 | 0.85 |
| 总计 | — | — | 118 | 100 |

如表 4 所示, 本区菊科植物的生活习性以草本为主, 共有 58 属 115 种, 占德夯菊科植物总属、种数的 98.31%、97.46%, 尤以多年生草本为主, 有 35 属 73 种, 占该区总属、种数的 59.32%、61.86%, 如天名精、线叶菊 [*Cirsium lineare* (Thunb.) Sch.-Bip.]、紫菊 [*Notoseris macilentata* (Vaniot & H. Léveillé) N. Kilian] 等, 在所有生活型种所占比例最大; 1~2 年生草本有 29 属 42 种, 占总属、种数的 49.15%、35.59%, 如豨薟、黄鹌菜 [*Youngia japonica* (L.) DC.]、稻槎菜 [*Lapsanastrum apogonoides* (Maximowicz) Pak & K. Bremer]、三角叶须弥菊 [*Himalaiella deltoidea* (Candolle) Raab-Straube]、风毛菊 [*Saussurea japonica* (Thunb.) DC.]。灌木有 2 属 2 种, 占该区菊科植物总属、种数的 3.39%、1.69%, 分别是羊耳菊、锯叶合耳菊

[*Synotis nagensium* (C. B. Clarke) C. Jeffrey & Y. L. Chen]; 藤本仅有东风草 1 种, 且是草质藤本, 占该区总属、种数的 1.69%、0.85%; 其中白莲蒿为半灌木状草本, 千里光 (*Senecio scandens* Buch.-Ham. ex D. Don) 为多年生攀缘草本。总体上看, 该区生活习性以多年生草本占绝对优势, 多年生植物具有较强的适应性, 在抗旱、抗寒、耐高温、耐盐碱、抗病虫害等方面具有重要作用, 因此更能适应德夯复杂的生境条件和自然环境。

2.3.2 功能性状多样性

2.3.2.1 营养性状

营养性状是指对植物的生长和生存产生影响的性状, 通过根、茎、叶等营养器官表现出来^[10]。叶片是植物进行光合作用的主要器官, 也是营养器

官中植物适应环境变化最敏感的器官。德夯菊科植物叶营养性状的构成统计结果见图 1。

从图 1 可以看出,德夯菊科植物单叶有 115 种, 占总种数的 97.46%, 如鳢肠 [*Eclipta prostrata* (L.) L.]、保靖蒲儿根 (*Sinosenecio baojingensis* Y. Liu & Q. E. Yang)、千里光等。复叶仅有金盏银盘 [*Bidens biternata* (Lour.) Merr. & Sherff]、大狼把草 (*Bidens frondosa* L.) 和鬼针草 (*Bidens pilosa* L.) 3 种, 占总种数的 2.54%。叶序以互生为主, 共 91 种, 占总种数的 77.12%, 如光叶兔儿风 (*Ainsliaea glabra* Hemsl.)、白莲蒿、琴叶紫菀等。其次为基生 37 种, 占总种数的 31.36%, 如大丁草 [*Leibnitzia anandria* (L.) Turczaninow]、黄鹌菜、褐柄合耳菊 [*Synotis fulvipes* (Y.Ling) C. Jeffrey & Y. L. Chen] 等。此外, 还有对生 19 种, 占总种数的 16.10%, 如婆婆针 (*Bidens bipinnata* L.)、多须公 (*Eupatorium chinense* L.)、藿香蓟等。叶级以中型叶为主, 共 79 种, 占总种数的 66.95%, 如狼把草 (*Bidens tripartita* L.)、紫菊、台北艾纳香 (*Blumea formosana* Kitam.) 等; 小型叶共 31 种, 占总种数的 26.27%, 如矮蒿 (*Artemisia lancea* Variot)、微糙三脉紫菀 [*Aster ageratoides* var. *Scaberulus* (Miq.) Ling.]、中日金挖耳 (*Carpesium faberi* C. Winkler) 等。叶质地以

纸质叶为主, 共 115 种, 占总种数的 97.46%, 如茵陈蒿、五月艾、尖裂假还阳参 [*Crepidiastrum sonchifolium* (Maxim.) Pak & Kawano] 等。此外, 革质有宽叶鼠曲草 [*Pseudognaphalium adnatum* (Candolle) Y. S. Chen]、褐柄合耳菊 2 种, 膜质有吉首蒲儿根和蒲儿根 2 种。叶缘以不裂的锯齿为主, 共 52 种, 占总种数的 44.07%, 如烟管头草 (*Carpesium cernuum* L.)、刺儿菜 [*Cirsium arvense* var. *Integrifolium* C. Wimm. et Grabowski]、白头婆 (*Eupatorium japonicum* Thunb.) 等。其次深裂的锯齿有 27 种, 占总种数的 22.88%, 如断续菊 [*Sonchus asper* (L.) Hill.]、鱼眼草 [*Dichrocephala integrifolia* (L. f.) Kuntze]、林泽兰等。叶毛被以双面都有毛为主, 共 74 种, 占总种数的 62.71%, 代表植物如垂茎三脉紫菀、绒背蓟 (*Cirsium vlassovianum* Fisch. ex DC.)、野艾蒿 (*Artemisia lavandulifolia* Candolle) 等。其次无毛有 31 种, 占总种数的 26.27%, 如华北鸦葱 (*Scorzonera albicaulis* Bunge)、钻叶紫菀 [*Symphotrichum subulatum* (Michx.) G. L. Nesom]、佩兰 (*Eupatorium fortunei* Turcz.) 等。此外, 仅表面有毛植物有 3 种, 占总种数 2.54%; 仅背面有毛植物 10 种, 占总种数的 8.47%。

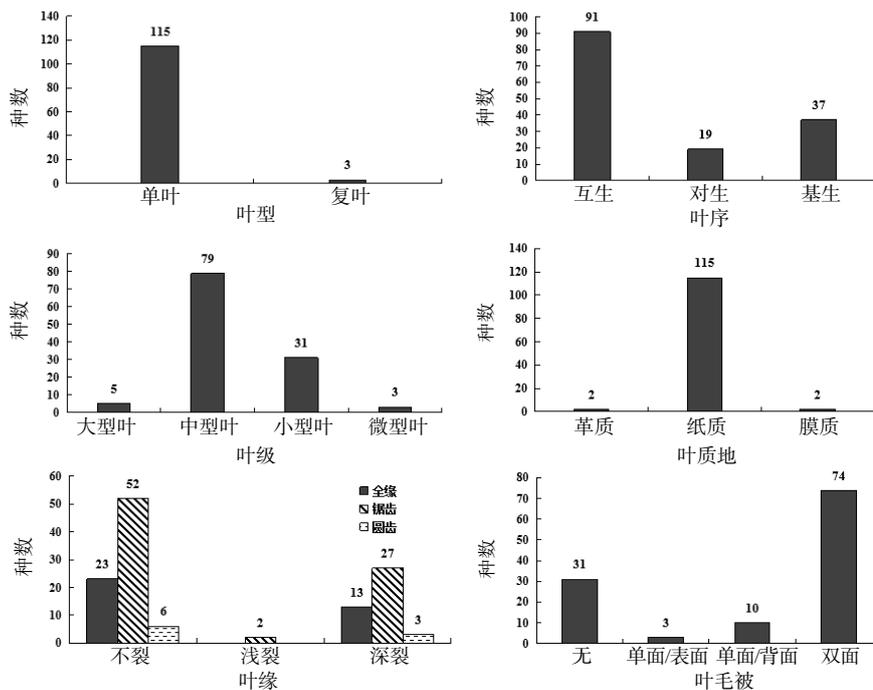


图 1 德夯地质公园菊科植物营养性状

Figure 1 Composition of different leaf traits of Asteraceae plants in Dehang Geopark

2.3.2.2 繁殖性状

繁殖是植物生命活动的一个重要环节,不同种类的植物采取不同的繁殖方式以维持其种群的延续,并形成多样化的分布格局^[18]。与营养性状相比,研究植物繁殖性状与环境的关系,可以更深刻地了解植物群落中的物种共存和生态系统功能,更能够直接影响植物生长、发育及环境因子的关系^[19]。德夯菊科植物繁殖性状的构成统计结果见图2。

从图2可以看出,德夯菊科植物性系统以雌雄同株为主,共68种,占总种数的57.63%,如牛膝菊、小蓬草(*Erigeron canadensis* L.)、山螳螂菊 [*Wollastonia montana* (Blume) Orchard] 等;其次为两性花48种,占总种数的40.68%,如异叶泽兰(*Eupatorium heterophyllum* DC.)、腺梗豨莶 [*Sigesbeckia pubescens* (Makino) Makino]、武陵黄鹤菜等;此外,雌雄异株仅有毛裂蜂斗菜(*Petasites tricholobus* Franch.) 1种,2种及以上性系统仅有香青(*Anaphalis sinica* Hance) 1种。花序以无限花序为主,共100种(含多种花序类型进行重复统计),占总种数的84.75%,其中伞房花序占据多数,共55种,占总种数的46.61%,如牛膝菊、三脉紫菀(*Aster ageratoides* Turcz.)、白头婆等;其次为圆锥

花序,共31种,占总种数的26.27%,如光叶兔儿风、白莲蒿、和尚菜(*Adenocaulon himalaicum* Edgew.)等;无限花序以单生花为主,共有25种,占总种数的21.19%,如吉首紫菀、大狼把草、烟管头草等;聚伞花序仅有锯叶合耳菊 [*Synotis nagensium* (C. B. Clarke) C. Jeffrey et Y. L. Chen] 1种。花序位置以顶生为主,共113种,占总种数的95.76%,如宽叶兔儿风、婆婆针、金盏银盘等;其次为腋生36种,占总种数的30.51%,如石胡荽、香丝草等;此外根生有大丁草、裸柱菊和蒲公英(*Taraxacum mongolicum* Hand.-Mazz.) 3种。果实类型都是瘦果,占比100%。种子传播方式主要包括风力和动物传播两种,其中风力传播共111种,占总种数的94.07%,如牛膝菊、杏香兔儿风(*Ainsliaea fragrans* Champ.)、毛枝三脉紫菀 [*Aster ageratoides* var. *lasiocladus* (Hayata) Hand.-Mazz.] 等;动物传播有11种,占总种数的9.32%,如婆婆针、大狼把草、圆舌黏冠草(*Myriactis nepalensis* Less.)等。花期主要集中在6—7月,代表植物如:马兰、刺儿菜、小蓬草等;果期主要集中在7—10月,如千里光、菱蒿(*Artemisia selengensis* Turcz. ex Bess.)、翅果菊等。

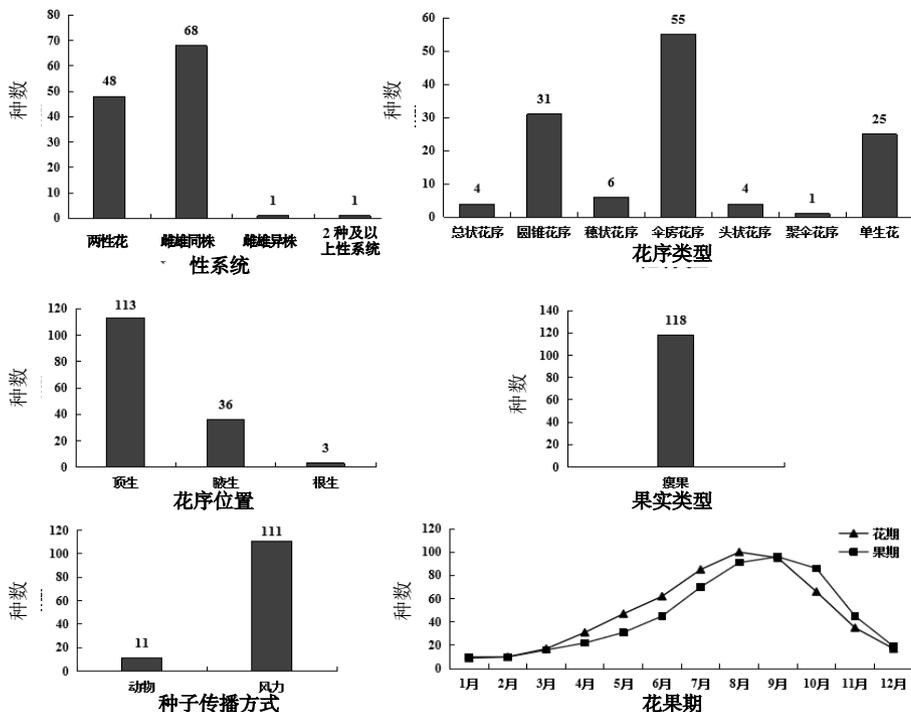


图2 德夯地质公园菊科植物繁殖性状

Figure 2 Regenerative traits of Asteraceae plants in Dehang Geopark

综上所述, 德夯菊科植物营养性状中的叶型以单叶为生, 这与该区所处的亚热带气候特征相吻合。叶序多以互生为主, 使叶均匀地、适合地排列, 充分地接受阳光, 从而进行光合作用, 表明该区光照充足, 适合菊科植物的生存繁殖。叶级以中小型叶为主, 中型叶数量占比远高于小型叶, 说明该区具有一定的亚热带常绿阔叶林特征, 水热条件充足适宜菊科植物生长。叶缘以不裂占据多数, 共计 81 种, 占总种数的 68.64%; 还有不裂、全缘 23 种, 深裂、全缘 13 种以及其他 10 多种的叶缘类型, 说明该区具有复杂多样的气候, 从而形成了多样化的叶缘特征。叶毛被以有毛植物为主, 共 87 种, 占总种数的 73.73%, 表明该区存在一定的干旱环境, 这可能与大范围的石灰岩壁生境有关。繁殖性状以雌雄同株、顶生的伞房花序、瘦果、风力传播为主; 花期主要集中在 6—7 月, 此时正处于夏秋季节, 气温逐渐上升, 降水比较充足, 日照时间变长, 这与德夯中亚热带性湿润气候息息相关。果期集中在 7—10 月, 此时正处于夏秋季节, 日照强烈, 气候温暖, 适宜菊科植物果实的成熟, 利于菊科植物积累更多的营养物质。

3 结论与讨论

德夯菊科植物共有 59 属 118 种, 可分为 14 族, 分别占该区种子植物总属数的 8.31%、总种数的 7.26%。其中菊苣族 (11 属 19 种)、紫菀族 (9 属 22 种)、春黄菊族 (6 属 18 种)、千里光族 (6 属 10 种) 4 个族所含属数、种数最多, 共含 32 属 69 种, 占该区菊科属、种数的 54.24%、58.47%, 这些族是德夯菊科植物的主要组成部分。此外, 该区菊科植物属组成结构比较复杂, 单种属居多, 共 41 属 (41 种), 占总属数的 69.49% (占总种数的 34.75%), 其中蒿属 (13 种) 和紫菀属 (12 种) 2 属为该区的优势属; 其次为寡种属 (52 种), 共 16 属, 占总属数的 27.12% (占总种数的 44.07%)。单种属和寡种属居多, 一定程度说明德夯菊科植物起源的历史比较久远, 虽有新的分化但已远离该科植物分化中心。

德夯菊科植物地理成分复杂, 属级水平有 12 个分布区正型及 2 个变型, 以温带分布区类型居多, 共 32 属, 占该区总属数的 62.75%。种级水平有 14

个分布区正型及 2 个变型, 以中国特有分布和东亚分布及变型占主导地位, 共 61 种, 占该区总种数的 52.59%, 其他分布区类型所占比例较小。这种具有典型亚热带性质的现代植物区系构成, 不仅与该区所处的地理位置及相应的气候环境条件相适应, 而且与该区其他类型资源植物区系地理成分规律^[20-23]大体一致, 反映出该区资源植物区系地理成分在组成结构上的统一性。此外, 新物种的不断发现, 表明德夯很可能处于菊科植物新分化范围或者新的分化点, 这应该引起更多的关注和重视。

德夯菊科植物的生活型有 4 种, 以草本为主, 共有 58 属 115 种, 占德夯菊科植物总属、种数的 98.31%、97.46%, 尤以多年生草本为主, 有 35 属 73 种, 占总属、种数的 59.32%、61.86%; 其次为 1~2 年生草本有 29 属 42 种, 占总属、种数的 49.15%、35.59%; 灌木仅有羊耳菊和锯叶合耳菊 2 种, 藤本则仅有东风草 1 种。通过分析可以得出多年生草本占绝对优势, 符合菊科植物生长特点。多年生草本的植株营养体发达, 有长期的物质积累, 抗逆和繁殖能力强, 更能适应德夯地区的自然环境。

植物功能性状是指植物具有的外在形态以及内在生理特征^[24-25]。德夯菊科植物叶性状以中小型叶、单叶、互生、纸质、不裂、锯齿、双面无毛为主; 繁殖性状以雌雄同株、顶生的伞房花序、瘦果、风力传播为主; 花期主要集中在 6—7 月, 果期集中在 7—10 月。这与刘冰等^[10]对德夯峡谷生境种子植物功能性状多样性的研究结果近似, 说明菊科植物在该区具有一定代表性。而且德夯存在大面积峡谷生境和悬崖峭壁, 使得境内昼夜温差小, 水热条件充足, 不仅具有典型中亚热带湿润性气候特征, 还非常适宜菊科植物生长, 促使其功能性状呈现出多样化的温暖性特征。

地质公园具有特殊的地质意义和研究价值, 尤其对于一些特殊生境 (如石灰岩、荒漠和峡谷溶洞等生境), 极有可能孕育着若干未曾发现的新物种或新型适应机制^[26]。德夯地质公园地处云贵高原向江南丘陵过渡的地带上, 陡峭山原与深切峡谷使生境复杂多样, 从而导致了植物的多样性, 并富含特有物种。菊科植物是该区分布最广和种类最多的科, 具有菊科全部 45 族中的 14 族, 大致占整个菊科的 1/3, 且分布在除基部类群以外的主要关键环节。本文不仅揭示了德夯菊科植物多样性的基本特

征,而且初步阐释了区系地理学意义,对德夯菊科植物多样性的深入研究和植物区系起源与演化积累了新的资料,同时亦可为该区地质公园的科学管理提供参考。

参考文献:

- [1] 林有润. 中国菊科植物的系统分类与区系的初步研究[J]. 植物研究, 1997, 17(1): 6-20, 22-27.
- [2] 庞冰. 雷州半岛菊科植物资源药用价值的开发利用[J]. 热带农业工程, 2016, 40(2): 25-28.
- [3] 杜珍珠, 阎平, 黄刚, 等. 石河子绿洲-荒漠区菊科植物物种多样性研究[J]. 西北植物学报, 2013, 33(5): 1034-1040.
- [4] 孔冬梅. 山西庞泉沟自然保护区菊科药用植物资源及多样性研究[J]. 山西大学学报(自然科学版), 2010, 33(2): 302-305.
- [5] 谢志勇, 常晓勇, 赵巧宁, 等. 云南铜壁关省级自然保护区菊科植物物种多样性研究[J]. 桉树科技, 2023, 40(1): 61-64.
- [6] ZHANG D G, LIU Y, YANG Q E. *Sinosenecio jishouensis* (Compositae), a new species from north-west Hunan, China[J]. Botanical Studies, 2008, 49(3): 287-294.
- [7] XIAO J W, LI Z Z, LI W P, et al. *Aster atropurpurea* (Asteraceae), a new species from Hunan, China[J]. Annales Botanici Fennici, 2022, 59(1): 9-17.
- [8] 黎维平, 刘胜祥. 湖南菊科紫菀属一新种——吉首紫菀[J]. 植物分类学报, 2002, 40(5): 455-457.
- [9] 陈功锡, 邓涛, 张代贵, 等. 湖南德夯风景区峡谷特殊生境植物区系与生态适应性初探[J]. 西北植物学报, 2009, 29(7): 1470-1478.
- [10] 刘冰, 向晓媚, 谭璐, 等. 湖南省德夯峡谷生境种子植物功能性状多样性[J]. 西北植物学报, 2022, 42(9): 1591-1599.
- [11] 谭璐. 湖南省德夯风景名胜区植物资源调查与应用特性评价[D]. 吉首: 吉首大学, 2022.
- [12] 吴征镒, 孙航, 周浙昆, 等. 中国种子植物区系地理[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [13] 杨允菲, 祝廷成. 植物生态学[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2011.
- [14] 孟婷婷, 倪健, 王国宏, 等. 植物功能性状与环境和生态系统功能[J]. 植物生态学报, 2007, 31(1): 150-165.
- [15] 林有润. 菊科植物的系统分类与区系地理的初步探讨[J]. 植物研究, 1993, 13(2): 151-201, 218-222.
- [16] 陈功锡, 谷中村, 李鹤鸣, 等. 德夯风景区植物区系的研究(II)地理成分及其起源分析[J]. 吉首大学学报(自然科学版), 1996, 17(3): 74-78.
- [17] 高贤明, 陈灵芝. 植物生活型分类系统的修订及中国暖温带森林植物生活型谱分析[J]. 植物学报, 1998, 40(6): 70-76.
- [18] 王芸芸, 师帅, 蔺菲, 等. 长白山阔叶红松林木本植物繁殖特征及其关联性[J]. 科学通报, 2014, 59(24): 2407-2415.
- [19] 袁会珍. 基于繁殖性状的西双版纳热带林植物群组的空间分布及环境差异研究[D]. 昆明: 云南大学, 2018.
- [20] 谭璐, 向亮, 向晓媚, 等. 湖南德夯野生精油植物资源调查及化学成分分析[J]. 山地农业生物学报, 2021, 40(6): 59-65.
- [21] 谭璐, 向亮, 向晓媚, 等. 湖南省德夯风景名胜野生色素植物资源调查分析[J]. 中国野生植物资源, 2021, 40(10): 87-93.
- [22] 谭璐, 陈加蓓, 周雯, 等. 湖南省德夯风景名胜区野生有毒植物资源研究[J]. 山地农业生物学报, 2021, 40(3): 62-68.
- [23] 刘冰, 向晓媚, 谭璐, 等. 湖南德夯风景名胜区油脂植物资源调查及分析[J]. 中国油脂, 2021, 46(4): 112-117.
- [24] 刘晓媚, 马克平. 植物功能性状研究进展[J]. 中国科学(生命科学), 2015, 45(4): 325-339.
- [25] 冯家宝, 范顺祥, 侯煜飞, 等. 河北省森林草原区草本植物叶功能性状种间和种内变异[J]. 东北林业大学学报, 2021, 49(1): 23-28.
- [26] 肖艳, 田代科, 向楚华, 等. 湖南乌龙山国家地质公园的种子植物多样性及特点[J]. 植物学研究, 2019, 8(3): 324-342.

责任编辑: 朱敏杰
英文校对: 王芬

《湖南生态科学学报》投稿指南

《湖南生态科学学报》(ISSN 2095-7300/CN 43-1522/Q)是国内外公开发行的生态类学术期刊,主要刊登农林、生物、环境、生态等专业领域基础理论和应用技术研究方面的学术论文,包括研究报告、研究简报、文献综述与调查报告等。中国学术期刊影响因子年报(2023版)复合影响因子1.080,综合影响因子0.810,入选《中国学术期刊评价(第七版)》(RCCSE)核心期刊A区、《中国职业高等院校期刊AMI综合评价(2022年)》核心期刊。

1 来稿项目

来稿必须包括(按顺序)题目、作者姓名、作者单位全称(有二级单位的必须标明二级单位)、所在城市、邮政编码、中文摘要、关键词、英文题目、作者英文姓名、作者单位英文全称、英文摘要、英文关键词、正文、参考文献等内容。

2 题名

应简明、具体,正确表达文章内容,一般不超过26个字,应尽量不用副标题。

3 作者与单位

多位作者姓名用逗号隔开。所有作者均须注明所在单位全称、城市及邮编。

4 汉语姓名译法

须执行GB/T 28039—2011《中国人名汉语拼音字母拼写规则》。姓在前名在后,姓用大写字母,名首字母大写,双名字中间加一短线(如:李爱英,LI Aiying;旦增卓嘎,Danzeng-Zhuoga)。

5 中、英文摘要

中文摘要采用报道式文体,应反映论文的主要创新内容,给出重要结果和数据,并有自明性,包括研究“目的、方法、结果、结论”,并分4个部分撰写(综述性论文可有所区别),一般在500~800字(符)。

英文摘要用第三人称,时态保持一致。准确、完整、明确并能精练地概括文章的主要研究结果和结论,无语言文字错误。英文摘要包括题目,作者姓名(汉语拼音)及单位名称(与中文对应一致),研究摘要及关键词,中、英文关键词须一一对应。

6 首页脚注标识项目

基金项目:基金项目名称(项目编号)。作者简介包括:通信作者及第一作者的姓名,学位,职称或职务,主要研究方向及E-mail。

7 正文

研究论文包括引言/前言(不列出该标题)、材料与方法、结果与分析、讨论与结论等要素。各层次标题用阿拉伯数字连续编号,如1, 1.1, 1.1.1; 2, 2.1, 2.1.1……层次划分一般不超过3级。

8 图和表

文章可附必要的图和表,忌与文字表述重复。图表名及表第一行、第一列文字应有中英文对照。图要大小适中,清晰,标注完整。表采用三线表设计,表的主题标目要明确。

9 量和单位

量名称及其符号须符合国家标准GB 3100—1993《国际单位制及其应用》,采用法定计量单位及国际通用符号。书写要规范化,并注明外文字母的大小写、正斜体及上下角标,数字与单位须间隔半个字符。容易混淆的字母、符号,请特别注明。

10 参考文献

须执行GB/T 7714—2015《信息与文献 参考文献著录规则》。如:

专著参考文献格式:著者.书名[M].版本(初版省略).出版地,出版者,出版年.

期刊参考文献格式:作者(以逗号分隔).题名[J].刊名(全称),出版年.卷(期):起-止页.

学位论文参考文献格式:作者.题名[D].保存地点:保存单位,出版年.

欢迎您的关注与投稿。本刊不收取版面费及审稿费等任何费用,稿件一经录用1~3个月即可发表。

投稿网站: <http://www.hnstkxxb.com>

投稿邮箱: 2514634782@qq.com

联系电话: 0734-8591122

《湖南生态科学学报》编辑部

湖南生态科学学报

(季刊 1995年创刊)

2024年 第11卷 第1期

主管单位：湖南省教育厅

主办单位：湖南环境生物职业技术学院

编辑出版：《湖南生态科学学报》编辑部

(湖南省衡阳市石鼓区望城路165号 邮编：421005)

电话：0734-8591122

邮箱：2514634782@qq.com

主编：梁忠厚 颜晓元

印刷：湘潭鸿嘉彩色印刷有限公司

发行订阅：《湖南生态科学学报》编辑部

学报官网：www.hnstkxxb.com

投稿网址：hnhs.cbpt.cnki.net

出版日期：2024年3月25日

Journal of Hunan Ecological Science

(Quarterly, Started in 1995)

Vol.11 No.1 2024

Supervisor: Education Department of Hunan Province

Sponsor: Hunan Polytechnic of Environment and Biology

Edited and Published by: Editorial Department of Journal of Hunan Ecological Science

(165 Wangcheng Road, Shigu District, Hengyang 421005, China)

Tel.: 0734-8591122

E-mail: 2514634782@qq.com

Editor-in-chief: Liang Zhonghou, Yan Xiaoyuan

Printed by: Xiangtan Hongjia Color Printing Co., Ltd

Distributed by: Editorial Department of Journal of Hunan Ecological Science

Journal official website: www.hnstkxxb.com

Submission website: hnhs.cbpt.cnki.net

Published date: 25 Mar, 2024

ISSN 2095-7300



国内定价：10.00元