



四川省茂县药用种子植物区系分析

王成辉, 林菁, 李子仪, 丁荣, 王柯入, 南措, 古锐, 尹洋洋

引用本文:

王成辉, 林菁, 李子仪, 丁荣, 王柯入, 南措, 古锐, 尹洋洋. 四川省茂县药用种子植物区系分析[J]. 热带亚热带植物学报, 2022, 30(6): 890-016-1.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11926/jtsb.4531>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

广西武鸣县种子植物区系研究

Study on the Flora Characteristics of Seed Plants in Wuming County, Guangxi

热带亚热带植物学报. 2022, 30(3): 367-376 <https://doi.org/10.11926/jtsb.4446>

尧山国家级自然保护区种子植物区系研究

Floristic Studies of Seed Plants in Yaoshan National Nature Reserve

热带亚热带植物学报. 2020, 28(3): 217-226 <https://doi.org/10.11926/jtsb.4097>

横县野生种子植物区系及与附近地区的比较研究

Flora Characteristics of Wild Seed Plants in Hengxian County and Its Comparison with Neighboring Areas

热带亚热带植物学报. 2020, 28(6): 615-623 <https://doi.org/10.11926/jtsb.4163>

高黎贡山南北段种子植物区系比较研究

Comparative Study on Seed Plant Flora between Southern and Northern Gaoligong Mountains

热带亚热带植物学报. 2016, 24(3): 327-332 <https://doi.org/10.11926/jtsb.1005-3395.2016.03.011>

广东省龙眼洞林场维管束植物的区系特征分析

Flora Characteristics of Vascular Plants in Longyandong Forest Farm, Guangdong Province

热带亚热带植物学报. 2022, 30(4): 533-542 <https://doi.org/10.11926/jtsb.4505>

向下翻页, 浏览PDF全文

四川省茂县药用种子植物区系分析

王成辉^a, 林菁^b, 李子仪^b, 丁荣^a, 王柯入^a, 南措^b, 古锐^{b*}, 尹洋洋^a

(成都中医药大学, a. 药学院, b. 民族医药学院, 成都 611137)

摘要: 为摸清四川茂县药用种子植物资源状况, 在茂县第3次和第4次中药资源普查资料的基础上, 对茂县药用种子植物区系进行统计分析。结果表明, 茂县县域内药用种子植物共130科582属1342种, 包括裸子植物7科14属18种, 被子植物123科568属1324种, 其中国家重点保护野生植物18科37属57种。15个大型科(科内种数大于20)分别占总属、种数的48.45%、56.56%, 处于主导地位; 小型属(含2~4种)共507属783种, 分别占总属、种数的87.11%、58.35%。茂县药用种子植物科以热带成分占明显优势(56.52%), 而属以温带成分占优势地位(68.11%); 茂县的药用种子植物区系比剑阁县和盐边县呈现更为明显的温带性, 而较澜沧江源区与错那县的热带成分更为活跃, 揭示纬度和海拔可能是决定茂县药用种子植物区系性质的关键因素。因此, 茂县药用种子植物区系不仅具有较高的物种多样性, 同时还具有一定的区系地理成分复杂性, 主要体现在温带性质占主导地位的同时亦呈现较为明显的过渡性质, 因此茂县可视为研究横断山脉地区南北植物交流的关键地区之一, 在药用种子植物的多样性保护和开发利用研究方面值得重点关注。

关键词: 茂县; 药用种子植物; 植物区系; 资源普查

doi: 10.11926/jtsb.4531

Floristic Studies of Medicinal Seed Plants in Mao County, Sichuan Province, China

WANG Chenghui^a, LIN Jing^b, LI Ziyi^b, DING Rong^a, WANG Keru^a, NAN Cuo^b, GU Rui^b, YIN Yangyang^a

(a. School of Pharmacy, b. School of Ethnic Medicine, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 611137, China)

Abstract: To reveal the resources status of medicinal seed plants in Mao County, the floristic characters of medicinal seed plants in Mao County was studied based on the data of the 3rd and 4th Chinese materia medica resource survey. The results showed that there were 1342 species of medicinal seed plants in Mao County, belonging to 582 genera and 130 families. Among them, there were 7 families, 14 genera, 18 species in gymnosperms, 123 families, 568 genera, 1324 species in angiosperms, and national key protected wild plants had 18 families, 37 genera, and 57 species. Fifteen large families (containing more than 20 species) were dominant, accounting for 48.45% and 56.56% of the total genera and species, respectively, while small genus (including 2–4 species) had 507 genera and 783 species, accounting for 87.11% and 58.35% of the total genera and species, respectively. In terms of areal types, the tropical component was dominant at family level (56.52%), while the north temperate component was dominant (68.11%) at the genus level. Compared with neighboring areas, the

收稿日期: 2021-09-18

接受日期: 2022-03-03

基金项目: 国家自然科学基金项目(8207142442); 四川省药品监督管理局中药(民族药)标准提升项目(322019015); 国家中医药管理局全国中药资源普查项目(GZY-KJS-2018-04); 全国第四次中药资源普查2018年第二批外业调查研究项目(2018PC010)资助

This work was supported by the National Natural Science Foundation of China (Grant No. 8207142442), the Project for Promotion of Chinese Medicine (National Medicine) Standard of Sichuan Provincial Drug Administration (Grant No. 322019015), the Project for National Chinese Traditional Medicine Resources Survey of State Administration of Traditional Chinese Medicine (Grant No. GZY-KJS-2018-04), and the Project for the Second Batch of Field Survey Research of Fourth National Survey of Chinese Medicine Resources in 2018 (Grant No. 2018PC010).

作者简介: 王成辉(1997生), 男, 硕士研究生, 研究方向为中药资源与鉴定研究。E-mail: wang_cheng_hui@qq.com

* 通信作者 Corresponding author. E-mail: 664893924@qq.com

flora of medicinal seed plants in Mao County showed more distinct temperate than that in Jiange County and Yanbian County, while the tropical component of Mao County was more active than that in source area of Lancang River and Cuona County, revealing that latitude and altitude might be the key factors in determining the floristic character of medicinal seed plants in Mao County. Therefore, the flora of Mao County medicinal seed plants not only had a high species diversity, but also had a certain degree of complexity of floristic geographical components, which was mainly reflected in the dominant temperate zone nature and also showed a relatively obvious transitional nature. MAO County could be regarded as one of the key areas for studying the north-south plant communication in Hengduan Mountain region. It was worth paying more attention to the diversity protection and exploitation of medicinal seed plants.

Key words: Mao County; Medicinal seed plant; Flora; Resource survey

茂县地处岷江上游羌族聚居区, 属于青藏高原与四川盆地的过渡区域^[1], 其间南北纵横的山川河流客观上为民族交流提供了南北通道, 汉、藏、羌3个民族的医药文化在此交流、融合^[2]。茂县在植被区分上属于中国-日本森林植物亚区与中国-喜马拉雅森林植物亚区的交汇地带, 属于我国种子植物丰富度、特有性程度最高的地区^[3-4]。境内群峰重迭, 河川纵横, 地势由西北向东南倾斜, 西部维城乡乌少略峰海拔达5 230 m, 东部土门河下游海拔仅910 m, 高差在4 000 m以上^[5]。境内垂直气候带包括亚热带到寒带的丰富多样的气候带类型, 为各类动、植物的繁衍存续提供了良好的条件, 保有了许多第三纪以前的孑遗植物, 属于植物区系地理研究的重点关注地区之一。

茂县拥有丰富的药用植物资源, 出产川贝母、虫草、麝香、鹿茸、黄芪、赤芍、川续断、川木香、羌活、大黄等道地药材。但目前缺乏针对茂县植物区系的全面考察研究, 药用植物资源家底不清, 严重制约了茂县药用植物资源保护与利用工作, 导致出现许多天然药用植物资源没有得到充分开发利用, 而另外一些常用药材资源急剧萎缩的严重问题。而植物区系是某地区内所有植物种类的总和, 是植物的科、属、种在自然历史条件下发展演化形成的天然复合体。研究植物区系, 能够反映该地区自然地理环境的变迁以及植物的多样性程度^[6], 从而更为全面地掌握当地植物资源状况。鉴于此, 本研究针对茂县县域内的药用种子植物资源、植物区系进行了较为全面的考察分析, 旨在了解其植物区系的构成、性质和特点, 配合茂县药用植物资源可持续利用工作的开展, 也为有效评估珍稀濒危药用植物资源及其保护管理提供科学依据。

1 研究区概况

茂县隶属阿坝藏族羌族自治州, 位于四川省西北部、青藏高原东南边缘, 四川盆地向川西高原过渡的高山峡谷地带。地理坐标为102°56'~103°10' E, 31°25'~32°16' N, 面积3 885.6 km²。县内地形地貌以高山峡谷为主, 地势由西北向东南倾斜, 仅在东部土门地区属于中山地带, 山势、谷坡较为低缓, 海拔自下而上形成“河谷地带-半山地带-高半山地带-山顶地带”的多层次地理形态。岷江自北向南纵贯全境, 黑水河、赤不苏河、松坪河分别在大小两河口和叠溪镇汇入岷江。茂县属高原性季风气候, 因境内海拔高低悬殊, 呈现明显的垂直气候和地区气候现象, 局部气候复杂, 全年四季分明。年均气温11.1 °C, 极端最低温11.6 °C, 极端最高温32.2 °C, 无霜期215.4 d, 年均日照1 549.4 h^[7]。区内植被类型较为多样, 主要为河谷多刺耐旱灌丛、常绿阔叶林、针阔混交林、暗针叶林、亚高山灌丛草甸、高山草甸。

2 材料和方法

使用中药资源普查信息管理系统根据茂县植被分布特点, 随机在5类代表区域(草甸、高山植被、灌丛、阔叶林、针叶林)中设置48个样地(图1)。根据野外调查规范^[8-9], 在每个1 km×1 km的样地内, 在100 m最小间隔下选取5个具代表性的样方套。每个样方套包括1个10 m×10 m的乔木样方, 1个5 m×5 m的灌木样方, 以及4个2 m×2 m的草本样方, 拍照并记录植物的生境、海拔、经纬度、生活型等信息, 并采集植株制作腊叶标本供后续鉴定。

标本带回成都中医药大学民族医药学院标本室

后,由重庆市中药研究院张植玮助理研究员和林茂祥副研究员进行标本鉴定和药用种子植物名录统计工作。由于人力物力所限,调查结果难免有所疏漏,故结合茂县第3次中药资源普查药用种子植物名录进行合并整理以力求名录的全面性,再依据郑万钧^[10]的裸子植物分类系统和恩格勒被子植物分类系统进行分类统计后,参照吴征镒等^[11-14]对中国种子植物科、属分布区类型的界定,对茂县药用种子植物进行区系分

析与统计,并统计热带属数与温带属数的比值(R/T)^[15];对茂县第3次和第4次中药资源普查中药用种子植物属的相似性进行比较,采用 Sperenson 公式^[16]计算: $S_c = [2C/(A+B)]$, 式中, S_c 为相似性系数, C 为共有类群数, A 、 B 分别为第3、4次普查的类群数;并比较茂县与青海澜沧江源区、西藏错那县、四川盐边县、四川剑阁县等邻近地区的种子植物区系^[17-20]。

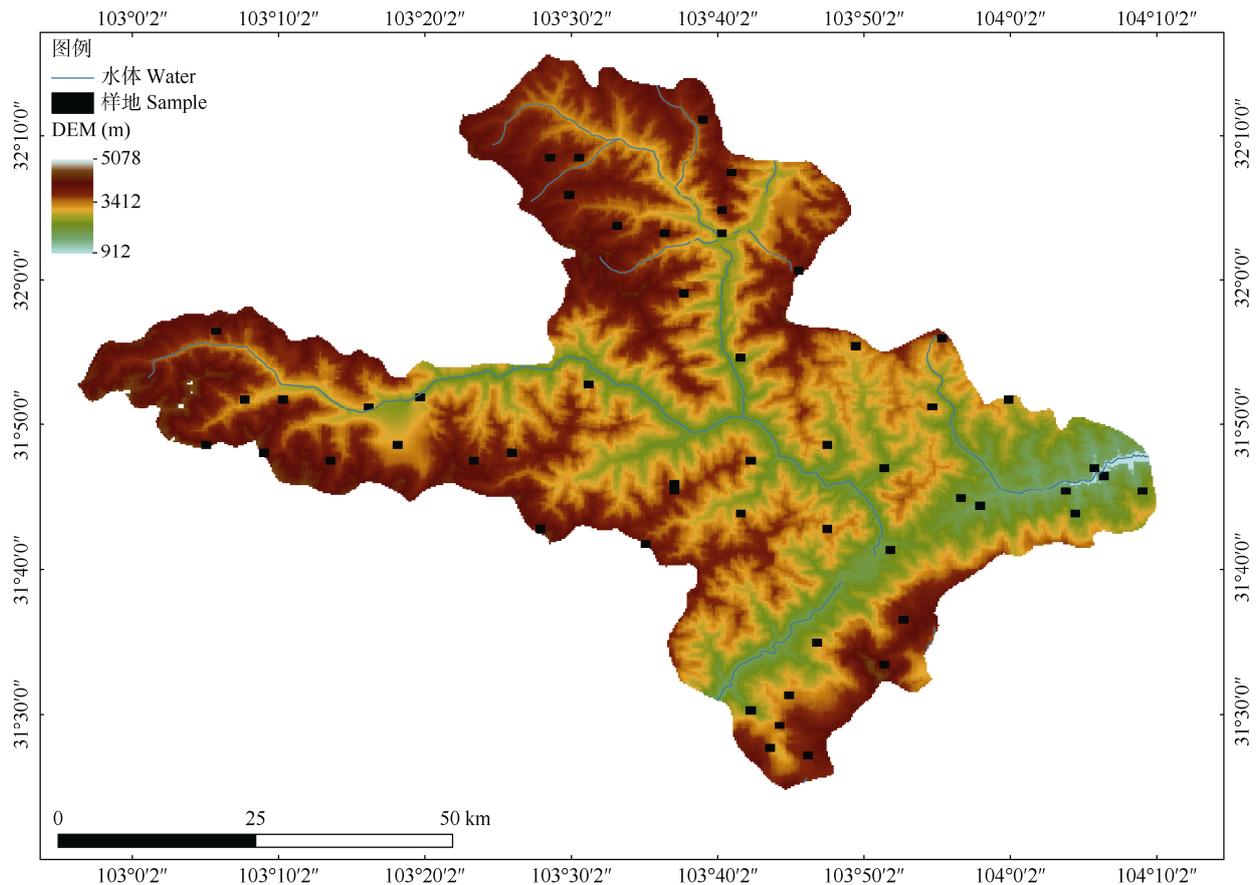


图1 茂县样地分布图

Fig. 1 Distribution of sample plots in Mao County

3 结果和分析

3.1 茂县药用种子植物区系基本组成

由于茂县海拔高差悬殊,垂直方向存在强烈生境异质性,呈现出明显的植被垂直分布谱带特征,使得该地区物种分布复杂而多样。统计表明,共130科582属1342种药用种子植物为2次中药资源普查所记录,其中裸子植物7科14属18种,被子植物123科568属1324种。茂县药用种子植物的科、属、种分别占全四川省的65.99%、38.92%、13.54%。

被子植物占有绝对优势,达茂县药用种子植物科、属、种的94.62%、97.64%、98.68%。

3.2 药用种子植物科的组成分析

在茂县药用种子植物的130科中,对每科按所含种的数量进行组成分析。其中含20种及以上的科有15科(表1),分别为菊科(Compositae, 57属137种)、蔷薇科(Rosaceae, 31属97种)、毛茛科(Ranunculaceae, 18属76种)、豆科(Leguminosae, 32属71种)、百合科(Liliaceae, 26属61种)、伞形科(Umbel-

liferae, 25 属 58 种)、唇形科(Labiatae, 23 属 43 种)、虎耳草科(Saxifragaceae, 10 属 33 种)、忍冬科(Caprifoliaceae, 4 属 32 种)、玄参科(Scrophulariaceae, 8 属 29 种)、蓼科(Polygonaceae, 9 属 28 种)、石竹科(Caryophyllaceae, 10 属 26 种)、小檗科(Berberidaceae, 6 属 24 种)、兰科(Orchidaceae, 17 属 24 种)、龙胆科(Gentianaceae, 6 属 20 种), 占总科数的 11.54%; 含 10~19 种的科有 19 科, 占总科数的 14.62%; 含 5~9 种的科有 29 科, 占总科数的 22.31%; 含 2~4 种的科有 39 科, 占总科数的 30.00%; 仅含 1 种的科有 28 科, 占总科数的 21.54%。

根据吴征镒^[15-16]的种子植物科分布区类型划分, 茂县药用种子植物 130 科可划分为 10 个分布区类型及其 12 个变型(表 2), 包括世界广布(1)、热带分布(2~7)、温带分布(8~14)以及中国特有(15)共 4 大类型, 其中热带分布 52 科, 占科总数(世界广布科不计入, 下同)的 56.52%; 温带分布 38 科, 占 41.30%。世界广布 38 科中较常见的有菊科、唇形科、豆科、百合科、报春花科(Pricaceae)、蔷薇科、玄参科等, 均为较大的科, 在该地区起着重要作用。

热带分布科中泛热带分布型有 36 科, 占热带分布科的 69.23%, 其中大戟科(Euphorbiaceae)、樟

科(Lauraceae)、芸香科(Rutaceae)等为乔木层的部分构成科, 而荨麻科(Urticaceae)、凤仙花科(Balsaminaceae)、卫矛科(Celastraceae)等为灌木层和草本层的构成科。

温带分布型共 38 科, 其中以北温带分布型及其变型占优势, 计 27 科, 占温带科数的 71.05%。北温带分布型是本区重要的优势植物, 其中形成针叶林的主要为松科(Lycopodiaceae)和杉科(Taxodiaceae)等植物, 而槭树科(Aceraceae)、金缕梅科(Hamamelidaceae)等植物共同构成了落叶阔叶林或常绿落叶阔叶混交林的落叶成分。

从科级水平看, 研究区有 22 个分布区类型, 表明研究区植物区系地理成分具有较强的复杂性和多样性, 其中热带分布科占比较大, 达 56.52%。然而, 热带成分中占比最高的泛热带成分中大部分属下成员在我国温带地区均有大范围分布, 具明显温带性质, 真正意义上的热带分布科仅东亚热带间断分布的种类较多(45 种, 占药用种子植物总数的 3.35%)。温带分布科与泛热带分布科的总和超过该区域总科数的一半, 达该区总科数的 56.92%, 这也体现了茂县地区药用种子植物科的温带性质。此外, 该区具较多起源古老的木本植物科, 如樟科、山茶科(Theaceae)、壳斗科(Fagaceae)。

表 1 茂县药用种子植物科的组成

Table 1 Family of medicinal seed plants in Mao County

种数 / 科 Number of species per family	科数 Number of family	%	属数 Number of genus	%	种数 Number of species	%
≥20	15	11.54	282	48.45	759	56.56
10~19	19	14.62	109	18.73	247	18.41
5~9	29	22.31	98	16.84	203	15.13
2~4	39	30.00	65	11.17	105	7.82
1	28	21.54	28	4.81	28	2.09
合计 Total	130	100.00	582	100.00	1 342	100.00

表 2 茂县药用种子植物科的分布区类型

Table 2 Distribution types of medicinal seed plant families in Mao County

分布区类型 Areal type	科数 Number of family	%	种数 Number of species	%
1.世界广布 Cosmopolitan	38	-	849	-
2.泛热带分布 Pantropic	31	33.70	150	30.43
2-2.热带亚洲、热带非洲和热带美洲 Trop. Asia-Trop. Afr.-Trop. Amer. (S. Amer.)	2	2.17	9	1.83
2S.以南半球为主的泛热带 Pantropic especially S. Hemisphere	3	3.26	10	2.03
3.东亚(热带、亚热带)及热带南美间断 Trop. & Subtrop. E. Asia & (S.) Trop. Amer.	8	8.70	45	9.13
3i.热带以外的中、南美(沿安底斯山脉) Extratropical C. & S. Amer., Trans-Andean	1	1.09	1	0.20
4.旧世界热带分布 Old World Tropics	2	2.17	4	0.81

续表(Continued)

分布区类型 Areal type	科数 Number of family	%	种数 Number of species	%
5.热带亚洲至热带大洋洲 Trop. Asia & Trop. Australasia	2	2.17	3	0.61
5a.澳大利亚东部和/或东北部 E. and/or NE. Australia	1	1.09	7	1.42
6d.南非(主要是好望角) S. Afr., chiefly Cape	1	1.09	9	1.83
7d.全分布区东达新几内亚 Trop. Asia (E to Geainea)	1	1.09	4	0.81
热带成分小计 Subtotal of Tropical	52	56.52	242	49.09
8.北温带广布 N. Tempe	5	5.43	112	22.72
8-2.北极-高山分布 Arctic-Alpine	1	1.09	2	0.41
8-4.北温带和南温带间断分布 N. Temp. & S. Temp	17	18.48	79	16.02
8-5.欧亚和南美洲温带间断分布 Eurasia & Temp. S. Amer.	1	1.09	24	4.87
8-6.地中海、东亚、新西兰和墨西哥-智利间断分布 Mediterranea, E. Asia, N. Z. and Mexico-Chile	3	3.26	3	0.61
9.东亚及北美间断分布 E. Asia & N. Amer. disjunct	4	4.35	12	2.43
10.欧亚温带 Temp. Eurasia	1	1.09	1	0.20
10-3.欧亚和南非(有时也在澳大利亚) Eurasia & S. Afr. (sometimes also Australia) disjunct	1	1.09	7	1.42
12-4.巴尔干半岛至西喜马拉雅间断于索科特群岛分布 Balkan Peninsula to W. Himal., disjuncted in Socotra	1	1.09	1	0.20
14.东亚分布 E. Asia	4	4.35	8	1.62
温带成分小计 Subtotal of Temperate	38	41.30	249	50.51
15.中国特有分布 Endemic to China	2	2.17	2	0.41
合计 Total	130	100.00	1 342	100.00

3.3 药用种子植物属的组成分析

茂县地区药用种子植物区系中包括 582 属, 其中裸子植物 14 属, 被子植物 568 属, 根据所含种数可划分为 4 个等级, 含 10 种以上的有 11 属, 最多的是

铁线莲属(*Clematis*), 含 19 种, 含 5~9 种的有 63 属, 含 2~4 种的有 178 属, 仅含 1 种的有 329 属, 含 1~4 种的共计 507 属 783 种, 分别占总属、种数的 87.11%、58.35%, 可见该地区以小型属占优势(表 3)。

表 3 茂县药用种子植物属的组成

Table 3 Genera of medicinal seed plants in Mao County

种数/属 Number of species per genus	属数 Number of genus	%	种数 Number of species	%
≥10	12	2.06	156	11.62
5~9	63	10.82	403	30.03
2~4	178	30.58	454	33.83
1	329	56.53	329	24.52
合计 Total	582	100.00	1 342	100.00

根据吴征镒^[17]对中国种子植物属分布区类型的划分, 茂县药用种子植物 582 属可划分为 15 个分布区类型 20 个变型(表 4)。其中世界广布型 49 属, 绝大部分为草本植物属, 如灯心草属(*Juncus*)、老鹳草属(*Geranium*)、蓼属(*Polygonum*)、铁线莲属等, 这些属所含物种多为林缘或林下草本层中重要的伴生种。

热带分布(2~7 型)共计 6 个类型 6 个变型, 共有 149 属。其中, 泛热带分布型及变型有 69 属, 占总属数(世界广布科不计入, 下同)的 12.95%, 该类

型多为常见属, 如菟丝子属(*Cuscuta*)、薯蓣属(*Dioscorea*)、卫矛属(*Euonymus*)、大戟属(*Euphorbia*)、凤仙花属(*Impatiens*)、狗尾草属(*Setaria*)等; 热带亚洲和热带美洲间断分布有 11 属, 占 2.06%, 如泡花树属(*Meliosma*)为灌木, 紫茉莉属(*Mirabilis*)为 1 年生草本、木姜子属(*Litsea*)为落叶小乔木, 这些属是本区林下灌木层的重要组成部分, 也为南美洲植物区系与热带亚洲植物区系的共同渊源提供了一定证据。旧世界泛热带分布及其变型有 14 属, 占 2.63%。其中, 天门冬属(*Asparagus*)、楼梯草属(*Elatostema*)、

香茶菜属(*Rabdosia*)为此分布型的优势草本属, 海桐花属(*Pittosporum*)和槲寄生属(*Viscum*)为藤本属, 八角枫属(*Alangium*)为较原始木本属, 广布于我国热带至亚热带森林。热带亚洲至大洋洲分布有 12 属,

占 2.25%。主要有柘属(*Cudrania*)、天麻属(*Gastrodia*)、堇花属(*Wikstroemia*)等。热带亚洲至热带非洲分布有 20 属, 占 3.75%。常见代表属有栗属(*Castanea*)、铁仔属(*Myrsine*)、鱼眼草属(*Dichrocephala*)、大豆

表 4 茂县药用种子植物属的分布区类型

Table 4 Distribution types of medicinal seed plant genera in Mao County

分布区类型 Areal type	属数 Number of genera	%	种数 Number of species	%
1.世界广布 Cosmopolitan	49	-	194	-
2.泛热带分布 Pantropic	66	12.38	141	12.28
2-1.热带亚洲、大洋洲(至新西兰)和中、南美(或墨西哥)间断分布 Trop. Asia, Australasia (to N. Zeal.) & C. to S. Amer. (or Mexico) disjuncted.	2	0.38	2	0.17
2-2.热带亚洲、非洲和中、南美洲间断分布 Trop. Asia, Africa & C. to S. Amer. disjunct	1	0.19	1	0.09
3.东亚(热带、亚热带)及热带南美间断分布 Trop. Asia & Trop. Amer. disjunct	11	2.06	15	1.31
4.旧世界热带分布 Old World Tropics	12	2.25	19	1.66
4-1.热带亚洲、非洲(或东非、马达加斯加)和大洋洲间断分布 Trop. Asia, Africa (or E. Afr., Madagascar) & Australasia disjunct	2	0.38	2	0.17
5.热带亚洲至热带大洋洲分布 Tropical Asia & Trop. Australasia	12	2.25	15	1.31
6.热带亚洲至热带非洲 Trop. Asia to Trop. Africa	20	3.75	24	2.09
7.热带亚洲(印度-马来西亚)分布 Trop. Asia (Indo-Malesia)	17	3.19	24	2.09
7-1.爪哇、喜马拉雅和华南、西南星散分布 Java (or Sumatra), Himalaya to S., SW. China disjunct or diffuse	4	0.75	5	0.44
7-2.热带印度至华南(尤其云南南部)分布 Trop. India to S. China (esp. S. Yunnan)	1	0.19	1	0.09
7-4.越南(或中南半岛)至华南(或西南)分布 Vietnam (or Indo-Chinese Peninsula) to S. China (or SW. China).	1	0.19	1	0.09
热带成分小计 Subtotal of Tropical	149	27.95	250	21.78
8.北温带分布 North Temperate	118	22.14	393	34.23
8-2.北极-高山分布 Arctic-alpine.	5	0.94	14	1.22
8-4.北温带和南温带(全温带)间断分布 N. Temp. & S. Temp. disjunct ("Pan-temperate")	29	5.44	101	8.80
8-5.欧亚和南美温带间断分布 Eurasia & Temp. S. Amer. disjunct	3	0.56	7	0.61
8-6.地中海区、东亚、新西兰和墨西哥到智利间断分布 Mediterranea, E. Asia, New Zealand and Mexico-Chile disjunct	1	0.19	1	0.09
9.东亚和北美洲间断分布 E. Asia & N. Amer. disjunct	41	7.69	71	6.18
9-1.东亚和墨西哥间断分布 E. Asia & Mexico. disjunct	1	0.19	3	0.26
10.旧世界温带分布 Old World Temperate	39	7.32	93	8.10
10-1.地中海区、西亚(或中亚)和东亚间断分布 Mediterranea, W. Asia (or C. Asia) & E. Asia disjunct	10	1.88	13	1.13
10-2.地中海区和喜马拉雅间断分布 Mediterranea & Himalaya disjunct	2	0.38	4	0.35
10-3.欧亚和南部非洲(有时也在大洋洲)间断分布 Eurasia & S. Africa (Sometimes also Australasia) disjunct	5	0.94	10	0.87
11.温带亚洲分布 Temp. Asia	11	2.06	28	2.44
12.地中海区、西亚至中亚分布 Mediterranea, W. Asia to C. Asia	11	2.06	11	0.96
12-1.地中海区至中亚和南非洲、大洋洲间断分布 Mediterranea to C. Asia & S. Africa, Australasia disjunct	1	0.19	1	0.09
12-3.地中海区至温带-热带亚洲, 大洋洲和南美洲间断 Mediterranea to Temp.-Trop. Asia, Australasia & S. Amer. disjunct	1	0.19	1	0.09
12-4.地中海区至热带非洲和喜马拉雅间断分布 Mediterranea to Trop. Africa & Himalaya disjunct	1	0.19	1	0.09
13.中亚分布 C. Asia	2	0.38	2	0.17
13-2.中亚至喜马拉雅和我国西南分布 C. Asia to Himalaya & S. W. China	2	0.38	5	0.44
14.东亚分布 E. Asia	37	6.94	66	5.75
14-1.中国-喜马拉雅(SH) Sino-Himalaya (SH)	28	5.25	31	2.70
14-2.中国-日本(SJ) Sino-Japan (SJ)	15	2.81	19	1.66
温带成分小计 Subtotal of Temperate	363	68.11	875	76.22
15.中国特有分布 Endemic to China	21	3.94	23	2.00
合计 Total	582	100.00	1 342	100.00

属(*Glycine*)等。热带亚洲及其变型有 23 属, 占 4.32%, 代表属有构属(*Broussonetia*)、山茶属(*Camellia*)、清风藤属(*Sabia*)、鸡矢藤属(*Paederia*)、葛属(*Pueraria*)等, 丰富了本区植物的多样性。

温带分布(8~14 类型)共计 7 个类型 14 个变型, 共有 363 属, 占 68.11%。其中, 北温带分布型及其变型共有 156 属, 在所有类型中比例最高, 达 29.27%。具有代表性的草本属有香青属(*Anaphalis*)、天南星属(*Arisaema*)、蒿属(*Artemisia*)、紫菀属(*Aster*)、蓟属(*Cirsium*)、风轮菜属(*Clinopodium*)、紫堇属(*Corydalis*)、马先蒿属(*Pedicularis*)、黄精属(*Poligonatum*)、委陵菜属(*Potentilla*)、蓼属、风毛菊属(*Saussurea*)、蒲公英属(*Taraxacum*)等, 是本区林下、草原或高山草甸的优势植物或建群种。乔木属有槭属(*Acer*)、桦木属(*Betula*)、胡桃属(*Juglans*)、山茱萸属(*Macrocarpium*)、桑属(*Morus*)、松属(*Pinus*)、李属(*Prunus*)、栎属(*Quercus*)、椴树属(*Tilia*)、榆属(*Ulmus*)等, 是我国落叶阔叶林、针阔叶混交林、针叶林以及热带和亚热带山地森林的主要构成树种; 灌木属有小檗属(*Berberis*)、辣木属(*Cornus*)、黄栌属(*Cotinus*)、栒子属(*Cotoneaster*)、胡颓子属(*Elaeagnus*)、杜鹃花属(*Rhododendron*)、盐肤木属(*Rhus*)、蔷薇属(*Rosa*)、荚蒾属(*Viburnum*)等, 这些属是落叶或常绿灌丛的重要组成或林下植物, 藤本主要为忍冬属(*Lonicera*)和葡萄属(*Vitis*)。东亚和北美间断分布及其变型有 42 属, 占 7.88%, 包含草本属有蟹甲草属(*Cacalia*)、万寿竹属(*Disporum*)、鹿药属(*Smilacina*)、红毛七属(*Caulophyllum*)、透骨草属(*Diphylleia*)、荳蔻属(*Triosteum*)等, 乔木属有皂荚属(*Gleditsia*)、漆树属(*Toxicodendron*)、灌木属有楤木属(*Aralia*)、勾儿茶属(*Berchemia*)、山蚂蝗属(*Desmodium*)、绣球花属(*Hydrangea*)、胡枝子属(*Lespedeza*)、珍珠梅属(*Sorbaria*)等。东亚和墨西哥间断分布变型有 1 属, 为六道木属(*Abelia*)。旧世界温带分布及其变型有 56 属, 占 10.51%。主要代表属有沙参属(*Adenophora*)、牛蒡属(*Arctium*)、瑞香属(*Daphne*)、香薷属(*Elsholtzia*)、角盘兰属(*Hermium*)、重楼属(*Paris*)等。温带亚洲分布有 11 属, 主要代表属有亚菊属(*Ajanina*)、马兰属(*Kalimeris*)、杭子梢属(*Campyloptropis*)、大黄属(*Rheum*)、狼毒属(*Stellera*)、附地菜属(*Trigonotis*)、米口袋属(*Gueldenstaedtia*)等。地中海区、西亚至中亚分布及其变型有 14 属, 主要代表属有茴香属(*Foeniculum*)、石榴属(*Punica*)、女贞

属(*Ligustrum*)。中亚及其变型有 4 属, 分别为大麻属(*Cannabis*)、紫筒草属(*Stenosolenium*)、角蒿属(*Incarvillea*)、拟耧斗菜属(*Paraquilegia*)。东亚分布及其变型有 80 属, 占 15.01%, 主要分布有党参属(*Codonopsis*)、蕺菜属(*Houttuynia*)、红果树属(*Stranvaesia*)、败酱属(*Patrinia*)、泥胡菜属(*Hemisteptia*)、枫杨属(*Pterocarya*)等, 3 个裸子植物属: 三尖杉属(*Cephalotaxus*)、油杉属(*Keteleeria*)、侧柏属(*Platycladus*)为本区域的优势建群种之一。

中国特有分布有 21 属, 占 3.94%。如杜仲属(*Eucommia*)、银杏属(*Ginkgo*)、独叶草属(*Kingdonia*)、岩匙属(*Berneuxia*)、羌活属(*Notopterygium*)等, 占全国种子植物特有属种数(257 属)的 8.17%^[20]。21 属特有属中除紫菊属外, 其余 20 属皆为世界性单种属或寡种属。

可以看出, 茂县地区植物区系以温带分布成分占优势, 共有 363 属, 占总属数的 68.11%, 表现出强烈的温带区系性质。其中占绝对优势的是北温带分布型, 共 156 属, 占 29.27%。但同时热带成分也不容忽视, 其中亚热带成分 69 属(占 12.95%)主要分布于海拔较低的干旱河谷, 是茂县植物区系热带成分起源的重要研究对象。

3.4 与第 3 次普查结果以及邻近地区种子植物区系的比较

从表 5 可见, 在科级水平上, 2 次普查结果有 98 科共有, 包括银杏科(*Ginkgoaceae*)和杜仲科(*Eucommiaceae*) 2 个中国特有科。第 3 次普查结果有 20 科非共有, 其中榆科(*Ulmaceae*)、泽泻科(*Alismataceae*)和马齿苋科(*Portulacaceae*)为世界广布科, 而第 4 次普查结果有 12 科非共有, 仅白花丹科(*Plumbaginaceae*)为世界广布科。2 次普查结果在科级水平上的相似性系数(S_c)为 0.84。

属级水平上, 2 次普查中有 281 属共有, 包括龙胆属(*Gentiana*)、毛茛属(*Ranunculus*)、羊耳蒜属

表 5 茂县 2 次普查的药用种子植物构成相似性比较

项目 Item	科 Family	属 Genus	种 Species
第 3 次普查 3rd census	118	458	795
第 4 次普查 4th census	110	412	778
总和 Sum	130	582	1 342
共有 Common	98	281	234
相似性系数 Coefficient of similarity /%	85.96	64.60	29.75

(*Liparis*)等世界广布 38 属;第 3 次普查结果中有 169 属非共有,含猪毛菜属(*Salsola*)、酸浆属(*Physalis*)等世界广布 7 属;第 4 次普查结果有 132 属非共有,包括牛膝菊属(*Galinsoga*)和茵芹属(*Pimpinella*) 2 个世界广布属。2 次普查结果在属级水平上的相似性系数(S_c)为 0.65,相对于科级水平已经具有较大的分化程度。

种级水平上,2 次普查结果中共有植物仅 234 种,相似性系数(S_c)为 0.30,说明 2 次普查的结果存在较为明显的种级分化。结合 2 次普查的属级水

平上热带属数与温带属数的比值(R/T)较为接近(表 6),均表现为温带成分更占优势但属级水平相似性系数较低的特点,这一方面说明,茂县复杂多样的生态地理环境孕育了异常丰富的植物多样性,有必要进一步对茂县进行长时间跨度、多考察频次的植物区系调查;另一方面也说明,在 2 次普查间隔的 30 余年时间跨度之下,可能存在人类活动及局部地形变化等因素导致茂县的局部自然条件变化,从而影响原有的植物分布格局,使得第 3 次普查名录中的部分品种在本次普查过程中未见野生个体。

表 6 茂县 2 次普查的种子植物分布区类型

Table 6 Areal types of medicinal seed plants of two census in Mao County

分布区类型 Areal type	第 3 次普查 3rd Census		第 4 次普查 4th Census	
	属数 Number of genus	%	属数 Number of genus	%
1.世界分布 Cosmopolitan	43	9.39	43	10.44
2.泛热带分布 Pantropic	61	13.32	42	10.19
3.热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop. Asia & Trop. Amer.	6	1.31	9	2.18
4.旧世界热带分布 Old World Tropics	10	2.18	8	1.94
5.热带亚洲至热带大洋洲分布 Tropical Asia & Trop. Australasia	7	1.53	8	1.94
6.热带亚洲至热带非洲 Trop. Asia to Trop. Africa	14	3.06	9	2.18
7.热带亚洲(印度-马来西亚)分布 Trop. Asia (Indo-Malesia)	15	3.28	15	3.64
热带成分小计 Subtotal of Tropical	156	34.06	134	32.52
8.北温带分布 North Temperate	132	28.82	122	29.61
9.东亚和北美洲间断分布 E. Asia & N. Amer. disjunct	35	7.64	28	6.80
10.旧世界温带分布 Old World Temperate	45	9.83	45	10.92
11.温带亚洲分布 Temp. Asia	7	1.53	9	2.18
12.地中海区、西亚至中亚分布 Mediterranean, W. Asia to C. Asia	11	2.40	6	1.46
13.中亚分布 C. Asia	4	0.87	1	0.24
14.东亚分布 E. Asia	55	12.01	54	13.11
温带成分小计 Subtotal of Temperate	289	63.10	265	64.32
15.中国特有分布 Endemic to China	13	2.84	13	3.16
合计 Total	458	100.00	412	100.00
R/T		53.98		50.57

区系的形成与发展并非孤立进行的,茂县地处横断山脉地区川西北小区,属于青藏高原与四川盆地两大地貌单元的交汇地段,其植物区系的形成与发展与周边地区有着密切的联系。为进一步对茂县种子植物区系的组成特点进行探讨,本研究选择青

海澜沧江源区、西藏错那县、四川盐边县、四川剑阁县与茂县药用种子植物区系进行比较研究。从地理位置来看(表 7),澜沧江源区、剑阁县与茂县纬度相近,而经度有所差异,分别位于茂县西侧与东侧,其中澜沧江源区与茂县同处青藏高原主体区系与

表 7 5 个邻近地区的基本情况

Table 7 Basic information for 5 neighbouring regions

地区 Region	面积 Area (km ²)	纬度 Latitude (N)	经度 Longitude (E)	海拔 Elevation (m)	距茂县距离 (km) Distance to Mao County
茂县 Mao	3 885.60	31°25'~32°16'	102°56'~103°10'	910~5 230	-
澜沧江源区 Lancangjiang	50 590.00	31°30'~33°53'	92°35'~97°35'	3 500~5 900	780.28
错那县 Cuona	35 191.00	26°25'~28°27'	91°28'~94°22'	18~7 060	1 137.60
盐边县 Yanbian	3 269.45	26°26'~27°25'	101°08'~102°04'	950~4 195	573.23
剑阁县 Jiange	3 202.95	31°31'~32°21'	105°10'~105°49'	570~1 330	166.08

横断山区系的过渡区,但其地势更为高耸,而剑阁县地处四川盆地与秦岭山地的交接地带。盐边县与茂县经度相近,纬度相差约 5°,属于四川盆地与云贵高原的过渡区。在 4 个区域中,错那县地处喜马拉雅山脉腹地,与茂县的经度、纬度相差最大,同时也具有较大的海拔高差。

由表 8 可见,5 个地区的科属比较为接近,说明 5 个地区的属级多样性水平较为接近。而在科种比层面上,澜沧江源区为 1:16.33,与之相对的是剑阁县 1:4.48 的科种比。相对而言,澜沧江源区“科少种多”的特点反映其植物区系较为年青的性质,而剑阁县“科多种少”的特点则反映其植物区系较为古老的性质。而属种比层面上,澜沧江源区属种比仍然最高,为 1:3.57,余下依次为茂县(1:2.31)、错那县(1:2.10)、盐边县(1:1.72)以及剑阁

县(1:1.46),与科种比顺序一致,说明种级分化强度依次为澜沧江源区、茂县、错那县、盐边县、剑阁县。

对属级区系特征进行比较(表 9),5 个地区均以温带成分为优势成分,其中澜沧江源区与错那县的温带成分均远高于热带成分。5 个地区的热带属与温带属的比值(R/T)分别为茂县(0.41)、澜沧江源区(0.05)、错那县(0.28)、盐边县(0.96)、剑阁县(0.77),呈现随纬度和海拔增加,热带成分逐渐减少的特点。例如,澜沧江源区、茂县与盐边县,即属于纬度与海拔均相差较大而导致温带成分递减的情况。而错那县、茂县与剑阁县,则属于海拔差异因素强于纬度差异因素,导致热带成分呈逆纬度增长的现象,表明温带成分的发展很大程度上依赖于纬度与海拔的共同作用。

表 8 5 个邻近地区的种子植物组成

Table 8 Composition of seed plants of 5 neighbouring regions

地区 Region	裸子植物 Gymnosperm			被子植物 Angiosperm		
	科 Family	属 Genus	种 Species	科 Family	属 Genus	种 Species
茂县 Mao	7	14	18	123	568	1 324
澜沧江源区 Lancangjiang	3	3	6	58	276	990
错那县 Cuona	4	8	12	102	408	862
盐边县 Yanbian	5	6	8	106	447	770
剑阁县 Jiange	4	4	4	105	331	484

表 9 5 个地区种子植物区系属的分布区类型比较

Table 9 Distribution types (%) of genera of seeds plants of the 5 regions

分布区类型 Areal type	茂县 Mao	澜沧江源区 Lancangjiang	错那县 Cuona	盐边县 Yanbian	剑阁县 Jiange
1.世界分布 Cosmopolitan	8.42	13.62	10.82	8.39	12.80
2.泛热带分布 Pantropic	11.86	1.79	8.89	18.10	18.50
3.热带亚洲和热带美洲间断分布 Trop. Asia & Trop. Amer.	1.89	0.36	1.68	4.19	3.30
4.旧世界热带分布 Old World Tropics	2.41	0.72	1.68	5.30	2.10
5.热带亚洲至热带大洋洲分布 Tropical Asia & Trop. Australasia	2.06	-	1.44	2.65	3.00
6.热带亚洲至热带非洲 Trop. Asia to Trop. Africa	3.44	-	2.64	5.96	4.80
7.热带亚洲(印度-马来西亚)分布 Trop. Asia (Indo-Malesia)	3.95	0.72	3.13	7.50	5.70
热带成分小计 Subtotal of Tropical	25.60	3.58	19.47	43.70	37.40
8.北温带分布 North Temperate	26.80	41.58	33.17	18.32	22.10
9.东亚和北美洲间断分布 E. Asia & N. Amer. disjunct	7.22	2.15	5.05	5.06	5.10
10.旧世界温带分布 Old World Temperate	9.62	14.34	9.62	7.73	6.60
11.温带亚洲分布 Temp. Asia	1.89	4.30	2.64	0.66	1.20
12.地中海区、西亚至中亚分布 Mediterranean, W. Asia to C. Asia	2.41	1.08	1.44	1.10	1.50
13.中亚分布 C. Asia	0.69	6.45	1.92	0.66	-
14.东亚分布 E. Asia	13.75	9.68	14.66	12.15	12.00
温带成分小计 Subtotal of Temperate	62.37	79.57	68.51	45.68	48.50
15.中国特有分布 Endemic to China	3.61	3.23	1.20	2.21	1.50
R/T	0.41	0.05	0.28	0.96	0.77

4 结论和讨论

茂县境内药用植物资源丰富, 其起伏巨大的高山峡谷造就明显的垂直型气候带, 进而演化出复杂多样的植被垂直带谱, 2次中药资源普查调查到的药用种子植物共130科582属1342种。科的优势地位明显, 含10种以上的大科有34科, 包含391属1006种, 分别占茂县药用种子植物总属数和总种数的67.18%和74.97%, 在该地区的植物区系中占优势地位。而属级水平上, 寡种属和单种属共计508属788种, 分别占总属、种数的87.29%、58.72%, 处于主导地位, 说明区系中属的分化程度较高。丰富多样的自然条件使得茂县野生药材资源丰富。据统计, 茂县有川芎(*Ligusticum chuanxiong*)、天麻(*Gastrodia elata*)、川贝母(*Fritillaria cirrhosa*)、暗紫贝母(*F. unibracteata*)、梭砂贝母(*F. delavayi*)、杜仲(*Eucommia ulmoides*)等30味四川道地中药材的基原植物, 涉及药用种子植物20科27属37种, 占四川49味道地药材的60%^[21], 表明茂县是川西高山峡谷药材生产区中最适宜中药材生长的地区之一。

茂县地处青藏高原与四川盆地的过渡带, 也是泛北极植物区系和古热带植物区系的过渡地带^[22]。东西向海拔的强烈落差促进了东、西植物交流, 而境内南北向河谷纵横, 使之成为南北植物交汇的重要关节点, 体现在该区药用种子植物区系成分类型复杂多样, 药用种子植物130科可划分为10个分布区类型12个变型, R/T为1.37, 热带分布52科, 占总科数的40.00%; 温带分布38科, 占总科数的29.23%。优势成分为热带成分, 但其热带分布科种多为泛热带分布、热带间断分布成分, 呈现弱热带性、强地带扩散性的特点。而在属级水平上, 582属分别属于15个分布区类型、20个变型, 区系复杂程度进一步显化。R/T为0.41, 充分表明了茂县的温带区系性质。其中热带成分共有149属, 占总属数的25.60%, 以泛热带成分为主, 共计69属, 占热带成分总属数的46.31%。泛热带分布类型的分布中心虽然在热带, 但在本地区主要体现为分布区向温带延伸的结果, 其余热带成分多分布于干旱河谷地区, 是河谷多刺耐旱灌丛的组成部分。温带成分在该区处于明显优势地位, 共计363属875种, 占总属数的65.2%, 其中北温带成分呈现随海拔增加优势地位增强的特点。虽然科一级的热带成分略高于温带成分, 但缺乏典型的热带成分, 大多如菟丝

子属、醉鱼草属(*Buddleja*)、羊蹄甲属(*Bauhinia*)等属于热带科中向温带延伸的耐寒成员, 干旱河谷特殊的环境已经是这类植物分布的北限。

总体上呈现温带性质, 而含有一定比例的热带分布成分是茂县药用种子植物区系的基本特征。该结论与岷江上游地区乃至横断山脉地区的植物区系研究相近^[23-24], 体现了茂县药用种子植物区系与热带植物区系的亲缘关系, 也说明该区处于南北植物过渡地带的性质。而与茂县第3次普查结果进行对比发现, 茂县以温带性质为主要性质, 泛热带成分得到一定发展, 这一基本特征是较为稳定的。与周边地区的种子植物区系进行对比的结果则表明茂县药用种子植物的温带性质是其纬度因素和海拔因素共同作用的结果。

根据《中国物种红色名录》^[25]和《国家重点保护野生植物名录》^[26], 茂县共计18科37属57种珍稀濒危物种。4种濒危种(EN), 分别为毛瓣杓兰(*Cypripedium fargesii*)、细叶石斛(*Dendrobium hancockii*)、白及(*Bletilla striata*)、四川牡丹(*Paeonia decomposita*); 国家一级保护植物7种, 分别为四川苏铁(*Cycas szechuanensis*)、银杏(*Ginkgo biloba*)、毛瓣杓兰、细叶石斛、西藏杓兰(*Cypripedium tibeticum*)、独叶草(*Kingdonia uniflora*)、红豆杉(*Taxus wallichiana* var. *chinensis*); 国家二级保护植物17科33属51种, 其中兰科11属15种, 主要包括西南手参(*Gymnadenia orchidis*)、四川虾脊兰(*Calanthe whiteana*)、二叶舌唇兰(*Platanthera chlorantha*)、尖唇鸟巢兰(*Neottia acuminata*)等, 其余尚有景天科(*Crassulaceae*)的异色红景天(*Rhodiola discolor*)、百合科的北重楼(*Paris verticillata*)、麻黄科(*Ephedraceae*)的中麻黄(*Ephedra intermedia*)、木兰科(*Magnoliaceae*)的五味子(*Schisandra chinensis*)、芸香科的黄檗(*Phellodendron amurense*)等16科36种, 表明茂县不仅是兰科植物的庇护所, 也为其他保护植物提供了一定栖息空间以保障珍稀濒危物种的繁殖生存。

茂县地处岷江上游流域这一重要生态过渡带, 多方物种在此交汇, 有着极强的生物多样性。通过对茂县药用种子植物区系的研究, 可为深入分析茂县及周边地区植物区系之间的联系, 揭示岷江上游地区的植物区系形成、发展脉络, 以及植物分布的变化和种系变迁的内在机理, 为茂县乃至整个岷江上游地区的生物多样性保护、自然资源保护及可持续利用提供基础性依据。

参考文献

- [1] LI X W, LI J. A preliminary floristic study on the seed plants from the region of Hengduan Mountain [J]. *Acta Bot Yunnan*, 1993, 15(3): 217–231.
李锡文, 李捷. 横断山脉地区种子植物区系的初步研究 [J]. *云南植物研究*, 1993, 15(3): 217–231.
- [2] ZHANG D. A study on the diversity of ethnic medicine culture in Tibetan-Qiang-Yi corridor from the perspective of medical anthropology [D]. Chengdu: Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, 2017.
张丹. 医学人类学视野下“藏羌彝走廊”民族医药文化多样性研究 [D]. 成都: 成都中医药大学, 2017.
- [3] WU Z Y. The regionalization of Chinese flora [J]. *Acta Bot Yunnan*, 1979, 1(1): 1–22.
吴征镒. 论中国植物区系的分区问题 [J]. *云南植物研究*, 1979, 1(1): 1–22.
- [4] YING J S. Species diversity and distribution pattern of seed plants in China [J]. *Biodiv Sci*, 2001, 9(4): 393–398. doi: 10.3321/j.issn:1005-0094.2001.04.011.
应俊生. 中国种子植物物种多样性及其分布格局 [J]. *生物多样性*, 2001, 9(4): 393–398. doi: 10.3321/j.issn:1005-0094.2001.04.011.
- [5] FU Q Z. Study on dynamics simulation and prevention countermeasures of debris flow in Diaohua Ditch, Sanlong Township, Mao County [D]. Mianyang: Southwest University of Science and Technology, 2019.
付琪智. 茂县三龙乡刁花沟泥石流流动力学模拟与防治对策研究 [D]. 绵阳: 西南科技大学, 2019.
- [6] WANG H S. Floristic Geography [M]. Beijing: Science Press, 1992: 19–20.
王荷生. 植物区系地理 [M]. 北京: 科学出版社, 1992: 19–20.
- [7] XUE M M, WEN H J, LIN Y, et al. Random forest evaluation model for physical toughness of slopes along mountain roads: Taking Maoxian County of Sichuan Province as an example [J]. *Bull Soil Water Conserv*, 2020, 40(4): 168–175. doi: 10.13961/j.cnki.stbctb.2020.04.023.
薛蒙蒙, 文海家, 林渝, 等. 山区公路沿线斜坡物理韧性随机森林评价模型——以四川省茂县为例 [J]. *水土保持通报*, 2020, 40(4): 168–175. doi: 10.13961/j.cnki.stbctb.2020.04.023.
- [8] CHEN S L, ZHANG B G, YANG Z, et al. Survey scheme of the main Chinese medicines resources [J]. *China J Chin Mat Med*, 2005, 30 (16): 1229–1232. doi: 10.3321/j.issn:1001-5302.2005.16.001.
陈士林, 张本刚, 杨智, 等. 全国中药资源普查方案设计 [J]. *中国中药杂志*, 2005, 30(16): 1229–1232. doi: 10.3321/j.issn:1001-5302.2005.16.001.
- [9] HUANG L Q, LU J W, GUO L P, et al. Project design and implementation of the fourth national survey Chinese material medical resources [J]. *China J Chin Mat Med*, 2013, 38(5): 625–628.
黄璐琦, 陆建伟, 郭兰萍, 等. 第四次全国中药资源普查方案设计与实施 [J]. *中国中药杂志*, 2013, 38(5): 625–628.
- [10] ZHENG W J. Chinese Tree Records [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 1985: 137–148.
郑万钧. 中国树木志 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1985: 137–148.
- [11] WU Z Y, ZHOU Z K, LI D Z, et al. The areal-types of the world families of seed plants [J]. *Acta Bot Yunnan*, 2003, 25(3): 245–257. doi: 10.3969/j.issn.2095-0845.2003.03.001.
吴征镒, 周浙昆, 李德铎, 等. 世界种子植物科的分布区类型系统 [J]. *云南植物研究*, 2003, 25(3): 245–257. doi: 10.3969/j.issn.2095-0845.2003.03.001.
- [12] WU Z Y. Revision of The areal-types of the world families of seed plants [J]. *Acta Bot Yunnan*, 2003, 25(5): 535–538.
吴征镒. 《世界种子植物科的分布区类型系统》的修订 [J]. *云南植物研究*, 2003, 25(5): 535–538.
- [13] WU Z Y. The areal-types of Chinese genera of seed plants [J]. *Acta Bot Yunnan*, 1991(Suppl IV): 1–139.
吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型 [J]. *云南植物研究*, 1991(增刊IV): 1–139.
- [14] LI X W. Floristic statistics and analyses of seed plants from China [J]. *Acta Bot Yunnan*, 1996, 18(4): 363–384.
李锡文. 中国种子植物区系统计分析 [J]. *云南植物研究*, 1996, 18(4): 363–384.
- [15] TAO W L, HU G, ZHANG Z H, et al. Latitudinal patterns in geographical elements of woody plants in a karst area of southwestern China [J]. *Plant Sci J*, 2018, 36(5): 667–675. doi:10.11913/PSJ.2095-0837.2018.50667.
陶旺兰, 胡刚, 张忠华, 等. 西南喀斯特木本植物区系成分的纬度变异格局 [J]. *植物科学学报*, 2018, 36(5): 667–675. doi: 10.11913/PSJ.2095-0837.2018.50667.
- [16] ZHANG Y L. Coefficient of similarity: An important parameter in floristic geography [J]. *Geogr Res*, 1998, 17(4): 429–434. doi: 10.3321/j.issn:1000-0585.1998.04.014.
张镡铨. 植物区系地理研究中的重要参数——相似性系数 [J]. *地理研究*, 1998, 17(4): 429–434. doi: 10.3321/j.issn:1000-0585.1998.04.014.
- [17] WU Y H. Floristic study on the source area of Lancangjiang (Mekong River), China [J]. *J Wuhan Bot Res*, 2009, 27(3): 277–289.
吴玉虎. 澜沧江源区种子植物区系研究 [J]. *武汉植物学研究*, 2009, 27(3): 277–289.

- [18] CHEN L, YANG G D, LIN G J, et al. The floristic composition and characteristics of seed plants in Cuona County, Tibet [J]. *J Sichuan Agric Univ*, 2016, 34(4): 431–439. doi: 10.16036/j.issn.1000-2650.2016.04.007.
陈林, 杨国栋, 林国俊, 等. 西藏错那县种子植物区系及资源特征分析 [J]. *四川农业大学学报*, 2016, 34(4): 431–439. doi: 10.16036/j.issn.1000-2650.2016.04.007.
- [19] DING R, GU R, WANG K R, et al. Analysis of seed plant flora in Yanbian County, Sichuan province [J]. *J SW For Univ (Nat Sci)*, 2021, 41(6): 86–92. doi: 10.11929/j.swfu.202011044.
丁荣, 古锐, 王柯入, 等. 四川省盐边县种子植物区系分析 [J]. *西南林业大学学报(自然科学)*, 2021, 41(6): 86–92. doi: 10.11929/j.swfu.202011044.
- [20] WANG B C, LIU C, LAI X, et al. Medicinal plant resources and diversity analysis in Jiange country of Sichuan Province [J]. *J Chin Med Mat*, 2020, 43(4): 836–841. doi: 10.13863/j.issn1001-4454.2020.04.010.
王宝川, 刘晨, 赖鑫, 等. 四川剑阁县药用植物资源及区系分析 [J]. *中药材*, 2020, 43(4): 836–841. doi: 10.13863/j.issn1001-4454.2020.04.010.
- [21] WAN D G, PENG C, ZHAO J N. Records of Geo-Authentic Crude Drugs in Sichuan Province [M]. Chengdu: Sichuan Science Technology Publishing House, 2005: 1–562.
万德光, 彭成, 赵军宁. *四川道地中药材志* [M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2005: 1–562.
- [22] WU Z Y, SUN H, ZHOU Z K, et al. Floristics of Seed Plants from China [M]. Beijing: Science Press, 2011: 52–82.
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, 2011: 52–82.
- [23] ZHANG W H, LU T, ZHOU J Y, et al. A floristic study on seed plants in the upper reaches of Minjiang River [J]. *Acta Bot Boreali-Occid Sin*, 2003, 23(6): 888–894. doi: 10.3321/j.issn:1000-4025.2003.06.004.
张文辉, 卢涛, 周建云, 等. 岷江上游流域种子植物区系研究 [J]. *西北植物学报*, 2003, 23(6): 888–894. doi: 10.3321/j.issn:1000-4025.2003.06.004.
- [24] YANG Q Z. Study on the arid-valley scrubs in the upper reaches of Minjiang River [J]. *J MT Sci*, 2007, 25(1): 1–32. doi: 10.3969/j.issn.1008-2786.2007.01.001.
杨钦周. 岷江上游干旱河谷灌丛研究 [J]. *山地学报*, 2007, 25(1): 1–32. doi: 10.3969/j.issn.1008-2786.2007.01.001.
- [25] WANG S, XIE Y. China Species Red List, Volume 1. Red List [M]. Beijing: Higher Education Press, 2004: 1–224.
汪松, 解焱. *中国物种红色名录, 第1卷 红色名录* [M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 1–224.
- [26] State Forestry Administration and the Ministry of Agriculture, P. R. C. List of Wild Plants Under State Protection [EB/OL]. (2021-09-08). <http://www.forestry.gov.cn/main/3951/20210908/164754443253634.html>.
中华人民共和国林业局和农业部. 国家重点保护野生植物名录 [EB/OL]. (2021-09-08). <http://www.forestry.gov.cn/main/3951/20210908/164754443253634.html>.