

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201708015

引文格式: 汪书丽, 罗建, 权红, 等. 西藏米林县珍稀濒危药用植物优先保护评价 [J]. 广西植物, 2018, 38(7): 825-835
WANG SL, LUO J, QUAN H, et al. Protection priority evaluation of rare and endangered medicinal plants in Manling County of Tibet, China [J]. *Guihaia*, 2018, 38(7): 825-835

西藏米林县珍稀濒危药用植物优先保护评价

汪书丽¹, 罗建¹, 权红¹, 兰小中^{1,2*}

(1. 西藏农牧学院, 西藏林芝 860000; 2. 西藏农牧学院-西南大学药用植物联合研发中心, 西藏林芝 860000)

摘要: 通过设置样方和路线踏查, 对米林县的野生药用植物资源进行调查, 并利用多个指标定量计算各濒危植物的优先保护值, 确定其珍稀濒危物种优先保护序列, 对珍稀濒危药用植物的种类、药效和入药部位多样性进行了分析。结果表明: 米林县共有药用保护植物 37 科 72 属 97 种, 分别占药用植物总科数、总属数、总种数的 48.05%、32.00%、30.70%。其中, 被子植物有 35 科 69 属 95 种, 裸子植物有 2 科 2 属 2 种。97 种珍稀濒危药用植物中, 处于 I 级保护的药用植物有 9 科 11 属 11 种, 处于 II 级保护的药用植物有 18 科 25 属 27 种, 处于 III 级保护的药用植物有 28 科 46 属 59 种。从珍稀濒危药用植物的药效来看, 清热功效和补虚功效的药用植物较多, 分别有 32 种和 20 种, 各占濒危药用植物总种数的 32.99%、20.62%; 从药用部位统计, 根与根茎类和全草类的药用植物分别有 34 种和 26 种, 占珍稀濒危药用植物总数比例较大, 分别为 35.05%、26.80%。该区评估的优先保护等级和濒危等级与保护植物名录有一定差异, 桃儿七在本区的保护等级由 III 级升为 I 级, 另外有 7 种植物的濒危程度在本区加强。基于调查和研究结果分析了米林县珍稀濒危药用植物的致濒原因, 并就此提出了一些具体的保护建议和措施。

关键词: 珍稀濒危药用植物, 野生药用资源, 评价体系, 优先保护序列, 米林县

中图分类号: Q949.9 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2018)07-0825-11

Protection priority evaluation of rare and endangered medicinal plants in Manling County of Tibet, China

WANG Shuli¹, LUO Jian¹, QUAN Hong¹, LAN Xiaozhong^{1,2*}

(1. *Tibet Agriculture & Animal Husbandry University*, Nyingchi 860000, Tibet, China; 2. *Medicinal Plants Joint Research and Development Centre, Tibet Agriculture & Animal Husbandry University-Southwest University*, Nyingchi 860000, Tibet, China)

Abstract: Combining plots and route method, the resources of wild medicinal plants in Manling County of Tibet, China, were investigated more comprehensively. Several indexes included list coefficient, deposit coefficient, endangered coefficient, genetic coefficient, valuable coefficient, conservation coefficient and breed coefficient were used to identify the protection priority sequences of the rare and endangered medicinal plants quantitatively. Moreover, the species composition,

收稿日期: 2017-11-27

基金项目: 国家自然科学基金(31460075); 全国第四次中药资源普查西藏自治区中(藏)药资源普查项目(20120716-540000); 西藏特色农牧资源研发协同创新中心资助项目 [Supported by the National Natural Science Foundation of China (31460075); Tibet Medicinal Resources Investigation Program (the 4th State Administration of Chinese Traditional Medicine) (20120716-540000); Collaborative Innovation Center of Research and Development on Tibetan Characteristic Agricultural and Animal Husbandry Resources]。

作者简介: 汪书丽(1983-), 女, 河南许昌人, 硕士, 副教授, 主要从事植物系统进化研究, (E-mail) luocaoweikou07@126.com。

*通信作者: 兰小中, 博士, 教授, 主要从事药用植物资源研究, (E-mail) lanxiaozhong@163.com。

function and parts used diversity of these medicinal plants were analyzed. Totally, there are 97 species (occupying 30.70% of the total medicinal species), 72 genera (occupying 32.00% of the total medicinal genera) and 37 families (occupying 48.05% of the total medicinal families) should be given a priority protection. Out of the 97 medicinal species, 95 species, 69 genera, 35 families represent angiosperm and two species, two genera, two families represent gymnosperm. Among these rare and endangered medicinal species, eleven species in eleven genera and nine families are classified as the first-class protected medicinal plants, 27 species in 25 genera and 18 families are classified as the second-class protected plants, and 59 species in 46 genera and 28 families are classified as the third-class protected medicinal plants. For the functions of these 97 medicinal plants, there are more species used as heat-clearing (32 species, accounting for 32.99%) and toning medicine (20 species, accounting for 20.62%). Additionally, among these 97 plants, more species use underground stem (34 species, accounting for 35.05%) and entire plant (26 species, accounting for 26.80%) as medical parts. The conservation priority classes and endangered level vary from our research to the lists of endangered plants. *Sinopodophyllum hexandrum* has the highest value of extent coefficient as the first-class protected plant but belongs to third-class protected plant on the lists. In addition, endangered degree of seven species was found growing to high levels in Manling county. Finally, based on these analyses and wild investigation, we analyzed the endangered causes for these rare and endangered medicinal plants from internal and external factors. Then, we put forward some suggestions on conservation such as making protective measures according to the protection priority sequences, building reserve, carrying out scientific research and strengthen legislation. Our results may provide a data basis for making scientific protection measures and the sustainable utilization of medicinal plant resources in Manling County.

Key words: rare and endangered medicinal plants, wild medicinal resources, evaluation system, protection priority sequence, Manling County

“米林”在藏语里面有“药州”的含义,作者在全国第四次中(藏)药资源普查中统计得出该县共有药用植物 77 科 225 属 316 种,药用植物资源非常丰富,而针对米林县药用植物资源的科学研究鲜见报道。哪种药用植物的受威胁程度比较严重、该如何保护和利用等问题并不明晰,基本上是需要市场需要什么,就乱掘、滥挖什么(周繇,2006a),这将严重影响本区域内对药用植物的合理开发利用。李隆云等(2002)系统调查濒危药用植物资源现状、濒危原因与发展趋势,编制濒危药用植物资源目录,将为制定保护发展规划提供依据。因此,本研究拟对米林县进行珍稀濒危野生药用植物资源调查及定量评价,明确需要优先保护的资源种类及其优先保护等级,为制定科学的保护措施及合理开发利用资源提供数据基础。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

米林县位于西藏东南部,93°07'—95°12' E,

28°39'—29°50' N,地处念青唐古拉山脉与喜马拉雅山脉之间,属于典型的山河谷地形。全县平均海拔 3 700 m,面积为 9 471.11 km²。县界上的最高峰南迦巴瓦峰海拔 7 782 m,雅鲁藏布江从西向东横贯全境(林芝地区地方志编纂委员会,2006;西藏自治区地方志编纂委员会,2009);米林县属高原温带半湿润季风气候区,印度洋与孟加拉湾暖流通过雅鲁藏布江通道,形成亚热带、温带及寒带并存的复合气候带。降雨量丰富,集中在每年 6—9 月份(西藏自治区地方志编纂委员会,2009;成思远和张敏,2014);随着地形高度和气候类型的变化,地表植被垂直带谱明显,从谷地低平处的草甸和沼泽植被起,往上依次出现稀疏矮灌、高山松林、暗针叶林、灌丛草甸、高山草甸及高山稀疏座垫植被等植被类型(西藏自治区地方志编纂委员会,2009)。

1.2 研究方法

依据全国第四次中(藏)药资源普查标准,在对调查区域范围内药用植物资源种类和分布规律全面了解的基础之上,在全县随机设置 40 个样地,覆盖县域不同海拔梯度和主要植被类型。每

个样地设置 5 个 10 m×10 m 样方, 每个样方内设置 1 个 10 m×10 m 乔木小样方、1 个 5 m×5 m 灌木小样方、4 个 1 m×1 m 草本样方; 同时遵循一定的调查路线有规律地进行样方外沿途踏查, 对全县范围展开较为广泛全面的植物调查、记录和标本采集。通过标本鉴定(吴征镒, 1983—1987; 中国科学院中国植物志编辑委员会, 1959—2004), 整理出米林县植物名录。参考各种药用植物书籍(全国中草药汇编编写组, 1975; 江苏新医学院, 1977; 中国药材公司, 1994; 青海省药品检验所和青海省藏医药研究所, 1996; 肖培根, 2001; 贾敏如和李星炜, 2005) 和中华人民共和国药典(1977, 2015) 从米林县植物名录中挑选出具有药用价值的药用植物名录。

参考相关文献(周繇, 2006b; 鲁松等, 2013) 的评价方法, 依据 7 项指标系数定量评价米林县的野生药用植物, 建立米林县珍稀濒危野生药用植物保护名录, 并进行相关的统计分析。其中, 名录现状系数($C_{名}$)、蕴藏系数($C_{蕴}$)、遗传价值系数($C_{遗}$)、利用价值系数($C_{利}$)、保护现状系数($C_{保}$) 及繁殖难易系数($C_{繁}$) 6 项指标的评价主要依据鲁松等(2013) 的评价标准做出适当调整, 由于西藏无正式发表的公认的省级保护植物名录, 名录现状系数的评价除依据《中国物种红色名录(第一卷)》(汪松和解炎, 2004) 外, 还参考西藏自治区科技厅 2005 年组织的专家会议确定的 74 种濒危藏药材名录以及李隆云等(2002) 文章中提及的建议保护的濒危藏药名录(58 种植物种类藏药), 被这两名录收录的药用植物名录收录得分记为“2”; 濒危价值系数($C_{濒}$) 的评价参考汪书丽等(2013) 的计算方法, 主要依据周繇(2006b) 濒危系数的评价标准, 但由于调查范围仅涉及一个县域, 因此采用任毅等(1999) 的“存在度”取代“区内分布频度”更为合理, 通过物种在调查样方中出现的概率来计算“物种出现频度”也更为精确。

各濒危药用植物优先保护值 $V_{保}$ 按下列公式计算:

$$V_{保} = 10\%C_{名} + 10\%C_{蕴} + 25\%C_{濒} + 20\%C_{遗} + 15\%C_{利} + 10\%C_{保} + 10\%C_{繁}。$$

依据 $V_{保}$ 值的大小确定: 保护等级 I 级, 急需保

护, $V_{保} \geq 0.7$; 保护等级 II 级, 需要保护, $0.6 \leq V_{保} < 0.7$; 保护等级 III 级, 一般保护, $0.5 \leq V_{保} < 0.6$ 。

2 结果与分析

2.1 珍稀濒危药用植物种类

此次普查在米林县共采集维管植物标本 2 500 余份, 鉴定物种 542 种(含亚种和变种), 属于 91 科 309 属。其中, 超过一半的维管植物种类具有药用价值, 共有 77 科 225 属 316 种(包括亚种和变种), 分别占总科、总属、总种的 84.62%、72.82%、58.30%。同时, 此次米林县境内普查发现西藏新分布的药用植物有 3 个, 即云南兔儿风(*Ainsliaea yunnanensis*)、皱叶酸模(*Rumex crispus*)、大叶柴胡(*Bupleurum longiradiatum*)。

依据以上各项参数指标对所有药用植物进行评价, 从而得出各药用植物的优先保护值和保护等级。优先保护值大于等于 0.5 的定为药用保护植物, 具体结果见表 1。从表 1 可以看出, 在米林县, 目前受到生存威胁的珍稀濒危药用植物共有 37 科 72 属 97 种, 分别占药用植物总科数、总属数、总种数的 48.05%、32.00%、30.70%。在 97 种珍稀濒危药用植物中, 包括(1) 裸子植物有 2 科 2 属 2 种, 被子植物有 35 科 69 属 95 种。(2) 5 种以上的科有 5 个, 即百合科(Liliaceae) 9 种、兰科(Orchidaceae) 9 种、毛茛科(Ranunculaceae) 9 种、伞形科(Umbelliferae) 6 种、罂粟科(Papaveraceae) 5 种, 占珍稀濒危药用植物总科数的 13.51%; 共含 38 种, 占珍稀濒危药用植物总种数的 39.18%。(3) 3 种以上的属有 6 个, 即黄精属(*Polygonatum*) 3 种、筋骨草属(*Ajuga*) 3 种、龙胆属(*Gentiana*) 4 种、鹅绒藤属(*Cynanchum*) 4 种、天南星属(*Arisaema*) 4 种、紫堇属(*Corydalis*) 4 种, 占珍稀濒危药用植物总属数的 8.33%; 共含 22 种, 占珍稀濒危药用植物总种数的 22.68%。(4) 西藏特有的植物有 6 种, 即西藏八角莲、篦齿虎耳草、长梗秦艽、大花黄牡丹、拉萨翠雀花、毛茎紫堇, 占珍稀濒危药用植物总种数的 6.91%。

2.2 珍稀濒危药用植物优先保护等级评价

由表 1 可知, 97 种保护植物的优先保护值在

表1 米林县97种野生濒危药用植物的评价排序

Table 1 Evaluation ranking of 97 endangered wild medicinal plants species in Manling County

物种 Species	名录现状 系数 List coefficient ($C_{名}$)	蕴藏系数 Deposit coefficient ($C_{蕴}$)	濒危价值 系数 Endanger coefficient ($C_{濒}$)	遗传价值 系数 Genetic coefficient ($C_{遗}$)	利用价值 系数 Utilization coefficient ($C_{利}$)	保护现状 系数 Conservation coefficient ($C_{保}$)	繁殖难易 系数 Breed coefficient ($C_{繁}$)	优先保护值 Priority conservation value ($V_{保}$)
桃儿七 <i>Sinopodophyllum hexandrum</i>	1	1	0.875	0.416 7	1	1	0.666 7	0.818 8
波棱瓜 <i>Herpetospermum pedunculatum</i>	0.666 7	1	0.875	0.333 3	1	1	0.666 7	0.768 8
西藏八角莲 <i>Dysosma tsayuensis</i>	1	1	0.958 3	0.5	0.333 3	1	0.666 7	0.756 3
灯笼草 <i>Clinopodium polycephalum</i>	0.333 3	1	0.75	0.333 3	1	1	1	0.737 5
西南手参 <i>Gymnadenia orchidis</i>	1	1	0.666 7	0.25	1	1	0.666 7	0.733 3
工布乌头 <i>Aconitum kongboense</i>	0.333 3	1	0.791 7	0.416 7	1	1	0.666 7	0.731 3
天仙子 <i>Hyoscyamus niger</i>	0.666 7	1	0.791 7	0.25	1	1	0.666 7	0.731 3
大花黄牡丹 <i>Paeonia ludlowii</i>	1	1	0.833 3	0.5	0.333 3	0.666 7	1	0.725
绣球藤 <i>Clematis montana</i>	0.666 7	1	0.708 3	0.25	1	1	0.666 7	0.710 4
商陆 <i>Phytolacca acinosa</i>	0.666 7	1	0.708 3	0.25	1	1	0.666 7	0.710 4
长鞭红景天 <i>Rhodiola fastigiata</i>	1	0.6	0.708 3	0.25	1	1	0.666 7	0.703 8
心叶大黄 <i>Rheum acuminatum</i>	0.333 3	1	0.791 7	0.25	1	1	0.666 7	0.697 9
七叶一枝花 <i>Paris polyphylla</i>	0.333 3	1	0.75	0.25	1	1	0.666 7	0.687 5
珠子参 <i>Panax japonicus</i> var. <i>major</i>	0.333 3	1	0.75	0.25	1	1	0.333 3	0.654 2
塔黄 <i>Rheumobile</i>	0.333 3	1	0.875	0.25	0.333 3	1	1	0.652 1
枸杞 <i>Lycium chinense</i>	0.333 3	1	0.666 7	0.333 3	1	1	0.333 3	0.65
羊齿天门冬 <i>Asparagus filicinus</i>	0.666 7	0.6	0.625	0.25	1	1	0.666 7	0.649 6
长梗秦艽 <i>Gentiana waltonii</i>	0.333 3	1	0.791 7	0.5	0.333 3	1	0.666 7	0.647 9
蓝玉簪龙胆 <i>G. veitchiorum</i>	0.333 3	0.8	0.666 7	0.25	1	1	0.666 7	0.646 7
淡红忍冬 <i>Lonicera acuminata</i>	0.333 3	0.8	0.75	0.25	1	1	0.333 3	0.634 2
单花芥 <i>Pegaeophyton scapiflorum</i>	0.333 3	1	0.666 7	0.333 3	0.666 7	1	0.666 7	0.633 3
凸孔阔蕊兰 <i>Peristylus coeloceras</i>	1	1	0.666 7	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.633 3
毛茎紫堇 <i>Corydalis pubicaula</i>	0.333 3	0.8	0.791 7	0.5	0.333 3	1	0.666 7	0.627 9
篦齿虎耳草 <i>Saxifraga umbellulata</i> var. <i>pectinata</i>	0.333 3	1	0.708 3	0.5	0.333 3	1	0.666 7	0.627 1
拉萨翠雀花 <i>Delphinium gyalanum</i>	0.333 3	1	0.708 3	0.5	0.333 3	1	0.666 7	0.627 1
吴茱萸五加 <i>Acanthopanax evodiaefolius</i>	0.333 3	1	0.708 3	0.333 3	0.333 3	1	1	0.627 1
牛皮消 <i>Cynanchum auriculatum</i>	0.333 3	1	0.833 3	0.333 3	0.333 3	1	0.666 7	0.625
一把伞南星 <i>Arisaema erubescens</i>	0.333 3	1	0.625	0.25	1	1	0.333 3	0.622 9
高山柏 <i>Sabina squamata</i>	1	0.8	0.666 7	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.613 3

续表1

物种 Species	名录现状 系数 List coefficient ($C_{名}$)	蕴藏系数 Deposit coefficient ($C_{蕴}$)	濒危价值 系数 Endanger coefficient ($C_{濒}$)	遗传价值 系数 Genetic coefficient ($C_{遗}$)	利用价值 系数 Utilization coefficient ($C_{利}$)	保护现状 系数 Conservation coefficient ($C_{保}$)	繁殖难易 系数 Breed coefficient ($C_{繁}$)	优先保护值 Priority conservation value ($V_{保}$)
小斑叶兰 <i>Goodyera repens</i>	1	1	0.583 3	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.612 5
西藏红杉 <i>Larix griffithiana</i>	1	0.8	0.791 7	0.25	0.333 3	1	0.333 3	0.611 3
康定筋骨草 <i>Ajuga campylanthoides</i>	0.333 3	1	0.708 3	0.416 7	0.333 3	1	0.666 7	0.610 4
阿坝当归 <i>Angelica apaensis</i>	0.333 3	1	0.708 3	0.416 7	0.333 3	1	0.666 7	0.610 4
小伞虎耳草 <i>Saxifraga umbellulata</i>	0.666 7	1	0.708 3	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.610 4
卓巴百合 <i>Lilium wardii</i>	0.333 3	1	0.833 3	0.416 7	0.333 3	1	0.333 3	0.608 3
金荞麦 <i>Fagopyrum dibotrys</i>	1	0.6	0.458 3	0.25	1	1	0.333 3	0.607 9
轮叶黄精 <i>Polygonatum verticillatum</i>	0.666 7	0.6	0.583 3	0.25	1	1	0.333 3	0.605 8
二叶兜被兰 <i>Neottianthe cucullata</i>	1	1	0.541 7	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.602 1
细花滇紫草 <i>Onosma hookeri</i>	0.666 7	1	0.791 7	0.25	0.333 3	1	0.333 3	0.597 9
路边青 <i>Geum aleppicum</i>	0.333 3	0.8	0.458 3	0.25	1	1	0.666 7	0.594 6
匙叶翼首花 <i>Pterocephalus hookeri</i>	0.666 7	0.4	0.458 3	0.25	1	1	0.666 7	0.587 9
铃铛子 <i>Anisodus luridus</i>	0.333 3	1	0.75	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.587 5
单叶绿绒蒿 <i>Meconopsis simplicifolia</i>	0.333 3	1	0.75	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.587 5
三角叶薯蓣 <i>Dioscorea deltoidea</i>	0.333 3	1	0.875	0.25	0.333 3	1	0.333 3	0.585 4
灰绿黄堇 <i>Corydalis adunca</i>	0.333 3	1	0.666 7	0.333 3	0.333 3	1	0.666 7	0.583 3
薄叶鸡蛋参 <i>Codonopsis convulvulacea</i> var. <i>vinciflora</i>	0.666 7	0.8	0.541 7	0.416 7	0.333 3	1	0.666 7	0.582 1
火烧兰 <i>Epipactis helleborine</i>	1	1	0.458 3	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.581 3
胡桃 <i>Juglans regia</i>	1	0.6	0.416 7	0.25	0.666 7	1	0.666 7	0.580 8
筒鞘蛇菰 <i>Balanophora involucrata</i>	0.333 3	1	0.708 3	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.577 1
岩生银莲花 <i>Anemone rupicola</i>	0.333 3	1	0.708 3	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.577 1
筋骨草 <i>Ajuga ciliata</i>	0.333 3	1	0.625	0.333 3	0.333 3	1	0.666 7	0.572 9
缘毛鸟足兰 <i>Satyrium ciliatum</i>	1	0.8	0.5	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.571 7
环根芹 <i>Cyclorhiza waltonii</i>	0.333 3	0.8	0.625	0.583 3	0.333 3	1	0.333 3	0.569 6
杉叶杜 <i>Diplarche multiflora</i>	1	0.6	0.5	0.333 3	0.333 3	1	0.666 7	0.568 3
钟花报春 <i>Primula sikkimensis</i>	0.333 3	1	0.666 7	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.566 7
小钟报春 <i>P. sikkimensis</i> var. <i>pubibunda</i>	0.333 3	1	0.666 7	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.566 7
龙牙草 <i>Agrimonia pilosa</i>	0.333 3	0.8	0.541 7	0.25	0.666 7	1	0.666 7	0.565 4
卷叶黄精 <i>Polygonatum cirrhifolium</i>	0.666 7	0.4	0.5	0.25	1	1	0.333 3	0.565
大理白前 <i>Cynanchum forrestii</i>	0.333 3	0.8	0.666 7	0.333 3	0.333 3	1	0.666 7	0.563 3

续表1

物种 Species	名录现状 系数 List coefficient ($C_{名}$)	蕴藏系数 Deposit coefficient ($C_{蕴}$)	濒危价值 系数 Endanger coefficient ($C_{濒}$)	遗传价值 系数 Genetic coefficient ($C_{遗}$)	利用价值 系数 Utilization coefficient ($C_{利}$)	保护现状 系数 Conservation coefficient ($C_{保}$)	繁殖难易 系数 Breed coefficient ($C_{繁}$)	优先保护值 Priority conservation value ($V_{保}$)
青羊参 <i>C. otophyllum</i>	0.333 3	0.8	0.666 7	0.333 3	0.333 3	1	0.666 7	0.563 3
疏齿银莲花 <i>Anemone obtusiloba</i> ssp. <i>ovalifolia</i>	0.333 3	1	0.583 3	0.333 3	0.333 3	1	0.666 7	0.562 5
裂瓣角盘兰 <i>Herminium alaschanicum</i>	1	0.8	0.458 3	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.561 3
头蕊兰 <i>Cephalanthera longifolia</i>	1	0.8	0.458 3	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.561 3
隐序南星 <i>Arisaema wardii</i>	0.333 3	0.8	0.583 3	0.416 7	0.333 3	1	0.666 7	0.559 2
合柄铁线莲 <i>Clematis connata</i>	0.333 3	1	0.625	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.556 3
锐齿凤仙花 <i>Impatiens arguta</i>	0.333 3	1	0.625	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.556 3
蛇果黄堇 <i>Corydalis ophiocarpa</i>	0.333 3	1	0.625	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.556 3
三叶地锦 <i>Parthenocissus semicordata</i>	0.333 3	1	0.75	0.25	0.333 3	1	0.333 3	0.554 2
山荆子 <i>Malus baccata</i>	1	0.6	0.5	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.551 7
绶草 <i>Spiranthes sinensis</i>	1	0.8	0.416 7	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.550 8
催吐白前 <i>Cynanchum vincetoxicum</i>	0.333 3	0.8	0.666 7	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.546 7
三椏乌药 <i>Lindera obtusiloba</i>	0.333 3	0.8	0.666 7	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.546 7
抱茎柴胡 <i>Bupleurum longicaul</i> var. <i>amplexicaule</i>	0.333 3	1	0.583 3	0.416 7	0.333 3	1	0.333 3	0.545 8
紫背金盘 <i>Ajuga nipponensis</i>	0.333 3	1	0.583 3	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.545 8
尼泊尔沟酸浆 <i>Mimulus tenellus</i> var. <i>nepalensis</i>	0.333 3	1	0.583 3	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.545 8
显脉荚蒾 <i>Viburnum nervosum</i>	0.333 3	1	0.708 3	0.25	0.333 3	1	0.333 3	0.543 8
木姜子 <i>Litsea pungens</i>	0.333 3	0.6	0.666 7	0.333 3	0.333 3	1	0.666 7	0.543 3
竹叶柴胡 <i>Bupleurum marginatum</i>	0.333 3	0.8	0.583 3	0.25	0.666 7	1	0.333 3	0.542 5
八宝茶 <i>Euonymus przewalskii</i>	0.333 3	0.8	0.583 3	0.333 3	0.333 3	1	0.666 7	0.542 5
绢毛木姜子 <i>Litsea sericea</i>	0.333 3	0.6	0.708 3	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.537 1
西藏秦艽 <i>Gentiana tibetica</i>	0.333 3	0.6	0.708 3	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.537 1
白苞南星 <i>Arisaema candidissimum</i>	0.333 3	0.8	0.625	0.416 7	0.333 3	1	0.333 3	0.536 3
小花黄堇 <i>Corydalis racemosa</i>	0.333 3	0.8	0.625	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.536 3
款冬 <i>Tussilago farfara</i>	0.333 3	1	0.541 7	0.416 7	0.333 3	1	0.333 3	0.535 4
宽叶韭 <i>Allium hookeri</i>	0.333 3	1	0.666 7	0.25	0.333 3	1	0.333 3	0.533 3
华西忍冬 <i>Lonicera webbiana</i>	0.333 3	1	0.666 7	0.25	0.333 3	1	0.333 3	0.533 3
白亮独活 <i>Heracleum candicans</i>	0.333 3	1	0.666 7	0.25	0.333 3	1	0.333 3	0.533 3
粗茎棱子芹 <i>Pleurospermum wilsonii</i>	0.333 3	1	0.625	0.25	0.333 3	1	0.333 3	0.522 9
小百合 <i>Lilium nanum</i>	0.333 3	1	0.625	0.25	0.333 3	1	0.333 3	0.522 9

续表1

物种 Species	名录现状 系数 List coefficient ($C_{名}$)	蕴藏系数 Deposit coefficient ($C_{蕴}$)	濒危价值 系数 Endanger coefficient ($C_{濒}$)	遗传价值 系数 Genetic coefficient ($C_{遗}$)	利用价值 系数 Utilization coefficient ($C_{利}$)	保护现状 系数 Conservation coefficient ($C_{保}$)	繁殖难易 系数 Breed coefficient ($C_{繁}$)	优先保护值 Priority conservation value ($V_{保}$)
假百合 <i>Notholirion bulbuliferum</i>	0.333 3	1	0.625	0.25	0.333 3	1	0.333 3	0.522 9
丝柱龙胆 <i>Gentiana filistyla</i>	0.333 3	0.8	0.541 7	0.25	0.333 3	1	0.666 7	0.515 4
类叶升麻 <i>Actaea asiatica</i>	0.333 3	1	0.583 3	0.25	0.333 3	1	0.333 3	0.512 5
点花黄精 <i>Polygonatum punctatum</i>	0.333 3	1	0.583 3	0.25	0.333 3	1	0.333 3	0.512 5
多花落新妇 <i>Astilbe rivularis</i> var. <i>myriantha</i>	0.333 3	0.8	0.583 3	0.333 3	0.333 3	1	0.333 3	0.509 2
象南星 <i>Arisaema elephas</i>	0.333 3	0.8	0.625	0.25	0.333 3	1	0.333 3	0.502 9
美丽唐松草 <i>Thalictrum reniforme</i>	0.333 3	0.8	0.625	0.25	0.333 3	1	0.333 3	0.502 9
云南勾儿茶 <i>Berchemia yunnanensis</i>	0.333 3	0.6	0.5	0.333 3	0.333 3	1	0.666 7	0.501 7

0.501 7~0.818 8之间。其中：保护等级 I 级的药用植物(急需保护)有 9 科 11 属 11 种,分别占珍稀濒危药用植物科、属、种的 24.32%、15.28%、11.34%,代表种类主要有桃儿七、波棱瓜、西藏八角莲等;保护等级 II 级的药用植物(需要保护)有 18 科 25 属 27 种,分别占珍稀濒危药用植物科、属、种的 48.65%、34.72%、27.84%,代表种类主要有心叶大黄、七叶一枝花、塔黄等;保护等级 III 级的药用植物(一般保护)有 28 科 46 属 59 种,分别占珍稀濒危药用植物科、属、种的 75.68%、63.89%、60.82%,代表种类主要有细花滇紫草、匙叶翼首花、单叶绿绒蒿等。

已公布的保护植物名录中涉及米林县植物的较少。《中国珍稀濒危保护植物名录(第一册)》(国家环境保护局和中国科学院植物研究所,1987)将桃儿七定级为三级重点保护植物。《国家重点保护野生植物名录(第一批)》(国家林业局和农业部,1999)将金荞麦被定级为 II 级保护植物。在本研究结果中,金荞麦在米林县的优先保护值为 0.607 9,优先保护等级不变。桃儿七的优先保护值在所有药用植物中最高为 0.818 8,定级为 I 级保护植物。

2.3 珍稀濒危药用植物药用功能分析

米林县 97 种珍稀濒危药用植物共有 16 种主

要药效(多种植物不同部位有不同的药效,选择每种植物最重要的药效进行统计)。从表 2 可以看出,在保护药用植物中,清热功效的药用植物最多(共 32 种),如心叶大黄、蓝玉簪龙胆、匙叶翼首花等;其次为补虚功效药用植物较多,共有 20 种,如西南手参、羊齿天门冬、枸杞等;祛风湿的药用植物共有 11 种,如工布乌头、西藏红杉、白亮独活等;活血化瘀药效的珍稀濒危药用植物共有 5 种,如西藏八角莲、八宝茶、三桠乌药等;另外,还有其他含 12 类药用功能的珍稀濒危药用植物共有 29 种,如商陆(泻下药)、绣球藤(利水渗湿药)、竹叶柴胡(解表药)、一把伞南星(化痰止咳平喘)等。

2.4 珍稀濒危药用植物用药部位分析

对每种药用植物选择最主要的一种入药部位进行统计分析(表 3),在米林县珍稀濒危药用植物中,使用根与根茎类的药用植物最多(共有 34 种),占珍稀濒危药用植物总数比例最大(为 35.05%),如工布乌头、金荞麦、塔黄等;其次,是全草入药的植物较多(共有 26 种),占其总种数的 26.80%,如蓝玉簪龙胆、筒鞘蛇菖、火烧兰等;使用枝叶、皮、茎的珍稀濒危药用植物共有 18 种,如西藏红杉、绣球藤、八宝茶等,占珍稀濒危药用植物总种数的 18.56%;使用花、果实、种子的珍稀濒危药用植物共有 19 种,如波棱瓜、淡红忍冬、铃铛子

表 2 米林县珍稀濒危药用植物的药用功能统计

Table 2 Useful medicinal function of rare and endangered medicinal plants in Manling County

项目 Item		药效 Medicinal function				
		补虚 Medicine for tonicing	清热 Heat-clearing medicine	祛风湿 Medicine for rheumatism	活血化痰 Medicine for promoting blood circulation and removing blood stasis	其他 Rest
保护等级 Class of conservation	I 级 Class I	2	2	1	2	4
	II 级 Class II	7	12	4	0	4
	III 级 Class III	11	18	6	3	21
总计 Total		20	32	11	5	29
占总种数比例 Ratio (%)		20.62	32.99	11.34	5.15	29.90

表 3 米林县珍稀濒危药用植物的用药部位统计

Table 3 Useful organs of rare and endangered medicinal plants in Manling County

项目 Item		药用部位 Medicinal part			
		全草 Entire plant	根与根茎 Underground root and stem	枝叶、皮、茎 Branch leaf, bark, stem	花、果实、种子 Flower, fruit, seed
保护等级 Class of conservation	I 级 Class I	1	5	2	3
	II 级 Class II	8	11	6	2
	III 级 Class III	17	18	10	14
总计 Total		26	34	18	19
占总种数比例 Ratio (%)		26.80	35.05	18.56	19.59

等,占珍稀濒危药用植物总种数的 19.59%。

2.5 米林县名录收录植物濒危等级评价

在米林县 316 种药用植物中,《中国物种红色名录(第一卷)》(汪松和解炎,2004)收录评定濒危等级的共有 22 种(表 4)。其中,华山松(*Pinus armandii*)、高山松(*P. densata*)、毛叶珍珠花(*Lyonia villosa*)和沼兰(*Malaxis monophyllos*)的优先保护值小于 0.5,未列入表 1。它们的濒危系数值分别为 0.291 7、0.375 0、0.375 0、0.291 7。依据任毅等(1999)、汪书丽等(2013)濒危系数值的范围对米林县 22 种收录濒危药用植物进行濒危等级评定。濒危系数值在 0.291 7~0.958 3 之间,在

本区的濒危等级情况如下:极危(CR)的为西藏八角莲;濒危(EN)的有 2 种,为大花黄牡丹、桃儿七;易危(VU)的有 5 种,为高山柏、西南手参、凸孔阔蕊兰、长鞭红景天、西藏红杉;近危(NT)的有胡桃、山荆子、小斑叶兰等 10 种;无危(LC)的有华山松、沼兰、高山松、毛叶珍珠花 4 种。

将 22 种珍稀濒危药用植物在米林县的濒危等级与《中国物种红色名录(第一卷)》(汪松和解炎,2004)比较(表 4)。从表 4 可以看出,12 个种的濒危程度不变,如华山松、头蕊兰、高山柏等;7 种的濒危程度在本区加强,如绶草、凸孔阔蕊兰、长鞭红景天等;针对米林县调查获得的数据,仅 3

表 4 米林县 22 种珍稀濒危药用植物濒危等级

Table 4 Endangered levels of 22 rare and endangered medicinal plants in Manling County

物种 Species	濒危等级 Endangered level	物种 Species	濒危等级 Endangered level
	名录/米林 List/ Manling		名录/米林 List/ Manling
华山松 <i>Pinus armandii</i>	LC/LC	山荆子 <i>Malus baccata</i>	LC/NT
沼兰 <i>Malaxis monophyllos</i>	NT/LC	二叶兜被兰 <i>Neottianthe cucullata</i>	NT/NT
高山松 <i>Pinus densata</i>	LC/LC	小斑叶兰 <i>Goodyera repens</i>	NT/NT
毛叶珍珠花 <i>Lyonia villosa</i>	LC/LC	高山柏 <i>Sabina squamata</i>	VU/VU
绶草 <i>Spiranthes sinensis</i>	LC/NT	西南手参 <i>Gymnadenia orchidis</i>	VU/VU
胡桃 <i>Juglans regia</i>	EN/NT	凸孔阔蕊兰 <i>Peristylus coeloceras</i>	NT/VU
头蕊兰 <i>Cephalanthera longifolia</i>	NT/NT	长鞭红景天 <i>Rhodiola fastigiata</i>	NT/VU
火烧兰 <i>Epipactis helleborine</i>	NT/NT	西藏红杉 <i>Larix griffithiana</i>	VU/VU
裂瓣角盘兰 <i>Herminium alaschanicum</i>	NT/NT	大花黄牡丹 <i>Paeonia ludlowii</i>	CR/EN
杉叶杜 <i>Diplarche multiflora</i>	LC/NT	桃儿七 <i>Sinopodophyllum hexandrum</i>	VU/EN
缘毛鸟足兰 <i>Satyrium ciliatum</i>	NT/NT	西藏八角莲 <i>Dysosma tsayuensis</i>	VU/CR

注: LC. 无危; NT. 近危; VU. 易危; EN. 濒危; CR. 极危。

Note: LC. Least concern; NT. Near threatened; VU. Vulnerable; EN. Endangered; CR. Critically endangered.

种的濒危程度有所下降,为沼兰、胡桃、大花黄牡丹。

3 讨论与结论

通过一套数量化的、切合实际的分级指标,对濒危植物进行区域性优先保护级别的评估,对各个区域的植物保护具有重要的理论指导 and 实践意义(任毅等,1999;刘小雄等,2001)。作者通过多指标的定量评价方法对米林县进行药用植物优先保护序列评估,筛选出需要保护的珍稀濒危野生药用植物资源,研究结果将为制定科学合理的药

用植物资源的开发利用规划及珍稀濒危药用植物资源的保护措施提供依据。

依据本研究的评价体系,米林县药用保护植物种类($V_{保} \geq 0.5$)较多,共有 37 科 72 属 97 种,种类与本区物种市场需求和破坏情况基本一致。其中,需要着重保护(包括保护等级 I 级和 II 级)的种类共有 38 种,占药用植物种类的 12.03%,多为一些药用和经济价值较高的种类如桃儿七、波棱瓜、西南手参、七叶一枝花等,或者本身数量较少的种类如单花芥、凸孔阔蕊兰、毛茎紫堇、吴茱萸五加等;在米林县这些珍稀濒危药用植物中,以清热功效和补虚功效为主的药用植物较多,分别有 32 种和 20 种,分别占濒危药用植物总种数的 32.99%、20.62%。由于这两种药效的植物药材市场应用更为广泛,面临的将是更多的市场需求带来的濒危威胁;根与根茎入药和全草入药的保护药用植物占大部分,共有 60 种,占比例达 61.86%。这些药用植物的药材采挖,会导致植株直接死亡,且严重破坏种群的正常繁衍。此类药用植物相对于其他部位入药的植物将面临更大的威胁,尤其是市场需求大或者被大众熟知的常规的种类,如蓝玉簪龙胆、西南手参、轮叶黄精、七叶一枝花等。

本研究评估的优先保护等级和濒危等级与保护植物名录(国家林业局和农业部,1999;国家环境保护局和中国科学院植物研究所,1987;汪松和解炎,2004)有一定差异,不少植物受威胁程度在本区加强,表明在本区这些物种野生居群受威胁较严重,应引起足够重视。如桃儿七由 III 级(国家环境保护局和中国科学院植物研究所,1987;李隆云等,2002)变为 I 级,这与西藏自治区科技厅 2005 年组织的专家会议确定的 74 种濒危藏药材名录中的保护等级相同。桃儿七在本区分布数量有限,药用价值较高、市场需求较大。其根和根茎、果实均可入药,在药材采挖时一般会全株挖取。其保护目前主要限于一些企业的人工栽培,在本区的濒危等级加强,由易危变为濒危(表 4)。西藏八角莲在本区的保护应引起足够重视,虽未被保护名录制定保护级,但通过本研究的调查和评价,它在米林县为 I 级保护植物,濒危等级为极危,《中国植物红色名录》为易危。在调查过程中

仅发现一个分布地点和很少个体。

基于作者调查得出的结果进行分析,并结合文献(李隆云等,2001,2002;鲁松等,2013;阿里穆斯等,2014)进行总结。米林县药用植物致濒的主要原因如下:(1)内在因素:珍稀濒危药用植物资源本身的生物学特性一定程度造成了其濒危,如适应能力差、种间竞争能力弱、繁殖能力差、对环境依赖性强等。青藏高原的药用植物资源,由于长期进化适应的结果,生长期短,生长缓慢,一般为多年生植物,生长环境特殊,生长周期长,种群更新和增殖慢。如吴茱萸五加自然更新能力较差,在调查过程中发现成树周围鲜见幼苗或幼树,自身繁殖能力差一定程度上导致其面临生存威胁。不少药用植物如七叶一枝花、珠子参等对林下较湿润的环境的依赖性也是其濒危的原因之一。(2)外在因素:人为过度和不科学地采挖是最直接的因素。许多药物的储量直接受市场需求和价格的影响。掠夺式采挖使一些药材面临极大威胁,如波棱瓜、西南手参、翼首草等,村民的过度采挖出售使野生药用植物种群急剧减少;生存环境退化也是药用植物资源面临的重要威胁。近些年来,随着市场经济的发展,米林县大力进行旅游开发,加上森林砍伐、工业化和城市化发展等,造成了森林面积缩小、草地退化等生态问题,不同程度干扰或破坏了药用植物赖以生存的特殊生态环境,使其再生能力减弱,而青藏高原本身生态环境脆弱,一旦破坏,难以恢复。米林县是大花黄牡丹的主要分布地,目前大花黄牡丹在米林县几乎全部圈在景区内,这虽然一定程度上保护了其不受牛羊直接破坏,但同时景区建设、修路、游客踩踏等过多人为干扰造成了其野生生境的退化。

针对上述问题,作者对米林县珍稀濒危药用植物资源的保护有以下几点建议:(1)依据保护等级,分层次地对珍稀濒危药用植物资源制定不同程度的保护和利用措施。对全部药用植物资源进行保护固然好,但要花费大量的财力和人力,对药用植物资源的开发也会有一定的影响。依照我们的研究结果,米林县 97 种珍稀濒危药用植物中,Ⅰ级保护的有 11 种,需要重点关注和着重保护。Ⅱ级保护的有 27 种,是需要保护但受威胁程度相

对较弱的种类。针对这些保护植物要进一步明确其储量、分布等,制定科学的开发利用规划。(2)建立珍稀濒危药用植物保护区。依据资源生物学特性、分布特点和青藏高原自然条件,在资源相对集中、有保护价值的地域,建立一些保护区(李隆云等,2002)。对于种群数量极低的濒危物种以及原有生境被破坏甚至不复存在的物种,对其进行迁地保护(阿里穆斯等,2014)。(3)积极开展科学研究,加强对濒危药用植物的保护生物学研究。鼓励从多角度、多层次全面探讨濒危药用植物的濒危机制、繁育技术、驯化和栽培技术,并实时监测区域珍稀濒危物种和生态环境的变化(阿里穆斯等,2014)。(4)加强立法,强化保护意识。除遵守国家相关条例外,应结合地域实际情况制定更适合本区的药用植物资源保护条例,督促和约束民众根据药用植物资源的蕴藏量、生长特性等规律合理地采挖药材,加强资源保护意识。

参考文献:

- ALI MS, ZHUANG L, WANG Y, et al, 2014. Investigation and evaluation of rare and endangered medicinal plant resources in West Ordos [J]. *J Inn Mongol Univ (Nat Sci Ed)*, 45 (1):43-50. [阿里穆斯,庄丽,王勇,等,2014.西鄂尔多斯珍稀濒危药用植物资源调查与评价[J].内蒙古大学学报(自然科学版),45(1):43-50.]
- CHENG SY, ZHANG M, 2014. Evaluation and development suggestion on tourism resources in Milin County [J]. *Sichuan For Expl Des*, (3):14-19. [成思远,张敏,2014.米林县旅游资源评价与开发建议[J].四川林勘设计,(3):14-19.]
- China Medicinal Materials Corporation, 1994. Chinese medicine resources of China [M]. Beijing: Science Press. [中国药材公司,1994.中国中药资源志要[M].北京:科学出版社.]
- Chinese Pharmacopoeia Commission, 2015. Pharmacopoeia of the People's Republic of China: the first part [S]. Beijing: China Medical Science Press. [国家药典委员会,2015.中华人民共和国药典:第一部.[S].北京:中国医药科技出版社.]
- Commission of National Compilation of Herbal Medicines, 1975. National compilation of herbal medicines [M]. Beijing: People's Medical Publishing House. [全国中草药汇编编写组,1975.全国中草药汇编[M].北京:人民卫生出版社.]
- Delectis Florae Reipublicae Popularis Sinicae Agendae Academiae Sinicae Edita, 1959-2004. Flora Reipublicae

- Popularis Sinicae [M]. Beijing: Science Press. [中国科学院中国植物志编辑委员会, 1959-2004. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社.]
- JIA MR, LI XW, 2005. Chinese national medicine [M]. Beijing: China Medical Science Press. [贾敏如, 李星炜, 2005. 中国民族药志要 [M]. 北京: 中国医药科技出版社.]
- Jiangsu New Medical College, 1977. Dictionary of Chinese herbal medicine [M]. Shanghai: Shanghai People's Publishing House. [江苏新医学院, 1977. 中药大辞典 [M]. 上海: 上海人民出版社.]
- LI LY, ZHAN D, WEI YF, et al, 2002. Conservation of endangered species resources of Tibetan medicine in China [J]. Chin J Chin Mat Med, 27(8): 561-564. [李隆云, 占堆, 卫莹芳, 等, 2002. 濒危藏药资源的保护 [J]. 中国中药杂志, 27(8): 561-564.]
- LI LY, CIREN BZ, ZHAN D, et al, 2001. Comprehensive utilization and development of traditional Tibetan medicine in China [J]. Chin J Chin Mat Med, 26(12): 808-810. [李隆云, 次仁巴珠, 占堆, 等, 2001. 藏药资源的开发与利用 [J]. 中国中药杂志, 26(12): 808-810.]
- LIU XX, YAN LH, LIU XP, 2001. Study on superior conservation grading index of the rare plants [J]. J Xiangtan Norm Univ (Nat Sci Ed), 23(2): 42-46. [刘小雄, 颜立红, 刘享平, 2001. 珍稀植物优先保护分级指标的研究 [J]. 湘潭师范学院学报(自然科学版), 23(2): 42-46.]
- Local Chronicles Compilation Commission of Nyingchi City, 2006. Chronicles of Nyingchi City [M]. Beijing: China Tibetology Press. [林芝地区地方志编纂委员会, 2006. 林芝地区志 [M]. 北京: 中国藏学出版社.]
- Local Chronicles Compilation Commission of Tibet, 2009. Chronicles of Manling County [M]. Beijing: China Tibetology Press. [西藏自治区地方志编纂委员会, 2009. 米林县志 [M]. 北京: 中国藏学出版社.]
- LU S, XIE KP, LI CH, 2013. Preliminary studies on the evaluation system of endangered wild officinal plants in Mount Emei [J]. Guihaia, 33(2): 229-235. [鲁松, 谢孔平, 李策宏, 2013. 峨眉山区野生珍稀濒危药用植物资源评价体系的初步研究 [J]. 广西植物, 33(2): 229-235.]
- Qinghai Institute for Drug Control, Qinghai Institute for Tibetan Medicine Research, 1996. Tibetan medicine of China (Vol. 1-3) [M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers. [青海省药品检验所, 青海省藏医药研究所, 1996. 中国藏药(1-3卷) [M]. 上海: 上海科学技术出版社.]
- REN Y, LI WP, LIU SX, 1999. Quantitative assessment to priority of conservation of the state-protected plants in Shennongjia [J]. J Jishou Univ (Nat Sci Ed), 20(3): 20-24. [任毅, 黎维平, 刘胜祥, 1999. 神农架国家重点保护植物优先保护的定量研究 [J]. 吉首大学学报(自然科学版), 20(3): 20-24.]
- The Ministry of Health of the People's Republic of China Pharmacopoeia Commission, 1977. Pharmacopoeia of the People's Republic of China; the first part [S]. Beijing: People's Medical Publishing House. [中华人民共和国卫生部药典委员会, 1977. 中华人民共和国药典: 第一部 [S]. 北京: 人民卫生出版社.]
- The State Environmental Protection Administration of China, Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, 1987. List of rare and endangered plants in China (Vol. 1) [M]. Beijing: Science Press. [国家环境保护局, 中国科学院植物研究所, 1987. 中国珍稀濒危保护植物名录(第一册) [M]. 北京: 科学出版社.]
- The State Forestry Administration, Ministry of Agriculture, 1999. The four thorder of the State Forestry Administration, Ministry of Agriculture. List of wild plants of national priority protection [S]. [国家林业局, 农业部, 1999. 国家林业局, 农业部令(第4号). 国家重点保护野生植物名录(第一批) [S].]
- WANG S, XIE Y, 2004. China species red list (Vol. 1) [M]. Beijing: Higher Education Press. [汪松, 解炎, 2004. 中国物种红色名录(第一卷) [M]. 北京: 高等教育出版社.]
- WANG SL, LUO J, LANG XD, et al, 2013. Evaluation of conservation priority on rare and endangered plants in Shegyla mountains, Tibet [J]. Acta Bot Boreal-Occident Sin, 33(1): 177-182. [汪书丽, 罗建, 郎学东, 等, 2013. 色季拉山珍稀濒危植物优先保护研究 [J]. 西北植物学报, 33(1): 177-182.]
- WU ZY, 1983-1987. Flora Xizangica [M]. Beijing: Science Press. [吴征镒, 1983-1987. 西藏植物志 [M]. 北京: 科学出版社.]
- XIAO PG, 2001. Modern Chinese material medica (Vol. 1-3) [M]. Beijing: Chemical Industry Press. [肖培根, 2001. 新编中药志(1-3卷) [M]. 北京: 化学工业出版社.]
- ZHOU Y, 2006a. Preliminary study of the evaluation system of precious and endangered wild officinal plants in Changbai mountains [J]. Acta Bot Boreal-Occident Sin, 26(3): 599-605. [周繇, 2006a. 长白山区野生珍稀濒危药用植物资源评价体系的初步研究 [J]. 西北植物学报, 26(3): 599-605.]
- ZHOU Y, 2006b. The research on the sequences of preferential protection of the rare and endangered plants in Changbai mountains [J]. For Res, 19(6): 740-749. [周繇, 2006b. 长白山区珍稀濒危植物优先保护序列的研究 [J]. 林业科学研究, 19(6): 740-749.]