

网络出版时间:2017-03-07 11:17 DOI:10.13207/j.cnki.jnwfufu.2017.04.025
网络出版地址:http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20170307.1117.050.html

西藏色季拉山珍稀濒危野生药用植物 资源优先保护序列研究

费文群¹, 饶月¹, 罗建¹, 兰小中^{1,2}

(1 西藏农牧学院 西藏农牧特色资源研发协同创新中心, 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】【目的】调查西藏色季拉山的珍稀濒危药用植物资源,并对其进行保护等级划分,确定其优先保护序列,为色季拉山野生珍稀濒危药用植物资源的保护及开发利用提供依据。【方法】在色季拉山设置样方 63 套,每套样方中设 1 个 10 m×10 m 的乔木样方、1 个 5 m×5 m 的灌木藤本样方和 4 个 2 m×2 m 的草本样方,调查记录其海拔、经纬度、坡度、坡向等地理信息以及样地内每个物种的高度、盖度、株数等生物学信息。计算珍稀濒危药用植物的名录现状系数(L)、蕴藏系数(D)、濒危价值系数(E)、遗传价值系数(G)、利用价值系数(U)、保护现状系数(C)和繁殖难易系数(R),对这 7 个系数赋予不同的权重,得出每种药用植物的优先保护值(V),确定其保护等级,并对不同药效和药用部位的珍稀濒危药用植物的保护级别进行分析。【结果】色季拉山需保护的药用植物资源分属 27 科 57 属,其有 83 种,占色季拉山药用植物总科数、总属数、总种数的 25.96%,16.29%和 12.83%。处于Ⅰ级保护的药用植物资源有 6 科 10 属 11 种;处于Ⅱ级保护的药用植物资源有 14 科 19 属 26 种;处于Ⅲ级保护的药用植物资源有 22 科 35 属 46 种。从珍稀濒危药用植物药效来看,在 17 种补虚药、15 种清热药、14 种祛风湿药、8 种活血化瘀药及 29 种其他功效药用植物中,需Ⅰ级保护的植物分别有 1,0,2,2 和 8 种,需Ⅱ级保护的植物分别有 8,5,5,1 和 5 种,需Ⅲ级保护的植物分别有 8,10,7,5 和 16 种;根据药用部位统计,在 43 种使用根与根茎,15 种使用全草,13 种使用枝叶、皮或藤及 12 种使用花、果实或种子的药用植物中,需Ⅰ级保护的植物分别有 5,3,2 和 1 种,需Ⅱ级保护的植物分别有 13,3,3 和 7 种,需Ⅲ级保护的植物分别有 25,9,8 和 4 种。【结论】西藏色季拉山中需要保护的药用植物种类较多,其中以具有补虚药效的植物种类最多;用药部位为根与根茎类药用植物占色季拉山需保护植物的大半数。分析了西藏色季拉山药用植物至濒危的原因和现状,提出了相应的应对建议。

【关键词】 珍稀濒危药用植物;评价体系;优先保护序列;色季拉山

【中图分类号】 Q949.95

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2017)04-0180-09

Protection priority of rare and endangered wild medicinal plants in Shegyla Mountains, Tibet

FEI Wenqun¹, RAO Yue¹, LUO Jian¹, LAN Xiaozhong^{1,2}

(1 Collaborative Innovation Center Construction of Research and Development on Tibetan Characteristic, Agricultural and Animal Husbandry College of Tibet, Nyingchi, Tibet 860000, China; 2 Agricultural and Animal Husbandry College of Tibet-Southwest University, Medicinal Plants Joint Research and Development Centre, Nyingchi, Tibet 860000, China)

Abstract: 【Objective】 Investigation and appraisal were performed based on filed sampling to identify the protection priority and classify protection hierarchies of rare and endangered medicinal plants in the Shegyla Mountains, aiming to provide basis for conservation and utilization of medicinal plants. 【Method】

【收稿日期】 2015-12-31
【基金项目】 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);国家自然科学基金项目(30860026)
【作者简介】 费文群(1992—),女,四川泸州人,在读本科生,主要从事药用植物资源研究。E-mail:feiwenqun@163.com
【通信作者】 罗建(1973—),男,重庆人,研究员,硕士,主要从事植物分类和植物生态研究。E-mail:luojian-sh@sohu.com
兰小中(1973—),男,四川大竹人,教授,博士,主要从事药用植物资源研究。E-mail:lanxiaozhong@163.com

Sixty-three sample groups were established, and each group consisted of one sample plot for trees (10 m×10 m), one sample plot for shrubs (5 m×5 m) and four sample plots for grass (2 m×2 m). The altitude, longitude, latitude, slope and exposure of each plot were recorded and the height, number and coverage of each species in each plot were investigated. The coefficients of list, deposit, endangerment, genetics, utilization, conservation and reproduction were calculated and weighed to confirm conservation priority of rare and endangered species. The medicinal effects and parts were also analyzed. 【Result】 Totally, 83 plant species belonging to 57 genera and 27 families needed protection priority, accounting for 12.83%, 16.29% and 25.96% of all species, genera and families of medicinal plants, respectively. Specially, 11 medicinal plant species in 10 genera and 6 families were classified as the first-class plants, 26 medicinal plant species in 19 genera and 14 families were classified as the second-class plants, and 46 medicinal plant species in 35 genera and 22 families were classified as the third-class plants. Based on the functions of medicinal plants, there were 17 tonicing medicinal plants, 15 heat-clearing medicinal plants, 14 medicinal plants for promoting blood circulation and removing blood stasis, and 29 others medicinal plants. Among them, 1, 0, 2, 2, and 8 species were first-class, 8, 5, 5, 1, and 5 species were second-class, and 8, 10, 7, 5, and 16 species were third-class, respectively. According to medicinal parts, there were 43 for underground stem, 15 for entire plants, 13 for branch leaf or bark or vine, and 12 for flower or fruit or seed. Among them, 5, 3, 2, and 1 species were first-class, 13, 3, 3, and 7 species were second-class and 25, 9, 8, and 4 species were third-class, respectively. 【Conclusion】 Many medicinal plants need to be protected in the Shegyla Mountains, with the most types for tonicing used plants and more than half for roots and stem used plants. By analyzing the endangerment of medicinal plants, corresponding suggestions to protect rare and endangered wild medicinal plants in Shegyla were proposed.

Key words: rare and endangered medicinal plants; evaluation system; protection priority; Shegyla Mountains

随着经济的快速发展,人们的生活水平不断提升,对自身健康状况的关注程度亦日益提高,世界范围内“回归自然”的呼声日益增强^[1]。这种趋势将造成对医疗、保健等相关中药材的需求量增多,导致对野生药用植物需求量急剧增加^[2]。而我国药材市场上销售的常用药材,绝大多数为采挖的野生药用植物资源,由于长期过度采挖,许多药用植物物种处于灭绝或濒危的境地,野生药用植物多样性下降,这将对生态系统造成不可估量的损失,因此对野生濒危药用植物资源的保护亟需引起人们足够的重视^[3-4]。

青藏高原自然生态条件独特且复杂多样,孕育了十分丰富的植物资源,但是由于具体物种的资源储量有限、种群更新速度较慢,资源采挖后难以恢复等原因^[5],导致某些具有较高药用价值、野外储藏量低、数量稀少或青藏高原特有的药用植物出现濒危现象。有效保护药用植物资源是中医药学能否持续发展的前提^[6],其中加强对珍稀濒危药用植物资源的优先保护序列研究已成为药用植物保护的重要内容。全国第四次中(藏)药资源普查发现,西藏色季拉山药用植物资源非常丰富,共有药用植物 104

科 350 属 647 种,其中不乏药用价值极高、西藏特有、稀有的药用植物^[7-15]。而调查过程中也发现,在该区分布的部分药用植物因药用价值较高,遭到人们的大量采挖,已经较为罕见,现存量十分稀少。因此,对西藏色季拉山珍稀濒危野生药用植物资源的优先保护序列进行探究,明确需要优先保护的珍稀濒危野生植物资源,对该区药用植物保护具有重要意义。本研究对西藏色季拉山珍稀濒危野生药用植物资源的优先保护序列进行了探究,以期为制定科学的保护措施及合理开发利用这些优质资源提供依据,并为做好珍稀濒危且有较高开发应用价值的药用植物资源相关工作(如迁地保护、引种栽培、人工繁育、中(藏)药材 GAP 基地建设)乃至新药研发等奠定基础。

1 研究区自然概况

色季拉山位于青藏高原东南部的西藏自治区林芝县,地理位置 94°25′—94°45′E, 29°35′—29°57′N, 地处雅鲁藏布江大拐弯西北侧、念青唐古拉山向南延伸余脉的位置,并和喜马拉雅山东段向北发展的

山系相接,山体走向以西北至东南为主,最高海拔 5 200 m^[16-17]。受西北部青藏高原内陆大气环流及东南部由雅鲁藏布江大拐弯水汽通道北上的双重影响,色季拉山处于湿润气候与半湿润气候的过渡地带,发育了完整的山地垂直生态系统,属于东喜马拉雅北翼山地森林及高山生态系统的典型代表,孕育了丰富的野生植物资源,是我国植物多样性最丰富的山地之一^[18-20]。

2 研究方法

2.1 调查方法

样地调查根据国家中医药管理局全国第四次中药资源普查标准的要求,结合山区实际地理、植被群落分布设置样方套,每个样方套内设 1 个 10 m×10 m 的乔木样方、1 个 5 m×5 m 的灌木藤本样方和 4 个 2 m×2 m 的草本样方,调查记录海拔、经纬度、坡度、坡向等地理信息以及样地内每个物种的高度、盖度、株数等生物学信息。在样地外,海拔每上升 200 m 设置相同规格的辅助样地进行补充调查;样地内外普遍调查采集植物标本,记录采集信息,拍摄植株及其特征、生境照片。每个样地的样方套设置 3 个重复,共设置样方 63 套。普查野外采集记录的植物物种,结合西藏高原生态研究所标本室(XZE)收藏的在该区采集的植物标本,将此次调查采集植物鉴定到种。查阅相关药用植物的各种文献资料^[7-15],参考相关评价方法^[21-22],定量评价调查的野生药用植物,建立色季拉山珍稀濒危野生药用植物保护名录,分析珍稀濒危药用植物的药效、用药部位以及濒危形成的原因。

2.2 评价指标计算

在药用植物资源调查基础上,参考文献^[21-22],以名录现状系数(L)、蕴藏系数(D)、濒危价值系数(E)、遗传价值系数(G)、利用价值系数(U)、保护现状系数(C)及繁殖难易系数(R)7 项指标,对色季拉山珍稀濒危药用植物资源进行定量评价,计算各药用植物的优先保护值,比较各药用植物需保护的缓急程度,确定需要保护的珍稀濒危药用植物资源。

2.2.1 名录现状系数 L 表示目前该野生药用植物被《中国物种红色名录(第一卷)》^[23]记录的濒危程度和在汪书丽等^[18]研究中记录的保护程度。

$$L = X/3。$$

式中: X 为某野生药用植物资源被收录和记录的实际得分,分为 1~3 分,3 分:被国家收录为保护植

物;2 分:在文献^[18]中记录为保护植物;1 分:表示未被任何文献收录为保护的植物。

2.2.2 蕴藏系数 D 为野生药用植物蕴藏量的评价指标。

$$D = X/5。$$

式中: X 为某野生药用植物资源在蕴藏量中的实际得分,分为 1~5 分,5 分:野生数量稀少;4 分:野生资源数量少;3 分:野生资源数量较少;2 分:野生资源数量较多;1 分:野生资源数量多。

2.2.3 濒危价值系数 E 表示野生药用植物受威胁的程度。

$$E = X/4。$$

式中: X 为某野生药用植物资源濒危程度的实际得分,分为 1~4 分,4 分:濒危种(或极危种);3 分:渐危种;2 分:稀有种(或易危、近危种);1 分:安全种。

2.2.4 遗传价值系数 G 是对野生药用植物潜在遗传价值的定量评价,主要考虑如下指标:种型情况、特有情况及古老孑遗情况。

$$G = X/12。$$

式中: X 为某野生药用植物资源在遗传价值评估中包括 3 种情况的实际积累得分,12 分为最高分。遗传价值评估中,种型情况是根据珍稀种所在科的种的数量来评分,分为 1~5 分,5 分:单型种科(所在科仅有 1 属 1 种);4 分:少型种科(所在科有 2~3 种);3 分:单型属种(所在属仅有 1 种);2 分:少型属种(所在属有 2~3 种);1 分:多型属种(所在属有 4 种以上)。特有情况是根据特有种的特有分布程度而评分,分为 1~5 分,5 分:区特有;4 分:省特有;3 分:区域特有(2~4 省连续分布);2 分:中国特有;1 分:非中国特有。古老孑遗情况是根据种的发生质地年代而评分,分为 1~2 分,2 分:第三纪孑遗植物;1 分:第三纪后的孑遗植物。

2.2.5 利用价值系数 U 表示野生药用植物被利用的情况及药用价值的大小。

$$U = X/3。$$

式中: X 为某野生药用植物资源利用评估中的实际得分,分为 1~3 分,3 分:传统的重要中药;2 分:《中华人民共和国药典》和《西藏自治区藏药材标准》收录种;1 分:民间草药。

2.2.6 保护现状系数 C 表示目前人类对受威胁野生药用植物资源保护的程

$$C = X/3。$$

式中: X 为某野生药用植物保护现状评估中的实际得分,分为 1~3 分,3 分:未保护;2 分:已保护;1

分:保护成功。

2.2.7 繁殖难易系数 R 表示珍稀濒危野生药用植物迁地保护繁殖的难易程度。

$$R=X/3。$$

式中: X 为某药用植物资源繁殖难易程度评估中的实际得分,分为 1~3 分,3 分:难繁殖(主要指播种繁殖难,发芽率不超过 50%,且中扦插、嫁接繁殖很难成活);2 分:繁殖难度中等(发芽率一般低于 80%,扦插、嫁接难度中等);1 分:各种繁殖方法都较容易,成活率高。

2.3 优先保护植物缓急程度的计算

根据上述各评价指标的相对重要程度确定其权重,参考周繇^[21]的评价体系,权重分配分别为:名录现状系数 10%,蕴藏系数 10%,濒危价值系数 25%,遗传价值系数 20%,利用价值系数 15%,保护

现状系数 10%,繁殖难易系数 10%。

最后计算各濒危植物的优先保护值 V 。

$$V=10\%L+10\%D+25\%E+20\%G+15\%U+10\%C+10\%R。$$

$V>0.7$,急需保护,保护等级Ⅰ级; $0.7\geq V>0.6$,需要保护,保护等级Ⅱ级; $0.6\geq V>0.5$,适当保护,保护等级Ⅲ级; $V\leq 0.5$,无需保护。

3 结果与分析

3.1 色季拉山珍稀濒危药用植物分布现状

调查结果表明,西藏色季拉山药用植物有 104 科 350 属 647 种,依据 2.2 节方法,对其进行初步评价,现将需要保护($V>0.5$)的 83 种药用植物列于表 1。

表 1 西藏色季拉山 83 种野生濒危药用植物的评价指标

Table 1 Evaluation indexes of 83 endangered wild medicinal plants in Shegyla Mountains, Tibet

科 Family	属 Genera	种 Species	L	D	E	G	U	C	R	V	保护等级 Class
松科 Pinaceae	落叶松属 <i>Larix</i>	西藏红杉 <i>L. griffithiana</i>	1.000	0.600	0.750	0.250	0.667	1.000	0.667	0.664	Ⅱ
		乔松 <i>P. wallichiana</i>	1.000	0.600	0.750	0.250	0.667	1.000	0.333	0.631	Ⅱ
	松属 <i>Pinus</i>	高山松 <i>P. densata</i>	1.000	0.600	0.250	0.417	0.333	1.000	0.667	0.523	Ⅲ
		华山松 <i>P. armandi</i>	1.000	0.600	0.250	0.333	0.333	1.000	0.667	0.506	Ⅲ
柏科 Cupressaceae	圆柏属 <i>Sabina</i>	垂枝柏 <i>S. recurva</i>	1.000	0.600	0.500	0.250	0.667	1.000	0.667	0.602	Ⅱ
		滇藏方柏枝 <i>S. wallichiana</i>	1.000	0.600	0.500	0.250	0.667	1.000	0.667	0.602	Ⅱ
		高山柏 <i>S. squamata</i>	0.667	0.600	0.500	0.250	0.667	1.000	0.667	0.568	Ⅲ
		香柏 <i>S. pingii</i> var. <i>wilsonii</i>	0.667	0.400	0.750	0.250	0.333	1.000	0.667	0.561	Ⅲ
		方枝柏 <i>S. saltuaria</i>	1.000	0.600	0.500	0.250	0.333	1.000	0.667	0.552	Ⅲ
		核桃 <i>J. regia</i>	0.333	0.600	0.500	0.250	0.667	1.000	0.667	0.535	Ⅲ
胡桃科 Juglandaceae	胡桃属 <i>Juglans</i>	核桃 <i>J. regia</i>	0.333	0.600	0.500	0.250	0.667	1.000	0.667	0.535	Ⅲ
蛇菰科 Balanophoraceae	蛇菰属 <i>Balanophora</i>	筒鞘蛇菰 <i>B. involucrate</i>	0.333	0.800	0.750	0.250	0.333	1.000	0.667	0.568	Ⅲ
马兜铃科 Aristolochiaceae	细辛属 <i>Asarum</i>	石南七 <i>A. himalaicum</i>	0.333	0.600	0.750	0.250	0.333	1.000	1.000	0.581	Ⅲ
蓼科 Polygonaceae	大黄属 <i>Rheum</i>	塔黄 <i>R. nobile</i>	0.333	0.600	0.750	0.250	0.333	1.000	1.000	0.581	Ⅲ
		金荞麦 <i>F. dibotrys</i>	0.667	0.600	0.500	0.250	0.333	1.000	0.667	0.518	Ⅲ
商陆科 Phytolaccaceae	商陆属 <i>Phytolacca</i>	商陆 <i>P. acinosa</i>	0.333	0.800	0.500	0.250	0.667	1.000	0.667	0.555	Ⅲ
毛茛科 Ranunculaceae	芍药属 <i>Paeonia</i>	大花黄牡丹 <i>P. ludlowii</i>	1.000	0.800	1.000	0.417	0.667	0.667	1.000	0.780	Ⅰ
		滇牡丹 <i>P. delavayi</i>	1.000	1.000	1.000	0.417	0.667	0.667	0.667	0.767	Ⅰ
		毛瓣美丽乌头 <i>A. pulchellum</i> var. <i>hispidum</i>	0.333	1.000	0.750	0.417	0.667	1.000	0.667	0.671	Ⅱ
		露蕊乌头 <i>A. gymnantrum</i>	0.333	0.800	0.750	0.250	0.667	1.000	0.667	0.618	Ⅱ
	乌头属 <i>Aconitum</i>	长裂乌头 <i>A. longilobum</i>	0.333	0.800	0.750	0.583	0.333	1.000	0.333	0.601	Ⅱ
		等叶花萼乌头 <i>A. scaposum</i> var. <i>hupehanum</i>	0.333	0.600	0.250	0.583	0.667	1.000	0.333	0.506	Ⅲ
		展喙乌头 <i>A. novoluridum</i>	0.333	0.800	0.500	0.250	0.333	1.000	0.667	0.505	Ⅲ
		西藏八角莲 <i>D. sayuensis</i>	1.000	1.000	1.000	0.500	0.333	1.000	1.000	0.800	Ⅰ
小檗科 Berberidaceae	八角莲属 <i>Dysosma</i>	桃儿七 <i>S. hexandrum</i>	1.000	0.600	0.500	0.667	0.667	1.000	0.667	0.685	Ⅱ
		腰果小檗 <i>B. johannis</i>	1.000	0.600	0.750	0.417	0.333	1.000	0.667	0.648	Ⅱ
	十大功劳属 <i>Mahonia</i>	尼泊尔十大功劳 <i>M. napaulensis</i>	0.333	0.800	0.750	0.250	0.333	1.000	0.333	0.534	Ⅲ
		滇藏木兰 <i>M. campbellii</i>	0.333	1.000	1.000	0.250	0.667	1.000	0.667	0.700	Ⅱ
木兰科 Magnoliaceae	木兰属 <i>Magnolia</i>	滇藏木兰 <i>M. campbellii</i>	0.333	1.000	1.000	0.250	0.667	1.000	0.667	0.700	Ⅱ
五味子科 Schisandraceae	五味子属 <i>Schisandra</i>	滇藏五味子 <i>S. neglecta</i>	0.333	1.000	0.750	0.250	0.667	1.000	0.333	0.604	Ⅱ
茅膏菜科 Droseraceae	茅膏菜属 <i>Drosera</i>	茅膏菜 <i>D. peltata</i> var. <i>lunata</i>	0.333	0.600	0.750	0.250	0.667	1.000	1.000	0.631	Ⅱ

表 1 (续) Continued table 1

科 Family	属 Genera	种 Species	L	D	E	G	U	C	R	V	保护等级 Class
景天科 Crassulaceae	红景天属 <i>Rhodiola</i>	云南红景天 <i>R. yunnanensis</i>	1.000	1.000	1.000	0.250	1.000	1.000	0.667	0.817	I
		圆齿红景天 <i>R. crenulata</i>	0.333	0.800	1.000	0.250	0.333	1.000	0.333	0.597	Ⅲ
		线萼红景天 <i>R. ovatisepala</i> var. <i>chingii</i>	0.333	0.800	0.750	0.417	0.333	1.000	0.333	0.568	Ⅲ
		异色红景天 <i>R. discolor</i>	0.333	0.800	0.750	0.250	0.333	1.000	0.333	0.534	Ⅲ
		喜马拉雅红景天 <i>R. himalensis</i>	0.333	0.800	0.750	0.250	0.333	1.000	0.333	0.534	Ⅲ
		窄叶红景天 <i>R. kirilowii</i>	0.333	0.800	0.750	0.250	0.333	1.000	0.333	0.534	Ⅲ
		四叶红景天 <i>R. quadrifida</i>	0.333	0.800	0.750	0.250	0.333	1.000	0.333	0.534	Ⅲ
		长鞭红景天 <i>R. fastigiata</i>	1.000	0.600	0.500	0.250	0.333	1.000	0.333	0.518	Ⅲ
蔷薇科 Rosaceae	木瓜属 <i>Chaenomeles</i>	西藏木瓜 <i>C. thibetica</i>	1.000	1.000	1.000	0.417	0.333	1.000	0.333	0.717	I
		毛叶木瓜 <i>C. cathayensis</i>	0.333	1.000	1.000	0.333	0.333	1.000	0.333	0.633	Ⅱ
	苹果属 <i>Malus</i>	丽江山荆子 <i>M. rockii</i>	1.000	0.600	0.500	0.333	0.667	1.000	0.333	0.585	Ⅲ
	扁核木属 <i>Prinsepia</i>	青刺尖 <i>P. utilis</i>	0.333	0.800	0.750	0.250	0.333	1.000	0.333	0.534	Ⅲ
芸香科 Rutaceae	花椒属 <i>Zanthoxylum</i>	花椒 <i>Z. bungeanum</i>	0.333	1.000	1.000	0.333	0.333	1.000	1.000	0.700	Ⅱ
		尖叶花椒 <i>Z. oxyphyllum</i>	0.333	0.800	0.750	0.250	0.333	1.000	1.000	0.601	Ⅱ
五加科 Araliaceae	人参属 <i>Panax</i>	疙瘩七 <i>P. japonicus</i> var. <i>bipinnatifidus</i>	0.333	1.000	0.750	0.250	1.000	1.000	0.333	0.654	Ⅱ
		珠子参 <i>P. japonicus</i> var. <i>major</i>	0.333	1.000	0.750	0.250	1.000	1.000	0.333	0.654	Ⅱ
	五加属 <i>Acanthopanax</i>	康定五加 <i>A. lasiogyne</i>	0.333	0.800	0.750	0.417	0.333	1.000	0.333	0.568	Ⅲ
伞形科 Umbelliferae	当归属 <i>Angelica</i>	阿坝当归 <i>A. apaensis</i>	0.333	0.800	0.750	0.417	0.333	1.000	0.333	0.568	Ⅲ
	羌活属 <i>Notopterygium</i>	羌活 <i>N. incisum</i>	1.000	0.200	0.250	0.417	1.000	1.000	0.333	0.549	Ⅲ
山茱萸科 Cornaceae	株木属 <i>Cornus</i>	灯台树 <i>C. controversa</i>	0.333	0.800	0.750	0.250	0.333	1.000	0.333	0.534	Ⅲ
	青荚叶属 <i>Helwingia</i>	青荚叶 <i>H. japonica</i>	0.333	0.800	0.750	0.250	0.333	1.000	0.333	0.534	Ⅲ
夹竹桃科 Apocynaceae	络石属 <i>Trachelospermum</i>	络石 <i>T. jasminoides</i>	0.333	0.600	0.500	0.250	1.000	1.000	0.333	0.552	Ⅲ
萝藦科 Asclepiadaceae	吊灯花属 <i>Ceropegia</i>	西藏吊灯花 <i>C. pubescens</i>	0.333	0.600	0.500	0.250	0.333	1.000	1.000	0.518	Ⅲ
茄科 Solanaceae	枸杞属 <i>Lycium</i>	枸杞 <i>L. chinense</i>	0.333	1.000	1.000	0.333	0.333	1.000	0.333	0.633	Ⅱ
败酱科 Valerianaceae	甘松属 <i>Nardostachys</i>	甘松 <i>N. jatamansi</i>	0.333	0.200	0.250	0.250	1.000	1.000	1.000	0.516	Ⅲ
葫芦科 Cucurbitaceae	波棱瓜属 <i>Herpetospermum</i>	波棱瓜 <i>H. pedunculosum</i>	0.333	0.600	0.500	0.417	0.333	1.000	0.667	0.518	Ⅲ
桔梗科 Campanulaceae	党参属 <i>Codonopsis</i>	辐冠党参 <i>C. conovolvulacea</i> sub-sp. <i>vinciflora</i>	0.333	0.600	0.500	0.417	1.000	1.000	0.333	0.585	Ⅲ
菊科 Compositae	凤毛菊属 <i>Saussurea</i>	苞叶雪莲 <i>S. obvallata</i>	1.000	0.600	0.750	0.250	1.000	1.000	0.333	0.681	Ⅱ
		星状雪兔子 <i>S. stella</i>	0.333	0.800	0.750	0.250	0.333	1.000	0.333	0.534	Ⅲ
		奇形风毛菊 <i>S. fastuosa</i>	0.333	0.800	0.750	0.250	0.333	1.000	0.333	0.534	Ⅲ
	贝母属 <i>Fritillaria</i>	川贝母 <i>F. cirrhosa</i>	0.333	1.000	1.000	0.250	1.000	1.000	1.000	0.783	I
百合科 Liliaceae	重楼属 <i>Paris</i>	花叶重楼 <i>P. violacea</i>	0.333	1.000	0.750	0.250	0.667	1.000	0.667	0.638	Ⅱ
		七叶一枝花 <i>P. polyphylla</i>	0.333	0.800	0.500	0.250	0.667	1.000	0.667	0.555	Ⅲ
	百合属 <i>Lilium</i>	卓巴百合 <i>L. wardii</i>	0.333	0.800	0.750	0.333	0.333	1.000	0.333	0.551	Ⅲ
兰科 Orchidaceae	天麻属 <i>Gastrodia</i>	天麻 <i>G. elata</i>	0.667	1.000	1.000	0.250	1.000	0.667	0.667	0.750	I
	鸢尾兰属 <i>Oberonia</i>	狭叶鸢尾兰 <i>O. caulescens</i>	1.000	0.800	1.000	0.250	0.667	1.000	0.667	0.747	I
	虾脊兰属 <i>Calanthe</i>	三棱虾脊兰 <i>C. tricarinata</i>	1.000	0.800	0.750	0.250	1.000	1.000	0.667	0.734	I
	杓兰属 <i>Cypripedium</i>	大花杓兰 <i>C. tibeticum</i>	0.333	0.800	1.000	0.250	0.667	1.000	1.000	0.713	I
	贝母兰属 <i>Coelogyne</i>	卵叶贝母兰 <i>C. occultata</i>	1.000	1.000	0.750	0.250	0.667	1.000	0.667	0.704	I
	手参属 <i>Gymnadenia</i>	短距手参 <i>G. crassinervis</i>	1.000	0.800	0.750	0.417	0.667	1.000	0.333	0.684	Ⅱ
		西南手参 <i>G. orchidis</i>	1.000	0.800	0.750	0.250	0.667	1.000	0.333	0.651	Ⅱ
		手参 <i>G. conopsea</i>	0.667	0.800	0.750	0.250	0.667	1.000	0.333	0.618	Ⅱ
	玉凤花属 <i>Habenaria</i>	长距玉凤花 <i>H. davidii</i>	1.000	0.800	0.750	0.333	0.333	1.000	0.333	0.618	Ⅱ
	沼兰属 <i>Malaxis</i>	沼兰 <i>M. monophyllos</i>	1.000	0.800	0.750	0.250	0.333	1.000	0.333	0.601	Ⅱ
	红门兰属 <i>Orchis</i>	广布红门兰 <i>O. chusua</i>	1.000	0.800	0.750	0.250	0.333	1.000	0.333	0.601	Ⅱ
	火烧兰属 <i>Epipactis</i>	大叶火烧兰 <i>E. mairei</i>	1.000	0.600	0.750	0.333	0.333	1.000	0.333	0.598	Ⅲ
	斑叶兰属 <i>Goodyera</i>	小斑叶兰 <i>G. repens</i>	0.667	0.600	0.750	0.250	0.333	1.000	0.667	0.581	Ⅲ
	角盘兰属 <i>Herminium</i>	裂瓣角盘兰 <i>H. alaschanicum</i>	1.000	0.400	0.750	0.333	0.333	1.000	0.333	0.578	Ⅲ
	阔蕊兰属 <i>Peristylus</i>	凸孔阔蕊兰 <i>P. coeloceras</i>	1.000	0.600	0.500	0.417	0.333	1.000	0.333	0.552	Ⅲ
	兜被兰属 <i>Neottianthe</i>	兜被兰 <i>N. cucullata</i>	0.333	0.800	0.750	0.250	0.333	1.000	0.333	0.534	Ⅲ
	羊耳蒜属 <i>Liparis</i>	羊耳蒜 <i>L. japonica</i>	1.000	0.600	0.500	0.250	0.333	1.000	0.333	0.518	Ⅲ
	绶草属 <i>Spiranthes</i>	绶草 <i>S. sinensis</i>	1.000	0.600	0.500	0.250	0.333	1.000	0.333	0.518	Ⅲ
	鸟足兰属 <i>Satyrrium</i>	缘毛鸟足兰 <i>S. ciliatum</i>	1.000	0.600	0.500	0.250	0.333	1.000	0.333	0.518	Ⅲ
	舌唇兰属 <i>Platanthera</i>	二叶舌唇兰 <i>P. chlorantha</i>	1.000	0.600	0.500	0.250	0.333	1.000	0.333	0.518	Ⅲ

从表 1 可以看出,在西藏色季拉山中,目前受到生存威胁的药用植物共有 27 科 57 属 83 种,分别占该区药用植物总科数、总属数、总种数的 25.96%,16.29%和 12.83%。其中急需保护的药用植物(保护等级Ⅰ级)有 6 科 10 属 11 种,分别占珍稀濒危药用植物科、属、种的 22.22%,17.54%和 13.25%,代表种类有云南红景天、川贝母、大花黄牡丹等;需要保护的药用植物(保护等级Ⅱ级)有 14 科 19 属 26 种,代表种类有苞叶雪莲、珠子参、枸杞等;需适当保护的药用植物(保护等级Ⅲ级)有 22 科 35 属 46 种,代表种类有辐冠党参、甘松、等叶花葶乌头等。

3.2 西藏色季拉山不同药用功能保护植物的保护级别分析

在西藏色季拉山需要保护的珍稀濒危药用植物中,具有补虚功效的药用植物最多,共 17 种,占濒危药用植物总种数的 20.48%,其中需Ⅰ级保护的植物有 1 种,为卵叶贝母兰;需Ⅱ级保护的植物有 8 种,包括短距手参、珠子参、疙瘩七、西南手参、枸杞、手参、长距玉凤花、广布红门兰;需Ⅲ级保护的植物有 8 种,包括辐冠党参、裂瓣角盘兰、筒鞘蛇菰、凸孔阔蕊兰、核桃、四叶红景天、绶草、缘毛鸟足兰。其次为具清热功效的药用植物,共有 15 种,占珍稀濒危药用植物总种数的 18.07%,其中没有需Ⅰ级保护的植物,需Ⅱ级保护的植物有 5 种,分别为腰果小檗、花叶重楼、长裂乌头、尖叶花椒、沼兰;需Ⅲ级保护的植物有 10 种,包括石南七、小斑叶兰、高山柏、线萼红景天、香柏、七叶一枝花、窄叶红景天、青葙叶、星状雪兔子、金荞麦。祛风湿的药用植物共有 14 种,占珍稀濒危药用植物的 16.87%,其中需Ⅰ级保护的植物有 2 种,即云南红景天和三棱虾脊兰;需Ⅱ级保护的植物有 5 种,即桃儿七、苞叶雪莲、西藏红杉、露蕊乌头、滇藏方柏枝;需Ⅲ级保护的植物有 7 种,包括康定五加、方枝柏、络石、奇形风毛菊、高山松、华山松、展喙乌头。具活血化瘀药效的需保护药用植物共有 8 种,占珍稀濒危药用植物总种数的 9.64%,其中需Ⅰ级保护的植物有 2 种,即西藏八角莲和狭叶鸢尾兰;需Ⅱ级保护的植物只有毛瓣美丽乌头;需三级保护的植物有 5 种,包括丽江山荆子、青刺尖、灯台树、兜被兰、等叶花葶乌头。另外,还有其他药用功能的珍稀濒危药用植物 29 种,占珍稀濒危药用植物总种数的 34.94%,其中需一级保护的植物有 8 种,包括川贝母、大花黄牡丹、滇牡丹、天麻、西藏木瓜、大花杓兰、花椒、滇藏木兰;需Ⅱ级保护的植物有 5 种,即毛叶木瓜、乔松、茅膏菜、滇藏五

味子、垂枝柏;需Ⅲ级保护的植物有 16 种,包括大叶火烧兰、圆齿红景天、塔黄、阿坝当归、商陆、卓巴百合、羌活、尼泊尔十大功劳、异色红景天、喜马红景天、长鞭红景天、甘松、西藏吊灯花、波棱瓜、羊耳蒜、二叶舌唇兰。

3.3 西藏色季拉山不同用药部位珍稀濒危药用植物的保护级别分析

在西藏色季拉山珍稀濒危药用植物中,使用根与根茎类的珍稀濒危药用植物最多,共有 43 种,占珍稀濒危药用植物总种数比例达 51.81%,其中需Ⅰ级保护的植物有 5 种,即西藏八角莲、川贝母、天麻、三棱虾脊兰、大花杓兰;需Ⅱ级保护的植物有 13 种,包括桃儿七、短距手参、毛瓣美丽乌头、珠子参、疙瘩七、西南手参、腰果小檗、花叶重楼、手参、长距玉凤花、露蕊乌头、长裂乌头、广布红门兰;需Ⅲ级保护的植物有 25 种,包括大叶火烧兰、圆齿红景天、丽江山荆子、塔黄、裂瓣角盘兰、阿坝当归、线萼红景天、商陆、七叶一枝花、凸孔阔蕊兰、卓巴百合、羌活、尼泊尔十大功劳、异色红景天、喜马红景天、窄叶红景天、四叶红景天、青葙叶、长鞭红景天、甘松、西藏吊灯花、缘毛鸟足兰、二叶舌唇兰、金荞麦、等叶花葶乌头。其次为使用全草的药用植物,共有 15 种,占色季拉山珍稀濒危药用植物总种数的 18.07%,其中需Ⅰ级保护的植物有 3 种,即云南红景天、狭叶鸢尾兰、卵叶贝母兰;需Ⅱ级保护的植物有 3 种,即苞叶雪莲、茅膏菜、沼兰;需Ⅲ级保护的植物有 9 种,包括石南七、小斑叶兰、筒鞘蛇菰、星状雪兔子、奇形风毛菊、兜被兰、羊耳蒜、绶草、展喙乌头。使用枝叶、皮、藤的珍稀濒危药用植物共有 13 种,占总种数的 15.66%,其中需Ⅰ级保护的植物有 2 种,即大花黄牡丹和滇牡丹;需Ⅱ级保护的植物有 3 种,即西藏红杉、乔松、方枝柏;需Ⅲ级保护的植物有 8 种,包括高山柏、康定五加、香柏、络石、青刺尖、灯台树、高山松、华山松。使用花、果实、种子的珍稀濒危药用植物共有 12 种,占总种数的 14.46%,其中需Ⅰ级保护的植物有 3 种,即西藏木瓜、花椒、滇藏木兰;需Ⅱ级保护的植物有 5 种,包括毛叶木瓜、枸杞、滇藏五味子、滇藏方柏枝、尖叶花椒;需Ⅲ级保护的植物有 4 种,即辐冠党参、方枝柏、核桃、波棱瓜。

4 讨论与结论

西藏色季拉山中需要保护的植物种类较多,共有 27 科 57 属 83 种,占其药用植物科、属、种总数的 25.96%,16.29%和 12.83%,占色季拉山植物资源

130 科 510 属 1 413 种的 20.77%,11.18% 和 5.87%。从色季拉山保护药用植物的药效分析,在 17 种补虚药、15 种清热药、14 种祛风湿药、8 种活血化瘀药及 29 种其他功效药用植物中,需Ⅰ级保护的植物分别有 1,0,2,2 和 8 种,需Ⅱ级保护的植物分别有 8,5,5,1 和 5 种,需Ⅲ级保护的植物分别有 8,10,7,5 和 16 种,其中具有补虚药效的保护植物种类最多,占濒危药用植物总数的 20.48%。根据药用部位统计,在 43 种使用根与根茎,15 种使用全草,13 种使用枝叶、皮或藤及 12 种使用花、果实或种子的药用植物中,需Ⅰ级保护的植物分别有 5,3,2 和 1 种,需Ⅱ级保护的植物分别有 13,3,3 和 7 种,需Ⅲ级保护的植物分别有 25,9,8 和 4 种,其中用药部位为根与根茎类的药用植物占西藏色季拉山药用保护植物的大半数,比例达 51.81%。

基于调查得出的结果,笔者就西藏色季拉山药用植物致濒的原因及应做的保护措施有如下思考,期望对该区濒危药用植物的有效保护和合理利用提供参考。

4.1 西藏色季拉山药用植物致濒的原因

4.1.1 长期过度采挖 随着经济和医疗保健事业的发展,中药资源的需求空前增长^[24],其中具有保健功效的补虚类药用植物的市场需求量逐年增大,且由于某些药用植物具有较高的经济价值,采药者在经济利益的驱动下,对这些药用植物进行无节制的、长期持续的采挖,导致植物不能及时更新,从而处于濒临灭绝的境地。

4.1.2 采收方式原始 采药者对野生药用植物多只注重一味全部索取,不考虑保留幼苗、幼株;不考虑保留使种群正常持续发展的足够数量;采集不考虑采集季节,不等药用植物种子成熟散播即采挖。另外,在西藏色季拉山急需保护的 11 种珍稀濒危药用植物中,有 6 种植物的药用部位为根与根茎,有 2 种为树皮,2 种为全草,1 种为果实,其他等级的濒危药用植物也皆有类似的情况。这些药用部位及采药者的采收方式对于植物的生长发育及繁殖来说都是破坏性的,采集程度一旦严重,甚至会直接导致植株死亡或种群失去更新能力,如根与根茎类药用植物的用药部位对植物而言就是毁灭性的伤害,会导致植物直接死亡,种群的正常繁衍被严重破坏。

4.1.3 农牧民缺乏对珍稀濒危植物的认识 采集药用植物的主要群体是农牧民,其受到的关于植物保护的宣传教育普遍较少,对珍稀濒危植物没有认识,更没有主动去保护这些珍稀濒危植物的意识;或

者部分农牧民对珍稀濒危植物需要受到保护有认识,但却不知道哪些植物属于珍稀濒危植物,应该受到保护。当然,这种对药用植物保护认识的缺乏,在其他各类人员里或多或少也存在。在他们的意识里,只知道这些植物都是大自然的产物,甚至是“取之不尽,用之不竭”的,并不明确采集不当可能对这些植物造成的影响。

4.2 色季拉山珍稀濒危药用植物的保护

4.2.1 根据蕴藏量适当采收、合理开发利用 控制对野生珍稀濒危药用植物的采收量,遏制由于对药用植物无节制收购而盲目采挖。应根据珍稀濒危药用植物蕴藏量来确定合理的采收量,确保采收量在其更新、恢复速率承受能力以内,根据各珍稀濒危药用植物的分布特点及生活习性等,进行有计划的、合理的开发利用。

4.2.2 建立珍稀濒危药用植物自然保护区 在珍稀濒危药用植物的原适生地建立自然保护区,进行就地保护,是保护珍稀濒危药用植物的有效手段之一^[25]。在保护区尤其是核心区内,禁止对需要保护的珍稀濒危药用植物种类进行采集甚至研究,使其在无人干扰的环境下重新自然恢复种群,以达到部分恢复其天然分布的效果,并在实验区进行繁育研究,人工促进其种群的尽快恢复。

4.2.3 加强法制建设和宣传教育 通过新闻媒介和政府部门、专业人士的教育宣传,使农牧民充分认识到濒危药用植物的存在价值及意义,提高他们对珍稀濒危药用植物的保护意识;举办图片展览、知识讲座等,使农牧民对具体的珍稀濒危植物有直观认识,对亟需保护的物种更要加深农牧民的熟悉程度;同时不断加强有关珍稀濒危药用植物保护的法制建设,加大执法力度,以减缓珍稀濒危药用植物急剧减少的趋势。

4.2.4 进行珍稀濒危野生药用植物的引种和驯化

对重要的珍稀濒危药用植物种类进行系统、全面的调查和研究,掌握野生珍稀濒危药用植物的引种驯化和栽培技术,是保护和合理开发利用珍稀濒危药用植物的关键^[26],如对川贝母、手参等药用价值较高、发展潜力较大、有市场优势的珍稀濒危药用植物,应积极进行引种和驯化,摸索采种育苗扩繁的方法,以增加它们的数量,达到资源可持续利用的目的;同时还可应用现代先进手段为制定科学合理的保护措施提供资料和技术支持,如使用 DNA 分子标记技术对珍稀濒危药用植物遗传多样性和遗传结构进行检测,以对这些植物的迁地保护、引种栽培和

自然保护区的规划等有所启发。

4.2.5 加强对药用植物的野生抚育研究 药用植物的野生抚育在药材资源可持续利用中发挥着重要作用^[27]。对于珍稀濒危药用植物,在其适宜生长的野外环境或原有环境下,进行野生抚育,在其天然更新的同时进行人工促进更新,并通过相关研究找出适合药用植物生长特别是有效部位生长的环境因子,获得与天然药用植物基本一致的药材,以兼顾对珍稀濒危药用植物的保护拯救和可持续利用。

[参考文献]

[1] 闫志峰,张本刚,张 昭,等. DNA 分子标记在珍稀濒危药用植物保护中的应用 [J]. 中国中药杂志,2005,30(20):1885-1889. Yan Z F,Zhang B G,Zhang Z,et al. The application of molecular markers in conservation of the rare and endangered medicinal plants [J]. China Journal of Chinese Materia Medica,2005,30(20):1885-1889.

[2] 王 林,张玉均,赵广亮. 北京市八达岭林场野生药用植物多样性特征分析 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2015,13(8):1-9. Wang L,Zhang Y J,Zhao G L. Diversity of wild medicinal plants in Badaling Forest Farm [J]. Journal of Northwest A&F University(Nat Sci Ed),2015,13(8):1-9.

[3] 刘建党,张今今. 我国西部发展药用植物种植的机遇与对策 [J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版),2003,3(1):69-71. Liu J D,Zhang J J. Opportunities and countermeasures for planting medicinal herbs in the West Part of China [J]. Journal of Northwest A&F University (Social Science Edition),2003,3(1):69-71.

[4] 林 龙. 论我国野生植物资源法律保护存在的不足与对策 [J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版),2007,7(1):109-113. Lin L. Discussion on deficiencies of legal protection of wild plant resources in China and the countermeasures [J]. Journal of Northwest A&F University (Social Science Edition),2007,7(1):109-113.

[5] 李隆云,次仁巴珠,占 堆,等. 藏药资源的开发与利用 [J]. 中国中药杂志,2001,26(12):808-810. Li Y L,Ci R B Z,Zhan D,et al. Comprehensive utilization and development of traditional Tibetan medicine in China [J]. China Journal of Chinese Materia Medica,2001,26(12):808-810.

[6] 崔光红,黄璐琦. 药用植物濒危与保护等级划分中的问题及其标准探讨 [J]. 中国中药杂志,2005,30(18):1474-1477. Cui G H,Huang L Q. Discussion on criterions of endanger and protection levels of traditional Chinese medicine herbs [J]. China Journal of Chinese Materia Medica,2005,30(18):1474-1477.

[7] 中国植物志编委会. 中国植物志 [M]. 北京:科学出版社,1980. China Flora Editorial Board. China flora [M]. Beijing:Science

Press,1980.

[8] 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典(第一部) [M]. 北京:人民卫生出版社,1977. The Ministry of Health of the People's Republic of China Pharmacopoeia Committee. Pharmacopoeia of the People's Republic of China;the first [M]. Beijing,People's Medical Publishing House,1977.

[9] 肖培根. 新编中药志(1~3 卷) [M]. 北京:化学工业出版社,2001. Xiao P G. Modern Chinese materia medica;the first,the second and the third volume [M]. Beijing:Chemical Industry Press,2001.

[10] 刘永新. 国家药典中药实用手册(上、中、下三册) [M]. 北京:中医古籍出版社,2011. Liu Y X. National pharmacopoeia of Chinese medicine manual;the first,the second and the third [M]. Beijing:TCM Ancient Books Publishing House,2011.

[11] 倪志成. 西藏经济植物 [M]. 北京:北京科学技术出版社,1990. Ni Z C. Economic plants of Xizang(Tibet) [M]. Beijing:Beijing Science and Technology Press,1990.

[12] 《全国中草药汇编》编写组. 全国中草药汇编(上、下两册) [M]. 北京:人民卫生出版社,1975. 《Collection of Herb Medicines》Commission. Collection of Chinese herbal medicines;the first and the second volume edition [M]. Beijing:People's Medical Publishing House,1975.

[13] 江苏新医学院. 中药大辞典(上、下两册) [M]. 上海:上海人民出版社,1977. Jiangsu New Medical School. Traditional Chinese medicine dictionary;the first and the second [M]. Shanghai:Shanghai People's Publishing House,1977.

[14] 贾敏如,李星炜. 中国民族药志要 [M]. 北京:中国医药科技出版社,2005. Jia M R,Li X W. Chinese national medicine [M]. Beijing:China Medical Science and Technology Press,2005.

[15] 西藏自治区食品药品监督管理局. 西藏自治区藏药材标准(第一册、第二册) [M]. 拉萨:西藏人民出版社,2012. The Tibet Autonomous Region Food and Drug Administration. The Tibet autonomous region Tibetan medicinal standard;the first and the second [M]. Lhasa: The Tibet People's Publishing House,2012.

[16] 方江平. 西藏色季拉山土壤的形状与垂直分布 [J]. 山地研究,1997,17(4):228-233. Fang J P. Properties and vertical distribution of soil on Shigyla Mountain in Xizang [J]. Mountain Research,1997,17(4):228-233.

[17] 王国严,罗 建,徐阿生,等. 西藏色季拉山川滇高山栎种群结构与动态 [J]. 林业科学研究,2011,24(3):292-299. Wang G Y,Luo J,Xu A S,et al. Population structure and dynamics of quercus aquifolioides in Sejila Mountain,Tibet,China [J]. Forest Research,2011,24(3):292-299.

[18] 汪书丽,罗 建,郎学东,等. 色季拉山珍稀濒危植物优先保护

研究 [J]. 西北植物学报, 2013, 33(1): 177-182.

Wang S L, Luo J, Lang X D, et al. Evaluation of conservation priority on rare and endangered plants in Shengyala Mountains, Tibet [J]. Acta Bot Boreal-Occident Sin, 2013, 33(1): 177-182.

[19] 苏建荣, 刘万德, 张炜银, 等. 西藏色季拉山西坡种子植物多样性垂直分布 [J]. 林业科学, 2011, 47(3): 12-19.

Su J R, Liu W D, Zhang W Y, et al. Species diversity of plant communities along an altitudinal gradient on the West Slope of Shengyala Mountains, Tibet [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2011, 47(3): 12-19.

[20] 罗建, 郑维列, 潘刚, 等. 色季拉山区高山寒带种子植物区系研究 [J]. 武汉植物学研究, 2006, 24(3): 215-219.

Luo J, Zheng W L, Pan G, et al. Study on spermatophyte flora of the alpine frigid zone in Shergyla Mountain of Tibet [J]. Journal of Wuhan Botanical Research, 2006, 24(3): 215-219.

[21] 周繇. 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, 2006, 26(3): 599-605.

Zhou Y. Preliminary study of the evaluation system of precious and endangered wild official plants in Changbai Mountains [J]. Acta Bot Boreal-Occident Sin, 2006, 26(3): 599-605.

[22] 鲁松, 谢孔平, 李策宏. 峨眉山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, 2013, 33(2): 229-235.

Lu S, Xie K P, Li C H. Preliminary studies on the evaluation system of endangered wild officinal plants in Mountain Emei [J]. Guihaia, 2013, 33(2): 229-235.

[23] 汪松, 解炎. 中国植物红色名录(第一卷) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.

Wang S, Xie Y. China species red list, the first volume [M]. Beijing: Higher Education Press, 2004.

[24] 黄璐琦, 唐仕欢, 崔光红, 等. 药用植物受威胁及优先保护的综合评价方法 [J]. 中国中药杂志, 2006, 31(23): 1929-1932.

Huang L Q, Tang S H, Cui G H, et al. Discussion on method of synthetic assessment for threaten and priority conservation of medicinal plants [J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2006, 31(23): 1929-1932.

[25] 徐志杰, 赖学文. 江西珍稀濒危药用植物的调查研究 [J]. 中药材, 1993, 16(10): 13-15.

Xu Z J, Lai X W. Study on the investigation of the rare and endangered medicinal plants in Jiangxi Province [J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 1993, 16(10): 13-15.

[26] 王娟, 杜凡, 马钦彦, 等. 大围山国家级自然保护区药用植物资源及其多样性研究 [J]. 北京林业大学学报, 2002, 24(4): 6-11.

Wang J, Du F, Ma Q Y, et al. Medicinal plant resources and their diversity in Mountain Dawei National Nature Reserve in Yunnan, China [J]. Journal of Beijing Forestry University, 2002, 24(4): 6-11.

[27] 李西文, 陈士林. 药用植物野生抚育生理生态学研究概论 [J]. 中国中药杂志, 2007, 32(14): 1388-1392.

Li X W, Chen S L. Conspectus of ecophysiological study on medicinal plant in wild nursery [J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2007, 32(14): 1388-1392.

(上接第 179 页)

[14] Paques F, Haber J E. Multiple pathways of recombination induced by double-strand breaks in *Saccharomyces cerevisiae* [J]. Microbiological Molecular Biology Reviews, 2009, 63(9): 349-404.

[15] Birrel G W, Giaeve G, Chu A M, et al. A genome-wide screen in *Saccharomyces cerevisiae* for genes affecting UV radiation sensitivity [J]. PNAS, 2010, 453(16): 12608-12613.

[16] Pecora R. Dynamic light scattering: applications of photo correlation spectroscopy [J]. New York: Plenum, 1985, 234(23): 126-132.

[17] Desai S D, Liu L F, Vazquezabad D, et al. Ubiquitindependent destruction of topoisomerase I is stimulated by the antitumor drug camptothecin [J]. Journal of Biological Chemistry, 1997, 272(12): 24159-24164.

[18] Lu K, Ye W, Zho L, et al. Structural characterization of formaldehyde-induced cross-links between amino acids and deoxy-nucleosides and their oligomers [J]. Journal of American Chemical Society, 2010, 132(6): 3388-3399.

[19] Jackson S P, Bartek J. The DNA-damage response in human biology and disease [J]. Nature, 2009, 461(8): 1071-1078.

[20] Barker S, Weinfeld M, Murray D. DNA-protein crosslinks: their induction, repair, and biological consequences [J]. Mutation Research, 2005, 589(10): 111-135.

[21] Chvalova K, Brabec V, Kasparkova J. Mechanism of the formation of DNA-protein crosslinks by antitumor cisplatin [J]. Nucleic Acids Research, 2007, 35(6): 1812-1821.

[22] Baker D J, Wuenscheu G, Xia L, et al. Nucleotide excision repair eliminates unique DNA-protein cross-links from mammalian cells [J]. Journal of Biological Chemistry, 2007, 282(9): 22592-22604.