

重庆特有极小种群植物缙云黄芩濒危等级评估^①

马凯阳^{1,2}, 邓洪平¹, 郭晨慧¹, 王有为¹, 陶琪¹

1. 西南大学 生命科学学院, 重庆 400715; 2. 中国海洋大学附属中学, 山东 青岛 266100

摘要: 将重庆特有极小种群植物缙云黄芩 *Scutellaria tsinyunensis* 为评估对象, 以其生存现状及近年来衰退趋势为基础, 依据《IUCN 红色名录等级和标准》及在地区水平上的应用指南和中国极小种群野生植物濒危程度评价指标体系对其濒危等级进行了评估. 结果表明: 前者濒危等级为极危(CR), 后者濒危等级为Ⅳ级濒危, 与物种现行无危等级存在较大差异. 该研究为缙云黄芩的濒危等级评定及实施有效保护策略提供了科学依据.

关键词: 缙云黄芩; IUCN 红色名录; 评价指标体系; 濒危等级

中图分类号: Q949.777.6

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2017)01-0070-07

社会经济高速发展和人口数量持续增长对生态环境造成了严重影响, 生物多样性正以空前速度丧失, 植物资源损耗加剧, 濒危物种数量急剧上升. 濒危物种是生物多样性的重要组成部分^[1], 开展物种濒危状态评估并适时调整保护措施是减缓物种灭绝的有效方法之一^[2], 亦是确定物种优先保护顺序和制订濒危物种保育策略的重要依据, 对濒危物种和生物多样性的保护具有极其重要的意义^[1].

缙云黄芩 *Scutellaria tsinyunensis* 为重庆缙云山特有物种、重庆市首批重点保护野生植物之一^[3], 并被确定为重庆市 8 种极小种群野生植物拯救保护对象之一^[4]. 尽管 2013 年缙云黄芩被收录到《中国物种红色名录》, 但其濒危等级仅定为无危(Least Concern, LC)^[5], 调查发现与其真实生存状况不符, 缙云黄芩亦未得到足够的重视和保护. 依据国际上普遍采用的《IUCN 红色名录等级和标准》及地区指南和中国极小种群野生植物濒危程度评价指标体系, 对缙云黄芩进行濒危等级预评估, 将预评估结果征求专家意见, 并将评估结果与现行濒危等级进行比较和分析, 确定缙云黄芩的濒危等级. 本研究为更好地开展全国极小种群野生植物拯救保护工作和国家野生植物保护等级评定提供了缙云黄芩的相关资料, 为实施有效保护策略提供了科学参考和理论依据.

1 评估对象及其生存现状

缙云黄芩 *Scutellaria tsinyunensis* 隶属于唇形科 Labiatae 黄芩属 *Scutellaria*, 孙雄才等^[6]1966 年首次将其作为云南黄芩的新变种——云南黄芩短柄变种 *Scutellaria yunnanensis* Lévl. var. *subsessilifolia* Sun^[6], 后于 1977 年定名为缙云黄芩, 作为新种收录入《中国植物志第六十五卷(第二分册)》^[7].

缙云黄芩为多年生草本; 根状茎匍匐, 节上生纤维状根; 茎直立, 四棱形, 常呈暗紫色; 叶对生, 圆形至卵圆形, 先端急尖, 基部浅心形, 坚纸质, 叶柄近无或极短; 花对生, 总状花序; 苞片狭披针形, 早落; 冠

① 收稿日期: 2015-07-20

基金项目: 国家级大学生创新创业训练计划项目(201410635043); 重庆市基础与前沿研究计划项目(CSTC2013jcyjA90020).

作者简介: 马凯阳(1992-), 男, 山东东营人, 本科生, 主要从事植物保护生物学研究.

通信作者: 邓洪平, 教授.

檐 2 唇形, 上唇盔状, 下唇三角状卵圆形; 雄蕊 4, 二强; 子房光滑, 4 裂; 果实为四分小坚果; 花期 4~5 月, 果期 5~7 月^[7-9].

缙云黄芩仅分布于重庆缙云山海拔 280~790 m 的零散区域, 现仅存 9 个居群, 繁殖方式以根茎无性繁殖为主, 种群由许多无性系分株构成. 在自然环境中, 缙云黄芩居群呈“岛屿”状分布, 分布区面积仅为 1.5 km², 各居群之间相互隔离, 距离相对较远, 存在生殖隔离, 且每一居群占有面积狭小, 分布范围在进一步缩小^[10].

2 评估方法与步骤

2.1 IUCN 红色名录等级和标准 (Version 3.1)

2.1.1 IUCN 红色名录的濒危等级

《IUCN 红色名录等级和标准》是目前被广泛接受的全球濒危物种受威胁等级的分级标准体系, 为地区乃至全球范围内各类物种依据其真实生存现状评定濒危等级提供一种明晰、统一、科学客观的评价体系^[11]. 目前普遍采用的是 2001 年重新修订发表的 Version 3.1^[12], 该标准将物种濒危等级划分为 9 个等级, 分别是绝灭 (Extinct, EX)、野外绝灭 (Extinct in the Wild, EW)、极危 (Critically Endangered, CR)、濒危 (Endangered, EN)、易危 (Vulnerable, VU)、近危 (Near Threatened, NT)、无危 (Least Concern, LC)、数据不足 (Data Deficient, DD) 和未予评估 (Not Evaluated, NE). 其中极危、濒危和易危 3 个等级合称受威胁等级.

2.1.2 IUCN 红色名录的评估标准

IUCN 红色名录的评估标准分为 5 个方面, 对受威胁等级赋予了不同的定量指标^[13]. 这 5 个方面为: ①种群数的减少; ②种群地理范围的减少; ③种群成熟个体数的减少; ④种群成熟个体数量; ⑤定量分析表明种群将来野外灭绝的机率.

2.2 中国极小种群野生植物濒危程度评价指标体系

2.2.1 评价指标体系

国政等^[14]从濒危野生植物对野外环境适应性的角度, 采用了层次分析法, 并结合调查分析与科学试验, 确立了中国极小种群野生植物濒危程度评价指标体系 (表 1).

该评价指标体系在对指标层中各指标实际值的确定中, 采用了一种大多数专家认可的广泛、科学、适用和计算一致的方法, 指标层中各指标的影响因子、评价标准、定量分析和赋值见表 2^[14].

评价指标值计算公式为

$$F_k = \frac{P_k}{S_k}$$

式中: F_k 为指标评价价值, 是实际值 P_k 与标准值 S_k 的接近程度; P_k 为通过野外调查分析和科学试验确定的实际值; S_k 为标准值, 是指野生植物脱离濒危的较安全值.

2.2.2 指标体系赋值方法

对 2 个不同系统层的 30 个具体指标依照 2 种不同原则进行赋值, 野外生存现状调查数据和文献资料中能够反映出的指标按照真实情况直接赋值, 无法通过查阅调查数据和文献资料得知的指标则通过咨询植物学和生态学方面的专家, 由 3 位专家评分, 取平均值. 各指标赋值见表 2.

2.2.3 濒危程度综合评价

采用线性加权平均法计算评价综合指数, 函数表达式为

$$C = \sum_{i=1}^m \left[\sum_{j=1}^n \left(\sum_{k=1}^l (F_k \times P_k) \times R_j \right) \times W_i \right]$$

式中: C 为评价综合指数; m 为系统层指标个数; n 为标准层指标个数; l 为指标层指标个数; F_k 为指标评价价值; P_k 为指标权重; R_j 为标准层中指标的权重; W_i 为系统层中指标的权重.

表 1 中国极小种群野生植物濒危程度评价指标体系

总体层	系统层		标准层		指标层	
	指标	权重	指标	权重	指标	权重
中国极小种群野生植物濒危程度评价指标	内因评价指标	0.567 5	遗传因素	0.251 5	物种生存力	0.288 1
					物种遗传力	0.274 1
					分布频度	0.213 4
					现存多度	0.224 4
			生殖因素	0.232 5	生殖方式	0.274 1
					生殖能力	0.288 1
					种群结构	0.224 4
					保护效果	0.213 4
			生活因素	0.241 3	生存能力	0.213 4
					竞争能力	0.224 4
					种群生活能力	0.288 1
					个体生活能力	0.241 0
	外因评价指标	0.432 5	适应因素	0.274 7	抗灾能力	0.210 1
					抗旱性	0.185 4
					抗干扰	0.178 4
					抗病虫害	0.213 2
			人类因素	0.253 5	抗工业污染能力	0.212 9
					过度采伐	0.288 5
					放牧	0.268 7
					开垦	0.276 4
			工业污染	0.435 4	人为火灾	0.166 4
					酸雨	0.122 4
					烟煤光化学烟雾	0.067 0
					农药	0.277 4
自然因素	0.311 1	温室效应	0.298 6			
		大气、水、土壤等污染	0.234 6			
		气候变迁	0.288 1			
		地质灾害	0.186 4			
					0.254 6	
					0.270 9	

表 2 评价指标标准及赋值

指标	影响因子	定量分析	赋值
物种生存力	生存率 早衰率 健康率 死亡率	专家评议	1.87
物种遗传力	种群自交率 遗传多样性下降率 遗传漂变	遗传多样性水平较高,多态位点比率 P 为 45.7%, 平均每个多态位点的等位基因数目 A 为 1.46, 平均预期杂合度 H_e 为 0.205, 平均观察杂合度 H_o 为 0.352; 居群间遗传分化水平较高, $G_{ST}=0.401$, 居群间遗传一致度和遗传距离的平均值分别为 0.741 和 0.300 ^[10] . 从等位酶角度来看, 同一居群的个体间表现出较大的遗传同质性, 不同居群的个体之间发生了较明显的遗传分化 ^[16] . 缙云黄芩的繁育系统为专性异交, 可能自交不亲和 ^[17] .	1.2
分布频度	物种分布区域	仅分布于缙云山的 9 个地点, 分别为北温泉、绍龙观、洛阳桥、白云竹海、狮子峰、石花寺、青龙寨、高观音和园艺场.	4
现存多度	物种分布数量	缙云黄芩主要进行根茎克隆繁殖, 种群由许多无性系分株构成 ^[18] , 以基株计数, 其数量大约在 1 000~2 000 株之间.	3

续表 2 评价指标标准及赋值

指标	影响因子	定量分析	赋值
生殖方式	有性生殖率 无性生殖率	缙云黄芩小坚果萌发率极低, 仅为 3% 左右 ^[9] , 其有性生殖能力极弱; 主要进行根茎克隆繁殖, 无性生殖能力较强 ^[17] .	0.7
生殖能力	自交率 杂交率	缙云黄芩的繁育系统为专性异交, 不能自花传粉, 可能自交不亲和; 其自然坐果率为 21.08%, 人工异株异花杂交坐果率为 31.67% ^[17] .	0.3
种群结构	生活强度 更新力 稳定性	群落总体关联性方差值的变化范围为 7.19~4.95, 检验统计量的变化范围为 229.96~49.95, 群落内物种间的总体关联性表现出显著的正关联, 反映出群落的稳定性较好 ^[19] .	1.3
保护效果	引种栽培成活率 种子或植物器官、组织的离体培养成活率 再引种成活率	专家评议	1.03
生存能力	种群成活率 开花率 结实率	缙云黄芩每个花序有 30~50 朵花, 盛花期一般有 6~9 朵处于开放状态, 开花率在 30% 以下, 其自然坐果率为 21.08% ^[17] .	0.5
竞争能力	同物种的竞争能力 不同物种的竞争能力	缙云黄芩在其群落中生态位宽度最大, 并且缙云黄芩与具有相似环境要求的物种间生态位重叠也较大, 竞争比较激烈 ^[18] .	1.2
种群生活能力	种群存活率 种群繁殖率	缙云黄芩种群通过根茎克隆的方式快速扩大种群, 种群生活能力较强.	1.6
个体生活能力	个体存活率 个体繁殖率	缙云黄芩有性生殖能力极弱, 个体繁殖主要依靠根茎进行克隆繁殖, 无性生殖能力较强 ^[17] .	1.2
抗灾能力	抵抗力	专家评议	0.67
抗旱性	抵抗力	专家评议	1.37
抗干扰	抵抗力	专家评议	1.17
抗病虫害	抵抗力	专家评议	1.67
抗工业污染能力	抵抗力	专家评议	0.73
过度采伐	植被覆盖率 生境破碎化程度	缙云黄芩生境破碎化严重, 仅分布在 9 个地点, 呈“岛屿”状分布, 各种群之间相互隔离, 距离相对较远, 且每一种群占有面积狭小.	0.2
放牧	生境片段和消失、生境破碎化程度	缙云黄芩生境破碎化严重, 仅分布在 9 个地点, 呈“岛屿”状分布, 各种群之间相互隔离, 距离相对较远, 且每一种群占有面积狭小.	0.2
开垦	生境片段和消失、生境破碎化程度	缙云黄芩生境破碎化严重, 仅分布在 9 个地点, 呈“岛屿”状分布, 各种群之间相互隔离, 距离相对较远, 且每一种群占有面积狭小.	0.2
人为火灾	生境片段和消失、生境破碎化程度	缙云黄芩生境破碎化严重, 仅分布在 9 个地点, 呈“岛屿”状分布, 各种群之间相互隔离, 距离相对较远, 且每一种群占有面积狭小.	0.2
酸雨	pH 值	专家评议	1.27
烟煤光化学烟雾	非甲烷碳氢化合物/ 氮氧化物	专家评议	1.13
农药	农药浓度	专家评议	1.3
温室效应	温度变化	专家评议	1.47
大气、水、土壤等污染	污染指数	专家评议	1.43
气候变迁	气候变迁	专家评议	1.27
地质灾害	地质灾害	专家评议	1.87
洪涝、火灾等	水灾、火灾	专家评议	1.77
物种入侵	物种抵抗力 外来物种入侵	专家评议	1.17

国内外根据综合价值将野生植物分为 4 个濒危等级^[15], 分别为濒危种: $C \leq 0.4$; 渐危种: $0.4 < C \leq 0.6$; 稀有种: $0.6 < C \leq 0.8$; 较安全种: $C > 0.8$. 国政等^[14]将濒危种又分为 4 个等级, 分别为 I 级濒危: $0 \leq C \leq 0.1$; II 级濒危: $0.1 < C \leq 0.2$; III 级濒危: $0.2 < C \leq 0.3$; IV 级濒危: $0.3 < C \leq 0.4$.

2.3 评估步骤

采用野外生存现状调查分析和文献研究相结合的方法进行评估, 评估前收集尽可能多的缙云黄芩参考资料以供评估所用, 包括: ①相关志书: 《中国植物志》^[7]、《重庆缙云山植物志》^[8]、《重庆市重点保护野生植物名录》^[3]、《重庆市极小种群野生植物拯救保护工程实施方案》^[4]、《中国生物多样性红色名录—高等植物卷》评估报告^[5]、《中国物种红色名录》^[13]; ②野外生存现状调查数据; ③文献资料.

依据《IUCN 红色名录等级和标准》及其地区指南和中国极小种群野生植物濒危程度评价指标体系, 以缙云黄芩的生存现状和近年来衰退趋势为基础, 结合详细的物种信息数据, 对其濒危等级进行预评估, 将预评估结果征求 3 位专家意见, 并与现行濒危等级进行比较和分析, 最终确定缙云黄芩的濒危等级.

3 评估结果

通过使用《IUCN 红色名录等级和标准》的分级标准体系, 对缙云黄芩进行研究和生存现状评估, 其结果表明缙云黄芩仅存于缙云山的 9 个地点, 分布区面积仅为 1.5 km^2 , 种群被严重分割, 占有面积仅为 150 m^2 , 最小的只有 0.07 m^2 . 从生境的分布情况来看, 虽然目前还能为该物种提供少数“岛屿”状的适宜生境, 但这些生境极易受到人类活动的影响, 可以推断其部分栖息地面积狭小的亚种群在未来一段时间内将持续衰退. 因此, 根据上述缙云黄芩的野外真实生存状况, 按照 IUCN 红色名录标准 Blab(iv)+2ab(iv), 缙云黄芩已处于极危(Critically Endangered, CR)状态.

根据中国极小种群野生植物濒危程度评价指标体系, 采用线性加权平均法, 将根据野外生存现状调查数据和文献资料及专家评议得到的指标值代入综合评价指数表达式 $C = \sum_{i=1}^m [\sum_{j=1}^n (\sum_{k=1}^l (F_k \times P_k) \times R_j) \times W_i]$, 得到缙云黄芩的综合评价指数 C 为 0.39, 表明缙云黄芩已处于 IV 级濒危状态.

4 结论与讨论

采用《IUCN 红色名录等级和标准》及地区指南和中国极小种群野生植物濒危程度评价指标体系对重庆特有极小种群物种缙云黄芩的濒危等级进行评估, 如果完全套用 IUCN 等级和标准, 不适合具体的实情, 因此结合了中国极小种群野生植物濒危程度评价指标体系, 对其进行全面、准确的评估. 采用 2 种不同的评估方法却得到了相似的结果, 均表明缙云黄芩的濒危等级处于濒危及以上级别, 说明其生存现状不容乐观.

将缙云黄芩的濒危等级评估结果与其现行濒危等级进行对比, 结果表明现行濒危等级评定不合理, 仅定为无危(LC), 不能准确反映物种的真实生存状况, 可能原因是《中国物种红色名录》在评定时没有经过实地调查和定量评估, 实际研究较少, 缺乏缙云黄芩真实的野外生存数据, 导致其评估不合理. 这使得保护区在评定物种优先保护级别时无法正确估量缙云黄芩的价值, 致使其得不到足够的重视和保护. 缙云黄芩作为重庆市缙云山特有物种是宝贵的种质资源, 若其灭绝, 对于研究黄芩属的系统演化关系和缙云山生物多样性保护是一个巨大的损失. 本研究团队在近十几年的调查研究中积累了大量缙云黄芩的数据, 涵盖了群落及种群特征、种群生态位、形态变异、等位酶变异、遗传多样性、果实特征和有性生殖特性等方面, 能够真实反应缙云黄芩的野外生存现状. 试验数据表明缙云黄芩的现状堪忧, 因此建议将缙云黄芩的濒危等级升级至极危(CR), 以实现对其实施更有效的保护策略.

针对缙云黄芩严峻的生存现状, 建议重庆市缙云山自然保护区管理局在缙云黄芩分布区设立“缙云黄芩极小种群保护小区”, 并实施以下措施:

1) 加强宣传,提高管理人员和民众的保护意识.建议在保护小区内设立宣传栏、植物挂牌(道旁易受人为活动影响的种群)等形式对缙云黄芩进行宣传,提高人们的认知水平,使人们对其有“我认识,我知道,我保护”的意识,以达到进行有效保护的目的.

2) 就地保护和迁地保护有机结合.加大对缙云黄芩种群生境的保护力度,使现有种群不再退化,避免潜在的生存风险;同时实施有效的迁地保护,建立缙云黄芩保护中心,进行集中有效的保护.

3) 加强研究,为缙云黄芩的保护提供更多的科学依据.目前,对缙云黄芩已经开展了形态分化、群落特征、种群生态位、等位酶和遗传多样性等方面的研究,然而对其繁殖特性的研究极其欠缺,尤其是生殖方式的研究.笔者建议应该加强繁殖特性的研究,为该物种的保护提供科学的理论和实践依据.

4) 建设人工繁殖试验基地,进行种苗繁殖试验,建立缙云黄芩快速繁殖体系,并适时开展野外回归.

5) 建立缙云黄芩的种质资源库.将缙云黄芩的种子、器官、组织、花粉等种质资源贮藏于资源库中,以备研究需要.

参考文献:

- [1] 成克武,臧润国.物种濒危状态等级评价概述[J].生物多样性,2004,12(5):534-540.
- [2] 卢怡萌,张殷波.基于IUCN的山西省重点保护野生植物受威胁状态评估[J].森林工程,2013,29(4):18-23.
- [3] 重庆市人民政府.重庆市人民政府关于公布重庆市重点保护野生植物名录(第一批)的通知[EB/OL].(2015-02-13)[2015-06-08].<http://www.cq.gov.cn/publicinfo/web/views/Show!detail.action?sid=3961034>.
- [4] 重庆市林业局.关于印发《重庆市极小种群野生植物拯救保护工程实施方案(2011-2015)》的通知[EB/OL].(2012-10-24)[2015-08-08].http://www.cqforestry.gov.cn/articleview/2012-11-6/article_view_55323.htm.
- [5] 环境保护部,中国科学院.关于发布《中国生物多样性红色名录—高等植物卷》的公告[EB/OL].(2013-09-02)[2015-06-08].http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201309/t20130912_260061.htm.
- [6] 孙雄才,胡俊铨.中国唇形科植物的新种、新变种、新变型和新命名[J].植物分类学报,1966,11(1):35-58.
- [7] 《中国植物志》编辑委员会.中国植物志(第六十五卷第二分册)[M].北京:科学出版社,1977.
- [8] 熊济华.重庆缙云山植物志[M].重庆:西南师范大学出版社,2005.
- [9] 张家辉,史良,杨蕊,等.缙云山特有植物缙云黄芩果实特征研究[J].西北植物学报,2011,31(3):475-478.
- [10] 林长松,何平,邓洪平.缙云山特有植物缙云黄芩的遗传多样性研究[J].西北植物学报,2003,23(4):566-571.
- [11] RODRIGUES A S L, PILGRIM J D, LAMOREUX J F, et al. The Value of The IUCN Red List for Conservation [J]. Trends in Ecology and Evolution, 2006, 21(2): 71-76.
- [12] SSC/IUCN. IUCN Red List Categories and Criteria [M]. Oxford: IUCN Publications Services Unit, 2000.
- [13] 汪松,解焱.中国物种红色名录[M].北京:高等教育出版社,2004.
- [14] 国政,臧润国.中国极小种群野生植物濒危程度评价指标体系[J].林业科学,2013,49(6):10-17.
- [15] 吴小巧,丁雨龙.江苏云台山物种多样性及保护[J].江西农业大学学报,2004,26(2):208-211.
- [16] 林长松,何平,邓洪平.缙云山特有植物缙云黄芩的等位酶变异研究[J].西南师范大学学报(自然科学版),2002,27(2):219-225.
- [17] 刘开全,邓洪平.重庆特有濒危植物缙云黄芩的繁育系统研究[J].植物研究,2011,31(4):403-407.
- [18] 李俊敏,何平,林永慧,等.缙云山特有植物缙云黄芩种群生态位研究[J].西南师范大学学报(自然科学版),2004,29(3):451-456.
- [19] 李俊敏.濒危植物缙云黄芩(*Scutellaria tsinyunensis*)群落特征及种群结构与适应研究[D].重庆:西南师范大学,2004.

On Level Evaluation of Endangered Plant Species with Extremely Small Populations *Scutellaria tsinyunensis* Endemic in Chongqing

MA Kai-yang^{1,2}, DENG Hong-ping¹,
GUO Chen-hui¹, WANG You-wei¹, TAO Qi¹

1. School of Life Science, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. High School Affiliated to Ocean University of China, Qingdao Shandong 266100, China

Abstract: *Scutellaria tsinyunensis* is an endemic species with extremely small populations in Chongqing. Based on the living situation and declining trend in recent years, the endangered levels of S. have been evaluated by IUCN red list categories and criteria and user guide and evaluation index system of endangered levels of the wild plants with extremely small populations in China. The result indicates that S. has been evaluated as Critically Endangered (CR). And with the help of the evaluation index system, S. has been evaluated as highly endangered (IV level). There is great difference between the results and present least concern (LC) level. The study provide a scientific basis for the evaluation of endangered levels on S. and implementation of effective protection strategy.

Key words: *Scutellaria tsinyunensis*; IUCN red list; evaluation index system; endangered levels

责任编辑 夏 娟