

青藏高原特有禾本科植物三蕊草 受威胁等级评估

李伟伟^{1,2} 张 慧² 赵莉娜² 包 颖^{1*} 陈文俐^{2*}

1 (曲阜师范大学生命科学学院, 山东曲阜 273165)

2 (中国科学院植物研究所系统与进化植物学国家重点实验室, 北京 100093)

摘要: 青藏高原特有的禾本科单种属植物三蕊草(*Sinochasea trigyna*)是国家II级重点保护野生植物。由于研究材料较难获得, 一直以来缺乏该单种属植物的各项研究资料。本文在野外调查的基础上, 根据IUCN红色名录的国际评估标准, 评估该物种的受威胁等级为易危(Vulnerable, VU), 评估结果为VU B2ab(iii)。本文还初次报道了该种植物的染色体为小型染色体, 数目为 $2n = 2x = 22$ 。

关键词: 青藏高原, *Sinochasea trigyna*, 细胞学, 濒危

An evaluation of the endangerment status of *Sinochasea trigyna* (Poaceae) endemic to the Qinghai-Tibet Plateau

Weiwei Li^{1,2}, Hui Zhang², Lina Zhao², Ying Bao^{1*}, Wenli Chen^{2*}

1 College of Life Sciences, Qufu Normal University, Qufu, Shandong 273165

2 State Key Laboratory of Systematic and Evolutionary Botany, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093

Abstract: *Sinochasea trigyna* Keng (Family Poaceae) is endemic to the Qinghai-Tibet Plateau, and is listed as a second class national protected wild plant. The data about this monotypic genus is very scanty since its material difficult to acquire. According to the criterion of IUCN, the endangered level of *S. trigyna* is evaluated as VU B2ab(iii) based on the data from field investigations, herbarium records and the published literature. In this paper, we also reported the chromosome number (i.e. $2n = 22$) and the type microchromosome of *S. trigyna*, which are both novel findings.

Key words: Qinghai-Tibet Plateau, *Sinochasea trigyna*, cytology, endangered

对物种灭绝的危险程度进行科学、准确的估计, 即评估物种濒危等级, 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重要意义(成克武和臧润国, 2004)。我国保护生物学研究起步较晚, 大多数濒危物种的受威胁状态不明, 开展国家重点保护野生植物野外生存状态的调查, 提供物种受威胁状况的信息, 是当前我国保护生物学的重要工作内容之一(蒋志刚等, 1997)。

禾本科三蕊草(*Sinochasea trigyna*)是国家II级

重点保护野生植物(国家林业局和农业部, 1999, <http://www.forestry.gov.cn/portal/main/s/3094/minglu1.htm>)。三蕊草属为单种属, 由耿以礼根据其雌蕊具3枚柱头这一独特形态性状发表(Keng, 1958)。该属是禾本科早熟禾亚科的基部类群, 被称作进化上的“孤儿类群”(orphan group) (Soreng & Davids, 1998), 为我国禾草两个特有属之一(卢生莲和郭本兆, 1987; 蔡联炳, 1996; Wu & Phillips, 2006)。三蕊草仅零星分布于我国青海、西藏和四川的青藏高原地区, 分布海拔为4,430–5,135 m (郭本兆等, 1983; 卢生莲

收稿日期: 2012-01-15; 接受日期: 2012-03-21

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-YW-Z-0943)和国家自然科学基金(31070168, 30990241)

*共同通讯作者 Co-corresponding authors. E-mail: baoyingus@126.com; chenwl@ibcas.ac.cn

和郭本兆, 1987; Wu & Phillips, 2006)。该种植物种群数量稀少、分布区和生态幅狭窄, 是在进化时间尺度上面临生存危机的物种(蒋志刚和樊恩源, 2003), 但长期以来缺乏该种植物的各项研究资料。本文作者在三蕊草的主要分布区调查了其野外生存状况, 并根据IUCN红色名录的国际评估标准, 对三蕊草的受威胁等级进行了评估, 还首次报道了三蕊草的染色体资料, 可为进一步制定有效的保护策略和开展深入研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料收集与评估方法

通过对西藏、四川等地7个居群的野外实地考察, 记录三蕊草的地理分布信息、生境特点、居群特征, 并结合该种在国内主要标本馆的馆藏标本信息, 包括中国科学院植物研究所标本馆(PE)、中国科学院昆明植物研究所标本馆(KUN)、中国科学院成都生物研究所植物标本馆(CDBI)、西北农林科技大学标本馆(WUK)、中国科学院西北高原生物所(HNWP), 以及文献中记载的三蕊草相关信息(Keng, 1958; 耿以礼, 1959; 卢生莲, 1979, 1999; 卢生莲和郭本兆, 1987; Wu & Phillips, 2006), 汇编而成三蕊草濒危等级评估的基本数据资料。

IUCN(International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources)按灭绝风险大小, 把物种分为绝灭(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)、数据缺乏(Data Deficient, DD)和未予评估(Not Evaluated, NE)等共9个等级, 统称红色名录(Red List)(IUCN Species Survival Commission, 2001, Version 3.1)。其中的CR(极危)、EN(濒危)和VU(易危)3个等级合称受威胁等级, 受威胁等级是灭绝风险评估的重点, 也是确定优先保护物种的主要依据, IUCN为此专门设立5项标准(A-E)用于评估和界定物种受威胁等级, 每项标准下可包含若干亚标准和指标。当评估一个物种时, 应分别对照全部5项标准(及亚标准), 并在评估结果中列出符合最高等级的所有标准。例如, “EN A2ab; C1”表示该物种受威胁等级为濒危(EN), 符合A和C两项标准, 其他标准(B、D、E)要么不符合, 要么得出较低等级如易危

(VU), 故未予列出。

我们根据野外调查所得信息, 结合标本及文献资料估算三蕊草的分布区面积(extent of occurrence, EOO)和占有面积(area of occupancy, AOO)。具体做法是利用ArcGIS 9.3软件(ESRI, Redlands, California, <http://www.esri.com/software/arcgis>)绘制分布图并计算分布区面积(图1)。按IUCN Species Survival Commission(2001)方形样格法计算占有面积, 总占有面积 = 一个方格面积×物种已知分布地点的数目。我们依据该物种野外居群状况, 选择边长为2 km的方形样格代表一个分布地点的占有面积。计算分布地点的植株数目时, 重合或相近的地点只计算一次。在获得分布面积的基础上对其进行受威胁等级评估。

1.2 染色体观察

选择采自四川稻城的1个居群以及西藏定日、申扎的2个居群的成熟种子, 进行染色体实验(表1)。凭证标本保存在中国科学院植物研究所标本馆(PE)。

首先将供试材料的成熟种子置于25 ℃ LRH系列生化培养箱(上海恒科学仪器有限公司生产)中发芽, 待根尖长至1–2 cm时, 截取根尖; 在10–20 0.1%秋水仙素(北京鼎国昌盛生物技术有限责任公司生产)溶液中预处理2–3 h; 蒸馏水冲洗根尖, 然后将材料转入4 卡诺固定液(无水乙醇: 冰醋酸 = 3 : 1, 均由北京化工厂生产)中固定0.5–1 h。制片前用1 M 盐酸(北京化工厂生产)解离10–15 min; 改良卡宝品红染色剂染色0.5 h; 按常规方法压片镜检。经镜检挑选染色体分散良好的细胞, 用中性树胶(国药集团化学试剂有限公司生产)封片, 最后于Zeiss Axio Imager A1显微镜(蔡司光学仪器(上海)国际贸易有限公司生产)100倍油镜下观察照相。

选取处于分裂中期的20–30个细胞计数, 其中, 85%以上的细胞具恒定一致的染色体数, 即可认为是该植物的染色体数目(李懋学和陈瑞阳, 1985)。每条染色体的长度为相应的染色体在5个细胞中长度的平均值。染色体的形态大小根据染色体长度的范围分为4个等级: 染色体 $\leq 1.0 \mu\text{m}$, 称为微型染色体; $1.0 \mu\text{m} < \text{染色体} \leq 4.0 \mu\text{m}$, 称为小型染色体; $4.0 \mu\text{m} < \text{染色体} \leq 12.00 \mu\text{m}$, 称为中等大小染色体; 染色体 $> 12.0 \mu\text{m}$, 称为大染色体(李懋学和张赞平, 1996)。

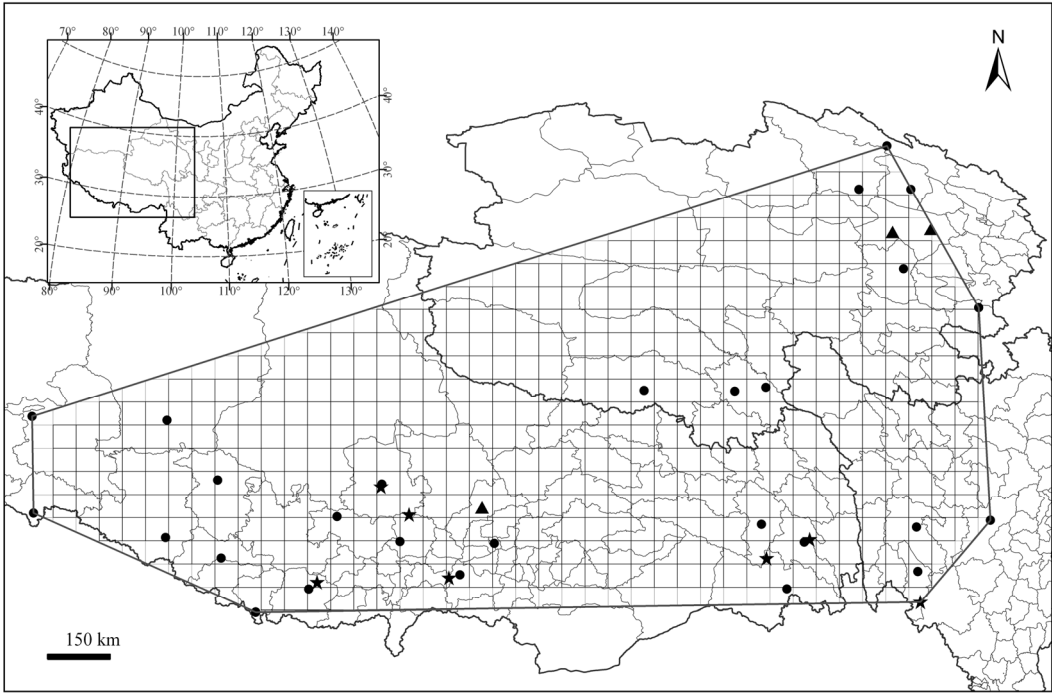


图1 三蕊草地理分布图(圆形表示标本记录点; 星形表示居群采样点; 三角形表示文献记载点)
Fig. 1 Distribution map of *Sinochasea trigyna*. Circles indicate collection sites of specimens, stars indicate field investigation sites, and triangles indicate literature recorded sites.

表1 三蕊草的染色体数目及野外居群调查数据
Table 1 Chromosome number and field information of studied *Sinochasea trigyna* populations

居群编号 Population	地点 Locality	生境 Habitat	海拔 Altitude (m)	分布面积 Population area (m ²)	居群大小(株) Population size (individual)	凭证标本 Voucher	染色体数目 Chromo- some number
S1	四川稻城 Daocheng, Sichuan	杜鹃灌丛草甸的多石地带 Stony land among <i>Rhododendron</i> shrub meadow	4,430	1,000	~10,000	陈文俐, 张慧208 Chen Wenli, Zhang Hui 208	2n = 22
S2	西藏定日 Tingri, Tibet	山坡冲积沟, 多石, 锦鸡儿灌丛草甸 Stony land, diluvial ditches among <i>Caragana</i> shrub meadow	4,881	100	~500	陈文俐, 张慧372 Chen Wenli, Zhang Hui 372	2n = 22
S3	西藏申扎 Xainza, Tibet	雪山下, 阳坡, 多石 Stony land of sunny slope of jokul	4,729	1,000	~300	陈文俐, 张慧410 Chen Wenli, Zhang Hui 410	2n = 22
S4	西藏察隅 Zayü, Tibet	山顶草甸、杜鹃灌丛 <i>Rhododendron</i> shrub meadow	4,803	200	~100	陈文俐, 张慧103 Chen Wenli, Zhang Hui 103	
S5	西藏左贡 Zogong, Tibet	圆柏灌丛间, 小溪旁, 砾石间 Stony land along the stream among <i>Sabina</i> shrub meadow	4,900	80	~300	陈文俐, 张慧115 Chen Wenli, Zhang Hui 115	
S6	西藏南木林 Namling, Tibet	阳坡草甸、冲积沟多石处 Stony land along the diluvial ditches of sunny slope meadow	5,135	10,000	~300	陈文俐, 张慧411 Chen Wenli, Zhang Hui 411	
S7	西藏浪卡子 Nagarzê, Tibet	阳坡草地、溪旁、石缝间、冲积沟 Rock crevices and stony land along the diluvial ditches and stream of sunny grass slope	5,006	1,600	~150	陈文俐, 张慧417 Chen Wenli, Zhang Hui 417	
居群平均值 Average				1,997	~1,660		

2 结果

2.1 受威胁等级评估

2009年8–9月间,我们在西藏和四川境内考察了三蕊草的7个居群,发现该植物零星分布在海拔4,430–5,135 m的灌丛草甸、砾石山坡、雪水冲击石滩等有季节性融雪的多石地带。通过查阅国内主要标本馆的馆藏标本,统计三蕊草共有64份标本(PE/26份, KUN/12份, CDBI/8份, WUK/2份, HNWP/16份), 采自27个地点。现有文献的记载中三蕊草共有16个分布地点(Keng, 1958; 耿以礼, 1959; 卢生莲, 1979; 卢生莲和郭本兆, 1987; 卢生莲, 1999; Wu & Phillips, 2006)。经过比对,我们发现野外实地考察的7个地点中,有4个与标本记录地点接近(图1), 而文献记载的16个分布地点中,也有13个与标本采集记录地一致(这13个地点在图1中统一用标本记录的圆点图例表示)。综合以上数据,计三蕊草的分布地点有37处,其中用来参加占有面积计算的分布地点33处(图1)。

根据用ArcGIS 9.3软件作出的三蕊草的分布地点信息和分布图(图1), 计算得出: 分布区面积(EOO)约为 $1.4 \times 10^6 \text{ km}^2$ (图1中凸多边形所示), 占有面积

(AOO)为 132 km^2 (一个方格面积 \times 物种已知地点的数目 $= 4 \text{ km}^2 \times 33$)。

依据收集到的资料,我们采用IUCN红色名录标准(IUCN, 2001, Version 3.1)对三蕊草进行灭绝风险评估。结果发现5条标准中,只适用于B标准(分布区小且严重破碎、持续衰退或极度波动)。三蕊草占有面积 $132 \text{ km}^2 < 500 \text{ km}^2$,符合易危(VU)等级B2中占有面积的标准;其分布地位于海拔4,430–5,135 m的高原地带,由于山脉阻隔等地理隔离因素导致居群之间极难发生交流,各地区之间的居群形成严重分割(B2a)。近年来,随着西藏(西部)公路网建设和旅游活动的迅猛发展,三蕊草的栖息地已经开始受到人为活动的影响。例如四川稻城县和西藏浪卡子县三蕊草的分布区域已被开发成著名的高山旅游景点(图2)。可以预见,人类活动陡增势必不可避免地干扰和破坏三蕊草栖息地的自然环境,影响栖息地的质量。

综合上述评估结果,结合实际评估经验,三蕊草的红色名录等级为易危(VU B2ab(iii))。另外基于三蕊草属为单种属,是我国禾草仅有的两个特有属之一,且已被列入《国家重点保护野生植物名录》级保护的事实,我们建议当地政府把三蕊草列入



图2 三蕊草野外生境(西藏, 浪卡子县, 乃钦康桑雪山)。(A) 三蕊草植株;(B) 乃钦康桑雪山已被开发成高山旅游景点。

Fig. 2 Habitat of *Sinochasea trigyna* (Nagarzê, Tibet). (A) Habit of *S. trigyna*; (B) The newly developed tourism area to show glacier on high mountain.

保护植物名录中。

2.2 染色体数目

对分别采自西藏和四川共3个居群的三蕊草进行染色体观察和计数, 结果显示, 3个居群的染色体数目一致, 均为 $2n = 22$, 基数 $x = 11$, 染色体长度为 $1.07\text{--}2.72\text{ }\mu\text{m}$ (图3), 属于小型染色体(李懋学和张赞平, 1996)。细胞学证据支持具有基数 $x = 11$ 的小型染色体的三蕊草属与染色体基数为7的早熟禾亚科的核心类群关系较远, 应当是早熟禾亚科基部的一个子遗类群。研究证明, 特有类群尤其是特有属容易灭绝, 如何有效保护地方性子遗的特有属, 已经引起广泛关注(蒋志刚等, 1997)。因此, 在本文工作的基础上, 进一步深入开展该特有属植物进化问题的研究, 探讨该类灭绝式样的机制, 为有效保护该地方性子遗特有属提供理论依据, 将是我们需要继续开展的工作。



图3 三蕊草的有丝分裂中期染色体形态图

Fig. 3 Photomicrograph of metaphase chromosome of *Sinochasea trigyna*

参考文献

- Cai LB (蔡联炳) (1996) Studies on the systematic position of the genus *Sinochasea*. *Bulletin Botanical Research* (植物研究), **16**, 273–280. (in Chinese with English abstract)
- Cheng KW (成克武), Zang RG (臧润国) (2004) Advances in species endangerment assessment. *Biodiversity Science* (生物多样性), **12**, 534–540. (in Chinese with English abstract)

- IUCN Species Survival Commission (2001) *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3. 1*. IUCN Species Survival Commission, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Jiang ZG (蒋志刚), Fan EY (樊恩源) (2003) Exploring the endangered species criteria: rethinking the IUCN Red List Criteria. *Biodiversity Science* (生物多样性), **11**, 383–392. (in Chinese with English abstract)
- Jiang ZG (蒋志刚), Ma KP (马克平), Han XG (韩兴国) (1997) *Conservation Biology* (保护生物学). Zhejiang Science and Technology Press, Zhejiang. (in Chinese)
- Keng YL (1958) Two new genera of grasses from China. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, **48**, 115–118.
- Keng YL (耿以礼) (1959) *Flora Illustralis Plantarum Primarum Sinicarum: Gramineae* (中国主要植物图说: 禾本科), pp. 475–619. Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Kuo PC (郭本兆), Wang SJ (王世金), Lu SL (卢生莲), Sun YH (孙永华) (1983) Researches evolution of spikelet morphology and the generic relationships of tribe Stipeae in China. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica* (西北植物研究), **3**, 18–27. (in Chinese with English abstract)
- Li MX (李懋学), Chen RY (陈瑞阳) (1985) A suggestion on the standardization of karyotype analysis in plants. *Journal of Wuhan Botanical Research* (武汉植物研究), **3**, 267–302. (in Chinese with English abstract)
- Li MX (李懋学), Zhang ZP (张赞平) (1996) *Crop Chromosome and Its Research Techniques* (作物染色体及其研究技术), pp. 1–60. China Agriculture Press, Beijing. (in Chinese)
- Lu SL (卢生莲) (1979) *Sinochasea* Keng. In: *Flora Xizangica* (西藏植物志), Tomus 5 (ed. Wu CY (吴征镒)), pp. 228–231. Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Lu SL (卢生莲) (1999) *Sinochasea* Keng. In: *Flora Qinghaiica* (青海植物志), Tomus 4 (ed. Liu SW (刘尚武)), p. 168. Qinghai People's Publishing House, Xi'ning. (in Chinese)
- Lu SL (卢生莲), Kuo PC (郭本兆) (1987) Stipeae Dumort. In: *Flora Reipublicae Popularis Sinicae* (中国植物志), Tomus 9 (ed. Kuo PC (郭本兆)), pp. 266–329. Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Pimm SL, Russell GJ, Gittleman JL, Brook TM (1995) The future of biodiversity. *Science*, **269**, 347–350.
- Soreng RJ, Davids JI (1998) Phylogenetics and character evolution in the grass family (Poaceae): simultaneous analysis of morphological and chloroplast DNA restriction site character sets. *The Botanical Review*, **64**, 1–85.
- Wu ZL, Phillips SM (2006) Tribe Stipeae. In: *Flora of China*, Vol. 22 (eds Wu ZY, Raven PH, Hong DY), pp. 187–212. Science Press, Beijing, Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.

(责任编辑: 葛学军 责任编辑: 时意专)