

滇西北丽江市中国种子植物特有种组成分析

朱 青, 盛 岩

(中国人民大学 环境学院, 北京 100872)

摘要: 以物种多样性较为丰富的滇西北丽江市玉龙纳西族自治县和古城区为研究区, 以区域内中国特有种子植物为对象, 对区域内特有种子植物物种组成、特有性及濒危状况进行研究。结果表明: ①研究区中国特有种子植物资源数量较多, 中国特有种 107 科 434 属 1 659 种, 占中国特有种子植物种数的 12.94%, 特有现象明显; ②特有种子植物的优势科、属明显, 研究区内种数>49 种的科共 11 个, 所含种数占比 52.93%, 种数>10 种的属共 29 属, 所含种数占比 38.22%, 这些科和属是研究区特有植物科属的主要组成成分; ③种子植物特有性突出, 地方特有种众多, 共有云南特有种 355 种, 玉龙纳西族自治县和古城区特有种子植物 48 种; ④中国特有种子植物受威胁等级植物共 116 种, 其中极危等级物种 9 种, 濒危等级物种 28 种, 易危等级物种 79 种, 占研究区所有中国特有种种子植物的 6.99%; 玉龙纳西族自治县和古城区 48 种特有种子植物中易危等级物种 4 种, 近危等级物种 6 种; 研究区内的受威胁物种以及研究区特有物种中的受威胁物种具有重要的保护价值。表 8 参 17

关键词: 植物学; 滇西北; 中国特有种子植物; 物种组成; 玉龙纳西族自治县; 古城区

中图分类号: S718.3; Q948.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2019)03-0479-07

Composition of seed plants endemic to China in Lijiang City, Northwest Yunnan

ZHU Qing, SHENG Yan

(School of Environment and Natural Resources, Renmin University of China, Beijing 100872, China)

Abstract: To study species diversity in Lijiang City of Northwestern Yunnan Province of China, Yulong Naxi Autonomous County and Gucheng District were selected as the study area. Species composition, endemism, and extinction risk of endemic seed plants in the area were determined by taking endemic seed plants in China as research objects. Using the “database of diversity and geographical distribution” of Chinese endemic seed plants to get the basic information such as family, genus, which were located in Yulong Naxi Autonomous county and Gucheng District. Results showed that endemic seed plants were diverse and widespread, with the flora of Yulong Naxi Autonomous County and Gucheng District consisting of 1 659 species of seed plants endemic to China, accounting for 12.94% of the total species of seed plants. These 1 659 species belonged to 107 families, and 434 genera, with 11 families containing more than 49 species, for 52.93% of the total species. Also, 29 genera contained more than 10 species, accounting for 38.22% of the total species. Of the 355 species endemic to Yunnan, 48 species were endemic to Yulong Naxi Autonomous County and Gucheng District, and these families and genera were the major components of the genus of endemic plants in the study area. A total of 116 threatened plants in the study area were found, accounting for 6.99% of all Chinese endemic seed plants, with nine species classified as critically endangered (CR), 28 species classified as Endangered (EN), and 79 species classified as Vulnerable (VU) with four species being threatened, and six species being Near Threatened (NT); Thus, since threatened species in the study area and threatened species endemic to the study

收稿日期: 2018-06-11; 修回日期: 2018-09-11

基金项目: 中国人民大学专项基金资助项目(297217000021)

作者简介: 朱青, 从事生物多样性研究。E-mail: zqlym@ruc.edu.cn。通信作者: 盛岩, 副教授, 博士, 从事植物生态学研究。E-mail: shengyan@ruc.edu.cn

area have important conservation value, they should be protected. [Ch, 8 tab. 17 ref.]

Key words: botany; Northwest Yunnan; endemic seed plants; species composition; Yulong Naxi Autonomous County; Gucheng District

特有现象(endemism)是指某一生物类群单元(如种、属或科)局限分布于某一地理区域内的现象^[1]。研究植物特有现象有助于人们更好地理解植物区系的起源、种系分化和演化进程^[2-4]。特有植物是指其自然分布的地理区域狭窄或异常狭窄的植物种类,多数特有植物为珍稀濒危植物,是生物多样性保护研究的重点对象^[5-6]。云南省是中国野生生物种类和生态系统最丰富的地区,保留有许多地方特有种、珍稀濒危物种和具有较高药用价值的动植物类群,是国际上陆地生物多样性的关键地区^[7]。云南省特有种种子植物分布中心包括滇西北横断山区和滇东南地区^[8-9]。本研究选取生物多样性丰富的滇西北丽江市玉龙纳西族自治县(以下简称玉龙县)和古城区为研究区,通过对区域内特有种子植物物种组成进行研究,识别研究区内特有种子植物的主要科属结构,并分析研究区内特有种子植物的经济用途和珍稀濒危状况,为开展特有植物的生物多样性保护提供支持。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

玉龙县及古城区隶属于丽江市,26°34'~27°46'N,99°23'~100°32'E。玉龙县位于青藏高原东南边缘横断山地向云贵高原过渡的衔接地段,县境兼具横断山峡谷和滇西高原两单元的地貌特征,有山地、盆地(坝子)、河谷等3类地貌。玉龙县面积6 392.6 km²,其中山区和半山区占95%,气候属低纬度高原南亚季风气候,年平均气温12.6℃,年平均降水量为801.0 mm。古城区南与大理州鹤庆县相连,西北与玉龙县相接,东邻永胜县和宁蒗彝族自治县,海拔在1 129.0~2 700.0 m,面积为1 255.4 km²,有山地和坝区(山间盆地)等2类地貌,其中山区占总面积的77%,气候属低纬高原季风气候,年平均气温为12.6℃,年均降水量为950.0 mm。

1.2 数据来源

本研究数据取自“中国特有种子植物的多样性及其地理分布数据库”(中国科学院植物研究所提供),数据库资料来源于《中国植物志》《云南植物志》和其他地方性植物志书和考察报告等,经济用途参照《中国植物志》,保护等级参照《中国生物多样性红色名录:高等植物卷》(2013)。科的分布区根据吴征镒等^[7]有关中国种子植物科的分布区类型的界定,属的分布区根据吴征镒^[10]中国种子植物特有属的研究进行界定。

1.3 研究方法

利用中国特有种子植物的“多样性及其地理分布的数据库”提取分布地位于玉龙县和古城区的每个植物物种的分类地位和科、属、种的拉丁名、中文名及其生活型等基本信息。对照《中国植物志》中经济用途植物和《中国生物多样性红色名录:高等植物卷》(2013)进一步提取和筛选,并对玉龙县和古城区特有种的科、属的分布区进行统计。

2 结果与分析

2.1 玉龙县和古城区中国特有种子植物的组成和生活型分析

由表1可见:研究区内中国特有种子植物共107科434属1 659种,其中裸子植物较少,共17种,分属松科Pinaceae,柏科Cupressaceae,红豆杉科Taxaceae和麻黄科Ephedraceae。被子植物数量较多,且其中双子叶植物占有数量优势,占比88.06%。研究区植物的生活型主要为乔木、灌木、草本和藤本四大类,其中草本植物种数最多,占比62.51%,其次为灌木,乔木和藤本植物较少。

2.2 玉龙县和古城区中国特有种子植物科的数量结构分析

对各科所含有种数进行统计分析,将研究区内中国特有种子植物按照科中所含有的种数划分为含1种的科、含2~9种的科、含10~19种的科、含20~29种的科、含30~39种的科、含40~49种的科、>49种的科等7类(表2)。其中含49种以上的科共11个,占总科数的10.28%,11科共包含特有种子植

表 1 玉龙县与古城区中国特有种子植物物种组成和生活型统计

植物类型	物种组成			生活型/种			
	科数	属数	种数	乔木	灌木	草本	藤本
裸子植物	4	10	17	15	2	0	0
被子植物	103	424	1 642	108	450	1 037	47
合计	107	434	1 659	123	452	1 037	47

物 878 种，占总种数的 52.93%，其中，菊科 Asteraceae 和蔷薇科 Rosaceae 所含物种数量较多，分别含 173 种和 123 种，伞形科 Apiaceae，毛茛科 Ranunculaceae，唇形科 Lamiaceae 和玄参科 Scrophulariaceae 含有的特有种子植物数量也较多。研究区含特有种子植物 10 种以下的科有 72 个，占总科数的 67.29%，其中只含有 1 种特有种子植物的科 22 个。这些科所含物种数虽然占比较小，但却丰富了研究区的物种多样性，表明区域特有种子植物科的分化程度较高。

表 2 玉龙县与古城区中国特有种子植物科的数量结构分析

Table 2 Statistics of families and species number of seed plants endemic to China in Yulong County and Gucheng District									
科类型/种	科		种		科类型/种	科		种	
	科属	比例/%	种数	比例/%		科属	比例/%	种数	比例/%
1	22	20.56	22	1.33	30~39	2	1.87	68	4.10
2~9	50	46.73	208	12.53	40~49	4	3.74	178	10.73
10~19	13	12.15	184	11.09	>49	11	10.28	878	52.93
20~29	5	4.67	121	7.29	总计	107	100.00	1 659	100.00

2.3 玉龙县和古城区中国特有种子植物属的数量结构分析

对各属所含有种数进行统计分析，将研究区内中国特有种子植物按照属中所含有的种数划分为含 1 种的属、含 2~5 种的属、含 6~10 种的属、>10 种的属等 4 类(表 3)。其中，>10 种的属中含有物种数最多，种数占总种数的 38.22%，这些属是研究区特有种子植物构成的主要部分(表 4)。其中，马先蒿属 *Pedicularis* 是玄参科 Scrophulariaceae 植物的一个属，共含有 48 种植物，是特有种子植物所有属中含有物种数量最多的属，杜鹃属 *Rhododendron*，柳属 *Salix* 及风毛菊属 *Saussurea* 等含有特有种子植物数量也较多。

2.4 玉龙县和古城区中国特有种子植物种特有性分析

参照李锡文^[11]的方案，研究区内的中国特有种可进

表 3 玉龙县与古城区中国特有种子植物属的数量结构分布

Table 3 Statistics of genus and species number of endemic seed plants endemic to China in Yulong County and Gucheng District				
属类型/种	属		种	
	属数	比例/%	种数	比例/%
1	187	43.09	187	11.27
2~5	169	38.94	484	29.17
6~10	49	11.29	354	21.34
>10	29	6.68	634	38.22
总计	434	100.00	1 659	100.00

表 4 玉龙县与古城区中国特有种子植物各属统计(>10 种)

Table 4 Ordering of genus of seed plants (>10 species) endemic to China in Yulong County and Gucheng District								
编号	属名	种数	编号	属名	种数	编号	属名	种数
1	马先蒿属 <i>Pedicularis</i>	48	11	紫堇属 <i>Corydalis</i>	18	21	铁线莲属 <i>Clematis</i>	14
2	杜鹃属 <i>Rhododendron</i>	47	12	翠雀属 <i>Delphinium</i>	18	22	鼠尾草属 <i>Salvia</i>	14
3	柳属 <i>Salix</i>	42	13	薹草属 <i>Carex</i>	18	23	樱属 <i>Cerasus</i>	13
4	风毛菊属 <i>Saussurea</i>	36	14	栒子属 <i>Cotoneaster</i>	17	24	木蓝属 <i>Indigofera</i>	13
5	报春花属 <i>Primula</i>	35	15	蝇子草属 <i>Silene</i>	17	25	獐牙菜属 <i>Swertia</i>	13
6	虎耳草属 <i>Saxifraga</i>	34	16	藁本属 <i>Ligusticum</i>	17	26	香茶菜属 <i>Isodon</i>	13
7	龙胆属 <i>Gentiana</i>	32	17	绣线菊属 <i>Spiraea</i>	16	27	花楸属 <i>Sorbus</i>	12
8	小檗属 <i>Berberis</i>	29	18	蔷薇属 <i>Rosa</i>	16	28	景天属 <i>Sedum</i>	11
9	橐吾属 <i>Ligularia</i>	29	19	乌头属 <i>Aconitum</i>	15	29	凤仙花属 <i>Impatiens</i>	11
10	无心菜属 <i>Arenaria</i>	22	20	紫菀属 <i>Aster</i>	15			

一步划分为 3 个分布亚型,分别为研究区特有、研究区与云南其他区域共有、研究区与中国其他地区共有(表 5)。研究结果表明:在研究区内 1 659 种中国特有种子植物中,研究区特有种及研究区与云南其他区域共有种共 355 种,占研究区内中国特有种子植物种数的 21.40%,其中,分布范围更为狭窄的玉龙县和古城区特有种 48 种,占研究区内云南特有种数的 13.52%。这 48 种研究区特有种分别属于 28 科 37 属,其中包括 1 个中国特有科^[7]和 1 个中国特有属^[10],分别为杜仲科 *Eucommiaceae* 和半脊茅属 *Hemilophia*。

2.5 玉龙县和古城区中国特有种子植物所归科和属的区系分布类型分析

2.5.1 科的区系分布类型分析 科的地理分布反映了相对久远的地质历史上该地区植物地理分布格局^[12]。根据世界种子植物科的分布区类型划分方法^[7],玉龙县和古城区中国特有种子植物的 107 科可分为 10 个分布区类型 9 个变型(表 6)。研究区含中国特有种子植物物种数最多的 19 个科中 73.68%的科分布区类型均为世界广布。从表 6 看出,除了世界分布类型外,该研究区热带成分和温带成分比例相近,分别为 56.16%和 43.84%。其中,泛热带分布及其变型所占比例最高,达 41.10%,如荨麻科 *Urticaceae*,檀香科 *Santalaceae*,马兜铃科 *Aristolochiaceae*,防己科 *Menispermaceae* 和大戟科 *Euphorbiaceae* 等,表明该区种子植物区系的起源与全球大部分热带地区联系密切。其次为北温带分布及其变型比例为 31.50%,主要以北温带和南温带间断分布为主,为 16.43%,如柏科 *Cupressaceae*,红豆杉科 *Taxaceae*,杨柳科 *Salicaceae* 和黄杨科 *Buxaceae*,表明该研究区区系的温带成分来源较为简单,可能与玉龙县位于青藏高原东南边横断山地向云贵高原过渡的衔接地带,玉龙雪山阻碍了中亚、西亚、旧世界温带以及温带、亚洲等温带成分的渗入有关。

表 6 玉龙县与古城区中国特有种子植物科的分布区类型

Table 6 Distribution types of families of seed plants endemic to China in Yulong County and Gucheng District					
分布区类型		科数	比例/ %	分布区类型	
1 世界广布		34		8 北温带分布	7 9.59
2 泛热带分布		27	36.99	8-2 北极—高山分布	1 1.37
2-1 热带亚洲—大洋洲和热带美洲(南美洲、墨西哥)分布	1	1	1.37	8-4 北温带和南温带间断分布	12 16.43
2-2 热带亚洲—热带非洲—热带美洲(南美洲)分布	2	2	2.74	8-5 欧亚和南美洲温带间断分布	3 4.11
3 东亚(热带、亚热带)及热带南美间断分布	5	5	6.85	9 东亚及北美间断分布	2 2.74
4 旧世界热带分布	1	1	1.37	10 旧世界温带分布	1 1.37
5 热带亚洲至热带大洋洲分布	3	3	4.11	10-3 欧亚和南非(有时也在澳大利亚)	2 2.74
6 热带亚洲至热带非洲分布				14 东亚分布	2 2.74
6d 南非(主要是好望角)分布	1	1	1.37	14SH 中国—喜马拉雅分布	1 1.37
7d 全分布区东达新几内亚,新几内亚特有种(7d)	1	1	1.37	15 中国特有分布	1 1.37
				总计	107 100.00

说明:计算分布区类型比例时不计算世界广布

2.5.2 属的区系分布类型分析 由表 7 可见:其中热带亚热带成分的属共 119 属,占非世界分布属总数的 29.68%,温带成分的属共 252 属,占非世界广布属总数的 62.84%,温带成分占绝对优势,其中以北温带分布及其变形最多,共有 122 属,占非世界广布属总数的 30.42%,如百合属 *Lilium*,报春花属 *Primula*,翠雀属 *Delphinium* 表明了研究区与北温带植物区系间的密切联系。

2.6 玉龙县和古城区中国特有种子植物种的濒危状况分析

将研究区内中国特有种子植物参照《中国生物多样性红色名录:高等植物卷》(2013)进行濒危状况的统计分析,得到区域内植物受威胁等级情况(表 8),区域内受威胁等级物种共 116 种,占研究区所有中国特有种子植物的 6.99%。其中裸子植物 3 种,分别为秦岭冷杉 *Abies chensiensis*,澜沧黄杉 *Pseudotsuga*

表 5 玉龙县与古城区中国特有种子植物的分布区亚型

Table 5 Areal-subtypes of seed plants endemic to China in Yulong County and Gucheng District		
分布亚型	种数	占本区中国特 有種的比例/%
15(1)研究区特有	48	2.89
15(2)研究区与云南其他区域共有	307	18.51
15(3)研究区与中国其他地区共有	1 304	78.60
总计	1 659	100.00

表 7 玉龙县与古城区中国特有种子植物属的分布区类型

Table 7 Distribution types of genus of seed plants endemic to China in Yulong County and Gucheng District					
分布区类型		属数	比例/%	分布区类型	属数 比例/%
1 世界广布		33		8-5 欧亚和南美洲温带间断分布	1 0.25
2 泛热带分布		53	13.22	9 东亚及北美间断分布	29 7.23
2-1 热带亚洲—大洋洲和热带美洲(南美洲、墨西哥)分布		1	0.25	9-1 东亚和墨西哥间断分布	1 0.25
3 东亚(热带、亚热带)及热带南美间断分布		7	1.74	10 旧世界温带分布	23 5.74
4 旧世界热带分布		12	2.99	10-1 地中海区、西亚(或中亚)和东亚间断分布	7 1.74
4-1 热带亚洲、非洲(或东非、马达加斯加)和大洋洲间断分布		2	0.50	10-2 地中海区和喜马拉雅间断分布	2 0.50
5 热带亚洲至热带大洋洲分布		12	2.99	10-3 欧亚和南非(有时也在澳大利亚)分布	1 0.25
6 热带亚洲至热带非洲分布		10	2.49	11 温带亚洲分布	7 1.74
6-1 华南、西南到印度和热带非洲间断分布		1	0.25	12 地中海区、西亚至中亚分布	2 0.50
6-2 热带亚洲和东非或马达加斯加间断分布		1	0.25	12-3 地中海区至温带—热带亚洲、大洋洲和南美洲间断分布	1 0.25
7 热带亚洲(印度—马来西亚)分布		15	3.74	12-4 地中海区至热带非洲和喜马拉雅间断分布	2 0.50
7-1 爪哇(或苏门达腊)、喜马拉雅间断或星散分布到华南、西南分布		1	0.25	13-2 中亚至喜马拉雅和我国西南分布	4 1.00
7-2 热带印度至华南(尤其云南南部)分布		1	0.25	14 东亚分布	19 4.74
7-3 缅甸、泰国至华西南分布		1	0.25	14 (SH)中国—喜马拉雅分布	28 6.98
7-4 越南(或中南半岛)至华南(或西南)分布		2	0.50	14 (SJ)中国—日本分布	4 1.00
8 北温带分布		96	23.94	15 中国特有分布	30 7.48
8-2 北极—高山分布		4	1.00	总计	434 100.00
8-4 北温带和南温带间断分布		21	5.24		

说明：计算分布区类型比例时不计算世界广布

forrestii, 巴山榧树 *Torreya fargesii*; 被子植物受威胁等级 113 种, 被子植物中受威胁程度最高的科为兰科 Orchidaceae, 共含有 13 种受威胁物种, 毛茛科 Ranunculaceae 含有 9 种受威胁等级物种, 蔷薇科 Rosaceae 含有 8 种受威胁等级物种。在 116 种受威胁特有种子植物中, 处于极危等级的物种有 9 种, 分别为丽江蔷薇 *Rosa lichiangensis*, 鞘柄翠雀花 *Delphinium coleopodum*, 合果景天 *Sedum concarpum*, 禄劝景天 *Sedum luchuanicum*, 假枝冬青 *Ilex wangiana*, 光亮薯蓣 *Dioscorea nitens*, 异叶薯蓣 *Dioscorea biformifolia*, 近掌麦鼠尾草 *Salvia subpalmatinervis* 和丽江杓兰 *Cypripedium lichiangense*。

地方特有植物自然地理分布区系较为狭窄, 一旦区域生态系统受到干扰就可能灭绝, 是应着重保护的物种。对 48 种玉龙县与古城区特有种濒危状况进行进一步的统计分析, 其中红色名录中共收录 39 种植物, 占比 81.25%。研究区内易危等级物种共 4 种, 分别为丽江绣线菊 *Spiraea lichiangensis*, 扬子黄耆 *Astragalus yangtzeanus*, 半脊芥 *Hemilophia pulchella*, 丽江百合 *Lilium lijiangense*。近危等级物种共 6 种, 分别为玉龙山谷精草 *Eriocaulon rockianum*, 异药龙胆 *Gentiana anisostemon*, 玉龙藁草 *Carex yulungshanensis*, 似矮藁草 *Carex pseudohumilis*, 茧衣香青 *Anaphalis chlamydophylla* 和丽江野丁香 *Leptodermis dielsiana*。这些物种特有性明显, 具有重要的保护价值, 同时有些植物还具有重要的经济价值, 如异药龙胆可入药, 丽江绣线菊可用于园林造景。

3 讨论与结论

研究区总面积为 7 648 km², 约占中国陆地总面积的 0.08%, 而区域内特有植物 107 科 434 属 1 659 种, 其含有的中国特有种子物种数与云南省其他地区如高黎贡山北段(1 232 种)^[13]、高黎贡山南段

表 8 玉龙县与古城区中国特有种子植物受威胁等级统计

Table 8 Statistics of threaten status of endemic seed plants endemic to China in Yulong County and Gucheng District	
红色名录等级	中国特有种/种
极危(CR)	9
濒危(EN)	28
易危(VU)	79
总计	116

(1 085 种)^[14]、怒江河谷(316 种)^[15]等相比, 特有种子植物种类丰富, 数量较多, 特有种子植物的优势科、属明显。研究区内种数>49 种的科共 11 个, 所含种数占比 52.93%; 种数>10 种的属共 29 属, 所含种数占比 38.22%。这些科和属是研究区特有植物科属的主要组成成分。

研究区特有植物以草本为主, 灌木次之, 乔木和藤本较少。草本数量占有绝对优势。这与当地地形地貌有关, 研究区以高山和斜谷为主, 珠芽支柱蓼 *Polygonum suffultoides* 和丽江蓼 *Polygonum lichiangense* 等草本植物多生于海拔约 3 500 m 的山坡草地, 独特的气候条件使得菊科、伞形科、玄参科中的草本植物大量存在。

研究区分布着云南特有种 355 种, 其中, 分布范围更为狭窄的玉龙县和古城区特有种 48 种, 占研究区内云南特有种数的 13.52%, 并包含 1 个中国特有科和 1 个中国特有属, 说明研究区位于滇西北地区特有种子植物分布中心, 种子植物特有性突出, 地方特有种众多, 具有重要的生物多样性保护价值。

研究区内中国特有种子植物受威胁等级物种共 116 种, 其中极危等级物种 9 种、濒危等级物种 28 种、易危等级物种 79 种, 占研究区所有中国特有种子植物的 6.99%, 其中, 兰科 Orchidaceae, 毛茛科 Ranunculaceae, 蔷薇科 Rosaceae 等是被子植物中受威胁程度较高的科。玉龙县和古城区特有种子植物中易危等级物种 4 种, 近危等级物种 6 种, 是应着重保护的物种。

人类活动的干扰造成生境的丧失和片段化、对具有经济价值物种的过度利用等行为, 是造成研究区特有种子植物濒危的主要原因。例如丽江蔷薇 *Rosa lichiangensis* 分布于海拔 1 600~2 500 m, 土壤为红壤和红黄壤的常绿阔叶林和半湿润常绿阔叶林地区, 该区域气候温和湿润, 自然植被受人类活动影响较大, 随着农田开垦、旅游景点的开发和基础设施的建设, 植物资源受到严重破坏, 数量急剧缩减^[16]; 蔷薇属植物是世界著名的观赏植物, 花、果有较高的观赏价值, 根、叶可作为药用及制栲胶^[17]; 鞘柄翠雀花、丽江杓兰、丽江绣线菊可用于园林造景; 异叶薯蓣、异药龙胆可入药。这些物种生长依赖于特殊的气候类型, 分布区较为狭窄, 过度采挖和利用, 加剧了物种受威胁的程度。对于研究区特有性较强且濒危的物种, 应降低人为干扰、采取有效措施进行合理开发, 保护好重点科属植物、药用草本植物和地方特有种。

4 参考文献

- [1] ANDERSON S. Area and endemism [J]. *Quart Rev Biol*, 1994, **69**: 451 – 172.
- [2] 李仁伟, 张宏达, 杨清培. 四川分布的中国种子植物特有科属研究[J]. *武汉植物学研究*, 2001, **19**(2): 113 – 120.
LI Renwei, ZHANG Hongda, YANG Qingpei. On the genera and families of spermatophyte endemic to China in Sichuan region [J]. *J Wuhan Bot Res*, 2001, **19**(2): 113 – 120.
- [3] 陈功锡, 刘世彪, 敖成齐, 等. 武陵山地区种子植物区系中的中国特有属研究[J]. *西北植物学报*, 2002, **24**(5): 865 – 871.
CHEN Gongxi, LIU Shibiao, AO Chengqi, et al. On endemic genera to China of spermatophytic flora from Mt. Wuling-shan region [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*, 2002, **24**(5): 865 – 871.
- [4] 周先容, 向邓云, 戴玄. 金佛山自然保护区中国种子植物特有属[J]. *生态学杂志*, 2007, **26**(1): 88 – 93.
ZHOU Xianrong, XIANG Dengyun, DAI Xuan. Endemic genera of Chinese seed plants in Jinfo Mountains Nature Reserve [J]. *Chin J Ecol*, 2007, **26**(1): 88 – 93.
- [5] 王荷生. 中国种子植物特有属的数量分析[J]. *植物分类学报*, 1985, **23**(40): 241 – 258.
WANG Hesheng. Quantitative analysis of genera endemic to China of seed plants[J]. *Acta Phytotax Sin*, 1985, **23**(40): 241 – 258.
- [6] 王荷生, 张懿铨. 中国种子植物特有属的生物多样性的特征[J]. *云南植物研究*, 1994, **16**(3): 209 – 220.
WANG Hesheng, ZHANG Yili. The biodiversity and characters of spermatophytic genera endemic to China [J]. *Acta Bot Yunnan*, 1994, **16**(3): 209 – 220.
- [7] 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.
WU Zhengyi, ZHOU Zhekun, LI Dezhu, et al. The areal-types of the world families of seed plants [J]. *Acta Bot Yunnan*,

- 2003, **25**(3): 245 – 257.
- [8] 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 – 12.
WU Zhengyi. Zoning issues flora of China [J]. *Acta Bot Yunnan*, 1979, **1**(1): 1 – 12.
- [9] 李锡文. 中国特有属在云南的两大生物多样性中心及其特征[J]. 云南植物研究, 1994, **16**(3): 221 – 227.
LI Xiwen. Two big biodiversity centres of Chinese endemic genera of seed plants and their characteristics in Yunnan Province [J]. *Acta Bot Yunnan*, 1994, **16**(3): 221 – 227.
- [10] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991, **13**(增刊 4): 1 – 139.
WU Zhengyi. The areal-types of Chinese genera of seed plants [J]. *Acta Bot Yunnan*, 1991, **13**(suppl 4): 1 – 139.
- [11] 李锡文. 云南高原地区种子植物区系[J]. 云南植物研究, 1995, **17**(1): 1 – 14.
LI Xiwen. The floristic study on the seed plants from the region Yunnan Plateau [J]. *Acta Bot Yunnan*, 1995, **17**(1): 1 – 14.
- [12] 王荷生. 植物区系地理[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 18 – 56.
- [13] 李嵘, 刀志灵, 纪运恒, 等. 高黎贡山北段种子植物区系研究[J]. 云南植物研究, 2007, **29**(6): 601 – 615.
LI Rong, DAO Zhiling, JI Yunheng, *et al.* A floristic study on the seed plants of the northern Gaoligong Mountains in western Yunnan, China [J]. *Acta Bot Yunnan*, 2007, **29**(6): 601 – 615.
- [14] 刘经伦, 崔明昆, 汪建云, 等. 高黎贡山南段种子植物区系的特有现象[J]. 广西植物, 2013, **33**(2): 269 – 274.
LIU Jinglun, CUI Mingkun, WANG Jianyun, *et al.* Floristic endemism of seed plants in the southern Gaoligong Mountains [J]. *Guihaia*, 2013, **33**(2): 269 – 274.
- [15] 张晓凯, 杜凡, 陈建设, 等. 云南怒江河谷种子植物区系的特有现象[J]. 植物科学学报, 2015, **33**(3): 302 – 310.
ZHANG Xiaokai, DU Fan, CHEN Jianshe, *et al.* Endemism in the flora of seed plants in Nu River Valley of Yunnan Province [J]. *Plant Sci J*, 2015, **33**(3): 302 – 310.
- [16] 白锦荣, 张启翔. 滇西北地区蔷薇属(*Rosa* L.)种质资源调查[J]. 安徽农业科学, 2008, **36**(25): 10847 – 10850.
BAI Jinrong, ZHANG Qixiang. Investigation on germplasm resources of *Rosa* L. in Northwest Yunnan [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2008, **36**(25): 10847 – 10850.
- [17] 吴之坤, 张长芹. 滇西北玉龙雪山报春花种质资源的调查[J]. 广西植物, 2006, **26**(1): 49 – 55.
WU Zhikun, ZHANG Changqin. Investigation on germplasm resources of the genus *Primula* L. in the Yulong Mountains, Northwest Yunnan [J]. *Guihaia*, 2006, **26**(1): 49 – 55.