

藏区金腰种质资源调查与分析

兰德庆, 刘虹, 黄文, 易丽莎, 张丹丹, 覃尔岱, 覃瑞

(中南民族大学/武陵山区特色资源植物种质保护与利用湖北重点实验室, 武汉 430074)

摘要: 金腰属植物因富含黄酮醇类化合物而具有显著的药效, 通过对我国西藏、云南、四川、青海以及甘肃 5 个省(自治区)进行金腰属植物种质资源的科学考察, 共收集到 19 种(含 2 变种)145 份野生种质资源。此外四川省发现金腰新分布 2 种, 分别为秦岭金腰(*Chrysosplenium biondianum* Engl.)、陕甘金腰(*Chrysosplenium qinlingense* Z.P.Jien & J.T.Pan), 均为中国特有种; 甘肃省发现金腰新分布 3 种, 分别为毛金腰(*Chrysosplenium pilosum* Maxim.)、绵毛金腰(*Chrysosplenium lanuginosum* Hook.f. & Thomson)和蛻叶金腰(*Chrysosplenium henryi* Franch.), 凭证标本存于中南民族大学植物标本馆(HSN)。金腰属植物作为传统藏药长期以来被用于治疗各种疾病, 如长梗金腰(*Chrysosplenium axillare* Maxim.)的 75% 乙醇提取物具抗炎、抗流感病毒活性, 从灰花金腰(*Chrysosplenium grayanum* Maxim.)与裸茎金腰(*Chrysosplenium nudicaule* Bunge)提取的五环三萜对肿瘤细胞有较强抑制效果。本调查丰富了野生藏药金腰属植物种质资源, 为深入研究金腰属植物的分类与药理活性提供了基础。

关键词: 藏区; 金腰属; 种质资源; 新分布

Investigation and Analysis of *Chrysosplenium* Resources in Tibetan-inhabited Area

LAN De-qing, LIU Hong, HUANG Wen, YI Li-sha, ZHANG Dan-dan, QIN Er-dai, QIN Rui

(Key Laboratory for Protection and Application of Special Plant Germplasm in Wuling Area of Hubei Province, South-Central University for Nationalities, Wuhan 430074)

Abstract: The species of *Chrysosplenium* L. has significant pharmacological effects due to the flavonols component. In this study, a detailed field scientific expedition of *Chrysosplenium* L. germplasm resources in five provinces of China (Tibet, Yunnan, Sichuan, Qinghai, and Gansu) was performed. 19 species (including two varieties) and 145 specimens of *Chrysosplenium* were collected. In addition, two newly recorded species of *Chrysosplenium* L. (*C. biondianum* Engl., *C. qinlingense* Z.P.Jien & J.T.Pan) were found in Sichuan province, and both were extensively found in China. Three new records were observed in Gansu province, including *C. pilosum* Maxim., *C. lanuginosum* Hook.f. & Thomson and *C. henryi* Franch.. These specimens were preserved in the Herbarium of South-Central University for Nationalities (HSN). As a traditional Tibetan medicine, *Chrysosplenium* L. plants have been used to treat various diseases, for instance, the 75% ethanol extract of *Chrysosplenium axillare* Maxim. showed high activity to virus flu and inflammation, furthermore, the pentacyclic triterpene isolated from *Chrysosplenium grayanum* Maxim and *Chrysosplenium nudicaule* Bunge had strong anti-tumor effect. Thus, this work provided additional wild resources of *Chrysosplenium* L. in Tibetan-inhabited areas, which might be helpful in further taxonomy and pharmacology study of this genus.

Key words: Tibet; *Chrysosplenium* L.; germplasm resources; new records

收稿日期: 2018-09-03 修回日期: 2018-10-11 网络出版日期: 2018-12-01

URL: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20181129.1322.001.html>

第一作者研究方向为植物遗传学、植物分类学研究, E-mail: m13260548762@163.com

通信作者: 覃瑞, 主要从事植物遗传学与植物资源学研究, E-mail: qinrui200712@qq.com

基金项目: 国家科学技术部科技基础性工作专项重点项目资助(2014FY110100); 湖北省科技条件平台建设专项(2017BEC014)

Foundation project: The National Special Fund on Basic Research of Science and Technology of China (2014FY110100), The Construction Plan of Hubei Province Science and Technology Basic Conditions Platform (2017BEC014)

金腰属 (*Chrysosplenium* L.) 植物在中国传统医药历史发展中得到广泛应用, 藏药中称其为亚吉玛, 藏医学者帝玛尔·丹增平措^[1]著作《晶珠本草》中载有“亚吉玛生于高山石隙, 味苦性凉, 缓吐泻, 治胆疾。”此外金腰属植物在蒙医学著作《无误蒙药鉴》^[2]中也有记载。蒙医学者布日额等^[3]经考证认为蒙药中正品“亚吉玛”与藏药中的正品“亚吉麻”均为金腰属的裸茎金腰 *C. nudicaule* Bunge。近年来研究表明金腰属植物普遍含有较高的黄酮类及三萜类化合物, 具良好抗肿瘤和抗病毒活性, 其中从裸茎金腰 *C. nudicaule* Bunge 中分离到的五环三萜对恶性褐色瘤 (A375)、4 种胃癌 (ST-KM、KaTo- III、NKPS、KKLS) 和膀胱癌 (KK-47) 都具较强抑制作用^[4-5], 且该属植物中特有的且普遍存在的金腰酮 B 和金腰酮 C (*Chrysosplenol B*, *Chrysosplenol C*) 都有显著的抗病毒活性^[6-8]。

金腰属隶属于虎耳草科, 全球已报道至少有 65~70 种^[9-14], 亚、欧、非、美 4 洲均有分布, 以亚洲温带分布为主, 有研究认为该属植物起源于东亚地区的喜马拉雅区系^[15]。目前已报道中国有金腰属植物 36 种^[9, 14], 集中分布于云南、西藏、四川、甘肃以及青海等西部省份, 其中四川省分布约有 20 种, 是中国金腰属植物种类报道最多的省份^[16]。金腰属野生植物种质资源鲜有报道, 此次考察区域为我国藏族聚居区, 包括藏、滇、川、甘以及青海 5 个省份, 具体包括横断山脉地区的三江峡谷亚地区、南横断山脉亚地区、北横断山脉亚地区以及岷山亚地区; 东喜马拉雅地区的缅北亚地区、藏东南亚地区; 隶属华中地区的四川盆地亚区以及甘南西秦岭地区。

1 考察方法与内容

1.1 文献查阅和标本考证

通过查阅已报到金腰属植物文献, 借阅昆明植物研究所标本馆 (KUN)、北京植物研究所标本馆 (PE)、西北农林科技大学植物标本馆 (WUK)、武汉植物园标本馆 (HIB) 和西北师范大学植物标本馆 (NWTC) 馆藏金腰属标本, 记录已采集金腰属植物分布地信息, 及其生境状态等, 为路线调查和区域选择提供依据。

1.2 野外考察

1.2.1 野外考察时间与考察区域 基于金腰属植物标本采集地信息以及文献中已报道信息, 考察时间选定为 2018 年 4 月 25 日至 2018 年 7 月 25 日, 为期 3 个月, 考察区域主要集中于中国西部 5 省、自治区

(西藏、云南、四川、甘肃和青海) 藏族聚居区, 为藏东南、滇西北、川西、川西北、甘南以及青海东部。

1.2.2 考察的方法 野外考察主要按照已知金腰属植物标本信息制定的路线进行, 由于该属植物是一味常用藏药, 考察队到达藏族聚居区后采用访问和座谈形式向当地藏医进行交流, 并咨询当地金腰属植物的分布, 然后有目的地进行收集。考察内容包含对收集到的每份材料记录其生境、经纬度、海拔、居群规模、分布范围和采集数量等, 同时进行野外标本采集、孢粉收集以及植物照片拍摄。考察队基于保护环境原则收集, 材料每个采样点的每个物种采 1~3 份, 每份材料以海拔落差为梯度进行采集。

2 考察结果

2.1 藏、滇、川、甘、青 5 省 (自治区) 金腰属植物野生种质资源分布情况

通过查阅《中国植物志》^[16]、《藏药志》^[17]以及《中国高等植物图鉴》^[18], 统计发现藏、滇、川、甘、青 5 省 (自治区) 分布有金腰属植物 24 种 7 变种, 主要分布于藏东南、滇西北、川西、川西北、甘南以及青海东部藏族聚居区, 海拔分布区间为 500~5850 m。此次科考对横断山脉地区、东喜马拉雅地区的缅北亚地区、藏东南亚地区、隶属华中地区的四川盆地亚区以及甘南西秦岭地区进行了野生金腰属植物种质资源针对性考察。考察结果表明, 藏、滇、川、甘、青 5 省 (自治区) 金腰属种质资源主要分布于西藏自治区的林芝市巴宜区、昌都市江达县; 云南省的迪庆藏族自治州德钦县、怒江傈僳族自治州贡山县、大理白族自治州漾濞县; 四川省的甘孜藏族自治州泸定县、康定市、乡城县, 阿坝藏族羌族自治州理县、茂县、九寨沟县, 成都市大邑县、都江堰市、崇州市, 乐山市峨眉山市, 绵阳市平武县; 甘肃省的武威市天祝藏族自治县, 天水市麦积区、武山县, 陇南市文县; 青海省的海东市互助土族自治县 (图 1)。

此次调查共采集金腰属植物标本 81 份, 种质资源 145 份, 共计 19 种含 2 变种 (图 2), 其中中国特有种 8 种 (表 1)。该属植物多喜阴湿、多生长在林下潮湿、小溪流两侧等水分充足的地方, 海拔分布范围为 1011~4149 m。

2.2 藏区金腰属植物新分布

考察发现四川省金腰属植物有 2 个新分布种, 分别为陕甘金腰 (*C. qinlingense* Z.P.Jien & J.T.Pan) (图 2I、图 3A), 凭证标本: WL2018042607955; 秦

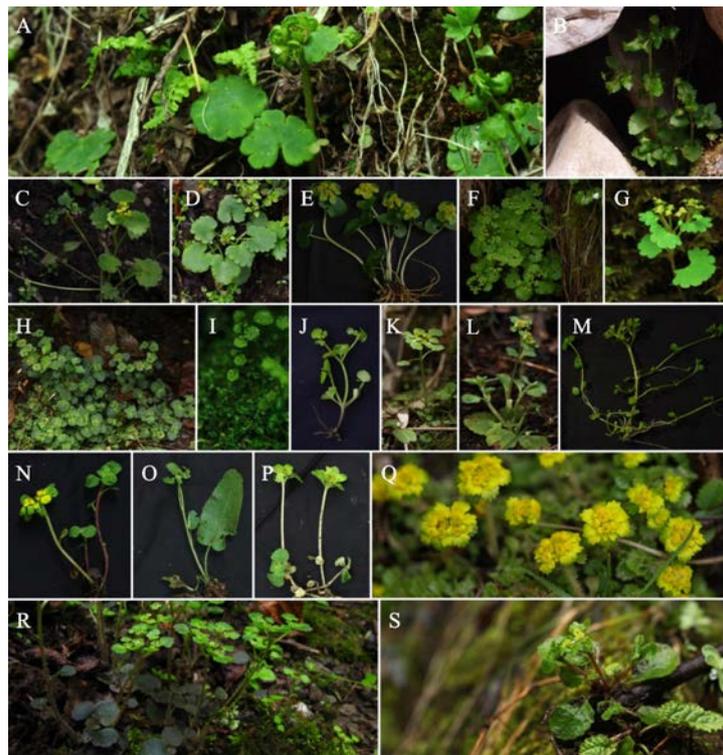
岭金腰 (*C. biondianum* Engl.) (图 2L、图 3B), 凭证标本: JZ2018042507980。甘肃省有 3 个新分布种, 分别为毛金腰 (*C. pilosum* Maxim.), 凭证标本:

BSJ2018061107986; 绵毛金腰 (*C. lanuginosum* Hook. f. & Thomson), 凭证标本: BSJ2018061107987; 蛻叶金腰 (*C. henryi* Franch.), 凭证标本: BSJ2018061107988。



图 1 我国藏区金腰属植物种质资源野外考察分布图

Fig.1 Field investigation of *Chrysosplenium* L. in Tibetan-inhabited areas in China



裸茎金腰系, A: 裸茎金腰, C: 纤细金腰, D: 单花金腰, E: 贡山金腰, 互叶金腰系, B: 长梗金腰, F: 肾叶金腰, G: 居间金腰, 肾萼金腰系, H: 肾萼金腰, I: 陕甘金腰, J: 理县金腰, L: 秦岭金腰, 中华金腰系, K: 中华金腰, 等果瓣组, M: 山溪金腰, 大叶金腰系, N: 锈毛金腰, O: 舌叶金腰, 毛金腰系, P: 毛金腰, Q: 柔毛金腰, 绵毛金腰系, R: 绵毛金腰, S: 蛻叶金腰

Ser. Nudicaulia, A: *C. nudicaule* Bunge, C: *C. giraldianum* Engl., D: *C. uniflorum* Maxim., E: *C. forresti*. Ser. Alternifolia, B: *C. axillare* Maxim., F: *C. griffithii* Hook.f.et Thoms., G: *C. griffithii* var. *intermedium* (H. Hara) J. T. Pan. Ser. Delavayi, H: *C. delavayi* Franch., I: *C. qinlingense* Z.P.Jien & J.T.Pan, J: *C. lixianense* Z.P.Jien & J.T.Pan, L: *C. biondianum* Engl.. Ser. Sinica, K: *C. sinicum* Maxim. Sect. Trichosperma, M: *C. nepalense* D. Don. Ser. Macrophylla, N: *C. davidianum* Decne. ex Maxim., O: *C. glossophyllum* H. Hara. Ser. Pilosa, P: *C. pilosum* Maxim., Q: *C. pilosum* var. *valdepilosum* Ohwi. Ser. Lanuginosa, R: *C. lanuginosum* Hook.f. & Thomson, S: *C. henryi* Franch.

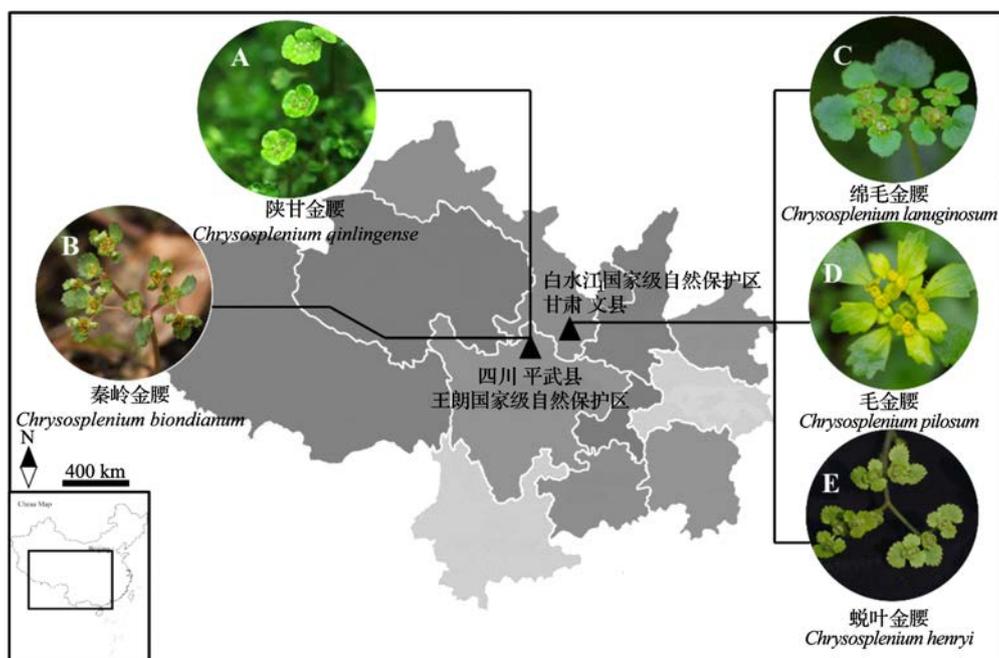
图 2 藏区 19 种金腰属植物

Fig.2 19 Species of *Chrysosplenium* L. in Tibet

表 1 藏区采集的金腰属植物种类

Table 1 The collected species of *Chrysosplenium* L.in Tibet

序号 Code	种名 Species	拉丁名 Latin name	数量 Number	备注 Note
1	蛻叶金腰	<i>Chrysosplenium henryi</i> Franch.	15	中国特有种、甘肃新记录
2	长梗金腰	<i>Chrysosplenium axillare</i> Maxim.	3	中国特有种
3	秦岭金腰	<i>Chrysosplenium biondianum</i> Engl.	18	中国特有种、四川新记录
4	锈毛金腰	<i>Chrysosplenium davidianum</i> Decne. ex Maxim	6	中国特有种
5	肾萼金腰	<i>Chrysosplenium delavayi</i> Franch.	13	—
6	贡山金腰	<i>Chrysosplenium forrestii</i> Diels	3	—
7	纤细金腰	<i>Chrysosplenium giraldianum</i> Engl.	9	中国特有种
8	舌叶金腰	<i>Chrysosplenium glossophyllum</i> H.Hara	3	中国特有种、濒危
9	肾叶金腰	<i>Chrysosplenium griffithii</i> Hook. f. et Thoms.	12	—
10	居间金腰	<i>Chrysosplenium griffithii</i> Hook. f. et Thoms. var. <i>intermedium</i> (H.Hara) J.T.Pan	1	变种
11	绵毛金腰	<i>Chrysosplenium lanuginosum</i> Hook. f. & Thomson	3	甘肃新记录
12	理县金腰	<i>Chrysosplenium lixianense</i> Z.P.Jien & J. T. Pan	6	中国特有种
13	山溪金腰	<i>Chrysosplenium nepalense</i> D. Don	19	—
14	裸茎金腰	<i>Chrysosplenium nudicaule</i> Bunge	3	—
15	毛金腰	<i>Chrysosplenium pilosum</i> Maxim.	6	甘肃新记录
16	柔毛金腰	<i>Chrysosplenium pilosum</i> Maxim. var. <i>valdepilosum</i> Ohwi	3	变种
17	陕甘金腰	<i>Chrysosplenium qinlingense</i> Z.P.Jien & J. T. Pan	9	中国特有种、四川新记录
18	中华金腰	<i>Chrysosplenium sinicum</i> Maxim.	10	—
19	单花金腰	<i>Chrysosplenium uniflorum</i> Maxim.	3	—
合计 Total	—	—	145	—



A: 陕甘金腰; B: 秦岭金腰; C: 绵毛金腰; D: 毛金腰; E: 蛻叶金腰;

A: *C. qinlingense* Z.P.Jien & J.T.Pan, B: *C. biondianum* Engl., C: *C. lanuginosum* Hook.f.& Thomson, D: *C. pilosum* Maxim., E: *C. henryi* Franch.

图 3 藏区 5 种金腰属植物新分布地点

Fig.3 Locations of five new records of *Chrysosplenium* L.in Tibet

3 讨论

3.1 药用价值

金腰属植物在传统藏医药应用中多以叶入药,对肝病治疗有奇效,中药大辞典^[19]中记有:“华金腰子,藏名亚吉玛,清热退黄,治肝炎、结石、尿道感染等”。《藏药志》^[17]中又记载:“裸茎金腰:苦寒;清热解毒,治胆病引起的发烧头痛、胆囊疾患、急性黄疸型肝炎、急性肝坏死等症,为藏药中常用上品”。

现代医学研究表明金腰属植物因富含黄酮类化合物而具有较强的生理活性,如抗肿瘤、抗病毒活性等^[8]。黄酮体外抗肿瘤研究多,如金腰属中 Quercetin (100~300 μm) 具抗人体结肠癌作用^[20]。Tsuchiya 等^[21]从金腰属植物中分离到两种在该属植物中大量存在的含 3-OMe 黄酮类化合物 Chrysosplenol B 与 Chrysosplenol C,对鼻病毒有较好的抗病毒活性,此外还发现从该属植物中分离到的 oxyyanin A 具抗普通感冒病毒活性,因此金腰属植物有望开发成为新型抗病毒感冒药物。

3.2 分布热点

通过对西部 5 省、自治区(藏、滇、川、甘、青)的野外科学考察,共采集野生金腰属种质资源 145 份,标本 81 份,共 19 种含 2 变种。调查发现西部地区金腰属植物分布热点位于广义上的四川盆地亚区与横断山脉区系。四川盆地是新生代喜马拉雅造山运动以来中国植物区系差异化明显的地区之一,主要原因:一是青藏高原升高隆起导致岷山南段海拔骤升,造成海拔落差明显的梯度生态环境,生物多样性极高;其二是由于大尺度的基因回流造成极高的生物多样性,吴征镒等^[22]认为第四纪盛冰期雪线较现代低数百米至千余米,导致冰川面积外扩至四川盆地南部(现重庆西部),而处于同时期的武陵山区,受冰川影响较小,许多物种得以幸存。武陵山区很少或基本没有受到第四纪冰川的袭击,植物的演化与发育没有中断,以变化最小的形式保存了古第三纪植物区系,孤遗古老植物大量分布或成群生长,成为第四纪冰期植物的避难所^[23]。自小冰期后,冰川收缩,许多物种回迁至四川盆地内,与仍存活的本土种产生大量的基因交流,导致该地区生物多样性骤升,因此本调查为金腰属植物在第四纪间冰期由武陵山区向横断山脉地区恢复性扩散提供了证据。

此外,考察队于地处青藏高原向四川盆地过渡的东缘地带的平武县王朗国家级自然保护区发现陕甘金腰 *C. qinlingense* Z.P.Jien & J.T.Pan 和秦岭金腰

C. biondianum Engl. 2 个新记录种,以及地处西秦岭岷山侧脉的白水江国家级自然保护区发现毛金腰 *C. pilosum* Maxim.、绵毛金腰 *C. lanuginosum* Hook. f. & Thomson 和蛻叶金腰 *C. henryi* Franch. 3 个新记录种,丰富了四川、甘肃两省金腰属植物野生种质资源。两保护区均处于新构造运动强烈区域,间接体现地质运动为物种间基因交流提供便利,对生物多样性起着至关重要作用。

3.3 保护状态

此次考察发现金腰属植物种类仅占 5 省份中已报道的 24 种 7 变种的 61.3%,侧面反映了该属植物野生种质资源可能处于溃缩状态。推测有如下几点原因,其一,受全球气候变暖的影响,金腰属植物种子春化时间不足,萌发受限,导致许多物种种群数量急剧缩小,在短期内快速灭绝或濒临灭绝^[24],如金腰属中濒危物种舌叶金腰 *C. glossophyllum* H.Hara^[25],现仅在四川省都江堰市(旧称灌县)青城山发现少量种群。陈建国等^[26]则认为气候变暖使得高山带土壤营养状况发生改变以及适宜生境的破碎化是引起植物多样性和特有性的大幅度降低的重要原因之一。其二,旅游产业过度开发导致生境破坏,种群消亡,此类现象频发,如若尔盖湿地由于无合理规划的旅游开发方式对原本脆弱的湿地生态系统造成了严重的污染和破坏^[27]。其三,随着中华传统医药的产业复兴,藏药产业得到迅猛发展,许多医药企业大量使用藏药资源,导致市场对藏药资源的需求量激增,在青藏高原部分地区不同程度地出现了藏药植物资源掠夺性采挖,使野生濒危藏药资源储量下降^[28-29]。另外,由于青藏高原经济发展相对滞后,采挖售卖野生药材资源是本土居民的重要经济来源,地方政府对野生濒危藏药资源的保护还未跟进。

综上,金腰属植物作为传统藏药,其药用价值高,但由于人为破坏以及全球气候变暖等原因导致物种丰富度降低,因此对该属植物野生种质资源进行收集并建立种质资源库是十分必要的。

致谢:感谢西北师范大学植物研究所标本室(NWTC)、中国科学院昆明植物园标本室(KUN)、西北农林科技大学植物标本室(WUK)、中国科学院武汉植物园标本室(HIB)、重庆市中药研究院植物标本馆(SM)以及北京植物研究所标本馆(PE)工作人员的支持与帮助。

参考文献

- [1] 帝玛尔·丹增平措. 晶珠本草. 上海: 上海科技出版社,

- 1986: 111
Dimaer D. Jingzhu Monograph on Materia Medica. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1986:111
- [2] 占布拉道尔吉. 无误蒙药鉴. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1988: 221
Zhanbula D. Correct Mongolian Medicine Medicine Handbook. Hohhot: Inner Mongolia People's Publishing House, 1988: 221
- [3] 布日额, 洁比斯嘎拉图, 包国林. 蒙药材亚吉麻的本草考证. 中药材, 1999, 11 (2): 593-594
Bu R E, Jie B S G L T, Bao G L. Herb textual research on Mongolia medicine materials Yagima. Journal of Chinese Medicinal Materials, 1999, 11 (2): 593-594
- [4] 宗玉英, 党合群, 骆桂法, 张幸福, 车镇涛. 110 种藏药抗肿瘤体外筛选实验研究. 药学实践杂志, 2000, 18 (5): 290-291
Zong Y Y, Dang H Q, Luo G F, Zhang X F, Che Z T. Antitumor screening research from 110 Tibetan medicines. The Journal of Pharmaceutical Practice, 2000, 18 (5): 290-291
- [5] 杨云裳, 张应鹏, 史高峰, 鲁润华. 金腰属植物化学成分和构效关系研究进展. 天然产物研究与开发, 2005, 17 (2): 253-257
Yang Y S, Zhang Y P, Shi G F, Lu R H. Advances in studies on chemical constituents and structure-activity of *Chrysosplenium*. Natural Product Research and Development, 2005, 17 (2): 253-257
- [6] 王玉平, 杨云裳, 杨林西, 高丽萍, 闫波. 藏药金腰草中黄酮诱导 K562 细胞凋亡及其分子机制研究. 实用癌症杂志, 2005, 20 (4): 374-376
Wang Y P, Yang Y S, Yang X L, Gao L P, Yan B. K562 apoptosis induced by flavone from Tibetan medicine *Chrysosplenium nudicaule* Bunge and its molecular mechanism. The Practical Journal of Cancer, 2005 20 (4): 374-376
- [7] 雒艳萍. 藏药裸茎金腰黄酮类化合物抗肿瘤作用及对免疫细胞活性影响的实验研究. 兰州: 兰州大学, 2007
Luo Y P. Studies on anti-tumor and affecting immune cells activities of flavonoid compounds from *Chrysosplenium nudicaule* Bunge. Lanzhou: Lanzhou University, 2007
- [8] Qin R, Lan D Q, Huang W, Liu H. Research progress on chemical constituents and pharmacological activities of *Chrysosplenium* spp. (Saxifragaceae). Journal of South-Central University for Nationalities: Natural Science Edition, 2018, 37 (2): 54-59
- [9] 潘锦堂. 中国金腰属的研究. 植物分类学报, 1986, 24 (2): 81-97
Pan J T. A study on the genus *Chrysosplenium* L. from China. Acta Phytotaxonomica Sinica, 1986, 24 (2): 81-97
- [10] 潘锦堂. 中国金腰属的研究 (续). 植物分类学报, 1986, 24 (3): 203-214
Pan J T. A study on the genus *Chrysosplenium* L. from China (Continue). Acta Phytotaxonomica Sinica, 1986, 24 (3): 203-214
- [11] Han J W, Kang S H. *Chrysosplenium epigealum* J. W. Han et S. H. Kang: A new species of *Chrysosplenium* (Saxifragaceae) from Korea. Korean Journal of Plant Research, 2012, 25 (3): 346-348
- [12] Bhaumik M. *Chrysosplenium arunachalense* (Saxifragaceae), a new species from India. Kew Bulletin, 2014, 69 (1): 9491
- [13] Kim Y I, Kim Y D. *Chrysosplenium aureobracteatum* (Saxifragaceae), a new species from south Korea. Novon, 2015, 23 (4): 432-436
- [14] Liu H, Luo J L, Liu Q Y, Lan D Q, Qin R, Yu X L. A new species of *Chrysosplenium* (Saxifragaceae) from Zhangjiajie, Hunan, central China. Phytotaxa, 2016, 277 (3): 287-292
- [15] Soltis D E, Tago-Nakazawa M, Xiang Q Y, Kawano S, Murata J, Wakabayashi M, Carola H J. Phylogenetic relationships and evolution in *Chrysosplenium* (Saxifragaceae) based on matK sequence data. American Journal of Botany, 2001, 88 (5): 883-893
- [16] 中国科学院中国植物志编委会. 中国植物志: 第 34 卷 第 2 册. 北京: 科学出版社, 1992: 234-279
Institute of Botany Chinese Academy of Science. Flora reipublicae popularis sinicae, Vol. 34, part II. Beijing: Science Publishing Press, 1992: 234-279
- [17] 中国科学院西北高原生物研究所. 藏药志. 西宁: 青海人民出版社, 1991: 329-331
Northwest Institute of Plateau Biology, The Chinese Academy of Sciences. Tibetan medicine Records. Xining: Qinghai People's Publishing Press, 1991: 329-331
- [18] 中国科学院植物研究所. 中国高等植物图鉴: 第 2 册. 北京: 科学出版社, 1972: 140-146
Institute of Botany, The Chinese Academy of Sciences. Iconographia cormophytorum sinicorum (Tomus 2). Beijing: Science Publishing Press, 1972: 140-146
- [19] 江苏新医学院. 中药大辞典. 上海: 上海科学技术出版社, 1977: 919
Jiangsu New Medical College. The dictionary of medicinal plant. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1977: 919
- [20] Hosokawa N, Hosokawa Y, Sakai T, Yoshida M, Marui N, Nishino H, Kawai K, Aoike A. Inhibitory effect of quercetin on the synthesis of a possibly cell-cycle-related 17- Kda protein, in human colon cancer cells. International Journal of Cancer, 1990, 45: 1119-1124
- [21] Tsuchiya Y, Shimizu M, Hiy ama Y, Itoh K, Hashimoto Y, Nakayama M, Horie T, Morita N. Antiviral activity of natural occurring flavonoids in vitro. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 1985, 33 (9): 3881-3886
- [22] 吴征镒, 孙航, 周浙昆, 李德铎, 彭华. 中国种子植物区系地理. 北京: 科学出版社, 2010: 81-86
Wu Z Y, Sun H, Zhou Z K, Li D Z, Peng H. Floristics of seed plants from China. Beijing: Science Publishing Press, 2010: 7
- [23] 兰德庆, 覃瑞, 夏婧, 李刚, 刘虹. 鄂西及湘西武陵山区金腰属植物新记录. 生物资源, 2018, 40 (2): 159-163
Lan D Q, Qin R, Xia J, Li G, Liu H. New records of *Chrysosplenium* spp. in Wuling mountain area of the west of Hubei and Hunan. Biotic Resources, 2018, 40 (2): 159-163
- [24] 方嘉禾. 世界生物资源概况. 植物遗传资源学报, 2010, 11 (2): 121-126
Fang J H. Overview of the world's biological resources. Journal of Plant Genetic Resources, 2010, 11 (2): 121-126
- [25] 覃海宁, 杨永, 董仕勇, 何强, 贾渝, 赵莉娜, 于胜祥, 刘慧圆, 刘博, 严岳鸿, 向建英, 夏念和, 彭华, 李振宇, 张志翔, 何兴金, 尹林克, 林余霖, 刘全儒, 侯元同, 刘演, 刘启新, 曹伟, 李建强, 陈世龙, 金效华, 高天刚, 陈文俐, 马海英, 耿玉英, 金孝

- 锋,常朝阳,蒋宏,蔡蕾,臧春鑫,武建勇,叶建飞,赖阳均,刘冰,林秦文,薛纳新. 中国高等植物受威胁物种名录. 生物多样性, 2017, 25(7): 696-744
- Qin H N, Yang Y, Dong S Y, He Q, Jia Y, Zhao L N, Yu S X, Liu H Y, Liu B, Yan Y H, Xiang J Y, Xia N H, Peng H, Li Z Y, Zhang Z X, He X J, Yin L K, Lin Y L, Liu Q R, Hou Y T, Liu Y, Liu Q X, Cao W, Li J Q, Chen S L, Jin X H, Gao T G, Chen W L, Ma H Y, Geng Y Y, Jin X F, Chang C Y, Jiang H, Cai L, Zang C X, Wu J Y, Ye S F, Lai Y J, Liu B, Lin Q W, Xue N X. Threatened species list of China 's higher plants. *Biodiversity Science*, 2017, 25(7): 696-744
- [26] 陈建国,杨扬,孙航. 高山植物对全球气候变暖的响应研究进展. *应用与环境生物学报*, 2011, 17(3): 435-446
- Chen J G, Yang Y, Sun H. Advances in the studies of responses of alpine plants to global warming. *Chinese Journal of Applied and Environmental Biology*, 2011, 17(3): 435-446
- [27] 刘娜,唐勇,方艳. 若尔盖湿地旅游开发的环境影响及对策. *水资源保护*, 2007, 23(5): 82-86
- Liu N, Tang Y, Fang Y. Environmental impacts and countermeasures of tourism development in Ruorgai Wetland. *Water Resources Protection*, 2007, 23(5): 82-86
- [28] 赵彩云,刘欢,苏锦松,李轩豪,贾敏如,张艺,张静. 青藏高原藏药濒危现状及资源保护策略. *中国中药杂志*, 2016, 41(23): 4451-4455
- Zhao C Y, Liu H, Su J S, Li X H, Jia M R, Zhang Y, Zhang J. Endangered situation and conservation strategy of Tibetan medicine in Qinghai-Tibet Plateau. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 2016, 41(23): 4451-4455
- [29] 马晓岗,蒋礼玲,许媛君,任建东. 青海高原地区作物种质资源的收集保护和创新利用进展. *植物遗传资源学报*, 2015, 16(6): 1272-1276
- Ma X G, Jiang L L, Xu Y J, Ren J D. Progress of conversation and innovation of crop germplasm resources. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2015, 16(6): 1272-1276