· 综述 ·

金毛狗的研究进展[△]俞巧玲^{1,2}, 刘寒¹, 林杨¹, 梁莹¹, 韦桂丽¹, 胡营¹, 郭宏伟², 韦坤华^{1,2*}

1. 广西药用植物园 广西药用资源保护与遗传改良重点实验室/广西壮族自治区

中药资源智慧创制工程研究中心, 广西 南宁 530023;

2. 广西医科大学 药学院, 广西 南宁 530021

[摘要] 金毛狗 *Cibotium barometz* (L.) J. Sm. 为桫欏目蚌壳蕨科植物, 其根茎称为金毛狗脊。金毛狗含有挥发油类、萜素类、酚酸类、黄酮类、多糖类、萜类及微量元素等化学成分, 具有较高的观赏、药用和食用价值。近年来, 金毛狗的野生资源不断减少, 现已被列入国家二级保护植物。对金毛狗的资源状况、生物学特性、种苗繁育技术、化学成分和药用价值等方面进行综述, 以期为其种苗繁育、野生资源的可持续发展、科学保护和合理的开发利用提供参考。

[关键词] 金毛狗; 形态特征; 种苗繁育; 药用价值

[中图分类号] R282.71 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-4890(2023)09-2020-07

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20220530001

Research Progress in *Cibotium barometz*YU Qiao-ling^{1,2}, LIU Han¹, LIN Yang¹, LIANG Ying¹, WEI Gui-li¹, HU Ying¹, GUO Hong-wei², WEI Kun-hua^{1,2*}

1. Guangxi Key Laboratory of Medicinal Resources Protection and Genetic Improvement/

Guangxi Engineering Research Center of TCM Resource Intelligent Creation,

Guangxi Botanical Garden of Medicinal Plants, Nanning 530023, China;

2. School of Pharmacy, Guangxi Medical University, Nanning 530021, China

[Abstract] *Cibotium barometz* (L.) J. Sm. is a species of Dicksoniaceae, with the rhizome as the medicinal part. This plant contains rich chemical components such as volatile oils, pterosaurs, phenolic acids, flavonoids, polysaccharides, terpenoids, and trace elements, demonstrating high ornamental, medicinal, and edible values. In recent years, the wild resources of *C. barometz* have been decreasing, and thus this plant has been included in the national plant protection list, with grade 2. The resource status, biological characteristics, seedling breeding, chemical composition, and medicinal value of *C. barometz* were reviewed to provide references for the seedling breeding, sustainable development of wild resources, scientific protection, and rational development and utilization of this plant.

[Keywords] *Cibotium barometz* (L.) J. Sm.; morphological characteristics; seedling breeding; medicinal value

金毛狗 *Cibotium barometz* (L.) J. Sm. 又称为黄毛狗、猴毛头, 药用部位为根茎(称为金毛狗脊)^[1]。金毛狗野生资源在中国分布范围较广, 主要分布于福建、广西、贵州、云南、广东、湖南、江西、四川、重庆、浙江等地, 在其他亚洲热带地区也有分布, 通常生长在山脚下的水沟边及树阴处的

酸性土壤中^[2]。金毛狗的化学成分主要包括挥发油类、萜素类、酚酸类、黄酮类、多糖类、萜类及微量元素等, 具有补肝肾、强腰膝、除风湿和利尿通淋等药理作用, 其根茎表面上的金黄色绒毛有较强的止血作用, 是一种良好的止血药^[3]。

现今, 金毛狗的野生资源分布范围虽较广, 但

[△] **[基金项目]** 广西科技计划项目(桂科AD22080012); 广西药用植物园科研创新团队建设项目(桂药创2019005, 桂药创2019010); 广西中医药重点学科建设项目(GZXK-Z-20-67); 广西药用资源保护与遗传改良重点实验室开放研究项目(009699)

* **[通信作者]** 韦坤华, 研究员, 研究方向: 药用植物资源保护与开发; E-mail: divinekh@163.com

资源蕴藏量却很少,仅能基本满足日常用药的需求^[4]。由于金毛狗自身的根系不发达,其地上部分比普通蕨类植物高大得多,因而需要消耗的水分和无机营养也比普通蕨类植物多,而担负植株水分和无机营养供给的地下部分却和普通蕨类植物一样是柔软纤细、入土很浅的不定根,这种根系的吸收和运输能力都十分有限,并且生长速度相对缓慢、自然更新的效率较低、适应土壤和光照条件等外界环境的能力较差^[5]。由于过度开发和生态环境恶化等原因,野生金毛狗蕴藏量正在逐年减少,目前,我国金毛狗总分布面积约7000 hm²,年产量约850 000 kg,年使用量约800 000 kg^[2],其已被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约(CITES)》附录II^[6],同时被《国家重点保护野生植物名录》列为国家二级保护植物^[7]。金毛狗的药用价值较高,在药用方面的需求量较大,为了保证基本的用药需求必须加大对金毛狗野生资源的保护力度,这也能为金毛狗的组织培养、离体快繁技术等方面的研究提供保障。现有的人工栽培技术多为分株繁殖,但是其繁殖系数低、速度慢,远不能满足生产生活需要^[8]。近年来,虽然已有学者对金毛狗的人工栽培技术进行了初步研究^[9-10],但其生根等问题仍未取得突破性进展,金毛狗资源濒危的问题依然十分严重。为此,本文就金毛狗的资源状况、生物学特性、种苗繁育技术、化学成分及药用价值等方面进行综述,以期对濒危蕨类植物金毛狗的种苗繁育、野生资源的可持续发展、科学保护和合理的开发利用提供理论依据。

1 生物学特性

金毛狗根状茎卧生、粗大,顶端生出1丛棕褐色的大叶,基部被有1丛垫状的金黄色茸毛;叶片大,革质或厚纸质,小羽轴上下两面略有短褐毛疏生;棕褐色的孢子囊群在每一末回能育裂片,生于下部的小脉顶端,成熟时张开如蚌壳,露出孢子囊群,孢子为透明三角状的四面形^[1];叶脉是原始的羽状分离脉序,小羽轴和中脉包括表皮、厚角组织和维管柱3个部分,根状茎由表皮、皮层、中柱及髓构成^[1]。无性生殖植株的特征主要为复叶且三回羽状复叶特征较为明显、复叶叶柄的毛密而长,植株个体及小叶均小于有性生殖植株^[12]。孢子萌发后,原叶母细胞经数次横分裂形成丝状体,再由丝状体不断分裂形成片状体,继而发育为形态不规则的幼

原叶体,成熟原叶体两翼在基部几乎相接为一直线,老的原叶体常因细胞扩展速度不同而基部钝圆^[13]。

2 种苗繁育

2.1 离体快繁

现有的金毛狗人工栽培技术主要是分株栽培繁育,但这一方式的繁育速度较慢,无法在短期内获得大量的新植株,而随着金毛狗的药用价值和观赏价值的日益彰显,人们对其需求量越来越大。因此,十分迫切需要研究出适合金毛狗离体快繁的技术。将原叶体诱导形成孢子体的最佳培养基是1/10 MS培养基;孢子体增殖的最佳培养基为1/4 MS、2 mg·L⁻¹激动素(KT)、0.1 mg·L⁻¹萘乙酸(NAA)、30 g·L⁻¹蔗糖与4.5 g·L⁻¹卡拉胶混合制成pH为5.8的培养基;生根的最佳培养基为MS、30 g·L⁻¹蔗糖、0.1%活性炭(AC)与4.5 g·L⁻¹卡拉胶混合制成pH为5.8的培养基^[14]。金毛狗分株繁殖的最佳方式是将带顶芽的根茎切成10 cm大小并用150 mg·L⁻¹ NAA浸泡10 min,生根率为72%,而用300 mg·L⁻¹ 吲哚丁酸(IBA)浸泡10 min,生根率为71%^[15]。郑昕等^[16]将金毛狗幼苗移栽至不同的基质和喷洒不同的营养液,对金毛狗幼苗生长状况进行观察,发现原叶体移栽至培养土、兰花基质、烤烟基质、田土、珍珠岩和锯木屑均能生长,且移栽至培养土的幼苗最先长出原叶体和孢子体;喷洒不同的营养液对金毛狗幼苗新叶数、平均叶长、叶宽等影响差异无统计学意义,但与空白对照处理比较差异有统计学意义。

2.2 孢子繁殖

孢子繁殖是一种只限于蕨类植物的繁殖方法,也是蕨类植物快速繁育种苗的一种有效途径。简单易行、繁殖数量较大和成本低廉等是孢子繁殖的主要优势。外界诸多因素对金毛狗的孢子繁殖有较大的影响,如孢子的贮藏温度、培养基^[17]、培养密度、外源激素和伴生蕨孢子萌发和配子体发育等^[18]。不同贮藏温度对金毛狗孢子萌发率有影响,在一定的贮藏温度范围内,随着孢子保存温度的下降,萌发时间增长且萌发率降低,而保存在室温条件下的孢子萌发率高达38.8%^[17]。金毛狗孢子培养密度越大,孢子萌发率也越低;当有其他伴生蕨类植物乌蕨的孢子存在时,金毛狗的孢子活力很低,种间竞争处

于弱势地位,对金毛狗孢子萌发和配子体发育的化感作用较显著,使得金毛狗孢子萌发的时间变长、假根伸长也受到限制^[18-19]。紫茎泽兰的根、茎、叶等不同部位的水提液均对金毛狗孢子的萌发和配子体发育具有较明显的化感作用,抑制了孢子萌发和假根生长^[20]。不同植物生长激素赤霉素3(GA3)、苄氨基腺嘌呤(BA)和吲哚乙酸(IAA)的质量浓度对金毛狗孢子萌发率具有较明显的影响,而蔗糖质量浓度对金毛狗孢子萌发率则无显著影响,因此,对金毛狗孢子萌发的影响程度依次为无机盐>GA3>BA>IAA>蔗糖^[17]。当GA和6-BA的质量浓度为0.01~0.05 mg·L⁻¹时,随着质量浓度的增加,金毛狗的孢子萌发率呈先增加后下降趋势,而当IAA质量浓度>0.04 mg·L⁻¹时,金毛狗孢子萌发被抑制,质量浓度为0.05 mg·L⁻¹时,金毛狗配子体发育被抑制^[18]。低质量浓度的GA处理金毛狗的孢子和配子体能促进其萌发和发育,高质量浓度GA处理金毛狗的孢子和配子体则抑制其萌发和发育^[21]。金毛狗的孢子繁殖对土壤的要求较高,如湿度、酸碱度等,且对其原生境土的依赖性较强,移栽至原生境土的幼苗成活率达76.0%^[22]。不同营养液对金毛狗原叶体和孢子体出现时间影响不大,出现时间为88~90 d,均优于空白对照组(空白对照处理的金毛狗未出现孢子体)^[16,23]。

3 化学成分分析

金毛狗中所含的化学成分种类较多,目前,从金毛狗中分离出的主要化学成分包括挥发油类、蕨素类、酚酸类、黄酮类、多糖类、萜类及微量元素等^[24],其中多糖类成分的含量较高^[25],酚酸类为金毛狗的重要活性成分^[26]。

3.1 挥发油类

贾天柱等^[27]从金毛狗的干燥根茎中提取分离出质量分数为83.3 μg·g⁻¹的挥发油,但炮制后提取分离出的挥发油含量明显减少,利用气相色谱-质谱法(GC-MS)鉴定出其主要成分为高级脂肪酸,含量最高的是棕榈酸和亚油酸,但经过炮制处理后含量都有不同程度增减。利用超临界CO₂流体萃取技术提取金毛狗的精油部分,并经二级解析分离出精油I和精油II,用GC-MS从精油I和精油II中分离出43个化合物,并鉴定了其中25个化合物,首次从金毛狗中分离出γ-松油烯等化合物,其他主要成分为

油酸[(Z)-9-octadecenoic acid]、亚油酸(linoleic acid)、棕榈酸(palmitic acid)、十五碳酸(pentadecanoic acid)、十六碳三烯酸甲酯(7,10,13-hexadecatrienoic acid methyl ester)和亚油酸甲酯(linolenic acid methyl ester)^[28]。

3.2 蕨素类

张春玲等^[29]从金毛狗根茎的三氯甲烷萃提取物中分离得到了金粉蕨素(onitin)。吴琦^[30]从金毛狗根茎的乙醇提取物中分离得到了金粉蕨素-2'-O-β-D-吡喃葡萄糖苷(onitin-2'-O-β-D-glucopyranoside)和金粉蕨素。研究者从金毛狗地上部分分离得到多种蕨素类物质,包括金粉蕨素(onitin)、蕨素R(pterodin R)、金粉蕨素-2'-O-β-D-葡萄糖苷(onitin-2'-O-β-D-glucopyranoside)、金粉蕨素-2'-O-β-D-阿罗糖苷(onitin-2'-O-β-D-alloside)、蕨素Y(pterodin Y)、异组织蕨素A(isohistopterodin A)^[31-33]。

3.3 酚酸类

酚酸是金毛狗中重要的活性成分。谢美萍等^[34]使用大孔吸附树脂法、柱色谱法及高效液相色谱法(HPLC)对金毛狗根茎的化学成分进行分离和纯化,从金毛狗根茎50%乙醇提取物中分离得到了9个酚酸及其苷类化合物,采用波谱学分析和化学方法鉴定这些化合物的结构,其中原儿茶酸-4-O-(6'-O-原儿茶酰基)-β-D-吡喃葡萄糖苷为首次分离得到的化合物。程启厚等^[35]从金毛狗的根茎中提取分离得到了原儿茶酸(proto-catechuic acid)和咖啡酸(caffeoyl acid)。鞠成国等^[36]通过比较不同产地生金毛狗和炮制金毛狗中总酚酸含量,发现不同产地金毛狗中总酚酸的含量存在一定差异,且经炮制后总酚酸的含量显著降低。

3.4 黄酮类

许重远等^[37]从金毛狗中首次分离出黄酮类成分中的山柰素(kaempferol)。张祺嘉钰等^[38]采用Box-Behnken中心组合设计,利用响应曲面法,研究金毛狗总黄酮的提取工艺,发现其最佳提取工艺为60%乙醇、药液比1:40、回流提取2次、每次1.5 h,且在最佳提取工艺的条件下,金毛狗总黄酮的提取率为1.44%,高于其他条件下的提取率。韩伟等^[39]以十二烷基硫酸钠为表面活性剂,取粒径为60目的金毛狗,以十二烷基硫酸钠质量浓度3 g·L⁻¹、料液比1:25、提取温度80℃和提取时间90 min为提取

条件时,总黄酮的平均提取率为3.281%;通过动态提取-超滤-纳滤操作分离金毛狗中的总黄酮可节省操作时间、提高操作效率,同时能有效提高总黄酮的质量浓度^[40]。

3.5 多糖类

多糖类成分为金毛狗的主要成分,吴琦^[50]从金毛狗中分离得到了葡萄糖、蔗糖和麦芽糖。易盼^[41]利用酸水解、GC和液相色谱对经分离纯化得到的均一的金毛狗多糖进行单糖组分分析,发现其含有鼠李糖、阿拉伯糖、木糖、甘露糖、葡萄糖、肌醇和半乳糖。扈芷怡等^[42]研究发现,提取多糖的最佳条件是料液比1:50、提取温度为80℃且提取时间为50 min。

3.6 微量元素

金毛狗中含有较多的微量元素,如铁、钙、镁、镍、锌、锰、铜等人体必需的微量元素,其中钙含量最高,铜含量最低,有毒有害的微量元素铅、镉均未检出^[43]。许重远等^[44]使用原子吸收分光光度计分别测定了3个不同地区金毛狗中钾、钠等15种无机元素含量,3个不同地区金毛狗所测的15种元素中均以钾的含量最高,其次是锰。

3.7 萜类

萜类是金毛狗的主要有效成分之一。徐家星^[45]从金毛狗的根状茎中分离得到了3个萜类化合物,分别为24-亚甲基环木菠萝烷醇(24-methylenecycloartanol)、齐墩果酸(oleanic acid)、熊果酸(ursolic acid)。Xie等^[46]从金毛狗脊中分离出5个新的半萜苷,分别为(3*S*)-3-亚甲基四氢呋喃-2-1-(4-*O*-咖啡酰基)- β -*D*-吡喃葡萄糖苷、(3*S*)-3-亚甲基四氢呋喃-2-1-(6-*O*-原儿茶酚基)- β -*D*-吡喃葡萄糖苷、3-亚甲基呋喃-2(5*H*)-1-(6-*O*-原儿茶酚基)- β -*D*-异丙吡喃苷、2,3,5-三羟基-3-亚甲基四氢呋喃-(4-*O*-咖啡酰基)- β -*D*-吡喃葡萄糖苷和2-羟基甲基-1-丁烯-4-*O*-(6-*O*-原儿茶酚基)- β -*D*-吡喃葡萄糖苷。

4 药理作用

金毛狗脊是一种临床常用的中药材,具有防治骨质疏松、抑菌、抗炎、抗风湿、保肝及抗氧化等药理作用^[24],金毛狗脊表面上金黄色的绒毛是良好的止血药^[2]。很多中成药配方中都使用金毛狗脊,如金毛狗脊丸、舒筋健腰丸、六味地黄丸、抗骨增生

胶囊、壮腰健肾丸、左归丸和右归丸等。在苗族医药中还常用于治疗腰膝酸痛、筋骨疼痛和尿频等。

4.1 防治骨质疏松

金毛狗脊是治疗骨质疏松的一种常用中药,具有促进成骨细胞增殖和抑制破骨细胞生成的双向调节作用^[47]。金毛狗脊提取物可以抑制因卵巢切除诱发的股骨中矿物质含量减少,降低骨骼代谢标记物如骨钙素(osteocalcin)、碱性磷酸酶(alkaline phosphatase)等的水平,还可以增强骨强度、防止骨小梁微结构恶化,金毛狗脊提取物可能成为防治绝经后骨质疏松症的潜在替代药物^[48]。Xu等^[49]研究发现,金毛狗炮制品(RW-Cb)对小鼠的成骨细胞增殖和碱性磷酸酶活性的影响较大,RW-Cb及其指标成分(对苯酸和对苯醛)均可以促进大鼠成骨细胞的增殖和分化。金毛狗脊提取物可以降低大鼠去势引起的股骨骨量丢失,提高其骨强度,防止骨小梁微结构恶化^[50]。金毛狗炮制品正丁醇萃取物中含有的有效成分能够显著促进成骨细胞增殖及增强碱性磷酸酶活性,其可能存在于极性较大的组分中,以此推测金毛狗脊可能是通过促进成骨细胞增殖及分化来发挥抗骨质疏松作用^[51]。

4.2 抑菌作用

金毛狗脊的不同部位抑菌效果不同,研究表明,金毛狗地上、地下部分的水提物及醇提物对金黄色葡萄球菌、大肠埃希菌等多种细菌均有较好的抑制作用,且地下部分的抑菌效果较地上部分好,水提物的抑菌效果较醇提物好^[52]。金毛狗叶的甲醇提取物对肺炎杆菌、绿脓杆菌、金黄色葡萄球菌等多种革兰阴性及阳性病原菌均有较好的抑制作用,并且初步证明其有效成分是芳香族化合物^[53]。金毛狗脊的乙酸乙酯萃取物与石油醚、乙醚和正丁醇萃取物相比,乙酸乙酯萃取物对细菌和真菌的抑制作用最强,最小抑菌质量浓度分别为0.31~1.25、0.02~0.31 mg·mL⁻¹,对金黄色葡萄球菌、大肠埃希菌、痢疾杆菌均有明显的抑制作用,最低抑菌质量浓度分别为0.8、0.6、1.0 g·mL⁻¹,但对酵母菌无效^[24]。

4.3 抗炎、抗风湿作用

经过不同炮制处理的生金毛狗脊、烫金毛狗脊、酒金毛狗脊、盐金毛狗脊和蒸金毛狗脊对细胞因子和炎性介质的影响均有一定差异,其中生金毛狗脊的抗炎作用效果最佳,其次是烫金毛狗脊、酒金毛

狗脊和盐金毛狗脊, 蒸金毛狗脊的抗炎效果最弱^[54]。索天娇等^[55]灌胃给予小鼠金毛狗脊生品和炮制品不同部位提取物, 并观察其对二甲苯所致小鼠耳廓肿胀的影响, 结果表明金毛狗脊具有一定的抗炎效果, 金毛狗脊生品的正丁醇提取物和醋酸乙酯提取物的抗炎作用比较明显。

4.4 保肝作用

Xie等^[46]从金毛狗脊中分离出5个新的半萜苷和2个已知的半萜苷, 并用含时密度泛函理论-电子圆二色谱(TDDFT-ECD)计算, 确定了金毛狗脊苷E苷元[(3*S*)-3-亚甲基四氢呋喃-2-1-(4-*O*-咖啡酰基)- β -*D*-吡喃葡萄糖苷]的绝对构型, 金毛狗脊苷F[(3*S*)-3-亚甲基四氢呋喃-2-1-(6-*O*-原儿茶酚基)- β -*D*-吡喃葡萄糖苷]和金毛狗脊苷I[2-羟基甲基-1-丁烯-4-*O*-(6-*O*-原儿茶酚基)- β -*D*-吡喃葡萄糖苷]在体外对对乙酰氨基酚(APAP)诱导的急性肝损伤均表现出显著的肝保护活性; 同时还从金毛狗脊的根茎中分离得到1个具有较好的抗炎、保护肝脏活性的新化合物, 并将其命名为双原儿茶酸苷^[29]。

4.5 抗氧化作用

金毛狗脊中的黄酮类、多糖类和酚类等成分均具有抗氧化的作用。提纯后的金毛狗脊多糖对羟基、2,2-联氮-二(3-乙基-苯并噻唑-6-磺酸)二铵盐(ABTS·⁺)和1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH·)自由基均具有一定清除效果, 并且抗氧化活性高低与其多糖结构中的半缩醛羟基数目、糖链结构及相对分子质量有关^[42]。金毛狗脊炮制前后的正丁醇提取物抗氧化作用差异较显著, 烫金毛狗脊清除自由基能力较生金毛狗脊显著增强^[56]。林燕如^[57]对金毛狗叶部黄酮提取物的还原能力进行研究, 利用水杨酸法测定金毛狗叶黄酮对羟自由基的清除作用, 用邻苯三酚自氧化法测定金毛狗叶黄酮对超氧阴离子的清除作用, 发现当金毛狗叶黄酮提取物添加量为0.04~0.20 mg时, 随着添加量的增加, 其还原能力逐渐增强; 当金毛狗叶黄酮提取物添加量为0.4~2.0 mg时, 随着金毛狗叶黄酮提取物添加量的增加, 其对羟自由基、超氧阴离子的清除作用逐渐增强; 清除羟自由基和超氧阴离子的作用效果为柠檬酸强于提取物。依次用正己烷、三氯甲烷、乙酸乙酯、乙醇、甲醇和水提取金毛狗的根茎, 发现乙酸乙酯提取物中总酚的含量较高且抗氧化活性也最强,

根据水杨酸法, 以三价铁离子被还原为二价铁离子的量来反映其抗氧化活性, 提取物中总酚含量越高, 铁离子的抗氧化能力或氧自由基吸收能力也越强, 表明非黄酮类多酚是该提取物发挥抗氧化活性的主要成分^[58]。

5 结语

金毛狗的观赏价值和药用价值日益显著, 人们对其需求量也日益增加。但由于乱采滥挖及金毛狗自身对生长环境的要求较高, 导致金毛狗的野生资源正在逐年减少, 被列为国家二级保护野生植物, 因此, 金毛狗的野生资源已禁止私自采挖, 人工种植品将成为该中药材的主要来源。然而, 目前对金毛狗的人工栽培技术的研究还不够完整、系统, 难以得到大量的人工栽培苗。未来可以利用具有繁殖效率高、生长速度快、培养条件可控制等优点的组织快繁技术获得大量组培苗, 再进行移栽的相关研究, 从而得到大量的人工栽培苗, 使金毛狗的产业化种植得以实现, 以满足人们对金毛狗的需求。同时, 应将濒危物种的保护措施落到实处, 提高人们对野生植物资源的保护意识, 促进人与自然和谐共生, 继续推动野生植物保护, 实现濒危药用植物资源的高质量发展。

参考文献

- [1] 中国科学院《中国植物志》编辑委员会. 中国植物志: 第2卷[M]. 北京: 科学出版社, 1993: 197.
- [2] 杨成梓, 刘小芬, 蔡杏粟, 等. 狗脊的资源调查及质量评价[J]. 中国中药杂志, 2015, 40(10): 1919-1924.
- [3] 邱道寿, 邓乔华. 补肝肾、强筋骨灵药: 金毛狗脊[J]. 生命世界, 2020(9): 48-49.
- [4] 叶红环, 董燕, 韩见宇, 等. 珍稀濒危蕨类植物金毛狗的研究进展[J]. 贵州科学, 2020, 38(5): 28-31.
- [5] 张祖荣, 张绍彬. 重庆市珍稀药用植物金毛狗的濒危原因调查与分析[J]. 时珍国医国药, 2010, 21(11): 2976-2978.
- [6] 中华人民共和国濒危物种委员会. 濒危野生动植物种国际贸易公约(CITES)[EB/OL]. (2019-11-25)[2022-05-30]. http://www.cites.org.cn/citesgy/wb/201911/t20191125_526736.html. <http://www.cites.org.cn/citesgy/fl/>.
- [7] 国家林业和草原局农业农村部. 国家重点保护野生植物名录[EB/OL]. (2021-09-07)[2022-05-30]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-09/09/content_

- 5636409.htm
- [8] 吴必锋,谢镇国,余永富,等. 独蒜兰分株繁殖增殖系数影响因素试验[J]. 林业调查规划, 2019, 44(5): 105-107, 124.
- [9] 吴文和, 湛金吾. 国家二级保护植物金毛狗分株栽培技术[J]. 耕作与栽培, 2016(6): 62, 64.
- [10] 翁振翔. 濒危药用植物金毛狗的栽培技术研究初探[J]. 宁德师范学院学报(自然科学版), 2012, 24(4): 393-396.
- [11] 刘光华, 左有为, 肖铁江. 金毛狗孢子体显微结构研究[J]. 怀化学院学报, 2017, 36(5): 9-13.
- [12] 余蓉培, 程薪宇, 张光飞, 等. 珍稀濒危蕨类植物金毛狗配子体发育及无配子生殖的观察[J]. 植物生理学报, 2016, 52(8): 1305-1311.
- [13] 刘光华, 胡伟. 濒危药用植物金毛狗形态分化研究[J]. 农产品加工, 2018(11): 42-46.
- [14] 李雪, 叶清梅, 詹启成, 等. 金毛狗离体培养及再生植株体系的建立[J]. 北方园艺, 2010(6): 152-155.
- [15] 苏钰琴, 莫燕兰. 金毛狗脊种苗繁育研究[J]. 现代农业科技, 2019(8): 47, 49.
- [16] 郑听, 熊鹏飞, 王永, 等. 不同基质和营养液对金毛狗孢子萌发与幼苗生长的影响[J]. 贵州林业科技, 2020, 48(4): 26-30.
- [17] 蒲立立, 黄海波, 付铨盛. 金毛狗脊孢子萌发影响因素的研究[J]. 种子, 2015, 34(7): 84-86.
- [18] 彭黎立. 环境因子对金毛狗孢子萌发和配子体发育影响研究[D]. 重庆: 西南大学, 2013.
- [19] 王馨, 邓洪平. 常见伴生植物对药用植物金毛狗 *Cibotium barometz* 孢子萌发和配子体发育的化感作用研究[J]. 中国中药杂志, 2011, 36(8): 973-976.
- [20] 张开梅, 石雷, 姜闯道, 等. 紫茎泽兰对金毛狗孢子萌发和配子体发育的化感作用[J]. 草业学报, 2008, 17(2): 19-25.
- [21] 彭黎立, 邓洪平. 外源赤霉素对金毛狗孢子萌发和配子体发育的影响[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2014, 36(8): 65-69.
- [22] 张祖荣, 张绍彬. 珍稀濒危药用植物金毛狗的孢子繁殖技术研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(5): 2330-2332, 2353.
- [23] 张祖荣, 张绍彬. 国家二级保护药用与观赏植物金毛狗的孢子繁殖技术初探[J]. 北方园艺, 2010(13): 203-206.
- [24] 时圣明, 袁永兵, 兰新新, 等. 狗脊的化学成分及药理作用研究进展[J]. 药物评价研究, 2016, 39(3): 489-492.
- [25] 许耕, 步显坤, 周翎, 等. 烫狗脊中的酚性化合物研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(8): 71-73.
- [26] 贾天柱, 周鹤, 解世全, 等. 中药狗脊及其炮制品中氨基酸和总糖的比较分析[J]. 中成药, 2000, 22(10): 700-701.
- [27] 贾天柱, 李军, 解世全, 等. 狗脊及其炮制品挥发油成分的比较研究[J]. 中国中药杂志, 1996, 21(4): 216-217, 255.
- [28] 许重远, 陈振德, 陈志良, 等. 金毛狗脊的化学成分研究(II)[J]. 解放军药学报, 2000, 16(2): 65-68.
- [29] 张春玲, 王喆星. 狗脊化学成分的分离与鉴定[J]. 中国药物化学杂志, 2001, 11(5): 279-280.
- [30] 吴琦. 金毛狗脊化学成分的研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2006.
- [31] MURAKAMI T, SATAKE T, NINOMIYA K, et al. Pterisin-derivate aus der familie pteridaceae [J]. Phytochemistry, 1980, 19(8): 1743-1746.
- [32] SAITO K, NAGAO T, MATOBA M, et al. Chemical assay of ptaquiloside, the carcinogen of *Pteridium aquilinum*, and the distribution of related compounds in the Pteridaceae[J]. Phytochemistry, 1989, 28(6): 1605-1611.
- [33] LOGAN K J, THOMA B A. Distribution of lignin derivatives in plants[J]. New Phytologist, 1985, 99(4): 571-585.
- [34] 谢美萍, 李兰, 鲁安琪, 等. 狗脊中的酚酸及其苷类成分[J]. 中草药, 2016, 47(2): 194-199.
- [35] 程启厚, 杨中林, 胡永美. 狗脊化学成分的研究[J]. 药学进展, 2003, 27(5): 298-299.
- [36] 鞠成国, 徐刚, 宋勇军, 等. 不同产地生制狗脊中总酚酸含量比较[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(10): 24-26.
- [37] 许重远, 晏媛, 陈振德, 等. 金毛狗脊的化学成分研究(III)[J]. 解放军药学报, 2004, 20(5): 337-339.
- [38] 张祺嘉钰, 孙毅. 响应面分析法优选金毛狗脊总黄酮提取工艺[J]. 国际药学研究杂志, 2017, 44(9): 901-904.
- [39] 韩伟, 蒋一帅, 潘佳伟, 等. 表面活性剂辅助提取金毛狗脊总黄酮的工艺研究[J]. 机电信息, 2015(5): 29-32, 39.
- [40] 韩伟, 蒋一帅, 魏雨恬. 超滤-纳滤技术在金毛狗脊黄酮分离纯化中的应用[J]. 南京工业大学学报(自然科学版), 2015, 37(1): 1-7.
- [41] 易盼. 狗脊多糖的分离纯化及生物活性研究[D]. 广州: 广东药学院, 2015.
- [42] 扈芷怡, 廖彭莹, 周忠玉, 等. 金毛狗脊多糖提取工艺的优化及其抗氧化活性[J]. 中成药, 2018, 40(3): 733-736.
- [43] 叶筱琴, 杨小凤, 仇佩虹, 等. 金毛狗中黄酮成分与微

- 量元素的分析测定[J]. 光谱实验室, 2006, 23(1): 99-103.
- [44] 许重远, 陈志良, 张焜, 等. 不同产地金毛狗脊中无机元素的含量测定[J]. 微量元素与健康研究, 2000, 17(4): 41-42.
- [45] 徐家星. 民族药用植物金毛狗的化学成分及其生源途径研究[D]. 昆明: 云南农业大学, 2012.
- [46] XIE M P, LI L, SUN H, et al. Hepatoprotective hemiterpene glycosides from the rhizome of *Cibotium barometz* (L.) J. Sm. [J]. Phytochemistry, 2017, 138: 128-133.
- [47] 潘彩彬, 吴广文, 付长龙. 狗脊的药理作用及其在原发性骨质疏松症治疗中的应用[J]. 中医正骨, 2014, 26(11): 70-71.
- [48] ZHAO X, WU Z X, ZHANG Y, et al. Anti-osteoporosis activity of *Cibotium barometz* extract on ovariectomy-induced bone loss in rats [J]. J Ethnopharmacol, 2011, 137(3): 1083-1088.
- [49] XU G, ZHAO M J, SUN N, et al. Effect of the RW-Cb and its active ingredient like *P*-acid and *P*-aldehyde on primary rat osteoblasts [J]. J Ethnopharmacol, 2014, 151(1): 237-241.
- [50] 李天清, 雷伟, 马真胜, 等. 狗脊提取物对去势大鼠抗骨质疏松活性的实验研究[J]. 中国骨质疏松杂志, 2014, 20(7): 736-740.
- [51] 于海涛, 李慧, 章琦, 等. 狗脊炮制品中促进成骨细胞增殖分化成分的筛选[J]. 中成药, 2012, 34(6): 1139-1142.
- [52] 蔡建秀, 吴文杰, 葛清秀. 20种药用蕨类植物提取液抑菌试验研究[J]. 亚热带植物科学, 2004(1): 22-25.
- [53] LAI H Y, LIM Y Y, TAN S P. Antioxidative, tyrosinase inhibiting and anti-bacterial activities of leaf extracts from medicinal ferns [J]. Biosci Biotech Bioch, 2009, 73: 1362-1366.
- [54] 赵敏杰, 鞠成国, 林桂梅, 等. 狗脊不同炮制品的抗炎作用及其机制研究[J]. 中成药, 2015, 37(9): 1990-1993.
- [55] 索天娇, 韩蕾, 贾天柱. 狗脊生、制品不同提取部位抗炎药效学实验研究[J]. 中华中医药学刊, 2012, 30(12): 2754-2756.
- [56] 许柎, 曹跃, 周翎, 等. 狗脊炮制前后抗氧化活性的研究[J]. 中华中医药学刊, 2011, 29(11): 2424-2426.
- [57] 林燕如. 金毛狗脊叶黄酮提取、纯化和抗氧化性研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2010.
- [58] HENG Y W, BAN J J, KHOO K S, et al. Biological activities and phytochemical content of the rhizome hairs of *Cibotium barometz* (Cibotiaceae) [J]. Ind Crops Prod, 2020, 153: 112612.

(收稿日期: 2022-05-30 编辑: 田苗)