

金线莲化学成分及药理作用研究进展

任怡菲,沈嘉艳,张晓宇,李贞民,李兆福,解静,谢招虎*

(云南中医药大学,云南昆明 650500)

摘要:金线莲是兰科开唇兰属多年生草本植物,主要生长于广西、福建、浙江等地,又称之为金耳环、金线虎头蕉、金丝线等,外观呈小巧金黄色叶片,网状叶脉。金线莲作为一个药食同源的草本植物而广泛地应用于中国民间,该研究对金线莲活性成分的提取方法以及药理作用进行综述,结果发现金线莲提取物中主要含有黄酮类、多糖类、挥发油类、生物碱类、甾体类化合物等成分,这些成分的提取方法多种多样。金线莲主要药理作用包括抗感染、降血糖、心血管保护、抑瘤、降脂、抗氧化、保肝脏和免疫调节作用等。对金线莲活性成分提取方式及生物活性进行了总结,为金线莲的进一步开发和推广应用提供参考。

关键词:金线莲;化学成分;药理作用;研究进展

DOI:10.11954/ytctyy.202408052

中图分类号:R284;R285

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

文章编号:1673-2197(2024)08-0251-05



- [46] 贺润丽,杨晓琳,段迎,等. 转录组测序分析膜荚黄芪紫茎花青素生物合成的关键基因[J]. 中药材,2021,44(1):47-53.
- [47] 王祥,王育朋,安佳,等. 不同生长年限蒙古黄芪转录组学分析及三萜皂苷合成关键基因挖掘[J]. 中草药,2023,54(3):915-925.
- [48] 张莹. 黄芪转录组数据分析及皂苷合成途径关键基因的表达[D]. 太原:山西农业大学,2020.
- [49] 李慧,姜明,于侃超,等. 膜荚黄芪皂苷合成途径关键基因的挖掘和生物信息学分析[J]. 广东化工,2021,48(23):96-98,63.
- [50] 孙欢欢,高红,孙海峰,等. 基于二代测序技术的黄芪萜类合成酶基因挖掘与生物信息学分析[J]. 中国实验方剂学杂志,2018,24(24):14-18.
- [51] 鲁海坤. 蒙古黄芪种子贮藏和控制劣变过程中活力及生理生化变化[D]. 北京:中国农业科学院,2021.
- [52] 罗丽,胡力,蒋超,等. 蒙古黄芪、膜荚黄芪及混伪品种子的位点特异性 PCR 鉴别[J]. 中国实验方剂学杂志,2024,30(4):21-28.
- [53] 李军,张召雷,王晓敏,等. 应用种子形态及 DNA 条形码技术鉴定黄芪及混伪品种子[J]. 中草药,2022,53(24):7871-7879.
- [54] 张改霞. 几种传统大宗中药材种子 DNA 条形码鉴定[D]. 济南:山东中医药大学,2017.
- [55] 张艳,刘海龙,王瑞琼,等. 黄芪化学成分和药理作用及 Q-marker 预测分析[J]. 中国新药杂志,2023,32(4):410-419.
- [56] 安鑫,吴文如,来慧丽,等. 广藿香分子生药学研究进展[J]. 中国中药杂志,2019,44(22):4781-4785.
- [57] 张丹凤. 蒙古黄芪异黄酮合成酶基因的克隆及序列分析[D]. 福州:福建农林大学,2004.
- [58] 袁宇含,金河延,孟义淳,等. 膜荚黄芪查尔酮异构酶基因的克隆及表达分析[J]. 东北农业科学,2020,45(1):25-28,34.
- [59] 袁宇含. 膜荚黄芪查尔酮异构酶基因的克隆及表达分析[D]. 延吉:延边大学,2020.
- [60] 于洋,哈洋,赵洋,等. 膜荚黄芪异黄酮 3'-羟化酶基因的克隆及表达分析[J]. 延边大学农学报,2021,43(1):1-6,44.
- [61] 冯艺川,赵洋,全雪丽,等. 膜荚黄芪 C4H 基因的克隆及表达分析[J]. 分子植物育种,2021,19(1):130-136.
- [62] 赵洋,李俊杰,苏喆莹,等. 膜荚黄芪 UCGT 基因的克隆及表达分析[J]. 延边大学农学报,2021,43(3):1-7.
- [63] 刘俊频,李胜立,袁元,等. 膜荚黄芪 3 个苯丙氨酸解氨酶基因的克隆与表达分析[J]. 中草药,2019,50(7):1669-1675.
- [64] 孟祥善,周玉梅,代晓华,等. 黄芪 ISSR 标记遗传多样性及其与主要药用成分的关联分析[J]. 中国药理学杂志,2019,54(24):2060-2070.
- [65] 谭新宁,吴文如,来慧丽,等. 分子生药学研究的计量学及可视化分析[J]. 中华中医药学刊,2020,38(11):218-224.

(编辑:赵可)

收稿日期:2023-09-12

基金项目:国家中医药管理局中医临床研究基地建设项目(国中医药科技函[2018]131号);云南省中医临床医学研究中心项目(202102AA310006);国家自然科学基金(8226150978,8226151015);云南省基础研究计划青年项目(202201AU070164);云南省科技厅—云南中医药大学基础研究计划中医联合专项(202101AZ070001-018);云南省科技厅—云南中医药大学基础研究计划中医联合专项(202101AZ070001-241);云南省教育厅科学研究基金项目(2023Y0445)

作者简介:任怡菲(1995—),女,云南中医药大学硕士研究生,研究方向为中医药防治风湿免疫性疾病。

通讯作者:谢招虎(1989—),男,博士,云南中医药大学讲师,研究方向为中医药防治风湿免疫性疾病。E-mail:695109323@126.com

Research Progress on Extraction Methods and Pharmacological Effects of Active Components from *Anoectochilus Roxburghii*

Ren Yifei, Shen Jiayan, Zhang Xiaoyu, Li Zhenmin, Li Zhaofu, Xie Jing, Xie Zhaohu*
(Yunnan University of Chinese Medicine, Kunming 650500, China)

Abstract: *Anoectochilus roxburghii* is a perennial herb from *Anoectochilus*, *Orchidaceae*, which mainly grows in Guangxi, Fujian, Zhejiang and other places. It is also called Jinerhuan, Jinxianhutoujiao, Jinsirong and others, with small golden yellow leaves and reticular veins. *Anoectochilus roxburghii*, as a herbaceous plant with medicine food homology, is widely used in Chinese folk. In this study, the extraction methods and pharmacological effects of the active components from *Anoectochilus roxburghii* were reviewed. The results showed that the extracts of *Anoectochilus roxburghii* mainly contained flavonoids, polysaccharides, volatile oils, alkaloids, steroids and other components, and there were various extraction methods of these components. The main pharmacological effects of *Anoectochilus roxburghii* include anti-infection, hypoglycemic activity, cardiovascular protection, tumor inhibition, lipid-lowering, antioxidation, liver protection and immune regulation. In this paper, the extraction methods and biological activities of active components from *Anoectochilus roxburghii* were summarized, so as to provide reference for further development and popularization of *Anoectochilus roxburghii*.

Keywords: *Anoectochilus Roxburghii*; Chemical Composition; Pharmacological Effect; Research Progress

金线莲(*Anoectochilus roxburghii*)属于兰科植物,又称为乌人参、金线兰、金蚕、树草莲等^[1-2],主要生长在南洋各地和中国的福建、台湾、广东、云南等地,具有清热除湿、凉血解毒等作用,有较高的药用和经济价值。金线莲富含生物碱、多糖、挥发油、黄酮、甾醇、有机酸、微量元素及氨基酸等成分^[3]。相关药理学研究成果表明,金线莲可用于治疗类风湿关节炎、高尿酸血症、肝癌、肾炎、膀胱炎、肺结核、糖

尿病、化脓性骨髓炎等疾病^[4-6]。本文将从金线莲活性成分的提取方法和药理作用等方面进行综述,以期金线莲的进一步开发与利用提供参考。

1 主要活性成分及提取方法

目前已知金线莲中所含化学成分主要包括核苷类、生物碱类、多糖类、挥发油类、黄酮类、甾体类、微量元素及氨基酸等,具体物质见表1。

表1 金线莲中主要化学成分

分类	主要化学成分
核苷类成分 Nucleosides	胞嘧啶、尿嘧啶、胞苷、鸟嘌呤、尿苷、腺嘌呤、肌苷、鸟苷、2'-脱氧鸟苷、 β -胸苷、腺苷和 2'-脱氧腺苷
生物碱类成分 Alkaloids	乌头碱、石杉碱甲和异亮石松碱
多糖类成分 polysaccharides	葡萄糖、甘露糖、鼠李糖、半乳糖、岩藻糖、阿拉伯糖和木糖
挥发油类成分 volatile oils	脂肪酸、亚油酸、1-辛烯-3-醇、棕榈酸、亚麻酸、十六羧酸甲酯、2-十二酮、正十六烷酸、(Z,Z)-9,12-十八碳二烯酸、(Z,Z)-9,12-十八碳二烯酸甲酯、(Z,Z)-9,12,15-十八碳三烯酸甲酯
黄酮类成分 flavonoids	芦丁、异槲皮苷、水仙苷、槲皮素、异槲皮素、山柰酚、异鼠李素、槲皮素-7-O β -D-葡萄糖苷、槲皮素-3'-O β -D-葡萄糖苷、槲皮素-3,4'-二甲醚、槲皮素-3'-O β -D'-芸香糖苷、鼠李李素、异鼠李素-3-O-新橙皮糖苷、异鼠李素-7-O β -D-葡萄糖苷、异鼠李素-3,4'-O β -D-二葡萄糖苷、7-甲氧基 3',4',5-三羟基黄酮醇 3-O β -D-葡萄糖苷、5-羟基 3',4',7-三甲氧基黄酮醇 3-O β -D-芸香糖苷、山柰酚-3-O β -D-葡萄糖苷、山柰酚-7-O β -D-葡萄糖苷、3',4'-二甲氧基木犀草素-7-O-D-葡萄糖苷
甾体类成分 steroids	2,4-异丙烯基胆甾醇、开唇兰甾醇、 β -谷甾醇、麦角甾醇、豆甾醇、菜油甾醇、羊毛甾醇 2-十八碳二烯酸甲酯
微量元素 Trace element	铁、钙、镁、锰、锌、铜、钼、铬、钴、硒、磷、钾、硫、钠
有机酸类成分 Organic acid components	琥珀酸、阿魏酸、棕榈酸、双棕榈酸和香豆酸
三萜类成分 Triterpenoids	果酸、齐墩果酸、sorghumulol 和木栓酮

1.1 生物碱类

采用室温冷浸法和超声波振荡法提取生物碱类。林丽清等^[7]通过正交试验法对2种提取方法进行比较,发现超声振荡法比室温下冷浸法好,对生物碱的萃取效率更高且容易操作。

1.2 多糖类

多糖的提取方法主要有水浴和热水回流提取法、稀碱法、稀酸法、酶法、超声波辅助法、半仿生一

微波组合技术及超高压提取法。经实验发现,在最优提取工艺条件下,用水浴浸提方法提取得率为26.68%,值得使用^[8]。用热水回流提取法提取多糖的优势在于温度高可增加药材与溶剂的接触^[9]。利用稀碱法提取多糖,能有较高的产量,这是由于蛋白质与多糖的共价结合,细胞壁结构被碱性条件破坏而释放出多糖,加速了多糖的溶解^[10]。崔仕超^[11]用甲酸提取金线莲中的多糖,并与水提法和稀碱法比

较,发现其虽然能提高多糖的纯度,但会损伤设备。通过酶法萃取多糖可以降低提取条件、缩短提取时间,具有较大的推广价值^[12]。黄丽华等^[13]通过超声波辅助法提取多糖,由此得出了组培苗比栽培苗多糖含量高的结论。梅少莘等^[14]认为,运用半仿生—微波联合提取法提取多糖,既节省了时间,又提高了提取量。研究发现,在操作压力为 300 MPa 时,可使多糖提取率达 12.19%^[15]。

1.3 挥发油类

利用水蒸气蒸馏、索氏萃取、微波辅助萃取等方法提取金线莲挥发油中的化学成分。水蒸气蒸馏法是指将金线莲的挥发性成分和水蒸气共同馏出,再经过共冷凝而获得挥发性成分的技术方法,该方法的优点为用时少、溶剂用量少^[16]。韩美华等^[17]根据水蒸气蒸馏提取法提取出挥发油中的化学成分。索氏提取法是指用索氏提取器的一种提取方法。微波辅助萃取法是在微波协同萃取仪中放置药物并运用超声及微波萃取化学成分的方法。林碧霞等^[18]实验表明,以上 3 种提取方法的挥发油提取率以微波辅助萃取法为最高。

1.4 黄酮类

响应面法、紫外分光光度法、超声波辅助溶剂法、 $\text{NaNO}_2\text{-AL}(\text{NO}_3)\text{-NaNO}$ 分光光度法及高效液相色谱法是提取黄酮类化合物的主要方法。李锐^[19]证实了用紫外分光光度法测定广金钱草总黄酮含量的方法,该方法具有简便易行的特点。超声时间与超声功率影响运用超声波辅助溶剂法时黄酮类化合物的提取率^[20]。李荣峰等^[21]以 $\text{NaNO}_2\text{-AL}(\text{NO}_3)\text{-NaNO}$ 分光光度法提取金线莲中的黄酮类化合物,提取率为 25.426 mg/mL。关憬等^[22]用高效液相色谱法测定黄酮类化学成分,并比较了福建金线莲和云南金线莲化学成分之间的关系区别。

1.5 甾体类

甾醇是以环戊烷全氢菲为基础的一类生物活性元素,具有降血脂、减轻前列腺炎、抗癌等功能。常用半仿生—微波组合技术提取以保证甾醇化学成分的有效提取^[23-24]。

1.6 微量元素及氨基酸

为对比中国云南省的文山人工栽培金线莲和野生金线莲微量元素含量,胡国海等^[25]运用火焰原子吸收光谱法测定含量,并指出该法简单快捷。为了确定不同金线莲微量元素浓度,可用原子吸收光谱法测定^[26]。综上,火焰原子吸收光谱法与原子吸收光谱法是提取微量元素的准确有效的方法。

而氨基酸的提取主要是应用氨基酸自动分析仪^[27]。

2 药理作用

2.1 抗炎作用

金线莲富含多糖及苷类物质,具有非常强的抗炎作用。GUO Y 等^[28]实验发现,多糖可抑制 I- κ B 和 p65 的磷酸化,下调 IL-6、IL-10、IL-1 κ 、IL-1 β 、IL-6 mRNA 的表达,从而实现抗炎的作用,减轻 CIA 大鼠关节炎及滑膜增生。许艳等^[29]证实金线莲中的小分子化合物金线莲苷可通过抑制基质金属蛋白酶 MMP-1、MMP-3、MMP-13 的表达,保护滑膜细胞并能降低促炎因子 IL-6、IL-1 β 、IL-8 的分泌,控制炎症。

2.2 抗感染作用

金线莲具有抗乙型肝炎病毒(HBV)活性的作用。郑玲等^[30]在动物实验中选择了金线莲鲜汁作为试验物质,并使之作用在具有 HBV 基因的细胞株上,发现在金线莲含量 ≥ 200 mg/mL 时,金线莲能明显地降低 HBeAg 和 HBsAg 的水平。金线莲可抑制鸡新城疫病毒的增殖。何玉琴等^[31]发现金线莲水提取物的 3 种不同方法(先病毒后药物组、先药物后病毒组、病毒与药物混合组)均可影响病毒感染活性,先病毒后用药物组的抑制效果最低,用药与病毒混合组的抑制效果最高,说明了金线莲水提取物并没有杀灭病毒,但能够发挥对该病毒的防治效果。金线莲具有抗菌活性,金线莲乙醇提取物能够拮抗金黄色葡萄球菌,并能影响细菌对蛋白质和复原糖的新陈代谢,从而得出金线莲抗菌的机理很可能是通过降低对蛋白质和复原糖的吸收来控制病菌增长速度^[32]。

2.3 降血糖作用

金线莲可从促进胰岛素的分泌、提高机体的抗氧化能力、降低血脂水平、保护肝脏细胞或促进受损组织修复等多途径发挥其抗血糖作用。有研究证实,给予实验小鼠低剂量的金线莲石油醚提取物可导致实验小鼠肝糖原浓度增加,另外,对饲养啮齿诱导形成的糖尿病小鼠来说,金线莲石油醚提取物对小鼠有显著降血糖作用,其降血糖机理与葡萄糖代谢过程的调控和机体抗氧化水平的提高有关^[33]。

2.4 血管保护作用

金线莲可通过降低血压起到防止血管内皮损伤的作用。李葆华等^[34]发现金线莲提取物 ARL 可使血浆中 Ang、ET 的含量减少,降低血压,改善血管内皮功能。刘青等^[35]实验表明金线莲对细胞活力有显著改善作用,可抑制损伤细胞产生一氧化氮(NO),能下调活性氧的产生,减少 AGE 受体表达,减轻内

皮功能障碍,保护血管。

2.5 抗肿瘤作用

金线莲具有金线莲多糖、甾体、三萜类等抗癌活性成分。经证实,抑制癌细胞生长周期、促进癌细胞解体凋亡、增强机体免疫功能等是金线莲抗癌的作用机制^[36]。YU X 等^[37]实验结果显示,金线莲的多糖成分能干扰食道癌 OE19 细胞的成长周期,使该细胞 G2/M 期停滞。翁秀华等^[38]实验表明,金线莲多糖可直接促进 Caspase-3 表达,从而抑制前列腺癌 PC-3 细胞凋亡。

2.6 降脂作用

天然的植物有效成分能抑制身体内的油脂产生或加速脂肪的降解,从而降低体内的油脂含量。王慧琴等^[39]运用金线莲甲醇提取物治疗高脂血症大鼠,发现金线莲可升高大鼠血浆中的 HDL-c 含量,清除血管中多余油脂,降低大鼠肝脏的相对质量,起到良好的降血脂、降肝脂作用。用金线莲多糖对 SD 大鼠进行灌肠实验,结果显示金线莲多糖对饲高脂饲料大鼠的甘油三酯和总胆固醇水平均有明显的影响,说明金线莲多糖对大鼠有降脂作用^[40]。

2.7 抗氧化作用

人体内氧化反应及抗氧化机制的失衡会引发氧化应激反应,氧化应激与机体的老化和发病有一定的关系。许多研究都指出,心血管疾病、肿瘤、代谢性病变、神经系统退行性病变等都与抗氧化反应密切相关,而过氧化氢酶 CAT、超氧化物歧化酶 SOD 和谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-PX 等抗氧化酶和药用植物的活性成分、谷胱甘肽、维生素 C 和 E 等小分子抗氧化剂,均能够有效抵御氧化反应^[41]。有关研究表明,使用乙醇所萃取出的福建金线莲移植苗和组培苗提取物都具有很好的抗氧化功能,移植苗的超氧自由基及抗氧化功能比对照组强,据猜测这可能与移植苗中黄酮类物质浓度偏高密切相关^[42]。二者的羟自由基水平比较,组培金线莲明显优于移栽苗,组培清除率分别为 92.48% 和 71.32%,据猜测其原因可能与组培苗中含糖成分浓度高相关。唐楠楠等^[43]对秀丽隐杆线虫的研究表明,金线莲多糖提取物有明显的抗氧化效果,乙酸乙酯部位能有效清除羟自由基及氧自由基。

2.8 保肝肾作用

金线莲在防治 CCl₄ 肝损伤、ALD、NAFLD、AIH、CHB 等方面都有明显作用,能增加肝肾组织中消除自由基有关酶的活力,进而控制炎症,稳定细胞膜,有效地降低肝脏细胞的损伤程度等^[44]。杨晓灵^[45]探讨金线莲多糖对酒精诱导小鼠肝损伤的保护作用,结果表明金线莲多糖可降低血清中 ALT 和

AST 的活性,减少 NO 的产生,修复因酒精损伤的肝细胞。金线莲对肾脏的保护作用主要体现在其可减轻肾脏的纤维化,抑制氧化应激与炎症反应,延缓肾组织细胞凋亡等^[46]。

2.9 调节免疫作用

金线莲通过调节细胞因子,增加脾脏淋巴细胞,增强体外免疫活性,起到调节免疫功能的作用。许丹妮^[47]在动物实验中将金线莲多糖使用于免疫抑制小鼠,结果表明金线莲多糖能明显提高免疫系统指标和免疫系统的功能,能促进脾脏淋巴细胞的数量增加。有学者曾对投用金线莲多糖的实验动物进行转录因子 mRNA 的测定,其结果表明,金线莲多糖可以升高或降低动物脾脏蛋白质因子的 mRNA 转录能力,从而促进了相关细胞因子的分泌,调整了动物的免疫机能^[48]。

2.10 其他作用

有研究表明,金线莲中所含生物碱,其镇痛效果比吗啡强 10~40 倍。林婷等^[49]将金线莲组培苗萃取物广泛应用于小鼠坐骨神经的慢性压迫模式、热板致痛模式和醋酸导致小鼠扭体模型。结果表明,金线莲组培苗的提纯物能有效控制因坐骨神经慢性压迫小鼠所引起的疼痛和醋酸引起的酸痛。金线莲喷剂用于手足口疾病的临床试验显示,与对照组相比,金线莲喷剂可明显改善儿童的手足口疾患,缓解患儿口腔疼痛^[50]。

3 总结及展望

金线莲是一种应用历史悠久的传统珍贵药材,具有广泛的生物活性,开发利用前景广阔。其含有多种活性成分,且药理作用丰富。从目前的研究成果中可以看出,金线莲活性成分较多且萃取方式相当丰富,但仍然需进一步优化;其药理作用虽多,但相关机理研究尚有待进一步深入开展;关于该药服用后是否有潜在副作用,其进入机体后的吸收利用情况有待进一步深入探索。期望日后能加大研究的深度与广度,进一步证实其药理作用。

参考文献:

- [1] 王雨婷,雷彩霞,程国威,等. 金线莲的组培快繁体系优化及其有效成分的含量[J]. 贵州农业科学,201947(1):127-130.
- [2] 陈莹,黄锦芳,林娜,等. HPLC 法同时测定金线莲中 6 种成分[J]. 中成药,2018,40(10):2222-2227.
- [3] 刘英孟,张海燕,汪镇朝,等. 金线莲的研究进展[J]. 中成药,2022,44(1):186-192.
- [4] 叶庆荣. 珍稀中草药金线莲病虫害综合防治技术[J]. 中国农村小康科技,2005(12):43,47.
- [5] 王伟,苏明华,李惠华,等. 蓝光补光对福建金线莲生长及药用成分的影响[J]. 热带作物学报,2018,39(5):894-899.

- [6] 施满容. 金线莲组织培养条件优化对其有效成分含量的影响[J]. 福建农业学报, 2018, 33(5): 495-501
- [7] 林丽清, 黄丽英, 张亚锋, 等. 金线莲总生物碱的提取方法及条件的优化[J]. 中药材, 2006, 29(12): 1365-1367.
- [8] 曾碧玉, 苏明华, 陈清西, 等. 金线莲多糖的提取工艺优化[J]. 热带作物学报, 2016, 37(3): 615-621.
- [9] 马黄璜, 郭晓芳, 张增弟, 等. 不同提取方式对金线莲多糖含量及 DPPH 自由基清除活性的影响[J]. 海峡药学, 2020, 32(1): 34-36.
- [10] 游侃. 稀碱法提取金线莲多糖的研究[J]. 海峡药学, 2014, 26(5): 48-50.
- [11] 崔仕超. 金线莲活性物质的提取及生理活性的研究[D]. 汕头: 汕头大学, 2010.
- [12] 李仲达. 金线莲多糖的提取及其性质研究[D]. 广州: 仲恺农业工程学院, 2014.
- [13] 黄丽华, 李芸瑛, 邵玲. 金线莲多糖的提取及抗氧化活性的研究[J]. 食品科技, 2017, 42(6): 211-214.
- [14] 梅少苹, 吕鉴泉, 张恒铭, 等. 半仿生-微波组合技术提取金线莲多糖的研究[J]. 嘉应学院学报, 2017, 35(8): 56-60.
- [15] 常双艳. 金线莲多糖提取、初步纯化及其口服液制备[D]. 福州: 福建农林大学, 2013.
- [16] 阙万才. 金线莲中挥发油的提取及其抗肺癌细胞 NCI-H446 作用研究[D]. 福州: 福建医科大学, 2011.
- [17] 韩美华, 杨秀伟, 靳彦平. 金线莲挥发油化学成分的研究[J]. 天然产物研究与开发, 2006, 18(1): 65-68.
- [18] 林碧霞, 柯佳妹, 翁秀华. 三种不同方法提取金线莲挥发油的效果比较研究[J]. 海峡药学, 2016, 28(12): 31-33.
- [19] 李锐. 紫外分光光度法测定广金钱草中总黄酮含量[J]. 亚太传统医药, 2008, 4(10): 36-37.
- [20] 陈吓佛, 邹智岳, 陈锦秀, 等. 超声波提取金线莲总黄酮工艺研究[J]. 德州学院学报, 2018, 34(6): 20-24.
- [21] 李荣峰, 许彩勤. 金线莲黄酮类化合物的提取工艺[J]. 北方园艺, 2020(11): 98-103.
- [22] 关璟, 王春兰, 郭顺星, 等. 高效液相色谱法测定金线莲中黄酮含量[J]. 药物分析杂志, 2008, 28(1): 9-11.
- [23] 韩军花. 植物甾醇的性质、功能及应用[J]. 国外医学(卫生学分册), 2001, 28(5): 285-291.
- [24] 吕鉴泉, 张恒铭, 刘彬, 等. 半仿生-微波组合提取金线莲中甾体类活性物质[J]. 嘉应学院学报, 2018, 36(8): 53-57.
- [25] 胡国海, 李洪潮, 解成骏. 云南文山人工种植金线莲中的微量元素含量测定[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(14): 7294-7295, 7330.
- [26] 柯伙钊, 陈文娟. 原子吸收光谱法测定不同产地金线莲中的微量元素[J]. 海峡药学, 2009, 21(12): 81-82.
- [27] 李姗姗, 莫昭展, 王小敏. 广西金线莲的微量元素及氨基酸含量测定[J]. 玉林师范学院学报, 2016, 37(5): 95-98.
- [28] GUO Y, YE Q, YANG S, et al. Therapeutic effects of polysaccharides from *Anoectochil roxburghii* on type II collagen-induced arthritis in rats[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2019(122): 882-892.
- [29] 许艳, 崔海虹, 朱静媛. 金线莲苷对 TNF- α 诱导的人类风湿关节炎滑膜细胞增殖及炎症因子、MMPs 产生的影响[J]. 湖北中医药大学学报, 2022, 24(2): 38-42.
- [30] 郑玲, 张荔荔, 孙埔. 金线莲体外抗 HBV 表达的初步研究[J]. 海峡药学, 2003, 15(5): 65-67.
- [31] 何玉琴, 林标声, 邱龙新, 等. 金线莲提取物体外抑菌及抑制鸡新城疫病毒在 CEF 上的增殖[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2012, 41(4): 520-523.
- [32] 黄聪亮, 邹兰, 胡月英, 等. 金线莲乙醇提取物对金黄色葡萄球菌抑菌性能研究[J]. 热带作物学报, 2017, 38(1): 150-154.
- [33] 陈卓, 黄自强. 金线莲及其提取物降血糖实验研究[J]. 福建医科大学学报, 2000, 24(4): 350-353.
- [34] QING LIU, AI-MIN QIAO, QING LIU, et al. Protection of kinsenoside against AGEs-induced endothelial dysfunction in human umbilical vein endothelial cells[J]. Life Sciences, 2016, 162: 102-107.
- [35] 李葆华, 陈以旺. 金线莲提取物 ARL 对肾血管性高血压大鼠血压、血管紧张素 II、一氧化氮和内皮素的影响[J]. 中国分子心脏病学杂志, 2006, 6(3): 132-135.
- [36] 吴雅若, 尤梅桂, 翁乐斌. 金线莲抗癌活性成分及抗癌作用机制的研究进展[J]. 医学理论与实践, 2018, 31(19): 2869-2871.
- [37] YU X, LIN S, ZHANG J, et al. Purification of polysaccharide from artificially cultivated *Anoectochilus roxburghii* (wall.) Lindl. by high-speed counter current chromatography and its antitumor activity[J]. Journal of Separation Science, 2017, 40(22): 4338-4346.
- [38] 翁秀华, 王长连, 袁曦, 等. 金线莲对人前列腺癌 PC-3 细胞增殖能力的影响[J]. 中国医院药学杂志, 2011, 31(13): 1083-1087.
- [39] 王慧群, 杨博, 罗增伟, 等. 金线莲甲醇提取物降脂作用研究[J]. 中南药学, 2014, 12(1): 14-17.
- [40] 张赛男. 金线莲多糖降血脂功能的实验研究[J]. 云南中医中药杂志, 2014, 35(12): 64-66.
- [41] 李秋静, 郑晓艳, 刘桂君, 等. 福建药用植物金线莲研究进展[J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2018, 20(8): 1364-1372.
- [42] 邹金美, 王兵丽, 赵晓丹, 等. 福建金线莲组培苗和移栽苗主要活性成分及抗氧化性的研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(23): 136-139, 144.
- [43] 唐楠楠, 陶佳青, 陈常理, 等. 台湾金线莲与浙江金线莲多糖含量及抗氧化活性比较研究[J]. 西北植物学报, 2016, 36(3): 521-526.
- [44] 张晓颖, 俞晓玲, 叶寒辉. 金线莲保肝作用及作用机制研究进展[J]. 中国现代中药, 2022, 24(5): 920-925.
- [45] 杨晓灵. 金线莲多糖对酒精诱导小鼠肝损伤的保护作用及其颗粒冲剂的研制[D]. 福州: 福建医科大学, 2017.
- [46] 陈星宇. 金线莲苷减轻酒精联合四氯化碳所致肾损伤的作用及机制研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2021.
- [47] 许丹妮. 金线莲多糖对小鼠免疫调节作用的研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2011.
- [48] 马玉芳, 李萍, 潘晓丽, 等. 金线莲多糖对环磷酰胺所致免疫抑制小鼠脾脏细胞因子及转录因子 mRNA 表达的影响[J]. 中国兽医学报, 2017, 37(7): 1322-1326.
- [49] 林婷, 杨静玉, 王芳, 等. 台湾金线莲组织培养苗提取物抗肿瘤、镇痛作用药理学研究[C]//中国药理学会. 新药研发暨新药发现学术研讨会会议论文集. 北京: 中国药理学会, 2010: 36-37.
- [50] 李芹, 高虹, 敖雯, 等. 210 例手足口病普通型患儿证候及疗效分析[J]. 中医杂志, 2013, 54(7): 584-586, 596.

(编辑: 李悦)