

艾叶黄酮类化合物的研究进展

胡倩, 刘大会, 曹艳*

(湖北中医药大学药学院, 省部共建中药资源和中药复方教育部重点实验室, 武汉 430065)

摘要: 艾叶为中国传统中药材, 是药食两用植物资源。艾叶中除含有挥发油、三萜类、多糖等多种化学成分外, 还含有丰富的黄酮类化合物。现代药理研究表明艾叶黄酮类化合物具有抗氧化、抗肿瘤、抗炎、抑菌等多种药理活性。本文以艾叶黄酮类化合物的提取方法、纯化方法、结构和分类以及药理活性为主要内容开展综述, 为艾叶黄酮类化合物的进一步研究和临床应用提供参考。

关键词: 艾叶; 黄酮类化合物; 提取; 药理活性

Research progress on flavonoids from *Artemisia argyi*

HU Qian, LIU Da-Hui, CAO Yan*

(Key Laboratory of Ministry of Education on Traditional Chinese Medicine Resource and Compound Prescription, Pharmacy Faculty, Hubei University of Chinese Medicine, Wuhan 430065, China)

ABSTRACT: *Artemisia argyi* is a traditional Chinese medicine, which is a plant resource for both food and medicine. In addition to volatile chemicals, triterpenoids, polysaccharides and other chemical components, *Artemisia argyi* contains rich flavonoids. Modern pharmacological studies have shown that the flavonoids from *Artemisia argyi* have anti-oxidation, anti-tumor, anti-inflammatory, antibacterial and other pharmacological activities. This paper reviewed the extraction methods, purification methods, structure and classification and pharmacological activities of flavonoids from *Artemisia argyi*, in order to provide references for further research and clinical application of flavonoids from *Artemisia argyi*.

KEY WORDS: *Artemisia argyi*; flavonoids; extraction; pharmacological activity

1 引言

艾叶来源于菊科植物艾(*Artemisia argyi* Levl. et Vant.)的干燥叶, 其味辛、苦, 有小毒, 具有温经止血、散寒止痛之功效, 临床上用于吐血、衄血、崩漏、月经过多、少腹冷痛和经寒不调等症^[1]。艾叶在中国分布广泛, 以湖北蕲州产者为最佳, 故以蕲艾为地道药材^[2]。黄酮类化合物是一类植物次生代谢产物, 广泛存在于多种植物中。黄酮类化合物的药用价值比较广泛, 可用于防治心脑血管疾病, 许多黄酮类成分具有止咳、祛痰、平喘及抗菌等活性, 同

时具有护肝、解肝毒、治疗肝炎、肝硬化及抗自由基和抗氧化作用, 适量摄入黄酮类化合物能减少肿瘤、癌症、心血管等疾病的发病率, 引起了国内外众多科学家的高度重视, 加快了黄酮类化合物的研究及开发利用。

黄酮类化合物为艾叶主要活性成分之一, 现代药理学研究表明艾叶中黄酮类化合物具有抗氧化、抗肿瘤、抗炎、抑菌等多种药理作用。本文对艾叶中黄酮类化合物的提取方法、纯化方法、结构和分类及药理作用研究进展进行综述, 旨在为艾叶黄酮类化合物的进一步深入研究和开发利用提供参考。

基金项目: 中央本级重大增减支项目 (2060302)

Fund: Supported by the Major Increase or Decrease Project at the Central Level (2060302)

***通讯作者:** 曹艳, 博士, 副教授, 主要研究方向为中药制剂新剂型新技术。E-mail: caoyan7593@163.com

***Corresponding author:** CAO Yan, Ph.D, Associate Professor, Key Laboratory of Ministry of Education on Traditional Chinese Medicine Resource and Compound Prescription, Hubei University of Chinese Medicine, Wuhan 430065, China. E-mail: caoyan7593@163.com

2 艾叶黄酮类化合物的提取方法

2.1 溶剂提取法

溶剂提取法是利用样品中各组分在特定溶剂中溶解度的差异,使理想组分得到分离的一种传统提取方法。有机溶剂提取法是目前提取黄酮类化合物比较成熟的工艺提取方法。黄酮类化合物之间性质差异比较大,黄酮苷元一般难溶或不溶于水,易溶于甲醇、乙醇、乙酸乙酯、乙醚等有机溶剂,而黄酮苷一般易溶于水、甲醇、乙醇、乙酸乙酯、吡啶等溶剂,难溶于乙醚、三氯甲烷、苯等有机溶剂,其中乙醇常用于提取黄酮类化合物。有研究证明 90%~95%乙醇适于提取苷元,60%左右乙醇适于提取苷类^[3],95%乙醇浸渍艾叶能够有效提取艾叶中黄酮类化合物^[4,5]。卫星等^[6]用正交试验对索氏醇提进行了优化,在溶剂比例为 70%乙醇、料液比 1:35(g/mL)、提取温度 80 °C 及提取时间 3 h 的工艺条件下,得到总黄酮得率为 3.85%。黄丽婷^[7]用闪式提取器提取艾叶,艾叶与提取剂乙醇的质量比为 1:3~15、温度为 25~50 °C、转速为 5000~10000 r/min、提取 30~60 s 后,乙醇提取液经离心、精馏、萃取、纯化、浓缩后得到黄酮提取液,该方法有效提高了总黄酮的提取率,而且工艺简单、提取时间短。孙立立等^[8]将艾叶丝经醇提,经过处理后得到艾叶提取物,其中异泽兰黄素、棕矢车菊素、芹菜素、5,7,4'-三羟基-6,3',5'-三甲氧基黄酮和高车前素的总含量不小于 80%,本方法提取率较高,适合艾叶总黄酮的提取。有机溶剂提取艾叶黄酮类化合物虽然得率高,实验操作简便,但提取杂质成分多,需进一步纯化,且使用有机溶剂提取存在一定的危险和环境影响因素。

2.2 超声提取法

超声提取法近年来在中药领域的研究中应用较多。超声提取法是利用超声波的特殊作用,将植物药材中的有效成分提取到溶剂之中。超声乙醇浸渍法提取过程简便,得到的产率和纯度较高^[9]。龚珍林等^[10]在 60%乙醇浸泡艾叶粉末 24 h、超声功率 200 W、超声时间 40 min 的提取条件下得到艾叶总黄酮得率为 13.42%。郝继伟^[11]通过对超声辅助提取影响因素进行考察,在采用 64%乙醇为提取溶剂,提取时间 28 min,超声温度 61 °C,料液比 1:40(g/mL)工艺条件下,艾叶黄酮类化合物提取率 2.65%。周宇^[12]研究得到最佳工艺条件为:200 mL 60%乙醇提取溶剂、室温浸泡 40 min、超声时间 15 min,在此条件下总黄酮提取率为 6.7%。廖梅香等^[13]采用正交试验得到的最佳工艺条件为:55%乙醇为提取溶剂、浸泡 18 h、超声 75 min。蔡敏^[14]用响应面法对超声辅助提取艾叶黄酮的工艺在原先的基础上,进行了进一步的优化,得到超声辅助提取艾叶中黄酮类化合物的最佳条件为:体积分数 60%的乙醇提取溶剂、提取时间 60 min、固液比 1:20(g/mL)、提取温度 40 °C,此条件下总黄酮提取率为 9.15%,总黄酮的提取率有所提高。该

提取方法具有设备简单、提取时间短、提取率高及能耗低等优点。

2.3 微波提取法

微波提取是利用微波产生的强烈热效应来提取药材中有效成分,该提取方法操作简单、提取效率高、节省时间和溶剂。周宇^[15]以 60%乙醇为提取溶剂、微波功率 400 W、微波时间 9 min,得到总黄酮提取率为 11.84%。李万林等^[16]利用正交法优化艾叶总黄酮提取工艺条件,在 50%乙醇提取溶剂、固液比 1:20(g/mL)、微波温度 60 °C、微波时间 5 min 的工艺条件下,艾叶总黄酮提取率为 3.684%。王婷婷等^[17]利用响应面法优化得到艾叶黄酮工艺条件为:固液比 1:25.5(g/mL)、微波时间 2.5 min,测得黄酮含量为 26.25 mg/g。据最新文献报道,黄艳玲等^[18]采用响应面法得到微波辅助提取的最优条件为:39%乙醇提取溶剂、微波功率 350 W、微波温度 54 °C、微波时间 5 min、料液比 1:40(g/mL),此条件下艾叶总黄酮提取率为 8.805%,提取率得到了较大提高。微波法提取艾叶黄酮类化合物具提取率高、节省溶剂,操作简单,能耗低等特点,但微波提取设备要求高。

2.4 联合提取方法

除采用上述单一提取方法外,有研究将 2 种或 2 种以上的方法进行结合,对提取做进一步的改善。如乙醇浸取回流与微波辅助法结合、双水相与超声耦合、加压辅助萃取和溶剂萃取结合提取等。刘志成等^[19,20]采用乙醇浸取回流与微波辅助法结合,得到最佳工艺条件是 60%乙醇溶剂提取、微波时间 2 min、温度 90 °C,此条件下回流 2 h 后得到黄酮提取率为 2%。李羚等^[21]采用超声波协同丙醇-硫酸铵双水相提取,得到最佳工艺条件为:硫酸铵浓度 0.26 g/mL,丙醇与水体积比 4:5、超声时间 15 min、料液比为 1:60(g/mL),此条件下总黄酮提取率为 9.04%。李华生等^[22]采用加压协同萃取得到的工艺条件为:70%乙醇、料液比为 1:30(g/mL)、萃取时间 40 min、萃取温度 90 °C、压力 0.9 MPa,此条件下总黄酮提取率为 4.66%。张坤朋等^[23]利用远红外辐射联合亚临界乙醇提取北艾黄酮,该联合提取方法具有工艺简单、投入低和效率高等优点,可作为工业化生产高品质北艾黄酮的提取方法。

3 艾叶黄酮类化合物的纯化方法

艾叶中黄酮类化合物经提取后,杂质仍然很多,需通过合适的纯化方法将其纯化从而得到高纯度的产品。黄酮类化合物的分离纯化方法有柱层析、薄层层析、铅盐沉淀、硼酸络合、pH 梯度萃取、溶剂萃取以及高效液相色谱法、液滴逆流层析法、微乳薄层色谱法等^[24]。目前国内有关艾叶黄酮类化合物的纯化研究比较少,通过查阅类似文献,可能对以后在艾叶黄酮类化合物纯化研究方面有所帮助。李桑柔等^[25]通过静态吸附、解吸和动态吸附、解吸等试验来考察

AB-8 大孔树脂对水提紫甘薯色素废渣总黄酮粗提液的纯化性能, 结果吸附率达 86.43%, 解吸率达 89.79%, 该工艺具有较好的纯化效果, 且方法简便可行。沈燕琼等^[26]采用大孔树脂吸附法纯化会泽葛根中粗黄酮, 实验结果表明会泽葛根中黄酮的得率比较高, 在相关文献中处于中上水平。

4 艾叶黄酮类化合物的结构与分类

黄酮类化合物(flavonoids)是一类存在于自然界的、具有 2-苯基色原酮结构的化合物, 其名称来源是由于该类化合物大都显黄色, 且其 4 位上都具有羟基。黄酮类化合物在植物体中通常与糖结合成苷类, 小部分以苷元的形式存在, 其结构比较复杂, 分为黄酮、黄酮醇、异黄酮、查尔酮、二氢黄酮等。艾叶黄酮类化合物有效成分主要有 5,7-二羟基-6,3',4'-三甲氧基黄酮(cupatilin)、5-羟基-6,7,3',4'-四甲氧基黄酮(5-hydroxy-6,7,3',4'-tetramethoxyflavone)、槲皮素(querctetin)和柚皮素(naringenin)等。目前从艾叶中分离得到的黄酮类化合物有二十多种, 主要为黄酮和黄酮醇及其苷类。Tan 等^[27]从艾蒿中鉴别出 4 种黄酮类化合物; Seo 等^[28]从艾蒿提取液中分离得到 6 种黄酮类化合物; Zhang 等^[29]从艾叶中分离得到异泽兰黄素、紫花牡荆素、6-甲氧基苜蓿素等黄酮类化合物, 目前被证实艾叶中仅存在 2 种二氢黄酮: 圣草酚和柚皮素^[30]。

5 艾叶黄酮类化合物的药理活性

5.1 抗氧化

生命体内过多的自由基和活性氧会导致机体氧化损伤, 特别是脂质过氧化会导致细胞与组织死亡, 而黄酮类化合物具有增加内源性抗氧化剂等功能, 能帮助机体减轻过氧化损伤, 因它们大多具有数量不等的酚羟基, 可作为供氢体, 使自由基还原, 从而达到清除自由基的目的。尹彬彬^[31]研究表明艾叶中黄酮类化合物对羟基自由基、1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, DPPH)和 2,2'-联氮-双-3-乙基苯并噻唑啉-6-磺酸(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid), ABTS)等自由基具有较强的清除能力。特别是艾叶黄酮类化合物中主要有效成分异泽兰黄素有着良好的抗氧化能力^[32], 并能防止 H₂O₂ 损害胃上皮细胞, 其作用机制为: H₂O₂ 延迟伤口区上皮细胞的修复, 而异泽兰黄素可以阻止 H₂O₂ 的延迟, 且异泽兰黄素能减轻 H₂O₂ 诱导异常蛋白生成^[33]。黄酮类化合物能以多种方式预防自由基引起的损伤, 包括直接清除自由基、清除一氧化氮、抑制黄嘌呤氧化酶活性、抑制中性粒细胞的脱颗粒等^[34]。

5.2 抗炎

花生四烯酸是全身炎症反应的起点, 黄酮类化合物

能通过环氧酶和 5-脂氧合酶途径抑制花生四烯酸的释放达到抗炎作用^[34]。艾叶黄酮类化合物可作为炎性皮肤病的治疗药物, 其抗炎作用与抑制巨噬细胞释放炎性介质和炎症组织中炎性细胞因子的产生密切相关, 抑制了免疫细胞的渗透和表皮增生, 对接触性皮炎小鼠起到抗炎作用^[35]。近年来多项研究表明艾叶挥发油成分具有较强抗炎活性^[36-38], 但是艾叶黄酮类的抗炎活性研究不多, 今后应进一步加强相关研究。

5.3 抗肿瘤、抗癌

机体内氧化还原系统失衡可能会导致基因突变, 进而诱发肿瘤和癌症。黄酮类化合物是自由基灭剂和抗氧化剂, 其具有抑制肿瘤细胞糖酵解、生长、线粒体琥珀酸氧化酶活性和磷脂酰肌醇激酶活性的功能, 起到抗癌、防癌的作用^[24]。研究表明异泽兰黄素能够通过线粒体内途径诱导细胞凋亡来抑制骨肉瘤细胞的增殖, 并证实异泽兰黄素可能是治疗骨肉瘤的有效药物^[39]。艾叶黄酮类化合物抗癌、抗肿瘤作用可通过抗自由基、直接抑制癌细胞生长和对抗致癌促癌因子 3 种途径来实现^[40]。异泽兰黄素和槲皮素作为艾叶黄酮类化合物中的主要有效成分, 今后应拓展其抗肿瘤、抗癌活性的相关研究, 为艾叶黄酮类化合物的临床应用提供理论参考。

5.4 抑菌、抗病毒

现代研究证明黄酮类化合物有着良好的抑菌、抗病毒作用。黄酮类化合物通过作用于病毒的细胞内复制和抑制病毒的感染等途径发挥抗病毒活性^[34]。研究表明, 几乎所有类黄酮对很多微生物都具有不同程度的抑菌活性。杨宇^[41]研究表明艾蒿的乙醇浸提液有明显的抑菌效果; 有研究报道用药敏纸片法测槲皮素的抑菌能力, 结果表明槲皮素抗金黄色葡萄球菌能力最强, 其为广谱抗菌药^[42]。多项研究结果表明艾叶乙酸乙酯部位均能够得到黄酮类化合物, 且乙酸乙酯部位均具有抗乙型肝炎病毒(hepatitis B virus, HBV)的活性^[43-45], 侯迎迎^[43]首次从艾叶乙酸乙酯部位中提取分离得到主要活性成分 5,4'-二羟基-6,7,3'-三甲氧基黄酮, 王丽阳^[45]首次从艾叶乙酸乙酯部位中提取分离得到主要活性成分 5,7,4'-三羟基-3',8-二甲氧基黄酮, 由此说明艾叶黄酮类化合物在抗病毒活性方面发挥着一定作用。吴芳^[46]研究表明乙酸乙酯部位中黄酮类化合物对乙肝表面抗原(HbsAg)和乙型肝炎源 E 抗原(HbeAg)的分泌均有不同程度抑制作用。以上研究均表明艾叶中黄酮类化合物在抑菌和抗病毒方面有较大发展潜力。

5.5 抗血栓

血栓是血流在心血管系统血管内表面所形成的小块。特别是老年人血管易老化, 血管受损易诱发血栓形成。血小板聚集导致动脉粥样硬化的发生和急性血小板血栓的形成,

黄酮类化合物被证明能有效抑制血小板聚集, 从而发挥抗血栓药理活性, 其发挥抗血小板聚集作用的机制可能是通过抑制血栓素 A₂ 形成途径^[34]。目前关于艾叶黄酮类化合物抗血栓药理活性的报道不多, 后续应加强相关研究。

5.6 肾保护

造影剂有助于增强影像观察效果并广泛应用于心脏相关疾病, 但造影剂使用过量会导致急性肾损伤。有研究报道艾叶黄酮类成分可以减轻碘克沙醇诱导的 LLC-PK1 肾细胞活力降低, 其抗凋亡作用是通过抑制丝裂原活化蛋白激酶(mitogen-activated protein kinase, MAPKs)和活化含半胱氨酸的天冬氨酸蛋白水解酶(cysteiny l aspartate specific proteinase, caspase)介导的。此外, 从艾叶提取物中分离出的黄酮类化合物提高了用碘克沙醇诱导的细胞存活率, 降低了造影剂引起的肾毒性^[47]。有研究表明生物黄酮类化合物可改善低温贮藏引起的肾小管细胞损伤, 其作用机制可能是黄酮类化合物被整合到膜脂双层膜中, 干扰膜脂过氧化, 从而保护肾小管细胞^[48]。

6 结论与展望

艾叶作为传统大宗药材, 使用历史悠久, 价格低廉且用量大。研究证实, 艾叶黄酮类化合物具有抗氧化、抗肿瘤、抗炎、抑菌等多种药理活性, 对人类许多疾病具有应用价值, 尤其是对人类的衰老、阿尔茨海默病等退行性疾病的预防和治疗有重要意义。国内外科学家们三十多年来对其构效关系不断深入研究, 发现了部分药理作用的作用机制, 为在医药、食品领域的应用提供了理论与实验依据。但是目前艾叶黄酮类药效物质基础和作用机制还有待进一步明确, 今后应进一步加强相关研究, 为中药艾叶新药开发提供参考。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015.
Chinese Pharmacopoeia Commission. The People's Republic of China pharmacopoeia (part I) [M]. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 2015.
- [2] 洪宗国. 蕲艾的道地性研究[J]. 中南民族大学学报(自然科学版), 2015, 34(2): 33-37.
Hong ZG. Qiai's geotherbalism studies [J]. J S-Cent Univ Natl (Nat Sci Ed), 2015, 34(2): 33-37.
- [3] 唐浩国. 黄酮类化合物研究[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
Tang HG. Study on flavonoids [M]. Beijing: Science Press, 2009.
- [4] 段蓉. 艾叶化学成分的提取、分离与含量测定研究[D]. 天津: 天津医科大学, 2011.
Duan R. Study on the extraction, separation and determination of chemical constituents in artemisia argyi [D]. Tianjin: Tianjin Medical University, 2011.
- [5] 率红莉, 张庆伟. 艾叶总黄酮的提取及含量测定[J]. 首都医药, 2011, (22): 50-51.
Shuai HL, Zhang QW. Extraction and determination of total flavonoids from artemisia argyi [J]. Cap Chem, 2011, (22): 50-51.
- [6] 卫星星, 曹琛, 高慧, 等. 正交试验优选艾叶总黄酮索氏提取工艺[J]. 氨基酸和生物资源, 2016, 38(3): 45-47.
Wei XX, Cao C, Gao H, et al. The extraction technology of total flavonoids from *Artemisia argyi* was optimized by orthogonal test [J]. Amino Acid Biotic Resour, 2016, 38(3): 45-47.
- [7] 黄丽婷. 一种提取艾叶中黄酮的方法: 中国, 105535061A[P]. 2016-05-04.
Huang LT. A method of extracting flavonoids from *Artemisia argyi* leaves: CN, 105535061A [P]. 2016-05-04.
- [8] 孙立立, 戴衍鹏, 刘强. 一种从艾叶中提取黄酮类成分的方法: 中国, 107854507A[P]. 2018-03-30.
Sun LL, Dai YP, Liu Q. A method of extracting flavonoids from *Artemisia argyi* leaves: CN, 107854507A [P]. 2018-03-30.
- [9] 陆海峰, 罗建华, 张丽丹, 等. 桂西艾叶总黄酮的超声波提取工艺研究[J]. 微量元素与健康研究, 2007, 24(5): 21-23.
Lu HF, Luo JH, Zhang LD, et al. Ultrasonic extraction of total flavonoids from *Artemisia argyi* [J]. Stud Trace Elem Health, 2007, 24(5): 21-23.
- [10] 龚珍林, 闫克玉, 贾玉红. 正交试验法优选艾叶总黄酮提取工艺研究[J]. 现代食品科技, 2007, 23(9): 62-64.
Gong ZL, Yan KY, Jia YH. The extraction technology of total flavonoids from *Artemisia argyi* leaves was optimized by orthogonal experiment [J]. Mod Food Sci Technol, 2007, 23(9): 62-64.
- [11] 郝继伟. 超声辅助提取艾蒿黄酮类化合物工艺研究[J]. 中药材, 2011, 34(6): 979-982.
Hao JW. Study on ultrasonic assisted extraction of flavonoids from *Artemisia argyi* [J]. J Chin Med Mater, 2011, 34(6): 979-982.
- [12] 周宇. 超声辅助萃取艾叶总黄酮的工艺条件研究[J]. 化工时刊, 2013, 27(8): 14-16.
Zhou Y. Ultrasonic assisted extraction of total flavonoids from *Artemisia argyi* [J]. Chem Ind Times, 2013, 27(8): 14-16.
- [13] 廖梅香, 左航. 赣州艾叶总黄酮的最佳提取工艺研究及采收期的确定[J]. 饮食保健, 2017, 4(9): 77-78.
Liao MX, Zuo H. Study on the optimum extraction technology of total flavonoids from *Artemisia argyi* leaves in Ganzhou and the determination of the harvest period [J]. Diet Health, 2017, 4(9): 77-78.
- [14] 蔡敏. 响应曲面法优化超声波辅助提取艾叶中总黄酮的工艺研究[J]. 山西化工, 2018, 38(6): 7-10, 22.
Cai M. Response surface method was used to optimize the ultrasonic assisted extraction of total flavonoids from *Artemisia argyi* leaves [J]. Shanxi Chem Ind, 2018, 38(6): 7-10, 22.
- [15] 周宇. 微波辅助萃取艾叶总黄酮的工艺条件研究[J]. 化工时刊, 2011, 25(8): 8-10.
Zhou Y. Microwave-assisted extraction of total flavonoids from *Artemisia argyi* [J]. Chem Ind Times, 2011, 25(8): 8-10.
- [16] 李万林, 钟姣姣. 正交优化微波辅助提取艾叶中总黄酮工艺条件研究[J]. 广东饲料, 2014, 23(1): 28-31.
Li WL, Zhong JJ. Study on microwave assisted extraction of total flavonoids from *Artemisia argyi* leaves by orthogonal optimization [J]. Guangdong Feed, 2014, 23(1): 28-31.

- [17] 王婷婷, 杨雯雯, 李岩, 等. 响应面法优化艾蒿黄酮的微波提取工艺的研究[J]. 食品研究与开发, 2014, 35(19): 31–35.
Wang TT, Yang WW, Li Y, *et al.* Study on optimization of microwave extraction technology of flavonoids from *Artemisia argyi* by response surface method [J]. Food Res Dev, 2014, 35(19): 31–35.
- [18] 黄艳玲, 熊建文, 蔡锦源, 等. 响应面法优化微波辅助提取艾叶总黄酮的工艺研究[J/OL]. 轻工科技, 2019, (2): 40–43. [2019-03-20]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/45.1385.TS.20190222.1503.034.html>.
Huang YL, Xiong JW, Cai JY, *et al.* Study on microwave assisted extraction of total flavonoids from *Artemisia argyi* leaves by response surface method [J/OL]. Light Ind Sci Technol, 2019, (2): 40–43. [2019-03-20]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/45.1385.TS.20190222.1503.034.html>.
- [19] 刘志成, 杨民生, 申湘忠. 微波辅助法提取艾叶总黄酮的研究[J]. 湖南人文科技学院学报, 2008, (2): 12–15.
Liu ZC, Yang MS, Shen XZ. Extraction of total flavonoids from *Artemisia argyi* leaves by microwave assisted extraction [J]. J Hunan Inst Hum Sci Technol, 2008, (2): 12–15.
- [20] 刘志成. 艾叶中黄酮和多糖的提取及分析[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2009.
Liu ZC. Extraction and analysis of flavonoids and polysaccharides from *Artemisia argyi* [D]. Changsha: Hunan Normal University, 2009.
- [21] 李羚, 周碧利. 双水相与超声耦合提取艾叶总黄酮的研究[J]. 保山学院学报, 2015, 34(2): 26–28, 46.
Li L, Zhou BL. Extraction of total flavonoids from *Artemisia argyi* leaves by dual aqueous phase coupled with ultrasound [J]. J Baoshan Univ, 2015, 34(2): 26–28, 46.
- [22] 李华生, 周振华, 骆航, 等. 艾叶挥发油·总黄酮和鞣酸加压协同萃取研究[J]. 安徽农业科学, 2016, (21): 91–94, 109.
Li HS, Zhou ZH, Luo H, *et al.* Study on synergistic extraction of volatile oil, total flavonoids and tannic acid from *Artemisia argyi* [J]. J Anhui Agric Sci, 2016, (21): 91–94, 109.
- [23] 张坤朋, 王兴云, 蒋志惠, 等. 一种利用远红外辐射联合亚临界乙醇提取北艾黄酮的方法: 中国, CN108354958A [P]. 2018-08-03.
Zhang KP, Wang XY, Jiang ZH, *et al.* The invention relates to a method for extracting flavonoids from *Artemisia argyi* by far infrared radiation combined with subcritical ethanol: CN, 108354958A [P]. 2018-08-03.
- [24] 程慧. 艾叶中黄酮类化合物研究进展[J]. 光明中医, 2014, 29(9): 2015–2016.
Cheng H. Research progress of flavonoids in *Artemisia argyi* [J]. Guangming Chin Med, 2014, 29(9): 2015–2016.
- [25] 李桑柔, 王瑞欣, 吴志霜, 等. 水提紫甘薯色素废渣总黄酮纯化工艺研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2015, 6(1): 279–283.
Li SR, Wang RX, Wu ZS, *et al.* Study on purification technology of total flavonoids from water-purified purple sweet potato pigment waste [J]. J Food Saf Qual, 2015, 6(1): 279–283.
- [26] 沈燕琼, 李启彭. 会泽葛根中黄酮提取的优化工艺及含量测定[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(2): 741–745.
Shen YQ, Li QP. Optimization process and content determination of flavonoids extracted from radix puerariae [J]. J Food Saf Qual, 2016, 7(2): 741–745.
- [27] Tan R, Jia Z. Eudesmanolides and other constituents from *Artemisia argyi* [J]. Planta Med, 1992, 58(4): 370–372.
- [28] Seo JM, Kang HM, Son KH, *et al.* Antitumor activity of flavones isolated from *Artemisia argyi* [J]. Planta Med, 2003, 69(3): 218–222.
- [29] Zhang LB, Lv JL, Chen HL, *et al.* Chemical constituents from *Artemisia argyi* and their chemotaxonomic significance [J]. Biochem Syst Ecol, 2013, 50: 455–458.
- [30] 龚军, 张茂美, 刘宏伟, 等. 艾叶的化学成分及药理作用研究进展[J]. 广州化工, 2018, 46(4): 10–12.
Gong J, Zhang MM, Liu HW, *et al.* Advances in studies on chemical constituents and pharmacological effects of *Artemisia argyi* [J]. Guangzhou Chem Ind, 2018, 46(4): 10–12.
- [31] 尹彬彬. 艾叶有效成分的提取及生物活性研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2015.
Yin BB. Study on the extraction and biological activity of the active components from *Artemisia argyi* [D]. Hefei: Hefei University of Technology, 2015.
- [32] 胡厚才, 谢建光, 丘丽凤, 等. 蒿属植物在胃肠道疾病防治中的药理作用及其机制研究进展[J]. 现代药物与临床, 2012, 27(3): 304–308.
Hu HC, Xie JG, Qiu LH, *et al.* Advances in pharmacological action and mechanism of artemisia in the prevention and treatment of gastrointestinal diseases [J]. Drugs Clin, 2012, 27(3): 304–308.
- [33] Lee S, Park HH, Son HY, *et al.* DA-9601 inhibits activation of the human mast cell line HMC-1 through inhibition of NF- κ B [J]. Cell Biol Toxicol, 2007, 23(2): 105–112.
- [34] Nijveldt RJ, Van Nood E, Van Hoorn DE, *et al.* Flavonoids: A review of probable mechanisms of action and potential applications [J]. Am J Clin Nutr, 2001, 74(4): 418–425.
- [35] Yun C, Jung Y, Chun W, *et al.* Anti-inflammatory effects of artemisia leaf extract in mice with contact dermatitis *in vitro* and *in vivo* [J]. Med Inflamm, 2016, 2016: 1–8.
- [36] 田璐. 艾叶化学成分分析及其抗炎功效研究[D]. 广州: 暨南大学, 2017.
Tian L. Analysis of chemical constituents of *Artemisia argyi* and its anti-inflammatory effects [D]. Guangzhou: Jinan University, 2017.
- [37] 赵桂芝, 王绪平, 俞忠明, 等. 艾叶挥发油对耳肿胀急性炎症模型小鼠的抗炎作用研究[J]. 浙江中医杂志, 2016, 51(4): 288–289.
Zhao GZ, Wang XP, Yu ZM, *et al.* Anti-inflammatory effects of volatile oil from *Artemisia argyi* on acute inflammatory model of ear swelling [J]. Zhejiang J Tradit Chin Med, 2016, 51(4): 288–289.
- [38] 李波. 艾叶油的抗炎活性研究[D]. 晋中: 山西农业大学, 2013.
Li B. Anti-inflammatory activity of *Artemisia argyi* [D]. Jinzhong: Shanxi Agricultural University, 2013.
- [39] Li Y, Wu H, Dong Y, *et al.* Application of eupatilin in the treatment of osteosarcoma [J]. Oncol Lett, 2015.
- [40] Tian B, Xu Z, Sun Z, *et al.* Evaluation of the antioxidant effects of carotenoids from deinococcus radiodurans through targeted mutagenesis, chemiluminescence, and DNA damage analyses [J]. Biochim Et Biophys Acta, 2007, 1770(6): 902–911.
- [41] 杨宇. 艾蒿抑菌成分的分离提取及其功效研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2013.
Yang Y. Study on the isolation and extraction of antibacterial components from *Artemisia argyi* and their efficacy [D]. Changchun: Jilin Agricultural University, 2013.
- [42] 秦晓蓉, 张铭金, 高绪娜, 等. 槲皮素抗菌活性的研究[J]. 化学与生物

- 工程, 2009, 26(4): 55–57, 78.
- Qin XR, Zhang MJ, Gao XN, *et al.* Study on the antibacterial activity of quercetin [J]. *Chem Bioeng.* 2009, 26(4): 55–57, 78.
- [43] 侯迎迎. 艾叶乙酸乙酯部位抗乙型肝炎病毒活性研究及成分分析[D]. 郑州: 郑州大学, 2013.
- Hou YY. Antihepatitis B virus activity and component analysis of ethyl acetate from *Artemisia argyi* [D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2013.
- [44] 赵志鸿, 侯迎迎, 郑立运, 等. 艾叶乙酸乙酯提取物对 HBV 的抑制作用[J]. 郑州大学学报(医学版), 2013, 48(6): 783–785.
- Zhao ZH, Hou YY, Zheng LY, *et al.* The inhibitory effect of ethyl acetate extract from *Artemisia argyi* on HBV [J]. *J Zhengzhou Univ (Med Sci Ed)*, 2013, 48(6): 783–785.
- [45] 王丽阳. 艾叶乙酸乙酯提取物不同极性部位抗乙型肝炎病毒活性筛选及成分分析[D]. 郑州: 郑州大学, 2014.
- Wang LY. Antihepatitis virus activity screening and component analysis of ethyl acetate extracts from *Artemisia argyi* [D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2014.
- [46] 吴芳. 艾叶 EA 部位抗 HBV 活性成分分析[D]. 郑州: 郑州大学, 2016.
- Wu F. Analysis of anti-HBV active components in EA parts of *Artemisia argyi* [D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2016.
- [47] Dahae L, Chang-Eop K, Sa-Yoon P, *et al.* Protective effect of *Artemisia*

argyi and its flavonoid constituents against contrast-induced cytotoxicity by iodixanol in LLC-PK1 cells [J]. *Int J Mol Sci*, 2018, 19(5): 1387.

- [48] Ahlenstiel T, Burkhardt G, Köhler H, *et al.* Bioflavonoids attenuate renal proximal tubular cell injury during cold preservation in Euro-Collins and university of Wisconsin solutions [J]. *Kidney Int*, 2003, 63(20): 554–563.

(责任编辑: 苏笑芳)

作者简介



胡 倩, 硕士, 主要研究方向为中药制剂新剂型新技术。

E-mail: 646626159@qq.com



曹 艳, 博士, 副教授, 主要研究方向为中药制剂新剂型新技术。

E-mail: caoyan7593@163.com