

引用:吴凡,安丽凤,黄敬文,卢芳,葛诗慧,苏雪赫,代思思,李庆伟.刺五加的化学成分及药理作用研究进展[J].中医药导报,2025,31(2):107-111.

# 刺五加的化学成分及药理作用研究进展\*

吴凡<sup>1</sup>,安丽凤<sup>2</sup>,黄敬文<sup>2</sup>,卢芳<sup>1</sup>,葛诗慧<sup>1</sup>,苏雪赫<sup>1</sup>,代思思<sup>1</sup>,李庆伟<sup>2</sup>

(1.黑龙江中医药大学,黑龙江 哈尔滨 150040;

2.黑龙江中医药大学佳木斯学院,黑龙江 佳木斯 154007)

**[摘要]** 系统地挖掘和梳理近年来国内外刺五加相关的文献资料,从化学成分和药理作用两方面进行归纳总结,认为刺五加含苷类、多糖类、黄酮类、木脂素类等多种化学成分,具有神经保护、免疫调节、抗疲劳、抗肿瘤等广泛的药理作用。临幊上刺五加常用于改善神经损伤,治疗失眠、抑郁、高血压、结肠炎等疾病。

**[关键词]** 刺五加;苷类化合物;黄酮;多糖;神经保护;免疫调节;综述

**[中图分类号]** R285 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-951X(2025)02-0107-05

DOI:10.13862/j.cn43-1446/r.2025.02.020

## Research Progress on the Chemical Compositions and Pharmacological Effects of Ciwujia (Acanthopanax Senticosi Radix Et Rhizoma Seu Caulis)

WU fan<sup>1</sup>, AN Lifeng<sup>2</sup>, HUANG Jingwen<sup>2</sup>, LU Fang<sup>1</sup>, GE Shihui<sup>1</sup>, SU Xuehe<sup>1</sup>, DAI Sisi<sup>1</sup>, LI Qingwei<sup>2</sup>

(1. Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang 150040, China;

2. Jiamusi College, Heilongjiang University of Chinese Medicine, Jiamusi Heilongjiang 154007, China)

**[Abstract]** In this paper, we systematically excavated and sorted out the literature related to Ciwujia (Acanthopanax Senticosi Radix Et Rhizoma Seu Caulis) in recent years both at home and abroad, and summarized them from the aspects of chemical composition and pharmacological effects. It is believed that Ciwujia (Acanthopanax Senticosi Radix Et Rhizoma Seu Caulis) contains a variety of chemical components such as glycosides, polysaccharides, flavonoids, lignans, etc. It has a wide range of pharmacological effects such as neuroprotection, immune regulation, anti-fatigue, anti-tumor and so on. Clinically, Ciwujia (Acanthopanax Senticosi Radix Et Rhizoma Seu Caulis) is often used to improve nerve injury and treat insomnia, depression, hypertension, colitis and other diseases.

**[Keywords]** Ciwujia (Acanthopanax Senticosi Radix Et Rhizoma Seu Caulis); glycoside compounds; flavonoids; polysaccharide; neuroprotection; immune regulation; review

刺五加*Acanthopanax senticosus* (Rupr. et Maxim.) Harms, 又名五加参、刺拐棒、老虎钉子,是五加科五加属的中药药源植物,常分布于中国东北、河北、山西等地,多以干燥根、根茎、茎叶或果实入药,性温,味辛、微苦,归脾、肾、心经<sup>[1]</sup>。刺五加是我国黑龙江省道地药材,因益气健脾、补肾安神之功,享有“寒地龙药”的美誉。作为药食同源的中药,日常生活中可取其嫩芽制成刺五加茶或刺五加酒等保健品食用。2020年版《中华人民共和国药典》记载刺五加具有益气健脾、补肾安神

之功。目前刺五加临幊上多用于治疗神经系统疾病和心脑血管疾病。有多种含刺五加的中药制剂,如刺五加片、刺五加颗粒、舒肝解郁胶囊和刺五加脑灵片等。此外,因其具有广泛的药理活性,刺五加还可应用于保健食品和功能性饲料等方面,具有广阔的开发潜力。近年来,国内外学者对刺五加研究的逐步深入和日趋完善。本文从化学成分和药理作用两方面进行归纳总结,旨在为更好地挖掘刺五加的潜在价值和产品开发提供参考。

\*基金项目:黑龙江省省属本科高校中央支持地方高校改革发展资金(青年骨干人才项目)(2021ZYQGLG001);黑龙江省中医药管理局项目(ZHY2021-WH030)

通信作者:安丽凤,女,教授,研究方向为中药作用机制

## 1 刺五加化学成分

刺五加中化学成分多样，主要包含皂类、黄酮类、木脂素类、有机酸类及多糖类等<sup>[2-5]</sup>。

**1.1 香类** 香类化合物是刺五加中含量较高的药效成分。目前已报道的刺五加中三萜皂苷、刺五加皂苷和酚香化合物有三十多种，具体化合物见图1。

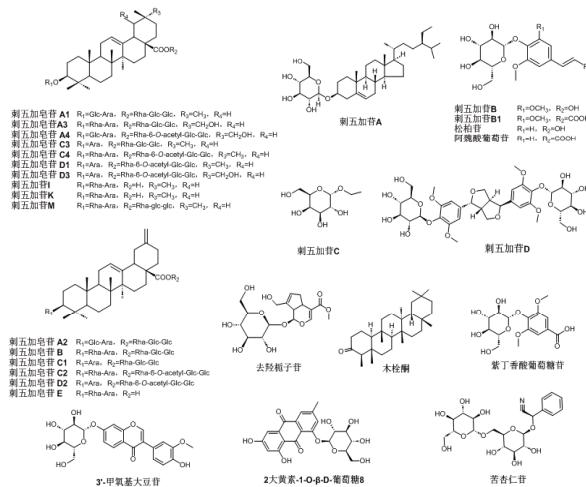


图 1 苷类化合物结构式

1.2 黄酮类 目前从刺五加中分离鉴定出26种黄酮类化合物。由图2可知,构成黄酮物质的苷元为木犀草素、山柰酚和槲皮素,糖基为鼠李糖、葡萄糖和半乳糖等。

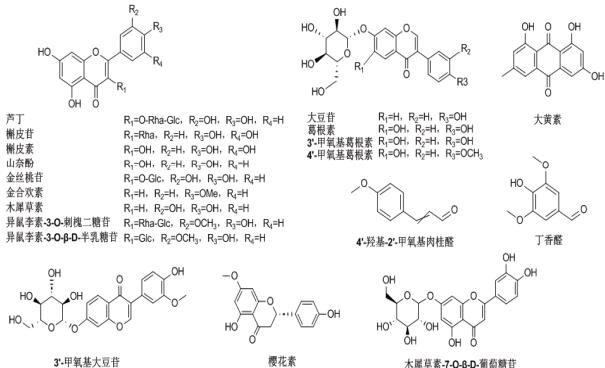


图 2 黄酮类化合物结构式

1.3 木脂素类 刺五加含有的木脂素主要由二苯基丁烷衍生物类、骈双四氢呋喃类和新木脂素构成。目前研究者已从中分离出超过10种木脂素类成分，具体化合物见图3。

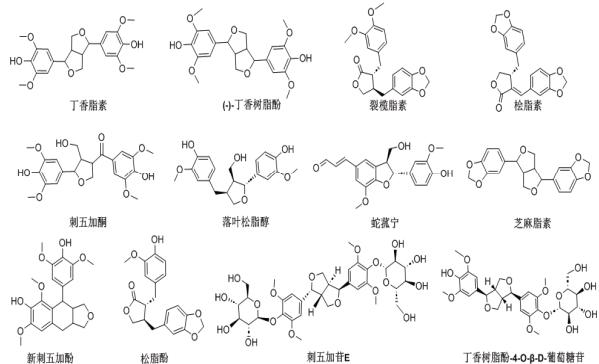


图 3 木脂素类化合物结构式

1.4 有机酸类 目前文献报道,刺五加中含有机酸类成分

24种,具体化合物见图4。

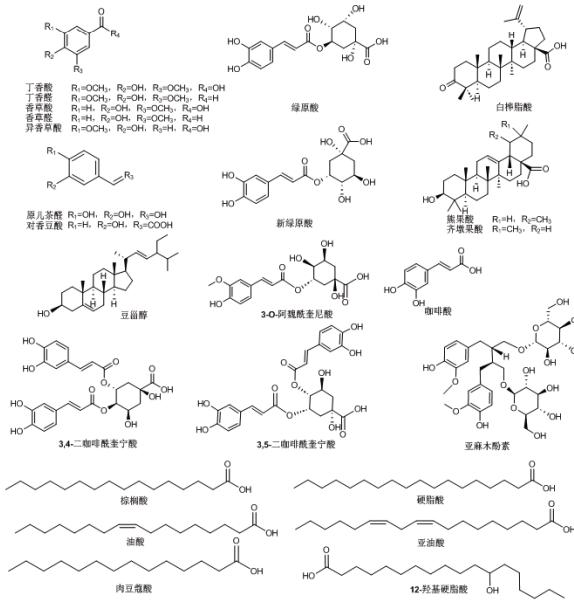


图 4 有机酸类化合物结构式

1.5 多糖类 刺五加根及根茎部位的多糖由2.0%~6.0%的碱性多糖及2.3%~5.7%的水溶性多糖构成。HU H B等从刺五加中提取到了碱性多糖ASPS、ASPB、ALP-1、PES-A、PES-B、ASPB、ASPF中性糖ASPN和酸性糖ASPA等。

1.6 其他化合物 随着对刺五加研究的不断深入,刺五加中提取分离出挥发油、氨基酸和微量元素等物质。何嘉伟等<sup>[7]</sup>使用顶空固相微萃取与气相色谱-质谱联用技术(HS-SPME-GC-MS)从根、皮、茎、叶、果5个部位提取出包含 $\beta$ -石竹烯、茴香脑、桉油烯醇在内的10种共有挥发油成分。

## 2 药理作用

2.1 保护神经系统 刺五加可发挥改善睡眠、抗抑郁、预防老年性痴呆、改善帕金森病(PD)行为障碍等药理作用，在神经系统疾病的治疗中疗效显著。主要药效成分为皂类和多糖类。芮施等<sup>[8]</sup>发现刺五加乙醇提取物可通过介导脑组织中5-羟色胺(5-HT)和γ-氨基丁酸(GABA)水平，增加小鼠睡眠发

生率。LIU H D 等<sup>[9]</sup>研究发现使用刺五加提取液干预后,失眠大鼠的自主行为活动增强、情绪稳定。刺五加提取液可通过调节色氨酸代谢中的5-HT、6-羟基褪黑激素、N-乙酰羟色胺和N-甲基色胺水平以达到改善失眠的效果。丁继红等<sup>[10]</sup>发现刺五加多糖类成分可通过调控PI3K/Akt/mTOR通路改善大鼠抑郁行为。刺五加苷B可通过影响色氨酸代谢和抑制核因子κB(NF-κB)的活化,降低促炎细胞因子表达,抑制神经炎症反应,发挥其抗抑郁作用<sup>[11]</sup>。BUTTERFIELD D A 等<sup>[12]</sup>发现刺五加根水提取物可以抑制阿尔茨海默病(AD)模型大鼠β-淀粉样蛋白诱导的神经突触萎缩并进行重建。ZHANG Z C 等<sup>[13]</sup>对5xFAD转基因小鼠进行新颖性识别实验,结果表明刺五加可增强5xFAD小鼠的短期学习记忆,缓解焦虑,促进MAPK信号通路的磷酸化以改善AD认知障碍。YAO Y 等<sup>[14]</sup>研究证实刺五加苷E可通过增加线粒体膜电位和降低细胞内活性氧(ROS)水平,以改善1-甲基-4-苯基-1,2,3,6-四氢吡啶(MPTP)诱导的神经细胞凋亡,从而发挥抗PD的作用。FU J O 等<sup>[15]</sup>选

择 $\alpha$ -syn过表达小鼠建立PD模型,联合多组学分析刺五加提取物(ASE)对PD小鼠脑内蛋白和代谢物的变化。结果表明,发现ASE可通过调控谷氨酸代谢途径和Nrf2信号通路,缓解PD小鼠脑组织的氧化应激,从而改善行为症状。

**2.2 保护心血管系统** 刺五加中苷类和黄酮类成分在治疗心血管疾病方面备受关注。JIA N等<sup>[16]</sup>采用低压差氧室构建高原诱发的大鼠心脏损伤(HAHI)模型,发现刺五加苷E能下调脑利钠肽(BNP)、肌酸激酶同工酶(CK-MB)和乳酸脱氢酶(LDH)的表达,且刺五加苷E能通过NLRP3/Caspase-1信号通路预防HAHI并抑制炎症和焦亡,发挥保护心肌的作用。LI F F等<sup>[17]</sup>发现紫丁香苷可通过激活AMP活化蛋白激酶 $\alpha$ (AMPK $\alpha$ )和自噬相关信号通路,减轻主动脉束带诱导的心脏肥大。JIA A L等<sup>[18]</sup>研究发现,刺五加丁醇提取物(ASBUE)可缩小载脂蛋白E缺陷(ApoE)动脉粥样硬化模型小鼠的主动脉斑块面积,减轻其肝脏病理状态,改善脂质代谢异常和肠道菌群结构,同时刺五加丁醇提取物能通过降低P-IKK $\beta$ 、P-NF- $\kappa$ B和P-I $\kappa$ B $\alpha$ 的表达水平,从而发挥抗动脉粥样硬化的作用。SHIOKAWA Y等<sup>[19]</sup>证实刺五加根提取物可通过内皮NO的产生和NO非依赖性途径改善大鼠的外周血液循环,并发挥血管舒张的作用。

**2.3 调节免疫** 刺五加中多糖和许多小分子成分经体内外实验证明均具有一定的免疫调节作用<sup>[20]</sup>。刺五加多糖可通过降低 $\gamma$ 干扰素(IFN- $\gamma$ )、白介素-2(IL-2)、IL-6和肿瘤坏死因子- $\alpha$ (TNF- $\alpha$ )等细胞因子的水平来改善机体的先天免疫功能<sup>[21]</sup>。此外,刺五加皂苷在一定程度上也能提高机体免疫。刘军莲等<sup>[22]</sup>对模拟失重状态4周的大鼠给药不同剂量的刺五加皂苷后,检测大鼠各项免疫功能指标,发现刺五加皂苷可能通过提高血清中白蛋白(ALB)、白球比(A/G)和总蛋白(TP)水平来提高机体免疫,且呈剂量依赖性。DAI R等<sup>[23]</sup>研究发现紫丁香苷可抑制Th2介导的炎症反应,发挥免疫调节作用。

**2.4 抗疲劳** 刺五加抗疲劳作用尤为显著,常被用作膳食补充剂。所含的苷类和多糖类是其主要活性成分。古鹏鑫等<sup>[24]</sup>发现刺五加多糖能够激发Nrf2/ARE信号转导,进而抑制NADPH氧化酶2(NOX2)、NOX4的蛋白表达,缓解机体氧化应激,发挥抗疲劳的作用。此外,SHI C等<sup>[25]</sup>发现刺五加能上调5-HT的水平,恢复糖代谢能力,同时刺五加能减轻剧烈运动引起的器官损伤、氧化应激和炎症反应,从而缓解疲劳。高明明等<sup>[26]</sup>发现刺五加籽提取物能够增加小鼠血清中LDH、肌糖原(MG)和肝糖原(LG)的含量,降低尿素氮(BUN)、乳酸(LA)的表达,有效改善运动性疲劳。

**2.5 抗氧化** 刺五加作为优良的天然抗氧化剂,可用于功能性食品及保健品的开发。李强等<sup>[27]</sup>建立肾缺血再灌注损伤(RIRI)小鼠模型,对刺五加注射液抑制氧化机制进行研究。结果表明,刺五加注射液可通过调控Nrf2/HO-1信号通路和NF- $\kappa$ B基因表达,提高肾组织抗氧化能力,从而发挥肾功能保护作用。阚琦缤<sup>[28]</sup>研究发现刺五加总黄酮能保护氧化应激状态下的巨噬细胞,认为其可能与激活Nrf2/Keap1-HO-1信号通路、调节细胞内ROS水平并抑制脂质过氧化有关。此外,刺五加总黄酮还可以改变机体的总抗氧化能力、调节超氧化歧化酶(SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)水平,维

持细胞生理活性,发挥抗氧化作用<sup>[29]</sup>。

**2.6 降血糖** 刺五加多糖在降血糖方面疗效确切。张海燕等<sup>[30]</sup>以佐菌素联合高脂饮食建立的糖尿病大鼠模型为实验对象,发现五加多糖有助于改善2型糖尿病大鼠糖和脂肪的代谢能力。这种效应可能与激活Akt信号通路和IRS-2/PI3K/磷酸化,调节葡萄糖转运蛋白4(GLUT4)与过氧化物酶体增殖物激活受体 $\gamma$ (PPAR- $\gamma$ )蛋白功能有关,且呈剂量依赖性。隋春红等<sup>[31]</sup>研究发现刺五加苷能激活PI3K/Akt信号转导路径,通过调节与糖代谢相关酶的活性,促进体内葡萄糖转运,有效降低血糖水平。常晋霞等<sup>[32]</sup>研究表明,刺五加苷和多糖提取物可通过氨基酸、能量及脂代谢途径,降低小鼠血糖值,提高其抗糖能力。

**2.7 抗肿瘤** 天然药物的活性成分是目前抗肿瘤药物的研究热点。汪琢等<sup>[33]</sup>以A549、PC3、HeLa细胞为研究对象,MTT结果显示刺五加中异嗪皮啶对3种肿瘤细胞均有一定的抑制作用。SUN D等<sup>[34]</sup>发现刺五加多糖作为免疫调节剂,能下调基质金属蛋白酶-2(MMP-2)、MMP-9、磷酸化糖原合成酶激酶3 $\beta$ (p-GSK3 $\beta$ )的表达,激活Wnt/ $\beta$ -catenin通路进而抑制肺癌细胞的增殖和转移,通过改变膜磷脂生化特性发挥抗肿瘤活性。曹雪婷等<sup>[35]</sup>探究刺五加B对肺癌的抗肿瘤作用。结果表明其可抑制肺癌A549和H460细胞生长,减少集落生成,并通过影响上皮间充质转化(EMT)进程抑制细胞迁移侵袭,同时刺五加苷B能通过线粒体途径诱导肺癌细胞发生凋亡和自噬。此外,另有研究<sup>[36]</sup>证实,紫丁香苷对乳腺癌细胞同样具有抑制作用,其发挥作用的机制可能与通过激活PI3K-Akt和EGFR-RAS-RAF-MEK-ERK信号通路,抑制MDA-MB-231和MCF-7细胞的增殖和迁移,并促进其细胞凋亡有关。

**2.8 其他** 除上述药理作用外,刺五加在抗辐射、抗炎、保护肝脏、防治骨质疏松等方面也展现出良好效果。刺五加多糖可通过调节肠道p38MAPK-SKN-1/ATF-7通路发挥抗辐射作用<sup>[37]</sup>。KAWANO Y等<sup>[38]</sup>应用高脂肪饮食小鼠模型探究刺五加提取物(ASHE)对脂肪性肝炎的影响,运用肝脏RNA转录组测序(RNA-Seq)和独创性通路分析(IPA)方法。结果表明,ASHE可通过激活HNF4 $\alpha$ 通路,增强ABCG8和CES2表达,降低肝细胞脂质含量,达到改善小鼠模型炎症和肝脏纤维化的目的。ZHOU T Y等<sup>[39]</sup>对刺五加苷E治疗骨质疏松症的机制进行生物信息学和体内实验研究,结果显示刺五加苷E通过调节AKT1、STAT3、HIF1A等通路靶点,降低血清中IL-6、TNF- $\alpha$ 、脂多糖(LPS)和抗酒石酸酸性磷酸酶(TRAP)的水平,改善肠道中乳酸菌和梭菌科的菌群丰度,达到治疗骨质疏松的目的<sup>[39]</sup>。刺五加的化学成分和药理作用见图5。

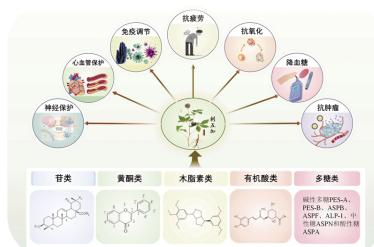


图5 刺五加的化学成分和药理作用

### 3 结语与展望

作为药食同源的中药,刺五加具有极高的营养价值和药用价值,被列为“龙九味”之首。本文通过对近年来的相关文献整理发现:(1)刺五加化学成分的研究主要集中于皂苷、黄酮和多糖类,对于挥发油和木脂素类研究较少,还存在未被分离出的成分,需做进一步的分离纯化和结构鉴定来确定其结构式;(2)药理作用的研究多集中在对神经系统的保护、抗肿瘤、保护心血管、抗氧化应激等方面,对于提高机体免疫、保护肝脏、防治骨质疏松、抗辐射等方面还停留在提取物的初期层面,与阳性药物对比数据较少,未来需要更多的单体化合物体内、体外实验对药理作用机制进行更为深入研究;(3)刺五加研究多集中于单一的活性成分,缺乏多活性成分间的协同作用研究;(4)当前对刺五加研究多停留在动物实验阶段,缺乏临床试验研究数据,未能将实验研究成果有效地进行临床转化;(5)2020年版《中华人民共和国药典》仅以紫丁香苷(刺五加苷B)作为其指标性成分,难以系统地阐释刺五加“有效性-物质基础-质量控制”之间的关联,限制了对刺五加质量的综合评价,因此建立更为完整的质量评价体系将是一个新的挑战。

刺五加化学成分和药理作用的研究已经逐步规范化、科学化,“健康中国”战略的提出,为刺五加食品、保健品和功能性饲料的研发提供了新的契机。在我国大健康产业的发展趋势下,如何有效地使用刺五加并合理地应用于不同的领域,使刺五加药用价值最大化,是今后的研究重点。

### 参考文献

- [1] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[S].北京:中国医药科技出版社,2020:215-216.
- [2] 潘景芝,金莎,崔文玉,等.刺五加的化学成分及药理活性研究进展[J].食品工业科技,2019,40(23):353-360.
- [3] 粟杰,冯艳,林炳锋,等.刺五加化学成分的分离与鉴定[J].中草药,2021,52(16):4783-4788.
- [4] LI X T, ZHOU J C, ZHOU Y, et al. Pharmacological effects of Eleutherococcus senticosus on the neurological disorders[J]. Phytother Res, 2022, 36(9):3490-3504.
- [5] SUN H, FENG J X, SUN Y, et al. Phytochemistry and pharmacology of Eleutherococcus sessiliflorus (rupr. & maxim.) S.Y.Hu: A review[J]. Molecules, 2023, 28(18):6564.
- [6] HU H B, LI H M, HAN M H, et al. Chemical modification and antioxidant activity of the polysaccharide from Acanthopanax leucorrhizus[J]. Carbohydr Res, 2020, 487: 107890.
- [7] 何嘉伟,江汉美,黄振阳,等.HS-SPME-GC-MS结合化学计量法分析刺五加不同部位的挥发性成分[J].南京中医药大学学报,2023,39(2):146-156.
- [8] 范施,赵岩,王晶瑶,等.刺五加根皮乙醇提取物和短梗五加根皮乙醇提取物对小鼠的镇静催眠作用及其机制[J].吉林大学学报(医学版),2020,46(5):917-924.
- [9] LIU H D, YANG L, WAN C L, et al. Evaluation of the pharmacological effects and exploration of the mechanism of traditional Chinese medicine preparation Ciwujia tablets in treating insomnia based on ethology, energy metabolism, and urine metabolomic approaches [J]. Front Pharmacol, 2022, 13:1009668.
- [10] 丁继红,姜春玉,杨乐,等.刺五加多糖调控PI3K/Akt/mTOR通路改善大鼠抑郁行为的作用[J].食品工业科技,2022, 43(11):369-375.
- [11] ZHANG B, CHANG H S, HU K L, et al. Combination of geniposide and eleutheroside B exerts antidepressant-like effect on lipopolysaccharide-induced depression mice model[J]. Chin J Integr Med, 2021, 27(7):534-541.
- [12] BUTTERFIELD D A, DI DOMENICO F, BARONE E. Elevated risk of type 2 diabetes for development of Alzheimer disease: A key role for oxidative stress in brain[J]. Biochim Biophys Acta, 2014, 1842(9):1693-1706.
- [13] ZHANG Z C, WU Y H, SHI D, et al. Acanthopanax senticosus improves cognitive impairment in Alzheimer's disease by promoting the phosphorylation of the MAPK signaling pathway[J]. Front Immunol, 2024, 15: 1383464.
- [14] YAO Y, LIAO C Y, QIU H H, et al. Effect of eleutheroside E on an MPTP-induced Parkinson's disease cell model and its mechanism[J]. Molecules, 2023, 28(9): 3820.
- [15] FU J Q, GAO X, LU Y, et al. Integrated proteomics and metabolomics reveals metabolism disorders in the  $\alpha$ -syn mice and potential therapeutic effect of Acanthopanax senticosus extracts[J]. J Ethnopharmacol, 2024, 318(Pt A):116878.
- [16] JIA N, SHEN Z R, ZHAO S J, et al. Eleutheroside E from pre-treatment of Acanthopanax senticosus (Rupr. et Maxim.) Harms ameliorates high-altitude-induced heart injury by regulating NLRP3 inflammasome-mediated pyroptosis via NLRP3/caspase-1 pathway [J]. Int Immunopharmacol, 2023, 121:110423.
- [17] LI F F, ZHANG N, WU Q Q, et al. Syringin prevents cardiac hypertrophy induced by pressure overload through the attenuation of autophagy[J]. Int J Mol Med, 2017, 39(1):199-207.
- [18] JIA A L, SHI Y W, ZHANG Y H, et al. Butanol extract of Acanthopanax senticosus (rupr. et maxim.) harms alleviates atherosclerosis in apolipoprotein E-deficient mice fed a high-fat diet[J]. Chem Biodivers, 2023, 20(4): e202200949.
- [19] SHIOKAWA Y, MIYAUCHI-WAKUDA S, KAGOTA S, et al. Acanthopanax senticosus induces vasorelaxation via endothelial nitric oxide-dependent and-independent pathways[J]. Planta Med, 2019, 85(13):1080-1087.
- [20] 梁子涵,王旖瑶,赖逸翔,等.刺五加提取物及其活性成分

- 免疫调节作用的研究进展[J].中草药,2022,53(15):4895–4904.
- [21] LI X J, Chen C, LENG A J, et al. Advances in the extraction, purification, structural characteristics and biological activities of *Eleutherococcus senticosus* polysaccharides: A promising medicinal and edible resource with development value[J]. Front Pharmacol, 2021, 12: 753007.
- [22] 刘军莲,钟悦,易勇,等.刺五加皂苷对模拟失重4周大鼠血脂、血糖及免疫、肝、肾功能的影响[J].中华中医药杂志,2017,32(10):4671–4674.
- [23] DAI R, NIU M M, WANG N L, et al. Syringin alleviates ovalbumin-induced lung inflammation in BALB/c mice asthma model via NF- $\kappa$ B signaling pathway[J]. Environ Toxicol, 2021, 36(3):433–444.
- [24] 古鹏鑫,贾奇侠,王海峰.基于氧化应激研究刺五加多糖的抗运动性疲劳作用[J].现代食品科技,2023,39(4):55–61.
- [25] SHI C, LIANG Z H, LI T, et al. Metabolome and microbiome analyses of the anti-fatigue mechanism of *Acanthopanax senticosus* leaves[J]. Food Funct, 2024, 15 (7):3791–3809.
- [26] 高明朋,韩迦南,曾沛涌,等.刺五加籽提取物对小鼠运动性疲劳的影响[J].北华大学学报(自然科学版),2023,24 (1):42–47.
- [27] 李强,靳书滨,霍韶军.刺五加注射液调控Nrf2/HO-1通路减轻大鼠肾缺血再灌注损伤作用[J].现代药物与临床,2022,37(4):681–686.
- [28] 阚琦缤.刺五加总黄酮提取工艺优化及其抗氧化活性研究[D].聊城:聊城大学,2021.
- [29] 苏建青,王晓娅,张馨予,等.刺五加茎皮总黄酮的抗氧化活性研究[J].饲料研究,2022,45(17):80–84.
- [30] 张海燕,熊莉华.刺五加多糖对糖尿病大鼠代谢功能的影响及作用机制[J].北华大学学报(自然科学版),2021,22 (3):333–337.
- [31] 隋春红,吴沚蒙,耿泽男,等.刺五加皂苷提取物调控PI3K/AKT信号通路对糖尿病小鼠糖代谢的作用及机制[J].中国兽医杂志,2021,57(4):85–92,128.
- [32] 常晋霞,刘文虎,张建武.刺五加提取物治疗糖尿病小鼠血清UPLC-MS/MS代谢组学研究[J].国际药学研究杂志,2017,44(7):730–737.
- [33] 汪琢,姜守刚,郭晓帆,等.刺五加中异嗪皮啶提取工艺优化及其抗肿瘤、抗氧化活性研究[J].天然产物研究与开发,2015,27(6):1092–1098.
- [34] SUN D, CHEN J, HU H, et al. *Acanthopanax senticosus* polysaccharide suppressing proliferation and metastasis of the human non-small cell lung cancer NCI-H520 cells is associated with Wnt/ $\beta$ -catenin signaling [J]. Neoplasma, 2019, 66(4):555–563.
- [35] 曹雪婷,陈静.刺五加皂苷B影响EMT进程抑制肺癌细胞迁移和侵袭的机制研究[J].中医药信息,2023,40(12):29–34.
- [36] WANG F, YUAN G, LIU B, et al. Syringin exerts anti-breast cancer effects through PI3K-AKT and EGFR-RAS-RAF pathways[J]. J Transl Med, 2022, 20(1): 310.
- [37] LIU M Y, LI N N, SHAN S, et al. *Acanthopanax senticosus* polysaccharide enhances the pathogen resistance of radiation-damaged *Caenorhabditis elegans* through intestinal p38 MAPK-SKN-1/ATF-7 pathway and stress response[J]. Int J Mol Sci, 2022, 23(9):5034.
- [38] KAWANO Y, TANAKA M, SATOH Y, et al. *Acanthopanax senticosus* ameliorates steatohepatitis through HNF4 alpha pathway activation in mice[J]. Sci Rep, 2024, 14(1):110.
- [39] ZHOU T Y, ZHOU Y L, GE D D, et al. Decoding the mechanism of Eleutheroside E in treating osteoporosis via network pharmacological analysis and molecular docking of osteoclast-related genes and gut microbiota[J]. Front Endocrinol, 2023, 14:1257298.

(收稿日期:2024-06-03 编辑:罗英姣)

- (上接第89页)疗法的研究进展[J].中国中医急症,2020,29 (1):178–181.
- [26] LI Y M. The neuroimmune basis of acupuncture: Correlation of cutaneous mast cell distribution with acupuncture systems in human[J]. Am J Chin Med, 2019, 47(8):1781–1793.
- [27] 吴文忠,赵亚楠,刘成勇,等.电针对慢性失眠症睡眠质量、日间疲劳及血清皮质醇的影响[J].中华中医药杂志,2021,36(9):5693–5696.
- [28] VGONTZAS A N, BIXLER E O, LIN H M, et al. Chronic insomnia is associated with nyctohemeral

activation of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis: Clinical implications[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2001, 86(8):3787–3794.

- [29] SCHÜSSLER P, KLUGE M, GAMRINGER W, et al. Corticotropin-releasing hormone induces depression-like changes of sleep electroencephalogram in healthy women[J]. Psychoneuroendocrinology, 2016, 74:302–307.
- [30] TSUBOYAMA M, KAYE H L, ROTENBERG A. Review of transcranial magnetic stimulation in epilepsy[J]. Clin Ther, 2020, 42(7):1155–1168.

(收稿日期:2024-06-16 编辑:罗英姣)