

【综述】

天名精属植物的化学成分及药理作用研究进展

董三倩, 张翟轶*

天津中医药大学 中西医结合学院, 天津 301617

摘要: 天名精属 *Carpesium* L. 植物为菊科多年生草本植物, 含有多重化学成分, 其全草可药用。从天名精属植物中至少分离得到277个化合物, 主要包括倍半萜类、萜类、芳香族类、糖苷类、黄酮类等, 药理研究显示具有抗肿瘤、抑制血小板聚集、抗菌、免疫调节等作用。通过整理、分析天名精属植物的相关研究文献, 综述天名精属植物的化学成分、药理作用等方面的研究进展, 以为该属植物的新药开发提供依据。

关键词: 天名精属; 化学成分; 药理作用; 抗肿瘤; 抑制血小板聚集; 免疫调节

中图分类号: R284, R285.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-6376 (2020) 05-0949-05

DOI: 10.7501/j.issn.1674-6376.2020.05.028

Research progress on chemical constituents and pharmacological effect of *Carpesium* L. plant

DONG Xueqian, ZHANG Zhaiyi

School of Integrative Medicine, Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 301617, China

Abstract: *Carpesium* L. plant was perennial herbaceous plants of Asteraceae, containing a variety of chemical components, and the whole grass was medicinal. At least 277 compounds were isolated from the *Carpesium* L. plant mainly including sesquiterpene, terpenes, aromatic species, glycosides and flavonoids with various pharmacological effects, such as anti-tumor, anti-platelet aggregation, anti-bacterial and immune regulation effects. This paper comprehensively reviews the research progress of chemical composition and pharmacological effects of *Carpesium* L. plant by sorting out and analyzing the relevant literature. It will provide a reference for the research on the medicinal substance basis and pharmacological effects of *Carpesium* L. plant, and provide a new direction for the development of new drugs.

Key words: *Carpesium* L.; chemical constituents; pharmacological action; anti-tumor; anti-platelet aggregation; immune regulation

天名精属 *Carpesium* L. 植物为菊科多年生草本植物, 全球有21种, 分布于亚洲和欧洲, 我国有18种3变种, 主要分布于西南山区^[1-2]。该属的天名精 *C. abrotanoides* Linn.、金挖耳 *C. divaricatum* Sieb. et Zucc.、大花金挖耳 *C. macrocephalum* Franch. et Sav.、高原天名精 *C. lipskyi* Winkl.、尼泊尔天名精 *C. nepalense* Less. var. *nepalense*、棉毛尼泊尔天名精 *C. nepalense* Less. var. *lanatum*、烟管头草 *C. cernuum* L.、小花金挖耳 *C. minus* Hemsl.、暗花金挖耳 *C. triste* Maxim.、贵州天名精 *C. faberi* Winkl.、长

叶天名精 *C. longifolium* F. H. Chen et C. M. Hu、粗齿天名精 *C. trachelifolium* Less. 等11种及1变种可药用, 其全草有清热解毒、祛痰止血等功效^[3]。莖茎天名精 *C. scapiforme* Chen et C. M. Hu、矮天名精 *C. humile* Winkl. 和薄叶天名精 *C. leptophyllum* Chen et C. M. Hu 为藏药, 其全草用于治疗咽喉肿痛和疮肿^[4]。天名精的全草为中药天名精, 被《神农本草经》记载, 其成熟果实为中药鹤虱; 天名精或鹤虱与苦参、蛇床子、地肤子、白鲜皮等中药配伍可用于治疗神经性皮炎、荨麻疹、皮肤癣等皮肤病, 减轻肿瘤

收稿日期: 2020-01-10

基金项目: 天津市自然科学基金(17JCYBJC42800)

第一作者: 董三倩(1989—), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为中药抗肿瘤和代谢性疾病的研究。E-mail: 1064922480@qq.com

*通信作者: 张翟轶, 教授, 硕士生导师, 从事中药抗肿瘤和代谢性疾病的基础研究。E-mail: 3461285155@qq.com

瘤化疗的副作用^[5-7]。

研究显示天名精属植物含有多种化学成分,部分活性成分具有抗肿瘤、抑制血小板聚集、抗菌、免疫调节等作用。通过检索天名精属植物的相关文献,汇总了从天名精、金挖耳、大花金挖耳、高原天名精、烟管头草、贵州天名精、暗花金挖耳、小花金挖耳、长叶天名精等属植物中分离得到的倍半萜、萜类、芳香族、糖苷、黄酮和其他类化合物,综述了其在抗肿瘤、抑制血小板聚集、抗菌和免疫调节等方面的药理作用,以期为研究该属植物药效物质基础及药理作用提供依据,为新药研发提供新的先导化合物。

1 化学成分

天名精属植物中含有多种化学成分,主要包括倍半萜类、萜类、芳香族、糖苷类、黄酮类等成分。目前已从该属植物中至少分离得到277个化合物,其中从天名精全草或果实中分离得到的化合物最多(61个),从舌叶天名精分离得到的化合物最少(1个),从烟管头草、金挖耳、贵州天名精、暗花金挖耳、高原天名精、大花金挖耳、长叶天名精、小花金挖耳、尼泊尔天名精、*C. rosulatum* Miq. 和矮天名精中分别分离得到40、39、37、25、23、22、11、5、5、4和4个化合物。

1.1 倍半萜类

陈迪路等^[8]归纳了从天名精属植物中分离得到的201个倍半萜类化合物,其中42个从天名精及其果实中分离得到,从舌叶天名精中仅分离得到1个。此外,从天名精全草和贵州天名精全草中分离得到的倍半萜类化合物还有异埃瓦内酯(**1**)^[9]、吐叶醇(**2**)、isotelekin(**3**)^[10]、糙叶依瓦菊内酯(**4**)^[11]、泊氏孔菌裂环愈创木内酯(**5**)^[12]、faberidilactone F~H(**6~8**)^[13]、carperemophilanes A~B(**9~10**)^[14]。

1.2 萜类

萜类化合物是天名精属植物中另一种主要成分,包括单萜类、二萜类和三萜类。从天名精、贵州天名精、大花金挖耳、小花金挖耳、金挖耳、暗花金挖耳等天名精属植物中至少分离得到29个萜类化合物,其中16个单萜、11个二萜和2个三萜。

1.2.1 单萜类 从小花金挖耳和金挖耳的地上部分、天名精全草、贵州天名精全草、大花金挖耳全草中分离得到的单萜类化合物有3-deuteriomethyl-5-methyl-2,3-dihydrobenzofuran(**11**)^[10]、10-hydroxy-8,9-dioxisopropylidenethymol(**12**)^[11]、ethyl(*S**)-4-acetylcyclohex-3-ene-1-carboxylate(**13**)^[15]、8,9,10-

trihydroxythymol(**14**)、8-hydroxy-9,10-diisobutyryloxy-thymol(**15**)、neryl-β-D-glucopyranoside(**16**)、(3*S*)-linalyl-β-D-glucopyranoside(**17**)^[16]、9-异丁酰氧基-7,8-环氧-百里香酚异丁酸酯(**18**)、8-羟基-9-异丁酰氧基-10(2)-甲基丁酰氧基百里香酚(**19**)、8,10-二羟基-9-异丁酰氧基百里香酚(**20**)、10-异丁酰氧基-8,9-二羟基百里香酚(**21**)^[17]、(1*R*,2*S*,4*S*,5*R*)-2,5-二羟基-*p*-薄荷烷(**22**)、(1*S*,2*S*,4*R*,5*S*)-2,5-二羟基-*p*-薄荷烷(**23**)、(3*R*,4*R*,6*S*)-3,6-二羟基-*p*-1-薄荷烯(**24**)^[18]、2,5-dimethoxythymol(**25**)、2-methoxythymol isobutyrate(**26**)^[19]。

1.2.2 二萜类 从暗花金挖耳种子、金挖耳地上部分、贵州天名精全草中分离得到的二萜类化合物有(2*E*,6*E*,11*S*,12*R*)-3,7,11,15-tetramethylhexadeca-2,6,14-triene-1,12-diol(**27**)、(2*E*,6*Z*,11*S*,12*R*)-3,7,11,15-tetramethylhexadeca-2,6,14-trien-7-[(acetyloxy)methyl]-1,12,19-triol(**28**)、(2*E*,6*Z*,11*S*,12*R*)-3,7,11,15-tetramethylhexadeca-2,6,14-trien-7-[(acetyloxy)methyl]-12,19-diol-1-acetate(**29**)、(2*E*,6*Z*)-3,7,11,15-tetramethylhexadeca-2,6,14-trien-7-[(acetyl oxy)-methyl]-12-oxo-1,19-diol(**30**)^[20]、(2*E*,10*E*)-1,12-dihydroxy-18-acetoxy-3,7,15-trimethyl hexadeca-2,10,14-triene(**31**)^[21]、(2*E*,6*Z*,10*E*,12*R*)-7-[(acetyloxy)methyl]-3,11,15-trimethylhexadeca-2,6,10,14-tetraene-1,12-diol(**32**)、(2*E*,6*Z*,10*E*,12*R*)-7-[(acetyloxy)methyl]-12-hydroxy-3,11,15-trimethylhexadeca-2,6,10,14-tetraena(**33**)、(2*E*,6*Z*,12*S*,13*E*)-7-[(acetyloxy)methyl]-3,11,15-trimethylhexadeca-2,6,13-triene-1,12,15-triol(**34**)、(2*E*,6*Z*,12*R*,14*S*)-7-[(acetyloxy)methyl]-3,11,15-trimethylhexadeca-2,6,15-triene-1,12,14-triol(**35**)、rel-(3*R*,5*S*)-5-[(1*R*,5*Z*,9*E*)-5-[(acetyloxy)methyl]-11-hydroxy-1,9-dimethyl undeca-5,9-dien-1-yl} tetrahydro-2,2-dimethylfuran-3-ol(**36**)^[22]、ent-kaurane-3β,16α,17-triol(**37**)^[16]。

1.2.3 三萜类 胡志彬^[23]从大花金挖耳花蕾中分离出三萜类化合物α-香树酯醇(**38**)和β-香树酯醇(**39**)。

1.3 芳香族

从烟管头草地上部分和根部、天名精全草、高原天名精全草中分离得到的芳香族化合物有3-methyl-8-acetoxy-9,10-diisobutanoyloxy-*p*-cymene(**40**)^[24]、1,4-dimethoxy-2,5-diformylbenzene(**41**)、

9, 10-dihydroxythymol(42)、对甲基苯甲酸(43)、对羟基苯甲醛(44)^[25]、云杉醇(45)、丹皮酚(46)、黄木灵(47)^[26]、2-(2'-methoxy-*p*-tolyl) glyceryl-1, 3-diisobutyrate(48)、2-(2'-methoxy-*p*-tolyl) glyceryl-1-isobutyrate-3-acetate(49)^[27]。

1.4 糖苷类

Li等^[28]从贵州天名精全草中分离出糖苷类化合物 pseudoguaian-1 α (*H*)-8 α , 12-olide-4 β -*O*- β -*D*-glucopyranoside(50)。Ma等^[29]从烟管头草全草中分离出糖苷类化合物 carpeside A、B(51~52)和 eupatriol-9-*O*- β -*D*-apiofuranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- β -*D*-glucopyranoside(53)。

1.5 黄酮类

从长叶天名精地上部分、金挖耳全草、贵州天名精全草、高原天名精全草、天名精全草中分离得到的黄酮类化合物主要有5, 6, 4'-三羟基-3, 7-二甲氧基黄酮(54)^[30]、山柰酚-3-甲醚(55)^[30]、穗花杉双黄酮(56)^[11]、5-羟基-4, 7-二甲氧基双氢黄酮(57)^[31]、木犀草素(58)^[16]、芹菜素-7-*O*- β -*D*-吡喃葡萄糖(59)^[16]、5-羟基-3, 6, 7, 4'-四甲氧基黄酮(60)^[32]、5, 7, 4'-三羟基-3'-甲氧基黄酮-3-*O*- β -*D*-葡萄糖苷(61)^[32]。

1.6 其他成分

除上述化学成分外, 还从大花金挖耳地上部分、天名精全草、贵州天名精全草、高原天名精全草中分离出 carpesiumaleimides A、B、C(62~64)^[14]、3-羟乙酰基吡啶(65)^[16]、皮树脂醇(66)^[16]、松脂素(67)^[16]、水飞蓟素与异水飞蓟素的混合物(68)^[16]、methylematin(69)^[25]、6-甲氧基-7-羟基香豆素(70)^[31]、二十二烷醇(71)^[32]、 β -谷甾醇(72)^[32]、豆甾醇(73)^[32]、 β -胡萝卜苷(74)^[32]、棕榈酸(75)^[32]、亚油酸(76)^[32]。

2 药理作用

天名精属植物提取物或其有效成分具有抗肿瘤、抑制血小板聚集、抗菌、免疫调节等药理作用。

2.1 抗肿瘤

体外细胞实验证实天名精属植物提取物通过阻断细胞周期、诱导细胞自噬、调节信号通路等机制对多种肿瘤细胞有显著的抑制作用^[33-34]。

Wang等^[35]使用5、50、100、150、200、300 mg/mL的天名精全草挥发油处理人肝细胞癌系 HepG2 细胞 48 h 后, 体外采用 MTT 法检测细胞活力, 发现该挥发油对 HepG2 细胞的半数抑制浓度(IC₅₀)为(22.59 $\pm$ 6.51) μ g/mL; 使用0、25、50、100 mg/mL的

天名精挥发油处理 HepG2 细胞, 分析 HepG2 细胞周期, 计算 G₀/G₁、S、G₂/M 期细胞 DNA 分布, 检测半胱氨酸天冬氨酸蛋白酶 3(caspase-3)和半胱氨酸天冬氨酸蛋白酶 9 等凋亡相关蛋白表达水平, 结果显示该挥发油可激活 HepG2 细胞线粒体中 B 细胞淋巴瘤/白血病-2(Bcl-2)蛋白通路, 显著升高 HepG2 细胞 caspase-3 和 caspase-9 蛋白表达水平, 明显降低 Bcl-2/Bcl-2 相关 X 蛋白(Bax)比值, 将 HepG2 细胞阻滞于 S 期和 G₂/M 期, 从而抑制 HepG2 细胞增殖。该挥发油中主要含有倍半萜类、芳香族类、醇等 16 种化学成分, 具体哪种成分起主要作用还需进一步研究。

Tian等^[36]使用从天名精中分离得到的化合物 4-表异黏性旋覆花内酯(4-*epi*-isoinuviscolide)进行离体细胞实验, 采用 MTT 法分别对人乳腺癌细胞 MDA-MB-231、人结肠腺癌细胞 CaCo-2、人肺癌细胞 A549、人肝癌细胞 HepG2、宫颈癌细胞 Caski、人神经母细胞瘤株 SH-SY5Y、人胃癌细胞 HGC-27 和人鼻咽癌细胞 CNE-2 的细胞毒活性进行检测, 发现该化合物对乳腺癌细胞 MDA-MB-231 的活性最强, IC₅₀ 值为 4.07 μ mol/L。用该化合物处理 MDA-MB-231 细胞 24 h 后, 观察细胞自噬情况, 分析细胞周期, 并检测 PI3K/Akt/mTOR 信号通路相关蛋白表达, 发现该化合物可使微管相关蛋白 1 轻链 3- β (LC3-II)、磷酸化 UNC-51 样激酶 1(p-ULK1)、Bax、Bcl-x1/Bcl-2 相关死亡启动子(Bad)表达上调, 磷酸化磷脂酰肌醇 3-激酶(p-PI3K)、泛素连接蛋白 62(p62)、磷酸化蛋白激酶 B(p-Akt)、Bcl-2、Bcl-x1 和磷酸化哺乳动物雷帕霉素靶蛋白(p-mTOR)表达下调, 诱导细胞自噬和凋亡。

钮俊兴^[37]从天名精干燥茎叶中分离得到 6 个倍半萜类化合物, 体外使用 MTT 法分别对人乳腺癌细胞 MDA-MB-231, 人结肠癌系细胞 HCT116、HT-29 的细胞毒活性进行评估, 发现这 6 个化合物对人结肠癌细胞具有一定程度的抑制活性, 其中 2-去氧-4-表-天人菊灵(2-desoxy-4-*epi*-pulchellin)对 HCT116 和 HT-29 抑制活性最强, IC₅₀ 分别为 4.43、3.37 μ mol/L^[38]。

2.2 抑制血小板聚集

杨晓虹等^[39]在 0.5 mL 富血小板血浆(PRP)中加入不同剂量的大花金挖耳茎叶水提取物和醇提取物、花的水提取物, 然后使用二磷酸腺苷(ADP)体外诱导血小板聚集, 通过计算血小板聚集抑制率, 发现大花金挖耳水提取物和醇提取物均具有抗血

小板聚集的作用,这两个提取物有防治血栓性疾病的研究价值,以后可以进行深入研究。

2.3 抗菌

天名精全草煎剂对金黄色葡萄球菌、福氏痢疾杆菌、伤寒杆菌、大肠杆菌均有抑制作用^[40]。乐翊飞等^[41]使用灭活的金黄色葡萄球菌及脂多糖体外诱导巨噬细胞 RAW264.7 炎症模型,分别给予 100 $\mu\text{g/mL}$ 的天名精根部乙醇提取物和石油乙醚提取物,与脂多糖共同孵育 6 h 或与灭活的金黄色葡萄球菌孵育 3 h,以不加干预的巨噬细胞为正常对照组,检测 Toll 样受体-2(Toll-like receptor-2, TLR-2)、TLR-4 基因 mRNA 和核转录因子- κB (NF- κB)p65 蛋白的表达量,发现天名精根提取物可以抑制由脂多糖和灭活的金黄色葡萄球菌引起的炎症反应,其机制可能与抑制 TLRs 信号通路有关。

2.4 免疫调节

林力等^[42]使用天名精甲醇提取物和醋酸乙酯提取物 50、100 mg/kg 分别给小鼠 ig,对照组给予生理盐水,1 次/d,连续 10 d,给药第 7 天使用 6% 营养淀粉肉汤 ip 诱导小白鼠无菌性炎症,第 10 天检测巨噬细胞吞噬能力,观察溶血空斑形成,计算小鼠脾脏脏器指数。结果发现天名精提取物能够升高小鼠免疫器官指数、提高巨噬细胞吞噬功能、增强介导体液免疫产生抗体的 B 淋巴细胞产生抗体的能力,显著增强机体非特异性和特异性免疫功能。

Lee 等^[43]和 Jeong 等^[44]通过使用天名精地上部分乙醇提取物 50、100 mg/mL 体外处理 RAW264.7 细胞 1 h 后,分别用脂多糖 10 ng/mL、巨噬细胞激活脂肽 10 ng/mL 和多聚核苷多核苷酸 10 mg/mL 处理 8 h,检测该提取物对抗炎信号通路相关蛋白的表达,发现天名精乙醇提取物能够抑制脂多糖、巨噬细胞激活脂肽和多聚核苷多核苷酸诱导的诱导性一氧化氮合酶(iNOS)和环氧化酶-2(COX-2)的表达,说明天名精提取物可以通过调控 TLR 信号通路增强机体免疫功能。

3 结语

天名精属植物在我国的植物资源丰富,其中的天名精、烟管头草和金挖耳已被列入中国法定药用植物,但《中国药典》仅有对鹤虱药用功能的记载,也未见获得批准文号的含有天名精中药制剂,建议加快对该属药用植物的开发^[45]。

虽然我国已有《中国药用植物志》《中国法定药用植物》《中国药典》等纸质版著作,但查询药用植物信息不方便、效率低,建议加快中国药用植物数

据库的建立工作。天名精属植物含有倍半萜类、单萜类、二萜类、糖苷类、黄酮类等多种化学成分,现阶段主要对该属植物中的药用植物开展化学成分研究,尤其是 3 种法定药用植物和贵州天名精、暗花金挖耳、高原天名精、大花金挖耳,建议关注该属药用植物其余 7 种及 1 变种。天名精属植物提取物具有多种药理活性,如抗肿瘤、抗血小板聚集、抗菌提高免疫力等作用,并且不同部位、不同溶剂提取物的药理活性不同。

目前国内外研究人员在天名精提取物的药理活性方面进行了大量研究,并取得了很大的进展,但其药效物质基础及作用机制、药效稳定性、毒性等亟待进一步研究,着重对活性成分进行深入研究目前仍缺少临床前及临床研究,把这些研究都进行后,期待能找到出低毒高效的新前体化合物。

参考文献

- [1] 中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第七十五卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1977: 293-313.
- [2] 徐跃良, 鲁益飞. 中国菊科植物拾零 [J]. 浙江大学学报: 理学版, 2019, 46(2): 200-205.
- [3] 艾铁民. 中国药用植物志(第十卷) [M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2014: 563-579.
- [4] 贾敏如, 张 艺. 中国民族药辞典 [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2016: 164-165.
- [5] 杨 莉. 一种治疗神经性皮炎的药物及其制备方法 [P]. 中国专利: CN107551116A, 2018-01-09.
- [6] 李天航. 手足癣中药药浴及制备方法 [P]. 中国专利: CN104208245B, 2016-10-05.
- [7] 袁双虎, 王素贞, 于清溪, 等. 减轻肿瘤病人化疗副作用的中药组合物及制法 [P]. 中国专利: CN103920034B, 2014-04-12.
- [8] 陈迪路, 李 玄, 周小江. 天名精属植物的倍半萜类成分及其药理活性研究进展 [J/OL]. 中国中药杂志, 2019. Doi: 10.19540/j.cnki.cjcm.20190929.201.
- [9] 董云发, 丁云梅. 天名精倍半萜内酯化合物 [J]. 植物学报, 1988, 30(1): 71-75.
- [10] 刘平安, 刘 敏, 潘薇薇, 等. 天名精化学成分研究 [J]. 中药材, 2014, 37(12): 2213-2215.
- [11] 汪 蕾. 天名精倍半萜类化学成分及其细胞毒活性研究 [D]. 宜昌: 三峡大学, 2018.
- [12] 汪 蕾, 田 丽, 程 凡, 等. 天名精萜类化学成分及其细胞毒活性研究 [J]. 中草药, 2018, 49(3): 530-535.
- [13] Xu X K, Ye J, Chen L P, et al. Three new sesquiterpene lactone dimers from *Carpesium faberi* [J]. Phytochem Lett, 2016, 16: 277-282.
- [14] Wang L, Jin G, Tian L, et al. New eremophilane-type

- sesquiterpenes and maleimide-bearing compounds from *Carpesium abrotanoides* L [J]. Fitoterapia, 2019. Doi: 10.1016/j.fitote.2019.104294.
- [15] 胡巧玲. 肉桂叶和天名精中化学成分发现及其生物活性研究 [D]. 兰州: 兰州大学, 2018.
- [16] 杨勇勋, 张建平, 王群, 等. 贵州天名精的化学成分研究 [J]. 中草药, 2017, 48(15): 3037-3041.
- [17] 张建平, 杨勇勋, 刘庆鑫, 等. 大花金挖耳中单萜类化学成分的研究 [J]. 中草药, 2015, 46(20): 2985-2988.
- [18] 高雪, 陈刚. 小花金挖耳地上部分萜类成分研究 [J]. 化学研究与应用, 2012, 24(11): 1762-1765.
- [19] Zee O P, Kim D K, Lee K R. Thymol derivatives from *Carpesium divaricatum* [J]. Arch Pharm Res, 1998, 21(5): 618-620.
- [20] Xue G, Lin C J, Jia Z J. Cytotoxic germacranolides and acyclic diterpenoids from the seeds of *Carpesium triste* [J]. J Nat Prod, 2007, 70(5): 830-834.
- [21] Zee O P, Kim D K, Choi S U, et al. A new cytotoxic acyclic diterpene from *Carpesium divaricatum* [J]. Arch Pharm Res, 1999, 22(2): 225-227.
- [22] Gao X, Zhang Z X, Jia Z J. New acyclic 12-hydroxygeranylgeraniol-derived diterpenoids from the seeds of *Carpesium triste* [J]. Helvetica Chim Acta, 2008, 91(10): 1934-1939.
- [23] 胡志彬. 大花金挖耳花蕾中萜类成分的研究 [D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2007.
- [24] Yang C, Zhu Q X, Zhang Q, et al. Eudesmanolides, aromatic derivatives, and other constituents from *Carpesium cernuum* [J]. Die Pharmazie, 2001, 56(10): 825-827.
- [25] 钱群刚, 蔡亮, 杨胜辉, 等. 天名精化学成分的研究 [J]. 中成药, 2019, 41(11): 2671-2675.
- [26] 杨超, 王兴, 师彦平, 等. 烟管头草地上部分化学成分的研究 [J]. 兰州大学学报, 2002, 38(4): 61-67.
- [27] Shi Y P, Guo W, Yang C, et al. Two new aromatic monoterpene derivatives from *Carpesium lipskyi* [J]. Plant Med, 1998, 64(7): 671-672.
- [28] Li X W, Weng L, Gao X, et al. Antiproliferative and apoptotic sesquiterpene lactones from *Carpesium faberi* [J]. Bioorg Med Chem Lett, 2011, 21(1): 366-372.
- [29] Ma J P, Tan C H, Zhu D Y. Glycosidic constituents from *Carpesium cernuum* L [J]. J Asian Nat Prod Res, 2008, 10: 565-569.
- [30] 哈斯特尔·木他西, 张涛, 司金光, 等. 金挖耳化学成分研究 [J]. 国际药学研究杂志, 2018, 45(6): 449-454.
- [31] 杨超. 四种旋复花亚族植物的化学成分及生物活性研究 [D]. 兰州: 兰州大学, 2002.
- [32] 王丽丽. 藏药高原天名精和绵毛丛菰化学成分的研究 [D]. 兰州: 兰州理工大学, 2011.
- [33] Zhang T, Si J G, Zhang Q B, et al. Three new highly oxygenated germacranolides from *Carpesium divaricatum* and their cytotoxic activity [J]. Molecules, 2018, 23(5): 1078.
- [34] 高雪. 三种菊科植物和一种唇形科植物化学成分及其生物活性研究 [D]. 兰州: 兰州大学, 2007.
- [35] Wang Q, Pan L, Lin L, et al. Essential oil from *Carpesium abrotanoides* L induces apoptosis via activating mitochondrial pathway in hepatocellular carcinoma cells [J]. Curr Med Sci, 2018, 38(6): 1045-1053.
- [36] Tian L, Cheng F, Wang L, et al. CLE-10 from *Carpesium abrotanoides* L suppresses the growth of human breast cancer cells (MDA-MB-231) *in vitro* by inducing apoptosis and pro-death autophagy via the PI3K/Akt/mTOR signaling pathway [J]. Molecules, 2019, 24(6): 1091.
- [37] 钮俊兴. 天名精中量丰成分的抗肿瘤活性构效关系研究及新型NASH治疗先导物的发现 [D]. 上海: 中国科学院大学, 2019.
- [38] Niu J, Huang H, Wang F, et al. Synthetic derivatives of the natural product 13-amino-2-desoxy-4-epi-pulchellin inhibit STAT3 signaling and induce G2/M arrest and death of colon cancer cells [J]. Bioorg Med Chem Lett, 2019, 29(6): 782-785.
- [39] 杨晓虹, 周小平. 大花金挖耳提取物的血小板聚集作用 [J]. 人参研究, 2000(1): 20-21.
- [40] 南京中医药大学. 中药大辞典 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2006: 441.
- [41] 乐翊飞, 汪俊成, 唐利华, 等. 天名精根提取物调控TLRs信号抑制RAW264.7细胞炎症的研究 [J]. 浙江中医药大学学报, 2019, 43(4): 360-367.
- [42] 林力, 王强, 周玉丹, 等. 天名精提取物对小鼠免疫功能的影响 [J]. 医药导报, 2019, 38(4): 415-418.
- [43] Lee E K, Jeong D W, Lim S J, et al. *Carpesium abrotanoides* extract inhibits inducible nitric oxide synthase expression induced by toll-like receptor agonists [J]. Food Sci Biotechnol, 2014, 23(5): 1637-1641.
- [44] Jeong D W, Lee E K, Lee C H, et al. *Carpesium abrotanoides* extract inhibits cyclooxygenase-2 expression induced by toll-like receptor agonists [J]. Toxicol Environ Health Sci, 2013, 5(2): 92-96.
- [45] 赵维良. 中国法定药用植物 [M]. 北京: 科学出版社, 2017: 318.