

引用:蒋丽,郭瑞齐,管仁伟,焦子麒,林建强,林慧彬.透骨草化学成分及药理作用研究进展[J].中医导报,2023,29(2):166-171.

透骨草化学成分及药理作用研究进展*

蒋 丽¹,郭瑞齐²,管仁伟²,焦子麒²,林建强³,林慧彬²

(1.单县中医医院,山东 菏泽 274300;

2.山东省中医药研究院,山东 济南 250014;

3.山东大学微生物技术研究院,山东 青岛 266237)

[摘要] 总结归纳透骨草的化学成分及主要药理作用,以期透骨草药材规范化使用及全面开发利用提供参考。透骨草的主要化学成分包括黄酮类、生物碱类、萜类、蒽类等成分;透骨草具有抗炎镇痛、抗肿瘤、抗菌、抗氧化、杀虫等药理作用。

[关键词] 透骨草;化学成分;药理作用;研究进展;应用

[中图分类号] R282.7105 [文献标识码] A [文章编号] 1672-951X(2023)02-0166-06

DOI: 10.13862/j.cn43-1446/r.2023.02.032

Research Progress on Chemical Constituents and Pharmacological Activities of Tougucao (Tuberculate Speranskia Herb)

JIANG Li¹, GUO Ruiqi², GUAN Renwei², JIAO Ziqi², LIN Jianqiang³, LIN Huibin²

(1.Shanxian Hospital of Traditional Chinese Medicine, Heze Shandong 274300, China; 2.Shandong Academy of Chinese Medicine, Jinan Shandong 250014, China; 3.Institute of Microbial Technology, Shandong University, Qingdao Shandong 266237, China)

[Abstract] The chemical constituents and main pharmacological effects of Tougucao (Tuberculate Speranskia Herb) were summarized, in order to provide reference for the standardization of Tougucao (Tuberculate Speranskia Herb) and comprehensive development and utilization. The main chemical components of Tougucao include flavonoids, alkaloids, pupae, and crickets etc. Tougucao (Tuberculate Speranskia Herb) has anti-inflammatory, analgesic, antitumor, antibacterial, antioxidant, insecticidal activities and other pharmacological effects.

[Keywords] Tougucao (Tuberculate Speranskia Herb); chemical constituents; pharmacological effects; progress; application

透骨草始见于《救荒本草》^[1],为多年生草本植物。透骨草药材来源比较复杂,历代本草记载不尽相同,如《救荒本草》记载透骨草为唇形科植物益母草(*Leonurus japonicus* Houtt.);《本草原始》记载透骨草为大戟科植物地构叶[*Speranskia tuberculata* (Bunge) Baill.],习称“珍珠透骨草”;《本草纲目拾遗》记载透骨草为凤仙花科植物凤仙花(*Impatiens balsamina* L.),习称“凤仙透骨草”;《医学指南》中透骨草系指毛茛科铁线莲属(*Clematis*)植物黄花铁线莲(*Clematis intricata* Bunge),习称“铁线透骨草”;《唐本草》将紫葳科角蒿(*Incarvillea sinensis* Lam.)称为“羊角透骨草”;《滇南本草》记载透骨草为杜鹃花科植物滇白珠(*Gaultheria yunnanensis* (Franch.) Rehd.),习称“小透骨草”;此外《东北植物志》中记载透骨草为豆科植

物山野豌豆(*Vicia amoena* Fisch.),习称“东北透骨草”。从古至今透骨草药材总体用药比较混乱,同名异物现象非常严重,且存在众多地方习用品;20科42种5变种植物均曾作透骨草药用^[2],且民间精方、验方等无法统计的可能更多,给透骨草药材安全使用带来极大挑战。

笔者通过市场调查及对现行地方标准统计发现,珍珠透骨草、凤仙透骨草、铁线透骨草、东北透骨草、羊角透骨草为透骨草药材常用种类,具体使用占比见图1。中药的基原与功效密切相关,有必要对透骨草药材常用基原植物的化学成分及药理作用进行研究,以期透骨草药材规范使用及全面开发利用提供参考。

*基金项目:中央本级重大增减支项目(2060302)

通信作者:林慧彬,E-mail:linhuibin68@163.com

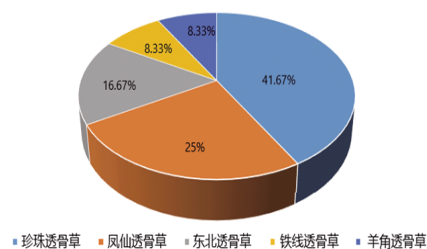


图1 透骨草常用基原植物使用占比饼图

1 化学成分

1.1 珍珠透骨草化学成分 珍珠透骨草系大戟科植物地构叶干燥全草。1997年LI Y M等^[3]首次从地构叶中分离鉴定得到化合物(5),并命名为地构昔。有研究表明,地构叶中所含有的吡啶-2,6(1H,3H)二酮生物碱可显著抑制血小板聚集^[4]。而后范云柏等^[5]又陆续分离得到化合物(17~25),其中化合物(17,19)被证明具有抗炎、镇痛活性。关于地构叶中挥发油类成分已有详细相关报道^[6],对此本文不做介绍。化合物种类及名称见表1,部分化合物结构式见图2。

表1 珍珠透骨草化合物名称表

类别	编号	化合物	参考文献
黄酮类	1	香叶木素	[3]
	2	木犀草素	[3]
	3	木犀草素-7-O-芸香糖苷	[3]
	4	5,7,4'-三羟基二氢黄酮-7-O-β-D-(3"-对香豆酰)-吡喃葡萄糖苷	[3]
	5	5,7,4'-三羟基二氢黄酮-7-O-β-D-(4"-对香豆酰)-吡喃葡萄糖苷	[3]
	6	穗花杉双黄酮	[3]
	7	芦丁	[7]
	8	槲皮素	[7]
生物碱类	9	speranskatines A	[8]
	10	speranskatines B	[8]
	11	speranculines A	[9-10]
	12	speranculines B	[9-10]
	13	speranculines C	[10]
	14	speranskilatin A	[10-11]
	15	speranberculatin A	[10-11]
	16	吡啶-2, 6 (1H, 3H) 二酮生物碱	[4]
其他类	17	阿魏酸	[5]
	18	对香豆酸	[5]
	19	香草酸	[5]
	20	软脂酸	[5]
	21	β-谷甾醇	[5-12]
	24	三十烷醇	[5]
	23	loliolide	[5]
	24	胸腺嘧啶	[5]
	25	尿嘧啶	[5]
	26	18-hydroxy (-)-mannool	[12]

1.2 凤仙透骨草化学成分 凤仙透骨草来源于凤仙花科植物凤仙花的干燥茎。目前关于凤仙花的研究主要集中在花及种子(急性子),对于茎的研究较少。迄今为止,凤仙透骨草中已分离出萘醌类、黄酮类、萜类等成分,化合物种类及名称见

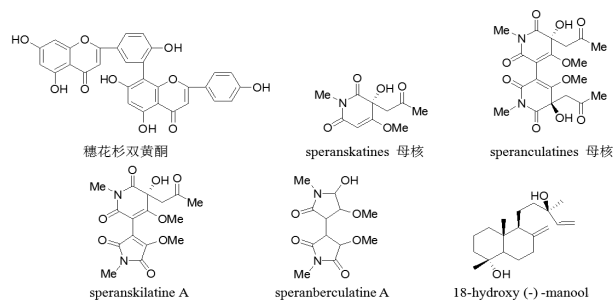


图2 珍珠透骨草化合物结构图

表2,部分化合物结构式见图3。其中化合物(3)被证实具有5α-还原酶抑制剂活性,化合物(4~5)可显著减短秀丽隐杆线虫寿命。

表2 凤仙透骨草化合物名称表

类别	编号	化合物	参考文献
萘醌类	1	1α,2α,4α-三醇-1,2,3,4-四氢萘	[13]
	2	1α,2α-二醇-4α-乙氧基-1,2,3,4-四氢萘	[13]
	3	2,2'-亚乙基(3-羟基-1,4-萘醌)	[14]
	4	Lawson	[15]
	5	2-甲氧基-1,4-萘醌	[15-16]
	6	1,2,4-三羟基萘-1,4-双-β-D-吡喃葡萄糖苷	[16]
萜类	7	β-amyrin	[17]
	8	erythrodil	[18]
	9	α-spinasterol	[19]
	10	29-nor-20-oxolupol	[20]
	11	Lupenone	[21]
	12	lupeol	[22]
黄酮类	13	芦丁	[16]
	14	槲皮素-3-O-葡萄糖苷	[23]
	15	槲皮素	[23]
	16	山奈酚	[24]
	17	山奈酚3-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	[24]
	18	山奈酚3-O-β-D-别嘌呤苷	[24]
	19	山奈酚3-O-α-L-鼠李糖基-(1→2)-β-D-吡喃葡萄糖苷	[24]
	20	山奈酚3-O-α-L-鼠李糖基-(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖苷	[24]
	21	二氢杨梅素	[24]
	22	[(2S,3S)-2,3-环氧-5,7,4'-三羟基黄烷酮]-(3→8)-山奈酚3"-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	[24]
	23	[(2S,3S)-2,3-环氧-5,7,4'-三羟基黄烷酮]-(3→8)-山奈酚3"-O-α-L-鼠李糖基-(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖苷	[24]
	24	[(2R,3R)-2,3-环氧-5,7,4'-三羟基黄烷酮]-(3→8)-山奈酚3"-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	[24]
	25	[(2R,3R)-2,3-环氧-5,7,4'-三羟基黄烷酮]-(3→8)-山奈酚3"-O-α-L-鼠李糖基-(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖苷	[24]
其他类	26	大豆脑苷	[16]
	27	香草酸	[16]
	28	七叶内酯	[16]
	29	原儿茶酸	[16]
	30	β-胡萝卜苷	[23]
	31	东莨菪素	[25]
	32	二十五烷酸506-38-7	[26]
	33	邻苯二甲酸正丁酯17851-53-5	[26]

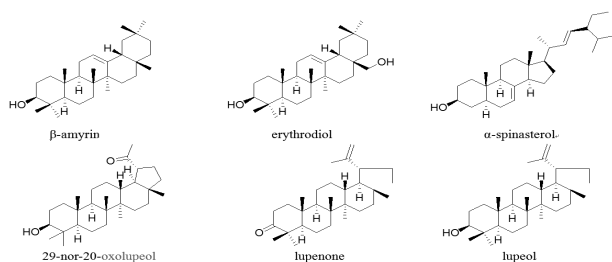


图3 凤仙透骨草化合物结构图

1.3 铁线透骨草化学成分 铁线透骨草来源于毛茛科铁线莲属植物黄花铁线莲干燥的地上部分。迄今为止关于铁线透骨草的研究较少,且年代较早。其含有黄酮类、有机酸类、甾醇类等化合物。其中,研究证明化合物(21)具有良好的抗炎活性^[27]。此外,黄花铁线莲中还含有皂苷类成分^[28]。化合物种类及名称见表3,部分化合物结构式见图4。

表3 铁线透骨草化合物名称表

成分	编号	化合物	参考文献
黄酮类	1	木犀草苷	[29]
	2	金丝桃苷	[29]
	3	芦丁	[29]
	4	槲皮素	[29]
其他类	5	东莨菪素	[30]
	6	咖啡酸	[30]
	7	肌醇	[30]
	8	三十烷醇	[30]
	9	β -谷甾醇	[30]
	10	硬脂酸乙酯	[31]
	11	正二十六烷醇	[31]
	12	咖啡酸乙酯	[31]
	13	huzhangoside B	[31]
	14	kalopanax-saponin B	[31]
	15	clematoside S	[31]
	16	5-羟基-4-氧代戊酸	[31]
	17	阿魏酸	[32]
	18	2-甲氨基苯甲酸	[32]
	19	水杨酸	[32]
	20	甘露醇	[32]
	21	香豆乙酸	[27]

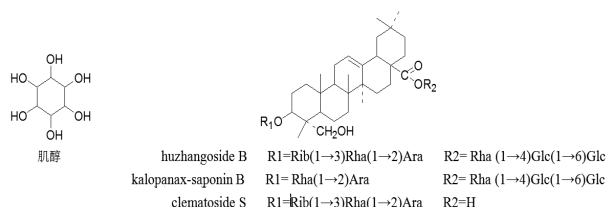


图4 铁线透骨草化合物结构图

1.4 东北透骨草化学成分 《中华人民共和国药典》四部(制剂中本版药典未收录的药材和饮片)规定透骨草来源为豆科植物山野豌豆、广布野豌豆、假香野豌豆、毛山野豌豆和狭山野豌豆干燥地上部分^[33]。目前关于东北透骨草化学成分研究较少,山野豌豆及狭山野豌豆的研究较多。1997年,山野豌豆

中首次分离出化合物(1~6),其中化合物(2)为新化合物^[34]。对山野豌豆和狭山野豌豆黄酮类成分中,还含有化合物(7~10)^[35]。后续研究发现山野豌豆中还含有化合物(11~12)^[36~37],广布野豌豆中分离鉴定出化合物(13~14)^[38]。同属其他植物的化学成分研究很少或几乎没有。化合物种类及名称见表4,部分化合物结构式见图5。

表4 东北透骨草化合物名称表

成分	编号	化合物	参考文献
黄酮类	1	山奈酚	[34]
	2	山奈酚-3-O- β -D-甘露糖甙	[34]
	3	山奈酚-3,7-O- α -L-二鼠李糖甙	[34]
	4	槲皮素	[34]
	5	槲皮素-3-O- α -L-鼠李糖甙	[34]
	6	槲皮素-3-O- β -D-葡萄糖甙	[34]
	7	金丝桃苷	[35]
	8	槲皮苷	[35]
	9	杨梅苷	[35]
	10	山奈酚-3-O- α -L-阿拉伯糖甙	[35]
	11	苜蓿素	[36]
其他类	12	绿原酸	[37]
	13	2-甲氧基-6-[2-(4-甲氧基)乙炔基]吡喃-4-酮	[38]
	14	2-甲氧基-6-[2-(苯基)乙炔基]吡喃-4-酮	[38]

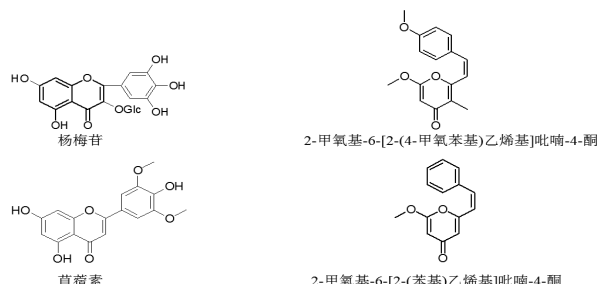


图5 东北透骨草化合物结构图

1.5 羊角透骨草化学成分 羊角透骨草系紫葳科植物角蒿的干燥地上部分。目前关于羊角透骨草的研究主要集中在生物碱类成分研究。自1990年起,角蒿中陆续分离出生物碱^[39~47](1~20)。除化合物(6)外,其余成分均首次从角蒿中分离,其中化合物incavillateine(17)可有效抵抗炎症及神经性疼痛^[48],是一种新型的镇痛药物。此外,角蒿中还分离出化合物(21~37),其中化合物(21~24,27,29~36)系首次从角蒿中获得^[49]。目前关于挥发油类成分已有详细相关报道,故本文对挥发油类成分不做介绍。化合物种类及名称见表5,部分化合物结构式见图6。

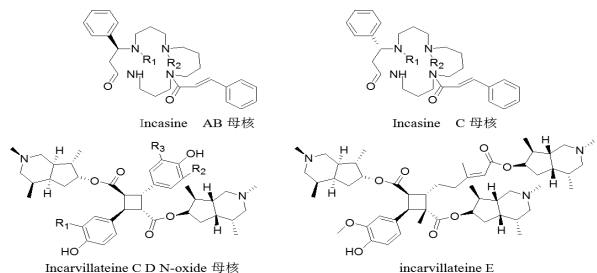


图6 羊角透骨草化合物结构图

表 5 羊角透骨草化合物名称表

成分	编号	化合物	参考文献
大环精胺类生物碱	1	incasineA	[39]
	2	incasineA'	[39]
	3	incasineB	[39]
	4	incasineB'	[39]
	5	incasine C	[39-40]
	6	incasine C'	[40]
单萜生物碱	7	incarvine A	[41]
	8	incarvine B	[42]
	9	incarvine C	[42]
	10	incarvine D	[43]
	11	incarvine E	[44]
	12	incarvine F	[44]
	13	incarvilline	[45]
	14	incarvillateine C	[46]
	15	incarvillateine D	[46]
	16	incarvillateine E	[47]
	17	incarvillateineN-oxide	[43,48]
黄酮类	18	incarvine A N-oxide	[43]
	19	methoxycarvillateine	[43]
	20	hydroxyincarvilline	[45]
	21	槲皮素	[49]
	22	槲皮素 7-O- α -L-鼠李糖苷	[49]
	23	槲皮素 7-O- β -D-葡萄糖苷	[49]
	24	木犀草素	[49]
	25	异甘草素苷	[49]
	26	甘草素	[49]
	27	3',4',7'-三羟基黄酮	[49]
其他类	28	6,7-二羟基香豆素	[49]
	29	咖啡酸乙酯	[49]
	30	反式对羟基桂皮酸	[49]
	31	3,4-二羟基苯甲酸	[49]
	32	没食子酸	[49]
	33	Regvol	[49]
	34	(3aR,6S)-octahydrobenzofuran-3a,6-diol	[49]
	35	β -胡萝卜素	[49]
	36	齐墩果酸	[49]
	37	3-Hydroxykojic acid	[49]

2 药理作用

2.1 抗炎、镇痛作用 透骨草可用于治疗风寒湿痹、筋骨疼痛,其复方制剂主要用于风湿及皮肤相关疾病。羊菲等^[50]通过体外抑菌实验及小鼠耳肿胀和大鼠足趾肿胀的模型,发现复方透骨草溶液对手足癣有明显的抗炎和抑菌作用。现有实验^[51]证明珍珠透骨草在抗炎、镇痛方面优于其他透骨草种类,其抗炎作用可能与珍珠透骨草中的有机酸抑制脂质过氧化有关^[5]。申鸽等^[52]通过谱效相关实验研究发现珍珠透骨草抗炎作用是多组分、多靶点综合作用的结果,但具体物质基础、作用机制有待进一步研究。

在伤害性刺激下,机体会产生的疼痛感觉和疼痛反应。王旋等^[53]通过热板实验发现,除山野豌豆外,其余4种透骨草均可提高小鼠痛阈值,具有较好的镇痛作用^[51]。赵静^[53]通过扭体及热板实验发现,角蒿总生物碱可显著抑制小鼠扭体、提高小鼠痛阈值,表明角蒿总生物碱具有较强的镇痛作用;其中化合物incarvillateine已被开发成一种新型镇痛药物,作用机制可能与部分影响中枢阿片通路有关^[53]。

2.2 抗肿瘤作用 透骨草主要通过抑制癌细胞增殖、分化、转移及诱导细胞凋亡等方式达到抗肿瘤作用。透骨草醇提取物能通过下调Bcl-2、Caspase-3蛋白表达,上调PUMA蛋白表达,诱导细胞凋亡,抑制人肺癌A549细胞增殖活性^[54]。透骨草总生物碱能通过降低癌细胞中RANKL/OPG比值,下调p-ERK、p-JNK的表达和抑制OPG/RANK/RANKL信号通路发挥抗乳腺癌骨转移和骨质病变的功效^[55]。体外实验^[49]发现角蒿酯碱对人原位胰腺癌细胞、人胰腺癌细胞、人非小细胞肺癌、人小细胞肺癌细胞均有中等程度的抑制活性,进一步表明生物碱具有抗癌活性。

2.3 抗菌作用 凤仙透骨草醇提液对意大利青霉、黑曲霉、大肠杆菌、枯草芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌、革兰氏阳性菌、革兰氏阴性菌、指状青霉等均具有一定的抑制作用。其作用机制是多靶点破坏细胞壁和细胞膜系统,造成内部结构紊乱、通透性增加及胞内大量物质外渗,从而抑制菌株活性^[56]。凤仙透骨草总黄酮具有较强的抗菌作用。

2.4 抗氧化作用 目前透骨草抗氧化活性研究主要是其总黄酮药效研究,无单体成分相关研究报道。研究发现珍珠透骨草总黄酮对1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)自由基清除作用明显,清除能力与维生素E相近^[57],表明总黄酮类成分具有较强的抗氧化活性,抗氧化机制与络合金属离子无关,仅作为自由基接受体,阻碍自由基发挥抗氧化的一系列反应^[58],但物质基础有待进一步研究。

2.5 杀虫作用 研究^[57]证明透骨草乙酸乙酯萃取物对幼虫杀灭作用最强,其次是正丁醇萃取物、石油醚萃取物。JIANG H F等^[15]通过凤仙透骨草水醇物对秀丽隐杆线虫在运动能力、繁殖能力、寿命等方面的实验研究发现,秀丽隐杆线虫虫头部扭动频率、身体弯曲频率及生殖能力均降低1/3左右,其寿命也明显降低;同时HPLC、NMR分析显示,物质基础为Lawsonic及2-甲氧基-1,4萘醌^[15]。邢浩春等^[59]利用载毒叶片法证明透骨草甲醇提取物的乙酸乙酯萃取物对小麦叶蜂有明显的毒杀作用,且透骨草杀虫作用的主要化学物质是二氧双环辛烷木脂素A^[60]。此物质对昆虫类具有较高毒性,但对哺乳动物毒性较低。

2.6 其他作用 透骨草药材在治疗外科疾病方面应用广泛。临床上透骨草药材可单独使用,但主要以复方应用为主。珍珠透骨草组方水煎液在治疗头部皮肤疾病^[61]、湿疹^[62]等方面均有报道。此外,有研究^[63]表明从透骨草中分离出的化合物对H₂O₂诱导的SH-SY5Y细胞损伤具有显著的神经保护活性。

3 结语与展望

从古至今“透骨草”药材总体用药较为混乱,同名异物现象严重。珍珠透骨草、凤仙透骨草、铁线透骨草、东北透骨草、

羊角透骨草为“透骨草”药材常用种类,涉及不同科不同属。目前临床已制备多种剂型用于治疗风湿及皮肤相关疾病,但大多数处方未明确界定“透骨草”药材来源。因不同科属植物在化学成分及药理作用等方面相差巨大,故有必要对“透骨草”药材进行规范化研究。

黄酮类成分是多种透骨草共有成分,其抗炎、镇痛、免疫调节等药理作用与治疗风湿等疾病具有一定相关性,故“透骨草”药材发挥祛风除湿、止痛等药效的物质基础可能与黄酮类成分有关,但具体物质基础有待进一步深入研究。此外,生物碱类成分可能是“透骨草”药材发挥抗肿瘤、镇痛作用的主要成分。

与传统药材相比,常用透骨草类药材在物质基础与药理作用、作用机制之间联系不够紧密,严重制约了“透骨草”药材资源开发利用。因此,为了更好地开发利用“透骨草”药材,有必要进一步对常用透骨草展开深入研究,寻找异同,探究作为同一药物入药的原因,以期对“透骨草”药材全面开发利用及临床应用提供参考。

参考文献

- [1] 朱橐.救荒本草[M].北京:中国农业出版社,2008:313-314.
- [2] 迟玉明,阎文玫,李家实.透骨草的原植物及商品调查[J].中国中药杂志,1990,15(5):6-9,61.
- [3] LI Y M, ZHAO Y Y, FAN Y B, et al. Flavonoids from *Speranskia Tuberculata*[J]. J Chin Pharm Sci,1997,6(2):16-20.
- [4] 杨俊旺,梁永录,李文广,等.吡啶-2,6(1H,3H)二酮生物碱对ADP/AA/Collagen诱导的兔血小板聚集的影响[J].中国药理学通报,1998,14(1):12.
- [5] 范云柏,赵玉英,李艳梅,等.地构叶化学成分的研究[J].天然产物研究与开发,1996,8(4):20-23.
- [6] 高海翔,鲁润华,魏小宁,等.透骨草挥发油成分分析[J].中草药,2000,31(8):574-575.
- [7] 李会端,乔爱平.酶辅助法提取透骨草中总黄酮及抗氧化性研究[J].天然产物研究与开发,2015,27(3):432-437.
- [8] SHI J G, WANG H Q, WANG M, et al. Two pyridine-2,6(1H, 3H)-Dione alkaloids from *Speranskia tuberculata*[J]. Phytochemistry, 1995, 40(4): 1299-1302.
- [9] SHI J G, WANG H Q, WANG M, et al. Two novel poly-oxygen bipyrindine alkaloids from *Speranskia tuberculata*[J]. Chinese Chemical Letters,2000,11(3):225-228.
- [10] SHI J G, WANG H Q, WANG M, et al. Polyoxo-generated bipyrindine, pyrrolypyridine, and bipyrrole alkaloids from *Speranskia tuberculata*[J]. J Nat Prod,2000,63(6):782-786.
- [11] SHI J G, HU W Y, ZHOU G X, et al. Two poly-oxygenated pyrrolypyridine and bigprrole alkaloids from *seperanskia tuberculata*[J]. Chin Chem Lett,2000,11(9):785-788.
- [12] 李冲,张承忠,胡芳娣,等.透骨草化学成分研究[J].中国中药杂志,2000,25(5):291-292.
- [13] CHEN X M, QIAN S H, FENG F. Two new tetrahydronaphthalenes from the stem of *Impatiens balsamina* L[J]. Chin Chem Lett,2010,21(4):440-442.
- [14] ISHIGURO K, OKU H, KATO T. Testosterone 5 alpha-reductase inhibitor bisnaphthoquinone derivative from *Impatiens balsamina*[J]. Phytother Res,2000,14(1):54-56.
- [15] JIANG H F, ZHUANG Z H, HOU B W, et al. Adverse effects of hydroalcoholic extracts and the major components in the stems of *Impatiens balsamina* L. on *Caenorhabditis elegans*[J]. Evid Based Complement Alternat Med,2017,2017:4245830.
- [16] 陈秀梅,钱士辉,冯锋.凤仙透骨草的化学成分[J].药学与临床研究,2009,17(1):31-33.
- [17] WANG H, TIAN X, CHEN Y Z. Chemical constituents of the aerial part of *Celastrus hypoleucus*[J]. Jnl Chin Chemical Soc,2002,49(3):433-436.
- [18] GE Y C, ZHANG H J, LEI J X, et al. Chemical constituents of *Viburnum odoratissimum* and their cytotoxic activities[J]. Chem Nat Compd,2018,54(3):600-602.
- [19] CHOI S Z, LEE S O, CHOI S U, et al. A new sesquiterpene hydroperoxide from the aerial parts of *Aster oharai*[J]. Arch Pharm Res,2003,26(7):521-525.
- [20] KOTOWICZ C, CATALAN C A N, GRIFFIN C L, et al. Triterpenes and other constituents of *Nassauvia axillaris*[J]. Biochem Syst Ecol,2005,33(7):737-742.
- [21] PUAPAIROJ P, NAENGCHOMNONG W, KIJJOA A, et al. Cytotoxic activity of lupane-type triterpenes from *Glochidion sphaerogynum* and *Glochidion eriocarpum* two of which induce apoptosis[J]. Planta Med,2005,71(3):208-213.
- [22] FOTIE J, BOHLE D S, LEIMANIS M L, et al. Lupeol long-chain fatty acid esters with antimalarial activity from *Holarrhena floribunda*[J]. J Nat Prod,2006,69(1):62-67.
- [23] 陈秀梅.凤仙透骨草化学成分研究[J].襄樊职业技术学院学报,2011,10(2):33-34.
- [24] KIMC S, BAE M, OH J, et al. Anti-neurodegenerative biflavonoid glycosides from *Impatiens balsamina*[J]. J Nat Prod,2017,80(2):471-478.
- [25] 朱玲英,钱士辉,沈红,等.高效液相色谱法测定凤仙透骨草中东莨菪素的含量[J].药物分析杂志,2010,30(5):894-896.
- [26] 顾媛媛,陈媚,王连芝,等.凤仙透骨草抗真菌有效部位化学成分的研究[J].中成药,2022,44(3):825-829.
- [27] 涂院海,杨晓军.黄花铁线莲中香豆乙酸的抗炎活性研究[J].中国现代中药,2013,15(1):18-21.
- [28] 赵科,解红霞,张娜.响应面法优化黄花铁线莲总皂苷超声提取工艺[J].中华中医药杂志,2015,30(4):1239-1241.

- [29] 刘婷,李红娇,孙兴姣,等.HPLC同时测定蒙药材黄花铁线莲中4种黄酮含量[J].中国现代应用药学,2017,34(10):1365-1368.
- [30] 宋志宏,赵玉英,段京莉,等.黄花铁线莲的化学成分研究[J].中国中药杂志,1995,20(10):613-614.
- [31] 宋志宏,张建兰,李艳梅,等.黄花铁线莲的化学成分研究(Ⅱ)[J].天然产物研究与开发,1997,9(2):11-16.
- [32] 杨晓军,涂院海.黄花铁线莲新鲜全草化学成分研究[J].天然产物研究与开发,2011,23(6):1052-1054.
- [33] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:四部[M].北京:中国医药科技出版社,2020:556.
- [34] 魏锋,阎文玫.山野豌豆黄酮类化学成分的研究[J].药学学报,1997,32(10):765-768.
- [35] 桑育黎,郭方岩,王宇,等.HPLC法测定山野豌豆与狭山野豌豆茎叶中5个黄酮苷的含量[J].药物分析杂志,2017,37(6):950-955.
- [36] 郭方岩,王宇,郝延军,等.HPLC法测定山野豌豆与狭山野豌豆中4个黄酮成分[J].药物分析杂志,2017,37(3):432-437.
- [37] 常安,王维宁,郝延军,等.UPLC测定狭山野豌豆中6种化学成分的含量[J].中国实验方剂学杂志,2016,22(9):48-51.
- [38] SALEH M M, GLOMBITZA K W. Antifungal stress compounds from *Vicia cracca*[J]. Phytochemistry, 1997, 45(4):701-703.
- [39] CHI Y M, HASHIMOTO F, YAN W M, et al. Five novel macrocyclic spermine alkaloids from *Incarvillea sinensis*[J]. Tetrahedron Lett, 1997, 38(15):2713-2716.
- [40] CHI Y M, NAKAMURA M, ZHAO X Y, et al. A novel macrocyclic spermine alkaloid from *Incarvillea sinensis*[J]. J Asian Nat Prod Res, 2007, 9(2):115-118.
- [41] CHI Y M, HASHIMOTO F, YAN W M, et al. Incarvine A, a monoterpene alkaloid from *Incarvillea sinensis* [J]. Phytochemistry, 1995, 40(1):353-354.
- [42] CHI Y M, HASHIMOTO F, WEN-MEI-YAN, et al. Two alkaloids from *Incarvillea sinensis*[J]. Phytochemistry, 1995, 39(6):1485-1487.
- [43] CHI Y M, HASHIMOTO F, YAN W M, et al. Four monoterpene alkaloid derivatives from *Incarvillea sinensis*[J]. Phytochemistry, 1997, 46(4):763-769.
- [44] HUANG D S, ZHANG W D, PEI Y H, et al. Two new alkaloids from *Incarvillea sinensis*[J]. Helvetica Chimica Acta, 2009, 92(8):1558-1561.
- [45] CHI Y M, HASHIMOTO F, YAN WM, et al. Monoterpene Alkaloids from *Incarvillea sinensis*. VI. Absolute Stereochemistry of Incarvine and Structure of a New Alkaloid, Hydroxyincarvine [J]. Chem Pharm Bull, 1997, 45(3):495-498.
- [46] NAKAMURA M, CHI Y M, KINJO J, et al. Two monoterpene alkaloidal derivatives from *Incarvillea sinensis*[J]. Phytochemistry, 1999, 51(4):595-597.
- [47] CHI Y M, YAN W M, CHEN D C, et al. A monoterpene alkaloid from *Incarvillea sinensis*[J]. Phytochemistry, 1992, 31(8):2930-2932.
- [48] WANG M L, YU G, YI S P, et al. Antinociceptive effects of incarvillateine, a monoterpene alkaloid from *Incarvillea sinensis* and possible involvement of the adenosine system[J]. Sci Rep, 2015, 5:16107.
- [49] 黄大森.角蒿的化学成分和生物活性研究[D].沈阳:沈阳药科大学,2009.
- [50] 羊菲,金若敏,范斌,等.复方透骨草溶液抑菌和抗炎作用的实验研究[J].上海中医药杂志,2017,51(5):82-85.
- [51] 王璇,崔景荣,肖志平,等.透骨草类药材抗炎镇痛作用的比较[J].北京医科大学学报,1998,30(2):145-147, 168.
- [52] 申鸽,景大山,杨飞,等.珍珠透骨草HPLC指纹图谱及抗炎活性的谱效关系[J].中国实验方剂学杂志,2019,25(12):174-180.
- [53] 赵静.角蒿总生物碱的分离提纯及药理作用的研究[D].重庆:西南大学,2012.
- [54] 刘贺,曾常茜.透骨草提取物对人肺癌A549细胞凋亡及其PUMA/bcl-2/caspase-3蛋白表达的影响[J].中国中医药科技,2017,24(1):38-40, 48.
- [55] 杜娟,胡向阳,刘丹,等.透骨草总生物碱对乳腺癌骨转移的抑制作用及其机制[J].癌变·畸变·突变,2018,30(6):435-441.
- [56] 曾荣.凤仙透骨草抑菌活性成分、抑菌机理及对柑橘防腐保鲜效果的研究[D].南昌:南昌大学,2012.
- [57] 李伟伟,邢浩春,武晓博,等.透骨草提取物对美国白蛾的杀虫力及毒性研究[J].现代农村科技,2022(2):72.
- [58] 王丹.珍珠透骨草总黄酮提取与纯化工艺的研究[D].长春:长春中医药大学,2008.
- [59] 邢浩春,魏娜,李同庆,等.透骨草提取物对小麦叶蜂的毒杀活性初步研究[J].河北农业,2021(11):69-71.
- [60] 郗杏桃.二氧双环辛烷木脂素A作用靶点及埃及伊蚊对其抗药性机理的研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2021.
- [61] 孔维嘉,陈佳祺,张文旭,等.复方透骨草酊对睾酮的抑制及促进毛发生长作用的初步研究[J].实用皮肤病学杂志,2022,15(1):41-45.
- [62] 王东海,董子帅,陈君霞.复方透骨草方外洗与多塞平敷脐治疗湿疹的临床观察[J].皮肤病与性病,2019,41(1):92-93.
- [63] 张立新,岳丹丹,刘学贵,等.透骨草化学成分的分离鉴定及生物活性研究[J].中国药物化学杂志,2020,30(10):606-612.

(收稿日期:2022-07-26 编辑:刘颖)