

· 综述 ·

老鹳草属药用植物化学成分及药理作用研究进展[△]杨祎辰^{1,2}, 常晖², 王二欢², 马存德^{2*}, 刘峰², 王继强², 靳鹏博², 詹志来³

1. 陕西国际商贸学院, 陕西 咸阳 712046;

2. 陕西步长制药有限公司, 陕西 西安 710075;

3. 中国中医科学院 中药资源中心 道地药材国家重点实验室培育基地, 北京 100700

[摘要] 老鹳草作为临床常用药物, 具有很高的药用价值。老鹳草属药用植物的化学成分类型主要有鞣质、黄酮、有机酸及挥发油等, 还含有少量的三萜、甾醇、木脂素和有机酯等类化合物。药理活性研究表明, 老鹳草属药用植物具有抗菌、抗病毒、抗氧化和抗肿瘤等作用。对老鹳草属药用植物化学成分和药理活性研究进展进行综述, 以期老鹳草的深入研究和开发利用提供参考。

[关键词] 老鹳草属; 化学成分; 药理作用; 鞣质; 黄酮; 抗菌活性; 抗病毒活性

[中图分类号] R282.71 [文献标识码] A [文章编号] 1673-4890(2021)05-0918-10

doi:10.13313/j.issn.1673-4890.20200313003

Research Progress on Chemical Constituents and Pharmacological Effects of *Geranium* PlantsYANG Yi-chen^{1,2}, CHANG Hui², WANG Er-huan², MA Cun-de^{2*}, LIU Feng²,WANG Ji-qiang², JIN Peng-bo², ZHAN Zhi-lai³

1. Shaanxi Institute of International Trade & Commerce, Xianyang 712046, China;

2. Shaanxi Buchang Pharmaceutical Co., Ltd., Xi'an 710075, China;

3. State Key Laboratory of Dao-di Herbs Breeding Base, National Resource Center for Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China

[Abstract] As a commonly used drug in the clinic, *Erodii Herba Geranii Herba* has high medicinal value. *Geranium* plants has a variety of chemical constituents such as tannins, flavones, organic acids and volatile oils. In addition, it also contains a small amount of triterpenes, sterols, lignin and organic esters compounds. Studies on pharmacological activity show that *Geranium* plants has antibacterial, antiviral, antioxidant and antitumor effects. This article reviews the research progress of the chemical composition and pharmacological activity of *Geranium* plants, in order to provide theoretical basis for further research and rational exploitation of it.

[Keywords] *Geranium* L.; chemical compositions; pharmacological effects; tannins; flavones; antibacterial; antiviral

老鹳草为牻牛儿苗科植物牻牛儿苗 *Erodium phasianum* Willd.、老鹳草 *Geranium wilfordii* Maxim. 或野老鹳草 *G. carolinianum* L. 的干燥地上部分, 前者习称“长嘴老鹳草”, 后者习称“短嘴老鹳草”^[1]。此外, 鼠掌老鹳草 *G. sibiricum* L.、尼泊尔老鹳草 *G. nepalense* Sweet、毛蕊老鹳草 *G. eriostemon* Fisch.、中日老鹳草 *G. thunbergii* Siebold ex Lindley & Paxton、粗根老鹳草 *G. dahuricum* DC. 及纤细老鹳草 *G. robertianum* L. 亦在民间作为老鹳草用^[2-3]。牻牛

儿苗一名最早见于明代朱橚的《救荒本草》, 书中记载“牻牛儿苗又名斗牛儿苗, 生田野中”^[4]; 而老鹳草之名最早见于明代兰茂的《滇南本草》^[5]。老鹳草作为我国传统中药材, 用药历史悠久, 其味辛、苦, 性平, 归肝、肾、脾经, 具有祛风湿、通经络、止泻痢之功效。近现代研究发现, 老鹳草属药用植物中化学成分类型主要为鞣质类、黄酮类、有机酸类及挥发油类, 还含有少量的三萜、甾醇、木脂素、有机酯等类化合

[△] [基金项目] 中央本级重大增减支项目(2060302); 全国中药资源普查项目(财社〔2019〕39号)

* [通信作者] 马存德, 副主任药师, 研究方向: 中药标准化栽培与管理、中药资源及鉴定; E-mail: mcd1016@126.com

物。老鹳草属药用植物中挥发性成分已报道的有近 80 个，其结构主要通过气相色谱-质谱联用技术结合数据库予以鉴定，关于这类成分已有较为详细的相关综述^[6-9]，故本文对挥发油类成分不做重点介绍。

1 化学成分

1.1 鞣质类化合物

鞣质类化合物是一类结构复杂的酚类化合物，能与蛋白质结合生成不溶于水的沉淀。其在蓼科、蔷薇科、豆科等植物中广泛分布，具有收敛、止血、抗菌作用。老鹳草药材的全草鞣质质量分数约为 5%，叶中鞣质质量分数可达 20%^[10]。目前为止，从该属药用植物中分离得到了约 18 个鞣质类化合

物，具体信息见表 1，结构式见图 1。

1.2 黄酮类化合物

黄酮类化合物为老鹳草属药用植物中的另一类主要成分。黄酮类化合物是一类具有 2-苯基色原酮(2-phenylchromone)结构的化合物，分子中有 1 个酮式羰基，第一位上的氧原子具碱性，能与强酸成盐，其羟基衍生物多具黄色，故又称黄碱素或黄酮。黄酮类化合物在植物体中通常与糖基结合成苷类，小部分以游离态(苷元)的形式存在。绝大多数植物体内都含有黄酮类化合物，其在植物的生长、发育、开花、结果及抗菌防病等方面起着重要的作用。近年来，国内外报道已从该属植物中分离得到了约 24 个黄酮类化合物，以山柰酚和槲皮素最为常见，具体信息见表 2，结构式见图 2。

表 1 老鹳草属药用植物中的鞣质类化合物

编号	化合物名称	分子式	CAS 号	来源植物
1	老鹳草素/老鹳草鞣质(geraniin)	C ₄₁ H ₂₈ O ₂₇	60976-49-0	野老鹳草 ^[11] 、牻牛儿苗 ^[12] 、中日老鹳草 ^[13] 、鼠掌老鹳草 ^[14]
2	鞣花酸/并没食子酸(ellagic acid)	C ₁₄ H ₆ O ₈	476-66-4	野老鹳草 ^[11] 、牻牛儿苗 ^[12] 、鼠掌老鹳草 ^[14]
3	鞣(料)云实精/柯里拉京(corilagin)	C ₂₇ H ₂₂ O ₁₈	23094-69-1	野老鹳草 ^[11] 、老鹳草 ^[15] 、牻牛儿苗 ^[12]
4	短叶苏木酚酸甲酯(methyl brevifolin carboxylate)	C ₁₄ H ₁₀ O ₈	154702-76-8	野老鹳草 ^[16]
5	没食子酸乙酯(ethyl gallate)	C ₉ H ₁₀ O ₅	831-61-8	野老鹳草 ^[17]
6	1, 2, 3, 6-四没食子酰葡萄糖(1, 2, 3, 6-tetragalloylglucose)	C ₃₄ H ₂₈ O ₂₂	79886-50-3	老鹳草 ^[15,18]
7	1, 2, 3, 4, 6-O-五没食子酰葡萄糖(1, 2, 3, 4, 6-O-pentagalloylglucose)	C ₄₁ H ₃₂ O ₂₆	14937-32-7	老鹳草 ^[19]
8	诃子林鞣酸(chebulinic acid)	C ₄₁ H ₃₂ O ₂₇	18942-26-2	老鹳草 ^[19]
9	诃子鞣酸(chebulagic acid)	C ₄₁ H ₃₀ O ₂₇	23094-71-5	老鹳草 ^[19]
10	短叶苏木酚(brevifolin, VAN)	C ₁₀ H ₁₂ O ₄	90-24-4	鼠掌老鹳草 ^[14]
11	短叶苏木酚酸(brevifolincarboxylic acid)	C ₁₃ H ₈ O ₈	18490-95-4	牻牛儿苗 ^[13,20]
12	(+)-儿茶素[(+)-catechin]	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	154-23-4	中日老鹳草 ^[21-22] 紫地榆(直柄老鹳草) <i>G. strictipes</i> R. Knuth ^[23]
13	1-没食子酰基-β-葡萄糖(1-galloyl-β-glucose)	C ₁₃ H ₁₆ O ₁₀	13405-60-2	中日老鹳草 ^[21-22]
14	1, 6-二没食子酰吡喃葡萄糖(1, 6-digalloyl glucopyranose)	C ₂₀ H ₂₀ O ₁₄	23363-08-8	中日老鹳草 ^[21-22]
15	没食子酸甲酯(methyl gallate)	C ₈ H ₈ O ₅	99-24-1	紫地榆(直柄老鹳草) ^[23]
16	2, 4, 6-三羟基苯甲酸乙酯(ethyl 2, 4, 6-trihydroxybenzoate)	C ₉ H ₁₀ O ₅	90536-74-6	宽托叶老鹳草 <i>G. wallichianum</i> D. Don ex Sweet ^[24]
17	单宁酸(gallotannin)	C ₇₆ H ₅₂ O ₄₆	5424-20-4	血红花老鹳草 <i>G. sanguinum</i> L. ^[25]
18	短叶苏木酚酸乙酯(methyl brevifolincarboxylate)	C ₁₄ H ₁₀ O ₈	154702-76-8	老鹳草 ^[26] 、鼠掌老鹳草 ^[14]

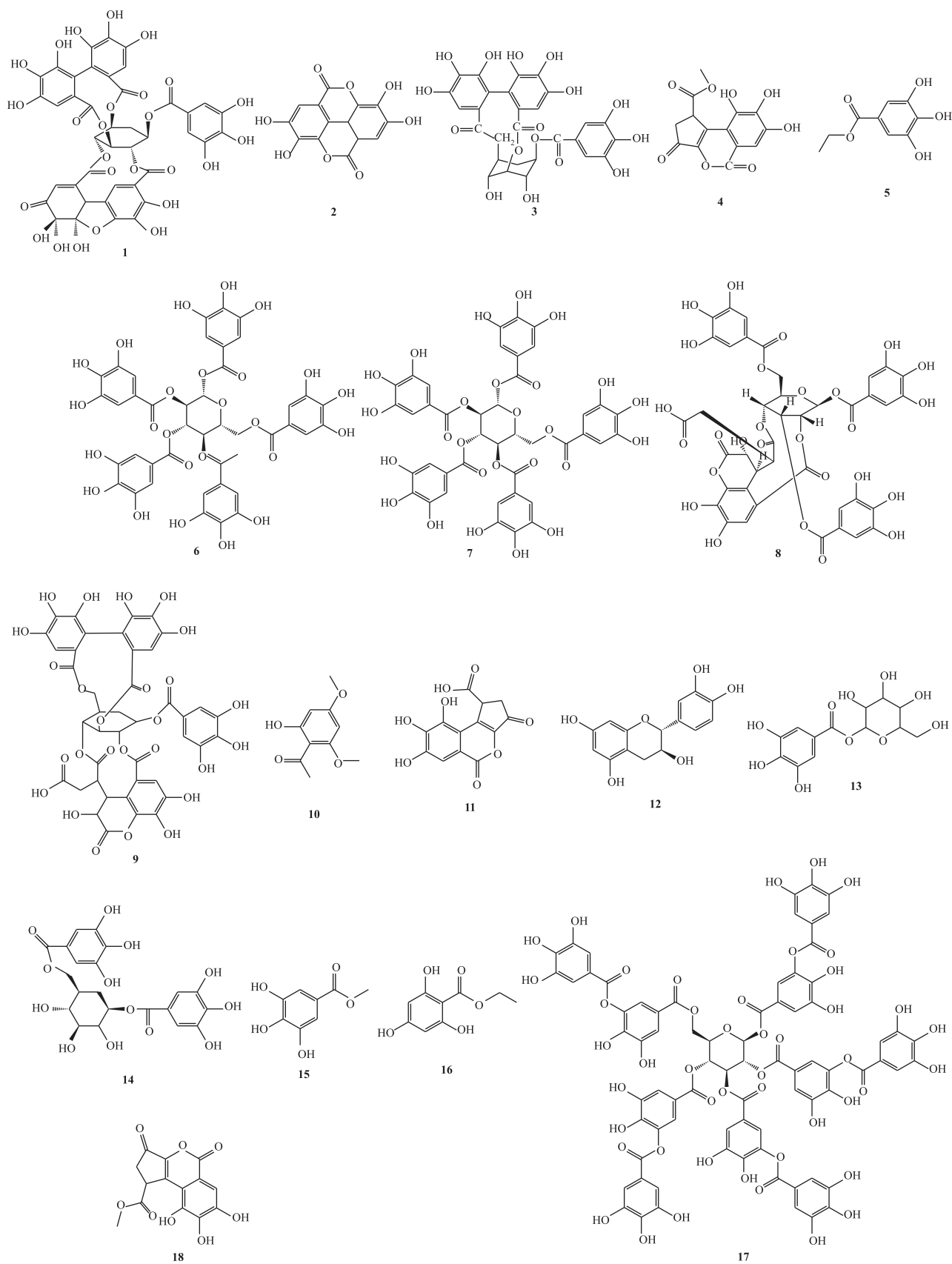


图 1 老鹳草属药用植物中甾质类化合物结构

表 2 老鹳草属药用植物中的黄酮类化合物

编号	化合物名称	分子式	CAS 号	来源植物
19	山柰酚 (kaempferol)	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	520-18-3	老鹳草 ^[27] 、牻牛儿苗 ^[28] 、鼠掌老鹳草 ^[14]
20	槲皮素 (quercetin)	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	117-39-5	老鹳草 ^[29] 、牻牛儿苗 ^[28] 、鼠掌老鹳草 ^[14]
21	异槲皮苷 (isoquercitrin)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	21637-25-2	野老鹳草 ^[11]
22	杨梅素 (myricetin)	C ₁₅ H ₁₀ O ₈	529-44-2	野老鹳草 ^[30]
23	芹菜素 (apigenin)	C ₁₅ H ₁₀ O ₅	520-36-5	毛蕊老鹳草 ^[31]
24	胡桃苷 (juglanin)	C ₂₀ H ₁₈ O ₁₀	5041-67-8	毛蕊老鹳草 ^[31]
25	青蟹肌醇 (scyllitol)	C ₆ H ₁₂ O ₆	488-59-5	毛蕊老鹳草 ^[31]
26	阿福豆苷 (kaempferol-3-O-α-L-rhamnopyranoside)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	482-39-3	中日老鹳草 ^[32] 、汉荭鱼腥草 (纤细老鹳草) ^[33]
27	堪非醇 3-O-阿拉伯糖苷 (juglalin)	C ₂₀ H ₁₈ O ₁₀	99882-10-7	毛蕊老鹳草 ^[31]
28	三叶豆苷 (trifolin)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	23627-87-4	矮老鹳草 <i>G. pusillum</i> Linnaeus ^[34]
29	扁蓄苷 (avicularin)	C ₂₀ H ₁₈ O ₁₁	572-30-5	矮老鹳草 ^[34]
30	杨梅苷 (myricitrin)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	17912-87-7	粗根老鹳草 ^[35]
31	杨梅素-3-O-半乳糖苷 (myricetin 3-O-galactoside)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₃	15648-86-9	粗根老鹳草 ^[35]
32	槲皮素-7-O-β-D-葡萄糖苷 (quercetin 7-O-β-D-glucoside)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	491-50-9	汉荭鱼腥草 (纤细老鹳草) ^[33]
33	绣线菊苷 (spiraeoside)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	20229-56-5	汉荭鱼腥草 (纤细老鹳草) ^[33]
34	芦丁 (rutin)	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	153-18-4	汉荭鱼腥草 (纤细老鹳草) ^[33]
35	胡萝卜苷/西托糖苷 (daucosterol)	C ₃₅ H ₆₀ O ₆	474-58-8	老鹳草 ^[27]
36	山柰酚-7-O-α-L-鼠李糖苷 (Kaempferol-7-O-α-L-rhamnoside)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	20196-89-8	老鹳草 ^[27] 、鼠掌老鹳草 ^[14]
37	山柰酚-7-O-α-L-呋喃阿拉伯糖苷 (kaempferol-7-O-α-L-arabinofuranoside)	C ₂₁ H ₂₀ O ₈		野老鹳草 ^[30]
38	槲皮素 3-O-(6"-没食子酰基)-β-D-半乳糖苷 [quercetin 3-O-(6"-galloyl)-β-D-galactopyranoside]	C ₂₈ H ₂₄ O ₁₆	53171-28-1	野老鹳草 ^[30]
39	牡荆素/5, 7, 4'-三羟基黄酮-8-β-D-葡萄糖苷 (vitexin)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	3681-93-4	野老鹳草 ^[30]
40	金丝桃苷 (hyperoside)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	482-36-0	野老鹳草 ^[30] 、汉荭鱼腥草 (纤细老鹳草) ^[33]
41	陆地棉苷 (quercetin-3-O-β-D-glucopyranoside)	C ₁₉ H ₂₀ O ₁₂		野老鹳草 ^[30,36]
42	紫云英苷 (astragalin)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	480-10-4	牻牛儿苗 ^[20]

1.3 有机酸

有机酸是指一些具有酸性的有机化合物，最常见的有机酸是羧酸。老鹳草中的有机酸类成分与其鞣质密切相关，老鹳草素的水解产物有没食子酸和鞣花酸 2 种有机酸类物质。Li 等^[19]从老鹳草中分离得到有机酸类化合物 43，并证实其对人肿瘤细胞系表现出中等的细胞毒活性。赵锐等^[29]从老鹳草中首次分离得到化合物 46 和 47。目前为止，已报道从老鹳草属植物中分离得到了约 11 个有机酸类化合物，具体信息见表 3、结构式见图 3。

1.4 其他成分

此外，国内外学者还从老鹳草属植物中分离得到了一些其他成分，主要有三萜类、甾醇类、木脂素类及有机酯。三萜类化合物是由数个异戊二烯去掉羟基后首尾相连构成，大部分为 30 个碳原子，少部分含 27 个碳原子。植物甾醇又称植物固醇，甾醇类化合物在植物中分布广泛，是植物细胞的重要组成部分。木脂素是一类复杂的有机聚合物，由苯丙素双分子聚合而成。老鹳草属植物中其他成分信息见表 4、结构式见图 4。

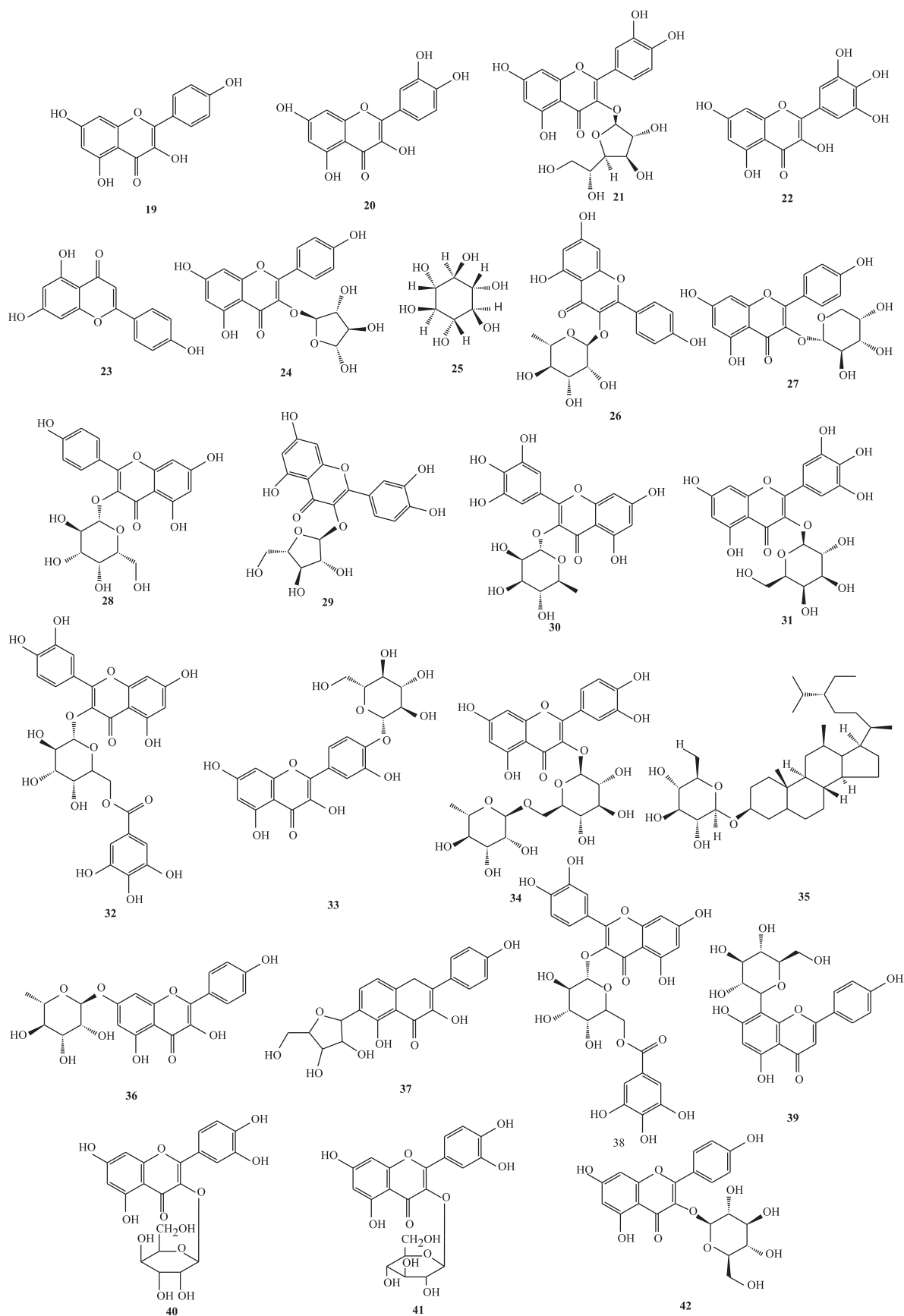


图 2 老鹳草属药用植物中黄酮类化合物结构

表 3 老鹳草属药用植物中的有机酸类化合物

编号	化合物名称	分子式	CAS 号	来源植物
43	没食子酸(gallic acid)	$C_7H_6O_5$	205-749-9	老鹳草 ^[19] 、牻牛儿苗 ^[20] 、鼠掌老鹳草 ^[14]
44	水杨酸(salicylic acid)	$C_7H_6O_3$	69-72-7	老鹳草 ^[26]
45	丁二酸(succinic acid)	$C_4H_6O_4$	110-15-6	老鹳草 ^[27]
46	原儿茶酸(protocatechuic acid)	$C_7H_6O_4$	99-50-3	老鹳草 ^[29] 、鼠掌老鹳草 ^[14]
47	对羟基苯甲酸(4-hydroxybenzoic acid)	$C_7H_6O_3$	99-96-7	老鹳草 ^[29]
48	咖啡酸(cafeic acid)	$C_9H_8O_4$	331-39-5	矮老鹳草 ^[37]
49	莽草酸(shikimic acid)	$C_7H_{10}O_5$	138-59-0	毛蕊老鹳草 ^[38]
50	丁香酸(syringic acid)	$C_9H_{10}O_5$	530-57-4	毛蕊老鹳草 ^[31]
51	3, 5-二-O-没食子酰莽草酸(3, 5-di-O-galloylshikimic acid)	$C_{21}H_{18}O_{13}$	95753-52-9	牻牛儿苗 ^[28]
52	熊果酸(ursolic acid)	$C_{30}H_{48}O_3$	77-52-1	宽托叶老鹳草 ^[24]
53	齐墩果酸(oleanic acid)	$C_{30}H_{48}O_3$	508-02-1	毛蕊老鹳草 ^[31]

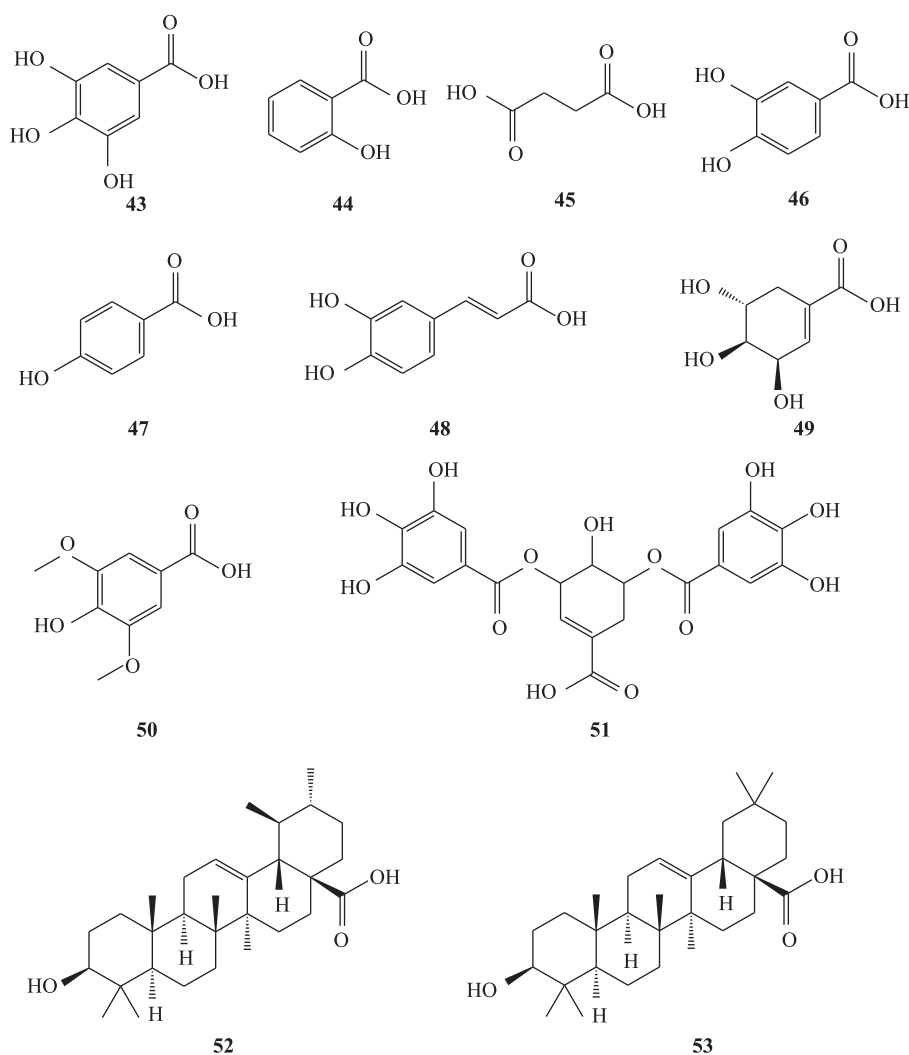


图 3 老鹳草属药用植物中有机酸类化合物结构

表 4 老鹳草属药用植物中的其他化合物

编号	化合物名称	分子式	CAS 号	来源植物
54	β -谷甾醇(β -sitosterol)	$C_{29}H_{50}O$	83-46-5	老鹳草 ^[27] 、牻牛儿苗 ^[20] 、中日老鹳草 ^[39]
55	(-)-莽草酸-3, 4- <i>O</i> -二没食子酸酯 [(-)-shikimic acid 3, 4- <i>O</i> -digallate]	$C_{21}H_{18}O_{13}$	95753-51-8	牻牛儿苗 ^[28]
56	(-)-莽草酸-3- <i>O</i> -没食子酸酯 [(-)-shikimic acid-3- <i>O</i> -gallate]	$C_{14}H_{14}O_9$	95719-51-0	牻牛儿苗 ^[28]
57	4-羟基辛夷脂素(4-hydroxykobusin)	$C_{21}H_{22}O_7$		中日老鹳草 ^[40-41]
58	辛夷脂素 [(+)-kobusin]	$C_{21}H_{22}O_6$	31008-19-2	中日老鹳草 ^[22,39]
59	7, 7'-二羟基裂榄脂素(7, 7'-dihydroxy bursehemin)	$C_{21}H_{21}O_8$		中日老鹳草 ^[22,39]
60	β -谷甾醇半乳糖苷(β -sitosterol galactoside)	$C_{31}H_{51}O_8$		宽托叶老鹳草 ^[24]
61	植物甾醇(stigmasterol)	$C_{29}H_{48}O$	83-48-7	宽托叶老鹳草 ^[24]
62	7-甲氧基香豆素(herniarin)	$C_{10}H_8O_3$	531-59-9	宽托叶老鹳草 ^[24]
63	桉脂素 [(7 <i>S</i> , 7' <i>S</i> , 8 <i>R</i> , 8' <i>R</i>)-eudesmin]	$C_{22}H_{26}O_6$	526-06-7	毛蕊老鹳草 ^[31]
64	木兰脂素(magnolin)	$C_{23}H_{28}O_7$	31008-18-1	毛蕊老鹳草 ^[31]
65	野老鹳草苷 A(caroliniaside A)	$C_{27}H_{50}O_{12}$		野老鹳草 ^[42]
66	野老鹳草苷 B(caroliniaside B)	$C_{28}H_{52}O_{12}$		野老鹳草 ^[42]
67	野老鹳草苷 C(caroliniaside C)	$C_{28}H_{52}O_{12}$		野老鹳草 ^[42]

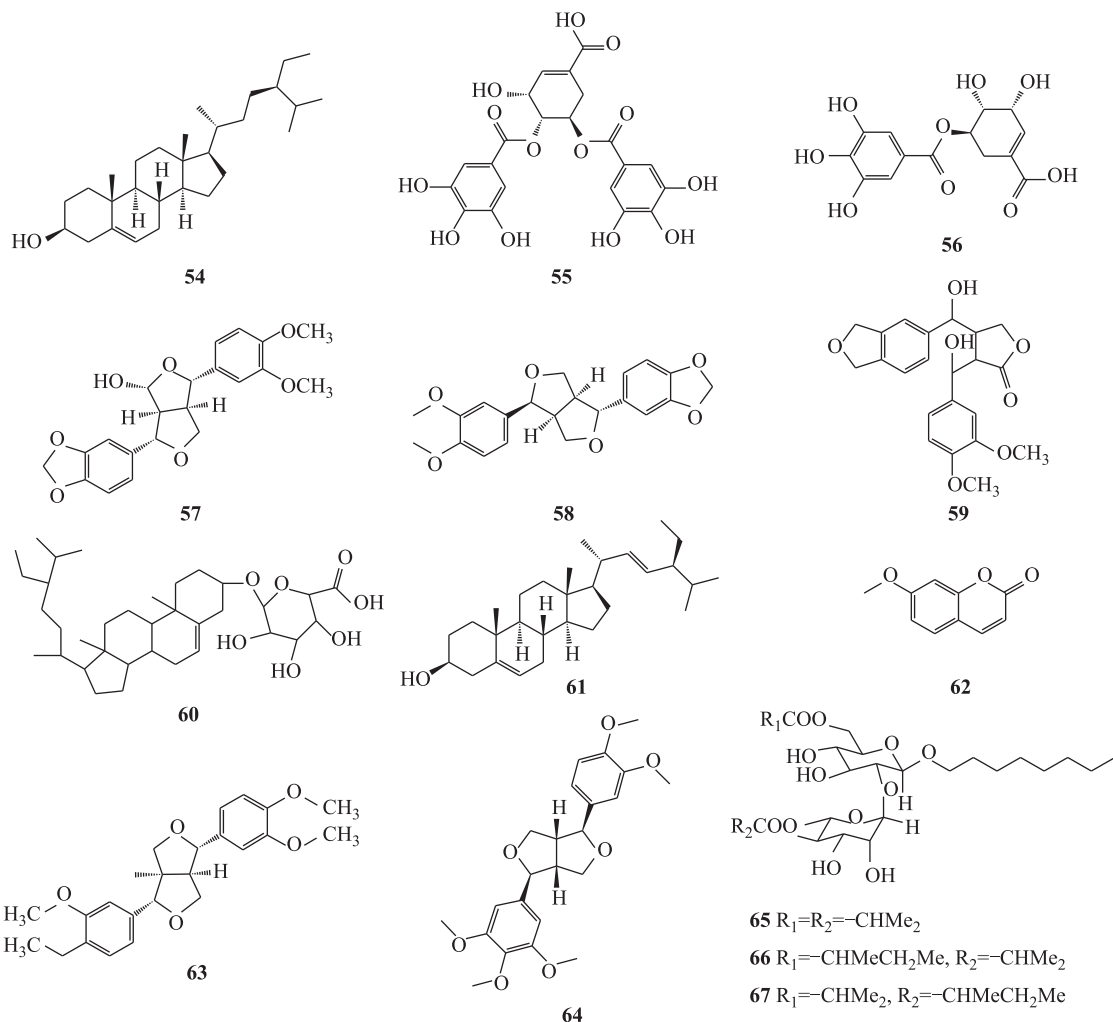


图 4 老鹳草属药用植物中其他化合物结构

2 药理活性

2.1 抗菌、抗病毒作用

老鹳草属植物含有丰富的鞣质,其药理活性和鞣质的存在紧密相关。任茜等^[43]对采自秦岭的9种老鹳草属药用植物进行抗菌实验,以常用的清热解毒中药黄连和金银花做对照。实验结果表明,老鹳草属药用植物对8种化脓性细菌及肠道病原菌均有不同程度的抑(杀)菌作用。周维书等^[44]研究结果表明,牻牛儿苗等4种老鹳草属药用植物对金黄色葡萄球菌和绿脓假单胞菌等均有较好的抑制作用。李继扬^[30]研究结果表明,野老鹳草总黄酮在体外能抑制乙肝病毒,并显示量效关系;同时体内实验结果显示,野老鹳草总黄酮提取物对感染乙型肝炎病毒的鸭血清中病毒DNA有明显的抑制作用。程小伟^[22]从老鹳草中首次分离得到化合物**5**和**18**,通过抑菌活性测试,证实其对金黄色葡萄球菌、乳链球菌及绿脓杆菌和大肠杆菌有一定的抑制作用。杨国红等^[23]从紫地榆中首次分离得到化合物**12**和**15**,并采用人免疫缺陷病毒-1(HIV-1)感染的H9细胞进行抗HIV-1的活性评价,发现化合物**15**具有抗HIV-1活性。雷海民等^[28]首次从牻牛儿苗中分离得到化合物**55**和**56**,并且经Nonaka等^[39]证实其具有较强的抗HIV活性。

2.2 抗炎、镇痛作用

我国古代医家认为老鹳草主治筋骨酸痛,而现代药理活性研究表明,其具有抗炎镇痛的作用。胡迎庆等^[45]采用热板法、醋酸扭体法、二甲苯致小鼠耳肿胀实验研究老鹳草不同极性溶剂萃取物的抗炎活性。结果表明,老鹳草提取物乙酸乙酯部分可明显延长小鼠第一次舔足时间且具有抑制扭体的作用;乙酸乙酯部分和水部分可明显抑制由二甲苯所致的小鼠耳肿胀。冯平安等^[46]选用多种炎症模型观察老鹳草的抗炎作用,结果表明,老鹳草对小鼠耳肿胀、棉球肉芽组织增生、腹腔毛细血管通透性增高及大鼠佐剂型关节炎均有明显抑制作用。

2.3 抗脂质过氧化及肝损伤作用

杜晓鸣等^[47]研究表明,老鹳草中的主要化学成分老鹳草素具有抑制肝脏线粒体和微粒体的脂质过氧化作用,与其结构中的六羟基二苯酰基(HHDP)及脱氢六羟基二苯酰基(DHHDP)有关。李家妮

等^[48]研究结果表明,老鹳草素对D-氨基半乳糖(D-GalN)诱导的急性肝损伤小鼠具有显著的保护作用,其保肝作用机制可能与抑制氧化应激、炎症反应及Toll样受体4(TLR-4)/核转录因子- κ B(NF- κ B)信号通路有关。

2.4 抗腹泻作用

传统中医认为,老鹳草具有止泻功效。王丽敏等^[49]研究结果表明,老鹳草总鞣质(HGT)有较好的治疗腹泻作用,可减少番泻叶或蓖麻油所引起的小鼠腹泻的次数;并可显著抑制正常及推进功能亢进小鼠的墨水胃肠推进率。

3 结语与展望

目前,对老鹳草中鞣质类和黄酮类成分的报道较多,而有机酸、挥发油和甾体、三萜类成分报道较少。现代研究证明,老鹳草具有抗菌、抗病毒、抗炎、镇痛、抗脂质过氧化、抗腹泻及修复肝损伤等作用。老鹳草化学成分的研究已取得了一定成果,但对其各类主要成分相应的药理活性研究还不够深入,对其有效成分作用机制的研究更少。

此外,老鹳草属于多基原、广分布型中药,《中华人民共和国药典》(以下简称《中国药典》)2015年版收录的老鹳草有3种基原,主要依赖野生资源,尚无大规模的人工抚育及规模化生产。在不同地区,市场流通的老鹳草药材基原略有差异,各地区亦无老鹳草药材规格等级相关标准。近年来,已有多位学者对老鹳草同属药用植物的质量标准做了系统的研究。鼠掌老鹳草在我国东北地区资源丰富,并在药材市场上流通。何静^[50]从生药鉴定、化学成分、药效学、质量研究等方面对鼠掌老鹳草进行了系统的生药学研究,首次对《中国药典》2005年版收录的老鹳草和民间习用的鼠掌老鹳草的抗腹泻药理作用进行了比较。草原老鹳草是传统常用藏药材,谢松^[51]对草原老鹳草*G. pratense* L.进行了生药学鉴定、含量测定,优化了总鞣质的提取工艺,并拟定了草原老鹳草质量标准。中华老鹳草的根及根茎为云南地区治痢疾的习用药,刘静等^[52]采用薄层色谱法(TLC)对其根及根茎的鞣酸进行定性鉴别;采用比色法测定中华老鹳草根茎及根鞣酸的含量,建立中华老鹳草(根茎及根)鞣酸的质量标准。

因此,应对老鹳草主要活性成分的作用机制进行深入研究,并建立完善可靠的质量控制标准,为

老鹳草的资源开发和临床应用提供依据。同时,应对资源丰富的同属药用植物进行研究,可为进一步开发新的老鹳草属药用植物资源提供参考。

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,2015:122.
- [2] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草[M]. 上海:上海科学技术出版社,1999:722-727.
- [3] 江苏新医学院. 中药大辞典:上册[M]. 上海:上海人民出版社,1977:845-846.
- [4] 朱楠. 救荒本草[M]. 北京:中华书局,1959:34-35.
- [5] 兰茂. 滇南本草:第1卷[M]. 昆明:云南人民出版社,1975:120-125.
- [6] MACHADO A S R, DE AZEVEDO E G, SARDINHA R M A, et al. High pressure CO₂ extraction from *Geranium* plants[J]. J Essent Oil Res, 1993, 5(2):185-189.
- [7] 尹海波, 陈永新, 韩荣春. 牻牛儿苗挥发性成分 GC-MS 分析[J]. 辽宁中医杂志, 2009, 36(11):1963-1964.
- [8] HAMMAMI I, TRIKI M A, REBAI A. Chemical compositions, antibacterial and antioxidant activities of essential oil and various extracts of *Geranium sanguineum* L. flowers[J]. Arch Appl Sci Res, 2011, 3(3):135-144.
- [9] 李琳波, 杨金玲, 肖月星, 等. 青岛老鹳草挥发油成分研究[J]. 中药材, 1998, 21(12):616-618.
- [10] 《全国中草药汇编》编写组. 全国中草药汇编:上册[M]. 北京:人民卫生出版社, 1975.
- [11] LI J Y, HUANG H, ZHOU W, et al. Anti-hepatitis B virus activities of *Geranium carolinianum* L. extracts and identification of the active components[J]. Biol Pharm Bull, 2008, 31(4):743-747.
- [12] 孙若飞. 老鹳草分散片的制备及其质量标准研究[D]. 南昌:江西科技师范大学, 2016.
- [13] SAIJO R, NONAKA G, NISHIOKA I. Tannins and related compounds. LXXXIV. Isolation and characterization of five new hydrolyzable tannins from the bark of *Mallotus japonicus*[J]. Chem Pharm Bull, 1989, 37(8):2063-2070.
- [14] 郭佳生, 王素贤, 李铤, 等. 鼠掌老鹳草抗菌活性成分的研究[J]. 药学报, 1987, 22(1):28-32.
- [15] ZHANG X Q, GU H M, LI X Z, et al. Anti-*Helicobacter pylori* compounds from the ethanol extracts of *Geranium wilfordii*[J]. J Ethnopharmacol, 2013, 147(1):204-207.
- [16] WU Q Y, ZHOU Y, JIN X, et al. Chromatographic fingerprint and the simultaneous determination of five bioactive components of *Geranium carolinianum* L. water extract by high performance liquid chromatography[J]. Int J Mol Sci, 2011, 12(12):8740-8749.
- [17] OOSHIRO A, HIRADATE S, KAWANO S, et al. Identification and activity of ethyl gallate as an antimicrobial compound produced by *Geranium carolinianum*[J]. Weed Biol Manag, 2009, 9(2):169-172.
- [18] DUAN D L, LI Z Q, LUO H P, et al. Antiviral compounds from traditional Chinese medicines Galla Chinese as inhibitors of HCV NS3 protease[J]. Bioorg Med Chem Lett, 2004, 14(24):6041-6044.
- [19] LI P, ZHAO L S, DU Y Y, et al. Hydrolysable tannins and related compound having cytotoxic activity of *Geranium wilfordii* Maxim[J]. Adv J Food Sci Technol, 2013, 5(3):255-257.
- [20] 陈玉武, 李克明, 李药兰, 等. 牻牛儿苗化学成分研究[J]. 中草药, 2007, 38(8):1148-1150.
- [21] ISHIMARU K, SHIMOMURA K. Tannin production in hairy root culture of *Geranium thunbergii* [J]. Phytochemistry, 1991, 30(3):825-828.
- [22] 程小伟. 老鹳草化学成分及其生物活性研究[D]. 西安:陕西科技大学, 2014.
- [23] 杨国红, 陈道峰. 紫地榆的化学成分及其抗艾滋病病毒活性[J]. 中草药, 2007, 38(3):352-354.
- [24] ISMAIL M, IBRAR M, IQBAL Z, et al. Chemical constituents and antioxidant activity of *Geranium wallichianum*[J]. Rec Nat Prod, 2009, 3(4):193-197.
- [25] MAVLIYANOV S M, ISLAMBEKOV S Y, KAMAEV F G, et al. Phenolic compounds of *Geranium sanguineum* [J]. Chem Nat Compd, 1994, 30(1):33-36.
- [26] 程小伟, 马养民, 康永祥, 等. 老鹳草化学成分研究[J]. 中药新药与临床药理, 2013, 24(4):390-392.
- [27] 杨秀芳, 程小伟, 马养民, 等. 老鹳草化学成分研究(II)[J]. 陕西科技大学学报(自然科学版), 2015, 33(1):95-98.
- [28] 雷海民, 毕葳, 李强, 等. 牻牛儿苗化学成分研究[J]. 西北药学杂志, 2008, 23(1):18-19.
- [29] 赵锐, 郭安军, 李新路, 等. 老鹳草的化学成分研究[J]. 中国现代中药, 2018, 20(3):262-264.
- [30] 李继扬. 野老鹳草(*Geranium carolinianum* L.) 抗乙肝病毒作用及化学组分研究[D]. 上海:复旦大学, 2008.
- [31] CHANG S W, KIM K H, LEE I K, et al. Phytochemical constituents of *Geranium eriostemon* [J]. Nat Prod Sci, 2009, 15(3):151-155.
- [32] LIU Q H, WOO E R. Inhibitory activity of IL-6 production by flavonoids and phenolic compounds from *Geranium thunbergii*[J]. Nat Prod Sci, 2008, 14(1):16-20.
- [33] KARTNIG T, BUCAR S J. Flavonoids from the aerial parts of *Geranium robertianum* [J]. Planta Med, 1991, 57(3):292-293.

- [34] KOBAKHIDZE K B, ALANIYA M D. Flavonoids from *Geranium robertianum* [J]. Chem Nat Compd, 2004, 40 (1):89-90.
- [35] 雷海民,魏露雪,林文翰. 粗根老鹳草化学成分的研究[J]. 药学报,2000,35(1):67-69.
- [36] ISOBE T, KANAZAWA K, FUJIMURA M, et al. Flavonoids of *Polygonum sieboldi* and *P. filiforme* [J]. Chemischer Informationsdienst, 1982, 13(5):3289.
- [37] KOBAKHIDZE K B, ALANIYA M D. Phenolic acids of *Geranium pusillum* [J]. Chem Nat Compd, 2001, 37(6):571-572.
- [38] 杜树山,徐艳春,魏璐雪. 毛蕊老鹳草水溶性化学成分研究[J]. 中草药,2003,34(6):501-502.
- [39] NONAKA G I, NISHIOKA I, NISHIZAWA M, et al. Anti-aids agents, 2: Inhibitory effect of tannins on HIV reverse transcriptase and HIV replication in H9 lymphocyte cells [J]. J Nat Prod, 1990, 53(3):587-595.
- [40] LIU Q H, JEONG J E, CHOI E J, et al. A new furofuran lignan from *Geranium thunbergii* Sieb. et Zucc [J]. Arch Pharm Res, 2006, 29(12):1109-1113.
- [41] POKHAREL Y R, LIU Q H, OH J W, et al. 4-Hydroxykobusin inhibits the induction of nitric oxide synthase by inhibiting NF-kappaB and AP-1 activation [J]. Biol Pharm Bull, 2007, 30(6):1097-1101.
- [42] ASAI T, SAKAI T, OHYAMA K, et al. *n*-Octyl α -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- β -D-glucopyranoside derivatives from the glandular trichome exudate of *Geranium carolinianum* [J]. Chem Pharm Bull, 2011, 59(6):747-752.
- [43] 任茜,陈国联,李万波. 秦岭九种老鹳草抗菌作用的实验研究[J]. 陕西中医, 2012, 33(8):1075-1076.
- [44] 周维书,朱甘培,王彦云,等. 四种老鹳草鞣质的含量及抗菌作用的比较[J]. 中国药理学杂志, 1985, 20(4):243.
- [45] 胡迎庆,刘岱琳,周运筹,等. 老鹳草的抗炎、镇痛活性研究[J]. 西北药学杂志, 2003, 18(3):113-115.
- [46] 冯平安,贾德云,刘超,等. 老鹳草抗炎作用的研究[J]. 安徽中医临床杂志, 2003, 15(6):511-512.
- [47] 杜晓鸣,郭永洵. 老鹳草素(geraniin)及其抗氧化作用[J]. 国外医药(植物药分册), 1990, 5(2):57-62.
- [48] 李家妮,李梓萌,高雅,等. 老鹳草素对D-氨基半乳糖诱导的肝损伤小鼠的保护作用及机制[J]. 中国实验方剂学杂志, 2019, 25(15):116-121.
- [49] 王丽敏,卢春风,路雅真,等. 老鹳草鞣质类化合物的抗腹泻作用研究[J]. 黑龙江医药科学, 2003, 26(5):28-29.
- [50] 何静. 鼠掌老鹳草的生药学研究[D]. 沈阳:辽宁中医药大学, 2007.
- [51] 谢松. 草原老鹳草质量标准与有效成分提取工艺研究[D]. 成都:西南交通大学, 2014.
- [52] 刘静,宋光志,谢道刚. 中华老鹳草(根茎及根)鞣酸的质量标准[J]. 职业卫生与病伤, 2004, 19(1):6-8.

(收稿日期: 2020-03-13 编辑: 田苗)