DOI:10.13193/j.issn.1673-7717.2025.03.025

有柄石韦化学成分与生物活性的研究进展

邓嘉惠[1,2,3],王慧莹[1],王鑫[1],孟玉[1,2,3],郭婷婷[1],贺佳琦[1],褚俊豪[1],樊淑贤[1],舒朋华[1,2],张彭湃[2,3]
(1. 许昌学院食品与药学院,河南 许昌 461000;2. 河南大学生命科学学院,河南 开封 475004;
3. 河南省应用微生物工程研究中心,河南 开封 475004)

摘要:有柄石韦(*Pyrrosia petiolosa*)是水龙骨科石韦属植物,也是一种常用的中药材,被广泛用于治疗肾盂肾炎、慢性支气管炎、尿路结石等病症。通过检索中国知网、PubMed、Web of Science 等数据库,查找国内外已经发表的有柄石韦相关文献,对有柄石韦近四十年的化学成分和生物活性研究进行系统地梳理、归纳,发现目前已从有柄石韦中分离出超过 100 种化合物,包括黄酮类、三萜类、木脂素类、酚类和其他类等。有柄石韦提取物具有显著的生物活性,包括抗氧化、抗菌、抗炎、利尿、促进伤口愈合、抗肾结石、抗糖尿病等。可为有柄石韦药用资源后续深入系统地研究和临床开发提供科学依据和理论参考。

关键词:有柄石韦;化学成分;生物活性;研究进展
中图分类号:R285.1 **文献标志码**:A **文章编号**:1673-7717(2025)03-0136-07

Research Progress on Chemical Constituents and Bioactivities of Youbing Shiwei(*Pyrrosia petiolosa*)

DENG Jiahui[1,2,3], WANG Huiying[1], WANG Xin[1], MENG Yu[1,2,3], GUO Tingting[1], HE Jiaqi[1],
CHU Junhao[1], FAN Shuxian[1], SHU Penghua[1,2], ZHANG Pengpai[2,3]
(1. Food and Pharmacy College, Xuchang University, Xuchang 461000, Henan, China;
2. School of Life Sciences, Henan University, Kaifeng 475004, Henan, China;
3. Engineering Research Center for Applied Microbiology of Henan Province, Kaifeng 475004, Henan, China)

Abstract: Youbing Shiwei(*Pyrrosia petiolosa*), a medicinal plant belonging to the *Pyrrosia* genus in the family Polypodiaceae, is commonly used as a traditional Chinese medicine to treat pyelonephritis, chronic bronchitis and urinary calculi. In this paper, CNKI, PubMed, Web of Science and other databases were searched for domestic and foreign published literatures related to Youbing Shiwei(*Pyrrosia petiolosa*), and the chemical components and bioactivity studies of Youbing Shiwei(*Pyrrosia petiolosa*) in the past forty years were systematically combed and summarized. It is found that more than 100 compounds have been isolated from Youbing Shiwei(*Pyrrosia petiolosa*), including flavonoids, triterpenoids, lignins, phenols and others. The extract of Youbing Shiwei(*Pyrrosia petiolosa*) has significant bioactivities, such as anti-oxidation, anti-bacterial, anti-inflammatory, diuretic, promote wound healing, anti-kidney stones and anti-diabetes effects. This paper can provide theoretical reference and scientific basis for further systematic research and clinical development of Youbing Shiwei(*Pyrrosia petiolosa*) medicinal resources.

Keywords: Youbing Shiwei(*Pyrrosia petiolosa*); chemical constituents; bioactivity; research progress

有柄石韦(*Pyrrosia petiolosa*)是水龙骨科石韦属植物,主要分布于中国东北、华北、西北、西南和长江中下游各省区,以及朝鲜和俄罗斯等地[1]。有柄石韦为中药石韦的基源植物之一,其味甘、苦,性微寒,具有清肺止咳、利尿通淋、凉血止血等功效,临床上主要用于治疗热喘咳、小便不通、热淋、血淋、石淋、尿血等病症[2]。为进一步开发利用有柄石韦的价值,笔者以“有柄石韦”“化学成分”“药理作用”“*Pyrrosia petiolosa*”“chemical constituents”“pharmacological activity”“bioactivity”等为关键词,在中国知网、万方、维普、PubMed、SciFinder、Web of Science 等数据库中组合查询 1982 年 1 月—2023 年 11 月发表的相关文献,据此对有柄石韦化学成分及生物活性的研究进行归纳、总结,为该药用植物的后续深入研究及综合开发利用提供参考。

1 化学成分

研究学者综合应用硅胶柱色谱、葡聚糖凝胶色谱、高效液

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金项目(21702178);国家级大学生创新创业训练项目(202310480020);河南省科技厅科技攻关项目(212102311031);河南省高等学校青年骨干教师培养计划项目(2021GGJS144);河南省高等学校重点科研项目(22A350009,23A350012);河南省大学生创新创业训练项目(202310480023);许昌学院科研创新团队择优资助项目(2023ZYTD03)

作者简介:舒朋华(1989-),男,湖南怀化人,副教授,硕士研究生导师,博士,研究方向:药物化学。
通讯作者:张彭湃(1978-),男,副教授,博士,研究方向:中药药效物质基础。E-mail: bio_apai@163.com。

相色谱等分离手段,以及红外光谱、紫外光谱、核磁共振波谱等结构解析技术手段,从有柄石韦中发现了一系列天然产物,主要为黄酮类、三萜类、木脂素类、酚类和其他类。

1.1 黄酮类 有柄石韦中黄酮类化合物种类丰富,迄今为止研究学者已经从有柄石韦中分离鉴定出了 51 个黄酮类化合物(表 1,图 1),主要为黄酮醇(1 ~ 25)、二氢黄酮(26 ~ 34)、黄酮(35 ~ 39)、黄烷醇(40 ~ 45)以及双苯吡酮(46 ~ 47)等骨架类型。除此以外,还有色原酮(48 ~ 49)、异黄酮(50)和双黄酮(51)。其中,大多数黄酮以与糖结合为单/双黄酮苷的形式存在,所连糖基的类型较为丰富,包括葡萄糖、鼠李糖、阿拉伯糖、木糖、芹糖等。研究表明,有柄石韦中的黄酮类化合物对金黄色葡萄球菌、藤黄微球菌、大肠埃希菌、费氏志贺菌等多种病原菌均有抑制效果[2]。含有大量芒果苷和异芒果苷的石韦黄酮组分还具有潜在的抗糖尿病肾病活性,其机制为通过减轻炎症损伤来改善糖尿病肾病的病理损伤[3]。

1.2 三萜类 目前一共从有柄石韦中分离得到 19 个三萜类化合物(表 2,图 2),分别为环阿屯烷型(52 ~ 58)、羽扇豆烷型(59 ~ 64)、乌苏烷型(65 ~ 66)、何柏烷型(67)、齐墩果烷型(68)、木栓烷型(69)及降半萜醇(70),且均未形成糖苷。环何柏烯醇(67)的 C - 28 与 C - 29 相连成环,为首次从有柄石韦中发现的六环何柏烷型三萜。

1.3 木脂素类 文献对有柄石韦中木脂素类化合物的研究较少,目前仅分离鉴定出 10 个木脂素类化合物(表 3,图 3)。从结构类型来看,主要包括苯骈呋喃类(71 ~ 76)、芳基萘类(77 ~ 78)和二芳基丁烷类(79)。

1.4 酚类 有柄石韦中含有大量的酚类化合物,主要为咖啡

表 1 有柄石韦中报道的黄酮类化合物

序号	化合物名称	参考文献	序号	化合物名称	参考文献
1	山柰酚	[4]	27	(±) - eriodictyol 7 - O - β - D - pyranoglucuronide methyl ester	[5]
2	astragalin	[5]	28	(±) - eriodictyol 7 - O - β - D - pyranoglucuronide ethyl ester	[5]
3	kaempferol 3,7 - di - O - β - D - glucopyranoside	[5]	29	柚皮素 7 - O - β - D - 葡糖醛酸	[8]
4	山柰酚 - 3 - O - α - L - 吡喃鼠李糖苷	[6]	30	(-) - eriodictyol	[5]
5	山柰酚 - 7 - O - α - L - 阿拉伯糖苷	[6]	31	naringenin	[5]
6	kaempferol 3 - O - β - D - glucopyranoside - 7 - O - a - L - arabinofuranoside	[7]	32	圣草酚	[9]
7	山柰酚 - 3 - O - α - L - 鼠李糖 - 7 - O - α - L - 阿拉伯糖苷	[6]	33	3′,5′,5,7 - tetrahydroxy - 6 - C - β - D - glucopyranosyl - flavanone	[6]
8	山柰酚 - 3 - O - β - D - 葡萄糖 - 7 - O - β - D - 芹菜糖苷	[6]	34	(±)橙皮素 - 7 - O - β - D - 吡喃葡萄糖醛酸苷	[6]
9	山柰酚 - 7 - O - β - D - 芹菜苷	[8]	35	木犀草素	[4]
10	山柰酚 - 3 - 槐二糖 - 7 - 鼠李糖苷	[9]	36	芹菜素	[9]
11	山柰酚 - 7 - O - α - L - 呋喃阿拉伯糖	[10]	37	苜蓿素	[9]
12	山柰酚 - 3 - (2 - 乙酰吡喃葡萄糖) - 7 - 呋喃阿拉伯糖苷	[6]	38	异荭草苷	[9]
13	山柰酚 - 3 - O - β - D - 吡喃木糖 - 7 - O - α - L - 呋喃阿拉伯糖苷	[6]	39	甜橙黄酮	[9]
14	棉皮素	[4]	40	(+) - 儿茶素	[6]
15	gossypetin 7 - O - β - D - glucopyranoside	[5]	41	表儿茶素	[6]
16	gossypetin 3,8 - di - O - β - D - glucopyranoside	[5]	42	没食子儿茶素	[9]
17	pyrropetioside A	[5]	43	儿茶素 - 3 - O - α - L - 鼠李糖苷	[6]
18	herbacetin 7 - O - β - D - glucopyranoside	[5]	44	4β - carboxymethyl(-) - epicatechin methyl ester	[6]
19	桑色素	[9]	45	短叶松素	[9]
20	异鼠李素	[9]	46	异芒果苷	[12]
21	异鼠李素 - 3 - O - β - D - 葡萄糖苷	[6]	47	芒果苷	[12]
22	漆黄素	[9]	48	5,7 - 二羟基色原酮	[9]
23	槲皮素	[9]	49	去甲丁香色原酮	[9]
24	三叶豆苷	[9]	50	染料木素	[9]
25	芦丁	[11]	51	穗花杉双黄酮	[13]
26	(±) - eriodictyol 7 - O - β - D - pyranoglucuronide	[5]			

表 2 有柄石韦中报道的三萜类化合物

序号	化合物名称	参考文献	序号	化合物名称	参考文献
52	24 - methylene - 9,19 - cyclolanost - 3β - yl acetate	[14]	62	泽屋萜	[15]
53	cycloeucalenol	[14]	63	22,28 - 环氧何柏烷	[15]
54	环桉烯酮	[15]	64	hopan - 28,22 - olide	[15]
55	(23E) - cycloart - 23 - ene - 3β,25 - diol	[16]	65	11 - 羰基 - β - 乙酰乳香酸	[16]
56	(23E) - cycloart - 23,25 - dien3β - ol	[16]	66	乌苏酸	[16]
57	cyclolaudenol	[16]	67	环何柏烯醇	[15]
58	cycloartenone	[16]	68	齐墩果酸	[15]
59	里白烯	[12]	69	木栓酮	[16]
60	22 - 羟基何柏烷	[15]	70	normonisesquaterpenol	[16]
61	东北贯众醇	[15]			

表 3 有柄石韦中报道的木脂素类化合物

序号	化合物名称	参考文献
71	(7S,8R) dihydrodehydrodiconiferyl alcohol	[6]
72	二聚松柏醇	[10]
73	7,8 - dihydro - 9′ - hydroxyl - 3′ - methoxyl - 8hydroxymethyl - 7 - (4 - hydroxy - 3 - methoxyphen - yl) - 1′ - benzofuranpropanol - 9′ - O - β - D - glucopyranoside	[6]
74	3 - (β - D - Glucopyranosyloxymethyl) - 2 - (4 - hydroxy - 3 - methoxyphenyl) - 5 - (3 - hydroxypropyl) - 7 - methoxydihydrobenzofuran	[6]
75	alphitonin - 4 - O - glucoside 2,4,6 - trihydroxy - 2 - [3′,4′ - dihydroxyphenyl) - methyl] - 3(2H) - benzofuranone - 4 - O - β - D - glucopyranoside	[6]
76	墨沙酮 - 6 - O - 葡萄糖苷	[6]
77	异落叶松脂醇	[10]
78	异落叶松树脂酚 - 6 - O - β - D - 吡喃葡萄糖苷	[6]
79	开环异落叶松脂醇	[10]
80	erythro - 7,9,9′ - trihydroxy - 3,3′ - dimethoxy - 8 - O - 4′ - neolignan - 4 - O - β - D - glucopyranoside	[6]

表 4 有柄石韦中报道的酚类化合物

序号	化合物名称	参考文献
81	咖啡酸	[14]
82	4 - O - β - D - 吡喃葡萄糖基咖啡酸	[13]
83	chlorogenic acid	[5]
84	methyl chlorogenate	[5]
85	绿原酸乙酯	[13]
86	5 - caffeoyl - 1,3 - quinide	[13]
87	1,2 - 二咖啡酰 - 环戊基 - 3 - 醇	[10]
88	1 - caffeoylquinic acid	[17]
89	4 - caffeoylquinic acid	[17]
90	5 - caffeoylquinic acid	[176]
91	3,4 - dicaffeoylquinic acid	[17]
92	3,5 - dicaffeoylquinic acid	[17]
93	4,5 - dicaffeoylquinic acid	[17]
94	methyl 3,4 - di - O - caffeoyl quinate	[13]
95	methyl 3,5 - di - O - caffeoyl quinate	[13]
96	新绿原酸甲酯	[10]
97	4,5 - 二咖啡酰基奎宁酸甲酯	[10]
98	4 - 咖啡酰基奎宁酸甲酯	[6]
99	3,4 - 二羟基苯丙酸	[14]
100	对羟基苯丙酸甲酯	[10]
101	香草酸	[14]
102	香草酸 - 4 - O - β - D - 吡喃葡萄糖苷	[10]
103	原儿茶醛	[14]
104	原儿茶酸	[6]
105	3,4 - dihydroxylbenzalacetone	[13]
106	对香豆酸 - 4 - O - β - D - 吡喃葡萄糖苷	[6]
107	5 - 甲氧基 - 2 - O - β - D - 吡喃葡萄糖基苯甲酸甲酯	[6]
108	二氢柏松苷	[6]
109	没食子酸	[10]
110	2,2′ - 亚甲基双 - (4 - 甲基 - 6 - 叔丁基苯酚)	[18]
111	2 - 甲氧基 - 3 - (2 - 丙基)	[18]
112	坝巴酸	[15]
113	α - 生育酚	[14]
114	3 - O - feruloylsucrossse	[6]
115	七叶内酯	[19]

酸、绿原酸、奎宁酸的衍生物及其聚合物(表 4、图 4)。已有研究表明,多酚是中药石韦的主要活性成分,具有抗氧化、抗菌、抗癌等多种临床药用功效。按照《中华人民共和国药典》2020 版规定,绿原酸为有柄石韦含量测定规定项下的指标成分,按干燥品计算,石韦含绿原酸不得少于 0.20%。近年来,研究学者围绕绿原酸的提取工艺优化[20]和含量测定方法的建立[11,21-22]等方面开展了一系列的探索。

1.5 其他类 有柄石韦的化学成分复杂多样,除上述化合物外,还含有八角枫苷 A(116)[12]、β - 谷甾醇(117)[12]、β - 胡萝卜苷(118)[14]、(22E) - 5α,8α - epidioxyergosta - 6,22 - dien - 3β - ol(119)[15]、豆甾 - 4 - 烯 - 3 酮(120)[15]、6 - O - [(9Z,12Z,15Z) - octadeca - 9,12,15 - trienoyl] - β - D - fructofuranosyl - α - D - glucopyranoside(121)[10]、6′ - O - 亚油基蔗糖(122)[10]、Ptiolide A(123)[23]、1 - 乙酰氧基 - 4 - 乙氧基苯(124)[24]、ethylene terephthalate cyclic trimer(125)[24]和 bis(2 - ethylhexyl) benzene - 1,2 - dicarboxylate(126)[24]等(图 5)。

薛愧玲等[25]采用顶空固相微萃取和气质联用技术,从有柄石韦叶中鉴定出 39 种挥发性成分,包括 2,6 - 二叔丁基对甲苯酚、邻苯二甲酸二丁酯、6,10,14 - 三甲基 - 2 - 十五烷酮、邻苯二甲酸二乙酯和三甲基氧化磷等化合物。FAN Y 等[26]研究发现有柄石韦含有大量精油,其主要成分为 2,4 - 戊二烯醛、植醇和壬醛。刘怡等[27]用超高效液相色谱 - 四极杆飞行时间串联质谱检测有柄石韦抑菌成分,从提取物中鉴定出马鞭草苷、芥酸酰胺、浅蓝菌素和秦皮乙素、抗坏血酸葡糖苷等成分。

2 生物活性

有柄石韦是我国传统中药,通常以叶入药,有利水通淋、清肺化痰、凉血止血的功效,用于热淋、石淋、小便不通、淋沥涩痛等,主治肺炎水肿、膀胱炎、肺性气管炎、吐血、尿血、肺热咳喘等[28]。现代药理学研究发现,有柄石韦提取物具有抗氧化、抗菌、抗炎、利尿、促进伤口愈合、抗肾结石、抗糖尿病等作用,其中黄酮类和酚类为主要有效成分。

2.1 抗氧化 HSU C Y 等[28]发现有柄石韦乙醇提取物的超氧化自由基清除活性与虎杖相似,高于牡丹和儿茶素,三者的 IC_{50} 值分别为 3.2、3.2、50 μg/mL。丁文慧等[29]研究了有柄石韦乙醇提取物对 DPPH(1,1 - diphenyl - 2 - picryl - hydrazyl radical 1,1 - 二苯基 - 2 - 三硝基苯肼)自由基的清除能力,发现其 DPPH 清除能力强于抗坏血酸对照组(IC_{50} 值分别为 75.82 μg/mL 和 103.13μg/mL)。陈冲等[18]发现有柄石韦乙酸乙酯提取物(*Pyrrosia petiolosa* ethyl acetate extract,PPEAE)具有较强的抗氧化能力,对自由基的清除效果与提取物浓度呈正相关,并且通过 GC - MS 证实该提取物中发挥抗氧化活性的成分主要为乙基 - β - D - 吡喃葡萄糖苷和 2,2′ - 亚甲基双 - (4 - 甲基 - 6 - 叔丁基苯酚)。MI J 等[30]用低、中、高三种不同剂量(分别为 150、300、600 mg/kg)的有柄石韦水提物对草铵酸诱导肾结石的大鼠给予灌胃治疗,发现高剂量组大鼠的超氧化物歧化酶活性增强,NO 水平降低,炎症浸润减轻,推测可能是提取物中的黄酮类成分发挥了主要作用。吴飘等[31]测定了有柄石韦叶柄、营养叶、孢子叶、孢子囊和去孢子叶 5 个部位的 70% 乙醇提取物和水提取物的抗氧化活性,发现各部位醇提物的抗氧化活性均高于水提物,各部位抗氧化活性强弱顺序为营

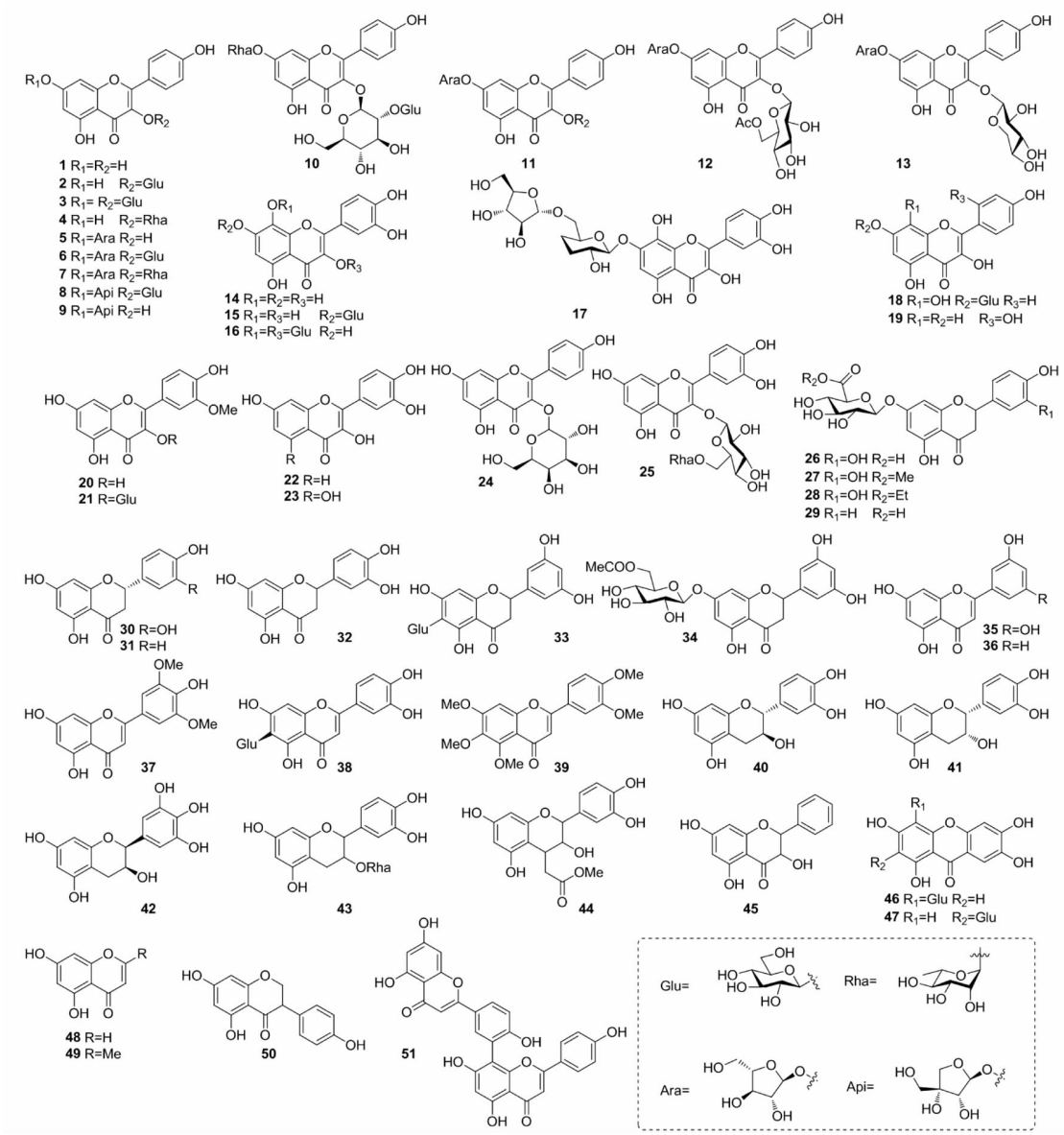


图 1 有柄石韦中报道的黄酮类化合物

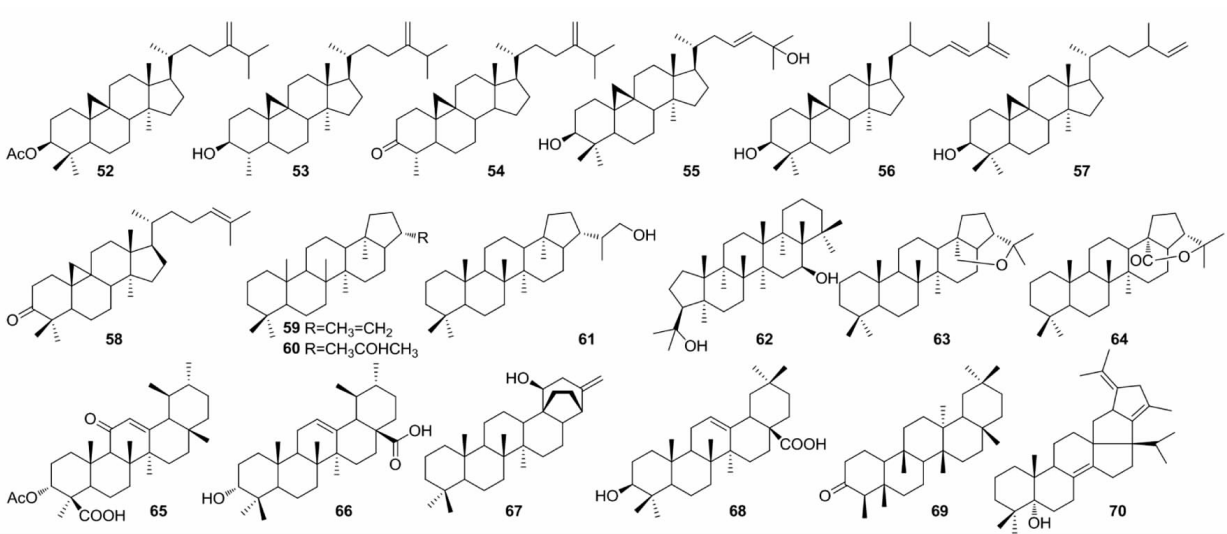


图 2 有柄石韦中报道的三萜类化合物

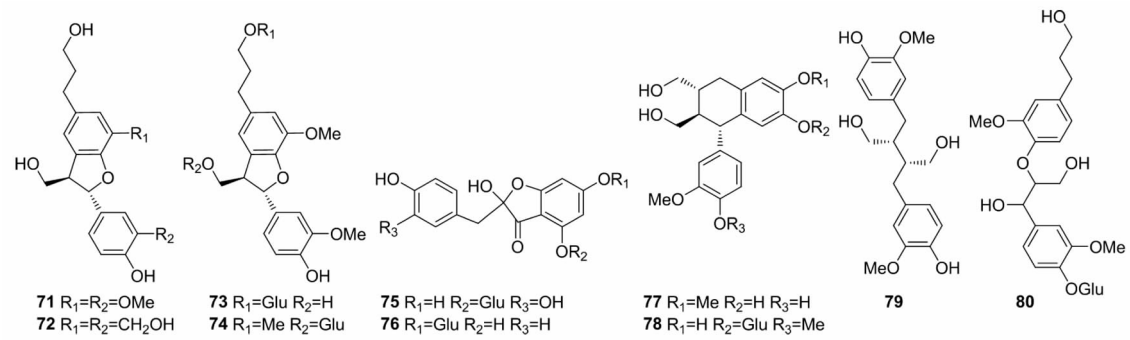


图 3 有柄石韦中报道的木脂素类化合物

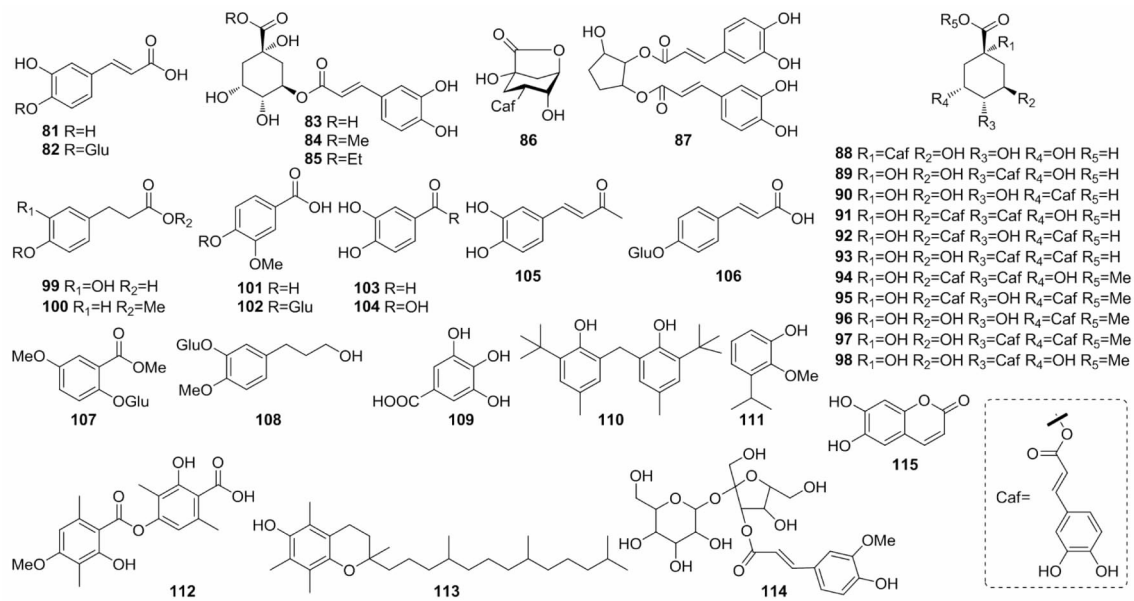


图 4 有柄石韦中报道的酚类化合物

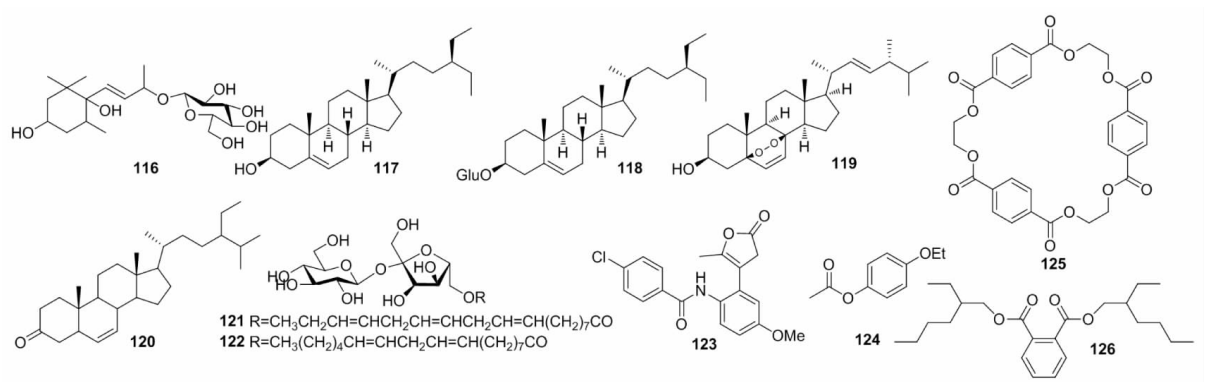


图 5 有柄石韦中报道的其他类化合物

养叶 > 去孢子叶 > 孢子叶 > 叶柄 > 孢子囊。通过对比分析不同提取物中绿原酸、芒果苷、咖啡酸、芦丁、总黄酮和总酚的含量,发现了抗氧化能力均与其有效成分含量呈正相关的规律。CHEN J 等[32]发现贵州有柄石韦比广西有柄石韦的总黄酮含量高,自由基清除能力和铁还原能力强,这提示药材的有效成分含量及药效受生长环境的影响较大。

2.2 抗菌 CHENG D 等[33]通过琼脂扩散法、最低抑菌浓度(minimum inhibitory concentration,MIC)和最低杀菌浓度(minimum bactericidal concentration,MBC)法研究有柄石韦乙醇提取物及其石油醚、乙酸乙酯、正丁醇和水部位的抗菌活性,发现乙醇提取物对铜绿假单胞菌和酿酒酵母具有较高的生长抑制活性,石油醚部位对大肠杆菌和费氏志贺菌的生长抑制活性最高(MIC 为 2.50 mg/mL)。SONG L 等[34]发现 PPEAE 能有效抑制金黄色葡萄球菌的生长,MIC 和 MBC 值分别为 7.8 mg/mL 和 15.6 mg/mL,气相色谱 - 质谱联用分析后发现丁香酚可能是该提取物的主要抑菌成分。FAN Y 等[35]通过测定培养基中的 MIC 和 MBC 的方法评价有柄石韦挥发油的抗菌活性,结果认为挥发油具有广谱抗菌活性,且对费氏志贺菌和金黄色葡萄

球菌的抑菌活性最高,MIC 均为 5 μL/mL。

2.3 抗炎 CHENG D 等[33]使用二甲苯法建立小鼠耳肿胀模型,以阿司匹林为阳性对照组,生理盐水为空白对照组,对有柄石韦乙醇提取物(剂量分为 2.5、5.0 和 10.0 mg/kg)的抗炎活性进行研究,发现 5.0 mg/kg 剂量的乙醇提取物对二甲苯诱导的耳部水肿有明显的抑制作用,10.0mg/kg 剂量组的抑制率高达 67%,明显高于阿司匹林对照组。隋怡等[36]发现从有柄石韦分离出的坝巴酸具有显著提高犬肾小管上皮细胞炎症模型细胞活力的作用,进一步的染色实验表明坝巴酸对 1% 乙二醇和 1% NH_4Cl 诱导的肾结石模型小鼠肾组织具有显著保护作用,肾组织炎性细胞浸润得到较好地改善。分子对接实验结果显示,坝巴酸可能通过结合并激活过氧化物酶体增殖物激活受体 γ(peroxisome proliferator activated receptor γ,PPARG),使得炎症肾小管组织中巨噬细胞转化为具有抗炎作用的 M2 型,从而发挥抗炎作用。

2.4 利尿 王亚茹等[37]采用大鼠水负荷实验代谢笼法,以氢氯噻嗪为阳性对照组,研究有柄石韦的利尿作用,发现有柄石韦的石油醚和二氯甲烷中剂量组均能够明显促进大鼠利尿,且对 Na^+、K^+、Cl^- 的排泄量无显著性影响,没有低血钾等不良反应。隋怡等[38]在此基础上研究了 21 个从石韦中分离的化合物的利尿活性,发现与空白对照组比较,绿原酸甲酯组和氢氯噻嗪组小鼠给药后 5 h 内的总尿量显著增加。HE H J 等[39]研究发现 PPEAE 具有显著的利尿作用,细胞实验结果表明从该提取物分离得到的绿原酸甲酯对 Na - Cl 共转运体的抑制活性大于阳性对照氢氯噻嗪组(Transwell 下室溶液 Na^+ 浓度分别为 137.66 mmol/L、156.02 mmol/L)。分子模拟表明绿原酸甲酯和 Na - Cl 共转运体之间有很强的相互作用。LANG T Q 等[23]用分子对接分析发现山柰酚与口服生物可用的 WNK 抑制剂 WNK463 的利尿作用比较(对接评分为 - 10.99、- 11.09),是具有利尿潜力的最有效成分。

2.5 促进伤口愈合 晏仕英等[40]在小鼠皮肤切除创伤模型上观察了阴性对照组、云南白药(阳性对照)组、有柄石韦水提取物组和 PPEAE 组对小鼠伤口愈合率的影响,发现有柄石韦乙醇提取物与云南白药的药效相似,可以促进伤口愈合。通过羟脯氨酸差异性分析染色法进一步发现有柄石韦乙醇提取物在伤口愈合过程中也能促进胶原蛋白合成,抑制炎性反应,使伤口处的纤维排列更加紧密并弯曲呈弹性纤维样。陈凯等[41]自制了一种实验用石韦药膏,研究发现在大鼠创伤模型上可缩短伤口愈合时间、提高伤口愈合率,且药膏组治疗后的瘢痕面积显著小于自然恢复组和阳性对照京万红治疗组。在被感染的伤口治疗过程中,HE 病理切片结果及血清中 TNF - α、IL - 6、FGF - 2 等细胞因子变化情况显示,药膏可拮抗金黄色葡萄球菌感染,降低中性粒细胞等炎性细胞浸润,促进肉芽组织和表皮组织生长、真皮层形成和毛囊再生,恢复皮肤弹性。吴遵秋等[42]从 TGF - β1 的角度对有柄石韦孢子叶水提液促进小鼠伤口愈合的机制进行了探究,发现云南白药组和有柄石韦组的伤口缩小比例均显著大于同期空白对照组。HE 染色下,云南白药组和有柄石韦组的肉芽组织较空白对照组紧致厚实,成纤维细胞和纤维细胞丰富。云南白药组与有柄石韦组的 TGF - β1 蛋白的相对表达量均显著高于空白对照,这表明有柄石韦对促进伤口愈合有积极作用。

2.6 抗肾结石 隋怡等[36]在小鼠肾结石模型上研究了从有柄石韦分离出的坝巴酸的抗肾结石作用,结果显示坝巴酸组的肾钙含量较模型组显著降低,尿钙含量显著升高,表明坝巴酸具有较好地降低肾钙蓄积、促进尿钙排出的活性。分子对接分析结果表明,坝巴酸的利尿活性与赖氨酸缺乏蛋白激酶 1 的激活有关,坝巴酸促进肾钙排出可能与其和钙感应受体结合,发挥调节血钙浓度活性有关;而降低肾钙蓄积的活性与其和细胞色素 P450 家族 24 亚家族 A 成员 1 结合,促进活性维生素 D3 降解,抑制钙吸收活性有关。ZHOU F 等[43]在乙二醇(ethylene glycol,EG)所致大鼠尿石症模型上发现,有柄石韦乙醇提取物能显著降低大鼠血清中 EG 提高的尿素氮、肌酐等水平,提高大鼠肾组织超氧化物歧化酶(superoxide dismutase,SOD)、谷胱甘肽水平,降低肾组织中 EG 刺激的白细胞介素 - 1β(IL - 1β)、白细胞介素 - 6(IL - 6)和肿瘤坏死因子 - α(TNF - α)的水平,呈剂量依赖性。通过抑制氧化应激、炎症反应和TGF - 氧通路的激活,改善蛋清诱导的大鼠尿石症。

2.7 抗糖尿病 王兵[44]采用四氧嘧啶建立糖尿病小鼠模型,发现腹腔注射有柄石韦多糖对正常小鼠空腹血糖无作用,而高剂量组对致病小鼠有显著降血糖以及血液、胰腺组织中过氧化脂质含量作用;给予葡萄糖后,高剂量组与空白对照组相比显著降低血糖。这提示有柄石韦多糖有明显的降血糖活性,其作用机制可能与抗氧化损伤胰岛细胞有关。常姣等[45]采用链脲佐菌素建立糖尿病小鼠模型,研究有柄石韦水提取物高剂量组(1.0 g/kg)、低剂量组(0.5 g/kg)的生物活性,发现给药 14 d 后,各给药组小鼠的空腹血糖值显著低于空白对照组,且胰岛细胞比空白对照组的形态更完整,细胞边缘更清晰,胰岛内胰岛素的表达程度更高。随后通过网络药理学分析,认为石韦治疗糖尿病的过程可能与癌症信号通路、P13K - AKT 信号通路、MAPK 信号通路等多种信号通路有关。

2.8 其他 种贝贝[46]发现有柄石韦具有一定的抗病毒活性(IC_{50} 为 4.51 mg/mL),但弱于利巴韦林对照组(IC_{50} 为 4.42 mg/mL)。战妍妃等[47]在体外抗病毒试验中发现石韦水提物黄酮部位对肠道 EV - 71 病毒的治疗指数为 256.00,抑制效果最好。龙毅等[48]研究了有柄石韦不同极性部位萃取物对小鼠外周血白细胞数的影响,发现阿胶阳性对照组、水提物大剂量组、小剂量组、醇提物大剂量组、正丁醇大剂量组、小剂量组和剩余部位大剂量组达到 $P < 0.001$ 显著水平;醇提物小剂量组和剩余部位小剂量组达 $P < 0.01$ 显著水平。其中,水提取物的效果最明显。对有柄石韦成分分析发现含 4 种氨基酸,含量顺序为谷氨酸 > 甘氨酸 > 丙氨酸 > 亮氨酸,分析认为谷氨酸和甘氨酸水提取物是提高小鼠外周血白细胞数的关键成分。

3 结语

在过去的 40 多年里,研究学者对有柄石韦的化学成分和生物活性进行了大量研究,发现有柄石韦含有黄酮类、三萜类、木脂素类、酚类等多种化学成分,具有抗氧化、抗菌、抗炎、利尿、促进伤口愈合、抗肾结石、抗糖尿病等多种药理作用。然而,与水龙骨科其他的常用中药材相比,文献对于有柄石韦化学成分的研究还不够系统和深入,对其药效物质基础的研究偏少。为了更全面地开发利用有柄石韦的药用资源价值,有必要进一步对其化学成分、药理作用、药效物质及其作用机制开展深入研究。

参考文献

[1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志:第 6(2)卷

[M]. 北京：科学出版社，2000：125.
[2] 庞荣，高德民，王萍，等. 有柄石韦不同提取物半数抑菌浓度初探[J]. 中国野生植物资源，2013，32(6)：19－20.
[3] 刘绪林，刘文萍，王丽丽，等. 石韦黄酮组分改善糖尿病肾病病理及减轻炎症反应作用研究[J]. 中国中药杂志，2018，43(11)：2352－2357.
[4] 李洁，杨峻山，童玉懿. 有柄石韦化学成分的研究[J]. 中草药，1992，23(7)：348.
[5] YANG C，SHI J G，MO S Y，et al. Chemical constituents of Pyrrosia petiolosa. J Asian Nat Prod Res，2003，5(2)：143－150.
[6] 曾顺. 石韦的化学成分研究[D]. 南昌：南昌大学，2020.
[7] WANG N，WANG J H，LI X，et al. Flavonoids from Pyrrosia petiolosa (Christ) Ching[J]. J Asian Nat Prod Res，2006，8(8)：753－756.
[8] 欧阳兰，周雷罡，周国平，等. 有柄石韦乙酸乙酯部位化学成分研究[J]. 中药材，2021，44(8)：1884－1888.
[9] 冯海洋. 四种石韦中黄酮类成分的分析及其抗氧化活性[D]. 济南：山东中医药大学，2021.
[10] 欧阳兰. 有柄石韦化学成分及其含量测定研究[D]. 南昌：南昌大学，2021.
[11] 邵尉，高德民. HPLC 法同时测定有柄石韦中 6 种有效成分的含量[J]. 山东科学，2017，30(3)：21－25.
[12] 包文芳，孟宪纾，周荣汉. 中国石韦属化学成分与分类学的研究[J]. 沈阳药学院学报，1982(15)：62－71.
[13] 王楠. 海绵 Sarcotragus sp. 和中药有柄石韦的次生代谢产物的研究[D]. 沈阳：沈阳药科大学，2007.
[14] 王楠，王金辉，程杰，等. 有柄石韦的化学成分[J]. 沈阳药科大学学报，2003(6)：425－427，438.
[15] 陈飞，罗国勇，杨武德. 黔产有柄石韦利尿通淋有效部位化学成分研究[J]. 中药材，2019，42(12)：2822－2826.
[16] 胡叶，陈飞，龙毅，等. 黔产有柄石韦利尿通淋有效部位化学成分研究(Ⅱ)[J]. 中药材，2021，44(6)：1386－1391.
[17] REN B，SUN H Y，WANG H. Simultaneous determination of seven caffeoylquinic acids and three flavonoids in Pyrrosia petiolosa (Christ) Ching by RP－UFLC－DAD [J]. J Chin Pharm Sci，2014，23(9)：642－648.
[18] 陈冲，成娟，李彩云，等. Pyrrosia petiolosa 酯提物抗氧化活性检测及其活性物质研究[J]. 中国测试，2017，43(9)：68－73.
[19] 曾顺，袁铭铭，欧阳兰，等. 有柄石韦正丁醇部位化学成分研究[J]. 中药材，2020，43(7)：1612－1616.
[20] 程丹丹，辛晓伟，高德民. 有柄石韦中绿原酸的提取工艺优化[J]. 中国野生植物资源，2014，33(4)：28－29.
[21] 高贝，程丹丹，辛晓伟，等. HPLC 法测定有柄石韦及华北石韦中绿原酸和木犀草素的含量及不同浸提物的指纹图谱分析[J]. 中国野生植物资源，2015，34(1)：19－21，36.
[22] 周雷罡，欧阳兰，熊晓丽等. 有柄石韦中二氢黄酮类和咖啡酰奎宁酸类 5 个成分的同时测定[J]. 药物分析杂志，2021，41(7)：1163－1168.
[23] LANG T Q，ZHANG Y，CHEN F，et al. Characterization of chemical components with diuretic potential from Pyrrosia petiolosa[J]. J Asian Nat Prod Res，2021，23(8)：764－771.
[24] 於祥，胡叶，张艳，等. 黔产有柄石韦利尿通淋有效部位化学成分研究(Ⅲ)[J]. 中药材，2022，45(8)：1861－1865.
[25] 薛愧玲，唐娜娜，姬志强，等. 有柄石韦和绒毛石韦叶的挥发油成分分析[J]. 中国药房，2009，20(24)：1881－1884.
[26] FAN Y，FENG H，LIU L，et al. Chemical components and antibacterial activity of the essential oil of six Pyrrosia species[J]. Chem Biodiversity，2020，17(10)：e2000526.
[27] 刘怡，易思君，李姝，等. UPLC/Q－TOF/MS 分析研究 P. petiolosa 抑菌提取物[J]. 中国测试，2020，46(10)：37－42.
[28] HSU C Y. Antioxidant activity of Pyrrosia petiolosa[J]. Fitoterapia，2008，79(1)：64－66.
[29] 丁文慧，种贝贝，邵尉，等. 有柄石韦醇提物抗氧化活性研究[J]. 亚热带植物科学，2016，45(1)：13－16.
[30] MI J，DUAN J，ZHANG J，et al. Evaluation of antiurolithic effect and the possible mechanisms of Desmodium styracifolium and Pyrrosiae petiolosa in rats[J]. Urol Res，2012，40(2)：151－161.
[31] 吴飘，宁珊，张凤媛，等. 有柄石韦不同部位有效成分及抗氧化活性的比较分析[J]. 热带作物学报，2021，42(7)：2059－2066.
[32] CHEN J，NING S，LU X，et al. Variation in flavonoid and antioxidant activities of Pyrrosia petiolosa (Christ) Ching from different geographic origins[J]. Front Plant Sci，2023，14：1173489.
[33] CHENG D，ZHANG Y，GAO D，et al. Antibacterial and anti－inflammatory activities of extract and fractions from Pyrrosia petiolosa (Christ et Bar.) Ching[J]. J Ethnopharmacol，2014，155(2)：1300－1305.
[34] SONG L，CAO M，CHEN C，et al. Antibacterial activity of Pyrrosia petiolosa ethyl acetate extract against Staphylococcus aureus by decreasing hla and sea virulence genes[J]. Nat Prod Res，2017，31(11)：1347－1350.
[35] FAN Y，XIN X，LIU L，et al. Diversity analysis and associated antimicrobial activity of essential oil in Pyrrosia petiolosa[J]. Chem Biodiversity，2020，17(12)：e2000666.
[36] 隋怡，滕明刚，柴慧芳，等. 有柄石韦中坝巴酸的通淋作用研究[J]. 中草药，2022，53(3)：767－772.
[37] 王亚茹，杨武德. 黔产有柄石韦对大鼠利尿作用的初步研究[J]. 时珍国医国药，2017，28(11)：2583－2585.
[38] 隋怡，滕明刚，罗国勇，等. 基于 NaCl 重吸收抑制作用的石韦利尿活性成分筛选[J]. 中草药，2021，52(4)：1026－1030.
[39] HE H J，SUI Y，YU X，et al. Potential low toxic alternative for na－cl cotransporter inhibition：a diuretic effect and mechanism study of pyrrosia petiolosa[J]. Ann Pharm Fr，2023，82(1)：44－52.
[40] 晏仕英，刘怡，吴萌萌，等. Pyrrosia petiolosa 对小鼠皮肤伤口愈合作用研究[J]. 四川农业大学学报，2020，38(5)：609－613.
[41] 陈凯，严馨，李天依，等. 有柄石韦药膏制备及对大鼠伤口愈合作用的研究[J]. 四川大学学报(自然科学版)，2022，59(2)：188－194.
[42] 吴遵秋，孔祥耀，黎小梅，等. 有柄石韦对小鼠皮肤伤口愈合及转化生长因子－柄石水平的影响[J]. 贵州医科大学学报，2020，45(11)：1270－1274.
[43] ZHOU F，WANG X. Pyrrosia petiolosa extract ameliorates ethylene glycol－induced urolithiasis in rats by inhibiting oxidative stress and inflammatory response[J]. Dis Markers，2022，2022：1913067.
[44] 王兵，黄传贵. 石韦多糖降血糖作用的实验研究[J]. 亚太传统医药，2008(8)：33－34.
[45] 常姣，隋怡，孙文娟，等. 苗药有柄石韦降血糖作用及其分子机制研究[J]. 山地农业生物学报，2023，42(1)：54－63.
[46] 种贝贝. 石韦药材及其替代品的生药学比较与抗氧化、抗病毒活性研究[D]. 济南：山东中医药大学，2017.
[47] 战妍妃，李媛媛，安欣欣，等. 石韦的抗病毒黄酮部位及有效化学成分[J]. 暨南大学学报(自然科学与医学版)，2018，39(6)：470－480，499.
[48] 龙毅，袁吉虎，许杨珊，等. 黔产石韦提取物对小鼠外周血白细胞数的影响[J]. 贵州农业科学，2015，43(5)：179－182.