

黄花倒水莲的化学成分与药理活性研究进展^Δ

张嫦丽*, 张可锋, 许有瑞#, 林家逊, 段小群(桂林医学院药学院, 广西 桂林 541004)

中图分类号 R284.1;R282.71 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2017)19-2724-05

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2017.19.35

摘要 目的:为黄花倒水莲的进一步研究和综合开发利用提供参考。方法:以“黄花倒水莲”“假黄花远志”“化学成分”“药理活性”“*Polygala fallax* Hemsl.”“*Polygala aureocauda* Dunn.”“Chemical composition”“Pharmacological activity”等为关键词,组合查询1980—2015年在PubMed、ScienceDirect、Google学术、中国知网、万方、维普等数据库中的相关文献,对黄花倒水莲化学成分与药理活性进行综述。结果与结论:共检索到相关文献72篇,其中有效文献50篇。黄花倒水莲中的化学成分有皂苷类、吡啶类、寡糖酯类、酚类等,具有调节血脂、抗凝、抗衰老、抑制乙肝病毒、保肝以及抗应激、增强免疫、防辐射等药理活性。今后应加强黄花倒水莲野生资源的保护与合理利用,针对其有效部位或有效成分进行更深入的作用机制研究,加强对多糖类的提取纯化工艺、结构、分子量、单糖组成以及作用机制的研究。

关键词 黄花倒水莲;化学成分;药理活性

远志属是远志科(*Polygalaceae*)的一个大属,在全世界有500多种植物,我国有42种、8变种,在全国各地均有分布,尤以南方地区为盛。该属植物中可供药用的有20多种,具有镇咳、祛痰、益智、安定、解毒消肿、补益强壮等药理作用^[1]。2015年版《中国药典》(一部)中收载细叶远志(*Polygala tenuifolia* Willd.)和卵叶远志(*Polygala sibirica* L.)作为中药远志的基源植物。

黄花倒水莲(*Polygala fallax* Hemsl.)为远志科远志属灌木或小乔木,又名假黄花远志、黄花参、倒吊黄、吊吊黄、念健、一身保暖、鸭仔兜等,其生长于山谷林下水旁荫湿处,分布于江西、福建、湖南、广东、广西和云南等省^[1]。其根入药,性平,味甘、微苦,具有补气血、健脾利湿、活血调经之功效^[2],可用于治疗病后体虚、腰膝酸痛、跌打损伤、急慢性肝炎及抗衰老等,为瑶、苗、壮等少数民族的常用药物^[3-4]。近年来,黄花倒水莲的药用价值逐渐被重视,对其化学成分与药理活性的研究取得了较大进展。笔者以“黄花倒水莲”“假黄花远志”“化学成分”“药理活性”“*Polygala fallax* Hemsl.”“*Polygala aureocauda* Dunn.”“Chemical composition”“Pharmacological activity”等为关键词,组合查询1980—2015年在PubMed、ScienceDirect、Google学术、中国知网、万方、维普等数据库中的相关文献。结果,共检索到相关文献72篇,其中有效文献50篇。现对黄花倒水莲的化学成分与药理活性进行综述,以为黄花倒水莲的进一步研究和综合开发利用提供参考。

1 化学成分

迄今为止,从黄花倒水莲中分离鉴定出的化学成分

^Δ 基金项目:桂林医学院高层次人才科研启动项目(No. KY2014016)

* 硕士研究生。研究方向:中药活性成分的研究与开发。电话:0773-2303446。E-mail:zcl183735@163.com

通信作者:讲师,博士。研究方向:中药活性成分的研究与开发。电话:0773-2303446。E-mail:xuyourui@sina.com

主要有皂苷类、吡啶类、寡糖酯类、酚类等。

1.1 皂苷类

皂苷是黄花倒水莲中的主要活性成分之一,含量约为5%^[5]。该类皂苷属于齐墩果烷型,根据结构可分为瓜子金皂苷类、黄花倒水莲皂苷类及其他。化合物母核结构见图1,化合物名称及来源见表1^[6-10]。

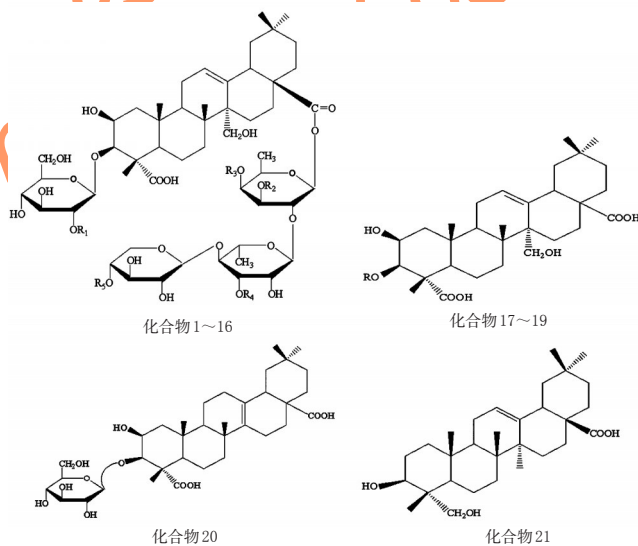


图1 黄花倒水莲中皂苷类化合物的母核结构

1.2 吡啶类

吡啶又称苯骈色原酮,是一类黄色或类白色的酚性化合物,与黄酮类化合物有相似的颜色反应和谱学特征。吡啶通常存在于一些较高等的植物种属,如龙胆科、桑科、藤黄科、远志科、豆科等植物及真菌和地衣等^[11-12]。从远志属植物中分离出的吡啶类化合物有80余种,其中从黄花倒水莲中分离出16种。化合物母核结构见图2,化合物名称及来源见表2^[13-18]。

1.3 寡糖酯类

寡糖酯是常用中药远志及远志科其他植物中存在的独特化学成分。从远志科的13种、1变种植物中分离

表1 黄花倒水莲中皂苷类化合物的名称及来源

编号	化合物名称	取代基团					来源	参考文献
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅		
1*	瓜子金皂苷XXXIII	H	H	Ac	H	H	根	[6]
2*	瓜子金皂苷XXXIV	H	H	Ac	H	Gal	根	[6]
3*	瓜子金皂苷XXXV	H	Ac	Ac	H	Gal	根	[6]
4*	瓜子金皂苷XXXVI	H	Ac	Ac	Api ³ Ac	Gal	根	[6]
5*	瓜子金皂苷XXXVII	Glc	Ac	H	H	H	根	[6-7]
6*	瓜子金皂苷XXXVIII	Glc	H	Ac	H	Gal	根	[6]
7*	瓜子金皂苷XXXIX	Glc	Rha	Ac	H	H	根	[6]
8*	瓜子金皂苷XL	Glc	Ac	Ac	Api	Gal	根	[6]
9*	瓜子金皂苷XLI	Glc	Ac	Ac	Api ³ Ac	Gal	根	[6]
10	a	Glc	H	H	H	H	根	[6-7]
11	黄花倒水莲皂苷B	Glc	H	Ac	H	H	根	[6-7]
12	黄花倒水莲皂苷C	Glc	Ac	Ac	H	H	根	[6-8]
13	黄花倒水莲皂苷D	Glc	Ac	Ac	H	Gal	根	[6]
14	黄花倒水莲皂苷E	Glc	Ac	Ac	Api	H	根	[6]
15	黄花倒水莲皂苷F	Glc	Ac	Ac	Api ³ Ac	H	根	[6]
16	Senegin III	H	Rha	b	H	Gal	根	[6]
17	黄花倒水莲皂苷A	Glc ² glc					根	[8]
18	远志皂苷元	H					根	[9]
19	细叶远志皂苷	Glc					根	[8-9]
20*	3-O-β-D-glucopyranosyl polygalic acid						根	[9]
21	常春藤皂苷元						根	[10]

注: a 为 3-O-β-D-glucopyranosyl-(1→2)-β-D-glucopyranosyl prenenegenin-28-O-β-D-xylopyranosyl-(1→4)-α-L-rhamnopyranosyl-(1→2)-β-D-fucopyranosyl ester; b 为 p-methoxycinnamoyl; Glc 为葡萄糖基; Ac 为乙酰基; Rha 为鼠李糖基; Api 为芹菜糖基; Gal 为半乳糖基; * 为从黄花倒水莲中分离得到的新化合物

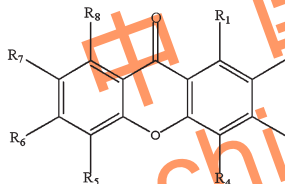


图2 黄花倒水莲中黄酮类化合物的母核结构

得到100多种寡糖酯类成分^[19];从黄花倒水莲中分离出9种,其中3种为I类化合物,6种为II类化合物。这些寡糖酯类成分主要以蔗糖作为共同的母核结构,在此基础上,以不同形式的糖苷键连接葡萄糖等糖基,分子中最多有5个糖基,与糖分子成酯的酸有乙酸、苯甲酸类和苯丙烯酸类^[20]。寡糖酯I类化合物母核结构见图3,化合物名称及来源见表3^[21];寡糖酯II类化合物母核结构见图4,化合物名称及来源见表4。

1.4 酚类

Ma W 等^[15]从黄花倒水莲中分离得到2个酚类化合物,即 Polygalolide A(化合物47)和 Polygalolide B(化合物48)。化合物母核结构见图5,化合物名称及来源见表5。

1.5 其他类

黄花倒水莲中还含有多糖、有机酸等成分。秦华珍等^[22-24]采用分级醇沉法,即用50%的乙醇和80%的乙醇分别沉淀得到PADTP-1和PADTP-2两种粗多糖,并初步考察了其抗应激作用、毒理学及对免疫功能的影响。

表2 黄花倒水莲中吡啶酮类化合物的名称及来源

编号	化合物名称	取代基团								来源	参考文献
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈		
22*	1,3-二羟基-2-甲氧基-吡啶酮	OH	OCH ₃	OH	H	H	H	H	H	根茎	[13-16]
23	1,7-二羟基-2,3-二甲氧基-吡啶酮	OH	O-CH ₂ -O	O-CH ₂ -O	H	H	H	OH	H	根茎	[10,13-15,17]
24	1,3,6-三羟基-2,7-二甲氧基-吡啶酮	OH	OCH ₃	OH	H	H	OH	OCH ₃	H	根茎	[15-16]
25*	1-羟基-2,4-二甲氧基-吡啶酮	OH	OCH ₃	H	OCH ₃	H	H	H	H	根	[10]
26	1,2,3-三甲氧基-吡啶酮	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	H	H	H	H	H	根	[10]
27	1-甲氧基-2,3-二甲氧基-吡啶酮	OCH ₃	O-CH ₂ -O	O-CH ₂ -O	H	H	H	H	H	根	[10,13-14,16]
28*	6-羟基-1-甲氧基-2,3-二甲氧基-吡啶酮	OCH ₃	O-CH ₂ -O	O-CH ₂ -O	H	H	OH	H	H	根	[10]
29*	3-羟基-1,4-二甲氧基-吡啶酮	OCH ₃	H	OH	OCH ₃	H	H	H	H	根	[17]
30	7-羟基-1-甲氧基-2,3-二甲氧基-吡啶酮	OCH ₃	O-CH ₂ -O	O-CH ₂ -O	H	H	H	OH	H	根	[14,17]
31	1,8-二羟基-3,7-二甲氧基-吡啶酮	OH	H	OCH ₃	H	H	H	OCH ₃	O	根	[18]
32	3-羟基-1,2-二甲氧基-吡啶酮	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	H	H	H	H	根	[14]
33	1,6,7-三羟基-2,3-二甲氧基-吡啶酮	OH	OCH ₃	OCH ₃	H	H	OH	OH	H	根	[14]
34	1,3,7-三羟基-2-甲氧基-吡啶酮	OH	OCH ₃	OH	H	H	H	OH	H	根	[14]
35	1,7-二甲氧基-2,3-二甲氧基-吡啶酮	OCH ₃	O-CH ₂ -O	O-CH ₂ -O	H	H	H	OCH ₃	H	根	[9]
36	1,3-二羟基-吡啶酮	OH	H	OH	H	H	H	H	H	根	[13]
37	1,3-二羟基-2-甲氧基-吡啶酮	OH	CH ₃	OH	H	H	H	H	H	根	[13]

注: * 为从黄花倒水莲中分离得到的新化合物

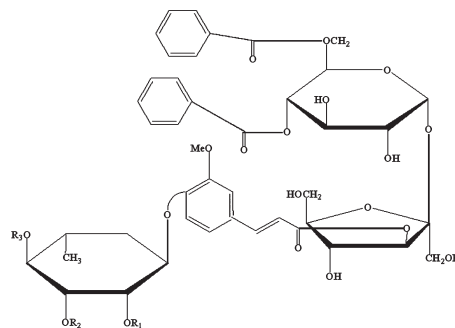


图3 黄花倒水莲中寡糖酯I类化合物的母核结构

表3 黄花倒水莲中寡糖酯I类化合物的名称及来源

编号	化合物名称	取代基团			来源	参考文献
		R ₁	R ₂	R ₃		
38	Reimiose D	H	H	H	根	[21]
39*	假黄花远志苷A	H	H	Glc	根	[18,21]
40*	假黄花远志苷B	Ac	Glc	H	根	[21]

注: * 为从黄花倒水莲中分离得到的新化合物; Ac 为乙酰基; Glc 为葡萄糖基

黄朝辉等^[18]从黄花倒水莲根中分离得到豆甾-7,22-二烯-3-醇、豆甾-7,22-二烯-3-酮、软脂酸单甘油酯、1-O-β-D-吡喃葡萄糖-(2S,3S,4R,8E)-2-[(2'R)-2'-羟基棕榈酰胺]-8-十八烯-1,3,4-三醇和1-O-β-D-吡喃葡萄糖-(2S,3S,4R,8E)-2-[(2'R)-2'-羟基二十四烷酰胺]-8-

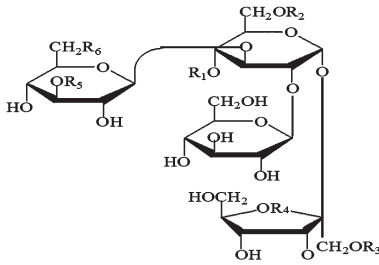


图4 黄花倒水莲中寡糖酯Ⅱ类化合物的母核结构

表4 黄花倒水莲中寡糖酯Ⅱ类化合物的名称及来源

编号	化合物名称	取代基团						来源	参考文献
		R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆		
41*	假黄花远志苷 C	<i>p</i> -coumaroyl	H	<i>p</i> -coumaroyl	Benzoyl	H	Ac	根	[21]
42*	假黄花远志苷 D	Feruloyl	H	<i>p</i> -coumaroyl	Benzoyl	H	Ac	根	[21]
43*	假黄花远志苷 E	H	Feruloyl	Feruloyl	Benzoyl	Glc	Ac	根	[21]
44	Senegose G	Feruloyl	H	Feruloyl	Benzoyl	H	Ac	根	[21]
45	Tenuifolioses C	Feruloyl	H	<i>p</i> -coumaroyl	Benzoyl	Glc	Ac	根	[21]
46	Tenuifolioses P	Feruloyl	H	Feruloyl	Benzoyl	Glc	Ac	根	[21]

注: * 为从黄花倒水莲中分离得到的新化合物; Glc 为葡萄糖基; Ac 为乙酰基

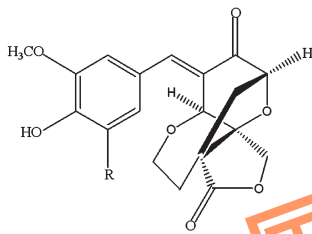


图5 黄花倒水莲中酚类化合物的母核结构

表5 黄花倒水莲中酚类化合物的名称及来源

编号	化合物名称	取代基团	来源	参考文献
47*	Polygalolide A	H	根茎	[15]
48*	Polygalolide B	OCH ₃	根茎	[15]

注: * 为从黄花倒水莲中分离得到的新化合物

十八烯-1,3,4-三醇。李进华等^[8]从黄花倒水莲根中分离得到豆甾-7,22-二烯-3-*O*- β -吡喃葡萄糖苷,其能降低高胆固醇摄入模型小鼠血清胆固醇(TC)和三酰甘油(TG)的含量,升高高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C),增强卵磷脂胆固醇酰基转移酶(LCAT)和脂酶活性。钟吉强等^[9]从黄花倒水莲根中分离得到阿魏酸和芥子酸。李药兰等^[13]从黄花倒水莲根中分离得到棕榈酸、对羟基苯甲醛、对羟基苯甲酸和原儿茶酸甲酯。此外,廖学焜等^[25]采用气相色谱和色谱-质谱联用法分析鉴定了黄花倒水莲种子油中的脂肪酸成分有癸酸、月桂酸、肉豆蔻酸、棕榈酸、硬脂酸、花生酸、油酸、11-廿碳烯酸等;其中11-廿碳烯酸含量高,占88.5%,在远志科植物中出现高含量的11-廿碳烯酸属首次报道。

2 药理活性

2.1 调血脂作用

陈新宇等^[26]在动物实验的基础上考察了自行研制的中药制剂黄花倒水莲口服液对原发性高脂血症患者的治疗作用,结果显示该制剂能降低原发性高脂血症患

者的TC、TG与低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)的含量,升高HDL-C的含量,且具有副作用较少、患者易于接受的优点。徐宏江等^[27]以食饵性高脂血症大鼠为模型研究黄花倒水莲总皂苷(PTS)的调脂作用时发现,PTS预防性给药和治疗性给药均能降低血清中TC、TG和丙二醛(MDA)的含量,且在治疗性给药时能升高HDL-C的含量和增强超氧化物歧化酶(SOD)的活性,表明PTS具有较好的调脂作用。李浩等^[28-29]分别以食饵性高脂血症家兔和鹌鹑为模型研究PTS的调脂作用时发现,预防性给予PTS能降低家兔血清中TC、TG、LDL-C及MDA的含量和肝组织中TC、TG含量,升高血清中的HDL-C含量和增强SOD活性,且呈剂量相关性;同时发现载脂蛋白A1(ApoA1)随HDL-C升高而升高,载脂蛋白B(ApoB)随LDL-C的减少而减少,表明PTS治疗性给药对鹌鹑的血脂也具有相同的调节作用。李浩等^[30]考察PTS对高分子右旋糖酐所致大鼠急性血瘀和食饵性高脂血症家兔血液流变性的影响时发现,PTS均能降低急性血瘀大鼠和食饵性高脂血症家兔的血液黏度和纤维蛋白原的含量,具有改善微循环的作用。李良东等^[31]研究黄花倒水莲水提醇沉上清液对正常小鼠的降血脂作用时发现,该提取液能显著降低小鼠血液中TC、TG、LDL-C的含量,升高血液中HDL-C含量。

李进华、Li H等^[8,22]研究发现,黄花倒水莲皂苷 Reinoside C 具有降低高胆固醇摄入模型小鼠TC和TG的含量,升高HDL-C含量、增加LCAT和脂酶活性的作用,还可抑制氧化型低密度脂蛋白(ox-LDL)诱导的人脐静脉内皮细胞血凝素样氧化型低密度脂蛋白受体mRNA和蛋白的表达,且呈剂量依赖性,提示其不仅具有降血脂的作用,而且可抑制动脉粥样硬化的发生和发展^[33]。在进一步对其抗动脉粥样硬化和再狭窄机制的研究中发现该化合物可能通过抑制细胞内活性氧(ROS)/核因子 κ B(NF- κ B)信号通路的激活来抑制非对称二甲基精氨酸(ADMA)诱导的单核细胞间黏附因子(sICAM-1)水平升高^[34],也可通过抑制烟酰胺腺嘌呤二核苷酸氧化酶-ROS-ERK1/2-NF- κ B-AP-1通路来减弱血管紧张素II诱导的血管平滑肌细胞的增殖作用和ox-LDL诱导的单核细胞-内皮细胞黏附^[35-36]。

2.2 抗凝作用

寇俊萍等^[37]采用高分子右旋糖酐致大鼠急性血瘀模型、家兔体外血小板聚集实验,研究了黄花倒水莲水提液的活血、抗炎作用。结果表明,黄花倒水莲水提液能降低血液黏度、扩张微血管、抑制炎症介质或炎症反应引起的血管通透性增加与抑制免疫炎症过程。寇俊萍等^[38]考察PTS对凝血系统和炎症血栓的影响时发现,PTS能延长体外家兔血浆复钙时间、纤维蛋白原凝固时间和部分凝血活酶时间;预先ig给予PTS能延长小鼠凝血时间,缩短角叉菜胶所致尾部形成血栓的长度,同

时抑制小鼠足跖肿胀。

2.3 抗衰老作用

范秀珍^[39]采用MDA-硫代巴比妥酸比色法研究了黄花倒水莲口服液对小鼠血清、肝、心肌中过氧化脂质含量的影响,结果显示其能显著降低肝、血清中过氧化脂质的含量,说明黄花倒水莲口服液具有一定的抗衰老作用。李萍等^[40]通过血液红细胞中SOD活力影响实验、抗疲劳实验以及免疫器官质量影响实验探索了黄花倒水莲水提液的抗衰老作用,结果表明其可提高小鼠血液红细胞中SOD的活力,说明黄花倒水莲水提液在一定程度上有抗疲劳作用,并对免疫功能也有一定改善作用。

2.4 抑制乙肝病毒及保肝作用

王伟华等^[41]采用酶联免疫吸附技术研究黄花倒水莲水煎液对乙型肝炎病毒表面抗原(HBsAg)的抑制作用,结果表明其水煎液对HBsAg具有抑制作用,且与接触时间、药物浓度呈正相关。郭继远等^[42]研究PTS对分别由四氯化碳、氨基半乳糖、酒精引起的小鼠肝损伤的防治作用时发现,PTS能降低四氯化碳、氨基半乳糖致肝损伤小鼠血清中天冬氨酸转氨酶(AST)与丙氨酸转氨酶的水平以及肝组织中MDA的含量;能降低酒精性脂肪肝小鼠血清中AST、TC、TG、MDA、LDL-C含量及肝组织中TC与TG含量,升高血清中SOD含量。可见,PTS对由四氯化碳与氨基半乳糖引起的急性肝损伤有治疗作用,且对酒精性脂肪肝有预防作用。

2.5 其他活性

除了以上药理活性外,黄花倒水莲还具有抗应激、增强免疫和防辐射等作用。秦华珍等^[23]通过小鼠游泳、耐常压缺氧、耐低温、耐高温实验考察了黄花倒水莲多糖(PADTP)的抗应激作用,结果显示其无明显抗疲劳作用,但能延长正常小鼠在缺氧、低温、高温条件下的生存时间。秦华珍等^[43]分别从单核吞噬细胞的吞噬功能、溶血素抗体生成和淋巴细胞转化等方面探讨了PADTP对正常小鼠免疫功能的影响,结果表明其能提高正常小鼠的非特异性免疫和特异性免疫,增强了免疫功能。李卫真^[44]采用间接免疫荧光法考察PTS对小鼠T细胞亚群与T细胞生长因子白细胞介素2(IL-2)生成水平的影响时发现,PTS能显著增加辅助性T细胞(Th)的数量和促进IL-2生成,提高Th与抑制性T细胞的比值。王晓平等^[45]以⁶⁰Co γ 射线辐射损伤小鼠模型为研究对象,分别从血象、免疫器官指数和脾细胞与骨髓细胞DNA损伤方面研究了黄花倒水莲提取物对小鼠辐射损伤的防护作用,结果表明其对辐射所致小鼠造血系统和免疫器官损伤具有一定的防护作用。寇俊萍等^[46]采用正弦波旋转所致家兔眩晕模型和手术破坏豚鼠内淋巴囊所致膜迷路积水模型考察了黄花倒水莲对梅尼埃病的治疗作用,结果显示其具有抗眩晕、改善膜迷路积水所致听力损害的作用。此外,化合物22、36、37在体外有一定的抗单纯疱

疹I型病毒和柯萨奇B3型病毒的活性^[13]。

3 结语

综上所述,黄花倒水莲中的化学成分有皂苷类、吡啶类、寡糖酯类、酚类等,具有调节血脂、抗凝、抗衰老、抑制乙肝病毒、保肝以及抗应激、增强免疫、防辐射等药理活性。

今后需要加强以下几方面的研究:(1)目前市场上供应的黄花倒水莲均为野生,由于民间应用广泛且不重视资源保护,加之生态环境的破坏,因此需要加强黄花倒水莲野生资源的保护与合理利用。首先,可尝试人工栽培;其次,在比较其茎叶与根中成分及其含量差异的基础上,尽可能开发利用其地上部分^[47];最后,应探索其不同产地、不同部位、不同生长期各化学成分含量变化的规律,在开发总皂苷的同时,也要对吡啶类及多糖类成分的药理活性作进一步研究^[48-50]。(2)当前对黄花倒水莲药理活性的研究大多停留在粗提物上,相关的作用机制研究较少。今后应针对其有效部位或有效成分进行更深入的作用机制研究。(3)多糖作为黄花倒水莲补益功效的有效成分之一,应加强对其提取纯化工艺、结构、分子量、单糖组成以及作用机制的研究。

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[M].北京:科学出版社,1997:142-196.
- [2] 谢万宗,范崔生,朱北仪.全国中草药汇编:上册[M].北京:人民卫生出版社,1996:791.
- [3] 陈秀香,梁定仁,黄宝山,等.广西靖西县传统药市壮药调查初报[J].中国中药杂志,1992,17(1):6-7,62.
- [4] 宋纬文,刘桂康.三明畲族常用滋补类植物药[J].中国民族民间医药杂志,2001(6):347-348.
- [5] 李玲,夏新华.均匀设计法优选黄花倒水莲总皂苷的提取工艺[J].中药材,2001,24(10):742-743.
- [6] Zhang D, Miyase T, Kuroyanagi M, et al. Nine new triterpene saponins, polygalasaponins XXXIII-XLI from the roots of *Polygala fallax* HEMSLE[J]. *Chem Pharm Bull*, 1996,44(11):2092-2099.
- [7] 徐康平,黄伟,谭健兵,等.黄花倒水莲降血脂活性成分研究[J].中药材,2006,29(1):16-19.
- [8] 李进华,李丽,王静蓉,等.黄花倒水莲化学成分研究Ⅱ[J].中国药科大学学报,2004,35(2):110-113.
- [9] 钟吉强,狄斌,冯锋.黄花倒水莲的化学成分[J].中草药,2009,40(6):844-846.
- [10] 朱丹妮,李丽,朱瑶俊,等.黄花倒水莲化学成分研究[J].中国药科大学学报,2003,34(3):222-224.
- [11] 姜勇,屠鹏飞.远志属植物中吡啶类化合物的结构特征和谱学规律[J].北京大学学报(医学版),2004,36(1):94-98.
- [12] El-Seedi HR, El-Ghorab DM, El-Barbary MA, et al. Naturally occurring xanthenes: latest investigations: isolation, structure elucidation and chemosystematic significance[J]. *Curr Med Chem*, 2009,16(20):2581-2626.

- [13] 李药兰,戴杰,黄伟欢,等.黄花倒水莲化学成分及其抗病毒活性研究[J].中草药,2009,40(3):345-348.
- [14] 林黎琳,黄铎,陈四保,等.黄花倒水莲的化学成分及抗氧化活性研究[J].中国中药杂志,2005,30(11):827-830.
- [15] Ma W, Wei X, Ling T, *et al.* New phenolics from *Polygala fallax*[J]. *J Nat Prod*, 2003, 66(3): 441-443.
- [16] 黄朝辉,徐康平,曾光尧,等.黄花倒水莲的化学成分研究[J].中草药,2004,35(4):381-382.
- [17] 黄朝辉,徐康平,周应军,等.黄花倒水莲的一个新吡啶酮[J].药学报,2004,39(9):752-754.
- [18] 黄朝辉,徐康平,周应军,等.黄花倒水莲化学成分研究[J].天然产物研究与开发,2005,17(3):298-300.
- [19] Jr KL, de Andrade SF, Cechinel FV. A pharmacognostic approach to the *Polygala* genus: phytochemical and pharmacological aspects[J]. *Chem Biodivers*, 2012, 9(2): 181-209.
- [20] 杨学东,张丽杰,梁波,等.远志科植物中的寡糖酯类成分[J].中草药,2002,33(10):954-958.
- [21] Zhang D, Miyase T, Kuroyanagi M, *et al.* Oligosaccharide polyesters from roots of *Polygala fallax*[J]. *Phytochemistry*, 1997, 45(4): 733-741.
- [22] 秦华珍,夏新华,李钟文.黄花倒水莲多糖的抗应激作用[J].广西中医药,1996,19(3):52-54.
- [23] 秦华珍.黄花倒水莲多糖对小鼠免疫功能的影响[J].广西中医学院学报,1998,15(1):65-67.
- [24] 秦华珍,夏新华.黄花倒水莲多糖的提取与毒理学研究[J].基层中药杂志,1998,12(2):51.
- [25] 廖学焜,王会平,李宝灵.富含11-廿碳烯酸的黄花倒水莲种子油[J].热带亚热带植物学报,1998,6(4):362-364.
- [26] 陈新宇,黄胜光,杨春华,等.黄花倒水莲对高血脂症患者高、低密度脂蛋白等的影响[J].湖南中医学院学报,1999,19(3):33-34.
- [27] 徐宏江,王秋娟,朱丹妮.黄花倒水莲总皂苷的调脂作用[J].中国药科大学学报,2003,34(6):554-557.
- [28] 李浩,王秋娟,吴锦慧,等.黄花倒水莲总苷预防性给药对高血脂症家兔的调脂作用[J].中国天然药物,2004,2(2):115-118.
- [29] 李浩,王秋娟,袁林,等.黄花倒水莲总皂苷对鹌鹑高血脂症模型的调脂作用[J].中国天然药物,2007,5(4):289-292.
- [30] 李浩,王秋娟,朱丹妮.黄花倒水莲总苷对血瘀大鼠和高血脂症家兔血液流变学指标的影响[J].中国实验方剂学杂志,2007,13(11):21-23.
- [31] 李良东,李洪亮,范小娜,等.黄花倒水莲提取物抗血脂作用的研究[J].时珍国医国药,2008,19(3):650.
- [32] Li H, Wang QJ, Zhu DN, *et al.* Reinoside C, a triterpene saponin of *Polygala aureocauda* Dunn, exerts hypolipidemic effect on hyperlipidemic mice[J]. *Phytother Res*, 2008, 22(2): 159-164.
- [33] 柏勇平,张国刚,石端正,等.黄花倒水莲皂苷C抑制ox-LDL诱导的LOX-1的表达[J].中南大学学报(医学版),2006,31(5):659-662.
- [34] 傅琼美,柏勇平,石端正,等.黄花倒水莲皂苷C抑制非对称二甲基精氨酸诱导的细胞间黏附因子表达及其机制[J].中华老年医学杂志,2009,28(1):66-69.
- [35] Bai YP, Hu CP, Chen MF, *et al.* Inhibitory effect of reinoside C on monocyte-endothelial cell adhesion induced by oxidized low-density lipoprotein via inhibiting NADPH oxidase/ROS/NF- κ B pathway[J]. *Naunyn-Schmied Arch Pharmacol*, 2009, 380(5): 399-406.
- [36] Hong D, Bai YP, Shi RZ, *et al.* Inhibitory effect of reinoside C on vascular smooth muscle cells proliferation induced by angiotensin II via inhibiting NADPH oxidase-ROS-ERK1/2-NF- κ B-AP-1 pathway[J]. *Pharmazie*, 2014, 69(9):698-703.
- [37] 寇俊萍,李景峰,闫瑾,等.黄花倒水莲总皂苷对凝血系统及血栓形成的影响[J].中国药科大学学报,2003,34(3):257-260.
- [38] 寇俊萍,马仁强,朱丹妮,等.黄花倒水莲水提液的活血、抗炎作用研究[J].中药材,2003,26(4):268-271.
- [39] 范秀珍.黄花倒水莲口服液抗过氧化脂质的测定[J].中西医结合心脑血管病杂志,1998,14(2):35-36.
- [40] 李萍,钟鸣,邱翠娥.黄花参抗衰老作用的初步探讨[J].云南中医中药杂志,1995,16(4):13-15.
- [41] 王伟华,褚裕义,刘伟士,等.黄花倒水莲对乙肝病毒体外抑制作用的初步观察[J].湖南中医药导报,1996,2(6):31-32.
- [42] 郭继远,王秋娟,吴锦慧,等.黄花倒水莲总皂苷对动物实验性肝损伤的保护作用[J].中国天然药物,2006,4(4):303-307.
- [43] 秦华珍,夏新华,李钟文.黄花倒水莲多糖对正常小鼠免疫功能的影响[J].中药材,1998,21(9):467-469.
- [44] 李卫真.黄花倒水莲总皂苷对小鼠T细胞亚群和IL-2的影响[J].中国中药杂志,2002,27(3):219-221.
- [45] 王晓平,黄翔,赵仕花.黄花倒水莲对辐射损伤小鼠防护作用的研究[J].中国实验方剂学杂志,2013,19(19):234-237.
- [46] 寇俊萍,马仁强,朱丹妮,等.黄花倒水莲对梅尼埃病症状模型和病理模型的影响[J].中国民族民间医药杂志,2003(4):218-220,248.
- [47] 徐宏江,徐增莱,朱丹妮.广西黄花倒水莲资源调查及总皂苷含量比较[J].植物资源与环境学报,2003,12(1):47-49.
- [48] 鄢紫红,郑可利,王铮敏,等.黄花倒水莲中远志皂苷提取工艺研究[J].三明学院学报,2009,26(2):185-188.
- [49] 盛家荣,王定培,叶雪宁,等.黄花倒水莲多糖提取的最佳脱脂工艺[J].广西师范学院学报(自然科学版),2010,27(1):49-52.
- [50] 鄢紫红,郑可利,王铮敏,等.超声波法提取黄花倒水莲总吡啶酮工艺研究[J].宝鸡文理学院学报(自然科学版),2010,30(4):60-65.

(收稿日期:2016-08-24 修回日期:2016-12-07)

(编辑:余庆华)