

藏药绿萝花的化学成分与药理活性研究进展[△]

宝艳儒^{1*}, 杨洋², 许丹丹³, 解生旭¹, 刘悦¹, 徐雅娟^{1#} (1. 吉林省中医药科学院, 长春 130021; 2. 吉林农业大学, 长春 130118; 3. 长春中医药大学, 长春 130117)

中图分类号 R284; R285 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2019)02-0277-05
DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2019.02.28

摘要 目的: 了解藏药绿萝花的化学成分与药理活性的研究进展, 为其深入研究及资源开发利用提供参考。方法: 以“绿萝花”“化学成分”“药理作用”“生物活性”“*Edgeworthia gardneri* Wall. Meisn.”“Chemical constituent”“Pharmacological activity”“Biological activity”等为关键词, 通过中国知网、谷歌学术、PubMed等数据平台对2006年—2018年4月发表的文献进行组合查询, 对所有关于绿萝花化学成分与药理活性的研究文献进行归纳总结。结果与结论: 检索获得相关文献61篇, 其中有效文献29篇。目前研究表明, 绿萝花主要含有黄酮类、香豆素类、苯丙素类、三萜类、挥发油类等成分, 此外还含有微量元素、多糖类及其他类等成分。绿萝花具有多种生理活性, 主要包括降糖、降脂、免疫调节、抗氧化、抗肿瘤等药理作用, 但如降糖机制等层面的研究较为浅显。目前绿萝花仍属于地方用药, 国内外相关研究相对偏少。从绿萝花中分离得到的化合物仅有53个, 其所含有的其他化学成分还有待进行分离、纯化、鉴定等研究; 对其药理作用的研究也主要集中在粗提物水平和小极性组分方面。今后的研究方向可更多集中在绿萝花中极性较大的活性物质及其药理作用方面, 同时应对其作用机制进行更深入的探讨。

关键词 绿萝花; 化学成分; 药理活性; 黄酮类; 香豆素类; 降糖; 降脂

藏药绿萝花为瑞香科结香属植物滇结香(*Edgeworthia gardneri* Wall. Meisn.)的干燥花蕾, 别名马蹄金、石柑子、黄金葛^[1]。该原植物产于西藏及喜马拉雅山脉, 是西藏特有的草本植物, 每年7—8月开花, 花期40天左右; 其花蕾呈松球状, 表面披覆一层淡绿色茸毛, 具有浓烈的芳香气味, 是西藏民间广泛使用的中药材, 药用历史悠久, 最早记载于《藏医养身图说》中^[4]。绿萝花药性微寒, 主治糖尿病、冠心病、高血压、高血脂、血管炎、脉管炎等症^[2-6]。尽管国内外学者对绿萝花的化学成分、药理作用进行了相关研究, 并发现了一系列新化合物, 但到目前为止, 对其降糖、降脂的研究多停留在粗提物阶段, 具体机制不明确。基于此, 笔者以“绿萝花”“化学成分”“药理作用”“生物活性”“*Edgeworthia gardneri* Wall. Meisn.”“Chemical constituent”“Pharmacological activity”“Biological activity”等为关键词, 通过中国知网、谷歌学术、PubMed等数据平台对2006年—2018年4月发表的文献进行组合查询。结果, 共获得相关文献61篇, 其中有效文献29篇。本文就近年来绿萝花的化学成分和药理作用的研究进展进行归纳总结, 为深入研究绿萝花并进一步合理开发利用其资源提供参考。

1 化学成分

绿萝花主要含有黄酮类、香豆素类、苯丙素类、三萜类、挥发油类等成分, 此外还含有微量元素、多糖类及其

他类等成分。

1.1 黄酮类

结合文献报道研究表明, 黄酮类化合物是绿萝花重要的药效成分。陈家鹏^[2]通过正交试验优化绿萝花中黄酮类化合物的提取方法, 能使黄酮提取率达到0.976%~0.994%。杨小军等^[3]采取响应面法优化超声辅助提取法, 使绿萝花中黄酮类化合物的提取率达到2.130%。绿萝花中含多种黄酮、黄酮苷以及黄酮类化合物, 其中银锻苷(**1**)为绿萝花中主要的黄酮类成分^[4]。此外, 国内外学者还从绿萝花中分离得到了其他一系列黄酮类化合物, 分别为Kaempferol-3-*O*- β -D-(6'-*O*-trans-feruloyl)-glycopyranoside (**2**)、Helichryoside (**3**)、Quercetin-3-*O*-(6'-feruloyl)-*O*- β -D-glycopyranoside (**4**)、山柰酚(**5**)、槲皮素(**6**)、异槲皮素(**7**)、山柰酚-3-*O*- β -D-葡萄糖苷(**8**)、芦丁(**9**)、山柰酚-3-*O*- β -D-芸香糖苷(**10**)、Kaempferol-3-*O*-[2-glycopyranosyl-(1 \rightarrow 6)]-rhamnopyranosyl]- β -D-glycopyranoside (**11**)、Kaempferol-3-*O*-[2-glycopyranosyl(1 \rightarrow 3)-rhamnopyranosyl]- β -D-glycopyranoside (**12**)、7-hydroxy-4'-menthoxy flavone (**13**)^[5-9]。绿萝花中主要的黄酮类化合物结构见图1。

1.2 香豆素类

绿萝花中含有的香豆素主要有以下三大类: 单倍体香豆素及相关化合物类, 如结香酸(**14**)、7-羟基香豆素(**15**)、瑞香素(**16**)、8-[3-(2,4-对苯二酚)-丙酸甲酯]-香豆素-7- β -D-glucoside (**17**)、甲基3-[2-羟基-4-*O*-(7-羟基香豆素)苯基]丙酸(**18**)、结香酸-7-*O*- β -D-葡萄糖苷(**19**)^[5-6], 其中化合物**18**、**19**为新化合物; 二倍体香豆素

[△] 基金项目: 吉林省科技发展计划项目(No.20160101333JC)

* 药师, 博士。研究方向: 中药化学。电话: 0431-86058689。E-mail: 024baoyanru@163.com

通信作者: 主任药师, 教授, 博士。研究方向: 中药化学与分析。电话: 0431-86058689。E-mail: 1045758849@qq.com

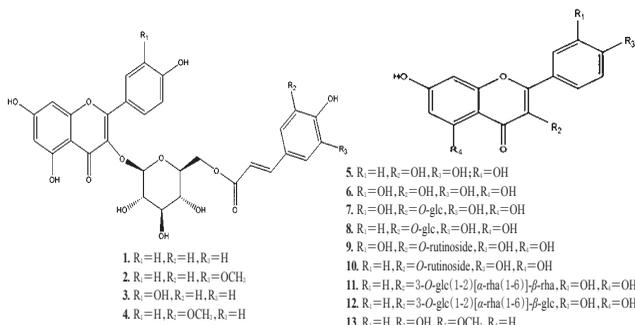


图1 绿萝花中黄酮类化合物结构

及相关化合物类,如 Edgeworin(20)、Daphnoretin(21)、Edgeworthin(22)、Edgeworoside C(23)、Rutamontine(24)、Daphnoretin-5-O-β-D-glucopyranosyl-(1→2)-β-D-glucopyranoside(25)^[7,10-11],其中化合物25为新化合物;三倍体香豆素类,如 Edgeworoside A(26)^[11]。绿萝花中香豆素类化合物结构见图2。

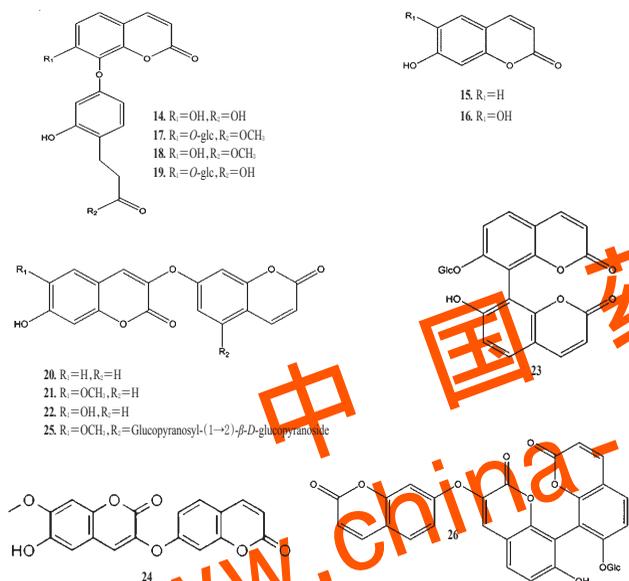


图2 绿萝花中香豆素类化合物结构

1.3 苯丙素类

绿萝花中还含有许多苯丙素类化合物,其中主要以单倍体形式存在,如阿魏酸(27)、Trans-p-hydroxycinnamic acid(28)、咖啡酸(29)、3-(3,4-dihydroxyphenyl)-2-propenoic acid methylester(30)、紫丁香苷(31)、松柏苷(32)、Zingerone-4-O-β-D-glucopyranoside(33)、Theroguaiacyl glycerol-8-O-β-D-glycopyranoside(34)、Theroguaiacyl glycerol-3-(3,4-dihydroxy-phenyl)-E-acrylic acid(35)^[8-9];此外,还有一些二聚体形式的化合物,如3-(3,4-dihydroxy-phenyl)-E-acrylic acid 1-(3,4-dihydroxyphenyl)-2-methoxycarbonyl-ethyl ester(36)、(+)-lariciresinol(37)、(-)-secoisolariciresinol(38)^[6]。绿萝花中苯丙素类化合物结构见图3。

1.4 三萜类

太志刚^[8]从绿萝花中分离得到5个三萜皂苷,分别

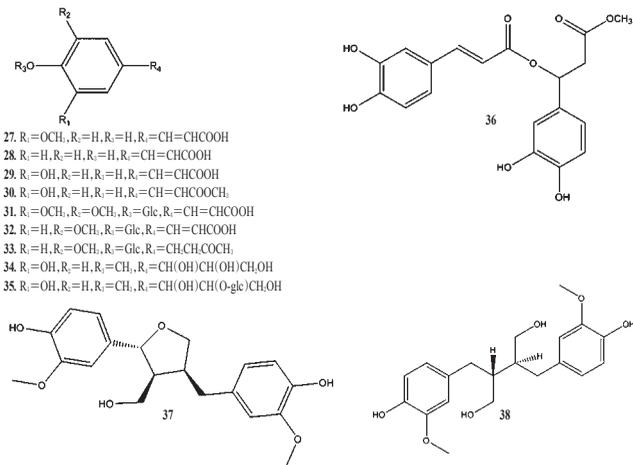


图3 绿萝花中苯丙素类化合物结构

为3β-hydroxy-28-norurs-12-ene(39)、3β,17β-dihydroxy-12,13-epoxy-28-norursane(40)、28-aldehyde-12-ursene-3β-ol(41)、3-O-β-D-glucuronopyranosyl pomolic acid-28-O-β-D-glucuronopyranosyl ester(42)、3-O-α-L-arabinopyranosyl-20-19,24-dihydroxyursolic acid(43)。绿萝花中三萜类化合物结构见图4。



图4 绿萝花中三萜类化合物结构

1.5 挥发油

韩亮等^[12]采用水蒸气蒸馏法从绿萝花中共分离出27种挥发性成分,分别为6-丙基-十三烷、六氯乙烷、癸酸、正十七烷、月桂醛、十六烷、棕榈醛、十三烷酸、十四烷酸、十八烷、十六酸、十六酸乙酯、1-1,5-二甲基-4-己烯基-4-甲基苯、9,12-十八烷二烯酸甲酯、14-甲基-甲酯十五酸、氨基甲酸-2-甲氧-N-[2(2-噻唑啉)]甲酯十四烷酸、邻硝基甲苯-α,α-二醇双乙酸钠、间苯二甲酸二丁酯、2-甲基-1,2-苯二甲酸丁酯、邻苯二甲酸二丁酯、亚油酸乙酯、9,12,15-十八烷三烯酸乙酯、2-亚麻酸单甘油酯、二十八烷、十五酸、2-苯基-3-azahepta-3,5-二烯-4-甲基-8-羟基-喹啉等。其中,相对百分含量较高的组分为十四烷酸、9,12-十八烷二烯酸甲酯、邻苯二甲酸二丁酯。

1.6 微量元素

魏永生^[13]采用湿法微波消解法,利用全谱直读电感耦合等离子原子发射光谱法,分析测定出西藏绿萝花中含有16种矿质元素,分别为K、P、Ca、Mg、S、Al、Si、Fe、Na、Mn、Zn、Sr、B、Ba、Cu、Ti等。除Ti元素外,其余15种元素质量分数测定结果的RSD都在4%以内;加样回收率在90.3%~110.9%之间,其中10种元素的加样回收率在(100±5)%范围内。李文茂^[14]采用浓硝酸-过氧化氢消解绿萝花,分别通过原子吸收法(AAS)和电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)测定绿萝花中微量金属元素。两种方法测定结果均显示,绿萝花中各元素含量由高到低依次为Mg、K、Ca、Na、Mn、Zn、Cu;且两种方法均未检测到V、Cr、Fe、Go、Ni、Ag、Cd、Hg等元素。

1.7 多糖类

绿萝花水溶性多糖作为绿萝花的重要组成部分,其活性逐渐被广大学者所认识。文献查阅结果表明,绿萝花多糖具有如抗肿瘤、降糖、免疫抑制等药理活性,但其多糖类成分具体组成的研究鲜有报道,只有一些提取工艺的研究。如张发莲^[15]以紫外分光光度法测得的总多糖含量作为考察指标,通过正交试验筛选出影响绿萝花多糖提取效果的主次因素依次为浸提温度、浸提时间、料液比、浸提次数;得到的最佳工艺条件为浸提温度95℃、浸提时间240min、料液比1:60(m/V)、浸提3次,以该工艺所得总多糖的提取率为9.363%。陈家鹏^[16]应用超声提取法提取、紫外分光光度法测定,得绿萝花还原糖总含量为1.486%。孙翠翠等^[16]采用响应面法,以料液比、提取温度、提取时间为变量,最终确定绿萝花多糖最佳提取条件为料液比1:20、提取温度50℃、提取时间4h,以该条件所得多糖的提取率可达8.82%。

1.8 其他类

学者从绿萝花中还分离得到了一些其他类化合物,分别为1-phenyl-2,3-butanediol-3-O-β-D-glucopyranoside(44)、2-hydroxy-5-(2-hydroxyethyl)phenyl-β-D-glucopyranoside-1-(3,4-dihydroxy-phenyl)-2-methoxycarbonyl-ethyl ester(45)、儿茶酚(46)、没食子酸(47)、腺苷(48)、姜油酮糖苷(49)、Pentadecanoic acid(50)、β-谷甾醇(51)、β-胡萝卜甾醇(52)^[5,8]。绿萝花中其他类化合物结构见图5。

2 药理活性

作为一种民间藏药,绿萝花具有很长的用药历史,当地藏民通过泡水饮用的方式来预防和治疗糖尿病、高血脂、高血压以及脉管炎等慢性疾病。现代药理研究表明,绿萝花具有降糖、降脂、抗氧化、免疫调节、抗肿瘤等药理活性。

2.1 降糖

目前对绿萝花降糖活性的研究主要包括整体动物

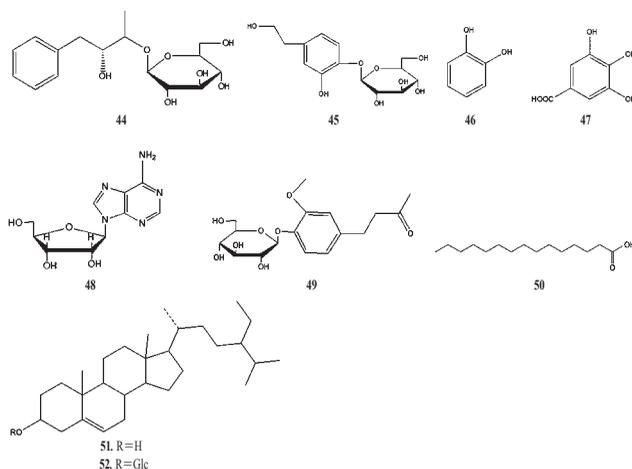


图5 绿萝花中其他类化合物结构

实验、α-葡萄糖苷酶抑制试验以及过氧化物酶体增殖剂激活受体(PPARs)试验等几个方面。在整体动物实验方面,罗小文等^[17]分别对四氧嘧啶、肾上腺素或高浓度葡萄糖诱导的高血糖模型小鼠灌胃绿萝花不同部位提取物,结果显示绿萝花乙酸乙酯部位对不同建模方法的糖尿病模型动物的空腹血糖均表现出一定的下调作用,但对正常小鼠无影响。韩金涛等^[10]研究绿萝花水提取物干膏制剂对正常小鼠糖耐量的影响,结果发现绿萝花水提取物各剂量组小鼠在连续给药5天后,机体对糖耐受的能力均有所增强,且高、中剂量绿萝花水提取物与阳性药物盐酸二甲双胍片的效果相当。张晓英等^[18]以SD大鼠为对象,通过腹腔注射链脲佐菌素(STZ)并长期给予高糖饲料诱导形成稳定的1型糖尿病模型,同时给予绿萝花提取物的石油醚萃取部位进行干预。结果显示,与模型组大鼠相比,经绿萝花提取物的石油醚萃取部位干预后,各给药组大鼠血糖、糖化血红蛋白、尿糖水平降低,同时可使三酰甘油及胆固醇水平明显降低,且呈剂量依赖性。此外,绿萝花提取物的石油醚萃取部位还可使模型大鼠血肌酐、血尿素氮、尿N-乙酰-β-D-葡萄糖苷酶水平显著下降,使炎症介质IL-6的水平也明显降低。肾脏病理切片结果显示,与模型组相比,绿萝花提取物的石油醚萃取部位各剂量组大鼠的肾小球损伤程度减轻,肾小管肿胀现象好转。免疫组化结果显示,模型组大鼠肾组织转化生长因子β(TGF-β)过度表达;而给予绿萝花提取物的石油醚萃取部位干预后,大鼠肾组织TGF-β表达水平明显降低,表明其对肾组织具有保护作用。

在α-葡萄糖苷酶抑制试验方面,朱海雯^[19]研究发现,绿萝花提取物的乙酸乙酯、正丁醇萃取部位,尤其是乙酸乙酯萃取部位,能很好地抑制体外α-葡萄糖苷酶的活性。同时,分离得到10个化合物,其中的结香苷C、银锻苷、Helichryoside、咖啡酸乙酯和去甲基丁香色原酮均能抑制α-葡萄糖苷酶活性。此外,对银锻苷的酶抑制动力学进行了考察,确定该化合物对酶的抑制作用类型为

混合型:当药物浓度为12.50 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 时,其酶抑制类型为反竞争性抑制;当药物浓度高于12.50 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 时,其酶抑制类型为非竞争性抑制。该结果与竺琴等^[19]的研究结果一致。Ma YY等^[6]研究发现,绿萝花中单体化合物Edgeworin对 α -葡萄糖苷酶具有抑制活性,其半数抑制浓度(IC_{50})为18.7 $\mu\text{g}/\text{mL}$,酶抑制类型为非竞争性抑制。

PPARs可有效地调控脂肪酸氧化、脂肪细胞分化以及胰岛素的敏感性,其亚型包括PPAR γ 、PPAR β 等^[20]。Gao D等^[21]研究发现,绿萝花环己烷、乙酸乙酯、正丁醇提取物能明显地激活PPAR γ 与PPAR β ,而且乙酸乙酯提取物活性更强;同时,对从乙酸乙酯提取物中分离得到的单体化合物进行活性筛选,结果显示Umbelliferone和Pentadecanoic acid能同时激活PPAR γ 、PPAR β ,这与Xia ZN等^[22]的研究结果一致。

绿萝花在降糖方面的效果十分显著,但多数研究只停留在粗提物水平,缺乏进一步的深入研究,而且不同学者研究发现的活性部位并不一致。中药发挥降糖效果是多种成分协同作用的结果,而糖尿病发病机制比较复杂,所以推测绿萝花的降糖作用可能是通过多种成分的协同作用来实现的。

2.2 降脂

Gao D等^[23]研究发现,绿萝花乙酸乙酯提取物能减少脂质以及三酰甘油的累积,能下调与脂肪累积相关的转化因子PPAR γ 与重组人CCAAT增强子结合蛋白(C/EBP α)水平,同时还能提高腺苷酸激活蛋白激酶(AMPK)和乙酰辅酶A羧化酶(ACC)的磷酸化水平。AMPK和ACC在磷酸化后会失去活性,从而使丙二酰辅酶A的合成减少,激活肉碱棕榈酰转移酶1(CPT1)相应地促进长链酰辅酶A的氧化,进而减少脂质在外周组织的沉积、增强脂肪酸的氧化。有动物实验研究通过饲喂高脂乳剂创建大鼠高血脂模型,并对模型大鼠灌服绿萝花水提物(50 g/kg),结果显示绿萝花水提物的干预能降低模型大鼠血清总胆固醇(TC)含量,抑制血清低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)水平上升,使高脂血症低下的抗动脉硬化指数(AAI)趋于正常,从而达到治疗高脂血症的目的^[24]。糖尿病患者通常都会伴随血脂异常,而血脂异常容易导致大血管病变,后者是引发心脏病的原因^[25]。张晓英等^[18]对1型糖尿病模型大鼠给予绿萝花提取物石油醚萃取部位干预后,不仅使模型大鼠的血糖、糖化血红蛋白、尿糖水平降低,而且同时使其三酰甘油及胆固醇水平也明显降低。

很多中药兼具降糖和降脂活性,相关机制研究也表明有两种药理活性的作用位点有一定重叠,比如转化因子PPAR γ 。而现在高血糖患者多有高血脂并发症,因此将绿萝花开发成同时降脂和降糖的药物可能具有较大

潜力。

2.3 免疫调节

绿萝花除了具有降糖、降脂活性外,还具有一定的免疫调节活性。杨荣等^[26-27]研究发现,低剂量绿萝花水提物能增强小鼠腹腔巨噬细胞的吞噬指数,具有促进小鼠新城疫(ND)血清抗体产生及外周血淋巴细胞增殖的作用;低、中剂量绿萝花水提物能增强小鼠免疫功能。进一步通过用刀豆蛋白A(ConA)诱导小鼠淋巴细胞转化试验、血凝和血凝抑制试验及巨噬细胞吞噬试验证明,绿萝花水提干膏制剂能明显提高小鼠腹腔巨噬细胞吞噬指数、促进小鼠外周血淋巴细胞增殖能力,从而具有增强机体免疫功能的作用。

2.4 抗氧化

孙翠翠等^[28]以衰老模型小鼠为研究对象,通过检测模型小鼠脏器中超氧化物歧化酶(SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)、过氧化氢酶(CAT)及丙二醛(MDA)、总抗氧化能力(T-AOC)等多种氧化应激指标来考察不同剂量绿萝花提取物的抗氧化作用。结果表明,绿萝花低剂量提取物能提高小鼠的血清SOD活性,高剂量提取物能显著降低小鼠血清MDA含量。太志刚^[8]对绿萝花各提取部位及分离得到的单体化合物进行自由基清除能力试验(DPPH法),结果显示绿萝花乙酸乙酯提取物的抗氧化活性强于正丁醇或石油醚提取物。

2.5 抗肿瘤

杨荣等^[26]以5种体癌细胞(A549、HepG2、SGC7901、MM-A375、SHEP1)为研究对象,结果发现绿萝花水煎干膏制剂在体外能通过抑制人胃癌SGC7901细胞增殖和诱导细胞凋亡而具有抗肿瘤作用。孙翠翠等^[29]通过CCK-8法、AO/EB染色法和Annexin V/PI双染色+流式细胞术法考察绿萝花水溶性多糖诱导腹水瘤S-180细胞、肝癌HepAl-6细胞和白血病L1210细胞凋亡的作用,结果显示不同剂量绿萝花水溶性多糖均具有诱导S-180细胞凋亡的作用,均可上调其早期和晚期凋亡率;其中尤以1 000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 剂量的作用效果最强,可使细胞凋亡率达到26.60%,且优于阳性药物5-氟尿嘧啶(20.54%)。研究者推测,绿萝花水溶性多糖主要使S-180细胞阻滞于细胞周期的S期,阻滞或抑制S-180细胞DNA合成,从而起到诱导细胞凋亡的作用,表现出抗肿瘤活性。

过往研究多集中于绿萝花的中小极性组分,而很少有对其极性较大的多糖部位进行研究。多糖作为植物中的重要组分,具有多种生物活性。今后研究工作中可对绿萝花中多糖类等大极性组分进行更多、更深入的研究,以便挖掘更多的药理活性应用于临床。

3 结语

绿萝花虽然含有多种化学成分,药理活性也十分多样,但在临床上应用还是相对较少,其应用主要集中在西藏地区,在我国尚属地方用药,而且目前国内外关于绿萝花的研究也很有限。经对检索获得的有效文献进行总结可知,到目前为止绿萝花中分离得到的化合物仅有53个,所以还有待对其他化学成分进行进一步分离、纯化、鉴定等研究。对绿萝花药理作用的研究则主要集中在粗提物水平和小极性组分方面,其作用机制的研究水平也较为浅显。今后希望能有更多的科研工作者对绿萝花中极性较大的活性物质进行研究,发掘出更多的药理作用,同时对其作用机制进行深入研究,从而为民族药的广泛应用提供理论基础。

参考文献

[1] 黄福开.藏医养生图说[M].北京:人民卫生出版社,2006:153.

[2] 陈家鹏.西藏藏药绿萝花中黄酮和还原糖含量测定研究[J].中国民族民间医药,2010,19(13):2-3.

[3] 杨小军,丁永辉.响应面法优化藏药绿萝花总黄酮的超声波辅助提取工艺[J].中国药房,2015,26(25):3565-3576.

[4] 朱海雯.藏药绿萝花的化学成分和 α -葡萄糖苷酶抑制活性研究[D].重庆:重庆大学,2015.

[5] XU P, XIA ZN, LIN YX. Chemical constituents from *Edgeworthia gardneri* (Thymelaeaceae) [J]. *Biochem Syst Ecol*, 2012. DOI:10.1016/j.bse.2012.07.031.

[6] MA YY, ZHAO DG, ZHOU AY. α -Glucosidase inhibition and antihyperglycemic activity of phenolics from the flowers of *Edgeworthia gardneri* [J]. *J Agric Food Chem*, 2015, 63(37):8162-8169.

[7] GAO Z, MALONEY DJ, DEDKOVA LM. Inhibitor of DNA polymerase β : activity and mechanism [J]. *Bioorg Med Chem*, 2008, 16(8):4331-4340.

[8] 太志刚.4种花卉的化学成分及抗氧化活性研究[D].昆明:云南大学,2011.

[9] 周爱玉.藏药绿萝花化学成分及降糖生物活性的研究[D].广州:广东工业大学,2016.

[10] 韩金潭,刘群,孙翠翠,等.不同剂量绿萝花对组织器官抗氧化能力的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2015(11):24-28.

[11] ZHAO DG, ZHOU AY, DU ZY, et al. Coumarins with α -glucosidase and α -amylase inhibitory activities from the flower of *Edgeworthia gardneri* [J]. *Fitoterapia*, 2015. DOI:10.1016/j.fitote.2015.10.012.

[12] 韩亮,郭晓玲,冯毅凡,等.藏药绿萝花挥发性成分GC-MS分析[J].中国民族民间医药,2009,18(9):148-150.

[13] 魏永生.西藏绿萝花中矿质元素的分析测定[J].林产化学

与工业,2013,33(1):102-106.

[14] 李文茂.藏药材绿萝花主要活性成分的提取与研究[D].西宁:青海师范大学,2013.

[15] 张发莲.藏药材绿萝花中总多糖的提取工艺研究[J].盐业与化工,2015,44(1):11-13.

[16] 孙翠翠,程江,唐棣.藏药绿萝花水溶性多糖提取工艺的研究[J].黑龙江畜牧兽医,2017(4):208-213.

[17] 罗小文,顾健,张娥,等.藏药绿萝花不同活性部位降血糖实验研究[J].中药材,2012,35(4):612-614.

[18] 张晓英,张致英,贺学,等.西藏绿萝花石油醚提取物对STZ糖尿病大鼠糖脂代谢及糖尿病肾病的影响[J].中药药理与临床,2015,31(1):129-133.

[19] 竺琴,张焜,杜志云,等.西藏绿萝花提取物对 α -葡萄糖苷酶的抑制及抗氧化作用[J].中药材,2009,32(1):89-92.

[20] 张晓英.藏药绿萝花药理作用研究进展[J].中国民族医药杂志,2017,26(2):51-53.

[21] GAO D, ZHANG YL, XU P, et al. In vitro evaluation of dual agonists for PPAR γ/β from the flower of *Edgeworthia gardneri* (Wall.) Meisn. [J]. *J Ethnopharmacol*, 2015. DOI:10.1016/j.jep.2014.12.034.

[22] XIA ZN, LIN YX, GUO LX, et al. Development of a cell-based high-throughput peroxisome proliferator-activated receptors (PPARs) screening model and its application for evaluation of the extracts from *Rhizoma coptidis* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2013, 15(3):225-234.

[23] GAO D, ZHANG YL, YANG FQ, et al. The flower of *Edgeworthia gardneri* (Wall.) Meisn. suppresses adipogenesis through modulation of the AMPK pathway in 3T3-L1 adipocytes [J]. *J Ethnopharmacol*, 2016. DOI:10.1016/j.jep.2016.06.059.

[24] 王赛,刘群,韩金潭,等.绿萝花对高血脂大鼠的影响[J].中药药理与临床,2014,30(4):84-88.

[25] 陈少华,冯丽,张伟,等.阿卡波糖对2型糖尿病合并高血脂患者餐后血脂的影响[J].中华全科医师杂志,2006,5(5):316-317.

[26] 杨荣,刘群,康莲莲,等.藏药绿萝花水提物对小鼠免疫功能的影响[J].西南民族大学学报(自然科学版),2015,41(3):305-309.

[27] 杨荣,刘群,康莲莲,等.藏药绿萝花体外抑制肿瘤细胞生长的实验研究[J].中成药,2015,37(9):2061-2065.

[28] 孙翠翠,康莲莲,王赛,等.藏药绿萝花抗氧化作用实验研究[J].中兽医医药杂志,2015,35(5):18-23.

[29] 孙翠翠,朱子凤,刘群.绿萝花水溶性多糖体外抗肿瘤的实验研究[J].西南民族大学学报(自然科学版),2017,43(3):268-275.

(收稿日期:2018-04-28 修回日期:2018-11-24)

(编辑:段思怡)