

蓝盆花属植物化学成分及药理作用研究进展

苏达毕力格¹, 何陈林¹, 朝格巴达拉夫¹, 其日格尔¹, 敖敦格日乐¹, 拉喜那木吉拉^{1,2*} [1. 内蒙古民族大学蒙医药学院, 通辽 028000; 2. 国家药监局中药(蒙药)质量控制重点实验室, 通辽 028000]

摘要: 蓝盆花属植物隶属于川续断科(Dipsacaceae), 全世界约 100 种, 分布于欧洲、亚洲、非洲南部和西部, 中国有 9 种 2 变种, 产东北、华北、西北及台湾等地。植物化学研究发现其主要成分为黄酮类、酚酸类、萜类和香豆素类等; 现代药理研究表明其具有抗肝纤维化、抗氧化、抗肿瘤和抗菌等多种药理活性。蓝盆花属植物大多数在国内外广泛作为民族传统用药, 潜在药用价值较大。本研究综述了国内外蓝盆花属植物的化学成分及药理作用研究进展, 以期为该属植物的进一步研究与开发利用提供科学依据和参考。

关键词: 蓝盆花属; 化学成分; 药理活性; 研究进展

中图分类号: R284.1 文献标志码: A 文章编号: 1007-7693(2023)08-1136-11

DOI: 10.13748/j.cnki.issn1007-7693.20222102

引用本文: 苏达毕力格, 何陈林, 朝格巴达拉夫, 等. 蓝盆花属植物化学成分及药理作用研究进展[J]. 中国现代应用药学, 2023, 40(8): 1136-1146.

Research Progress on Chemical Constituents and Pharmacological Plants of Genus *Scabiosa*

Sudabilige¹, HE Chenlin¹, Chaogebadalafu¹, Qirigeer¹, Aodungerile¹, Laxinamujila^{1,2*} (1. College of Traditional Mongolian Medicine, Inner Mongolia Minzu University, Tongliao 028000, China; 2. NMPA Key Laboratory for Quality Control of Traditional Chinese Medicine, Mongolian Medicine, Tongliao 028000, China)

ABSTRACT: The genus *Scabiosa* belongs to Dipsacaceae, and there are about 100 species in the world, distributed in Europe, Asia, southern Africa and western Africa. There are 9 species and 2 varieties in China, which are produced in northeast, north, northwest and Taiwan province, et al. Plant chemistry research found that its main components were flavonoids, phenolic acids, terpenoids and coumarins, etc. Modern pharmacological studies show that it has many pharmacological activities such as anti-hepatic fibrosis, anti-oxidation, anti-tumor and anti-bacteria. Most of the plants of *Scabiosa* are widely used as national traditional medicines at home and abroad, and have great potential medicinal value. In this paper, the research progress of chemical constituents and pharmacological actions of the genus *Scabiosa* at home and abroad is reviewed, in order to provide scientific basis and reference for further research, development and utilization of the genus.

KEYWORDS: genus *Scabiosa*; chemical constituents; biological activities; research progress

蓝盆花属 *Scabiosa* 植物隶属于川续断科(Dipsacaceae), 多年生草本, 有时基部木质呈亚灌木状, 或为 2 年生草本, 稀为 1 年生草本。叶对生, 茎生叶基部连合, 叶片羽状半裂或全裂, 稀全缘。头状花序扁球形或卵形至卵状圆锥形, 顶生, 具长梗或在上部呈聚伞状。花冠筒状, 蓝色、紫红色、黄色或白色。蓝盆花属植物在全世界约有 100 种, 产于欧洲、亚洲、非洲南部和西部, 主产地中海地区。中国有 9 种 2 变种, 产于东北、华北、西北及台湾等地^[1], 具体种类与分布见表 1。本文通过文献检索, 对蓝盆花属植物化学成分及其药理活性研

究进行综述, 以期蓝盆花属药用植物的进一步合理深入的研究与开发提供科学依据和参考。

1 传统研究

蓝盆花属传统药用植物, 据《中华本草》记载, 其中窄叶蓝盆花 *S. comosa* 和华北蓝盆花 *S. tschilliensis* 在蒙医药作为蒙药广泛使用^[2]。《中华人民共和国卫生部药品标准》(蒙药分册)中规定两者的花序均作为正品药用^[3]。窄叶蓝盆花: 多年生草本。分布于中国黑龙江、吉林、辽宁、河北、河南、陕西、安徽以及蒙古国、俄罗斯等地。华北蓝盆花: 多年生草本。分布于中国黑龙江、吉

基金项目: 内蒙古自治区卫生健康科技计划项目(202202258); 内蒙古自治区草原英才项目(CYYC21003)

作者简介: 苏达毕力格, 男, 硕士生 E-mail: sdblg19960924@163.com *通信作者: 拉喜那木吉拉, 男, 博士, 教授 E-mail: namujila@126.com

表 1 国内蓝盆花属植物种类

Tab. 1 Domestic species of genus *Scabiosa* plant

种类	拉丁名	产地
窄叶蓝盆花	<i>S.comosa</i>	黑龙江、吉林、辽宁、河北、内蒙古
华北蓝盆花	<i>S.tschiliensis</i>	黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、山西、陕西、甘肃东部、宁夏南
紫盆花	<i>S.atropurpurea</i>	南欧, 陕西武功及云南昆明有栽培
阿尔泰蓝盆花	<i>S.austroaltaica</i>	新疆额尔齐斯河流域
高山蓝盆花	<i>S.alpestris</i>	新疆(昭苏、霍城)
日本蓝盆花	<i>S.japonica</i>	原产日本, 各地偶有栽培
中国台湾蓝盆花	<i>S.laciniifolia</i>	中国台湾玉山
小花蓝盆花	<i>S.olivieri</i>	新疆准噶尔及玛纳斯河流域
黄盆花	<i>S.ochroleuca</i>	新疆(昭苏、布尔津)

林、辽宁、河北、河南、山西、陕西、宁夏、甘肃等地^[4]。《蒙药志》《蒙药正典》等蒙药本草著作所描述内容基本一致^[5-6]。其蒙药名为套森·套日麻, 异名为乌赫仁·舒鲁苏·额布苏、呼和·乌达巴拉, 为川续断科植物窄叶蓝盆花 *Scabiosa comosa* Fish.或华北蓝盆花 *Scabiosa tschiliensis* Gruning.的头状花序。味甘、涩, 性凉, 效钝、腻、燥、重。具有清热、止痛之功能。主治肺热、肝热、血热、热盛暗哑。临床应用见表 2^[7-10]。据蒙医药古籍文献《识药学》《晶珠本草》记载藏医和蒙医所认用的药用植物呼和·乌达巴拉来自不同科属蒙医所应用的呼和·乌达巴拉为窄叶蓝盆花 *Scabiosa comosa* Fish.或华北蓝盆花 *Scabiosa tschiliensis* Gruning.的干燥花序。藏医所认用的是罂粟科植物毛瓣绿绒蒿(*Meconopsis torquata*)

表 2 蓝盆花的临床应用

Tab. 2 Clinical application of *Scabiosa*(*comosa* & *tschiliensis*)

配伍名称	配伍组成	功能主治
红花七味散	红花、竹黄、牛黄、蓝盆花、瞿麦、香青兰、五灵脂	清肝热, 主治肝震伤, 肝血增盛, 肝肿大, 目及皮肤黄染等肝热病
德都红花七味散	红花、竹黄、麻黄、地格达、诃子、蓝盆花、川木通	清肝热, 主治肝损伤, 肝血增盛, 目及皮肤发黄, 肝热症等
檀香八味散	檀香、紫檀香、沉香、竹黄、地格达、蓝盆花、射干、丁香	清热, 主治炽盛热, 热侵命脉
蓝盆花二十五味散	红花、五灵脂、香青兰、牛黄、竹黄、丁香、瞿麦等	清热, 主治肝热
蓝盆花八味散	竹黄、甘草、葡萄干、红花、瞿麦等	清热, 主治肺热
肺病五味散	诃子、竹黄、草乌芽、北沙参、蓝盆花	肺热, 痰滞留
甘草八味散	甘草、竹黄、红花、肉豆蔻、草果、葡萄干、地格达、蓝盆花	肺热盛, 伤风感冒
牛黄十三味散	红花、木鳖子、瞿麦、牛黄、川木通、地格达、蓝盆花、五灵脂、沙棘、土木香、芫荽果	清血热, 治肝宝日盛血热, 肝损伤, 肝盛血, 肝热
冰片二十五味散	冰片、紫檀香、卷柏、石花、木棉花瓣、木棉花萼、木香、香早芹、檀香、肉桂、诃子、缬草、竹黄、西红花、丁香、梔子、射干、肉豆蔻、沉香、川楝子、川木通、花苜蓿、豆蔻、草果、蓝盆花	清盛热, 主治盛热, 陈旧热, 扩散于肉、皮、脉、骨之热, 江热, 疫热, 毒热等诸热病
壮西二十一味散	寒水石、石榴、沙棘、五灵脂、柿子、紫檀香、木香、白草乌、梔子、诃子、豆蔻、芫荽、木鳖子、牛黄、地格达、芫荽果、蓝盆花、瞿麦、连翘、香青兰、土木香	愈聚合宝日, 止吐。主治吐酸水, 胸部灼热, 肝胃区及胸部疼痛, 关节痛, 血、希日性胃病
伊赫汤	西红花、川楝子、地格达、胡黄连、白秦艽花、白草乌、芫荽果、水伯枝、款冬花、蓝盆花、香青兰、土木香、瞿麦、角茴香、木香、柿子、紫菀花、豆蔻、梔子、木鳖子、绵马贯众、石榴、猪血、五灵脂、诃子	调元, 解毒, 收敛扩散之宝日热, 开胃, 祛巴达干希日。主治宝日病, 毒热, 陈旧热, 不思饮食, 寒热不平。

长叶绿绒蒿(*Meconopsis lancifolia*)、五脉绿绒蒿(*Meconopsis quintuplinervia*)的干燥花序。呼和·乌达巴拉性凉, 效重, 有清肺、肝热之功能^[11-12]。据传统研究发现蓝盆花为清肺、肝热的道地性特色药用植物, 值得进一步探究及资源开发。

2 化学成分研究

通过文献检索对国内外蓝盆花属植物(I *S.comosa*, II *S.tschiliensis*, III *S.atropurpurea*, IV *S.stellata*, V *S.caucasica*, VI *S.arenaria*, VII *S.canescens*, VIII *S.variifolia*, IX *S.hymettia*)化学成分研究发现, 蓝盆花属植物所含的化学成分主要包括黄酮类、酚酸类、萜类、香豆素类等。其中黄酮类化合物和酚酸类化合物是蓝盆花含有的主要活性成分^[13]。目前人们已经从蓝盆花属植物中分离鉴定出 101 种化学成分。

2.1 黄酮类成分

黄酮类化合物是蓝盆花属植物的主要化学成分, 同时也是其主要活性成分。马伟伟等^[14]研究华北蓝盆花花序中酚类化合物的测定及抗氧化活性, 结果显示乙酸乙酯萃取物中槲皮苷、槲皮素、和芦丁的质量分数较高, 分别可达 15.15, 6.87, 2.67 mg·g⁻¹。槲皮素和芦丁作为药典含量检测的指标成分被广泛研究。许多现代研究表明, 蓝盆花黄酮类成分具有很好的抗肝纤维化和较强的抗氧化作用。蓝盆花属黄酮类成分有 40 种, 见表 3 和图 1。

表 3 蓝盆花属黄酮类化学成分

Tab. 3 Chemical compositions of flavonoids from genus *Scabiosa*

序号	化合物名称	植物	部位	参考文献	序号	化合物名称	植物	部位	参考文献
1	Hyperoside(金丝桃苷)	I、IV	花序、全草	[15-16]	21	Kaempferol 3- <i>O</i> -(3-6- <i>O</i> -dihydroxycinnamyl)- glucoside(山柰酚 3- <i>O</i> -(3-6- <i>O</i> - 二对羟基肉桂酰)-葡萄糖苷)	I、II	花序	[15,17]
2	Isoquercitrin(异槲皮苷)	I	花序	[15]	22	Acacetin(刺槐素)	I	花序	[15]
3	Rutin(芦丁)	I、II	花序	[14-15]	23	Apigenin-7-arabinoglycoside(芹菜 素-7-阿拉伯糖葡萄糖苷)	I	花序	[15,18]
4	Apigenin(芹菜素)	I、II、V	花序	[15,17-19]	24	Apigetrin(大波斯菊苷)	I、II、VI	花序	[15,17,20]
5	Vicenin-2(新西兰牡荆苷)	I	花序	[15]	25	Rhoifolin(野漆树苷)	I、V	花序	[15,24]
6	Diosmetin-8- <i>C</i> -glycosidase (香叶木素 8- <i>C</i> -葡萄糖苷)	I	花序	[15]	26	Isorhoifolin(异野漆树苷)	I	花序	[15]
7	Isoorientin(异荛素)	I、IV	花序、全草	[15-16]	27	Diosmetin(香叶木素)	I	花序	[15]
8	Scoparin(金雀花素)	I	花序	[15]	28	Fustin(黄颜木素)	I	花序	[15]
9	Swertiajaponin(日当药黄素)	I、IV	花序、全草	[15-16]	29	Isorhamnetin-3- <i>O</i> -glucoside(异鼠 李素-3- <i>O</i> -葡萄糖苷)	I	花序	[15]
10	2-(β - <i>D</i> -Glucopyranosyloxy) Benzaldehyde(绣线菊苷)	I	花序	[15]	30	Isosakuranetin-7- <i>O</i> -neohesperidoside (异樱花亭-7- <i>O</i> -新橘皮糖苷)	I	花序	[15]
11	Kaempferol-3-rutinoside(山柰 酚-3- <i>O</i> -芸香糖苷)	I	花序	[15]	31	Quercetin(槲皮素)	II	花序	[14]
12	Luteolin(木犀草素)	I、II、VI	花序	[15,17-18,20]	32	Quercitrin(槲皮苷)	II、V	花序	[14,19]
13	Luteolin-4"- <i>O</i> -glycosidase (木犀草素-4"- <i>O</i> -葡萄糖苷)	I、II	花序	[15,17-18]	33	L-Epicatchin(表儿茶素)	II	花序	[14]
14	Luteolin-7- <i>O</i> -rutinoside(木犀 草素-7- <i>O</i> -芸香糖苷)	I	花序	[15]	34	Isorhamnetin(异鼠李素)	II	花序	[14]
15	Asiatica(木犀草苷)	I、II、V、VI	花序	[15,17-20]	35	Icariin(淫羊藿苷)	II	花序	[14]
16	Luteolin-7- <i>O</i> -arabinoglycoside (木犀草素-7- <i>O</i> -阿拉伯糖葡 萄糖苷)	I	花序	[15]	36	Apigenin-7- <i>O</i> -rutinoside(芹菜素-7- <i>O</i> -芦丁糖苷)	II	花序	[17]
17	Kaempferol-3- <i>O</i> -6- <i>p</i> - hydroxycinnamyl-glucoside (山柰酚 3- <i>O</i> -6-对羟基肉 桂酰基-葡萄糖苷)	I、II	花序	[15,17]	37	Apigenin-4'- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucoside(芹菜 素-4'- <i>O</i> - β - <i>D</i> -葡萄糖苷)	I、II	花序	[17-18]
18	Kaempferol-3- <i>O</i> -glucoside (山柰酚-3- <i>O</i> -葡萄糖苷)	I、IX	花序、地上 部分	[15,21]	38	Luteolin-6- <i>C</i> - β - <i>D</i> -glucopyranoside (木犀草素-6- <i>C</i> - β - <i>D</i> -吡喃葡萄糖苷)	II	花序	[17]
19	Kaempferol-7- <i>O</i> -neohesperidoside (山柰酚-7- <i>O</i> -新橘皮糖苷)	I	花序	[15]	39	Diosmetin-7- <i>O</i> - β - <i>D</i> -glucopyranoside (香叶苷)	III	花序	[25]
20	Kaempferol-3- <i>O</i> -[3- <i>O</i> -acetyl-6- <i>p</i> -coumaryl]-glucoside(山柰 酚-3- <i>O</i> -[3- <i>O</i> -乙酰基-6-对香 豆酰基]-葡萄糖苷)	I、IV、IX	花序、全草、 地上部分	[15,21-23]	40	Palustroside	V	花序	[19]

注: I-窄叶蓝盆花; II-华北蓝盆花; III-紫盆花; IV-*S.stellata*; V-*S.caucasica*; VI-*S.arenaria*; IX-*S.hymettia*。

Note: I-*S.comosa*; II-*S.tschiliensis*; III-*S.atropurpurea*; IV-*S.stellata*; V-*S.caucasica*; VI-*S.arenaria*; IX-*S.hymettia*。

2.2 酚酸类成分

酚酸类成分是一类含有多个酚羟基结构的芳香羧酸类化合物,是蓝盆花主要活性成分之一。具有抗炎、抗氧化、抗肿瘤等药理活性,与清热的传统功效密切相关。白音夫等^[26]研究蓝盆花有效成分绿原酸的分离及含量测定,结果表明绿原酸质量浓度在 7~140 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 内呈线性关系($r=0.999\ 0$),内蒙古不同产地蓝盆花绿原酸含量在 0.164%~0.413%。蓝盆花属酚酸类成分有 13

种^[15-18,20-21,23-24,27],见表 4 和图 2。

2.3 三萜皂苷类成分

Lehbil 等^[22]从 *S.stellata* 全草中分离得到 8 个新三萜皂苷类化合物,分别是 Scabiostellatosides A~H(54~61)。其评估 Scabiostellatosides A~H 对人类纤维肉瘤细胞系(HT1080)的细胞毒性,结果显示 Scabiostellatoside F 对 HT1080 细胞具有中度细胞毒性,IC₅₀ 值为 12.0 mmol·L⁻¹。Zheng 等^[28]从 *S.tschiliensis* 全草中分离得到 11 个新的和 2 个已

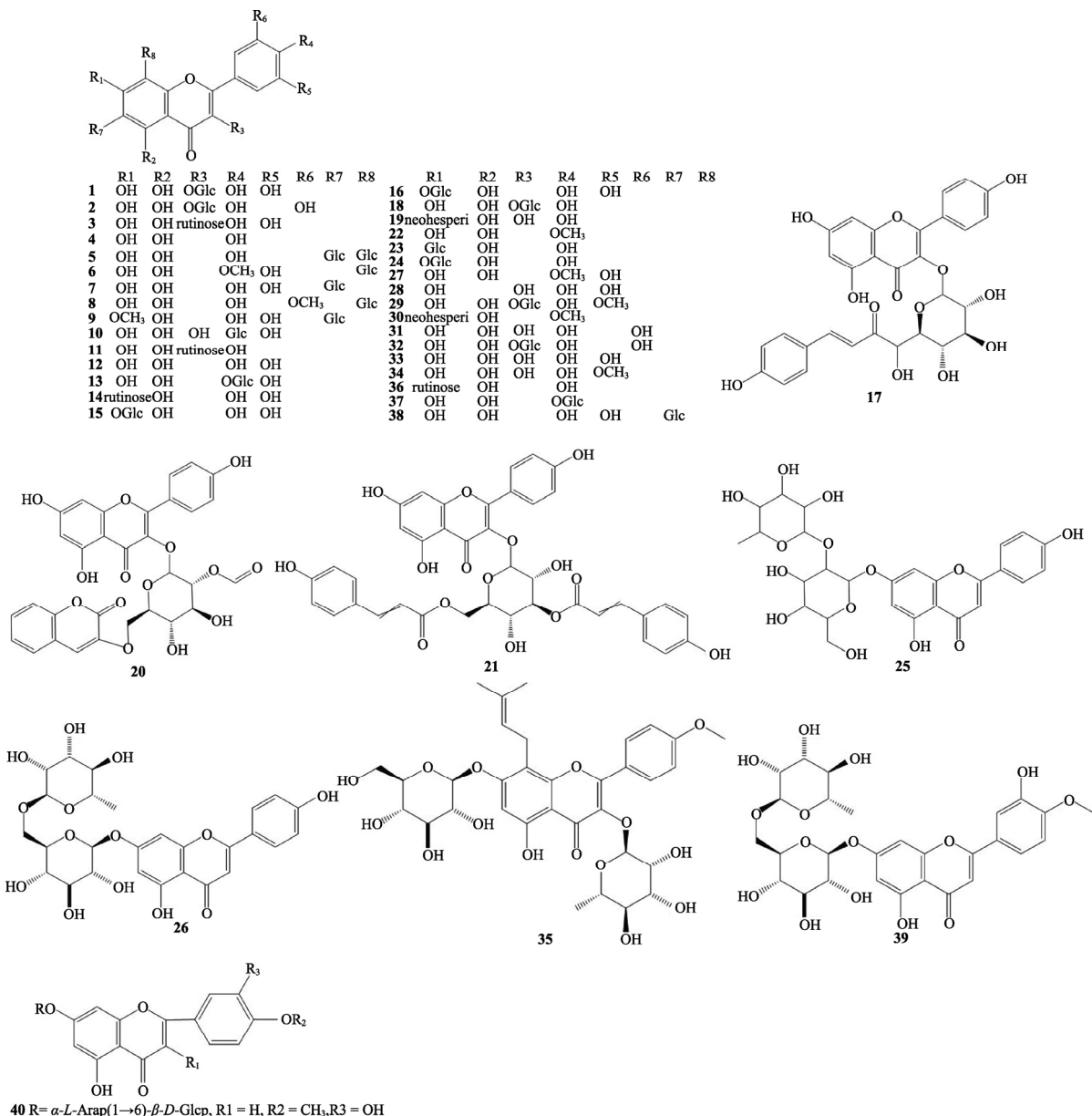


图 1 蓝盆花属黄酮类化合物的结构

Fig. 1 Structures of flavanols from genus *Scabiosa*

表 4 蓝盆花属酚酸类化学成分

Tab. 4 Chemical compositions of phenolic acids from genus *Scabiosa*

序号	化合物名称	植物	部位	参考文献	序号	化合物名称	植物	部位	参考文献
41	Quinic acid(奎宁酸)	I	花序	[15]	48	Ferulic acid(阿魏酸)	II	花序	[14]
42	Chlorogenic acid(绿原酸)	I、II、V	花序	[14-15,18,24]	49	Vanillic acid(香草酸)	II、IX	花序、地上部分	[14,21,23]
43	Caffeic acid(咖啡酸)	I、II、V	花序	[14-15,24]	50	3,5- <i>O</i> -dicoffeylquinic acid(3,5-二咖啡酰基奎宁酸)	I、II、IV	花序、全草	[16,27]
44	Macranthoin F(灰毡毛忍冬素 F)	I	花序	[15]	51	1,4- <i>O</i> -dicoffeylquinic acid(1,4-二咖啡酰基奎宁酸)	VI	花序	[20]
45	Feruloylquinic acid(阿魏酰奎宁酸)	I	花序	[15]	52	Methyl caffeate(咖啡酸甲酯)	II	花序	[17]
46	3,4- <i>O</i> -dicoffeylquinic acid(3,4-二咖啡酰基奎宁酸)	I、II	花序	[15,27]	53	Vanillin	IX	地上部分	[21,23]
47	4,5- <i>O</i> -dicoffeylquinic acid(4,5-二咖啡酰基奎宁酸)	I、II、IV	花序、全草	[15-16,27]					

注: I-窄叶蓝盆花; II-华北蓝盆花; IV-*S.stellata*; V-*S.caucasica*; VI-*S.arenaria*; IX-*S.hymettia*。

Note: I-*S.comosa*; II-*S.tschiliensis*; IV-*S.stellata*; V-*S.caucasica*; VI-*S.arenaria*; IX-*S.hymettia*。

知的三萜皂苷类化合物, 分别是 Scabiosaponins A~K(64~74)、Hookerosides A 和 B(75~76)。还其化合物 Scabiosaponins A~J、Hookerosides A 和 B 进行了胰腺脂肪酶生物活性评价, 研究表

明 Scabiosaponin E、F、G、I 和 Hookerosides A、B 均表现出较强的体外抑制胰腺脂肪酶活性。蓝盆花属三萜皂苷类成分有以下 23 种, 见表 5 和图 3。

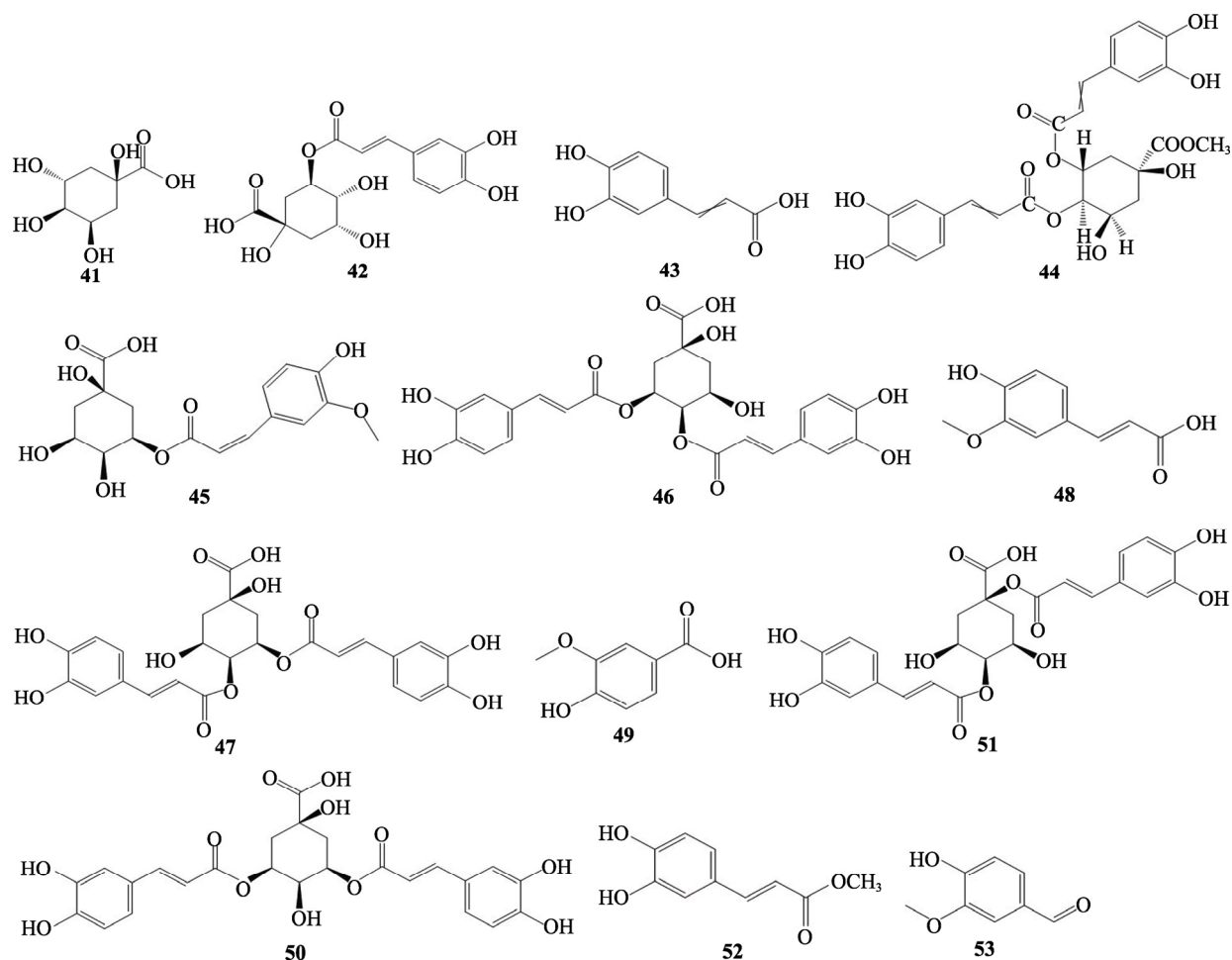


图 2 蓝盆花属酚酸类化合物的结构
Fig. 2 Structures of phenolic acids from genus *Scabiosa*

表 5 蓝盆花属三萜皂苷类化学成分
Tab. 5 Chemical compositions of triterpenoid saponins from genus *Scabiosa*

序号	化合物名称	植物	部位	参考文献	序号	化合物名称	植物	部位	参考文献
54	Scabiostellatoside A	IV	全草	[22]	66	Scabiosaponin C	II	全草	[28]
55	Scabiostellatoside B	IV	全草	[22]	67	Scabiosaponin D	II	全草	[28]
56	Scabiostellatoside C	IV	全草	[22]	68	Scabiosaponin E	II	全草	[28]
57	Scabiostellatoside D	IV	全草	[22]	69	Scabiosaponin F	II	全草	[28]
58	Scabiostellatoside E	IV	全草	[22]	70	Scabiosaponin G	II	全草	[28]
59	Scabiostellatoside F	IV	全草	[22]	71	Scabiosaponin H	II	全草	[28]
60	Scabiostellatoside G	IV	全草	[22]	72	Scabiosaponin I	II	全草	[28]
61	Scabiostellatoside H	IV	全草	[22]	73	Scabiosaponin J	II	全草	[28]
62	Palustroside III	IV	全草	[22]	74	Scabiosaponin k	II	全草	[28]
63	Astragaloside A(黄芪甲苷)	IX	地上部分	[23]	75	Hookeroside A	II	全草	[28]
64	Scabiosaponin A	II	全草	[28]	76	Hookeroside B	II	全草	[28]
65	scabiosaponin B	II	全草	[28]					

注: II—华北蓝盆花; IV—*S.stellata*; IX—*S.hymettia*。

Note: II—*S.tschiliensis*; IV—*S.stellata*; IX—*S.hymettia*。

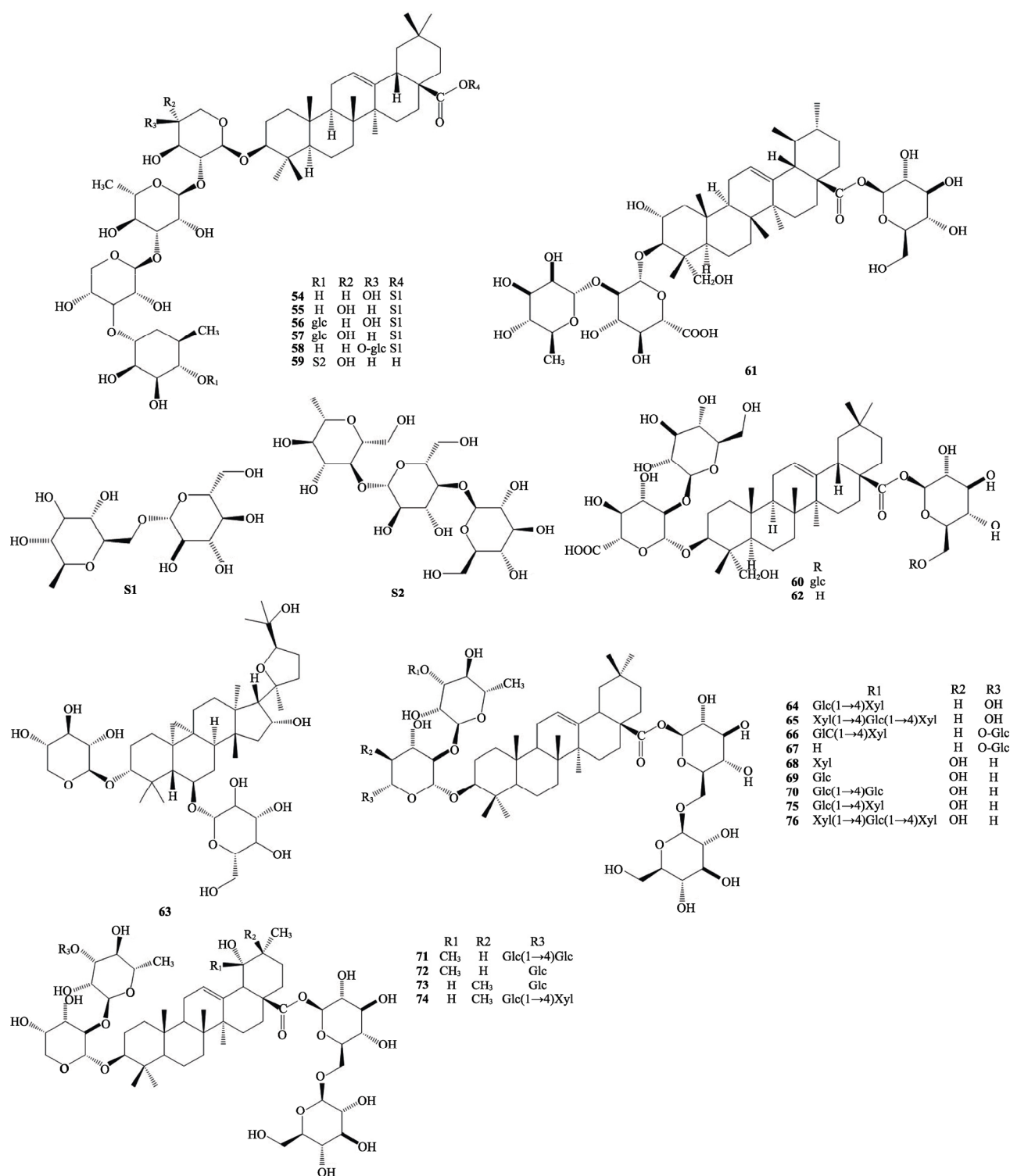


图3 蓝盆花属三萜皂苷类化合物的结构

Fig. 3 Structures of triterpenoid saponins from genus *Scabiosa*

2.4 三萜类成分

据国内外文献报道,目前从蓝盆花属植物中分离得到的三萜及甾体类化合物较少。蓝盆花属中其常见的三萜类化合物主要有熊果酸、齐墩果酸等。蓝盆花属三萜及甾体类成分,见表6

和图4。

2.5 环烯醚萜类成分

Lehbil 等^[16]采用制备液相色谱法从 *S.stellata* 全草中分离得到2个新的双环烯醚萜类化合物,分别是7-*O*-(*E*-caffeoyl)-sylvestroside I(**82**)、7-*O*-(*p*-

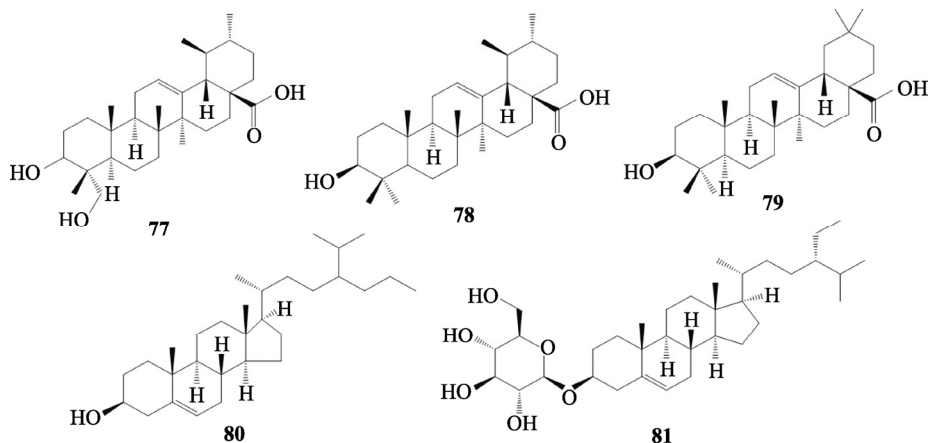


图4 蓝盆花属三萜类化合物的结构

Fig. 4 Structures of triterpenoids from genus *Scabiosa*

表6 蓝盆花属三萜类化学成分

Tab. 6 Chemical compositions of triterpenoids from genus *Scabiosa*

序号	化合物名称	植物	部位	参考文献
77	3,23-dihydroxy-urs-12-en-28-oic acid	I	花序	[15,18]
78	Ursolic acid(熊果酸)	I、IV	全草、花序	[18,22]
79	Oleanolic acid(齐墩果酸)	II、V	花序	[17,19]
80	β -sitosterol(β -谷甾醇)	I、II	全草、花序	[17-18]
81	Daucosterol(胡萝卜苷)	II	花序	[17]

注: I-窄叶蓝盆花; II-华北蓝盆花; IV-*S.stellata*; V-*S.caucasica*。

Note: I-*S.comosa*; II-*S.tschiliensis*; IV-*S.stellata*; V-*S.caucasica*。

coumaroyl)-sylvestroside I(**83**),以及10个已知化合物。其评估了对粗提物、馏分和分离化合物的抗菌、抗酪氨酸酶和DPPH自由基清除活性。研究结果显示9个化合物具有显著的抗菌活性,尤其是化合物**82**和**83**,其对粪肠球菌的MIC值为 $31.2\ \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$,对表皮葡萄球菌的MIC值为 $62.5\ \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。在纤维肉瘤细胞系(HT1080)上评估了新的环烯醚萜类化合物的细胞毒性活性,只有7-*O*-(*E*-caffeoyl)-sylvestroside I(**82**)表现出中等的细胞毒性活性。蓝盆花属环烯醚萜类成分,见表7和图5。

2.6 香豆素类成分

据国内外文献报道,目前从蓝盆花属植物中分离得到的香豆素类化合物较少。蓝盆花属植物当中,其主要*S.comosa*和*S.hymettia*中存在,见表8和图6。

2.7 其他类成分

据国内外文献报道,从蓝盆花属植物中分离得到的其他类化学成分,见表9和图7。

表7 蓝盆花属环烯醚萜类化学成分

Tab. 7 Chemical compositions of iridoids from genus *Scabiosa*

序号	化合物名称	植物	部位	参考文献
82	7- <i>O</i> -(<i>E</i> -caffeoyl)-sylvestroside I	IV	全草	[16]
83	7- <i>O</i> -(<i>p</i> -coumaroyl)-sylvestroside I	IV	全草	[16]
84	Sylvestroside I	IV	全草	[16]
85	Septemfidocide	IV	全草	[16]
86	Sweroside(獐芽菜苷)	II、III、VIII、IV	全草、花序	[16-17,25,29]
87	Eustomoside	IV	全草	[16]
88	Eustomoside	IV	全草	[16]
89	Loganin(马钱素)	II、III、VIII IX	花序、地上部分	[17,21,23,25,29]
90	Loganic acid(马钱酸)	III、VIII IX	花序、地上部分	[21,23,25,29]
91	Swertiamarin(獐芽菜苦苷)	VIII、IX	地上部分	[21,23,29]
92	cantleyoside	VIII	不明确	[29]

注: II-华北蓝盆花; III-紫盆花; IV-*S.stellata*; VIII-*S.variifolia*;

IX-*S.hymettia*。

Note: II-*S.tschiliensis*; III-*S.atropurpurea*; IV-*S.stellata*; VIII-*S.variifolia*; IX-*S.hymettia*。

表8 蓝盆花属香豆素类化学成分

Tab. 8 Chemical compositions of coumarins from genus *Scabiosa*

序号	化合物名称	植物	部位	参考文献
93	Erythrocentaurin	IX	地上部分	[21,23]
94	5-(hydroxymethyl)isochroman-1-one	IX	地上部分	[21,23]
95	7-hydroxy-6-methoxycoumarin	IX	地上部分	[21]
96	Scopoletin(东莨菪内酯)	IX	地上部分	[23]
97	Umbelliprenin	I	花序	[30]
98	Bergapten	I	花序	[30]

注: I-窄叶蓝盆花; IX-*S.hymettia*。

Note: I-*S.comosa*; IX-*S.hymettia*。

表9 蓝盆花属其他类化学成分

Tab. 9 Other chemical constituents from genus *Scabiosa*

序号	化合物名称	植物	部位	参考文献
99	Octacosanol(正二十八烷醇)	II	花序	[17]
100	Octadecane acid(正十八烷酸)	II	花序	[17]
101	Adenosine(腺苷)	II	花序	[17]

注: II-华北蓝盆花。

Note: II-*S.tschiliensis*。

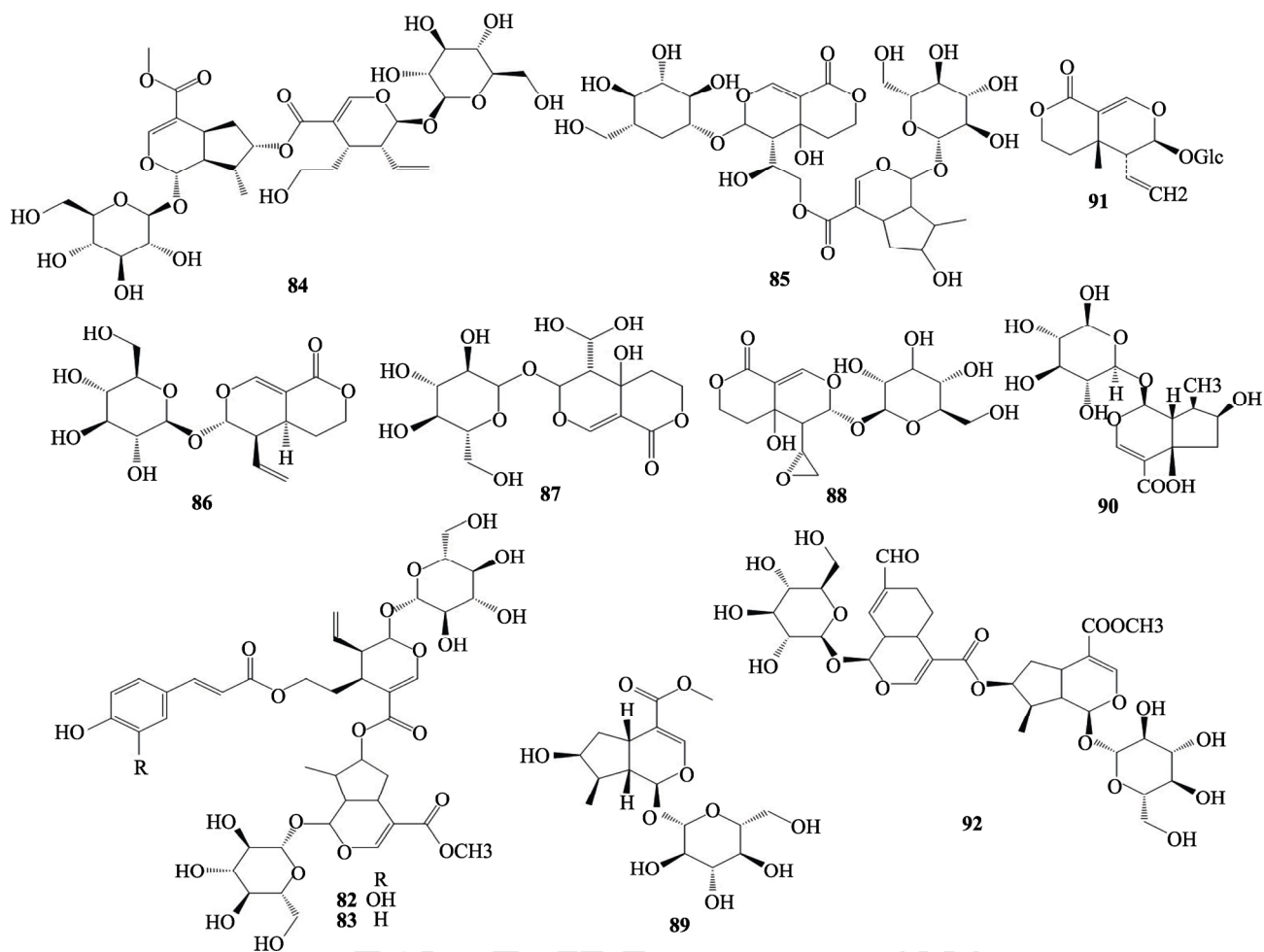


图5 蓝盆花属环烯醚萜类化合物的结构

Fig. 5 Structures of iridoids from *Scabiosa*

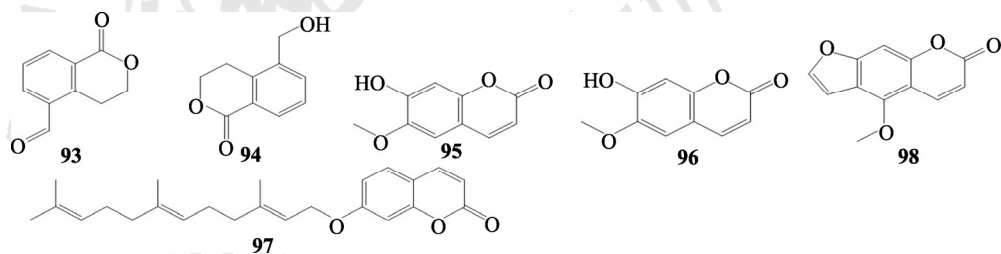


图6 蓝盆花属香豆素类化合物的结构

Fig. 6 Structures of coumarins from *Scabiosa*

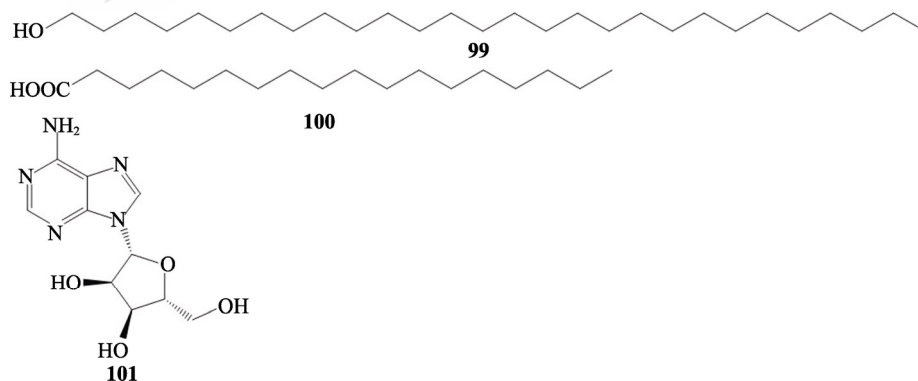


图7 蓝盆花属香豆素类化合物的结构

Fig. 7 Structures of other constituents from genus *Scabiosa*

2.8 挥发油

刘妍^[31]研究蓝盆花挥发油成分,采用气-质联用技术,从蓝盆花中共分离 59 种组分,并鉴定了其中的 17 种组分。其中含量>2%的有 2-己烯醛、甲基-2-丙烯基二硫化物、二丙烯基二硫化物、双-2-丙烯基三硫化物、2,4-癸二醛、6,10,14-三甲基-2-十五酮等挥发油成分。Javidnia 等^[32]采用 GC 和 GC-MS 对 *S.flavida* 地上部分挥发油成分进行研究。结果显示鉴定了 43 种成分,占挥发油的 94.2%。主要成分为 tricosane(15.5%)、rosifoliol(15.3%)、(*E*)-caryophyllene(10.7%)和 α -humulene(7.9%)。

2.9 微量元素

苏琨等^[33]采用 ICP-AES 测定蓝盆花中的微量元素,其中 Al、As、B、Ba、Cd、Co、Cu、Fe、Hg、In、Mn、Pb、Sr、Zn 等 14 种微量元素的含量,结果检出限为 0.000 2~0.006 mg·L⁻¹,回收率 96.6%~110.6%,RSD<4.29%

3 药理作用研究

蓝盆花为传统经典民间药用植物,药用价值较高,许多文献记载蓝盆花有清热、止痛之功能。主治肺热、肝热、血热、热盛暗哑等^[2-12]。现代药理学研究表明,蓝盆花提取物、有效成分有保肝、抗氧化、抗肿瘤、抗菌等药理作用。临床上主要用于清肺、肝热病等。

3.1 保肝作用

肝纤维化是肝细胞长期、反复受致病因素刺激引发的慢性损伤和炎症的结果,主要表现为细胞外基质过度积累。肝星状细胞是肝纤维化的主要参与者^[34]。肝损伤发展为肝硬化甚至肝癌的必经之路。肝硬化目前是全球最常见的第十一大死亡原因,肝硬化和肝癌致死人数占全球死亡人数的 3.5%^[35]。肝纤维化早期是一种可逆性病变,找到有效减缓或抑制肝纤维化的药物具有十分重要的意义,但迄今为止临床上尚缺乏特异、有效的治疗手段。研究发现蓝盆花抗肝纤维化作用显著,其作用机制可能参与调控 PI3K/AKT 信号通路和 MAPK 信号通路中的 PI3K、AKT、MAPK14 (p38) 等关键靶点来发挥抗肝纤维化的作用^[36]。研究发现窄叶蓝盆花酸可抑制肝星状细胞(hepatic stellate cells, HSC)中组织金属蛋白酶抑制酶(TIMPI)的活性与细胞外基质 PC-III和 C-IV合成,可明显减少大鼠肝脏汇管区纤维化肝组织细胞外基质与 HSC 体密度、诱导 HSC 结构转变呈凋亡形态及抑制肝

组织氧化应激反应^[37]。研究表明蓝盆花提取物可阻断 Smad3 与 TGF- β I型受体的相互作用,抑制 Smad3 随后的磷酸化和核转位,下调纤维化基因的转录,表现出 CCl₄ 诱导的抗纤维化作用^[38]。此外研究发现窄叶蓝盆花和华北蓝盆花总黄酮具有多靶点、多组分协同抗肝纤维化作用^[39-40]。同样研究结果显示蓝盆花有效成分绿原酸,可明显减轻肝损伤纤维化^[41]。春玲等^[42]研究发现蓝盆花对缓解由 *D*-氨基半乳糖联合脂多糖引起的急性肝损伤,有显著改善肝功能的作用。韩盟帝等^[43]研究蓝盆花保肝活性成分,研究结果入血的原型成分与关联度>0.8 的成分有 3,5-二咖啡酰基奎宁酸、对香豆酸、香叶木素、芹菜素、对羟基苯甲酸,说明这些成分均具有不同程度的保肝作用。

3.2 抗氧化作用

Ma 等^[27]研究窄叶蓝盆花和华北蓝盆花花序中化学成分的抗氧化活性,结果表现出较强的抗氧化活性。马伟伟等^[44]研究华北蓝盆花中酚类化合物及抗氧化活性,结果表明乙酸乙酯萃取物具有较强的抗氧化作用。Wilfred 等^[44]研究 *S.columbaria* 的抗氧化活性,发现该植物甲醇提取物 25~100 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的浓度显示出很强的抗氧化活性。Mouffouk 等^[45]研究 *S.stellata* 体外抗氧化评估,结果显示所有粗提物具有抗氧化活性。Rahmouni 等^[46]研究 *S.stellata* 酚类抗氧化活性,结果正丁醇馏分显示出最高的抗氧化活性。Wang 等^[47]研究不同时期华北蓝盆花中活性成分及抗氧化活性,结果显示乙酸乙酯部位的绿原酸含量最高,DPPH 自由基清除活性最强,可能是一个理想的抗氧化剂自然资源。Wang 等^[48]研究华北蓝盆花的抗氧化活性,结果显示黄酮类提取物具有较强的抗氧化活性,抑制浓度分别为 23.944, 31.329, 26.502 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$,清除了 50%的 DPPH(IC₅₀),该多年生草本植物可作为一种潜在的天然抗氧化剂来源。

3.3 抗肿瘤作用

Ben 等^[49]研究 *S.atropurpurea* 次级代谢产物,并研究其单独或联合化疗药物多柔比星的体外活性,结果显示 *S.atropurpurea* 提取物 48 h 后可增强多柔比星对耐药肿瘤细胞的增殖抑制作用,增强对 Caco-2 细胞的细胞毒作用。Bax、caspase-3、p21 mRNA 表达水平显著升高,Bcl-2 mRNA 表达水平明显降低。此外甲醇提取物可逆转 Caco-2 细胞的 P-糖蛋白或多药耐药相关蛋白。因此 *S.atropurpurea*

提高了 Caco-2 细胞的化疗敏感性,调节了 Caco-2 细胞的多药耐药性。王国英等^[50]采用 MTT 评价蓝盆花中 15 种化合物的体外抗肿瘤活性研究,结果表明大多数化合物对 MDCK、YAC-1、SMMC-7721 具有不同程度的抑制作用。齐墩果酸、芹菜素、木犀草素、胡萝卜苷、山柰酚-3-*O*- β -D-[3,6-二-(对羟基桂皮酰)]-吡喃葡萄糖苷、芹菜素-7-*O*-葡萄糖苷、木犀草素-4'-*O*-葡萄糖苷、芹菜素-7-*O*-芦丁糖苷、腺苷、Sylvestrosides I、Sylvestrosides II 为蓝盆花的体外抗肝肿瘤活性成分群。

3.4 其他作用

Mouffouk 等^[51]研究 *S.stellata* 的细胞毒作用、抗胆碱酯酶、溶血和抗菌活性评价。研究发现该提取物的植物化学筛选揭示了几种类型的次级代谢产物的存在。正丁醇萃取物有明显的细胞毒作用,在 $80\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时死亡率为 $(57.2\pm0.2)\%$,乙酸乙酯萃取物在 $200\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时有中等强度的抗胆碱酯酶活性。溶血试验表明正丁醇和乙酸乙酯萃取物诱导溶血作用呈剂量依赖性, EC_{50} 分别为 (37.3 ± 0.5) 和 $(106.6\pm0.3)\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。所有粗提物对大多数测试菌株显示出抗菌活性,抑菌圈从 9~20 mm 不等。张振涛等^[52]研究蓝盆花对急性肾缺血再灌注损伤的保护作用。蓝盆花组与对照组比较 MDA 明显下降 SOD Na^+K^+ -ATP 酶和 Ca^{2+} -ATP 酶活性显著上升,蓝盆花对急性肾缺血再灌注损伤肾脏有显著的保护作用。

4 结语与展望

蓝盆花属部分植物在民间广泛药用,应用历史悠久,且具有丰富的药理活性。但至今,从该属植物中分离得到的单体化合物及药理活性研究较少,近 20 年来国内外学者从该属植物中发现 101 种化合物。本研究系统总结归纳了蓝盆花属植物传统研究、化学成分以及药理活性研究,表明该属植物具有良好的开发前景。中国蓝盆花属植物资源丰富,有悠久的药用历史及民间使用习惯,有抗肝纤维化、抗氧化、抗肿瘤、抗炎、抗菌、保护肾脏等多种药理活性,但大多数种类没有进行过系统、深入的活性研究,存在不少问题需要进一步阐明,其药效物质基础和作用机制。因此,有必要对蓝盆花属植物,尤其是在中国广泛分布的传统药用种类和未开展研究的种类,结合已有的民族医药临床经验和应用基础进行深入的化学成分及药理活性研究。通过传统功效与现代科学研究相结合,解

释其构效关系,并开展蓝盆花属药用植物的新药开发研究。蓝盆花属植物还有较大的研究空间,其潜在的药用前景亦非常广阔。

REFERENCES

- [1] 中国科学院《中国植物志》编辑委员会.中国植物志第 73(1)卷[M]. 北京: 科学出版社, 1986: 72-78.
- [2] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草-蒙药卷[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2004: 385.
- [3] 中华人民共和国卫生部. 中华人民共和国卫生部药品标准: 蒙药分册[S]. 1998: 52.
- [4] 赵一之, 赵利清, 曹瑞. 内蒙古植物志[M]. 3 版. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 2020: 407-410.
- [5] 罗布桑. 蒙药学家罗布桑学术著作大成-蒙药志[M]. 赤峰: 内蒙古科学技术出版社, 2011: 1327-1331.
- [6] 占布拉·道尔吉. 蒙药正典[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 2007.
- [7] 罗布桑. 蒙药学[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 2006: 375-376.
- [8] 伊希巴拉吉. 白晶鉴[M]. 赤峰: 内蒙古科学技术出版社, 2015: 45.
- [9] 占布拉. 医法之海[M]. 赤峰: 内蒙古科学技术出版社, 2014.
- [10] 奥·乌力吉, 布和巴特. 传统蒙药与方剂[M]. 赤峰: 内蒙古科学技术出版社, 2013: 113.
- [11] 罗布桑. 识药学[M]. 北京: 民族出版社, 1998: 250.
- [12] 丹增彭措. 晶珠本草[M]. 赤峰: 内蒙古科学技术出版社, 2001: 365-366.
- [13] MA F X, XUE P F, HAN M D, et al. Study on serum pharmacokinetics of ethanol extract from Mongolia medicine *Scabiosa comosa*[J]. China Pharm(中国药房), 2018, 29(21): 2953-2957.
- [14] MA W W, HUANG H J, BI K L, et al. Determination of phenols and antioxidant activity of inflorescence from *Scabiosa tschiliensis* grunning[J]. J Hebei Univ Nat Sci Ed(河北大学学报: 自然科学版), 2019, 39(6): 637-642.
- [15] 包黎明, 李淑艳, 包晓华, 等. 蓝盆花提取物化学成分及其抗氧化活性研究[J]. 中成药, 2022, 44(8): 2710-2714.
- [16] LEHBILI M, ALABDUL MAGID A, HUBERT J, et al. Two new bis-iridoids isolated from *Scabiosa stellata* and their antibacterial, antioxidant, anti-tyrosinase and cytotoxic activities[J]. Fitoterapia, 2018(125): 41-48.
- [17] WANG G Y, ZHAO Z L, XUE P F, et al. Chemical constituents from flowers of *Scabiosa tschiliensis*[J]. China J Chin Mater Med(中国中药杂志), 2015, 40(5): 807-813.
- [18] JI M, LI S J, MA C M. Chemical constituents of the inflorescence of *Scabiosa comosa* Fisch and their antioxidant and α -glucosidase inhibitory activities[J]. J Inn Mong Univ Nat Sci Ed(内蒙古大学学报: 自然科学版), 2014, 45(4): 398-403.
- [19] GARAEV E A, MOVSUMOV I S, ISAEV M I. Flavonoids and oleanolic acid from *Scabiosa caucasica*[J]. Chem Nat Compd, 2008, 44(4): 520-521.
- [20] HLILA M B, MOSBAH H, ZANINA N, et al. Characterisation of phenolic antioxidants in *Scabiosa arenaria* flowers by LC-ESI-MS/MS and NMR[J]. J Pharm Pharmacol, 2016, 68(7): 932-940.

- [21] CHRISTOPOULOU C, GRAIKOU K, CHINOU I. Chemosystematic value of chemical constituents from *Scabiosa hymettia* (Dipsacaceae)[J]. Chem Biodivers, 2008, 5(2): 318-323.
- [22] LEHBILI M, ALABDUL MAGID A, KABOUCHE A, et al. Triterpenoid saponins from *Scabiosa stellata* collected in north-eastern Algeria[J]. Phytochemistry, 2018(150): 40-49.
- [23] CHRISTOPOULOU C, GRAIKOU K, CHINOU I B. Chemical constituents from *Scabiosa hymettia* Boiss. & Spruner[J]. Planta Med, 2007, 73(9). Doi: 10.1055/s-2007-987185.
- [24] ZEMTSOVA G N, BANDYUKOVA V A. Polyphenolic compounds of *Scabiosa caucasica*[J]. Chem Nat Compd, 1972, 8(1): 146-147.
- [25] POLAT E, ALANKUS-CALISKAN Ö, KARAYILDIRIM T, et al. Iridoids from *Scabiosa atropurpurea* L. subsp. *maritima* arc. (L.)[J]. Biochem Syst Ecol, 2010, 38(2): 253-255.
- [26] BAI Y F, ZHOU X M, ZHOU C F, et al. Isolation, identification and determination of the active compounds in *Scabiosa comosa* Fisch[J]. Northwest Pharm J(西北药学杂志), 2014, 29(6): 564-566.
- [27] MA J N, BOLRAA S, JI M, et al. Quantification and antioxidant and anti-HCV activities of the constituents from the inflorescences of *Scabiosa comosa* and *S. tschilliensis*[J]. Nat Prod Res, 2016, 30(5): 590-594.
- [28] ZHENG Q, KOIKE K, HAN L K, et al. New biologically active triterpenoid saponins from *Scabiosa tschilliensis*[J]. J Nat Prod, 2004, 67(4): 604-613.
- [29] PAPALEXANDROU A, MAGIATIS P, PERDETZOGLU D, et al. Iridoids from *Scabiosa variifolia* (Dipsacaceae) growing in Greece[J]. Biochem Syst Ecol, 2003, 31(1): 91-93.
- [30] DARGAEVA T D, BRUTKO L I. Coumarins of the epigeal part of *Scabiosa comosa*[J]. Chem Nat Compd, 1976, 12(3): 337.
- [31] 刘妍. 蒙药材蓝盆花挥发油的 GC-MS 技术分析[J]. 吉林农业, 2011(10): 55.
- [32] JAVIDNIA K, MIRI R, JAVIDNIA A. Constituents of the essential oil of *Scabiosa flavida* from Iran[J]. Chem Nat Compd, 2006, 42(5): 529-530.
- [33] SU K, MA Q, SHENG Z H, et al. Determination of trace elements in Mongolian medicinal plants of *Scabiosa* by ICP-AES[J]. Chin J Exp Tradit Med Form(中国实验方剂学杂志), 2011, 17(8): 96-99.
- [34] TSUCHIDA T, FRIEDMAN S L. Mechanisms of hepatic stellate cell activation[J]. Nat Rev Gastroenterol Hepatol, 2017, 14(7): 397-411.
- [35] ASRANI S K, DEVARBHAVI H, EATON J, et al. Burden of liver diseases in the world[J]. J Hepatol, 2019, 70(1): 151-171.
- [36] ZHANG C Y, JIN R, YAN Y X, et al. To explore mechanism of *Scabiosa comosa* against liver fibrosis based on pharmacodynamics and network pharmacology[J]. China J Chin Mater Med(中国中药杂志), 2022(13): 3609-3618.
- [37] CHANG L, BAI Y F, YANG H X, et al. Effect of *Scabiosa comosa* acid on the ultrastructure and antioxidant ability in hepatic stellate cells and hepatic fibrosis rats[J]. Northwest Pharm J(西北药学杂志), 2019, 34(4): 513-518.
- [38] MA Y H, YUAN H W, JIN R, et al. Flavonoid-rich *Scabiosa comosa* inflorescence extract attenuates CCl₄-induced hepatic fibrosis by modulating TGF- β -induced Smad3 phosphorylation[J]. Biomed Pharmacother, 2018(106): 426-433.
- [39] CHEN Q W, WANG Y Y, MA F X, et al. Systematic profiling of the effective ingredients and mechanism of *Scabiosa comosa* and *S. tschilliensis* against hepatic fibrosis combined with network pharmacology[J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 2600.
- [40] MENGGENSILIMU, YUAN H W, ZHAO C M, et al. Anti-liver fibrosis effect of total flavonoids from *Scabiosa comosa* Fisch. ex Roem. et Schult. on liver fibrosis in rat models and its proteomics analysis[J]. Ann Palliat Med, 2020, 9(2): 272-285.
- [41] 杨宏昕, 白音夫, 常亮, 等. 蒙药材蒙古山萝卜有效成分绿原酸抗肝损伤纤维化作用的研究[J]. 中国民族医药杂志, 2018, 24(2): 45-46.
- [42] CHUN L, XIN Y, DAI L L, et al. Study on the protective effect of Mongolian medicine *Scabiosa tschilliensis* on acute liver injury in rats[J]. J Inn Mong Univ Natl Nat Sci(内蒙古民族大学学报: 自然科学版), 2019, 34(3): 262-264, 276.
- [43] HAN M D, SHI J X, WANG Y Y, et al. Study on hepatoprotective ingredients of Mongolian medicine flos scabiosae based on the gray correlation method[J]. Tradit Chin Drug Res Clin Pharmacol(中药新药与临床药理), 2021, 32(5): 639-645.
- [44] WILFRED O M, IDOWU J S. Anti-melanogenesis antioxidant and anti-tyrosinase activities of *Scabiosa columbaria* L.[J]. Processes, 2020, 8(2): 236.
- [45] MOUFFOUK C, HAMBABA L, HABA H, et al. Acute toxicity and *in vivo* anti-inflammatory effects and *in vitro* antioxidant and anti-arthritis potential of *Scabiosa stellata*[J]. Orient Pharm Exp Med, 2018, 18(4): 335-348.
- [46] RAHMOUNI N, PINTO D C G A, BEGHIDJA N, et al. *Scabiosa stellata* L. phenolic content clarifies its antioxidant activity[J]. Molecules, 2018, 23(6): 1285.
- [47] WANG J L, LIU K, LI X X, et al. Variation of active constituents and antioxidant activity in *Scabiosa tschilliensis* Grunning from different stages[J]. J Food Sci Technol, 2017, 54(8): 2288-2295.
- [48] WANG J L, LIU K, XU D T, et al. Rapid micropropagation system *in vitro* and antioxidant activity of *Scabiosa tschilliensis* Grunning[J]. Plant Growth Regul, 2013, 69(3): 305-310.
- [49] BEN TOUMIA I, SOBEH M, PONASSI M, et al. A methanol extract of *Scabiosa atropurpurea* enhances doxorubicin cytotoxicity against resistant colorectal cancer cells *in vitro*[J]. Molecules, 2020, 25(22): 5265.
- [50] WANG G Y, HAN M D, MA F X, et al. Study on anti-tumor activity of chemical constituents from the flowers of *Scabiosa tschilliensis* Grunning *in vitro*[J]. J North Pharm(北方药学), 2019, 16(1): 151-153.
- [51] MOUFFOUK C, HAMBABA L, HABA H, et al. Evaluation of cytotoxic effect, anti-cholinesterase, hemolytic and antibacterial activities of the species *Scabiosa stellata* L.[J]. Curr Bioact Compd, 2020(16): 72-79.
- [52] 张振涛, 吴仁奇, 张威, 等. 蓝盆花的抗氧化作用及对肾缺血再灌注损伤的保护作用[J]. 中国中医药科技, 2004, 11(2): 96-97.

收稿日期: 2022-06-11

(本文责编: 李艳芳)