

野甘草化学成分及药理作用研究进展

姚先丽, 刘道敏, 邓 雪, 曾哲亚, 谭文红, 刘 录*, 金 琼*
(云南中医药大学, 云南 昆明 650500)

摘要: 野甘草 *Scoparia dulcis* L. 为玄参科野甘草属植物, 广泛分布于全球热带及亚热带地区, 在我国主要见于广西、广东、云南、福建等地。该植物在我国民间具有悠久的药用历史, 传统中医认为其具有健胃、利尿、镇咳、解热、解毒等功效, 常用于治疗胃病、糖尿病、炎症疾病、支气管炎、高血压等常见病症。现代化学研究表明, 野甘草含有丰富的化学成分, 主要包括二萜类、三萜类、生物碱、黄酮类、苯丙酸及其衍生物、甾体类等。目前, 已从该植物中分离并鉴定出 132 个化合物。药理学研究显示, 野甘草提取物及其活性成分具有降血糖、抗炎、抗氧化、抗病毒、抗菌、保肝、镇静催眠等生物活性。本文结合国内外相关研究报道, 对野甘草的化学成分与药理活性研究进展进行综述, 以期为其资源的深入开发与可持续利用提供科学参考。

关键词: 野甘草; 化学成分; 药理作用

中图分类号: R284.1; R285.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1528(2026)07-2335-09

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2026.07.028

野甘草为玄参科 Scrophulariaceae 野甘草属 *Scoparia* 植物野甘草 *Scoparia dulcis* L. 的全株。其茎叶咀嚼时具甜味, 故民间俗称“冰糖草”。该植物为草本或亚灌木状, 直立, 高 30~80 cm; 叶缘具锯齿; 花小, 呈白色^[1]。冰糖草是广西壮族民间验方的常用药材。据《中国壮药志》记载, 其性凉、味甘, 具有调水道、通气道、清热解毒、消肿的功效, 主治肺热咳嗽、咽喉肿痛、湿热黄疸、热痢、暑热泄泻、脚气浮肿、小儿麻痹、麻疹、痲病、湿疹、丹毒等^[2]。《全国中草药汇编》补充其功效为疏风止痒; 内服可治肺热咳嗽、肠炎、痢疾, 外用则适用于痲子及皮肤湿疹^[3]。传统上, 其被用于制作夏季凉茶及保健草药饮品, 以辅助治疗支气管炎、糖尿病、高血压、肝炎和胃溃疡^[4-5]。近年来, 国内外学者(如印度、日本、巴西等)对野甘草的研究主要集中于其药理活性(如抗氧化、抗菌、抗肿瘤、镇静、抗糖尿病、抗炎等)及化学成分(主要包括二萜类、三萜类、生物碱、黄酮类等)^[6-8]。为系统梳理野甘草的研究现状, 本文综述了 1976 年至 2024 年间有关该植物化学成分与药理活性的研究, 以期为其深度开发

与资源利用提供参考依据。

1 化学成分

1.1 二萜类 研究表明, 从野甘草中已分离得到 35 个二萜类化合物, 分属 4 种骨架类型, 分别为 Labdane 型、Scopadulan 型、Aphidicolane 型、Chain 型。其中, Labdane 型二萜具有反式稠合的 A/B 环, 其 C-9 位连接含 6 个碳原子的侧链, 且 C-8 位带有末端双键, 如 scoparicol A。Scopadulan 型二萜在生源途径上由 Labdane 型二萜衍生而来, 其结构在 Labdane 型骨架基础上通过侧链环化形成新七元环和五元环, 从而构成四环体系。Aphidicolane 型二萜的结构与 Scopadulan 型二萜类似^[9]。Chen 等^[10]从野甘草的乙酸乙酯提取物中分离得到新二萜化合物 2 α -hydroxyscopadiol (**17**); Li 等^[11]从野甘草的 95% 乙醇提取物中分离得到 2 个先前未报道的化合物——scoparicol C (**3**) 和 scoparicol D (**4**)。详见表 1、图 1。

1.2 三萜类 目前, 从野甘草中已分离鉴定出 13 个三萜类化合物, 主要包括乌苏烷型(**36~41**)、齐墩果烷型(**42~45**)、木栓烷型(**46**)和羽扇豆烷型(**47~48**)^[22]。详见表 2、图 2。

收稿日期: 2025-10-17

基金项目: 云南省生物医药重大专项(202202AA100009); 云南省高校重点实验室(2022YGGZ02); 云南省科技厅基础研究专项-青年项目(202501AU070125); 云南省教育厅基础研究项目(2024J0516); 云南中医药大学高层次人才科研项目(30270111958)

作者简介: 姚先丽(2000—), 女, 硕士在读, 从事中药活性物质研究与产品开发。E-mail: 2859515406@qq.com

***通信作者:** 刘 录(1986—), 男, 博士, 教授, 从事中药、民族药质量标准控制与评价研究。E-mail: todayliulu@163.com

金 琼(1991—), 女, 博士, 讲师, 从事天然产物化学及药效研究。E-mail: jinqiong1103@163.com

表 1 野甘草中的二萜类化合物

类型	编号	化合物名称	分子式	文献
Labdane 型	1	scoparicol A	C ₂₅ H ₃₄ O ₄	[12]
	2	scoparic acid B	C ₂₅ H ₃₂ O ₅	[13]
	3	scoparicols C	C ₂₇ H ₃₈ O ₅	[11]
	4	scoparicols D	C ₂₇ H ₃₈ O ₅	[11]
	5	scoparicol B	C ₂₆ H ₃₄ O ₄	[12]
	6	scoparic acid C	C ₂₆ H ₃₂ O ₅	[13]
	7	scoparic acid E	C ₂₆ H ₃₂ O ₆	[14]
	8	scoparic acid D	C ₂₉ H ₃₈ O ₈	[6]
	9	scoparic acid A	C ₂₇ H ₃₆ O ₅	[13]
	10	scopadiol	C ₂₇ H ₃₈ O ₄	[15]
	11	scopanolal	C ₂₇ H ₃₆ O ₄	[15]
	12	scopadiol decanoate	C ₃₇ H ₅₆ O ₅	[15]
	13	4- <i>epi</i> -7α- <i>O</i> -acetylscoparic acid A	C ₂₉ H ₃₈ O ₇	[16]
	14	7α-hydroxyscopadiol	C ₂₇ H ₃₈ O ₅	[16]
	15	7α- <i>O</i> -acetyl-8,17β-epoxyscoparic acid A	C ₂₉ H ₃₈ O ₈	[16]
	16	(7 <i>S</i>)-4- <i>epi</i> -7-hydroxyscoparic acid A	C ₂₇ H ₃₆ O ₆	[16]
	17	2α-hydroxyscopadiol	C ₂₇ H ₃₈ O ₅	[10]
Scopadulane 型	18	scopadulcic acid A	C ₂₇ H ₃₄ O ₆	[17]
	19	scopadulcic acid B	C ₂₇ H ₃₄ O ₅	[17]
	20	dulcinodiol	C ₂₇ H ₃₈ O ₄	[15]
	21	4- <i>epi</i> -scopadulcic acid B	C ₂₇ H ₃₄ O ₅	[16]
	22	scopadulciol	C ₂₇ H ₃₆ O ₄	[18]
	23	neo-dulcinol	C ₂₇ H ₃₆ O ₄	[16]
	24	dulcinodal-13-one	C ₂₇ H ₃₄ O ₄	[16]
	25	4- <i>epi</i> -7α-hydroxydulcinodal-13-one	C ₂₇ H ₃₄ O ₅	[16]
	26	dulciodiol	C ₂₇ H ₃₈ O ₄	[15]
	27	<i>iso</i> -dulcinol	C ₂₇ H ₃₆ O ₄	[15]
	28	dulcinodal	C ₂₇ H ₃₆ O ₅	[15]
	29	dulcidiol	C ₂₇ H ₃₈ O ₄	[15]
Aphidicolan 型	30	diacetyl scopadol	C ₂₄ H ₃₈ O ₅	[19]
	31	1β-hydroxydulcinodal-13-one	C ₂₇ H ₃₄ O ₅	[11]
	32	scopadulin	C ₂₇ H ₃₆ O ₅	[20]
	33	aphidicolin	C ₂₀ H ₃₄ O ₄	[21]
Chain 型	34	8-hydroxy-2-(6-hydroxy-4-methyl-hex-4-enylidene)-6,10-dimethyl-undeca-5,9-dienyl ester	C ₂₂ H ₃₆ O ₄	[19]
	35	6-hydroxy-2-(6-hydroxy-4-methyl-hex-4-enylidene)-4,8-dimethyl-undeca-4,8-dienyl ester	C ₂₂ H ₃₆ O ₄	[19]

表 2 野甘草中的三萜类化合物

编号	化合物名称	分子式	文献
36	ifflaionic acid	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	[23]
37	ifflaionic acid methyl ester	C ₃₁ H ₅₀ O ₃	[10]
38	dulcioic acid	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	[23]
39	dulcioic acid methyl ester	C ₃₁ H ₅₂ O ₃	[24]
40	acetate of methyl dulcioate	C ₃₃ H ₅₄ O ₄	[24]
41	glutinol	C ₃₀ H ₅₀ O	[23]
42	glutenol	C ₃₀ H ₅₀ O	[25]
43	glutinine	C ₃₀ H ₄₈ O	[26]
44	taraxerol	C ₃₀ H ₅₀ O	[27]
45	friedelin	C ₃₀ H ₅₀ O	[23]
46	α-amyrin	C ₃₀ H ₅₀ O	[23]
47	betulinic acid	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	[23]
48	lupeol	C ₃₀ H ₅₀ O	[25]

1.3 生物碱类 近年来的研究表明，苯并噁嗪-3-酮衍生物（**51~58**）可作为盐皮质激素受体拮抗剂，用于治疗高血压，进而改善部分心血管疾

病^[28]。详见表 3、图 3。

1.4 黄酮类 从野甘草中分离鉴定得到的黄酮类化合物有 40 个，包括黄酮（**75~92**）和黄酮苷（**93~113**）。详见表 4、图 4。

1.5 苯丙酸及其衍生物 从野甘草中分离鉴定得到的苯丙酸及其衍生物有 11 个。详见表 5、图 5。

1.6 其他 从野甘草中分离得到 3 个甾体类化合物（**125~127**）和 5 个其他化合物（**128~132**）。详见表 6、图 6。

2 药理作用

2.1 抗炎 野甘草被广泛用于缓解多种疼痛相关的不适。研究表明，其粗提物可减轻水肿、自发性疼痛以及外周神经损伤，降低滑膜液中促炎细胞因子水平。该粗提物对环氧合酶（cyclooxygenase, COX）-1、COX-2 的抑制率在 50 μg/mL 时达到峰

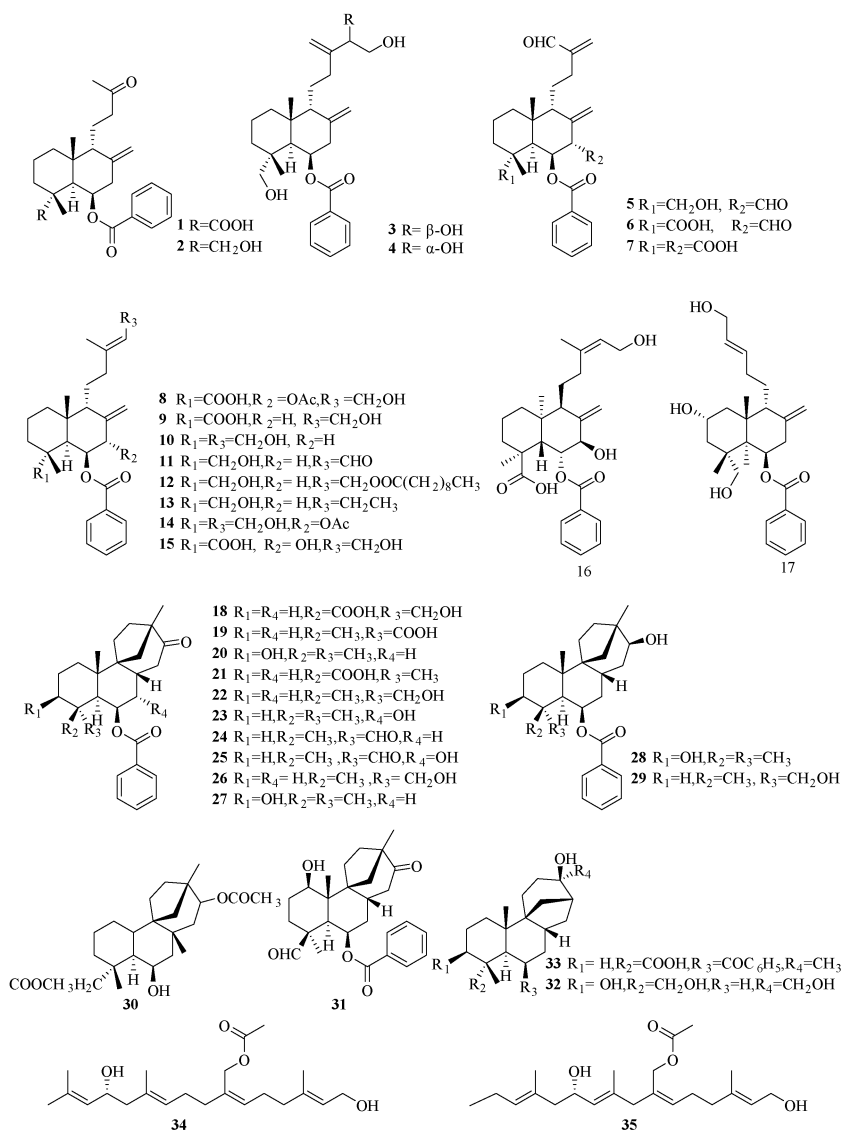


图 1 野甘草中的二萜类化合物结构式

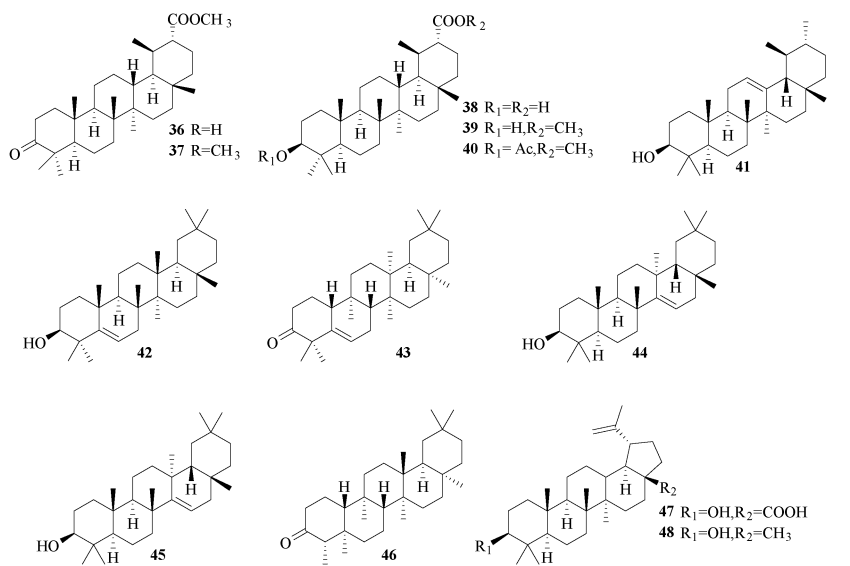


图 2 野甘草中的三萜类化合物结构式

表 3 野甘草中的生物碱类化合物

编号	化合物名称	分子式	文献
49	(2 <i>R</i>)-7-methoxy-2 <i>H</i> -1,4-benzoxazin-3(4 <i>H</i>)-one-2- <i>O</i> -β-galactopyranoside	C ₁₅ H ₁₉ NO ₉	[29]
50	(2 <i>R</i>)-2-(β- <i>D</i> -glucopyranosyloxy)-7-methoxy-2 <i>H</i> -1,4-benzoxazin-3(4 <i>H</i>)-one	C ₁₅ H ₁₉ NO ₉	[29]
51	(2 <i>R</i>)-2-(β- <i>D</i> -glucopyranosyloxy)-4,7-dimethoxy-2 <i>H</i> -1,4-benzoxazin-3(4 <i>H</i>)-one	C ₁₆ H ₂₁ NO ₁₀	[29]
52	2-hydroxy-2 <i>H</i> -1,4-benzoxazol-3-one	C ₈ H ₇ NO ₃	[30]
53	7-methoxy-2,4-hydroxy-1,4-benzoxazin-3(2 <i>H</i>)-one	C ₉ H ₉ NO ₅	[25]
54	(2 <i>S</i>)-2,7-dihydroxy-2 <i>H</i> -1,4-benzoxazin-3(4 <i>H</i>)-one	C ₈ H ₇ NO ₄	[31]
55	(2 <i>R</i>)-7-hydroxy-2 <i>H</i> -1,4-benzoxazin-3(4 <i>H</i>)-one-2- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranosid	C ₁₀ H ₉ NO ₄	[31]
56	(2 <i>R</i>)-7-methoxy-2 <i>H</i> -1,4-benzoxazin-3(4 <i>H</i>)-one-2- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside	C ₁₁ H ₁₁ NO ₆	[31]
57	(2 <i>S</i>)-7-hydroxy-2 <i>H</i> -1,4-benzoxazin-3(4 <i>H</i>)-one-2- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside	C ₁₀ H ₉ NO ₆	[31]
58	6-methoxy-benzoxazolin-2(3 <i>H</i>)-one	C ₈ H ₇ NO ₃	[31]
59	benzoxazolinone	C ₇ H ₅ NO ₂	[27]
60	coixol	C ₈ H ₇ NO ₃	[29]
61	1-hydroxy-6-methoxy-2-benzoxazolinone	C ₈ H ₇ NO ₄	[29]
62	3,6-dimethoxy-benzoxazolin-2(3 <i>H</i>)-one	C ₉ H ₉ NO ₄	[29]
63	6-methoxybenzoxnolinone	C ₈ H ₇ NO ₃	[10]
64	scoparic zolo	C ₁₁ H ₁₁ NO ₄	[31]
65	procaine	C ₁₃ H ₂₀ N ₂ O ₂	[32]
66	epinephrine	C ₉ H ₁₃ NO ₃	[33]
67	norepinephrine	C ₈ H ₁₁ NO ₃	[33]
68	benzoxazine	C ₈ H ₇ NO	[27]
69	cyclohexylamine	C ₆ H ₁₃ N	[32]
70	dextromoramide	C ₂₅ H ₃₂ N ₂ O ₂	[32]
71	1-methyl-2-pyrrolidinone	C ₅ H ₉ NO	[32]
72	2-heptadecyl-2-imidazoline	C ₂₀ H ₄₀ N ₂	[32]
73	n ₁ .acetylserpine	C ₁₂ H ₂₈ N ₄ O	[32]

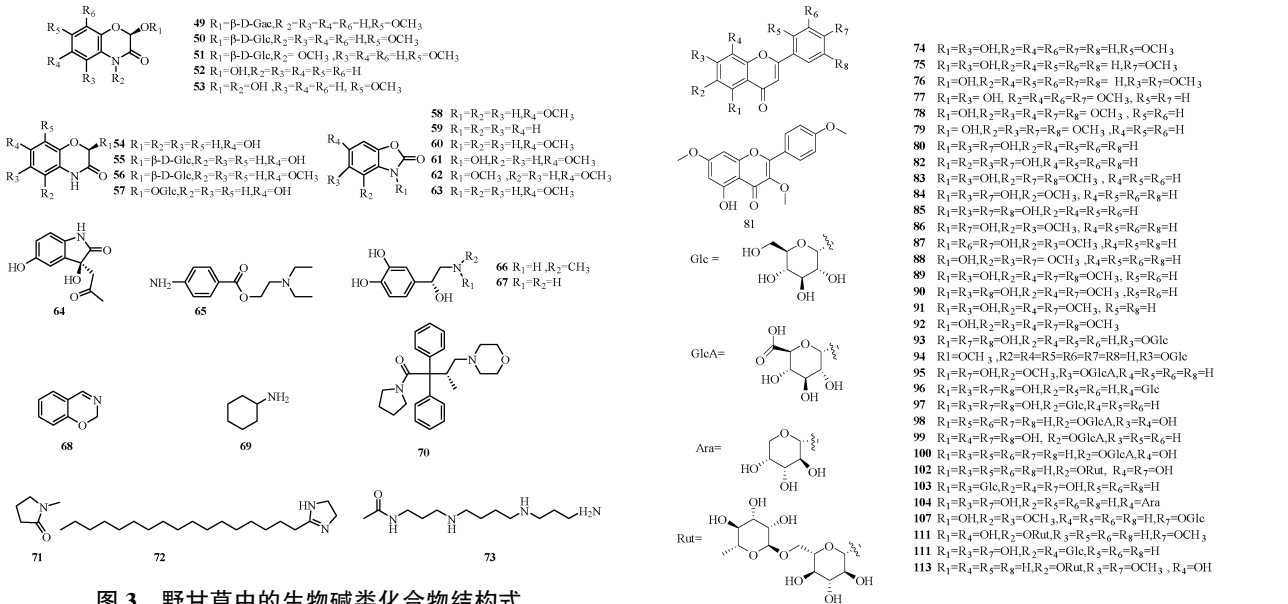


图 3 野甘草中的生物碱类化合物结构式

值，显示出抗炎与抗伤害作用，具有治疗骨关节炎的潜力^[45]。Tsai 等^[46]研究表明，野甘草 70% 乙醇提取物及白桦酸在雌激素诱导的小鼠急性水肿模型中均表现出抗炎作用。结果显示，两者能抑制小鼠后爪水肿，其机制主要涉及抑制 COX-2 活性和降低一氧化氮（nitric oxide，NO）水平。此外，野甘草 70% 乙醇提取物和白桦酸还能降低促炎细胞因

2338

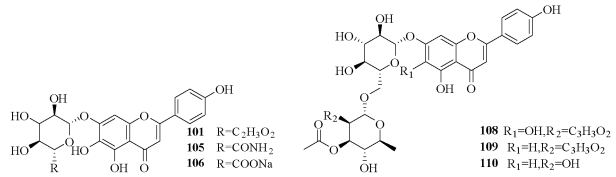


图 4 野甘草中的黄酮类化合物结构式

子肿瘤坏死因子-α（tumor necrosis factor-alpha，TNF-α）、白细胞介素-1β（interleukin-1 beta，IL-

表 4 野甘草中的黄酮类化合物

编号	化合物名称	分子式	文献
74	acacetin	C ₁₆ H ₁₂ O ₅	[34]
75	5,7-dihydroxy-4'-methoxyflavone	C ₁₆ H ₁₂ O ₅	[35]
76	apigenin 7,4'-dimethyl ether	C ₁₇ H ₁₄ O ₅	[35]
77	hymenoxin	C ₁₉ H ₁₈ O ₈	[19]
78	5-demethylnobiletin	C ₂₀ H ₂₀ O ₈	[19]
79	5-hydroxy-6,7,3',4'-tetramethoxyflavone	C ₁₉ H ₁₈ O ₇	[35]
80	apigenin	C ₁₅ H ₁₀ O ₅	[16]
81	kaempferol-3,7,4'-trimethyl ether	C ₁₈ H ₁₆ O ₆	[35]
82	scutellarein	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	[16]
83	eupatilin	C ₁₈ H ₁₆ O ₇	[19]
84	hispidulin	C ₁₆ H ₁₂ O ₆	[16]
85	luteolin	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	[16]
86	cirsimaritin	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	[36]
87	cirsiliol	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	[36]
88	salvigenin	C ₁₈ H ₁₆ O ₆	[36]
89	5,7-dihydroxy-3'4',6,8-tetramethoxyfavone	C ₁₉ H ₁₈ O ₈	[13]
90	acerosin	C ₁₈ H ₁₆ O ₈	[16]
91	nevadensin	C ₁₈ H ₁₆ O ₇	[36]
92	5-hydroxy-3',4'6,7,8-pentamethoxyflavone	C ₂₀ H ₂₀ O ₈	[37]
93	cynaroside	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	[34]
94	homoplantagin	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₁	[16]
95	hispidulin-7-O-glucuronide	C ₂₂ H ₂₀ O ₁₂	[36]
96	vitexin	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	[31]
97	iso-vitexin	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	[31]
98	scutellarin	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₂	[27]
99	5,7,8,3'4',5'-hexahydroxy-avonglucuronide	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₄	[38]
100	apigenin-7-O-glucuronide	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₁	[36]
101	scutellarin methylester	C ₂₂ H ₂₀ O ₁₂	[38]
102	isorhoifolin	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₄	[27]
103	vicenin 2	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	[38]
104	apigenin-8-C-α-L-arabinopyranoside	C ₂₀ H ₁₈ O ₉	[16]
105	scutellarein-7-O-α-glucuronamide	C ₂₁ H ₁₉ NO ₁₁	[29]
106	sodium scutellarin	C ₂₁ H ₁₇ NaO ₁₂	[29]
107	cirsitakaoside	C ₂₃ H ₂₄ O ₁₁	[6]
108	5, 6, 4'-trihydroxy vone 7-O-α-L-2, 3-di-O-acetylramnopyranosyl-(1→6)-β-D-glucopyranoside	C ₃₁ H ₃₄ O ₁₇	[39]
109	apigenin 7-O-α-L-2,3-di-O-acetylramnopyranosyl-(1→6)-α-D-glucopyranoside	C ₃₁ H ₃₄ O ₁₆	[39]
110	apigenin 7-O-α-L-3-O-acetylramnopyranosyl-(1→6)-α-D-glucopyranoside	C ₂₉ H ₃₂ O ₁₅	[39]
111	linarin	C ₂₈ H ₃₂ O ₁₄	[37]
112	vlcenn-2	C ₂₇ H ₃₂ O ₁₅	[31]
113	pectolarin	C ₂₉ H ₃₄ O ₁₅	[16]

表 5 野甘草中苯丙酸及其衍生物的化合物

编号	化合物名称	分子式	文献
114	chlorogenic acid	C ₁₆ H ₁₈ O ₉	[40]
115	caffeic acid	C ₉ H ₈ O ₄	[40]
116	ferulic acid	C ₁₀ H ₁₀ O ₄	[40]
117	sinapic acid	C ₁₁ H ₁₂ O ₅	[40]
118	p-coumaric acid	C ₉ H ₈ O ₃	[36]
119	gentisic acid	C ₇ H ₆ O ₄	[27]
120	(E)-3-(4-hydroxyphenyl) acrylic acid	C ₉ H ₈ O ₃	[41]
121	3,4-dihydroxy benzeneacetic acid	C ₉ H ₈ O ₄	[31]
122	acteoside	C ₂₉ H ₃₆ O ₁₅	[29]
123	ferruginoside C	C ₃₇ H ₅₀ O ₁₉	[25]
124	forsythoside G	C ₃₅ H ₄₆ O ₁₉	[36]

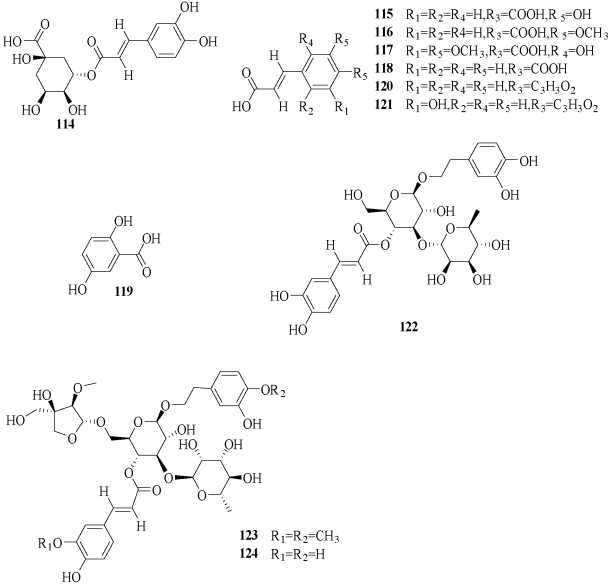


图 5 野甘草中的苯丙酸及其衍生物结构式

表 6 野甘草中的甾体和其他化合物

编号	化合物名称	分子式	文献
125	daucosterol	C ₃₅ H ₆₀ O ₆	[42]
126	sitosterol	C ₂₉ H ₅₀ O	[43]
127	stigmasterol	C ₂₉ H ₄₈ O	[44]
128	gugenyl-D-glucopyranoside	C ₁₅ H ₂₀ O ₇	[39]
129	dulcitol	C ₆ H ₁₄ O ₆	[41]
130	mannitol	C ₆ H ₁₄ O ₆	[41]
131	4-acetonyl-3,5-dimethoxy-p-quinol	C ₁₁ H ₁₆ O ₄	[31]
132	zizyvoside I	C ₂₆ H ₄₂ O ₁₁	[31]

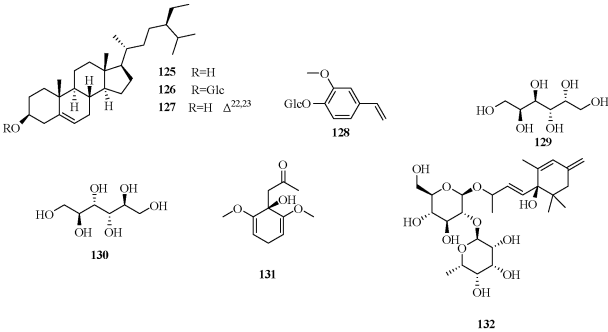


图 6 野甘草中的甾体和其他化合物结构式

1β) 水平。在氧化应激方面，两者不仅能减少丙二醛（malondialdehyde, MDA）的生成，还能升高超氧化物歧化酶（superoxide dismutase, SOD）、谷胱甘肽过氧化物酶（glutathione peroxidase, GPx）、谷胱甘肽还原酶（glutathione reductase, GR）等关键抗氧化酶活性。该研究表明白桦酸及野甘草 70% 乙醇提取物对小鼠急性炎症模型具有抑制作用。

2.2 抗糖尿病 Liu 等^[16]从野甘草中分离得到 9 个二萜类化合物，其中 4-*epi*-scopadulcic acid B

(21) 具有 α -葡萄糖苷酶抑制活性。Sharma 等^[26]从野甘草分离得到 6 个化合物, 其中 coixol (60) 作为一种强效的胰岛素分泌刺激剂, 能刺激离体胰岛的胰岛素分泌。研究表明, 在 16.7 mmol/L 葡萄糖浓度下, 100、200 μ mol/L coixol 能刺激 MIN-6 细胞的胰岛素分泌, 胰岛素分泌量分别增加 2.1、3.2 倍, 并呈剂量依赖性。glutinol (41) 也表现出胰岛素分泌活性, 但其效果较为温和, 胰岛素分泌量为 $(137.25 \pm 7.63)\%$ [以单独使用 16.7 mmol/L 葡萄糖时的分泌量 $(100.00 \pm 8.33)\%$ 为参照]。因此, coixol 与 glutinol 分别具有强效和轻度的胰岛素分泌活性。此外, Latha 等^[47]从野甘草中提取的二萜类化合物 scoparic acid D (8) 在链脲佐菌素 (streptozotocin, STZ) 诱导的糖尿病大鼠模型中表现出抗高血糖作用。该化合物不仅能降低血糖水平, 还可促进胰岛素分泌, 并显示出良好的胰岛细胞保护功能。体外实验表明, scoparic acid D 可增强 RINm5F 细胞及离体胰岛的胰岛素分泌, 减轻 STZ 诱导的细胞毒性及 NO 生成的增加。该研究证实 scoparic acid D 兼具抗高血糖与细胞保护双重作用。

2.3 抗动脉粥样硬化 研究表明, 野甘草甲醇提取物 (富含黄酮类等活性成分) 具有抗氧化和抗炎活性。该提取物对过氧化氢的清除能力 (IC_{50} 值为 28.9 μ g/mL) 优于其对脂质过氧化物的抑制作用 (IC_{50} 值为 570 μ g/mL)。此外, 该提取物还能增强人红细胞膜的稳定性 (约 86%)。尤为重要的是, 该提取物可有效抑制低密度脂蛋白 (low-density lipoprotein, LDL) 氧化, 从而阻止培养的巨噬细胞 RAW264.7 向泡沫细胞转化。综上所述, 该甲醇提取物具有抗动脉粥样硬化潜力^[48]。

2.4 抑制胃酸分泌 目前, 减少胃酸分泌是最常用的促进溃疡愈合手段之一, 而 H^+/K^+ -ATP 酶抑制剂是现今最为有效的胃酸分泌抑制剂和抗溃疡药物之一^[49]。研究发现, 野甘草中的 scopadulcic acid B (19) 可剂量依赖性地抑制猪胃 H^+/K^+ -ATP 酶活性, 其 IC_{50} 值为 20~30 μ mol/L。其抑制活性可通过浓度稀释得到恢复, 提示该抑制作用是可逆的^[35]。研究表明, 野甘草水提物能抑制胃酸分泌, 其 ED_{50} 值在大鼠模型中为 195 mg/kg, 在小鼠模型中为 306 mg/kg。野甘草水提物还可抑制由组胺或氨甲酰胆碱刺激引起的小鼠胃酸分泌, 表明其作用机制可能与抑制胃质子泵相关。通过生物活性导向分离, 从野甘草水提物中进一步纯化得到富含黄酮

类化合物的组分, 该组分在大鼠和小鼠模型中显示出比原始提取物高 4~8 倍的抑制活性。此外, 该组分对兔胃 H^+/K^+ -ATP 酶的 ATP 水解活性也具有抑制作用, 其 IC_{50} 值为 500 μ g/mL^[50]。在胃保护活性方面, 口服野甘草水提物能抑制吲哚美辛诱导的大鼠急性胃损伤, ED_{50} 值为 313 mg/kg, 并能抑制乙醇诱导的急性胃损伤, ED_{50} 值为 490 mg/kg, 表现出胃保护作用^[50]。

2.5 保肝 野甘草乙醇提取物对四氯化碳 (CCl_4) 诱导的小鼠急性肝损伤具有保护作用, 0.5、1.0 g/kg 野甘草乙醇提取物可抑制 CCl_4 引起的血清谷丙转氨酶 (alanine aminotransferase, ALT)、谷草转氨酶 (aspartate aminotransferase, AST) 活性升高, 减轻肝组织病变, 如空泡形成、炎细胞浸润和坏死, 降低肝组织 MDA 水平, 升高还原型谷胱甘肽 (glutathione, GSH) 水平和 SOD、GPx、谷胱甘肽还原酶 (glutathione reductase, GRd)、谷胱甘肽-S-转移酶 (glutathione-S-transferase, GST) 活性^[51]。该提取物中木犀草素、芹菜素的含量分别为 3.1、1.1 mg/g^[38]。结果表明, 野甘草乙醇提取物通过增强抗氧化酶活性和减轻脂质过氧化发挥保肝作用^[52]。

此外, 野甘草的石油醚-乙醚-甲醇 (1:1:1) 提取物对 CCl_4 诱导的急性肝损伤显示出肝脏保护活性。在最高剂量 (800 mg/kg) 下, 该提取物能抑制 CCl_4 引起血清 AST、ALT、碱性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP)、总蛋白 (total protein, TP) 水平升高, 同时有效缓解肝组织中 SOD 活性及 GSH、糖原水平的降低, 并抑制脂质过氧化水平上升, 上述活性与标准品水飞蓟素 (100 mg/kg) 相当^[53]。

2.6 镇静催眠 50、100、200 mg/kg 野甘草乙醇提取物可减少小鼠在旷场实验中的穿格次数。该抑制作用在给药后 30 min 出现, 并持续至 120 min, 并呈剂量依赖性。其还能抑制动物自主活动, 且该抑制作用在观察期内 (30~120 min) 持续存在。野甘草乙醇提取物抑制自主活动的能力提示其具有中枢神经系统抑制活性^[7]。

2.7 抗氧化 Wankhar 等^[32]研究发现, 野甘草甲醇提取物和水提物均具有自由基清除活性。在 2, 2-二苯基-1-苦基肼 (2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, DPPH) 自由基清除模型中, 两者 IC_{50} 值分别为 311.13、441.96 μ g/mL。在 NO 自由基清除实验中, 两者 IC_{50} 值分别为 293.77、434.93 μ g/mL。

超氧阴离子自由基清除实验结果显示，两者 IC₅₀ 值分别为 281.02、440.14 μg/mL（以抗坏血酸为阳性对照）。2 种提取物中酚类、黄酮类及总抗氧化剂的存在证实了野甘草的抗氧化潜力。

另一项研究报道，野甘草的水醇提取物（水与乙醇混合提取）中总酚和总黄酮含量较高，分别达到 121.65、323.19 mg/g。通过 DPPH 和 NO 自由基清除实验评价其抗氧化活性，结果显示，500 μg/mL 该提取物对 2 种自由基的清除作用显著，吸光度值分别为 0.124、0.11，优于其他提取方法所得产物。此外，该研究还发现自由基清除活性随提取物浓度增加而增强，表现出浓度依赖性^[54]。

2.8 抗肿瘤 从野甘草乙酸乙酯组分中分离得到的新化合物被鉴定为 2α-hydroxyscopadiol（**17**），该化合物此前未在野甘草中报道过。其对乳腺癌细胞 MCF-7、T47D 分别表现出强效和非常强效的细胞毒性活性，并具有抑制细胞周期及诱导 2 种细胞凋亡的能力。在分子水平上，该化合物可抑制雌激素受体（estrogen receptor, ER）和孕激素受体（progesterone receptor, PR）水平，并通过激活半胱天冬酶-9（cysteinyI aspartate specific proteinase, Caspase-9）诱导细胞凋亡^[10]。此外，从野甘草水提物中分离出的苯并噁嗪酮类化合物，特别是 1-hydroxy-6-methoxy-2-benzoxazolinone（**61**），对 DU-145 人前列腺癌细胞增殖具有潜在抑制作用。该化合物对 DU-145 细胞显示出细胞毒性，IC₅₀ 值为 65.8 μg/mL^[29]。

2.9 抗菌 Uma 等^[55]采用琼脂井扩散法评价野甘草 6 种溶剂提取物的抗菌活性。测试菌株包括革兰氏阳性菌（芽孢杆菌属、棒状杆菌属）和革兰氏阴性菌（大肠杆菌、肺炎克雷伯菌、不动杆菌属）。通过向平板孔中加入 25、50、75、100、125 μL 提取物，孵育后测量抑菌圈直径，并以氨苄青霉素为阳性对照。结果表明，野甘草提取物对受试菌均表现出抑制作用，提示其具有作为天然抗菌剂的潜力，且富含多种活性成分^[55]。另有研究表明，野甘草甲醇提取物对铜绿假单胞菌的抑制效果最佳，其最低抑菌浓度（minimum inhibitory concentration, MIC）为 400 μg/mL；对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的 MIC 均为 500 μg/mL^[56]。

3 结语与展望

野甘草作为一种历史悠久的民族药物，具有丰富的传统功效与临床应用价值，并展现出广泛的生

物活性。目前，已从中分离并鉴定出大量化学成分，其多种药理活性也得到了系统评估。近年来，二萜类成分尤其受到关注，其中 4-*epi*-scopadulcic acid B、scopadulcic acid B、2α-hydroxyscopadiol 均显示出显著的生物活性。具体而言，4-*epi*-scopadulcic acid B 具有 α-葡萄糖苷酶抑制活性；scopadulcic acid B 具有抗胃溃疡作用；2α-hydroxyscopadiol 则表现出细胞毒活性。然而，当前关于野甘草药理活性的研究多局限于细胞水平的初步筛选，动物实验仍相对匮乏，相关作用机制尚未完全阐明。因此，有必要系统深入地开展其活性成分与作用机制研究，以推动该药用资源的深度开发与利用，促进临床转化，更好地服务于人类健康。上述研究成果不仅进一步验证了野甘草的药用价值，也为其在中国乃至多国传统药物中的应用提供了科学依据。充分挖掘与利用野甘草的药用潜力，对丰富我国药用资源宝库具有重要意义。

参考文献：

[1] 万文婷, 马运运, 许利嘉, 等. 野甘草的现代研究概述和应用前景分析[J]. 中草药, 2015, 46(16): 2492-2498.

[2] 朱 华. 中国壮药志 (第 1 卷) [M]. 南宁: 广西民族出版社, 2003.

[3] 王国强. 全国中草药汇编[J]. 北京: 人民卫生出版社, 2014.

[4] Pari L, Venkateswaran S. Hypoglycaemic activity of *Scoparia dulcis* L. extract in alloxan induced hyperglycaemic rats[J]. *Phytother Res*, 2002, 16(7): 662-664.

[5] Latha M, Pari L, Sitasawad S, *et al.* Insulin-secretagogue activity and cytoprotective role of the traditional antidiabetic plant *Scoparia dulcis* (Sweet Broomweed) [J]. *Life Sci*, 2004, 75(16): 2003-2014.

[6] Paul M, Vasudevan K, Krishnaja K R. *Scoparia dulcis*: A review on its phytochemical and pharmacological profile[J]. *Innoriginal Int J Sci*, 2017, 4: 17-21.

[7] Moniruzzaman M, Atikur Rahman M, Ferdous A. Evaluation of sedative and hypnotic activity of ethanolic extract of *Scoparia dulcis* Linn[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2015, 2015(1): 873954.

[8] Pamunuwa G, Karunaratne D N, Waisundara V Y. Antidiabetic properties, bioactive constituents, and other therapeutic effects of *Scoparia dulcis*[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2016, 2016(1): 8243215.

[9] 孙万莹, 董 琳, 李祎莹, 等. 冰糖草二萜类成分的研究进展[J]. 药学进展, 2021, 45(11): 862-867.

[10] Chen C M, Ming-Tyan C. 6-Methoxybenzoxazolinone and triterpenoids from roots of *Scoparia dulcis*[J]. *Phytochemistry*, 1976, 15(12): 1997-1999.

[11] Li Y P, Wu D X, Ye T, *et al.* Cytotoxic diterpenoids from the

aerial parts of *Scoparia dulcis*[J]. *Phytochem Lett*, 2022, 49: 21-26.

[12] Sun W, Zhang Y, Li Y, *et al.* Two new labdane diterpenoids from *Scoparia dulcis* to attenuate palmitate-induced viability in MIN6 cells[J]. *Phytochem Lett*, 2020, 38: 25-27.

[13] Hayashi T, Kishi M, Kawasaki M, *et al.* The crystal structure of scopadulcic acid A from Paraguayan crude drug “Typychá Kuratú” (*Scoparia dulcis*) [J]. *J Nat Prod*, 1988, 51(2): 360-363.

[14] Zhang C Y, Chen L, Li Y Y, *et al.* Scoparic acid E: a new labdane diterpenoid on attenuating palmitate induced viability in MIN6 cells from *Scoparia dulcis*[J]. *Rec Nat Prod*, 2020, 14: 383-386.

[15] Ahsan M, Islam S K N, Gray A I, *et al.* Cytotoxic diterpenes from *scoparia dulcis*[J]. *J Nat Prod*, 2003, 66(7): 958-961.

[16] Liu Q, Yang Q M, Hu H J, *et al.* Bioactive diterpenoids and flavonoids from the aerial parts of *Scoparia dulcis*[J]. *J Nat Prod*, 2014, 77(7): 1594-1600.

[17] Hayashi T, Kishi M, Kawasaki M, *et al.* Scopadulcic acid-A and-B, new diterpenoids with a novel skeleton, from a Paraguayan crude drug “typychá kurat?” (*Scoparia dulcis* L.) [J]. *Tetrahedron Lett*, 1987, 28(32): 3693-3696.

[18] Hayashi T, Asano S, Mizutani M, *et al.* Scopadulciol, an inhibitor of gastric H⁺, K⁺-ATP hase from *Scoparia dulcis*, and its structure-activity relation-ships [J]. *J Nat Prod*, 1991, 54(3): 802-809.

[19] Nur-e-Alam M, Ahmed S, Yousaf M, *et al.* Isolation and characterization of cytotoxic and anti-inflammatory constituents from *Scoparia dulcis* L[J]. *J Chem Res*, 2020, 44 (7-8): 381-387.

[20] Hayashi T, Okamura K, Kakemi M, *et al.* Scopadulcic acid B, a new tetracyclic diterpenoid from *Scoparia dulcis* L. Its structure, H⁺, K⁺-adenosine triphosphatase inhibitory activity and pharmacokinetic behaviour in rats[J]. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 1990, 38(10): 2740-2745.

[21] Hayashi T, Kawasaki M, Miwa Y, *et al.* antiviral agents of plant origin. III.: Scopadulin, a novel tetracyclic diterpene from *Scoparia dulcis* L[J]. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 1990, 38 (4): 945-947.

[22] 李传旺, 张 贺, 饶 攀, 等. 植物五环三萜类化合物生物合成途径研究进展[J]. *中草药*, 2021, 52 (11): 3436-3452.

[23] Mahato S B, Das M C, Sahu N P. Triterpenoids of *Scoparia dulcis*[J]. *Phytochemistry*, 1981, 20(1): 171-173.

[24] 吴东祥. 两种傣药植物的化学成分及生物活性研究[D]. 济南: 济南大学, 2021.

[25] Jiang Z K, Sung J H, Wang X Y, *et al.* A review on the phytochemistry and pharmacology of the herb *Scoparia dulcis* L. for the potential treatment of metabolic syndrome[J]. *RSC Adv*, 2021, 11(50): 31235-31259.

[26] Sharma K R, Adhikari A, Hafizur R M, *et al.* Potent insulin secretagogue from *Scoparia dulcis* Linn of Nepalese origin[J]. *Phytother Res*, 2015, 29(10): 1672-1675.

[27] Babincová M, Schronerová K, Sourivong P. Antiulcer activity of water extract of *Scoparia dulcis*[J]. *Fitoterapia*, 2008, 79 (7-8): 587-588.

[28] Hasui K, Wang J, Jia X S, *et al.* Enhanced autophagy and reduced expression of cathepsin D are related to autophagic cell death in epstein-barr virus-associated nasal natural killer/T-cell lymphomas: an immunohistochemical analysis of Beclin-1, LC3, mitochondria (AE-1), and cathepsin D in nasopharyngeal lymphomas[J]. *Acta Histochem Cytochem*, 2011, 44 (3): 119-131.

[29] Wu W H, Chen T Y, Lu R W, *et al.* Benzoxazinoids from *Scoparia dulcis* (sweet broomweed) with antiproliferative activity against the DU-145 human prostate cancer cell line[J]. *Phytochemistry*, 2012, 83: 110-115.

[30] Kamperdick C, Trinh Phuong Lien T P L, Sung T V, *et al.* 2-hydroxy-2H-1, 4-benzoxazin-3-one from *Scoparia dulcis*[J]. *Pharmazie*, 1997, 52(12): 965-966.

[31] Yang Y, Han Z, Tian T, *et al.* Chemical constituents from aerial parts of *Scoparia dulcis*[J]. *Chin Herb Med*, 2023, 15(1): 151-154.

[32] Wankhar W, Srinivasan S, Rajan R, *et al.* Evaluating *in vitro* antioxidant activity and GC-MS analysis of *Scoparia dulcis* Linn (Scrophulariaceae) [J]. *J Appl Pharm Sci*, 2015, 5 (7): 29-34.

[33] Freire S M D F, Torres L M B, Souccar C, *et al.* Sympathomimetic effects of *Scoparia dulcis* L. and catecholamines isolated from plant extracts[J]. *J Pharm Pharmacol*, 1996, 48(6): 624-628.

[34] Mishra M R, Behera R K, Jha S, *et al.* A brief review on phytoconstituents and ethnopharmacology of *Scoparia dulcis* Linn. (Scrophulariaceae) [J]. *Int J Phytomed*, 2011, 3(4): 422.

[35] Hayashi K, Hayashi T, Arisawa M, *et al.* Antiviral agents of plant origin. Antiherpetic activity of acacetin[J]. *Antivir Chem Chemother*, 1993, 4(1): 49-53.

[36] Sinan K I, Bene K, Zengin G, *et al.* A comparative study of the HPLC-MS profiles and biological efficiency of different solvent leaf extracts of two African plants: *Bersama abyssinica* and *Scoparia dulcis*[J]. *Int J Environ Health Res*, 2021, 31(3): 285-297.

[37] Hayashi T, Uchida K, Hayashi K, *et al.* A cytotoxic flavone from *Scoparia dulcis* L[J]. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 1988, 36(12): 4849-4851.

[38] Asaki M, Hayashi T, Arisawa M, *et al.* 8-Hydroxytricetin 7-glucuronide, a β-glucuronidase inhibitor from *Scoparia dulcis*[J]. *Phytochemistry*, 1988, 27(11): 3709-3711.

[39] Li Y S, Chen X G, Satake M, *et al.* Acetylated flavonoid glycosides potentiating NGF action from *Scoparia dulcis*[J]. *J Nat Prod*, 2004, 67(4): 725-727.

[40] Datta S, Sinha B K, Bhattacharjee S, *et al.* Effect of solvent extraction system on the antioxidant activities of three invasive

alien species and quantification of phenolic compounds by HPLC[J]. *J Pharmacogn Phytochem*, 2018, 7 (2): 3963-3970.

[41] Hasnawati H, Wahyuono S, Susidarti R A, *et al.* A new diterpenoid of indonesian *Scoparia dulcis* Linn: Isolation and cytotoxic activity against MCF-7 and T47D cell lines[J]. *Molecules*, 2023, 28(16): 5960.

[42] Lee J H, Lee J Y, Park J H, *et al.* Immunoregulatory activity by daucosterol, a β -sitosterol glycoside, induces protective Th1 immune response against disseminated Candidiasis in mice[J]. *Vaccine*, 2007, 25(19): 3834-3840.

[43] Bouic P J D. The role of phytosterols and phytosterolins in immune modulation: a review of the past 10 years[J]. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2001, 4(6): 471-475.

[44] Panda S, Jafri M, Kar A, *et al.* Thyroid inhibitory, antiperoxidative and hypoglycemic effects of stigmasterol isolated from *Butea monosperma*[J]. *Fitoterapia*, 2009, 80 (2): 123-126.

[45] Lima M V V, Freire A O, Sousa E L F, *et al.* Therapeutic use of *Scoparia dulcis* reduces the progression of experimental osteoarthritis[J]. *Molecules*, 2019, 24(19): 3474.

[46] Tsai J C, Peng W H, Chiu T H, *et al.* Anti-inflammatory effects of *Scoparia dulcis* L. and betulinic acid[J]. *Am J Chin Med*, 2011, 39(5): 943-956.

[47] Latha M, Pari L, Ramkumar K M, *et al.* Antidiabetic effects of scoparic acid D isolated from *Scoparia dulcis* in rats with streptozotocin-induced diabetes[J]. *Nat Prod Res*, 2009, 23(16): 1528-1540.

[48] Nambiar S, Shetty N, Bhatt P, *et al.* Inhibition of LDL oxidation and oxidized LDL-induced foam cell formation in RAW 264.7 cells show anti-atherogenic properties of a foliar methanol extract of *Scoparia dulcis*[J]. *Pharmacogn Mag*, 2014, 10(38): 240.

[49] 陈晓红, 张倩芝, 陈 建, 等. H^{+}/K^{+} -ATP 酶抑制剂苯并咪唑类药物的分子光谱研究[J]. *光散射学报*, 2009, 21(4): 325-328.

[50] Mesia-Vela S, Bielavsky M, Torres L M B, *et al.* *In vivo* inhibition of gastric acid secretion by the aqueous extract of *Scoparia dulcis* L. in rodents[J]. *J Ethnopharmacol*, 2007, 111(2): 403-408.

[51] Tsai J C, Peng W H, Chiu T H, *et al.* Hepatoprotective effect of *Scoparia dulcis* on carbon tetrachloride induced acute liver injury in mice[J]. *Am J Chin Med*, 2010, 38(4): 761-775.

[52] Cholbi M R, Paya M, Alcaraz M J. Inhibitory effects of phenolic compounds on CCl_4 -induced microsomal lipid peroxidation[J]. *Experientia*, 1991, 47(2): 195-199.

[53] Praveen T K, Dharmaraj S, Bajaj J, *et al.* Hepatoprotective activity of petroleum ether, diethyl ether, and methanol extract of *Scoparia dulcis* L. against CCl_4 -induced acute liver injury in mice[J]. *Indian J Pharmacol*, 2009, 41(3): 110-114.

[54] Elayaraja A, Rahaman S A. Evaluation of anti-oxidant and *in vitro* antioxidant activity of various extracts of *Scoparia dulcis* L[J]. *J Pharm Sci Res*, 2012, 4(2): 1724-1727.

[55] Uma G, Najila B A, Sathica T J, *et al.* Phytochemical screening and antibacterial activity of *Scoparia dulcis* extracts[J]. *Asian J Pharm Clin Res*, 2014, 7(3): 130-133.

[56] Chana N, Supaphon P, Phongdara A. Evaluation of antibacterial, antioxidant activity and Calmodulin gene expression of *Scoparia dulcis* Linn[J]. *Songklanakarin J Sci Technol*, 2019, 41(1): 246-253.